

Sistem Pengenal Individu Berbasis Gabungan Palmprint dan Palm Geometry Menggunakan Pengukuran Geometris Palm dan Gabor Filter

Palmprint and Palm Geometry Fusion based Personal Identification System using Palm Geometrical Measurement and Gabor Filter

Muhammad Reza Rukmana¹

Fakultas Informatika Universitas Telkom, Jalan Telekomunikasi No 1, 40257, Bandung, Indonesia

¹rezaruk23@gmail.com

Abstrak- *Biometrics* adalah salah satu bidang dalam *computer science* yang berkembang pesat belakangan ini. Dalam salah satu penerapannya, *biometrics* digunakan untuk mengidentifikasi citra dalam proses otentikasi. Karena alasan keandalan, jenis *biometrics system* yang sekarang banyak digunakan adalah yang *multimodal*. Isu utama dalam penelitian-penelitian terhadap sistem biometrik *palm* adalah merancang sistem yang paling efisien dan menghasilkan akurasi yang tinggi pada dataset yang dinamis. Kombinasi *Palmprint* dan *palm geometry* adalah kombinasi fitur yang dipilih untuk digunakan dalam penelitian ini. Kedua fitur memiliki keunggulan yaitu dapat diekstrak dari satu citra, sehingga memudahkan proses *enrollment*. Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur geometris dan *Gabor Filter* pada *palmprint*. *Manhattan Distance* digunakan untuk proses *matching*. Penelusuran titik-titik penting dan *Region of Interest (ROI)* dilakukan dengan menggunakan algoritma *Competitive Hand Valley Detection*. Perhitungan akurasi akan dilakukan terhadap 600 citra *palm* dari dataset yang diambil dari *database Casia Multispectral Palmprint* yang berasal dari 100 user. Pada pengujian awal digunakan 4 citra sebagai citra *training* dan 2 citra sebagai citra *testing*. Pada pengujian selanjutnya digunakan juga perbandingan data *training* dan *testing* 3:3 dan 2:4. Sistem ini menghasilkan *FRR* sebesar 1.76%, *FAR* sebesar 1.51%, dan *error rate* sebesar 3.27% pada perbandingan data *training* dan *testing* 4:2.

Kata Kunci : *Multimodal Biometrics, Palmprint, Palm Geometry, Gabor Filter, Competitive Hand Valley Detection*

1. Pendahuluan

Sistem otentikasi biometrik memiliki keunggulan dibandingkan sistem otentikasi konvensional seperti *password*. Hal itu disebabkan karena fitur yang digunakan dalam proses otentikasi sulit untuk ditiru atau dipalsukan. Fitur-fitur tersebut contohnya seperti iris, sidik jari (*fingerprint*), sidik telapak tangan (*palmprint*), vena telapak tangan (*palm-vein*), *palm geometry*, DNA, dan lain-lain, yang telah terbukti kuat untuk digunakan dalam proses otentikasi^[5].

Meskipun telah memberikan hasil yang baik, sistem yang menggunakan satu fitur (*unimodal*) yang disebutkan di atas masih memiliki kekurangan dari segi akurasi. Oleh karena itu, peneliti mulai banyak menggunakan sistem biometrik *multimodal*, yaitu menggunakan lebih dari satu fitur dalam melakukan identifikasi.

Isu utama dalam penelitian-penelitian terhadap sistem biometrik *multimodal* adalah mencari algoritma yang paling efisien dan menghasilkan akurasi yang tinggi pada dataset yang memiliki *noise*. Selain itu, metode yang digunakan juga harus *user-friendly*, dalam artian *user* tidak harus menjalani proses pengambilan data (*enrollment*) yang menyulitkan, apalagi jika *user* tersebut memiliki gangguan fisik.

Pada penelitian ini digunakan *palmprint* dan *palm geometry* untuk mengidentifikasi identitas seseorang. *Palmprint* dan *palm geometry* digunakan karena memiliki keunggulan, yaitu hanya membutuhkan satu entitas yaitu telapak tangan (*palm*) yang dapat dianalisis dengan metode yang berbeda untuk mendapatkan kedua fitur tersebut, sehingga tidak menyulitkan dalam proses pengumpulan dataset karena *user* tidak harus menjalani *enrollment* dengan menggunakan banyak sensor. Sistem identifikasi berbasis gabungan dari kedua modal tersebut sudah banyak diteliti^[2,8,11].

Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur geometris dan *Gabor Filter* pada *palmprint*. *Manhattan Distance* digunakan untuk proses *matching*. Penelusuran titik-titik acuan dilakukan dengan menggunakan algoritma *Competitive Hand Valley Detection*.

