

**Verifikasi Telapak Tangan dengan Multimodal Biometrik *Fermat's Spiral***Agus Anwar Eka Wahyudi¹, I Made Oka Widyantara², Komang Oka Saputra³^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana¹agus.anwar1989@gmail.com, ²oka.widyantara@unud.ac.id, ³okasaputra@unud.ac.id**Abstract**

The use of biometrics in various issues of data security, transactions, privacy has been widely used. Regarding security, surely the level of accuracy in one's self-recognition must be accurate. The palmprint is one of biometrics which has various unique characteristics. These characteristics include geometrical features such as length, width, and area of the palmprint, characteristics of main lines such as heart lines, headlines, and lifelines, tangled or weak lines, delta dot characteristics, and minus characteristics. Main lines and tangled lines, which are often referred to as line features, have several advantages over other biometric features, such as they can be obtained from low-resolution images, are difficult to duplicate, and are stable because they have experienced slight changes over a long period of time. Various methods have been tested and developed in the introduction of palmprint biometrics. This research introduces the method of Fermat's Spirals in the extraction of the features of the palmprint which are represented in the time series curve. Testing uses 450 palm images sourced from 50 people, each person taken 9 palmprint images where 5 images as a test image and 4 images as a reference image. The test is carried out based on the threshold value determined from the simulation results based on matching test images with reference images on the ROC graph. Based on the test results it can be concluded that the system shows high performance at a threshold value of 0.036 to get an FNMR value of 2.80%, FMR of 0.88% with an accuracy of 96.31% where the number of reference images to the test image affects the level of accuracy.

Keywords: palmprint, verification, biometric, ROC, security, fingerprint

Abstrak

Penggunaan biometrik dalam berbagai masalah keamanan data, transaksi, privasi sudah banyak digunakan. Terkait dengan keamanan tentunya tingkat akurasi dalam pengenalan diri seseorang harus akurat. Telapak tangan merupakan salah satu biometrik yang memiliki berbagai karakteristik yang unik. Karakteristik tersebut antara lain ciri geometri seperti: panjang, lebar, dan area telapak tangan, ciri garis-garis utama seperti: garis hati, garis kepala, dan garis kehidupan, ciri garis-garis kusut atau lemah, ciri titik delta, dan ciri minus. Garis utama dan garis kusut, yang sering disebut dengan ciri garis, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan ciri yang dihasilkan biometrik lainnya, seperti: dapat diperoleh dari citra resolusi rendah, sulit dipalsu, dan bersifat stabil karena sedikit mengalami perubahan dalam kurun waktu lama. Berbagai metode telah diuji dan dikembangkan dalam pengenalan biometrik telapak tangan. Penelitian ini memperkenalkan metode *fermat's spiral* dalam ekstraksi fitur telapak tangan yang direpresentasikan ke dalam kurva *time series*. Pengujian menggunakan 450 citra telapak tangan yang bersumber dari 50 orang, setiap orang diambil 9 citra telapak tangan dimana 5 citra sebagai citra uji dan 4 citra sebagai citra acuan. Pengujian dilakukan berdasarkan nilai ambang yang ditentukan dari hasil simulasi berdasarkan pencocokan citra uji dengan citra acuan pada grafik ROC. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan sistem menunjukkan kinerja yang tinggi pada nilai ambang 0,036 mendapatkan nilai FNMR 2,80%, FMR 0,88% dengan akurasi 96,31% dimana jumlah citra acuan terhadap citra uji mempengaruhi tingkat akurasi.

