

SISTEM VERIFIKASI MENGGUNAKAN GARIS-GARIS TELAPAK TANGAN

I Ketut Gede Darma Putra
Staf Pengajar Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Email : duglaire@yahoo.com
Kampus Bukit Jimbaran Bali, 80361

Intisari

Telapak tangan merupakan biometrika yang masih relatif baru, yang memiliki karakteristik unik berupa garis-garis (rajah) telapak tangan dan bersifat stabil. Keunikan dan kestabilan rajah tersebut merupakan ciri handal setiap telapak tangan.

Sistem verifikasi telapak tangan merupakan proses pencocokan telapak tangan yang diuji dengan suatu telapak tangan yang diklaim. Hasilnya adalah suatu keputusan apakah telapak tangan yang diuji milik pengguna sah (*genuine user*) atau tidak sah (*imposter user*). Proses perolehan ciri rajah telapak tangan memegang peranan penting terhadap keberhasilan verifikasi. Pada tulisan ini, ciri-ciri rajah telapak tangan diperoleh dengan menggunakan metode deteksi garis dan operasi blok. Sedangkan proses pencocokan menggunakan metrika korelasi.

Sistem yang dibuat diuji menggunakan sekitar 1000 citra telapak tangan milik 200 orang, setiap orang diwakili 5 sampel telapak tangan. Dua dari 5 citra sampel tersebut digunakan sebagai citra uji, sedangkan sisanya (3) untuk citra acuan. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini mampu memberikan unjukkerja tinggi yaitu sekitar 97% tepat, atau memiliki EER sekitar 1.42%.

Kata kunci : *Verification, Biometrics, palmprint, line detection, overlapping block*

1. PENDAHULUAN

Pada era informasi ini, sistem pengenalan seseorang (*personal recognition*) secara otomatis menjadi sesuatu yang sangat penting. Sistem pengenalan merupakan permasalahan untuk memecahkan identitas seseorang. Terdapat 2 tipe sistem pengenalan, yaitu verifikasi dan identifikasi. Sistem verifikasi bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang (Apakah identitas saya sama dengan identitas yang saya sebutkan?), sedangkan sistem identifikasi adalah permasalahan memecahkan identitas seseorang (Siapakah yang memiliki identitas ini?).

Pada dasarnya, metode-metode untuk sistem pengenalan dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu: pertama, berdasarkan pada sesuatu yang dimiliki (*possessions based*), seperti kunci dan kartu. Kedua, berdasarkan pada sesuatu yang diketahui (*knowledge based*), seperti identitas pengguna (*userid*), PIN, dan *password*, dan ketiga, berdasarkan biometrika (*biometrics based*). Penggunaan kunci atau kartu memiliki beberapa kelemahan, seperti: dapat hilang atau dicuri, dapat digunakan secara bersama-sama, dan mudah diduplikasi. Demikian juga halnya dengan penggunaan *userid*, PIN, dan *password* menimbulkan beberapa permasalahan, seperti: tidak diingat (dilupakan), dapat digunakan secara bersama-sama, dan beberapa *password* mudah diperkirakan. Biometrika menggunakan karakteristik unik dari fisiologis atau tingkah laku manusia. Biometrika menawarkan sistem pengenalan yang lebih dapat dipercaya atau lebih handal. Biometrika tidak

mungkin dilupakan, tidak mudah hilang, tidak dapat digunakan secara bersama-sama, dan sulit untuk diduplikasi. Kelebihan-kelebihan inilah yang menyebabkan biometrika banyak digunakan untuk sistem pengenalan seseorang secara otomatis baik untuk sistem identifikasi maupun verifikasi. Terdapat 6 biometrika yang umum dipakai untuk sistem biometrika, antara lain: sidik jari, selaput pelangi, wajah, suara, geometri tangan, dan tanda tangan [13].

Telapak tangan (*palmprint*) merupakan biometrika yang relatif baru [12], dan penelitian-penelitian terpublikasi tentang penggunaan telapak tangan untuk sistem pengenalan secara otomatis sangat terbatas [14]. Telapak tangan memiliki beberapa karakteristik unik, diantaranya: ciri-ciri geometri seperti: panjang, lebar, dan area telapak tangan, garis-garis prinsip seperti: garis hati, garis kepala, dan garis kehidupan, garis-garis kusut/lemah, dan ciri-ciri minusi. Ciri geometri mudah dipalsu, ciri minusi hanya dapat dihasilkan dari citra resolusi tinggi [12]. Garis-garis prinsip dan kusut, yang sering disebut dengan ciri-ciri garis (rajah) saja, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan ciri-ciri yang dihasilkan biometrika lainnya, antara lain: dapat diperoleh dari citra resolusi rendah, alat yang digunakan untuk proses akuisisi cukup murah, sulit dipalsu, dan ciri-ciri garis telapak tangan bersifat stabil karena sedikit mengalami perubahan dalam kurun waktu lama [12].

