

Sistem Identifikasi Biometrik *Finger Knuckle Print* Menggunakan *Histogram Equalization* dan *Principal Component Analysis* (PCA)

Fida Maisa Hana

Jurusan Teknik Informatika FIK UDINUS ,Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang-50131

phydahana@gmail.com

Abstrak - Biometrik berbasis otentikasi pribadi adalah sebuah metode yang efektif untuk secara otomatis mengenali identitas seseorang. Biometrik adalah ilmu mengidentifikasi seseorang menggunakan fisiologis atau karakteristik. Sebuah sifat biometrik seperti *Finger Knuckle Print* (FKP) yang dimiliki seseorang adalah unik dan aman. Dari hasil penelitian saudara Muntasa menunjukkan bahwa algoritma PCA memiliki tingkat akurasi paling rendah. *Principal Component Analysis* (PCA) adalah suatu teknik reduksi dinamis dan ekstraksi fitur yang optimal jika dipandang dari sudut pandang teori informasi. Apakah penggunaan teknik peningkatan citra bisa memaksimalkan tingkat akurasi pengolahan citra menggunakan PCA. Salah satu teknik peningkatan citra adalah *Histogram Equalization*. *Histogram Equalization* adalah teknik peningkatan kontras dalam pengolahan gambar yang menggunakan histogram gambar. Dari hasil penelitian ini, sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi lebih besar yaitu 94 % dibandingkan dengan tanpa peningkatan citra *histogram equalization* yang hanya memiliki tingkat akurasi 81,3 %. Masing-masing di teliti dengan jumlah citra uji 150 (masing-masing orang 3 citra uji) dan citra latih 250 (masing-masing orang 5 citra latih). Ini membuktikan bahwa penggunaan teknik peningkatan citra bisa memaksimalkan tingkat akurasi pengolahan citra menggunakan algoritma PCA.

Kata Kunci : Biometrik, Finger Knuckle Print, Principal Component Analysis, Histogram Equalization

I. PENDAHULUAN

Sistem Keamanan otomatis adalah salah satu perhatian utama zaman modern. Sistem otentikasi yang aman dan handal banyak diminati [2]. Biometrik adalah ilmu mengidentifikasi seseorang menggunakan fisiologis atau karakteristik [3]. Biometrik berbasis otentikasi pribadi adalah sebuah metode yang efektif untuk secara otomatis mengenali identitas seseorang [2].

Sebuah sifat biometrik seperti *Finger Knuckle Print* (FKP) yang dimiliki seseorang adalah unik dan aman [2]. Sistem pengenalan diri menggunakan citra *Finger Knuckle Print* memiliki tingkat akurasi yang tinggi, terbukti dengan hasil penelitian dari jurnal [2] [5] [6] [1] [7].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh [8] berjudul "*Appearance Global and Local Structure Fusion for Face Image Recognition*", peneliti meneliti tingkat akurasi pengenalan wajah menggunakan metode ekstraksi Analisis komponen utama (PCA) dan analisis deskriminan linear (LDA) Proyeksi pelestarian lokalitas (LPP) dan wajah-Laplacian orthogonal (OLF). Hasil penelitian dengan lima citra training menghasilkan akurasi menggunakan PCA sebesar 76,50% , LDA sebesar 94,44% ,LPP sebesar 83,00% OLF sebesar 91,50%. Dari hasil penelitian

menunjukkan bahwa algoritma PCA memiliki tingkat akurasi paling rendah.

Principal Component Analysis (PCA) adalah suatu teknik reduksi dimensi dan ekstraksi fitur yang optimal jika dipandang dari sudut pandang teori informasi [9]. Pada dasarnya Prosedur PCA bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya [10].

Peningkatan kontras adalah peningkatan suatu karakteristik tertentu dalam peningkatan citra pengolahan. Salah satu teknik peningkatan citra adalah *Histogram Equalization*. *Histogram Equalization* adalah teknik peningkatan kontras dalam pengolahan gambar yang menggunakan histogram gambar [11].

Dari hasil penelitian yang dijelaskan diatas, penulis mempunyai ide untuk membuat sistem identifikasi *finger knuckle print* menggunakan teknik peningkatan citra *Histogram Equalization* dan algoritma *Principal Component Analysis*. Penggunaan teknik peningkatan citra *histogram equalization* diharapkan bisa memaksimalkan tingkat akurasi pengolahan citra menggunakan algoritma *principal component analysis*.