Kata kunci: telapak tangan, verifikasi, biometrik, ROC, keamanan, sidik jari

© 2019 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi komputer yang pesat penggunaan teknik pengenalan diri secara konvensional telah tergantikan dengan teknik identifikasi biometrik. Biometrik berarti mengukur

karakteristik pembeda (*distinguishing traits*) pada badan atau perilaku seseorang yang digunakan untuk melakukan pengenalan secara otomatis terhadap identitas orang tersebut [1]. Kebutuhan terhadap sistem pengenalan diri (*personal recognition*) secara otomatis yang handal dan dapat dipercaya semakin meningkat

terutama untuk sistem keamanan. Sistem pengenalan bertujuan memecahkan identitas seseorang. Terdapat dua tipe sistem pengenalan, yaitu sistem verifikasi dan identifikasi. Sistem verifikasi bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang, sedangkan sistem identifikasi bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang [2]. Terdapat enam biometrik yang umum dipakai untuk sistem pengenalan diri, antara lain: sidik jari (*finger print*), selaput pelangi (*iris*), wajah (*face*), suara (*voice*), geometri tangan (*hand geometry*), dan tanda tangan (*signature*) [3].

Telapak tangan memiliki beberapa karakteristik unik yang sangat menjanjikan untuk digunakan pada sistem pengenalan diri. Karakteristik tersebut antara lain: ciri geometri seperti: panjang, lebar, dan area telapak tangan, ciri garis-garis utama seperti: garis hati, garis kepala, dan garis kehidupan, ciri garis-garis kusut atau lemah, ciri titik delta, dan ciri minusi. Garis-garis utama dan kusut, yang sering disebut dengan ciri garis saja, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan ciri yang dihasilkan biometrika lainnya, seperti: dapat diperoleh dari citra resolusi rendah, sulit dipalsu, dan bersifat stabil karena sedikit mengalami perubahan dalam kurun waktu lama [4].

Srivastava dkk. (2013) menyatakan bahwa pendekatan fitur biometrika tunggal (unimodal) tidak dapat diandalkan dan kurang aman, serta memiliki keterbatasan dalam hal akurasi, tingkat pendaftaran (*enrolment rates*) dan kerentanan terhadap *spoofing* (Sashidar, dkk 2010) [5]. Selain itu sistem biometrik unimodal juga masih memiliki keterbatasan, dimana: (1) Data mengandung derau (*noise*), sensor yang digunakan rentan akan kerusakan atau tidak bagus. (2) Data variasi *intra-class*, data yang diperoleh tidak sama dengan data yang digunakan saat pendaftaran template. (3) Kemiripan *inter-class*, ciri biometrik antar pengguna yang satu dengan yang lain saling tumpang tindih (*overlap*). (4) Tidak universal, beberapa orang tidak dapat memberikan biometrik yang diperlukan karena sakit atau disabilitas (Sanjekar dkk, 2013) [6].

Multimodal biometrik merupakan sistem biometrik yang menggunakan lebih dari satu sumber informasi. Multimodal biometrik memiliki kinerja lebih tinggi dan memiliki keunggulan dari unimodal biometrik seperti : (1) akurasi yang lebih tinggi, tingkat kesalahan yang lebih rendah dari pada sistem unimodal karena integrasi dari berbagai sumber informasi. (2) *noise resistance*, karena data yang mengandung noise dapat ditutupi oleh data lainnya. (3) *universality*. (4) *anti spoofing attacks*, tidak mudah untuk menyerang beberapa ciri dalam waktu yang sama (Peng, dkk 2014) [10].

Pada tahun 2013 anwar dkk melakukan penelitian tentang verifikasi telapak tangan dengan metode *time series*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *time series* memiliki unjuk kerja tinggi [2]. Terkait dengan

keamanan tentunya tingkat akurasi dalam pengenalan diri seseorang harus akurat. Banyak peneliti yang mulai mengembangkan teknik multimodal biometrik pada telapak tangan.

