

Sistem Identifikasi Individu berbasis *Palm Vein* dengan Metode *Local Binary Pattern*

Personal Identification System based Palm Vein using Local Binary Pattern Method

Rifqi Luthfil Hadi¹, Tjokorda Agung Budi Wirayudha, S.T., M.T.², Mahmud Dwi Sulistyono, S.T., M.T.³

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

¹rifqi.luha@gmail.com, ²cokagung@telkomuniversity.ac.id, ³mahmuddwis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Biometrik kini berkembang sebagai suatu langkah alternative dalam sistem autentikasi user dengan menerapkan representasi ciri individu sebagai suatu alat identifikasi seseorang dalam mengakses sistem yang merupakan hak akses mereka. *Palm vein* merupakan salah satu *biometrik-feature* yang dapat diadaptasi sebagai suatu alat identifikasi pengenalan individu, karena memiliki pola maupun struktur vein yang khas yg membedakan suatu individu dengan individu lainnya serta memiliki kehandalan tersendiri jika dibandingkan dengan ciri biometrik lainnya, karena *palm vein* terletak pada bagian dibawah kulit, sulit untuk dilihat dengan mata telanjang ataupun kamera biasa. Dengan menerapkan metode LBP sebagai algoritma ekstraksi ciri pada citra *palm vein* dan *histogram intersection* pada proses pencocokan dengan rasio data model dan data uji adalah 3:3, performansi sistem mampu menghasilkan nilai FAR dan FRR sebesar 0.006666667 dan 0.0033333, dengan *recognition rate* mencapai 98%.

Kata kunci: biometrika, identifikasi, palm vein, local binary pattern

Abstract – *Biometric has now evolved as an alternative step in the user authentication system by applying the representation of individual characteristics as a means of identifying a person in accessing the system which is their access rights. Palm vein biometric is one feature that can be adapted as a means of identification of individual recognition, because it has a pattern and a typical vein structure that distinguishes an individual to another individual and has its own reliability when compared to other biometric characteristics, since palm vein located on the under the skin, it is difficult to see with the normal eyes or a regular camera. By applying the method of LBP as feature extraction algorithms on palm vein image and histogram intersection in the matching process with ratio of model data and testing data is 3:3, the performance of the system is able to generate value for FAR and FRR are 0.003333 and 0.006666667, the recognition rate of the system reaches 98%.*

Keywords: biometric, identification, palm vein, local binary pattern

I. PENDAHULUAN

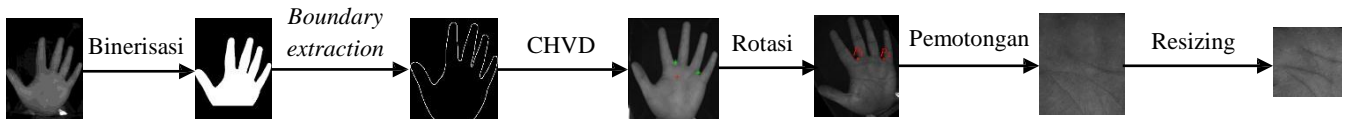
Sistem autentifikasi memerlukan tingkat keamanan yang tinggi dalam mengatasi dan meminimalisir tingkat peretasan dan pemabajakan terhadap hak akses sistem. Penggunaan password, pin, token dan lainnya marak digunakan sebagai salah satu alat untuk mengakses layanan maupun sistem yang merupakan hak akses milik mereka sendiri. Penggunaan password tidak memastikan sebagai ciri dari suatu identitas individu tertentu, sehingga memungkinkan individu lain dapat mengakses suatu layanan maupun sistem yang bukan merupakan hak akses nya dengan berbekal password korban yang dimilikinya untuk mengakses layanan tersebut [2].

Sistem biometrik hadir sebagai suatu alternative dalam sistem rekognisi berdasarkan ciri dan perilaku suatu individu. Biometrik merupakan alternative yang sifatnya unik dan melekat pada setiap individu, setiap individu memiliki ciri biometrika yang unik dan berbeda dengan individu lainnya, sehingga biometrik memiliki tingkat keamanan yang tinggi jika dibandingkan dengan pengguna kunci autentifikasi, karena sistem akan mengenali user berdasarkan ciri biometrika suatu individu yang sah. Dengan pemanfaatan biometrik, memungkinkan suatu sistem mengenali individu berdasarkan 'who she is' bukan dengan 'what she possesses' [2].

