

Sistem Pengenalan Individu berbasis Pembuluh Darah Telapak Tangan Menggunakan *Sampling Point Approach* dan *Iterative Closest Point*

People Identification System Based on Palm Vein using Sampling Point Approach and Iterative Closest Point

Dwi Prasetya Sujoko¹, Tjokorda Agung Budi W, ST., MT.², Febryanti Sthevanie., S.T., M.T.³

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

¹dwiprasetya93@gmail.com, ²cokagung2001@gmail.com, ³febryantisthevanie@gmail.com

Abstrak

Biometrika adalah studi mengenai pengenalan individu dengan menggunakan ciri fisik dan kebiasaan. Biometrika merupakan sistem pengenalan individu yang lebih aman dibandingkan dengan pengenalan identitas tanpa biometrika. Pengenalan individu berdasarkan *password*, kartu pengenal, kode PIN lebih rentan dari pemalsuan dan kesalahan manusia. Ciri fisik untuk sistem biometrika iris mata, wajah, sidik jari, telapak tangan dan pembuluh darah. Sistem biometrika menggunakan pembuluh darah merupakan ciri biometrika yang baik untuk identifikasi manusia. Pembuluh darah telapak tangan memiliki karakteristik yang berbeda-beda setiap individu. Posisi pembuluh darah yang berada di bawah lapisan kulit membuatnya sulit untuk dipalsukan. Pada penelitian ini sistem biometrika menggunakan pembuluh darah telapak tangan dilakukan dengan metode pencocokan *iterative closest point* (ICP). Metode ICP dapat menangani masalah translasi dan rotasi dari citra gambar. Penelitian menunjukkan sistem biometrika ini mencapai akurasi 94 %.

Kata kunci : *pembuluh darah telapak tangan, biometrika, iterative closest point*

Abstract

Biometric is a study of people recognition by physical and behavioral characteristics. Biometric is more secure then common people recognition system. People recognition based on password, ID card, PIN number are more vulnerable to forgery. Physical characteristics that can be used is biometric are iris, face, palmprint dan palm vein. People recognition based on palm vein is a new promising biometric system and it can differentiate each individual. Palm vein is located under human skin make it hard to forgery. In this research, palm vein biometric system adopting itertive closest point (ICP) method which can align translation dan rotation of image. From this research shows that the accuracy of the system can reach 94%.

Keywords: *palm vein, iterative closest point (ICP), biometric*

1. Pendahuluan

Biometrika berasal dari bahasa Yunani yaitu, *bios* yang artinya hidup dan *metron* yang artinya ukuran [17]. Biometrik adalah teknologi untuk mengenali suatu individu melalui ciri-ciri fisik dan perilaku suatu individu. Biometrik dengan ciri-ciri fisik dapat digunakan pada identifikasi dan verifikasi suatu individu. Pada sistem identifikasi, sistem akan mencari tahu siapa identitas suatu pengguna. Pada sistem verifikasi, sistem akan mencari kebenaran suatu identitas Ciri-ciri fisik yang umumnya digunakan pada biometrik manusia yaitu, telinga, mata, jari, telapak tangan, pembuluh darah dan lain-lain. Pada sistem autentikasi (mendeteksi keaslian data seseorang) yang mengandalkan keamanan dibutuhkan ciri biometrika yang aman, sulit untuk diduplikasikan atau dipalsukan. Pembuluh darah dapat digunakan sebagai ciri biometrika karena setiap orang memiliki pola yang berbeda [16]. Pembuluh darah terletak pada bagian dalam, sehingga membuatnya sulit untuk diduplikasikan dan juga tidak mudah rusak.

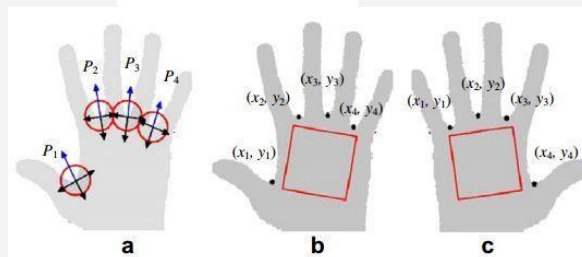
Penelitian mengenai sistem biometrika dengan menggunakan pembuluh darah telapak tangan sudah dilakukan. Pengenalan pembuluh darah dengan metode *Local Binary Pattern* dan *Local Derivative Pattern* [9] sebagai ekstraksi ciri telah dilakukan. Metode tersebut melakukan ekstraksi ciri dengan membagi bagian dari telapak tangan kedalam beberapa bagian. Terdapat juga penelitian menggunakan metode *point to point* (P2PM) sebagai pencocokan [15]. Metode ini melakukan pencocokan berdasarkan titik-titik pola pembuluh darah. Dari penelitian tersebut adanya kemungkinan terjadi penurunan nilai akurasi sistem jika terjadi rotasi dan translasi pada gambar. Dibutuhkan metode yang dapat melakukan estimasi terhadap rotasi dan translasi.