Beberapa penelitian yang telah menggunakan biometrika telapak tangan untuk sistem pengenalan, antara lain: menggunakan alihragam Fourier [8]. Ciri citra telapak tangan dalam ranah (*domain*) frekuensi

yang merupakan hasil alihragam Fourier dihitung dengan menggunakan energi cincin (*ring energy*) dan energi sektor (*sector energy*). [14] menggunakan alihragam Gabor untuk memperoleh ciri citra. [2] menggabungkan PCA dan ICA untuk memperoleh ciri telapak tangan, [12] menggunakan *block edge energy feature* (BEEF), dan [5] menggunakan metode *wavelet* Haar. Pada penelitian ini, ciri telapak tangan diperoleh dengan menggunakan metode deteksi garis dan operasi blok.

Rincian proses menyeluruh mencakup pengumpulan data, persiapan pengolahan, proses ekstraksi ciri rajah telapak tangan dengan metode deteksi garis dan operasi blok, hingga proses pencocokan melalui uji kemiripan dengan citra acuan. Hasil-hasil uji coba diberikan secara kuantitatif dan kualitatif, dan diakhiri dengan simpulan dan saran pengembangannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

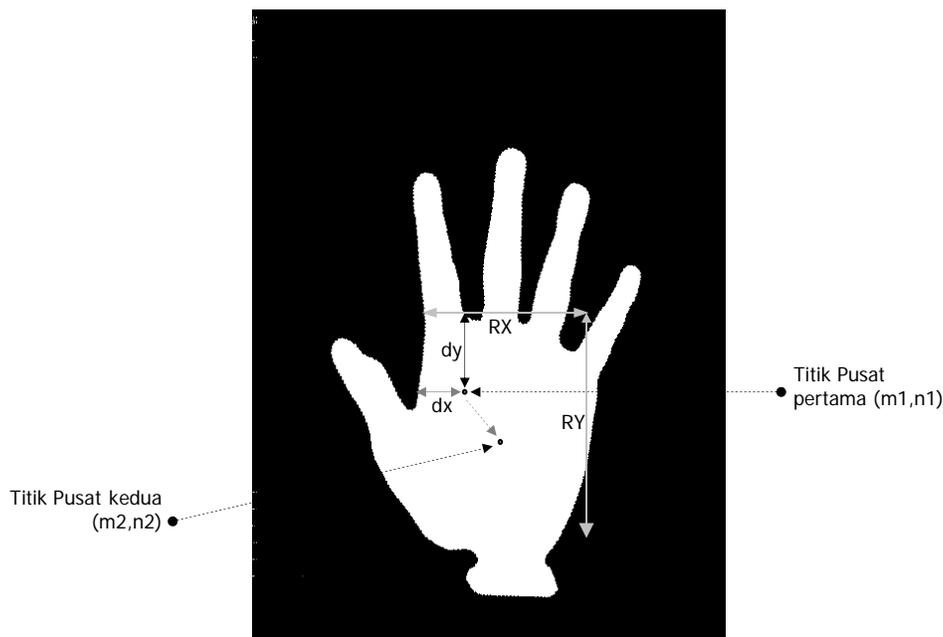
2.1 Pengumpulan Data (Citra) Tangan

Citra tangan diperoleh melalui pengambilan photo tangan kiri dengan menggunakan kamera digital *Sony DSC-P72*, dengan resolusi 640x480 titik

(piksel). Pengguna meletakkan tangan kiri pada suatu alas yang telah disediakan. Alas ini berisi pasak-pasak (*pegs*) pada posisi tertentu. Tujuan pemasangan pasak-pasak ini adalah untuk membatasi gerakan tangan sehingga tidak mengalami pergeseran atau perputaran yang signifikan, serta untuk memastikan agar jari-jari tangan tidak saling menyentuh. Warna latar belakang alas tangan adalah hitam. Warna ini dipilih agar terjadi perbedaan yang mencolok dengan warna tangan, sehingga lebih memudahkan saat segmentasi citra telapak tangan [5].