Salah satu ciri individu yang mampu diterapkan pada sistem biometrik adalah *palm vein*. *Palm vein* diketahui memiliki pola struktur khusus yang dapat diambil sebagai representasi ciri dari suatu individu, sehingga mampu diterapkan pada aplikasi biometrik. *Palm vein* memiliki kehandalan tersendiri jika dibandingkan dengan ciri biometrik lainnya, salah satu nya sulit untuk ditiru atau dipalsukan, karena *palm vein* itu sendiri terletak pada bagian dibawah kulit, sulit untuk dilihat dengan mata telanjang ataupun kamera biasa, Penelitian akan *palm vein* sebagai representasi ciri individu pada sistem biometrik telah banyak dilakukan dan masih berkembang hingga kini [1][4][5][6]. Sehingga penulis memutuskan untuk mengangkat penelitian dalam membangun sistem identifikasi individu berbasis *palm vein* sebagai representasi ciri biometrika dengan menerapkan algoritma LBP sebagai metode ekstraksi ciri dengan harapan akan menghasilkan performansi sistem yang lebih baik.

II. PREPROCESSING

Dalam mendapatkan pola unik dari citra *palm vein*, dibutuhkan suatu pendekatan metode untuk memperoleh citra yang terkandung tekstur pola *vein* yang kaya dari setiap telapak tangan *user*. Salah satunya melalui pendekatan *Region Of Interest (ROI)*, proses kerja ROI secara keseluruhan yaitu dengan mengekstraksi pola tekstur *vein* yang dibutuhkan sebelum diproses pada sistem biometrik, pola tangan utuh diekstraksi menjadi citra 4 persegi dari posisi bagian tengah pada telapak tangan yang mengandung pola tekstur *vein* yang dibutuhkan, dengan mengacu pada titik koordinat *valley* yang terletak ditengah-tengah antara jari yang satu dengan jari yang lainnya pada telapak tangan utuh, titik koordinat diterapkan sebagai acuan *boundary* dari ukuran citra persegi yang diekstraksi [9].



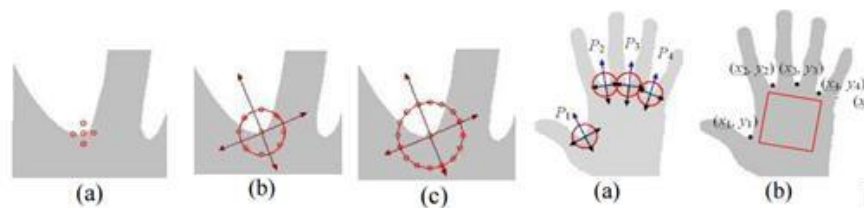
Gambar 1 – Diagram konseptual *preprocessing*

A. Pengambilan ROI dengan CHVD

CHVD intinya melakukan pencarian titik lembah (*valley*) sebelum dilakukan pemotongan, dengan melakukan pengecekan terhadap titik-titik *current point* sebagai kandidat titik *valley* yang akan dibutuhkan, proses pengecekan meliputi 4 kondisi pengecekan CHVD sebagai syarat penentuan titik *current point* sebagai titik *valley*, berikut merupakan tahapan dari keempat proses yang harus dilalui [9]:

Berikut ini merupakan empat kondisi yang harus terpenuhi oleh *current point* untuk dijadikan kandidat *valley point* pada algoritma CHVD [10]:

