

Identifikasi Biometrika Telapak Tangan Menggunakan Metode Pola Busur Terlokalisasi, Block Standar Deviasi, dan K-Means Clustering

Dwi Rusjyanthi

Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Udayana
e-mail: d3kw1k@gmail.com

Abstrak

Sistem identifikasi biometrika telapak tangan merupakan sistem pengenalan diri otomatis dengan teknologi komputer. Keperluan keamanan yang handal pada beberapa aplikasi seperti kartu identitas nasional, kontrol akses, menjadi alasan pengembangan sistem identifikasi biometrika. Telapak tangan digunakan untuk pengenalan biometrik karena memiliki karakteristik yang unik, mudah diakuisisi, sulit dipalsu, dan cenderung stabil. Ekstraksi ciripada penelitian ini menggunakan metode pola busur terlokalisasi, metode block standar deviasi, ataupun kombinasi kedua metode. Metode yang juga diterapkan yaitu metode block dan k-means. Pengujian sistem identifikasi ini menggunakan 750 sampel telapak tangan milik 150 orang, dengan 3 sampel acuan dan 2 sampel uji. Tingkat akurasi mencapai 94%, yang diperoleh menggunakan metode kombinasi ternormalisasi dengan scaling dan koefisien pengali ($\alpha = 0.7$ dan $\beta = 0.3$). Proses clustering dengan penggunaan algoritma k-means menghasilkan tingkat akurasi yang lebih kecil yaitu 92% pada metode block standar deviasi, juga pada metode kombinasi ternormalisasi dengan scaling dan koefisien pengali ($\alpha = 0.6$ dan $\beta = 0.4$). Penerapan k-means untuk clustering menghasilkan penghematan waktu mencapai 45.04% pada metode block standar deviasi.

Kata kunci: identifikasi, telapak tangan, metode pola busur terlokalisasi, metode block standar deviasi, metode k-means

Abstract

The palmprint biometric identification is an automatic personal recognition by computer technology. Requirement of reliable security system on several applications such as national identity card, access control become the reason of biometric identification system development. Palmprint is used for biometrics recognition because it has unique characteristics, easily acquired, hard falsified, and tends to be stable. Feature extraction used localized arc pattern method, standard deviation block method, combination of both methods and utilized block and k-means methods as well. Examination of this identification system used 750 palmprint samples from 150 people, with 3 reference samples and 2 testing samples. The accuracy rate reaches 94%, obtained by combination method which normalized with scaling and multiplier coefficient ($\alpha = 0.7$ and $\beta = 0.3$). Clustering process with the use of k-means algorithm produces a smaller level of accuracy that is equal to 92%, by block standard deviation method, also by combination method which normalized with scaling and multiplier coefficient ($\alpha = 0.6$ and $\beta = 0.4$). Application of k-means for clustering process generate savings in time of up to 45.04% by standard deviation block method.

Keywords: identification, palmprint, localized arc pattern method, standard deviation block method, k-means method

1. Pendahuluan

Sistem pengenalan diri adalah sistem untuk mengenali identitas seseorang secara otomatis dengan teknologi komputer. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan sistem, sehingga kemampuan sistem pengenalan diri dalam mengenali target secara tepat sangat

penting. Metode yang masih banyak digunakan untuk identifikasi adalah metode konvensional (sistem tradisional), yaitu berdasarkan sesuatu yang diketahui (*personal identification number* (PIN) dan *password*), atau sesuatu yang dimiliki (dokumen identifikasi dan kunci). Metode ini tidak lagi sesuai untuk memenuhi permintaan yang terus berkembang terhadap keamanan yang handal pada beberapa aplikasi seperti kartu identitas nasional, masuk ke perbatasan suatu negara, kontrol akses, dan lain-lain. Metode konvensional tidak menjamin keadaan yang benar-benar aman, karena dokumen identifikasi atau kunci dapat hilang atau dicuri, sedangkan PIN atau *password* dapat dikomunikasikan atau dilupakan oleh pemiliknya. Hal ini menjadi alasan pengembangan pengenalan biometrika, yang berdasarkan karakter fisik seperti sidik jari, bentuk geometris tangan, retina mata, ciri-ciri wajah, DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*), dan selaput jala, ataupun perilaku seseorang seperti suara, tanda tangan, dan cara berjalan. Karakteristik ini sulit untuk diduplikasi, sulit digunakan secara bersama-sama, dan sulit untuk dilupakan. Pengenalan biometrika ini diharapkan mampu meminimalisasi kelemahan-kelemahan yang ada pada sistem identifikasi konvensional.

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, titik delta, dan ciri-ciri minusi. Ciri geometri mudah dipalsu, ciri titik delta dan minusi pada sidik jari hanya dapat dihasilkan dari citra resolusi tinggi [1]. Garis-garis prinsip dan kusut, yang sering disebut dengan ciri-ciri garis saja, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan ciri-ciri yang dihasilkan biometrik lainnya, antara lain: dapat diperoleh dari citra resolusi rendah, sulit dipalsu, dan ciri-ciri garis telapak tangan bersifat stabil karena sedikit mengalami perubahan dalam kurun waktu lama [1].

Kelebihan-kelebihan dari karakteristik telapak tangan menyebabkan telapak tangan mulai diminati dan diteliti. Kelebihan ini merupakan alasan mengapa pada penelitian ini digunakan biometrika telapak tangan. Beberapa penelitian terkait pengenalan pola telapak tangan dengan cara berbeda-beda untuk memperoleh ciri telapak tangan diantaranya [2] dengan metode deteksi garis dan operasi blok, [3] dengan operasi *sobel* dan morfologi, [4] dengan memisahkan sekumpulan titik ciri sepanjang garis utama telapak tangan, [5] menggunakan metode tapis *gabor* 2D, serta [6] menggunakan transformasi *wavelet*.