Penelitian ini menggunakan metode *Iterative Closest Point* (ICP) yang memiliki keunggulan dapat mengatasi rotasi dan translasi [4]. Metode ICP dapat melakukan pencocokan terhadap gambar 3D maupun 2D. Citra pembuluh darah berbentuk 2D *point set* dapat diestimasi rotasi dan translasi untuk meminimalisir kesalahan pencocokan. Oleh karena itu penulis mengangkat judul tugas akhir "Analisis dan Implementasi Sistem Pengenalan Individu Berbasis Pembuluh Darah Telapak Tangan dengan *Iterative Closest Point*".

2. Ekstraksi Pembuluh Darah Telapak Tangan

2.1 Region of Interest (ROI) Competitive Hand Valley Detection (CHVD)

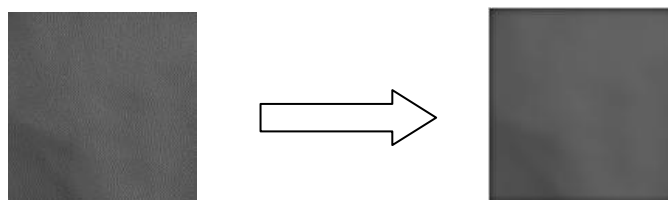
ROI adalah pengambilan citra gambar yang akan digunakan pada saat proses biometrika. Pemotongan bagian gambar telapak tangan dilakukan dengan aturan CHVD. Pengambilan ROI CHVD dilakukan dengan menentukan titik-titik celah telapak tangan. Titik-titik yang telah ditandai akan membentuk garis persegi dengan estimasi rotasi pada gambar. Pada penentuan titik-titik awal mula citra telapak tangan dibinarisasi untuk memisahkan antara *foreground* dan *background*. Setelah ditemukan bagian yang merupakan telapak tangan, lakukan pengecekan dari tiap garis ujung *foreground* yang memenuhi aturan CHVD. Pengecekan umumnya dilakukan pada titik-titik ekstrim sehingga lebih cepat ditemukan. Titik-titik yang telah ditemukan ditandai sebagai acuan pada saat pemotongan gambar. Pemotongan gambar dilakukan dengan estimasi garis dari titik pada jari telunjuk menuju kelingking dan membentuk persegi sepanjang titik pada ibu jari.



Gambar 1 (a) titik-titik celah; (b) ROI tangan kanan; (c) ROI tangan kiri [6]

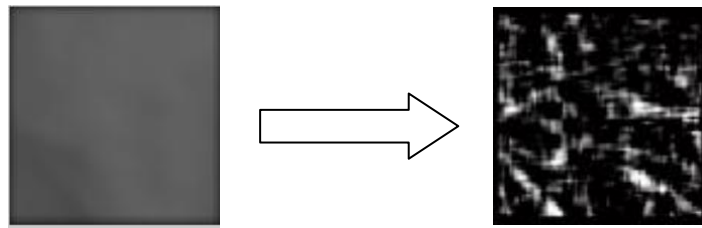
2.2 Gaussian Matched Filter

Citra tangan hasil ROI akan dilanjutkan pada *preprocessing*, tahap awal adalah *matched filter*. Tahap ini dilakukan konvolusi citra terhadap kernel *Gaussian* dan *Laplacian of Gaussian*. Konvolusi terhadap kernel *Gaussian* akan mengurangi *noise* yang terdapat pada gambar. Citra gambar yang telah di-*filter* dengan *Gaussian filter* akan terlihat *blur*, tetapi *noise* dan warna akan menjadi kuat.