1. Melakukan pengecekan pada jumlah *checking point* yang berada pada *hand region* maupun *non hand region*, jika jumlah *checking point* yang berada pada area *non hand region* sebesar 1 maka titik *current point* tersebut merupakan calon titik lembah dan disimpan untuk dilakukan pengecekan pada kondisi berikutnya [9].
2. Pada kondisi ini jumlah *checking point* ditambah menjadi total 8 titik *checking point*. Jarak antara *checking point* dengan *current point* bertambah menjadi β (*beta*) + α (*alpha*). Syarat yang harus dipenuhi pada kondisi kedua adalah hanya ada paling tidak satu atau tidak lebih dari empat *checking point* yang terletak pada area bukan telapak tangan (*non hand region*). Selanjutnya jika kondisi kedua terpenuhi maka titik *current point* disimpan dan dilakukan proses pengecekan pada kondisi berikutnya [9].
3. Pada kondisi ketiga jumlah *checking point* bertambah menjadi 16 titik *checking point*. Dan jarak antara *checking point* dan *current point* menjadi β (*beta*) + α (*alpha*) + μ (*mu*). Syarat yang harus dipenuhi pada kondisi ketiga ini adalah paling tidak ada satu dan tidak lebih dari tujuh *checking point* yang terletak pada area bukan telapak tangan (*non hand region*), dimana sisanya terletak pada area telapak tangan (*hand region*). Jika kondisi ketiga terpenuhi maka titik *current point* disimpan untuk dilakukan pengecekan pada kondisi keempat [9].
4. Pada kondisi keempat dilakukan penarikan garis lurus dari titik *current point* pada area *non hand region*, jika garis tersebut tidak melewati area telapak tangan, maka titik *current point* dapat ditetapkan sebagai titik lembah (*valley*). Setelah melalui 4 kondisi tersebut maka akan didapatkan 4 titik lembah pada area telapak tangan sebagai titik acuan dalam proses pemotongan ROI telapak tangan [9].



Gambar 2 (a) Pengecekan Kondisi 1; (b) Pengecekan Kondisi 2; (c) Pengecekan Kondisi 3; (a,b) Pengecekan Kondisi 4

B. Rotasi

Rotasi dilakukan untuk mengatasi adanya variasi pose atau orientasi telapak tangan. Rotasi dilakukan dengan cara memutar citra sebesar sudut tertentu (θ) yang didapat dari persamaan trigonometri di bawah ini:

$$(\text{---}) \tag{1}$$

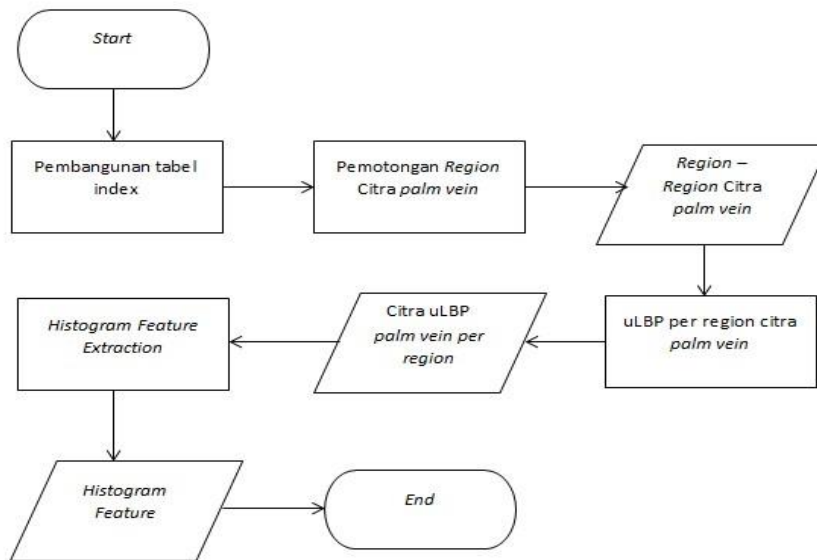
Titik x_1 dan y_1 merupakan koordinat piksel dari titik referensi P_1 sedangkan titik x_2 dan y_2 merupakan koordinat piksel dari titik referensi P_2 .

C. Resizing Image

Proses penyesuaian ukuran pada citra *palm vein* bertujuan untuk menyetarakan seluruh citra *palm vein* yang diolah sehingga menghindari perbedaan fitur hasil ekstraksi citra *palm vein* yang dihasilkan, serta mempermudah dalam proses pemotongan citra menjadi bagian region-region lebih kecil. Pada tugas akhir ini penulis menetapkan ukuran citra *palm vein* yang akan disesuaikan yaitu 236x236.