2. Sistem Biometrik

2.1. Dataset

Dataset yang digunakan diambil dari CASIA-MS-PalmprintV1 (<http://biometrics.idealtest.org/>) yang dikumpulkan oleh Chinese Academy of Sciences' Institute of Automation (CASIA). Dataset yang digunakan berisi 600 citra dari 100 individu dengan pencahayaan *white light*. Selama proses pengambilan gambar, tidak terdapat pasak untuk membatasi postur dan posisi tangan.

2.2. Preprocessing

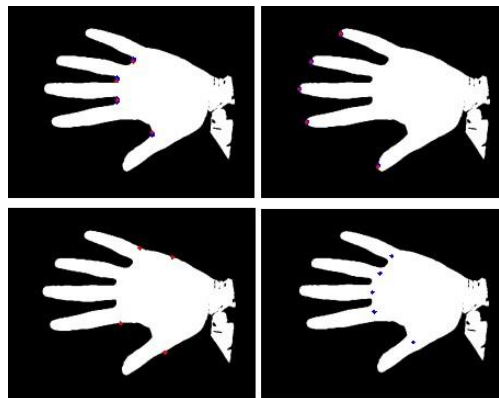
Citra yang menjadi inputan berupa grayscale. *Gaussian filter* kemudian diaplikasikan untuk mengurangi *noise*. Citra kemudian diubah ke dalam bentuk biner dengan menggunakan metode yang diajukan oleh El-Zaar^[12]. Proses *labelling* lalu diaplikasikan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak termasuk dalam objek palm. Nilai-nilai *boundary pixel* dimasukkan ke dalam sebuah *array*.



Gambar 1 Hasil preprocessing

2.3. Penelusuran Titik Acuan

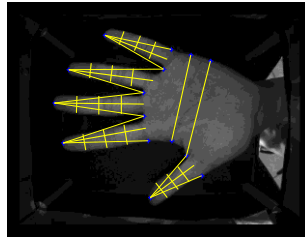
Dari *boundary pixel* yang didapatkan, dicari titik-titik *valley* dan *finger tip* dengan menggunakan algoritma *Competitive Hand Valley Detection (CHVD)*. Selain itu dicari juga titik-titik bantuan yang disebut dengan titik *landmark* dengan cara menelusuri *boundary pixel* dengan jarak yang sudah ditentukan untuk setiap titiknya. Titik-titik pangkal jari ditentukan dengan mengambil titik tengah di antara dua titik *valley* atau titik *landmark* yang berada di sekitar masing-masing jari.



Gambar 2 (a) Valley points (b) Finger tips (c) Landmark points (d) Titik-titik pangkal jari

2.4. Ekstraksi Ciri *Palm Geometry*

Ekstraksi ciri *palm geometry* dilakukan dengan menghitung ukuran fitur-fitur geometris dari sebuah telapak tangan dengan bantuan titik-titik acuan yang sudah ditemukan. Fitur-fitur geometris tersebut adalah 3*5 lebar jari, 1*5 panjang jari, 2*5 tiang jari, dan 2 lebar telapak.



Gambar 3 Fitur palm geometry

Pengukuran geometris yang digunakan adalah pengukuran menggunakan rasio. Pengukuran tersebut dilakukan dengan membagi nilai sebuah fitur dengan fitur pembaginya. Hasil pembagian tersebutlah yang digunakan sebagai fitur pembanding. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengatasi perbedaan rotasi dari setiap citra *palm*. Fitur geometris dengan fitur pembaginya dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1 Fitur geometris dan fitur pembaginya

Fitur	Fitur Pembagi
Lebar jari	Lebar kedua jari masing-masing
Panjang jari	Panjang jari tengah
Tiang jari	Panjang jari masing-masing
Lebar telapak tangan 2	Lebar telapak tangan 1

2.5. Ekstraksi Ciri *Palmprint*

Sebelum melakukan ekstraksi ciri, ditentukan terlebih dahulu *Region of Interest (ROI)* dengan cara membuat persegi dari panjang antara dua titik *valley* yang berada di sebelah jari telunjuk dan jari manis.

ROI tersebut diproses terlebih dahulu dengan ekualisasi histogram untuk mengatasi perbedaan intensitas cahaya. *ROI* kemudian dibagi menjadi *subimage* sebanyak 9 yang sama besar, kemudian dikonvolusikan dengan *Gabor Filter Bank* yang sudah ditentukan. *Filter* yang digunakan menggunakan parameter orientasi [0,30,60,90,120,150], *wavelength* [5,9,13,17], *phase offset* 0, dan *spatial aspect ratio* 0.5. Terdapat dua *filter* yaitu *filter riil* dan *filter imajiner*.