Tahun 2010 David Zhang, dkk melakukan penelitian multimodal biometrik pada citra telapak tangan dimana menggunakan fitur 3D yang dimanfaatkan untuk mengatasi *spoofing attack* dan fitur 2D untuk mengenali telapak tangan pada penelitian tersebut hasil banyak dipengaruhi oleh *noise* yang mengganggu pada tingkat multimodal [7]. Tahun 2010 Zenhua Guo, dkk melakukan penelitian verifikasi telapak tangan dimana fitur telapak tangan dibangkitkan dengan metode multispektral dengan pencahayaan hasil dari penelitian belum maksimal karena terdapat *noise* dari fitur yang dibangkitkan dan mengatakan multimodal biometrik dapat dikembangkan untuk mengatasi kelemahan unimodal biometrik dan meningkatkan akurasi [8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dirancang suatu sistem verifikasi telapak tangan dengan metode multimodal biometrik dimana menggunakan *Fermat's Spiral* dalam fitur ekstraksi yang direpresentasikan ke dalam kurva *time series*. Diharapkan dengan metode ini fitur telapak tangan yang didapat lebih banyak, tanpa *noise* yang mengganggu sehingga mencapai hasil tingkat akurasi yang tinggi.

2. Metode Penelitian

Sistem verifikasi telapak tangan secara umum menggunakan 4 tahapan utama antara lain akuisisi citra, prapengolahan, fitur ekstraksi, dan pencocokan. Gambaran umum sistem verifikasi telapak tangan dapat dilihat pada Gambar 1.

2.1. Akuisisi Citra Telapak Tangan

Akuisisi citra telapak tangan pada penelitian ini menggunakan kamera digital dengan latar belakang hitam dan menggunakan pasak untuk mengontrol orientasi dari telapak tangan.

2.2. Prapengolahan

Proses prapengolahan digunakan untuk mendapatkan bagian citra yang diinginkan (ROI) untuk tahap ekstraksi fitur. Sebelum segmentasi ROI dilakukan tahapan *grayscale* citra, kemudian konversi citra ke biner menggunakan metode otsu [8], selanjutnya proses segmentasi ROI menggunakan metode titik momen dua tahap [9]. Pada penelitian ini menggunakan citra ROI ukuran 200x200 piksel.

2.3. Ekstraksi fitur

Proses normalisasi intensitas cahaya diaplikasikan sebelum proses segmentasi ROI. Hal ini dilakukan menyamakan tingkat intensitas cahaya telapak tangan yang diperoleh pada saat akuisisi citra. Normalisasi intensitas juga digunakan sebagai optimasi dalam penentuan ROI dan ekstraksi fitur telapak tangan.

Pemisahan ciri (*feature extraction*) untuk mendapatkan ciri dari karakteristik biometrika citra telapak tangan yang telah mengalami proses prapengolahan. Dapat dilihat pada Gambar 2 penentuan fitur telapak tangan dengan membuat jalur spiral yang digunakan untuk jalur dekomposisi sebagai nilai *time series* [8], pada sistem ini menggunakan *fermat's spiral* dengan persamaan polar (1).

$$r = \pm \theta^n \quad (1)$$

Secara umum persamaan fermat spiral dituliskan pada persamaan 2 dimana merupakan jenis spiral archimedes.

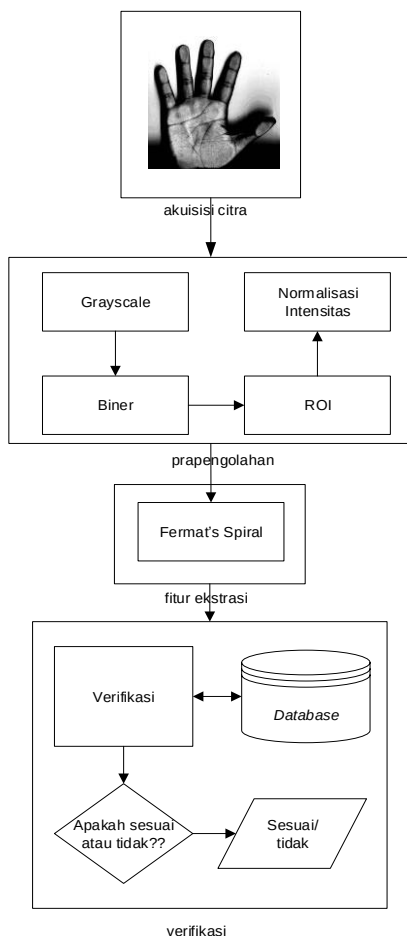
$$r^2 = a^2 \theta \quad (2)$$

Sebagai persamaan parametrik, rumusnya dapat dilihat pada persamaan 3 dan 4. dalam koordinat kutub.