III. EKSTRAKSI CIRI MENGGUNAKAN uLBP

Proses ekstraksi ciri dilakukan dengan metode *uniform local binary pattern* yang merupakan bentuk pengembangan dari *local binary pattern*, alur pemrosesan ekstraksi ciri akan dideskripsikan melalui flowchart dibawah ini :



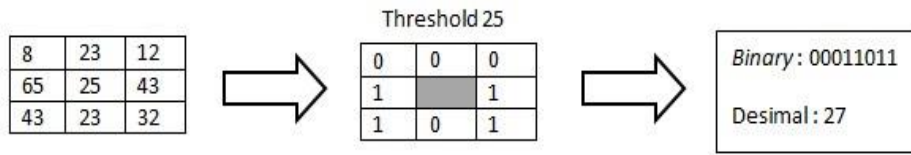
Gambar 3 Flow Chart proses Ekstraksi Ciri

Adapun langkah-langka yang dilakukan pada proses ekstraksi ciri diantaranya:

1. Pembangunan tabel index
Tabel index merupakan domain utama yang diperlukan sebagai media penyimpanan calon nilai pixel pada metode uniform LBP, implementasinya setelah dilakukan proses LBP maka konversi nilai desimal dari deretan bit hasil perbandingan ketetangaan pada LBP akan *dimapping* pada tabel index yang telah dibangun. Pada *uniform LBP* nilai tabel index akan dimasukkan dengan nilai kemunculan *uniform pattern* (transisi \leq 2) dan *non-uniform pattern* (transisi $>$ 2), contoh, bilangan desimal 0 dengan deretan biner 00000000 (transisi 0) akan disimpan nilai 1 pada tabel index, bilangan 1 dengan deretan biner 00000001 (transisi 2) akan disimpan nilai 2 pada tabel index, bilangan 3 dengan deretan biner 00000011 (transisi 2) akan disimpan nilai 3 pada tabel index, begitu kelipatan 1 seterusnya untuk *uniform pattern*, sedangkan untuk *non-uniform pattern*, dengan contoh bilangan 5 dengan deretan biner 00000101 (transisi 4) akan disimpan nilai tunggal yaitu bilangan 0 pada tabel index.
2. Pemotongan Region citra *Palm Vein*
Pada implementasinya citra *palm vein* dibagi menjadi beberapa potongan bagian kecil (*local feature*) kemudian mengekstraksi LBP untuk setiap *region* dan mengambil *feature* berupa *histogram* dari masing-masing *region* yang merepresentasikan *global feature* dari citra *palm vein*. Pada tugas akhir ini penguji melakukan pembagian 16 potong *region* pada citra *palm vein* sebelum dilakukan proses ekstraksi ciri.

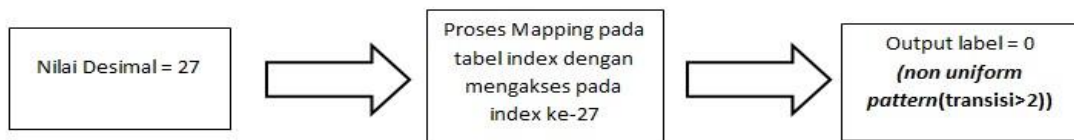
3. *uLBP*

ulbp merupakan bentuk pengembangan dari metode LBP, proses implementasinya serupa dengan LBP, dimana dilakukan perbandingan ketetanggaan kemudian dihasilkan deretan bit yang dikonversi menjadi bilangan desimal.



Gambar 4 Proses LBP

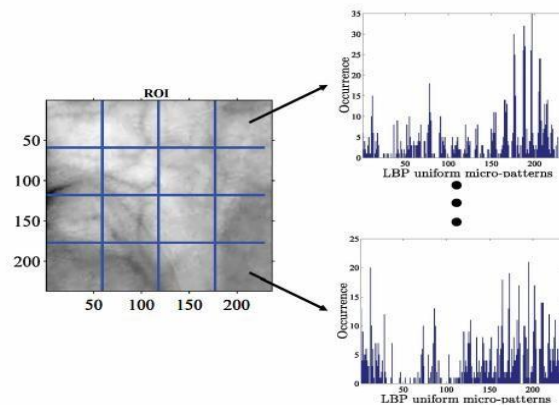
Yang menjadi pengembangan dari *uLBP* adalah nilai desimal dari proses LBP yang dihasilkan dilakukan *mapping* terhadap tabel index yang telah dibangun, hasilnya berupa output label tabel index dari proses *mapping*, selanjutnya nilai pixel dari nilai tengah pemrosesan LBP dikonversi menjadi nilai hasil *mapping* yang dilakukan.