Gambar 2 Hasil *Gaussian Filter*

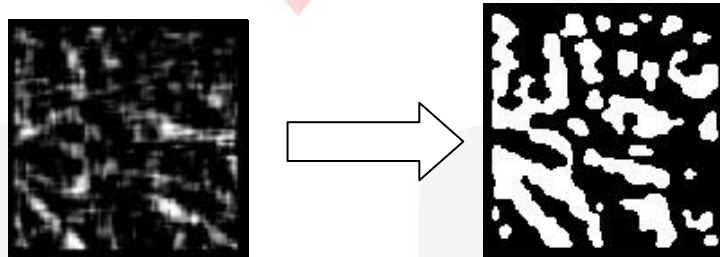
Gaussian Filter digunakan untuk menghilangkan *noise* pada gambar. Selanjutnya untuk mendapatkan ciri pembuluh darah digunakan *Laplacian of Gaussian filter*. Dengan *filter* akan membuat gambar pembuluh darah terlihat. *Laplacian of Gaussian filter* dilakukan dengan konvolusi terhadap kernel *Laplacian of Gaussian*.



Gambar 3 Hasil *Laplacian of Gaussian Filter*

2.3 Binarisasi

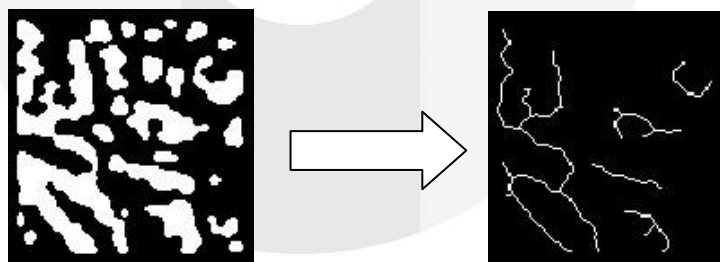
Binarisasi adalah proses perubahan suatu citra menjadi citra biner. Binarisasi dilakukan dengan mengubah citra *greyscale* menjadi hitam putih. Pengubahan citra dilakukan dengan *thresholding*. Nilai piksel yang lebih kecil dari *threshold* diubah menjadi 0 dan sebaliknya yang lebih besar diubah menjadi 1.



Gambar 4 Hasil binarisasi

2.4 Thinning [2]

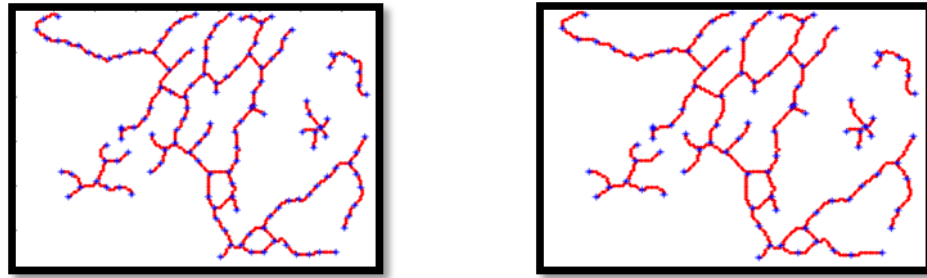
Thinning adalah pengurangan nilai piksel pada pola biner sehingga membentuk garis batangan. Garis pembuluh darah akan terbentuk sebagai garis tipis yang memiliki cabang dan ujung.



Gambar 5 Hasil *thinning*

3. Ekstaksi Ciri

Pada metode ICP dibutuhkan titik-titik *point set* sebagai masukan sistem. Ekstraksi ciri ini melakukan pemilihan terhadap titik-titik yang diambil sebagai ciri dari suatu pembuluh darah. Pengambilan ciri dilakukan dengan pengambilan garis warna putih. Titik yang diambil sebagai ciri adalah percabangan, ujung garis dan *sampling* terhadap garis sepanjang jarak tertentu. Titik-titik yang telah diambil sebagai ciri akan dinormalisasikan pada rentang 0 sampai 1 dengan membagi titik tersebut dengan dimensi dari gambar.