Identifikasi biometrika pada penelitian ini mencoba menggunakan metode yang berbeda dari metode yang telah dipergunakan pada penelitian sebelumnya untuk memperoleh pola/fitur dari telapak tangan, metode tersebut yaitu metode pola busur terlokalisasi (*localized arc pattern method*). Metode ini telah berhasil diterapkan pada penelitian terkait pengenalan tulisan tangan [7] dan [8], serta pengenalan aksara Bali cetak [9]. Hal ini yang mendukung penggunaan metode ini untuk memperoleh fitur/ciri telapak tangan. Terdapat metode lain yang digunakan untuk ekstraksi ciri yaitu metode *block* standar deviasi. Metode tambahan pada penelitian ini diantara metode *block* dan *k-means*, dimana metode *block* digunakan untuk meningkatkan akurasi sistem, sedangkan metode *k-means* berfungsi untuk proses *clustering*. Penggunaan metode pola busur terlokalisasi dan metode *block* standar deviasi diharapkan mampu menemukan fitur telapak tangan pada sistem pengenalan biometrika ini, dan metode tambahan yang digunakan diharapkan mampu mendukung unjuk kerja sistem pada penelitian ini. Sistem yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan mampu meminimalisasi kekurangan pada metode identifikasi konvensional, juga dapat mendukung pemenuhan kebutuhan keamanan yang handal pada beberapa aplikasi.

2. Kajian Pustaka

2.1 Normalisasi terhadap Intensitas

Normalisasi terhadap intensitas dilakukan untuk mengurangi pengaruh ketidaksempurnaan pencahayaan (kekuatan penerangan) dan derau saat akuisisi data. Akuisisi citra tangan dapat mengalami kekuatan penerangan yang berbeda-beda, sehingga dapat mempengaruhi intensitas piksel. Metode normalisasi yang digunakan adalah sama dengan metode yang digunakan oleh [10], yaitu:

$$I'(x, y) = \begin{cases} \phi_d + \lambda & \text{if } I(x, y) > \phi \\ \phi_d - \lambda & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (1)$$

dengan

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

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 diharapkan dari citra hasil.

2.2 Deteksi Tepi Canny

Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang cepat/tiba-tiba (besar) dalam jarak yang singkat. Berdasarkan definisi dari tepi, deteksi tepi (*edge detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra menggunakan perubahan nilai intensitas yang cepat dalam jarak yang singkat. Hal ini bertujuan untuk menandai bagian yang menjadi detail citra, atau untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang dapat terjadi karena *error* atau adanya efek dari proses akuisisi. Suatu titik (x, y) dikatakan sebagai tepi (*edge*) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Algoritma Canny memiliki tahap-tahap sebagai berikut:

- Smoothing* atau juga disebut *filtering* digunakan untuk menghilangkan derau pada citra. Teknik yang digunakan pada metode Canny ini untuk proses *smoothing* adalah dengan menggunakan tapis *Gaussian*.
- Deteksi tepi citra adalah proses pada algoritma Canny yang dilakukan dengan mencari *magnitude (edge strength)*, yaitu dengan menghitung gradien dari citra. Nilai gradien dapat diperoleh melalui Persamaan 3, dimana G_x dalam arah horizontal dan G_y dalam arah vertikal. Beberapa operator yang dapat digunakan yaitu *Roberts*, *Prewitt*, atau *Sobel*. Tapis yang digunakan pada operator *Sobel*.

$$|G| = |G_x| + |G_y| \quad (3)$$

- Menentukan arah tepian (*edge direction/orientation*), arah tepian ini dapat diperoleh dengan dengan Persamaan 4.

$$\theta = \arctan(G_y / G_x) \quad (4)$$

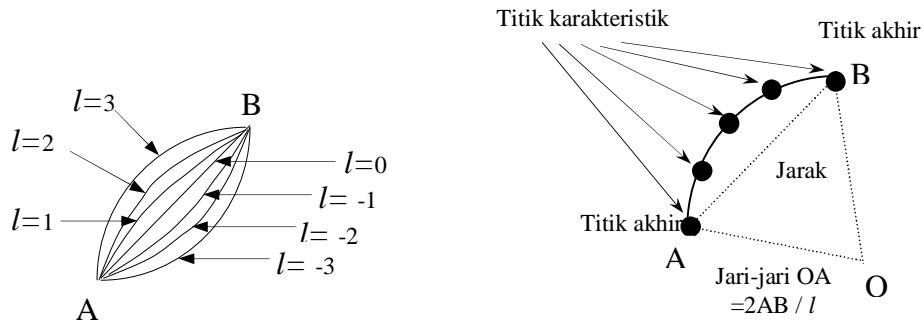
- Memperkecil garis tepian yang muncul dengan menerapkan *nonmaximum suppression* sehingga menghasilkan garis telapak tangan yang lebih ramping. *Nonmaximum suppression* dilakukan dengan membuang potensi gradien di suatu piksel dari kandidat *edge* jika piksel tersebut bukan merupakan maksimal lokal pada arah *edge* di posisi piksel tersebut (disinilah arah *gradien* diperlukan). Hasil dari tahap ini mengubah tepi yang "kabur" pada citra *gradien* menjadi tepi yang "tajam".
- Langkah terakhir adalah binerisasi dengan menerapkan dua buah *threshold*, yang disebut dengan *hysteresis thresholding*, yaitu mengklasifikasi menggunakan *high-threshold* dan *low-threshold*. Suatu piksel disahkan sebagai piksel *edge* jika nilainya lebih besar atau sama dengan *high-threshold* atau jika piksel tersebut memiliki gradien yang lebih besar dari *low-threshold* dan terhubung dengan piksel yang nilainya lebih besar dari *high-threshold*.