Gambar 5 Proses uLBP

4. *Histogram Extraction*

Pada tahapan ini hasil pemrosesan uLBP pada setiap *region* citra *palm vein* yang telah dilakukan seluruhnya, selanjutnya *feature* didapatkan dengan mengambil histogram untuk setiap *regionnya*, nilai histogram untuk setiap *region* digabungkan dan disambungkan (*concatenated*) menjadi satu *feature* yang mencakup nilai *histogram* dari setiap *region*, dalam tugas akhir ini dari 16 *region* akan diambil nilai histogramnya dan dikumpulkan dalam satu *feature* yang menggabungkan histogram 16 *region*.



Gambar 6 Ekstraksi Hisotgram dan Penggabungan *feature histogram* [1]

IV. PENCOCOKAN

Pencocokan antara dua citra *palm vein* dilakukan untuk menentukan kemiripan antara dua citra tersebut dengan tujuan menentukan status teridentifikasi antara satu citra dengan citra yang lainnya dan antara satu individu dan individu lainnya. Dan proses Identifikasi yaitu proses pencocokan *one to many* dimana sistem akan mencari semua model ciri *palm vein* yang telah disimpan dalam sistem untuk menentukan identitas seseorang atau kepemilikan data citra *palm vein* (*whose biometrik data is this?*)

A. *Similarity Measurement*

Metode *Histogram Intersection* dipilih sebagai metode pengukuran kemiripan dua citra untuk melakukan proses *matching* dalam mengidentifikasi atau mengenali citra *palm vein* yang dibandingkan, dalam penerapannya *Histogram Intersection* memiliki performansi yang baik dalam sistem identifikasi, karena tidak perlu untuk memisahkan antara *foreground* dengan *background* nya serta dapat bekerja dengan baik pada perubahan bentuk pencahayaan apapun pada citra tersebut [3] [13].

$$I(P, Q) = \frac{\sum \min(p_i, q_i)}{\sum p_i + \sum q_i} \quad (2)$$

Dimana P dan q merupakan dua histogram yang dibandingkan, dan i adalah setiap bin *histogram* nya [13].

B. Keputusan

Dalam sistem biometrika sistem akan memproses data uji apakah data uji memenuhi atau terdaftar yang artinya diterima oleh sistem ataupun tidak terdaftar atau ditolak oleh sistem. Proses penerimaan dan penolakan ini dapat diterapkan melalui nilai ambang batas atau *threshold* yang ditetapkan pada sistem. Jika hasil proses pencocokan data uji melebihi atau sama dengan ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan, maka data uji tersebut artinya terdaftar dan diterima oleh sistem, begitu pula dengan sebaliknya, jika hasil proses pencocokan kurang dari nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan, maka sistem akan menolak dan menganggap data tersebut tidak terdaftar dalam sistem.

Proses penentuan nilai ambang batas (*threshold*) dilakukan dengan melakukan perhitungan sebelumnya, yaitu pada proses pertama adalah mencari nilai *threshold array* (TA) dengan menghitung *histogram intersection* antar model ciri pada data model untuk masing – masing individu.

$$(3)$$

Kemudian dengan mencari nilai minimum dan maksimum dari nilai *threshold array* yang telah dikumpulkan sebelumnya. Sehingga dapat dihitung nilai delta dengan formula sebagai berikut :

$$\Delta = \frac{\max(TA) - \min(TA)}{\max(TA) + \min(TA)} \quad (4)$$

$$\text{Threshold} = \frac{\max(TA) + \min(TA)}{2} \quad (5)$$

Nilai *threshold* didapat dengan persamaan :

$$\text{Threshold} = \text{Threshold} + \Delta \quad (6)$$

Threshold optimal yang kemudian ditetapkan seagai *threshold* sistem diperoleh dengan membandingkan selisih nilai FAR dan FRR atau nilai *equal error rate* pada perpotongan FAR dan FRR di kurva ROC.