Gambar 6 (kiri) titik ke titik berjarak 5 piksel; (kanan) titik ke titik berjarak 8 piksel

4. Pencocokan dengan *Iterative Closest Point* (ICP) [4]

Pada metode pencocokan dengan ICP dilakukan beberapa perulangan sampai nilai error tidak berubah lagi. Metode ICP dapat melakukan estimasi rotasi dan translasi dari gambar. Estimasi rotasi dilakukan dengan *Singular Value decomposition* (SVD). Jika dianggap P sebagai *template* dan Q sebagai *testing*, Tahapan melakukan metode ICP sebagai berikut:

1. Mencari titik-titik pasangan dari *point set testing* dan *point set template*. Pencarian pasangan dengan menghitung jarak dari tiap titik. Titik yang memiliki jarak terkecil dianggap sebagai pasangannya. Pencarian titik dapat dilakukan dengan *euclidean distance* untuk menghitung jarak.
2. Mencari titik centroid dari *point set*. Titik centroid dari kedua *point set* dihitung dengan :

$$\begin{aligned} centroidm &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_i \\ centroidt &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i \end{aligned} \quad (1) \text{ titik centroid}$$

3. Posisikan tiap *point set* pada *centroid* dengan mengurangi titik dengan centroid.

$$P'_i = p_i - centroidt, Q'_i = q_i - centroidm, \quad (2) \text{ Posisikan titik pada centroid}$$

4. Membuat matriks untuk dijalankan proses SVD. Pada proses SVD akan diambil matriks U dan V. misal matrik yang akan dilakukan SVD adalah H, maka:

$$svd(H) = USV^T \quad (3) \text{ Singular Value Decomposition}$$

5. Hitung matrik rotasi dengan R sebagai matrik rotasi. Matrik V dan U merupakan hasil dari proses SVD.

$$R = VU^T \quad (4) \text{ Hitung matrik rotasi}$$

6. Hitung matrik translasi dengan t sebagai matrik translasi.

$$t = -R \text{ centroidm} + centroidt \quad (5) \text{ Hitung matrik translasi}$$

7. Kemudian lakukan *update* titik dan penghitungan nilai *error*. Titik Q akan terus di-*update* tiap iterasi. Nilai *error* merupakan nilai akhir yang akan digunakan sebagai acuan pada pencocokan.

Misalkan dimensi p adalah $m \times n$, p dan q berdimensi sama. Titik Q di-update dengan estimasi matrik R dan T yang sudah didapatkan sebelumnya.