2.3 Metode Otsu

Metode *Otsu* adalah salah satu metode untuk penentuan nilai ambang pada binerisasi citra atau *thresholding*. Tujuan dari metode *Otsu* adalah membagi histogram citra *gray level* kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa membutuhkan bantuan *user* untuk memasukkan nilai ambang. Pendekatan yang dilakukan oleh metode *Otsu* adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis Diskriminan akan memaksimalkan variabel tersebut agar dapat membagi objek latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*). Metode binerisasi ini sama dengan yang digunakan pada penelitian oleh [11].

2.4 Pola Busur Terlokalisasi

Metode pola busur terlokalisasi ini dikembangkan dari metode pola busur (*arc pattern method*) [7]. Prinsip metode ini adalah sebagai berikut : dua buah titik akhir (*end point*) masing-masing A dan B dihubungkan oleh busur-busur (seperti yang tampak pada Gambar 1). Pada gambar tersebut juga dapat dilihat lima buah titik yang berjarak sama ditempatkan di atas busur yang disebut dengan titik karakteristik (*characterizing points*). Titik-titik inilah yang nantinya akan menyusun pola dari model yang dipergunakan sebagai karakteristik telapak tangan.



Gambar 1. Pola busur dalam bentuk asli [7]

Dari metode pola busur tersebut disusun model yang terdiri atas satu atau dua buah titik akhir (*end point*) dan beberapa titik diantara dua titik akhir. Kombinasi itu akan menghasilkan model yang banyak sekali, tetapi untuk sistem aktual, tidak semua pola model (*model pattern*) yang dipergunakan karena akan sangat memperlambat kerja sistem. Masalah ini ditanggulangi dengan mengurangi sebagian pola model yang ada. Satu ide untuk merealisasikan pengurangan pola model ini dengan melakukan pembatasan pandangan (lokalisasi permasalahan) pada pola model yang didefinisikan di dalam sebuah bujur sangkar kecil berukuran 5x5 kotak. Hanya kemungkinan-kemungkinan model yang dibentuk oleh titik karakteristik dalam bujur sangkar inilah yang dipergunakan sebagai pedoman untuk membentuk pola model. Metode pola busur dengan pembatasan inilah yang disebut dengan pola busur terlokalisasi.

2.5 Metode Standar Deviasi

Metode ini diterapkan dengan mencari nilai simpangan standar dari citra, yaitu seberapa besar penyimpangan kontras citra dengan kontras rata-rata yang dimiliki. Metode ini dapat dihitung dengan Persamaan 5 dan 6 berikut [12]:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \tag{5}$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (S_i - \mu)^2 \right] \quad (6)$$

Dimana μ menyatakan ciri rata-rata, σ menyatakan ciri varian, S_i menyatakan faktor kontras ke- i , dan N menyatakan banyaknya faktor penskalaan kontras yang digunakan.

2.6 K-means

Salah satu metode *clustering* berbasis partisi yang cukup terkenal adalah *k-means*. *K-means* mengelompokkan objek menjadi k kluster. Metode ini akan mencari pusat kluster dan batas-batas kluster melalui proses perulangan (*iterative*). Kedekatan atau kemiripan (*similarity*) suatu objek dengan objek lain atau dengan pusat kluster dihitung dengan menggunakan fungsi jarak. *K-means* pada umumnya menggunakan jarak *Euclidean* untuk menghitung kemiripan tersebut. Langkah pertama dari metode *k-means* adalah menentukan inisialisasi sejumlah k pusat kluster. Secara iteratif, pusat kluster tersebut akan diperbaiki sehingga merepresentasikan pusat-pusat k kluster. Langkah-langkah algoritma *k-means* adalah sebagai berikut [12]:

1. Inisialisasi K pusat kluster adalah $z_1(1), z_2(1), \dots, z_K(1)$. Pusat-pusat kluster ini biasanya dipilih secara sembarang dari sekumpulan data yang akan dikelompokkan
2. Pada iterasi ke- k distribusikan sampel data $\{x\}$ diantara K domain kluster, dengan menggunakan hubungan sebagai berikut:
- 3.

$$x \in S_j(k) \text{ if } \|x - z_j(k)\| < \|x - z_i(k)\| \quad (7)$$

Untuk semua $i = 1, 2, \dots, K, i \neq j$, dengan $S_j(k)$ menyatakan himpunan sampel dengan pusat kluster adalah $z_j(k)$

4. Dari hasil pada langkah 2, hitung pusat-pusat kluster baru $z_j(k+1), j = 1, 2, \dots, K$, sehingga jumlah seluruh jarak dari semua titik dalam $S_j(k)$ ke pusat kluster yang baru minimal. Dengan kata lain, pusat kluster baru $z_j(k+1)$ dihitung hingga unjuk kerja indeks:

$$J_j = \sum_{x \in S_j(k)} \|x - z_j(k+1)\|^2, \quad j = 1, 2, \dots, K \quad (8)$$

$z_j(k+1)$ yang meminimalkan persamaan di atas adalah dengan menyederhanakan nilai rata-rata dari sampel pada $S_j(k)$. Maka dari itu, pusat kluster baru ditunjukkan oleh:

$$z_j(k+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j(k)} x, \quad j = 1, 2, \dots, K \quad (9)$$

dengan N_j menyatakan jumlah sampel dalam $S_j(k)$.