V. HASIL DAN ANALISIS

Pengujian pada sistem biometrika dilakukan dengan menguji variasi parameter untuk mencari konfigurasi optimal dalam mendapatkan performansi akurasi terbaik. Dalam pengujian ini *dataset* dipisahkan dalam data model dan data uji, rasio antara data model dan data uji adalah 3:3, dimana jumlah data model dengan jumlah 100 individu dan 3 data ciri untuk setiap individu, dengan label 01,03, dan 05. Sedangkan untuk data uji jumlah data uji dengan jumlah 100 individu dan 3 data ciri untuk setiap individu, dengan label 02,04, dan 06.

A. Dataset

Adapun dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah CASIA Multi-Spectral Palmprint Database v1.0 yang terdiri dari citra *palmvein* (iluminator 850 nm) berukuran 768 x 576 piksel milik 100 individu dengan ID 001 – 100, 6 sampel per individu dengan label 01 – 06, dan menggunakan tangan sebelah kiri saja.

B. Pengukuran Performansi

Pengukuran performansi dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan akurasi, FAR, dan FRR. Akurasi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN}} \quad (7)$$

sedangkan FAR dan FRR dihitung menggunakan rumus:

$$\text{FAR} = \frac{FP}{FP + FN} \quad (8)$$

$$\text{FRR} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (9)$$

C. Parameter LBP

Tujuan dilakukannya proses pengujian ini yaitu untuk mendapatkan parameter P (ketetanggaan) dan R (radius) pada metode LBP yang optimal. Dengan menunjukkan hasil akurasi yang diperoleh, data testing dianggap telah terdaftar seluruhnya pada sistem, berikut merupakan tabel hasil perhitungan akurasi sistem dengan bentuk perubahan nilai parameter yang diuji :

Tabel 1 Tabel Pengujian parameter 8 ketetanggaan

No	Parameter	Data Model	Data Test	Akurasi	Rata-Rata
1	P=8; R=1	300	300	93.33%	96.47%
2	P=8; R=4	300	300	95.67%	
3	P=8; R=5	300	300	97.00%	
4	P=8; R=6	300	300	98.00%	
5	P=8; R=12	300	300	98.33%	

Tabel 2 Tabel Pengujian parameter 16 ketetanggaan

No	Parameter	Data Model	Data Test	Akurasi	Rata-Rata
1	P=16; R=4	300	300	76.00%	76.20%
2	P=16; R=5	300	300	75.33%	
3	P=16; R=7	300	300	76.00%	
4	P=16; R=8	300	300	76.67%	
5	P=16; R=9	300	300	77.00%	

Dengan melihat bahwa akurasi terbaik didapat jumlah radius sebesar 12 dan 8 ketetanggaan, sehingga dapat dikatakan dengan 8 jumlah ketetanggaan (P=8) dan jumlah radius 12 (R=12) merupakan parameter optimal untuk konfigurasi LBP.

D. Jumlah Region

Tujuan dilakukan pengujian ini ialah untuk mendapatkan jumlah *region* yang optimal dalam membagi citra *palm vein* menjadi bagian-bagian citra yang lebih kecil. berikut merupakan tabel hasil perhitungan akurasi sistem dengan bentuk perubahan jumlah region yang diuji :

Tabel 3 Tabel Pengujian Jumlah Region

No	Jumlah Region	Data Model	Data Test	Akurasi
1	4	300	300	93.33%
2	16	300	300	98.33%
3	64	300	300	93.00%

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran akurasi terhadap jumlah region yang diujikan, diketahui bahwa akurasi terbaik diperoleh 98.33% untuk 16 jumlah *region*, sehingga diperoleh jumlah 16 region merupakan jumlah region optimal dengan tingkat akurasi sebesar 98.33%.

