

IMPLEMENTASI JARAK ANTAR MINUTIAE MENGGUNAKAN METODE EUCLIDEAN DISTANCE UNTUK PEMBENTUKAN DATASET FITUR SIDIK JARI

Hariyanto, Sunny Arief Sudiro dan Saepul Lukman

STMIK Jakarta STI&K

Jl. BRI No.17, Radio Dalam, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12140

{hariyanto, sunny, saepul}@jak-stik.ac.id

ABSTRAK

Garis-garis melingkar yang terdapat diujung setiap jari manusia disebut dengan sidik jari. Didalam garis-garis yang tampak seperti terhubung sesungguhnya adalah garis yang terputus dan bercabang. Garis yang terputus dan bercabang ini dikenal dengan istilah ridge. Ujung garis yang terputus disebut titik akhir (ridge end) dan titik dimana mulainya percabangan disebut titik percabangan (ridge bifurcation). Kedua titik dalam sidik jari ini diistilahkan dengan minutiae. Pada umumnya penelitian tentang sidik jari kebanyakan menggunakan minutiae sebagai fiturnya (minutiae based). Penelitian ini bertujuan untuk membentuk dataset fitur sidik jari berdasarkan jarak antar minutiae. Perhitungan jarak antar minutiae dalam penelitian ini menggunakan metode euclidean distance. Euclidean distance adalah suatu metode pencarian kedekatan nilai jarak dari dua titik (x, y) dan $(x1, y1)$. Data yang digunakan bersumber dari dataset "LivDet 2015 - Fingerprint liveness detection competition 2015,". Penelitian yang dilakukan telah menghasilkan dataset berisi fitur jarak antar minutiae untuk sekumpulan sidik jari.

Kata Kunci : Sidik Jari, Ridge, Minutiae, Euclidean Distance, LivDet2015

PENDAHULUAN

Terdapat beberapa metode untuk karakteristik suatu sidik jari berdasarkan fiturnya[1] yaitu fitur global dan fitur lokal. Pertama dilihat dari fitur global yaitu melihat sidik jari dari pola-pola bentuknya seperti pattern area, core area, delta, basic ridge pattern (loop, arch, whorl). Kedua dari fitur lokal yang disebut dengan titik minutiae dimana minutiae ini mempunyai beberapa karakteristik ridge diantaranya *ridge ending*, *ridge bifurcation*, *ridge divergence*, *dot* dan *enclosure*[2]. Dari karakteristik minutiae yang paling banyak digunakan untuk deteksi sidik jari adalah fitur *ridge ending* (titik akhir) dan *ridge bifurcation* (titik percabangan), Kedua fitur tersebut paling banyak digunakan untuk penelitian seperti deteksi minutiae dan pengenalan sidik jari.

berdasarkan pola jarak antar minutiaenya. Dimana dataset fitur jarak yang dihasilkan ini dapat digunakan untuk penelitian lanjutan.

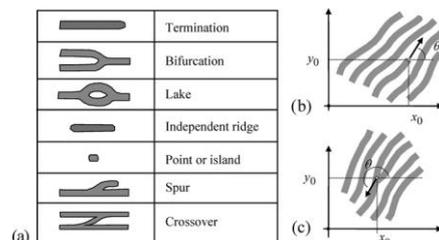
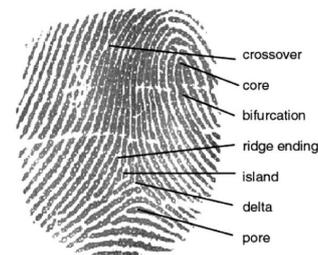
Sidik Jari dan Minutiae

Sidik jari manusia berisi beberapa objek unik variatif yang disebut minutiae seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, jumlah, jenis dan lokasi minutiae ini berbeda dari satu orang ke orang lain.