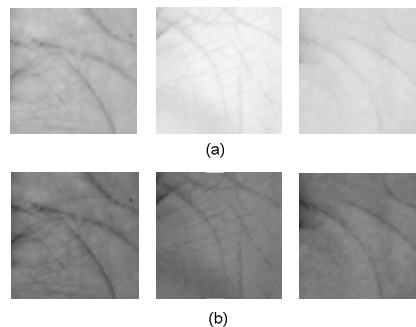
5. Bila $z_j(k+1) = z_j(k)$ untuk $j = 1, 2, \dots, K$, maka algoritma telah konvergen dan proses berakhir. Apabila tidak maka kembali ke langkah 2

Algoritma *k-means* dipengaruhi jumlah pusat kluster, pemilihan inisial pusat kluster, bagaimana sampel diambil, dan sifat geometri dari data.

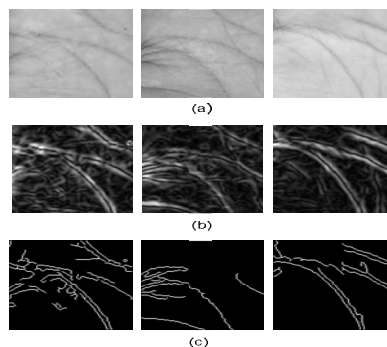
3. Metodologi Penelitian

3.1 Prapemrosesan (*Preprocessing*)

Preprocessing dilakukan dengan normalisasi intensitas untuk penyeragaman intensitas, serta penggunaan Metode *Canny* dan metode *Otsu* untuk memperoleh garis telapak tangan. Normalisasi intensitas dilakukan sesuai Persamaan 1 dan 2 pada pembahasan 2.1, dengan nilai parameter ϕ_d (rata-rata citra hasil) dan ρ_d (varian citra hasil) yaitu 120. Penerapan metode *Canny* dilakukan sesuai pembahasan pada bagian 2.2 dan metode *Otsu* sesuai pembahasan pada bagian 2.3. Hasil dari penggunaan kedua metode ini yaitu dua jenis citra dalam bentuk citra biner dan citra *grayscale*. Citra biner digunakan untuk ekstraksi ciri dengan metode pola busur terlokalisasi dan citra *grayscale* digunakan untuk ekstraksi ciri dengan metode *block* standar deviasi. Hasil penerapan normalisasi intensitas dapat dilihat pada Gambar 2. Citra hasil penerapan metode *Canny* dan metode *Otsu* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil proses penyeragaman intensitas, (a) citra asli telapak tangan dengan intensitas berbeda, dan (b) citra hasil proses normalisasi intensitas dengan $\phi_d = 120$ dan $\rho_d = 120$.



Gambar 3. Hasil proses deteksi tepi *Canny*, (a) Citra asli telapak tangan, (b) Citra hasil *grayscale*, (c) Citra hasil biner Pembentukan dan Pemilihan Pola Model

Pembentukan dan pemilihan pola model menggunakan citra biner hasil *preprocessing* dimulai dengan *blocking* citra menjadi 2×2 blok menggunakan metode *block*. Metode *block* pada penelitian ini berfungsi membagi citra ke dalam 2×2 blok. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pada saat ekstraksi ciri, karena nilai ciri atau hasil perbandingan disimpan untuk setiap blok citra. Pemilihan pola-pola ini dilakukan dengan menghitung frekwensi kemunculan masing-masing pola tersebut pada sejumlah citra biner telapak tangan. Menentukan frekwensi kemunculan minimum, dimana pola yang sama atau lebih besar dari frekwensi minimum, yang akan dipilih pada pembentukan pola model ini. Pola model yang telah terbentuk selanjutnya disimpan untuk proses ekstraksi ciri pada tahap selanjutnya.

3.2 Ekstraksi Ciri (*Feature Extraction*)

Metode yang dipakai untuk ekstraksi ciri dalam penelitian ini adalah metode pola busur terlokalisasi, metode *block* standar deviasi, dan gabungan kedua metode ini yang disebut metode kombinasi. Penerapan metode pola busur terlokalisasi pada ekstraksi ciri adalah sebagai berikut:

1. *Blocking* citra menjadi 2x2 blok.
2. Proses berikutnya yaitu perbandingan pada setiap blok citra menggunakan pola-pola model yang dihasilkan pada pembentukan dan pemilihan pola model. Frekwensi kemunculan tiap pola diperoleh dengan menggerakkan setiap pola model, di atas pola biner citra telapak tangan, dengan patokan yaitu titik yang berbentuk lingkaran penuh. Titik ini digeser secara teratur satu grid ke arah horisontal atau vertikal, sampai semua titik pada citra biner telapak tangan terlewati. Perbandingan dilakukan pada setiap pergeseran terhadap ruang yang dilingkupi oleh model tersebut, apakah sama ataukah tidak. Penambahan pada frekwensi kemunculan pola model hanya terjadi jika hasil yang diperoleh sama. Masing-masing pola bergerak pada citra biner telapak tangan tunggal dengan total 16.384 kali, sesuai dengan banyaknya piksel pada keseluruhan citra telapak tangan tunggal yaitu 128 x 128 piksel.
3. Nilai ciri atau hasil perbandingan disimpan untuk setiap blok citra, sehingga setiap perbandingan model menghasilkan empat nilai frekwensi kemunculan.