$$x = |p - q|$$

$$error = \frac{\sum_{i=1} x_i}{m \times n}$$

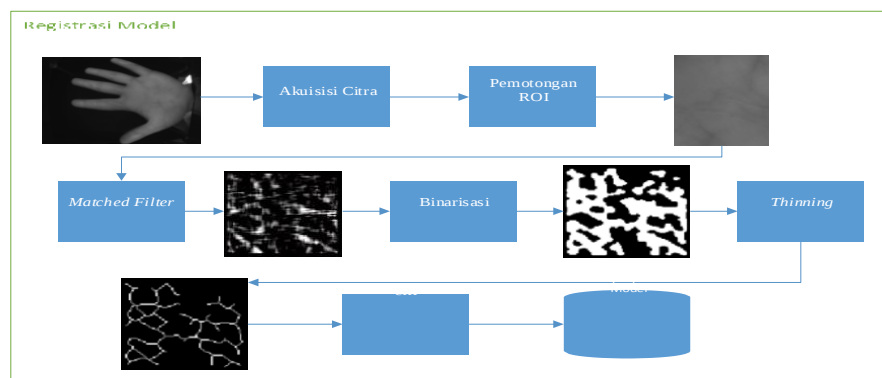
(6) Hitung *error*

$$Q_i = R \times q_i + T$$

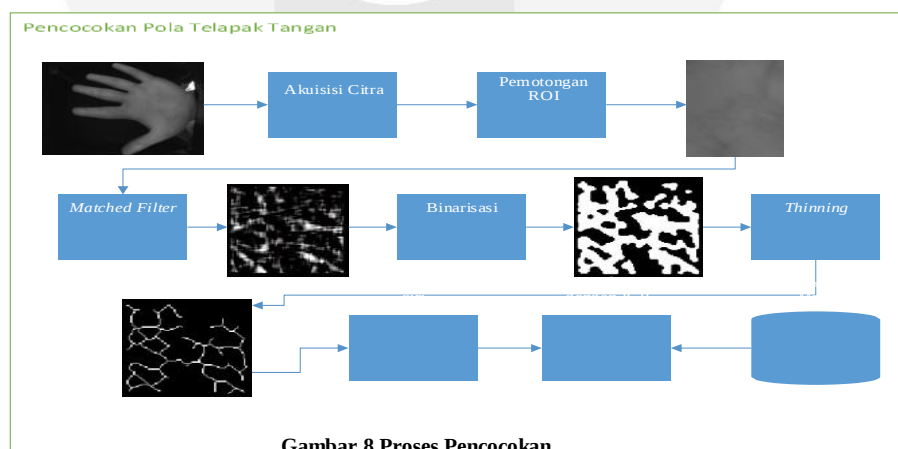
(7) Update titik

5. Perancangan Sistem

Sistem biometrika pada penelitian ini memiliki dua tahap yaitu registrasi model dan pencocokan. Perbedaan sistem biometrika registrasi model dan pencocokan adalah pada bagian akhir proses. sistem yang dibangun pada penelitian ini dimulai dari pengambilan *region of interest* (ROI) dari gambar kemudian akan dilakukan *preprocessing* yang terdiri dari *matched filter*, binarisasi dan *thinning*, selanjutnya menggunakan ICP sebagai metode pencocokan.



Gambar 7 Proses registrasi model



Gambar 8 Proses Pencocokan

Pada pengambilan ROI digunakan metode CHVD untuk mendapatkan posisi tengah dari telapak tangan. Gambar telapak tangan dipotong dan diambil bagian tengahnya kemudian dilakukan *preprocessing*. Gambar diperkuat citra pembuluh darah dengan *matched filter* selanjutnya binarisasi dilakukan dengan *threshold*. Hasil gambar biner dibentuk *skeleton* sebagai pola pembuluh darah. Hasil

thinning diambil cirinya yaitu bagian piksel yang membentuk pola dan dilanjutkan ke dalam ICP. Algoritma ICP dijabarkan sebagai berikut:

1. Anggap P sebagai *point set testing* dan Q sebagai model di penyimpanan. Cari pasangan titik terdekat dari P terhadap Q dan dari Q terhadap P.
2. Hapus titik yang melebihi *threshold* awal yang ditentukan untuk menghilangkan *outliers*.
3. Hitung rotasi dan translasi.
4. Hitung *error* dari gambar dan lakukan pembaruan titik.
5. Tahap 1 sampai 4 dilakukan berulang-ulang sampai kondisi error sebelumnya sama dengan *error* iterasi yang sedang dilakukan atau dibatasi iterasi berdasarkan jumlah.

6. Hasil Pengujian

4.1 Skenario 1

Skenario 1 bertujuan menguji parameter jarak sampling pada pengambilan ciri dari gambar. Pengujian menunjukkan pengaruh dari perbedaan banyak pengambilan ciri dari gambar. Dari hasil uji diperoleh bahwa jarak 3 memiliki akurasi yang terbaik.

Tabel 2 hasil skenario 1

No	Jarak	Threshold	Rasio	Akurasi
1	3	0.08	3 : 3	94 %
2	5	0.08	3 : 3	91 %
3	7	0.08	3 : 3	82

4.2 Skenario 2

Skenario 2 bertujuan menguji parameter *threshold* untuk menghilangkan *outliers* dari gambar. Pengujian menunjukkan pengaruh dari perbedaan batas jarak dari *threshold*. Dari hasil uji diperoleh bahwa *threshold* 0.08 memiliki akurasi yang terbaik.

Tabel 3 hasil skenario 2

No	Jarak	Threshold	Rasio	Akurasi
1	3	0.05	3 : 3	89 %
2	3	0.08	3 : 3	94 %
3	3	0.1	3 : 3	92 %

4.3 Skenario 3

Skenario 3 bertujuan menguji parameter rasio data model dan *testing* dari gambar. Pengujian menunjukkan pengaruh dari perbedaan banyaknya data model yang dibutuhkan. Dari hasil uji diperoleh bahwa rasio 3:3 memiliki akurasi yang terbaik.

Tabel 4 hasil skenario 3

No	Jarak	Threshold	Rasio	Akurasi
1	3	0.08	3 : 3	94 %
2	3	0.08	2 : 3	77 %
3	3	0.08	1 : 3	67.667 %

Keterangan:

- a. Jarak, jarak dari satu titik terhadap titik selanjutnya yang diambil sebagai ciri.
- b. *Threshold*, *threshold* untuk menghilangkan *outliers*.
- c. Rasio, perbandingan antara data model dan *testing*.
- d. Akurasi, hasil kebenaran pengambilan keputusan.