$$x = a \cdot \theta^{1/2} \cdot \cos \theta \quad (3)$$

$$y = a \cdot \theta^{1/2} \cdot \sin \theta \quad (4)$$

dimana θ adalah sudut, r adalah jari-jari atau jarak dari pusat, dan n adalah konstanta dengan nilai $\frac{1}{2}$ dan a adalah bilangan real untuk menentukan kerapatan dari spiral yang akan dibentuk.

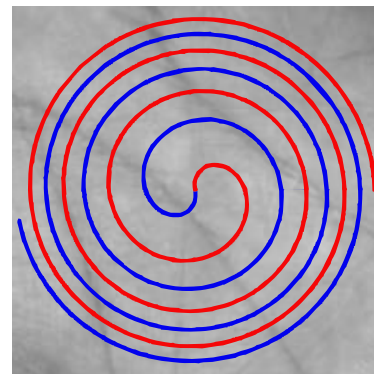


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Nilai fitur yang didapat begitu beragam berdasarkan koordinat spiral yang dilalui. Banyak nilai fitur yang didapat tergantung dari nilai a yang ditentukan. Dalam penelitian ini ditentukan 3 varian nilai a . Nilai $a = 0.3$, nilai $a = 0.7$, dan nilai $a = 1$.

Pada Gambar 6 dapat dilihat perbedaan nilai yang tersimpan pada database dari hasil ekstraksi fitur bahwa nilai a mempengaruhi jumlah nilai fitur yang didapat. Semakin kecil nilai a , semakin banyak nilai fitur yang didapat. Penentuan nilai fitur menggunakan intensitas keabuan pada citra ROI.

Ekstraksi fitur dengan metode *multiple time series* merupakan ekstraksi fitur yang mengurutkan data secara berkala. Metode ini direpresentasikan dalam bentuk kurva *time series* dimana penentuan fitur telapak tangan menggunakan jalur dekomposisi *fermatsspiral*.



Gambar 2. Ekstraksi Fitur Telapak Tangan

Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan perbandingan kurva *time series* dari hasil dekomposisi ekstraksi fitur dimana panjang kurva dipengaruhi oleh banyaknya ciri telapak tangan yang didapat berdasarkan nilai a .

2.4. Pencocokan

Sistem ini menggunakan metode *Normalized Euclidean Distance*. *Normalized Euclidean Distance* adalah metrika yang sederhana untuk menghitung kesamaan dua vektor ciri u dan v , dengan persamaan 5 [1].

$$\bar{d}(u, v) = (\sum_i (\bar{u}_i - \bar{v}_i)^2)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Dengan