2.2 Pemisahan Telapak Tangan

Penelitian ini memperkenalkan suatu metode baru untuk memisahkan telapak tangan secara otomatis dari citra tangan. Metode ini diberi nama **titik pusat momen 2 tahap**. Prinsip utama metode ini adalah memperbaiki lokasi titik pusat momen sehingga menuju titik pusat telapak tangan (lihat gambar 1). Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan titik pusat momen (m_1, n_1) pada citra tangan biner, dengan menggunakan persamaan (1). Proses binerisasi citra tangan menggunakan metode otsu [4].



Gambar 1. Pemisahan telapak tangan dengan metode titik pusat momen 2 tahap

$$\bar{m} = \frac{1}{N} \sum_m \sum_n m, \quad \bar{n} = \frac{1}{N} \sum_m \sum_n n \tag{1}$$

Berdasarkan titik momen (m_1, n_1) , tentukan nilai dx , dy , RX , dan RY . Dalam praktek, hanya nilai dx yang dicari, sedangkan nilai lainnya ditetapkan, yaitu $dy=50$, $RX=200$, dan $RY=200$. Pisahkan daerah/area citra biner dan citra hitam putih dengan ukuran $RX \times RY$, dengan koordinat kanan atas adalah (m_1-dx, n_1-dy) . Citra ini diberikan nama ROI-B untuk citra biner, dan ROI-G untuk citra hitam putih. Tentukan titik pusat momen citra ROI-B dengan persamaan (1), maka titik pusat telapak tangan (m_2, n_2) diperoleh. Berdasarkan titik pusat (m_2, n_2) , maka citra telapak tangan dapat dipisahkan dari citra ROI-G dengan ukuran citra telapak tangan 128x128 piksel.

2.3 Pemisahan Ciri Telapak Tangan

Terdapat 3 tahapan utama untuk memperoleh ciri rajah telapak tangan, yaitu: normalisasi intensitas, deteksi rajah telapak tangan, dan segmentasi citra dengan menggunakan operasi blok. Ketiga tahapan utama tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Normalisasi Intensitas

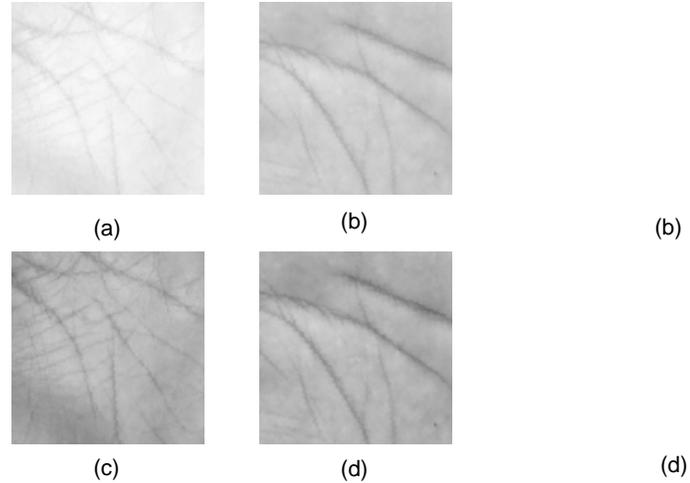
Normalisasi intensitas dilakukan pada citra telapak tangan bertujuan untuk mengurangi pengaruh perbedaan kekuatan pencahayaan dan derau saat akuisisi data. Metode normalisasi intensitas yang digunakan, sama dengan metode yang digunakan pada[1], seperti ditunjukkan pada persamaan (2). I dan I' berturut-turut menyatakan citra asal dan citra hasil, ϕ dan ρ berturut-turut menyatakan rata-rata dan varian citra asal, dan ϕ_d dan ρ_d berturut-turut menyatakan rata-rata dan varian yang diharapkan dari citra hasil. Pada percobaan, digunakan nilai $\phi_d = 175$ dan $\rho_d = 175$.

$$I'(x, y) = \begin{cases} \phi_d + \lambda & \text{if } I(x, y) > \phi \\ \phi_d - \lambda & \text{sebaliknya} \end{cases} \tag{2}$$

dengan

$$\lambda = \sqrt{\frac{\rho_d \{I(x, y) - \phi\}^2}{\rho}} \tag{3}$$

Hasil proses normalisasi intensitas ditunjukkan pada gambar 2.