Dari sinilah didapatkan sebuah judul penelitian "*Identifikasi Biometrik Finger Knuckle Print menggunakan Histogram Equalization dan Principal Component Analysis* (PCA)."

II. TEORI PENUNJANG

2.1 Finger Knuckle Print

Finger Knuckle Print merupakan biometrik yang masih relatif baru diteliti dan digunakan untuk sistem pengenalan diri. Sebenarnya, fitur garis permukaan luar dari sendi jari lebih jelas dari permukaan telapak tangan, sementara permukaan luar dari sendi jari memiliki wilayah jauh lebih kecil dari pada permukaan telapak tangan [5]. Hasil penelitian [5] menunjukkan bahwa sistem otentikasi FKP diusulkan dapat memverifikasi identitas pribadi secara *real time* dengan tingkat akurasi tinggi. Dibandingkan dengan sidik jari, FKP sulit untuk terkelupas karena orang memegang barang dengan bagian dalam tangan [16]. Posisi *Finger Knuckle Print* yang sedikit menekuk ketika sedang dicitrakan dalam sistem yang diusulkan. Hal ini dapat membuat pola FKP ditangkap dengan jelas dan fitur unik dari FKP dapat lebih baik dimanfaatkan [7].

2.2 Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah teknik peningkatan kontras dalam pengolahan gambar yang menggunakan histogram gambar. Peningkatan kontras merupakan area yang penting dalam bidang pengolahan citra digital untuk persepsi visual manusia dan *computer vision*. Peningkatan Kontras adalah peningkatan suatu karakteristik tertentu dalam peningkatan citra pengolahan. *Histogram equalization* adalah teknik peningkatan kontras dalam sebuah domain spasial dalam gambar pengolahan menggunakan histogram gambar [11]. Pendekatan yang dilakukan dalam *Histogram Equalization* adalah untuk mempersempit aras keabuan pada daerah yang berpiksel sedikit dan mendapatkan aras keabuan yang lebih luas pada daerah yang memiliki banyak piksel. Efeknya dapat meningkatkan kontras secara menyeluruh [15].

2.3 Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pengolahan citra, pengenalan pola, kompresi data, data mining, *machine learning* dan *computer vision* [17]. *Principal Component Analysis* (PCA) adalah suatu teknik reduksi dinamis dan ekstraksi fitur yang optimal jika dipandang dari sudut pandang teori informasi [9].

Ide dasar dari *Principal Component Analysis* (PCA) yaitu Menentukan dimensi-dimensi dan komponen-komponen dimana koleksi dari semua citra-citra diharapkan memperoleh distribusi energi maksimal

pada komponen-komponen tersebut. Yang dipertahankan adalah dimensi-dimensi yang berkontribusi dan dihilangkan sisanya untuk proses selanjutnya [18]. Untuk mempermudah proses perhitungan, digunakan reduksi dimensi dari titik yang berdimensi tinggi menuju titik yang berdimensi lebih rendah.

Awal dalam Algoritma PCA adalah proses proyeksi PCA yang terdapat proses perhitungan *zeromean* dengan tujuan mencari *mean* dari semua citra kemudian mengurangkannya dan juga penghitungan matrik kovarian untuk himpunan citra latihnya. Tahap reduksi dilakukan setelah didapatkan matrik kovarian. Citra latih akan ditransformasikan ke dimensi yang lebih rendah. selanjutnya masuk ke tahap otentikasi, pada tahap otentikasi akan terjadi proses perhitungan dan mendapatkan hasil yang berupa tingkat akurasi [9].

2.4 Euclidean Distance

Pengukuran jarak pada dasarnya digunakan untuk menghitung perbedaan antara dua vektor citra dalam *eigenface*. Tugas selanjutnya setelah citra wajah diproyeksikan adalah menentukan citra wajah mana yang paling mirip dengan citra dalam *database* [9]. *Euclidean Distance* adalah salah satu cara mengukur tingkat kesamaan dan jarak. Ruang *Euclidean* adalah ruang dimensi terbatas yang mempunyai nilai real.

2.5 Confusion Matrix

Suatu confusion matrix merupakan alat yang berguna untuk menganalisis seberapa baik pengklasifikasi tersebut dapat mengenali *record* dalam kelas-kelas yang berbeda. Evaluasi dengan confusion matrix menghasilkan nilai *accuracy*. *Accuracy* dalam klasifikasi adalah persentase ketepatan record data yang diklasifikasikan secara benar setelah dilakukan pengujian pada hasil klasifikasi.