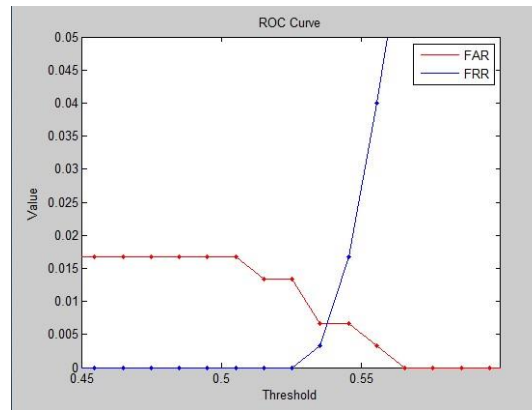
E. Nilai *Threshold* dan Performansi

Pengujian dilakukan dengan menguji performansi sistem dengan menghitung tingkat *equal error rate* dari sistem, *equal error rate* diperoleh dengan menunjukkan titik perpotongan FAR dan FRR pada kurva ROC, FAR dan FRR diperoleh dengan nilai *threshold* yang menentukan keputusan penerimaan dan penolakan sistem. Terdapat *variable* yang menunjukkan jumlah *threshold* yang diuji ($N: 1,2,3,\dots$). Nilai yang diujikan diantaranya 25,50,75,dan

100. Berikut merupakan hasil pengujian *threshold* optimal untuk masing-masing nilai yang diujikan dengan menunjukkan performansi FAR dan FRR dari sistem :

Tabel 4 Tabel pengukuran FAR dan FRR terhadap *threshold*

No		<i>Threshold</i>	FAR	FRR	Selisih
1	25	0.55552938	0.003333333	0.04	0.036667
2	50	0.53530564	0.006666667	0.003333	0.003333
3	75	0.54878813	0.003333333	0.03	0.026667
4	100	0.55047345	0.003333333	0.03	0.026667



Gambar 7 Kurva ROC

Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran performansi FAR dan FRR sistem dengan menetapkan *threshold* yang optimal untuk masing-masing nilai . Nilai *threshold* 0.53530564 ditetapkan sebagai *threshold* optimal selain dengan menganalisis nilai tekecil dari FAR dan FRR juga dilakukan dengan melihat selisih terkecil antara nilai FAR dan FRR. Hal ini dikarenakan selain dengan mencari nilai FAR dan FRR terkecil dilain hal juga dipertimbangkan keseimbangan performansi sistem untuk nilai FAR dan FRR. Hal ini diperoleh dengan mencari *equal error rate* yang menunjukkan perpotongan FAR dan FRR pada kurva ROC.

Tabel 5 Tabel Recognition Rate

<i>Threshold</i>	<i>Recognition Rate</i>
0.53530564	98%

Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian recognition rate dalam proses identifikasi *palm vein* dengan nilai threshold 0.53530564. Sistem mampu mengenali 94 individu dari 100 individu yang diujikan.

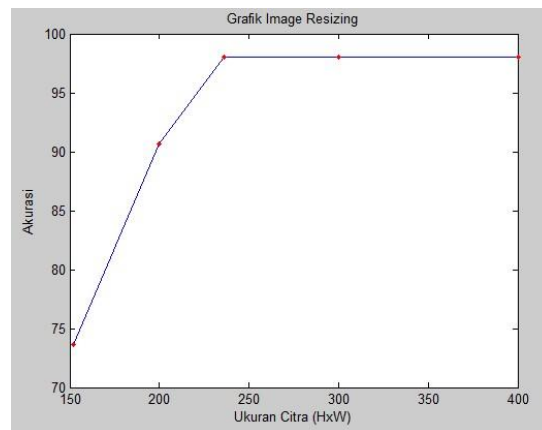
F. Ukuran Citra

Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan observasi terhadap variasi ukuran untuk data citra *palm vein*. ukuran data citra *palm vein* pada sistem telah ditetapkan pada ukuran 236x236. Untuk itu pengujian akan dilakukan dengan merubah ukuran data citra *palm vein* pada ukuran variasi yang berbeda dalam melihat pengaruhnya terhadap perubahan akurasi sistem, berikut merupakan hasil pengujian untuk variasi ukuran data citra *palm vein* :

Tabel 6 Tabel Pengujian Resizing Image

No	<i>Image Size</i> (Baris x Kolom)	<i>Recognition Rate</i>
1	152 x 152	73.67%
2	200 x 200	90.67%
3	236 x 236	98%
4	300 x 300	98%
5	400 x 400	98%

Tabel 7 Grafik Pengaruh Ukuran citra terhadap tingkat akurasi sistem



Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dianalisis bahwa penurunan ukuran citra *palm vein* mempengaruhi tingkat akurasi sistem dengan penurunan akurasi pada ukuran 200x200 dengan 90.67% dan 152x152 dengan 73.67%. sedangkan pada peningkatan ukuran citra *palm vein* bahwa tidak adanya perubahan nilai akurasi baik itu peningkatan dan penurunan, tingkat akurasi sistem konstan diangka 98 % untuk ukuran 300x300 maupun 400x400.

G. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah dibahas mengenai sistem identifikasi individu berbasis *Palm Vein* Menggunakan algoritma ekstraksi ciri uLBP, sistem mampu menghasilkan performansi tingkat akurasi dengan baik, dengan Nilai *threshold* optimal ditetapkan pada besaran 0.53530564 menghasilkan besaran FAR dan FRR sistem berturut-turut 0.00666667 dan 0.003333. dengan nilai *threshold* tersebut *recognition rate* pada sistem dengan rasio data model dan data uji 3:3 mencapai 98%. Saran Dalam penelitian ini ukuran penyesuaian data citra ditetapkan secara manual dan menimbulkan keutuhan data citra berubah, untuk itu diharapkan dalam pengembangannya penyesuaian ukuran citra dapat disesuaikan secara adaptif maupun dinamis. Diharapkan dalam pengembangannya sistem mampu mengatasi masalah *scaling* dan rotasi pada citra *palm vein*. Mengembangkan proses pemotongan ROI yang lebih baik dikarenakan pada tugas akhir ini masih terdapat beberapa proses ROI manual disebabkan hasil pemotongan yang kurang maksimal.

REFERENSI

- [1] Mirmohamadsadeghi, L., & Drygajlo, A. (2011). Palm Vein Recognition with Local Binary Patterns and Local Derivative Patterns. *Biometriks (IJCB) International Joint Conference on Biometriks Compendium, IEEE*.
- [2] Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (2004). An Introduction to Biometrik Recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 14, No 1.
- [3] Swain, M. J., & Ballard, D. H. (1991). Color Indexing. *International Journal of Computer Vision*, 7:1, 11-32 .
- [4] Fischer, M., Rybnicek, M., & Tjoa, S. (2012). A novel Palm Vein Recognition Aproach Based On Enhanced Local Gabor Binary Patterns Histogram Sequence. *Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), 2012 19th International Conference on*.
- [5] Mona, A. A., Hala M. E., El-Sayed M. E., & Abdel-Badeeh, M. S. (2013). Analysis of Palm Vein Pattern Recognition Algorithms and Systems. *International Journal of Bio-Medical Informatics and e-Health*, Volume 1, No.1.
- [6] Zhou, Y., & Kumar, A. (2010). Contactless Palm Vein Identification using Multiple Representations. *Biometriks: Theory Applications and Systems (BTAS), 2010 Fourth IEEE International Conference on Biometriks Compendium, IEEE*
- [7] Lubis, A. M., Joson, J., Zullidar, M., & Gunawan, A. A. S. *Pengembangan Aplikasi Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Local Binary Pattern Dengan Variasi Posisi Wajah*. Jakarta : Universitas Bina Nusantara.
- [8] Khan, M. H., Subramanian, R. K., & Khan, N. A. M. (2009). Low Dimensional Representation of Dorsal Hand Vein Features Using Principle Component Analysis (PCA). *World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol:3*.

- [9] Ong, M. G. K., Tee, C., & Jin, A. T. B. (2008). Touch-less Palm Print Biometric System. *International Conference on Computer Vision Theory and Applications*.
- [10] Malik, D., Girgdhar, D., Dahiya, R., & Sainarayanan, G. (2014). Reference Threshold Calculation for Biometric Authentication. *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*, 2014, 2, 46-5.
- [11] Mohamed, A. A., & Yampolskiy, R. V. (2011). An Improved LBP Algorithm for Avatar Face Recognition. [*Information, Communication and Automation Technologies \(ICAT\), 2011 XXIII International Symposium*](#).
- [12] Pietikainen, M., Hadid, A., Zhao, G., & Ahonen, T. (2011). Local Binary Patterns for Still Image. [*Computational Imaging and Vision* Volume 40, 2011, pp 13-47](#).
- [13] Sachdeva, K., & Vinochia, O. P. (2014). A Comparative Study of Factors Affecting Performance of Local Binary Pattern (LBP) Variant along with Distance Metrics for Face Recognition. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 5, Issue 1, January-2014.