4.4 Skenario 4

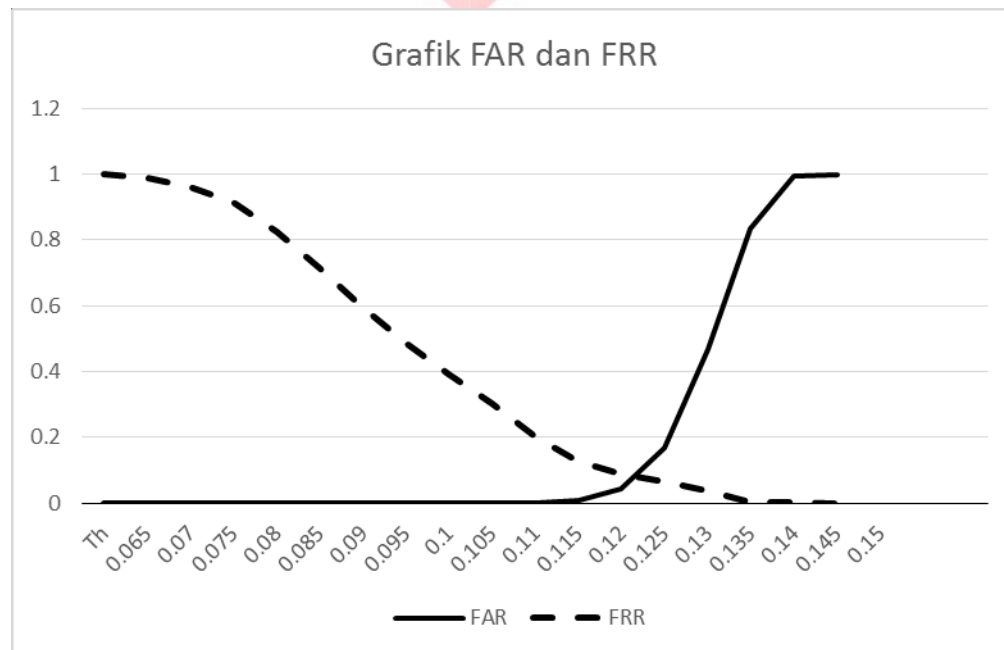
Skenario 4 bertujuan menguji pengaruh nilai akurasi dari adanya rotasi yang terjadi pada gambar. Pada pengujian ini parameter yang digunakan sama seperti skenario sebelumnya dengan penambahan rotasi pada gambar. Gambar dirotasi 10 dan 15 derajat.

Tabel 5 hasil skenario 4

no	jarak	threshold	rasio	rotasi	akurasi
1	3	0.08	3 : 3	-10	86,67 %
2	3	0.08	3 : 3	10	89 %
3	3	0.08	3 : 3	15	65,33 %
4	3	0.08	3 : 3	-15	55,67 %

4.5 Skenario 5

Skenario 4 bertujuan menguji parameter error rate dari sistem. Pengujian menunjukkan pengaruh FAR dan FRR. Error rate dari sistem berada pada titik perpotongan antara garis FAR dan FRR.



Gambar 9 Grafik FAR dan FRR

Dari beberapa skenario yang diujikan pada penelitian ini diketahui bahwa *iterative closest point* dapat diterapkan pada sistem biometrika dengan pembuluh darah telapak tangan. Parameter-parameter yang terdapat pada sistem di-set dengan jarak sampling 3, *threshold outliers* 0.08 dan model sebanyak 3 untuk memperoleh akurasi 94%. Nilai akurasi menunjukkan presentase pasangan benar yang berhasil dicocokkan. Pada pengujian mencari nilai akurasi, semua data dianggap telah ada didalam *database*.

Pengujian dengan mencari nilai FAR dan FRR bertujuan untuk sistem keamanan. Pada sistem ini perlu adanya penanganan mengenai individu yang belum terdaftar didalam sistem. Untuk penanganan masalah tersebut digunakan *threshold* sebagai batasan penolakan dan penerimaan. *Equal Error rate* berada pada nilai 0.1 dengan *threshold* 0.125.