Tabel 1: Tabel Confusion Matrix

Classification	Predicted Class		
	Class	True	False
Actual Class	True	True Positive	false negative
	False	false positive	true negative

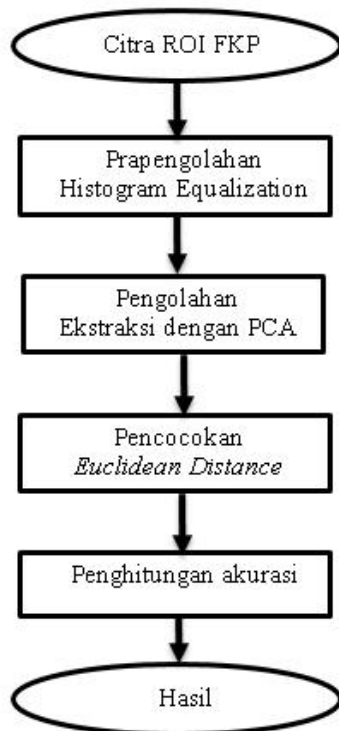
- *True Positive* adalah jumlah record positif yang diklasifikasikan sebagai positif.
- *false positive* adalah jumlah record negative yang diklasifikasikan sebagai positif.
- *false negative* adalah jumlah record positif yang diklasifikasikan sebagai negative.

- *true negative* adalah jumlah record negative yang diklasifikasikan sebagai negative.

III. PERANCANGAN SISTEM

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra *Region of Interest (ROI) Finger Knuckle Print* yang berasal dari *Biometric Research Center The Hong Kong Polytechnic University* [12], didapatkan 400 sampel citra *Region of Interest (ROI) Finger Knuckle Print* dari 50 responden. Setiap responden diambil sampel sebanyak 8 kali. 250 sampel (5 sampel dari setiap responden) akan diproses yang nantinya menghasilkan ciri dari masing-masing garis *finger knuckle print* untuk dilatih sebagai citra acuan. kemudian 150 sampel (3 sampel dari setiap responden) digunakan sebagai citra uji.

Adapun arsitektur utama sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* adalah :

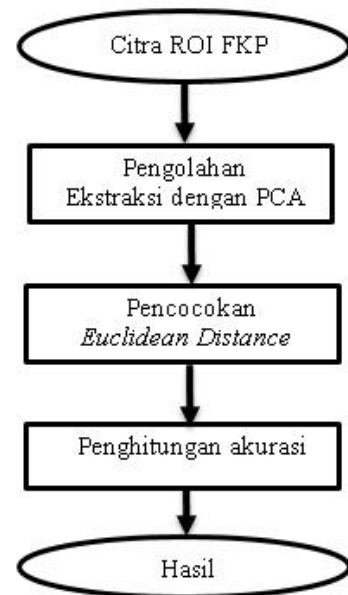


Gambar 1. Arsitektur Utama Sistem dengan HE.

arsitektur utama pengolah citra sistem identifikasi di atas menunjukkan bahwa data citra ROI (*Region of Interest*) dari *finger knuckle print* dilakukan peningkatan citra menggunakan teknik *Histogram Equalization*, tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kontras menggunakan histogram gambar. Selanjutnya, berdasarkan hasil citra *Histogram Equalization*, dilakukan proses ekstraksi

menggunakan algoritma *principal component analysis* (PCA). Tahap terakhir adalah dilakukan pencocokan menggunakan metode pengukuran jarak *euclidean*, yaitu proses pencocokan citra uji *finger knuckle print* dengan citra acuan yang ada di *database*.

Sedangkan arsitektur utama sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* tanpa peningkatan citra *histogram equalization* adalah :



Gambar 2. Arsitektur Utama Sistem tanpa HE.

3.1 Prapengolahan Citra

Langkah-langkah prapengolahan citra biometrik *finger knuckle print* dengan dan tanpa peningkatan citra *histogram equalization* adalah hampir sama, perbedaannya adalah jika tanpa peningkatan citra *histogram equalization*, pada langkah tiga dihilangkan. Disini yang di tampilkan adalah proses prapengolahan dan pengolahan citra biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma PCA dengan *histogram equalization*.