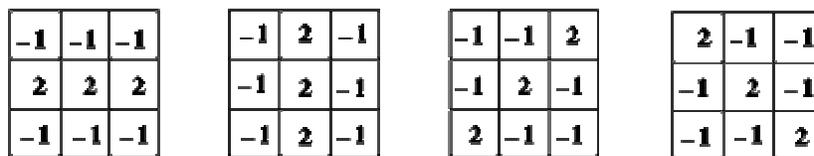


Gambar 2. (a),(b), Berturut-turut dua citra asli dengan kecerahan berbeda
(c), (d), Berturut turut citra hasil normalisasi intensitas

Pada gambar 2 terlihat meskipun citra asli mengalami perbedaan pencahayaan yang mencolok, namun proses normalisasi intensitas mampu menyeragamkannya.

Deteksi Garis-garis (Rajah) Telapak Tangan

Untuk mendeteksi rajah telapak tangan, digunakan 4 mask pendeteksi garis pada arah 0°, 45°, 90° dan 135°.

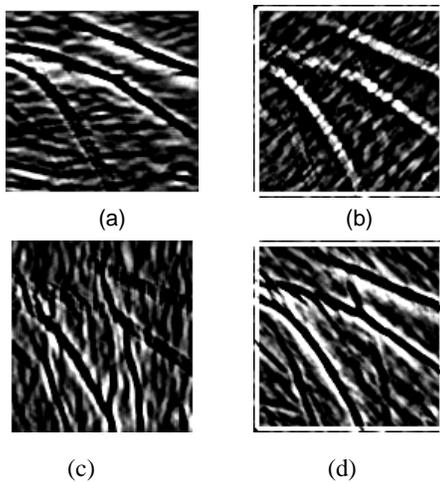


Gambar 3. Mask pendeteksi garis berturut-turut untuk arah 0°, 45°, 90° dan 135° [7]

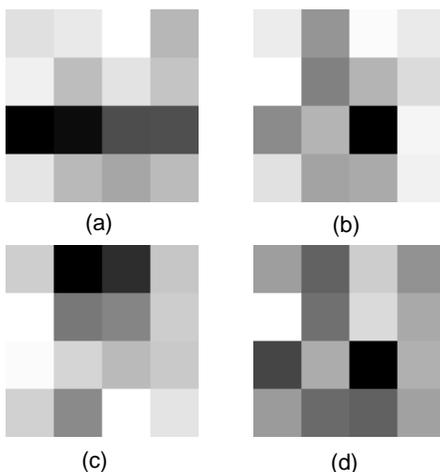
Untuk menghasilkan rajah yang lebih jelas, maka *mask* tersebut diperluas menjadi 9×9 [1]. Proses deteksi rajah ini akan menghasilkan 4 citra rajah telapak tangan masing-masing dalam arah 0° , 45° , 90° dan 135° . Gambar 4 menunjukkan contoh deteksi rajah telapak tangan dari gambar 2(d).

Pemisahan Ciri dengan Operasi Blok

Ciri telapak tangan diperoleh dengan cara membagi setiap citra rajah menjadi 4×4 blok, kemudian pada setiap blok dihitung nilai simpangan standar (*standard deviation*), sehingga setiap citra rajah menghasilkan vektor ciri berukuran 16. Karena suatu telapak tangan diwakili atas 4 citra rajah yaitu dalam arah 0° , 45° , 90° dan 135° , maka satu telapak tangan akan diwakili oleh vektor ciri berukuran 64, seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. (a),(b),(c), dan (d) berturut-turut citra rajah gambar 2(d) pada arah 0° , 45° , 90° , dan 135°



Gambar 5. (a),(b),(c), dan (d) berturut-turut ciri Blok dari gambar 4(a),(b), (c) dan, (d)