Ekstraksi ciri dengan metode *block* standar deviasi diproses menggunakan citra *grayscale* hasil *preprocessing*. Penerapan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Citra *grayscale* hasil *preprocessing* dibagi ke dalam 14x14 blok dengan metode *block*.
2. Setiap blok citra yang dihasilkan dicari nilai kontras rata-rata (*mean*) dari blok tersebut. Kontras rata-rata dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.
3. Nilai kontras rata-rata yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mencari nilai simpangan standar dari setiap blok. Simpangan standar dapat diperoleh menggunakan Persamaan 6.

Proses ekstraksi ciri dengan metode kombinasi/gabungan pada penelitian ini selain ciri dari metode pola busur terlokalisasi, juga diperoleh ciri dari metode *block* standar deviasi, kedua ciri ini kemudian digabungkan menjadi satu vektor ciri. Proses pada metode gabungan ini yaitu setelah ekstraksi ciri menggunakan metode pola busur terlokalisasi selesai, dilanjutkan dengan proses ekstraksi ciri menggunakan metode *block* standar deviasi. Metode ini juga diterapkan dengan cara yang berbeda yaitu ternormalisasi, dengan *scaling* dan koefisien pengali. *Scaling* berfungsi untuk penskalaan nilai ciri yang dihasilkan, sehingga nilai ciri yang dihasilkan berada pada jangkauan nilai yang sama, pada penelitian ini jangkauan nilai yang digunakan yaitu 0 sampai dengan 3. Skala yang digunakan yaitu 3 berbanding nilai ciri maksimum yang dihasilkan tiap metode ekstraksi ciri. Koefisien pengali yang diterapkan pada penelitian ini sama dengan koefisien pengali yang diterapkan pada penelitian multimodal menggunakan wajah dan telapak tangan oleh Rusdianta [13]. Koefisien pengali pada penelitian multimodal tersebut digunakan pada nilai ciri kedua biometrika, sedangkan pada penelitian ini digunakan pada kedua metode ekstraksi ciri. Koefisien pengali tersebut sesuai dengan Persamaan 10 berikut:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (10)$$

dengan α adalah koefisien pengali untuk ciri metode pola busur terlokalisasi dan β adalah koefisien pengali untuk ciri metode *block* standar deviasi.

3.3 Clustering

Proses *clustering* ini berfungsi untuk mengelompokkan data ciri yang ada dalam bentuk matriks menjadi kelompok-kelompok data berdasarkan kemiripannya. *Clustering* pada penelitian ini menggunakan algoritma *k-means*. Jumlah *cluster* yang digunakan yaitu 5 *cluster* untuk metode *block* standar deviasi dan metode kombinasi tanpa ternormalisasi, sedangkan metode ekstraksi

ciri yang diterapkan dengan *scaling* menggunakan 3 *cluster*. Proses *clustering* ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Inisialisasi jumlah kluster dan *point* data ciri/fitur sebagai pusat kluster
2. Membagi seluruh data ke dalam kluster-kluster yang telah ditentukan, berdasarkan jarak data fitur dengan pusat kluster yang ada, menggunakan Persamaan 7
3. Memperbaharui pusat kluster dengan data fitur yang telah diperoleh tiap kluster, proses ini dapat dilakukan dengan Persamaan 8 dan 9
4. Penentuan anggota tiap kluster dan pembaharuan pusat kluster pada langkah 2, dilakukan sampai kondisi konvergen telah tercapai. Kondisi ini tercapai apabila tidak ada perubahan terhadap data fitur anggota kluster dan pusat kluster

3.4 Perbandingan (*Comparison*)

Tahap perbandingan merupakan tahap dimana ciri citra telapak tangan masukan akan dibandingkan dengan ciri acuan yang ada pada basis data. Berdasarkan proses perbandingan tersebut didapatkan tingkat kemiripan (*similarity measure*) masing-masing data acuan dengan data citra uji. Tingkat kemiripan inilah yang digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan pengenalan citra telapak tangan. Tingkat kemiripan ini diperoleh dengan penggunaan metode koefisien korelasi dari Persamaan 11.

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{x}_i) \cdot (X_{jk} - \bar{x}_j)}{\left[\sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^n (X_{jk} - \bar{x}_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (11)$$

3.5 Pengambilan Keputusan (*Decision Making*)

Tahap ini berfungsi untuk memberikan keputusan dari proses perbandingan yang telah dilakukan. Nilai-nilai kemiripan yang didapatkan pada proses sebelumnya diurutkan. Identitas acuan dengan nilai kemiripan terbesar dan memenuhi nilai ambang batas (*threshold*) diputuskan sebagai identitas pemilik telapak tangan yang sepadan dengan citra telapak tangan yang diinputkan/diuji. Jika nilai kemiripan terkecil yang didapatkan masih dibawah nilai ambang batas, maka dapat disimpulkan identitas citra telapak tangan masukan tidak dikenali. Nilai ambang batas didapatkan melalui pengujian-pengujian sebelumnya.