1. Menyiapkan citra ROI *Finger Knuckle Print*.
2. Resize menjadi 20 x 40 piksel.
3. Lakukan Peningkatan citra Histogram Equalization

$$s_i = \frac{(L-1)}{n} \sum_{ni=0}^i n_i$$

L = menyatakan nilai *gray level* maksimum

L disini = 256

n_i = jumlah *pixel* yang memiliki derajat keabuan i

n = jumlah seluruh *pixel* di dalam citra

- Representasikan masing-masing citra menjadi satu
suatu vektor Γ_i berukuran 800×1
- Membentuk semua citra Γ menjadi satu matrik.
emua citra Γ yang berfungsi sebagai citra train
dijadikan satu matrik dan citra test juga
demikian.

$$\sum_{i=1}^M \Gamma_i$$

dengan M adalah banyaknya citra

3.2 Pengolahan Citra

Langkah-langkah Pengolahan citra adalah sebagai berikut:

- Menghitung nilai rata-rata citra

$$\psi = \frac{\sum_{i=1}^M \Gamma_i}{M}$$

M adalah banyaknya citra untuk, citra *trains* = 250 dan citra *tests* = 150.

- Representasikan dalam bentuk mean-corrected data

Masing-masing nilai pada setiap piksel Γ_i dikurangkan dengan rata-ratanya ψ .

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi$$

- Hitung matrik kovarian

Matrik kovarian dibentuk dengan mengalikan matrik Φ dengan Φ' . Matrik Φ adalah matrik hasil pengurangan mean pada langkah dua dan Φ' adalah transpose dari Φ .

$$C = \Phi \times \Phi'$$

- Mencari nilai eigen dan vektor eigen

Untuk mencari nilai eigen pada matrik $C(800 \times 800)$ adalah menggunakan persamaan:

$$Cx = \lambda x$$

Skalar λ disebut nilai eigen dari C dan x disebut vektor eigen dari C yang bersesuaian dengan λ . Setelah diperoleh nilai eigen λ , maka masukan nilai-nilai eigen kepersamaan :

$$(C - \lambda I) x = 0$$

- Reduksi dimensi

Dimensi direduksi menjadi 101. Jadi matrix citra berukuran 800×101 . Sekumpulan vektor eigen ini disebut eigenface.

3.3 Pencocokan Citra

Dalam penelitian ini, pencocokan citra menggunakan metode pengukuran jarak *Euclidean*. Menghitung perbedaan antara dua vektor citra dalam eigenface dengan *Euclidean Distance*. Ini adalah step untuk menentukan citra wajah dalam database tests mana yang paling mirip dengan citra dalam *databas* trains.

$$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad \text{dan} \quad y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$$

x = vector eigen citra *trains*

y = vector eigen citra *tests*

maka jarak antara dua vector x dan y dinyatakan dengan :

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$$

3.4 Confusion Matrix

Untuk Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan :

Tabel 10: Tabel Confusion Matrix dengan HE

Classification	Class	Predicted Class	
		True	False
Actual	True	141	0
	False	9	0

$$\begin{aligned} Accuracy &= \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN} \\ &= \frac{141 + 0}{141 + 0 + 9 + 0} \\ &= 0,94 \times 100\% \\ &= 94\% \end{aligned}$$

Untuk Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 94 %.

Sedangkan untuk Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* tanpa peningkatan citra *Histogram equalization* menghasilkan :

Tabel 11: Tabel Confusion Matrix tanpa HE

Classification	Class	Predicted Class	
		True	False
Actual	True	122	0
	False	28	0

$$\begin{aligned} Accuracy &= \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN} \\ &= \frac{122 + 0}{122 + 0 + 28 + 0} \\ &= 0,813 \times 100\% \\ &= 81,3\% \end{aligned}$$