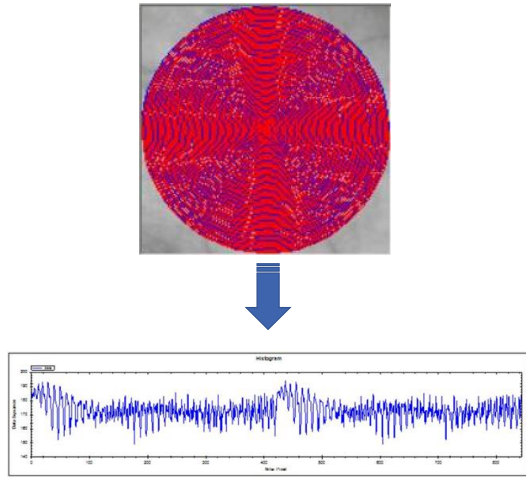
$$\bar{u}_i = \frac{u_i}{\|u\|}$$

$$\bar{v}_i = \frac{v_i}{\|v\|}$$

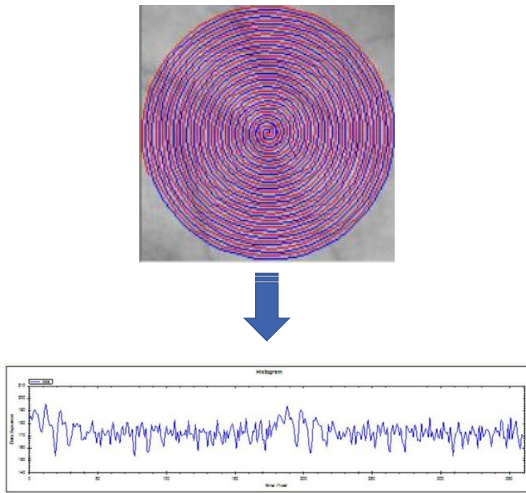
$\|v\|$ disebut *norm* dari v yang dinyatakan sebagai

$$\|v\| = [\sum_i v_i^2] \quad (6)$$

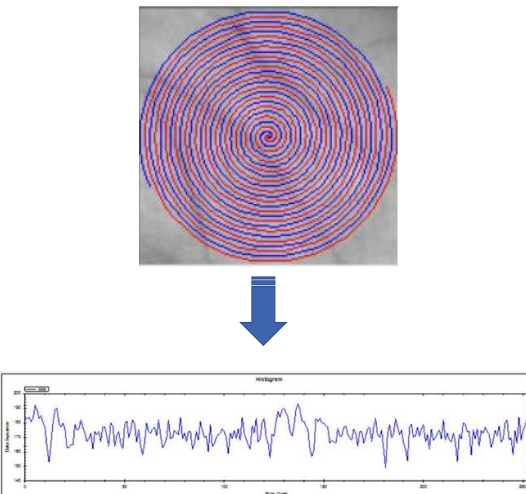
Semakin kecil skor $\bar{d}(u, v)$ maka semakin mirip kedua vektor fitur yang dicocokkan, sebaliknya semakin besar skor $\bar{d}(u, v)$ maka semakin berbeda kedua vektor ciri.



Gambar 3. Dekomposisi fitur telapak tangan dalam kurva time series gambar nilai $\alpha = 0.3$



Gambar 4. Dekomposisi fitur telapak tangan dalam kurva time series gambar nilai $\alpha = 0.7$



Gambar 5. Dekomposisi fitur telapak tangan dalam kurva time series gambar nilai $\alpha = 1$

2.5. Simulasi

Simulasi pengujian tingkat keberhasilan dari sistem verifikasi telapak tangan dilakukan dengan mencari nilai FMR (*False Match Rate*), FNMR (*False Non Match Rate*), dan EER (*Equal Error Rate*). FMR adalah kesalahan pencocokan saat sistem menganggap citra acuan yang berbeda dengan citra sampel adalah citra tangan milik partisipan yang sama. FNMR adalah kesalahan pencocokan saat sistem menganggap citra acuan yang sama dengan citra sampel adalah citra tangan milik partisipan yang berbeda. EER adalah tingkat kesalahan saat FNMR = FMR [1].