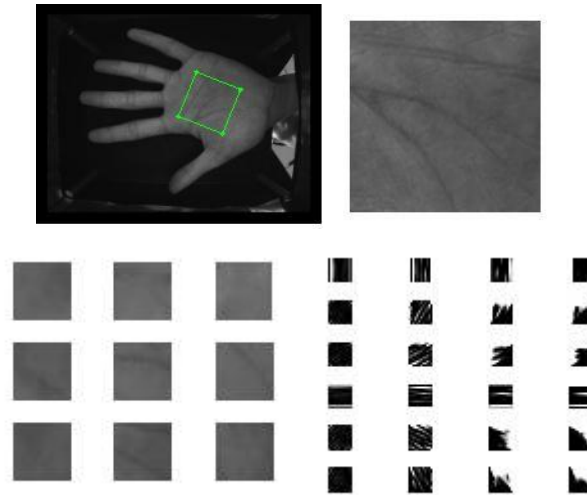
$$\begin{pmatrix} \lambda & \theta & \psi & \sigma & \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \gamma \\ \sigma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda & \psi \end{pmatrix} \tag{1}$$

$$\begin{pmatrix} \lambda & \theta & \psi & \sigma & \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \gamma \\ \sigma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda & \psi \end{pmatrix} \tag{2}$$

Aspek yang dijadikan ciri dari hasil konvolusi adalah *magnitude* yang didapatkan dengan rumus :

$$\sqrt{\quad} \tag{3}$$

Nilai standar deviasi dari *magnitude* tersebutlah yang kemudian disimpan ke dalam vektor fitur.



Gambar 4 (a) Posisi ROI (b) Citra ROI (c) Subimage ROI (d) Contoh hasil konvolusi

2.6. Matching

Pengukuran kecocokan suatu citra *palm* terhadap suatu individu dilakukan dengan menjumlahkan *distance* seluruh vektor fiturnya. Penghitungan *distance* dilakukan dengan menggunakan *Manhattan Distance*. Skor suatu citra terhadap setiap individu kemudian dinormalisasi menggunakan *min-max normalization*.

$$\frac{\sum |x_i - y_i|}{\max(x_i - y_i) - \min(x_i - y_i)} \tag{4}$$

$$\tag{5}$$

Untuk sistem gabungan, skor untuk setiap modal dikalikan dengan bobot sebelum dijumlahkan. Berdasarkan percobaan, bobot terbaik yang didapatkan adalah 0.6 untuk *palm geometry* dan 0.4 untuk *palmprint*.

$$\tag{6}$$

2.7. Pengukuran Performa Sistem

Pengukuran performa sistem dilakukan dengan menghitung nilai *False Rejection Rate (FRR)* dan *False Acceptance Rate (FAR)*. Nilai *error rate* didapatkan dengan menjumlahkan kedua nilai tersebut. Penghitungan nilai *FRR* dan *FAR* dilakukan dengan memasang sebuah nilai *threshold* untuk menentukan apakah sebuah citra dianggap berasal dari suatu individu yang dibandingkan atau tidak.

$$\tag{7}$$

$$\tag{8}$$

$$\tag{9}$$

3. Overview Sistem

Pada pengujian awal sistem diujicobakan terhadap 6 citra dari 80 individu sehingga jumlah total citra yang digunakan adalah 480 citra. Perbandingan data *training* dengan data *testing* awal yang digunakan adalah 4:2. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan mengubah perbandingan data dan menambahkan jumlah individu yang digunakan.

Pengujian *FAR* dilakukan dengan membandingkan sebuah citra *testing* dengan individu yang bukan asalnya, sebaliknya untuk pengujian *FRR* yang dilakukan dengan membandingkan sebuah citra *testing* dengan individu yang merupakan asalnya. Data individu yang dijadikan sebagai pembanding

didapatkan dengan merata-ratakan nilai vektor fitur dari setiap citra *training* dari individu tersebut. Nilai *threshold* didapatkan dengan cara *brute force*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem yang sudah di-*fine-tuning*.

4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian dari skenario yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian sistem unimodal dan gabungan

Modal	Threshold terbaik	FRR (%)	FAR (%)	GAR (%)	Error Rate (%)
<i>Palm Geometry</i>	0.151	3.20	3.34	96.80	6.55
<i>Palmprint</i>	0.188	4.12	2.44	95.88	6.56
Gabungan	0.200	1.83	1.22	98.17	3.05

Dapat dilihat performa yang ditunjukkan pada sistem gabungan sudah cukup baik dengan *error rate* sebesar 3.05%. Performa sistem gabungan juga lebih baik dibandingkan kedua sistem *unimodal*.