Sedangkan untuk Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* tanpa peningkatan citra *Histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 81,3 %.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi 94 %.
2. Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* tanpa peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi 81,3 %.
3. Sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print* menggunakan algoritma *principal component analysis* dengan peningkatan citra *histogram equalization* menghasilkan tingkat akurasi lebih besar yaitu 94 % dibandingkan dengan tanpa peningkatan citra *histogram equalization* yang hanya memiliki tingkat akurasi 81,3 %. Masing-masing di teliti dengan jumlah citra uji 150 (masing-masing orang 3 citra uji) dan citra latih 250 (masing-masing orang 5 citra latih). Ini membuktikan dengan peningkatan citra *histogram equalization* dapat memaksimalkan tingkat akurasi menggunakan algoritma *principal component analysis* dalam sistem identifikasi biometrik *finger knuckle print*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andriani, A. (2012). Penerapan Algoritma C4.5 pada Program Klasifikasi Mahasiswa Dropuot. *Seminar Nasional Matematika 2012* . Jakarta.
2. Ardiansyah, D., Edi Satriyanto, S. M., Eru Puspita, S. M., & Budi Nur Iman, S. M. (n.d.). Identifikasi Wajah pada Sistem Keamanan Brankas Menggunakan Principal Component Analysis. *Jurnal Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*.
3. Hegde, C., Shenoy, P. D., R, V. K., & Patnaik, L. M. (2011). FKP Biometrics for Human Authentication Using Gabor Wavelets. *IEEE*.
4. Hermawati, F. A. (2013). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
5. Kadir, A., & Susanto, A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
6. Lingyu, W., & Leedham, G. (January 2004). Near and far infrared imaging for vein pattern biometrics. *In IEEE Trans. on Circuits Sys.*, vol. 14, no.1, pp. 4-20.
7. Lismawati, P. (2006). *Penggunaan Vektor Eigen pada Metode Principal Component Analysis dalam Pengenalan Wajah Manusia*. Jakarta: Skripsi FMIPA Universitas Indonesia.
8. Meade, M., Sivakumar, S. C., & Phillips, W. J. (2005). Comparative performance of principal component analysis, Gabor wavelets and discrete wavelet transforms for face recognition. *can. J. Elect. Comput. Eng.*
9. Muntasa, A., Sirajudin, I. A., & Purnomo, M. H. (2011). Appearance Global and Local Structure Fusion for Face Image Recognition. *TELKOMNIKA, Vol.9, No.1*.
10. Patel, O., Maravi, Y. P., & Sharma, S. (2013). A Comparative Study Of Histogram Equalization Based Image Enhancement. *SIPIJ, Vol.4, No.5*.
11. Putra, D. (2009). *Sistem Biometrika*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
12. Putra, K. G. (2012). Sistem Verifikasi Biometrika Telapak Tangan Dengan Metode Fraktal Dan Lacunarity. *Universitas Udayana, Bali*.
13. Rahmah, D. A. (n.d.). Teknik Pengenalan Wajah Dengan Algoritma PCA Berbasis Seleksi Eigenvektor. *Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS*. Surabaya.
14. Rizky, D. Z., Isnanto, R. R., & Hidayatno, A. (2013). Klasifikasi Penyakit Melitus Berdasar Citra Retina Menggunakan Principal Component Analysis Dengan Jaringan Saraf Tiruan. *TRANSIENT, Vol.2, No. 3*.
15. Saigaa, M., Meraoumia, A., Chitroub, S., & Bouridane, A. (2012). Efficient Person Recognition by Finger-Knuckle-Print. *IEEE*.
16. Smith, L. I. (2002). A tutorial on Principal Components Analysis.
17. Song, F., Guo, Z., & Mei, D. (2010). Feature selection using principal component analysis . *IEEE*.
18. Sutojo, T. (2010). *Teori dan Aplikasi Aljabar Linier & Matrik*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
19. University, B. R. (n.d.). *The Hong Kong Polytechnic University (PolyU) Finger-Knuckle-Print Database*. Retrieved December 2, 2013, from <http://www4.comp.polyu.edu.hk/~biometrics/FKP.htm>
20. Yaniar, N. S. (n.d.). Perbandingan Ukuran Jarak pada Proses Pengenalan Wajah Berbasis Principal Component Analysis (PCA). *Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS*. Surabaya.
21. Zhang, L., Zhang, L., & Zhang, D. (2009). Finger-Knuckle-Print Verification Based on Band-Limited Phase-Only Correlation. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* .
22. Zhang, L., Zhang, L., & Zhang, D. (2009). FINGER-KNUCKLE-PRINT: A NEW BIOMETRIC IDENTIFIER. *In Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing*.
23. Zhang, L., Zhang, L., Zhang, D., & Guo, Z. (2012). Phase Congruency Induced Local Features For Finger-Knuckle-Print Recognition. *ELSEVIER*.
24. Zhang, L., Zhang, L., Zhang, D., & Zhu, H. (june 2010). Ensemble of local and global information for finger-knuckle-print recognition. *Pattern Recognition*.