4. PENCOCOKAN

Pencocokan antara citra uji dengan citra acuan menggunakan metrika korelasi ternormalisasi, yaitu:

$$d_{rs} = 1 - \frac{(x_r - \bar{x}_r)(x_s - \bar{x}_s)^T}{\sqrt{[(x_r - \bar{x}_r)(x_r - \bar{x}_r)^T][(x_s - \bar{x}_s)(x_s - \bar{x}_s)^T]}} \quad (4)$$

dengan

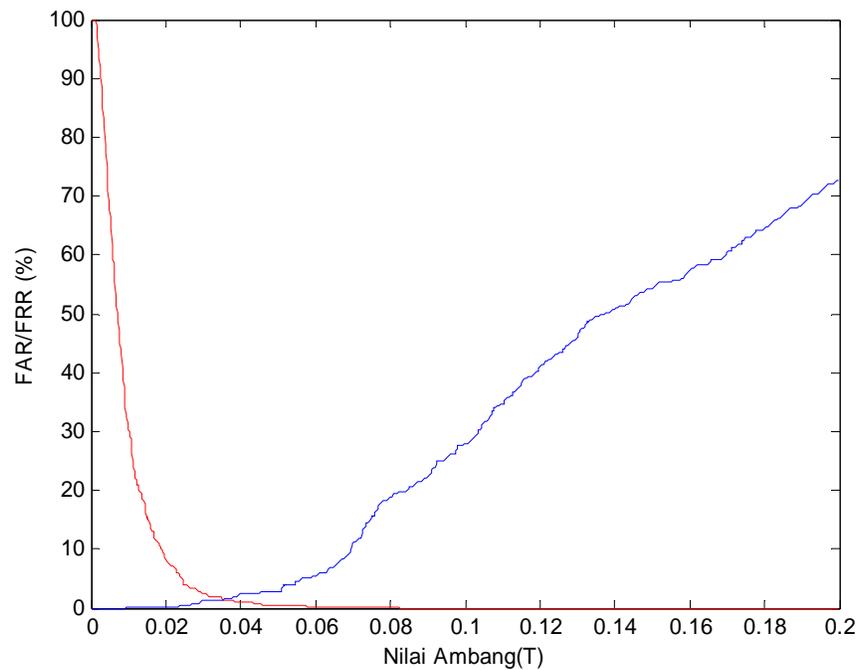
$$\bar{x}_r = \frac{1}{n} \sum_j x_{rj}, \text{ dan } \bar{x}_s = \frac{1}{n} \sum_j x_{sj} \quad (5)$$

dengan x_r dan x_s merupakan vektor ciri citra uji dan citra acuan. Jarak korelasi di atas memiliki jangkauan nilai antara 0 sampai dengan 1. Semakin mirip citra uji dengan citra acuan, maka nilai jarak korelasinya semakin mendekati 0, dan bila semakin tidak mirip maka nilainya mendekati 1. Untuk menentukan apakah citra uji adalah sah (*genuine*) atau tidak sah (*impostor*) digunakan suatu **nilai ambang** (*threshold value*). Bila jarak (*score*) lebih kecil dari nilai ambang maka pengguna dikatakan sah, bila lebih besar maka pengguna dikatakan tidak sah.

5. PERCOBAAN DAN HASIL

Sistem verifikasi yang dibuat diuji menggunakan sekitar 1000 citra telapak tangan milik 200 orang, setiap orang diwakili 5 sampel telapak tangan. Dua dari 5 citra sampel tersebut digunakan sebagai citra uji, sedangkan sisanya (3) untuk citra acuan. Pengujian terhadap unjuk kerja sistem dilakukan dengan menghitung nilai FAR, FRR, dan EER. FAR (*false acceptance rate*) menyatakan tingkat kesalahan penerimaan yang muncul akibat dari sistem menganggap sah pengguna yang tidak sah, FRR (*false rejection rate*) menyatakan tingkat kesalahan penolakan yang muncul akibat dari sistem menganggap tidak sah pengguna yang sah, sedangkan EER (*equal error rate*) menyatakan tingkat kesalahan ketika FAR = FRR. Nilai FAR dan FRR sangat tergantung pada nilai ambang T yang digunakan. Nilai T yang berbeda akan menghasilkan FAR dan FRR yang berbeda. Sistem yang handal adalah sistem yang menghasilkan FAR, FRR, dan EER sangat kecil pada suatu nilai ambang tertentu.

Score pengguna sah (*genuine scores*) diperoleh dengan mencocokkan telapak tangan uji dengan telapak tangan acuan milik orang yang sama, sedangkan *score* pengguna tidak sah (*impostor scores*) diperoleh dengan mencocokkan telapak tangan uji dengan telapak tangan acuan milik orang yang tidak sama. Gambar 6 menunjukkan hasil percobaan yang menggambarkan besarnya FAR/FRR menggunakan berbagai nilai T.