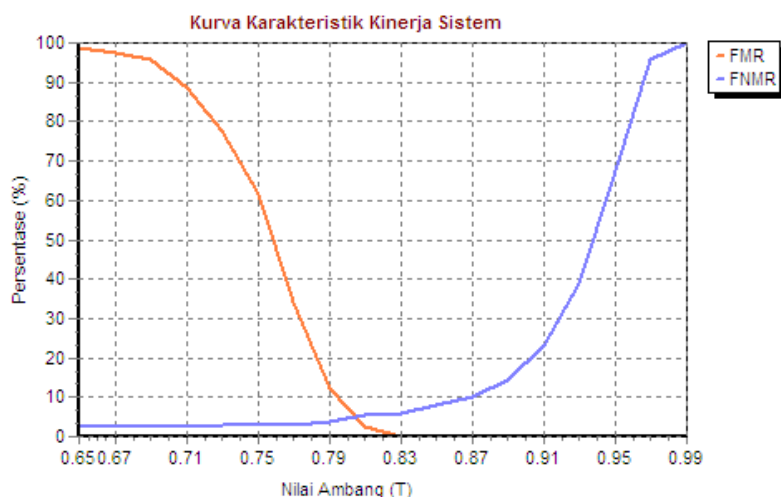
4. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian sistem identifikasi yaitu pengujian tingkat akurasi dari sistem identifikasi menggunakan pengujian nilai FMR dan FNMR sistem pengenalan. FMR adalah skor kesalahan pencocokan dan FNMR adalah skor kesalahan ketidakcocokan. Pengujian sistem identifikasi ini menggunakan sampel dari 150 orang, dengan masing-masing orang memiliki 5 sampel, sehingga jumlah keseluruhan mencapai 750 sampel. Sampel dari tiap orang ini, 3 diantaranya digunakan sebagai citra acuan, dan 2 sisanya digunakan sebagai citra uji. Hasil pengujian ditunjukkan dalam bentuk ROC (*Receiver Operation Curve*) yaitu simulasi yang akan membandingkan *threshold* atau nilai ambang dengan tingkat akurasi yang dihasilkan dalam bentuk nilai FMR dan FNMR, terdapat juga grafik simulasi yang membandingkan tingkat akurasi terhadap ukuran basis data, dan untuk pengujian berkaitan dengan unjuk kerja sistem terhadap waktu ditunjukkan dengan simulasi perbandingan antara basis data acuan yang digunakan dengan waktu proses identifikasi.

Pengujian pada penelitian ini yaitu pengujian terhadap penggunaan beberapa metode ekstraksi ciri, dan penggunaan *k-means clustering* sebagai metode untuk *clustering*. Metode ekstraksi ciri

tersebut yaitu metode pola busur terlokalisasi, metode *block* standar deviasi, dan metode kombinasi. Metode kombinasi ini yaitu penggabungan antara metode pola busur terlokalisasi dan metode *block* standar deviasi. Penggunaan metode kombinasi ini diterapkan dengan beberapa cara yaitu metode kombinasi tanpa ternormalisasi, metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling*, serta metode kombinasi dengan *scaling* dan dengan koefisien pengali.

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, tingkat akurasi tertinggi dihasilkan pada pengujian menggunakan metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ dan $\beta=0.3$). Tingkat akurasi mencapai 94% pada *threshold* 0.83%, dengan FMR 0% dan FNMR 6%. Hasil ini dapat dilihat dalam bentuk ROC pada Gambar 4.

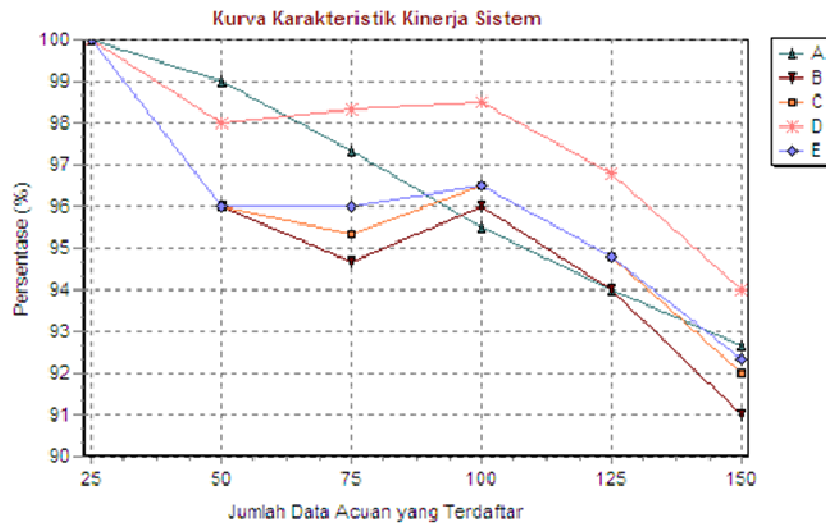


Gambar 4. ROC penggunaan metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ dan $\beta=0.3$) pada basis data dengan seluruh data acuan

Hasil pengujian penggunaan beberapa metode ekstraksi ciri dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian tidak dihasilkan tingkat akurasi melebihi tingkat akurasi menggunakan metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ dan $\beta=0.3$). Termasuk tingkat akurasi yang dihasilkan dengan penggunaan metode pola busur terlokalisasi saja yaitu 69.34%. Tingkat akurasi dengan metode *block* standar deviasi sebesar 92.67%, dengan metode kombinasi saja tanpa ternormalisasi sebesar 91%, penggunaan metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* sebesar 92%, dan tingkat akurasi penggunaan metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ dan $\beta=0.4$) yaitu 92.33%. Tingkat akurasi tertinggi dihasilkan karena penerapan beberapa hal. Beberapa hal tersebut yaitu penggabungan dua metode ekstraksi ciri, penggunaan *scaling*, dan penggunaan koefisien pengali. Metode ekstraksi ciri yang digunakan yaitu kombinasi antara metode pola busur terlokalisasi dengan metode *block* standar deviasi. Penerapan *scaling* yang membentuk fitur hasil ekstraksi ciri dua metode yang berbeda memiliki jangkauan nilai yang sama. Penggunaan koefisien pengali membentuk fitur dengan ciri salah satu metode ekstraksi ciri lebih dominan daripada ciri hasil ekstraksi ciri dengan metode yang lain.