☐	i..	c..	value	
☐	1	1	18618919018718918919...	4K
☐	1	2	18318618918418618418...	4K
☐	1	3	18318518818518618518...	4K
☐	1	4	18718919118918918918...	4K
☐	2	1	17317517917617917918...	4K
☐	2	2	18018018218218017918...	4K
☐	2	3	17017317817518018118...	4K
☐	2	4	17017618117518118118...	4K

(a)

☐	i..	c..	value	
☐	1	1	18618718718618418519...	6K
☐	1	2	18318418318318418819...	6K
☐	1	3	18318518418318418919...	6K
☐	1	4	18718918818818518819...	6K
☐	2	1	17317617918117917617...	6K
☐	2	2	18018218118017917617...	6K
☐	2	3	17017517818118017617...	6K
☐	2	4	17017517718418618217...	6K

(b)

☐	i..	c..	value	
☐	1	1	18618718518518618918...	15K
☐	1	2	18318418318718618618...	15K
☐	1	3	18318518318618518618...	15K
☐	1	4	18718918718718718818...	15K
☐	2	1	17317617517117017316...	15K
☐	2	2	18018217917417417317...	15K
☐	2	3	17017517417216816716...	15K
☐	2	4	17017517617216717016...	15K

(c)

Gambar 6. Hasil Fitur Ekstraksi Pada Database (a) nilai $\alpha = 0.3$, (b) nilai $\alpha = 0.7$, (c) nilai $\alpha = 1$

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan citra telapak tangan dari 50 orang partisipan. Setiap partisipan memberikan 9 citra telapak tangan, dimana 5

citra sebagai citra uji dan 4 citra sebagai citra acuan. Jenis gambar jpg dengan resolusi 480 x 640 piksel dan segmentasi dengan resolusi 200 x 200 piksel. Gambar 7 menunjukkan hasil akuisisi citra telapak tangan dan Gambar 8 menunjukkan hasil segmentasi ROI. Pengujian dilakukan dengan variasi jumlah acuan.



Gambar 7. Hasil akuisisi citra telapak tangan



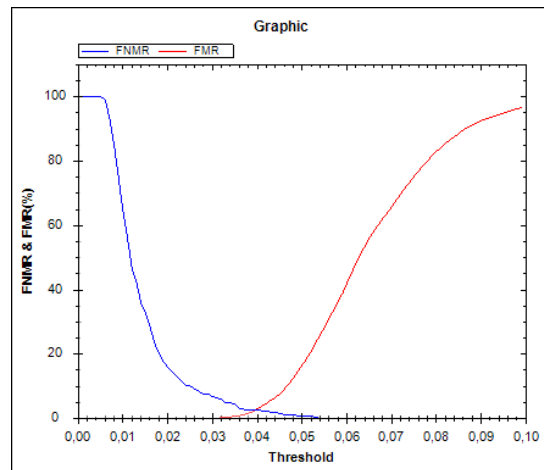
Gambar 8. Hasil segmentasi ROI citra telapak tangan

Simulasi sistem dilakukan dengan nilai α yang telah ditentukan dan diuji dengan berbagai jumlah citra acuan terhadap citra uji. Nilai pencocokan yang sama (*genuine score*) atau FMR diperoleh dari pencocokan fitur citra uji dengan semua fitur citra acuan yang memiliki identitas yang sama. Nilai pencocokan berbeda (*imposter score*) atau FNMR diperoleh dengan mencocokkan fitur telapak tangan uji terhadap semua fitur citra acuan yang memiliki identitas berbeda. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan hasil unjuk kinerja terbaik pada setiap nilai α dengan jumlah citra acuan 4.