Hasil pengujian perubahan rasio data *training* dengan data *testing* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian perubahan rasio data *training* dengan *testing*

Data Training : Data Testing	Threshold terbaik	FRR (%)	FAR (%)	GAR (%)	Error Rate (%)
2:4	0.195	4.87	1.98	95.13	6.85
2:3	0.195	4.47	1.88	95.53	6.36
2:2	0.198	3.66	1.82	96.34	5.49
3:3	0.204	2.41	1.65	97.59	4.07
3:2	0.198	2.09	1.32	97.91	3.42
4:2	0.200	1.83	1.22	98.17	3.05

Hasil pengujian penambahan jumlah individu dapat dilihat pada tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4 Hasil pengujian penambahan jumlah individu untuk rasio data 4:2

Penambahan Individu	Threshold	FRR (%)	FAR (%)	GAR (%)	Error Rate (%)
---------------------	-----------	---------	---------	---------	----------------

0	0.200	1.83	1.22	98.17	3.05
10	0.204	2.07	1.37	97.03	3.44
20	0.211	1.80	1.47	98.20	3.27

Tabel 5 Hasil pengujian penambahan jumlah individu untuk rasio data 3:3

Penambahan Individu	Threshold	FRR (%)	FAR (%)	GAR (%)	Error Rate (%)
0	0.204	2.41	1.65	97.59	4.07
10	0.204	2.89	1.70	97.12	4.59
20	0.204	2.75	1.61	97.64	4.36

Tabel 6 Hasil pengujian penambahan jumlah individu untuk rasio data 2:4

Penambahan Individu	Threshold	FRR (%)	FAR (%)	GAR (%)	Error Rate (%)
0	0.195	4.87	1.98	95.13	6.85
10	0.197	5.42	2.11	94.58	7.54
20	0.197	5.13	2.01	94.87	7.15

5. Kesimpulan

Sistem yang dibuat menghasilkan akurasi dan *error rate* yang baik. Sistem gabungan juga menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan masing-masing sistem *unimodal*. Penambahan jumlah individu tidak begitu memengaruhi performa sistem.

Performa sistem masih dapat ditingkatkan dengan menambahkan preprocessing yang dapat menangani perbedaan rotasi palm pada citra dalam proses pengambilan *ROI*. Sistem juga masih dapat dikembangkan dengan menambahkan proses pendeteksian kecacatan pada kondisi tangan (misalnya jumlah jari yang tidak normal).

Referensi

- [1] A. El-Zaart., 2010, *Images thresholding using Isodata technique with gamma distribution,*” Pattern Recognition and Image Analysis, vol. 20, no. 1, pp. 29-41.
- [2] Adhinagara, Yanuar., Agung, Tjokorda., Dayawati, Retno. Implementation of Multimodal Biometrics Recognition System Combined Palm Print And Palm Geometry Features. Institut Teknologi Telkom, Indonesia.

- [3] Chate, Suhas., Ubale, Pratik., Joshi, M. A., 2013, *Person Verification using Fusion of Palm Geometry and Palm Print*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 73– No.17, July 2013.
- [4] Chu, Rufeng., Lei, Zhen., Han, Yufei., Ran, He., Li, Stan. *Learning Gabor Magnitude Features for Palmprint Recognition*. Center for Biometrics and Security Research & National Laboratory of Pattern Recognition, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences
- [5] Kumar, Ajay., Wong, D. C. M., Shen, H. C., Jain, A. K., 2006, *Personal Verification using Palmprint and Hand Geometry Biometric*, Department of Computer Science, Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong.
- [6] Kumar, V.K.N., Srivivasan, B., 2013, *Performance of Biometric Palm Print Personal Identification Security System Using Ordinal Measures*.
- [7] Liliana, Dewi., Utaminingsih, Eries, 2013, *The combination of palm print and hand geometry for biometrics palm recognition*. International Journal of Video & Image Processing and Network Security IJVIPNS-IJENS Vol: 12 No: 01.
- [8] Makinde, Ayodeji, Nkansah-Gyekye, Yaw, Laizer, Loserian, 2014, *Enhancing the Accuracy of Biometric Feature Extraction Fusion Using Gabor Filter and Mahalanobis Distance Algorithm*. School of Computational and Communication Science and Engineering, NM-AIST, Tanzania.
- [9] Movellan, Javier. *Tutorial on Gabor Filters*.
- [10] Ong, Michael. Tee, Connie., Jin, Andrew., *Touch-less Palm Print Biometric System*. Multimedia University, Malaysia.
- [11] Sumathi, S., Malini, R. R. H., 2013, *Multimodal Biometrics for Person Authentication using Hand Image*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 70– No.24, May 2013.
- [12] Zhang, David., Kong, Wai-Kin., You, Jane., Wong, Michael., 2003, *Online Palm print Identification*, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 25, No. 9, September 2003.