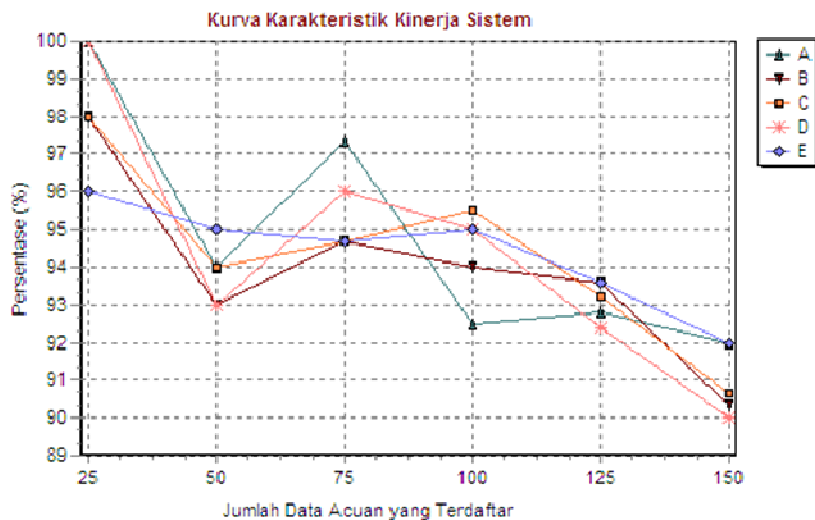
Penambahan proses *clustering* menggunakan algoritma *k-means*, menghasilkan tingkat akurasi yang lebih kecil, tetapi mampu menghemat waktu proses identifikasi. Tingkat akurasi maksimum yang mampu dihasilkan yaitu 92%. Hasil ini diperoleh pada pengujian menggunakan metode *block* standar deviasi, juga pada pengujian menggunakan Metode kombinasi ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ dan $\beta=0.4$). Hasil pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 6, dan dalam bentuk tabel pada Tabel 1. Penghematan waktu yang dihasilkan mencapai 45.04%. Hasil ini diperoleh pada penggunaan metode *block* standar deviasi. Hasil penghematan waktu ini dapat dilihat pada Gambar 7 dan Tabel 2. Penggunaan *k-means clustering* menghasilkan tingkat akurasi yang lebih kecil, karena jarak pusat/*point cluster* dengan citra uji belum mampu mewakili jarak anggota *cluster* secara sempurna. Penghematan waktu dihasilkan pada penerapan *k-means clustering* karena pengelompokan fitur/ciri acuan,

sehingga pencocokan tidak pada seluruh fitur acuan tetapi hanya dilakukan pada satu *cluster* terpilih.



Keterangan: A adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri Metode *Block Standar Deviasi*, B, C, D, dan E berturut-turut adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri Metode *Pola Busur Terlokalisasi* tanpa ternormalisasi, ternormalisasi hanya dengan *scaling*, ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ & $\beta=0.3$), serta ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ & $\beta=0.4$)

Gambar 5. Grafik tingkat akurasi pada beberapa metode ekstraksi ciri, terhadap beberapa ukuran basis data



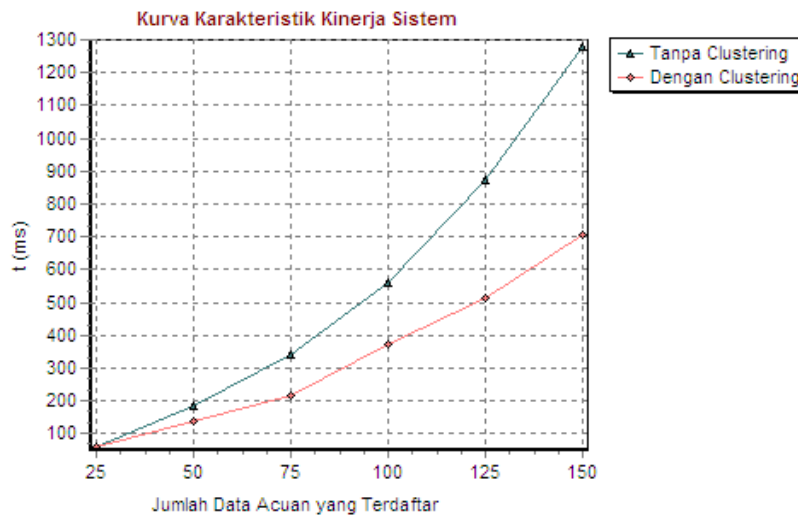
Keterangan: A adalah tingkat akurasi hasil *Clustering* pada ekstraksi ciri Metode *Block Standar Deviasi*, B, C, D, dan E berturut-turut adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri Metode *Pola Busur Terlokalisasi* tanpa ternormalisasi, ternormalisasi hanya dengan *scaling*, ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ & $\beta=0.3$), serta ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ & $\beta=0.4$)

Gambar 6. Grafik tingkat akurasi penggunaan metode *k-means clustering* pada beberapa metode ekstraksi ciri, terhadap beberapa ukuran basis data

Tabel 1. Tingkat akurasi hasil pengujian penggunaan beberapa metode ekstraksi ciri pada basis data dengan jumlah data acuan berbeda