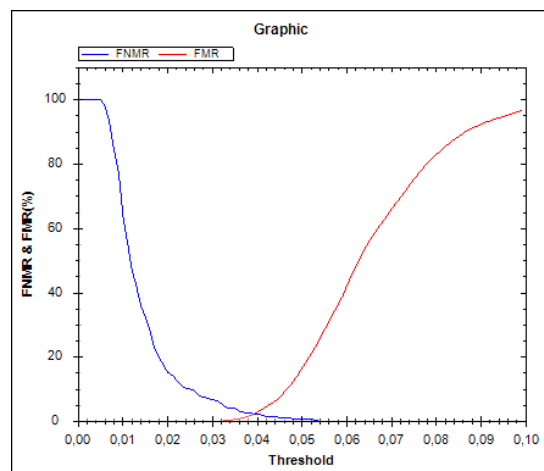
Tabel 1. Hasil Simulasi Pengujian

Nilai α	Jumlah Acuan	Threshold	FNMR (%)	FMR (%)	Accuracy (%)
1	1	0,037	6,40	0,70	92,72
1	2	0,038	4,39	1,36	94,23
1	3	0,039	3,59	1,99	94,40
1	4	0,037	2,80	1,21	95,98
0,7	1	0,037	6,00	0,89	93,10
0,7	2	0,037	4,39	0,97	94,62
0,7	3	0,039	3,20	1,91	94,88
0,7	4	0,037	2,80	1,20	96,00
0,3	1	0,038	5,60	1,26	93,13
0,3	2	0,037	4,39	1,02	94,57
0,3	3	0,039	3,20	1,97	94,82
0,3	4	0,036	2,80	0,88	96,31

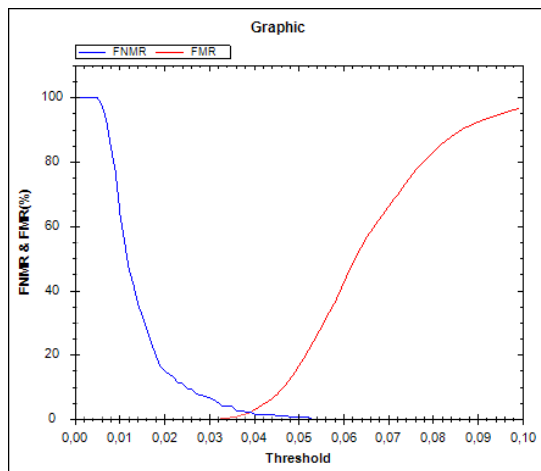
Gambar 9, 10, dan 11 menunjukkan grafik ROC FNMR/FMR dengan 5 citra uji dan 4 citra acuan pada nilai $\alpha = 1$, $\alpha = 0.7$, $\alpha = 0.3$. Dapat dilihat dari bentuk grafik tidak banyak mengalami perubahan hal ini menunjukkan sistem memiliki tingkat kestabilan dan unjuk kerja yang tinggi.



Gambar 9. Grafik FNMR/FMR dengan 5 Citra Uji dan 4 Citra Acuan Nilai $\alpha = 1$



Gambar 10. Grafik FNMR/FMR dengan 5 Citra Uji dan 4 Citra Acuan Nilai $\alpha = 0.7$



Gambar 11. Grafik FNMR/FMR dengan 5 Citra Uji dan 4 Citra Acuan Nilai $\alpha = 0.3$

Dilihat pada Tabel 1 nilai ambang (*threshold*) menunjukkan nilai 0.036-0.037 dari setiap nilai α berdasarkan tingkat akurasi tertinggi.

Pada nilai $\alpha = 1$ jumlah acuan 4 nilai FNMR 2.80% nilai FMR 1.21% ini berarti sistem memiliki tingkat kesuksesan penerimaan 97,2% dan tingkat akurasi penolakan sekitar 98,79%.

Pada nilai $\alpha = 0.7$ jumlah acuan 4 nilai FNMR 2.80% nilai FMR 1.20% ini berarti sistem memiliki tingkat kesuksesan penerimaan 97,2% dan tingkat akurasi penolakan sekitar 98,80%.

Pada nilai $\alpha = 0.3$ jumlah acuan 4 nilai FNMR 2.80% nilai FMR 0.88% ini berarti sistem memiliki tingkat kesuksesan penerimaan 97,2% dan tingkat akurasi penolakan sekitar 99,12%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba simulasi sistem verifikasi telapak tangan dengan multimodal biometrik *fermats spiral*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Jumlah citra acuan terhadap citra uji mempengaruhi peningkatan akurasi sistem, dimana semakin banyak citra acuan yang digunakan semakin tingkat akurasi. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya kemiripan ciri dari citra. Akurasi sistem diperoleh dengan nilai 96,31 % dengan nilai ambang 0,036.