7. Kesimpulan

Pengenalan individu dengan pembuluh darah masih baru pada sistem biometrika. Dengan letak pembuluh darah yang berada pada bagian dalam tubuh membuatnya sulit untuk diduplikasikan. Sistem biometrika dengan pembuluh darah dapat digunakan pada sistem keamanan.

Pada penelitian ini ekstraksi ciri yang dilakukan dengan *sampling point* mendapatkan hasil yang baik ditinjau. Jarak *sampling* yang digunakan adalah 3 piksel. Pada metode pencocokan ICP, parameter *threshold outlier* 0,08 mendapatkan hasil lebih baik dibandingkan dengan 0,5 dan 1. Dengan *setting* jarak *sampling point* set 3 piksel dan *threshold outliers* 0,08 memberikan hasil akurasi 94%. Nilai akurasi dapat ditingkatkan dengan melakukan percobaan perubahan *threshold* yang dekat dengan 0,08.

Penggunaan sistem biometrika sebagai sistem keamanan harus dapat mengatasi adanya data yang tidak dikenal. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan *threshold* sebagai batas untuk melakukan penolakan dan penerimaan. Nilai EER yang dihasilkan yaitu 0,1 atau sekitar 10%.



Daftar Pustaka:

- [1] Al-juboori, Ali Mohsin., Bu, Wei., Wu, Xinagqian., and Zhao Qiushi, "Palm Vein Verification Using Gabor Filter," IJCSI Vol. 10, Issue 1, No 1, January 2013.
http://www.biometricnewsportal.com/palm_biometrics.asp.
- [2] Karne, Ashwini S., and Naval Gund, S. S., "Implementation of an Image Thinning Algorithm using Verilog and MATLAB", International Journal of Current Engineering and Technology, 2013.
- [3] Baker, Kirk, "Singular Value Decomposition Tutorial", March 29, 2009, revised January 14, 2013.
- [4] Besl, P.J., McKay, N.D., "A Method for Registration of 3-D Shapes", IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 14(2), 1992.
- [5] Chen, Haifen., Lu, Guaming., Wang, Rui., "A New Palm Vein Method Based on ICP Algorithm," ICIS, 2009, Seoul, Korea.
- [6] Goh kah Ong, Michael., Tee, Connie., and teoh beng Jin, Andrew, "Touch-Less Palm Print Biometric System", VISAPP 2008, Multimedia University, Malaysia.
- [7] Heydarzadegan, Ali., Moradi, Mohsen., Moradi, Mehrdad., Toorani, Alireza., "Biometric Recognition Systems: A Survey," IRJABS 2013.
- [8] Kjer, Hans Martin., and Wilm, Jacob, "Evaluation of Surface Registration Algorithms for PET Motion Correction", Kongens Lyngby, 2010, Technical University Denmark.
- [9] Mirmohamadsadeghi, Leila and Drygajlo, Andrzej, "Palm Vein recognition with Local Binary Patterns and Local Derivative Patterns."
- [10] Mona A. Ahmed, Hala M. Ebied, El-Sayed M. El-Hobaty dan Abdel-Badeeh M. Salem, "Analysis of Palm Vein Pattern Recognition Algorithm and Systems," vol 1, Cairo, Egypt, 2013.
- [11] Putra, Darma, "Sistem Biometrika, Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika," Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- [12] Sutoyo, T., Mulyanto, Edy., Suhartono, Dr. Vincent., Nurhayati, Oky Dwi., and Wijanarto, "Teori Pengolahan Citra Digital," 2009, Penerbit Andi: Yogyakarta.
- [13] Ulfah, Mia Maria, "Identifikasi Manusia Melalui Pembuluh Darah Telapak Tangan berbasis Pengolahan Digital dan Klasifikasi KNN," 2013.
- [14] Wong, Kenneth., Lee, Bosco., Lai, Thomson., and Shum, Frankie, "Analysis of Palm Vein Biometric System".
- [15] Zhang, Y.B., Li, Q., You, J., Bhattacharya P., "palm Vein Extraction and Matching for Personal Authentication", VISUAL 2007, LNCS 4781, Springer, Heidelberg, 2007, pp. 154-164.
- [16] "Palm Vein Biometric Systems," BiometricNewsportal, 2006. [Online].
- [17] "What are Biometrics," BiometricNewsportal, 2006. [Online].
http://www.biometricnewsportal.com/biometrics_definition.asp.