Jumlah Data Acuan	Akurasi Sistem (%)									
	A		B		C		D		E	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25	100	100	100	98	100	98	100	100	100	96
50	99	94	96	93	96	94	98	93	96	95
75	97.33	97.33	94.67	94.67	95.33	94.67	98	96	96	94.67
100	95.5	92.5	96	94	96.5	95.5	98.5	95	96.5	95
125	94	92.8	94	93.6	94.8	93.2	96.8	92.4	94.8	93.6
150	92.67	92	91	90.33	92	90.67	94	90	92.33	92

Keterangan: A adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri metode *block* standar deviasi, B, C, D, dan E berturut-turut adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri metode pola busur terlokalisasi tanpa ternormalisasi, ternormalisasi hanya dengan *scaling*, ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ & $\beta=0.3$), serta ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ & $\beta=0.4$); 1 adalah tingkat akurasi tanpa *clustering*, sedangkan 2 adalah tingkat akurasi dengan *clustering*



Gambar 7. Grafik penggunaan *k-means clustering* pada metode *block* standar deviasi, terhadap waktu pada berbagai ukuran basis data

Tabel 2. Hasil pengujian terhadap waktu, penggunaan beberapa metode ekstraksi ciri pada basis data dengan jumlah data acuan berbeda

Jumlah Data Acuan	Penghematan Waktu Proses (%)				
	A	B	C	D	E
25	0	1.968459	2.167897	1.97997	2.32
50	25.13369	2.425737	3.128402	2.776347	3.376151
75	36.33721	3.370446	3.790662	3.424942	3.65013
100	33.39254	3.920684	4.743828	4.427485	4.501482
125	41.14286	4.645236	5.33372	4.931111	5.254076
150	45.04294	5.397271	5.947586	6.45992	5.956725

Keterangan: A adalah penghematan waktu proses pada ekstraksi ciri metode *block* standar deviasi, B, C, D, dan E berturut-turut adalah tingkat akurasi pada ekstraksi ciri metode pola busur terlokalisasi tanpa ternormalisasi, ternormalisasi hanya dengan *scaling*, ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ & $\beta=0.3$), serta ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ & $\beta=0.4$)

5. Simpulan

Unjuk kerja sistem identifikasi biometrika telapak tangan yang dirancang pada penelitian ini, menghasilkan tingkat akurasi mencapai 94%. Tingkat akurasi ini diperoleh pada identifikasi dengan metode kombinasi yaitu penggabungan metode pola busur terlokalisasi dan metode *block* standar deviasi. Metode ini diterapkan ternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.7$ dan $\beta=0.3$). Penggunaan *k-means clustering* menghasilkan tingkat akurasi mencapai 92% pada metode *block* standar deviasi, juga pada metode kombinasiternormalisasi dengan *scaling* dan koefisien pengali ($\alpha=0.6$ dan $\beta=0.4$). Pengaruh *k-means clustering* terhadap waktu yaitu berhasil menghemat waktu proses identifikasi sampai dengan maksimum 45.04% pada metode ekstraksi ciri *block* standar deviasi. Penerapan metode *clustering* yang berbeda seperti *K-NN*, *perceptron* dapat dilakukan untuk pengembangan sistem lebih lanjut, sehingga mampu menghasilkan tingkat akurasi sistem yang lebih tinggi dan waktu proses yang lebih singkat.

Daftar Pustaka

- [1] WU Xiang-Quan, Kuan-Quan Wang, David Zhang, "An Approach to Line Feature Representation and Matching for Palmprint Recognition", *Journal of Software*, Vol.15, No.6, 2004.
- [2] Darma Putra, IKG., "Sistem Verifikasi Menggunakan Garis-Garis Telapak Tangan", *Teknologi Elektro*, Vol. 6, No. 2, 2007.
- [3] Han, CC., Cheng, HL., dan Fan, KC., "Personal Authentication using Palm-Print Features", *Pattern Recognition* 36, pp.371 – 381, 2003.
- [4] Duta, N., Jain, AK., Mardia, KV, "Matching of Palmprints", *Pattern Recognition Letters*, 23, pp.477-485, 2002.
- [5] Zhang D., Wai-Kin Kong, Jane You, Michael Wong, "Online Palmprint Identification", *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.25, No.9, 2003.
- [6] Swathi, N., Satish, C., Satyanarayana, VS., Ramesh, P., Kumar, H., Bhuma, N., Du, CHH., "New Palm Print Authentication System by Using Wavelet Based Method", *Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ)*, Vol.2, No.1, 2011.
- [7] Oka Sudana, AA. K., "Rancang Bangun Sistem Verifikasi Tandatangan dan Pengenalan Tulisan Tangan dengan Metode Pola Busur Terlokalisasi", *Proceeding of the Research and Studies III, TPSDP – DIKTI*, 2006.
- [8] Yoshimura, I., Shimizu, T. dan Yoshimura, M., "A Zip Code Recognition System using the Localized Arc Pattern Method", *Proceedings of the 2nd International Conference on Document Analysis and Recognition*, October 20-22, 1993, IEEE Computer Society, pp.183-186, 1993.
- [9] Wirdiani, NKA., "Pembentukan Pola Khusus untuk Ekstraksi Ciri pada Sistem Pengenalan Aksara Bali Cetak", *Tesis, Universitas Udayana*, 2011.
- [10] Kumar, A., Wong, DCM., Shen, HC., dan Jain, AK., "Personal Verification using Palmprint and Hand Geometry Biometric", 2004. http://biometrics.cse.msu.edu/Kumar_AVBPA2003.pdf.
- [11] Darma Putra, "Binerisasi Citra Tangan dengan Metode Otsu", *Teknologi Elektro*, Vol.3 No.2, 2004.
- [12] Darma Putra, "Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010.
- [13] Darma Putra, "Sistem Biometrika - Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.