Gambar 6. Grafik FAR/FRR dengan berbagai nilai T

Berdasarkan hasil percobaan di atas diperoleh FAR = FRR = EER = 1.42% dengan $T = 0.037$ (lihat tabel 1), artinya sistem verifikasi ini memiliki tingkat kesalahan penerimaan dan penolakan 1.42% atau tingkat kesuksesan penerimaan dan penolakannya sekitar 98.58%.

Tabel 1. Nilai FAR/FRR untuk berbagai nilai ambang

Nilai Ambang	FAR (%)	FRR (%)	Akurasi (%)
0.025	4.07	0.48	95.45
0.028	3.35	0.72	95,93
0.031	2.15	1.20	96,65
0.037	1.42	1.42	97,16
0.040	0.96	2.39	96,65
0.045	0.72	2.63	96,65
0.048	0.48	2.87	96,65

Tabel 1 menunjukkan penggunaan beberapa nilai ambang menghasilkan nilai FAR/FRR yang beragam. Tampak pada tabel tersebut bahwa sistem mampu memberikan FAR sangat kecil yaitu 0.48% dan FRR 2.87%, ini berarti sistem memiliki tingkat kesuksesan penerimaan sekitar 99.52% dan tingkat akurasi penolakan sekitar 97.23%.

6. SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, sistem verifikasi biometrika telapak tangan ini memiliki unjuk kerja

yang tinggi, terbukti dari nilai FAR, FRR, dan EER sistem ini kecil atau memiliki tingkat akurasi tinggi. Kehandalan lain dari sistem ini adalah setiap telapak tangan cukup diwakili atas sejumlah kecil vektor ciri yaitu 64, ini berarti sangat menghemat ruang penyimpanan. Unjuk kerja tinggi yang diperoleh pada penelitian ini juga disebabkan adanya proses persiapan pengolahan yaitu pemisahan telapak tangan dengan metode titik pusat momen 2 tahap dan normalisasi intensitas citra telapak tangan.

Sistem verifikasi ini sangat layak untuk dikembangkan ke arah sistem online dan diterapkan untuk bidang aplikasi tertentu, seperti aplikasi sistem absensi, aplikasi rekam medis, aplikasi sistem keamanan, aplikasi forensik, dan aplikasi lainnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajay, Kumar, David C.M.Wong, Helen C.Shen, Anil K.Jain, *Personal Verification using Palmprint and Hand Geometry Biometric*, <http://www.cs.ust.hk/>
- [2] Connie T., Andrew Teoh, Michael Goh, David Ngo, 2003, *Palmprint Recognition with PCA and ICA*, Image and Vision Computing NZ.
- [3] Darma Putra, I Ketut Gede, 2000, *Sistem Pencarian Citra pada basisdata citra berskala besar dengan metode dekomposisi wavelet multiresolusi*, Tesis, UGM.

-
- [4] Darma Putra, I Ketut Gede, 2004, *Binerisasi Citra Tangan dengan Metode Otsu*, Teknologi Elektro, Vol.3, No.2, Unud.
- [5] Darma Putra, Adhi Susanto, Agus Harjoko, Thomas Sri Widodo, 2004, *Identifikasi Telapak Tangan dengan Memanfaatkan Alihragam Gelombang Singkat*, PAKAR, Vol.5, No.3, UTY, Jogjakarta.
- [6] Ioannis Pitas, 1993, *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall International(UK) Ltd.
- [7] Jain, A.K., 1995, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Second Printing, Prentice-Hall, Inc.
- [8] LI Wen-xin, David Z., Shuo-qun XU., 2002, *Palmprint Recognition Based on Fourier Transform*, Journal of Software, Vol.13, No.5
- [9] Pratt, William K., 1991, *Digital Image Processing, Second Edition*, John Wiley & Sons Inc.
- [10] Stollnitz, E.J., T.D. DeRose, D.H. Salesin, 1996, *Wavelet for Computer Graphics: Theory and Applications*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, California.
- [11] Wei, Shu, David Zhang, 1998, Automated personal identification by palmprint, *Optical Engineering*, Vol.37 No.8.
- [12] WU, Xiang-Qian, Wang Kuan-Quan, David Zhang, 2004, *An Approach to Line Feature Representation and Matching for Palmprint Recognition*, <http://www.jos.org.cn/10010-9828/15/869.htm>.
- [13] Riha, Z., Vaclav Matyas, 2000, *Biometric Authentication Systems*, FI MU Report Series
- [14] Zhang D., Wai-Kin Kong, Jane You, Michael Wong, 2003, *Online Palmprint Identification*, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.25, No.9