Daftar Rujukan

- [1] Putra, D., 2009. *Sistem Biometrika: Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*. 1st ed. Yogyakarta: C.V.Andi Offset.
- [2] Agus A., Dharma P., Agung C., 2013. Palmprint Verification Using Time Series Method. *TELKOMNIKA*, 11(4), pp.749-758. doi: 10.12928/telkomnika.v11i4.1187
- [3] Putra, IKGD., Bhuana, W., Erdiawan, 2011. Pembentukan Kode Telapak Tangan (Palm Code) Berbasis Metode Gabor 2D. *Makara Teknologi*, 15(2), pp.161-167.
- [4] Dharma Putra, 2013. Palmprint Feature Representation Using Fractal Characteristic. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 53(2), pp. 274-282.
- [5] Sasidhar, K., Vijaya L.K., Ramakrishna, K., Kailasa Rao, K., 2010. Multimodal Biometric Systems-Study To Improve Accuracy and Performance. *Internasional Journal of Computer Science & Engineering Survey*. 1(2), pp. 54-61.
- [6] Sanjekar, P.S., Patil, J.P., 2013. An Overview of Multimodal Biometrics. *Signal & Image Processing : An Internasional Journal*, 4(1), pp. 57-64.
- [7] Zhang, D., Kanhangad, V., Luo, Nan., Kumar, K., 2010. Robust Palmprint Verification Using 2D and 3D Features. *Pattern Recognition*, 43(1), pp. 358-368. doi: 10.1016/j.patcog.2009.04.026
- [8] Chen, Jian-Sheng., Moon, Yiu-Shang., Yeung, Hoi-Wo. 2005. Palmprint Authentication Using Time Series. *Departement of Science and Engineering The Chinese University of Hongkong, ABNPA 2005*, pp. 376-385.
- [9] Dharma Putra, IKG., Erdiawan, 2010. High Performance Palmprint Identification System Based On Two Dimensional Gabor. *Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering*, 8(3), pp. 309-318.
- [10] Jialiang Peng, Ahmed A. Abd E., Qiong Li, Xiamu Niu. 2014. Multimodal Biometric Authentication Based on Score Level Fusion of Finger Biometrics. *Optik*, pp. 6891-6897.
- [11] WU Xiang-Quan, Kurang-Quan W, David Zhang., 2004. An Approach to Line Feature Representation and Matching for Palmprint Recognition. *Journal of Software*, 15(6), pp. 869-880.
- [12] Encyclopedia Britania, Inc. 1998. Fermat's Spiral [Online] (Update 08 Jan 2019) Tersedia di : <https://www.britannica.com/science/Fermats-spiral>. [Accessed 14 April 2019]
- [13] Mathematische Basteleien. 2002. Spiral [online] (Update Juni 2002) Tersedia di : <http://www.mathematische-basteleien.de/spiral.htm> [Accessed 14 April 2019]
- [14] Lin, CL., Wang, SH., Cheng HS., Fan, KC., Hsu, WL., Lai CR., 2015. Bimodal Biometric Verification Using the Fusion of Palmprint and Infrared Palm-Dorsum Vein Images. *Sensors*. 15(12), pp. 31339-31361. doi: 10.3390/s151229856
- [15] Charfi, N., Trichili, H., Alimi, A., 2016. Bimodal Biometric System for Hand Shape and Palmprint Recognition Based on SIFT Sparse Representation. *Springer*, 76(20), pp. 20457-20482. doi: 10.1007/s11042-016-3987-9
- [16] Modak, SKS., Jha, VK., 2018. Multibiometric fusion strategy and its applications: A review. *Information Fusion*, 49(2019), pp. 174-204. doi: 10.1016/j.inffus.2018.11.018