Gambar 1. (a).Minutiae Ridge ending.
(b).Minutiae Bifurcation [3]

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dataset suatu fitur sidik jari



Gambar 2. Jenis minutiae sidik jari[4]

- Crossover, perpotongan yang menyerupai huruf X
- Bifurcation, percabangan sebuah ridge
- Ridge Ending, akhir dari sebuah ridge
- Island, small ridge atau sebuah guratan pendek yang tidak bercabang, tidak memiliki lengkungan dalam, atau pun perpotongan.
- Core, titik terdalam pada sebuah lengkungan ridge
- Delta, titik dimana terdapat perpotongan dari tiga buah ridge

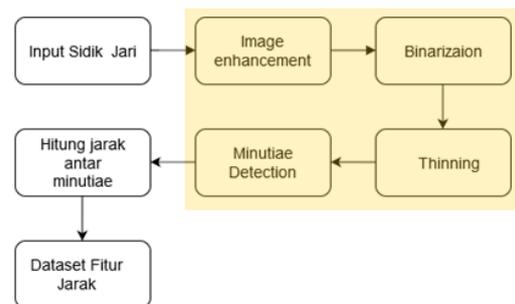
Minutiae adalah guratan-guratan yang terdapat pada kulit jari manusiadan yang membentuk pola sidik jari. Minutia memiliki jenis yang berbeda-beda, dimana bentuk minutiae menjadi fitur penting dalam suatu ekstrasi fitur sidik jari. Penelitian ini hanya mengambil minutiae yang berjenis ridge ending dan ridge bifurcation sebagai fitur yang diekstrasi.

Penelitian yang berkaitan dengan ekstrasi fitur sidik jari berdasarkan minutiae telah banyak dilakukan. Penggunaan metode jarak *Euclidean Distance* adalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk pengenalan sidik jari. Tingkat akurasi yang dicapai sangat baik jika berbasis pada minutiae dan klasifikasi berdasarkan *Euclidean distance*[5]. Dr. Amjad Hindi et al[6] menggunakan jarak *euclidean* antar masing-masing minutiae untuk mengganti titik koordinat minutiae dalam mengidentifikasi suatu sidik jari. AlQadi et al[7] mendeteksi dan menghitung minutiae dengan menggunakan metode LBP enhancement hasilnya berupa vektor yang dapat digunakan sebagai fitur untuk identifikasi sidik jari.

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian sebagaimana yang telah disebutkan yaitu untuk mendapatkan suatu dataset fitur sidik jari berdasarkan jarak antar minutiae-nya. Fitur sidik jari yang disimpan adalah berupa data jarak antar minutiae. Penelitian pembentukan fitur sidik jari ini dilakukan untuk menyediakan dataset yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya. Tahapan penelitian dataset fitur sidik jari ini

diperoleh melalui serangkaian proses dimulai dari pre-processing citra inputan, hingga menghasilkan titik-titik minutiae melalui proses ekstrasi minutiae. Tahap pre-processing hingga ekstrasi minutiae diambil dari tahapan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya[8]. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penelitian

Inputan citra sidik jari terlebih dahulu dilakukan pre-processing yaitu proses image enhancement, binarization dan thinning. Selanjutnya hasil pre-processing dilakukan proses ekstrasi untuk mendeteksi titik-titik minutiae. Titik minutiae yang didapatkan ini kemudian dihitung jarak antar titik minutiae menggunakan metode *Euclidean distance*. Hasilnya dijadikan dataset fitur sidik jari berdasarkan jarak antar minutiae.

Persiapan Data

Pertama yang dilakukan adalah menyiapkan data sidik jari sebagai inputan. Data bersumber dari Joint Multi-modal Biometric Dataset Release Agreement (*Liveness Detection*(Livdet) Data Set-Fingerprint 2015) Clarkson University - University of Cagliari[9]. Sebagai contoh untuk penelitian ini proses hanya dilakukan pada satu sidik jari, selebihnya dapat dilakukan pada sidik jari lainnya dari sumber yang sama.

Image Enhancement

Tahap pre-processing dilakukan untuk mendapatkan kualitas citra sidik jari yang baik dengan menghilangkan distorsi yang tidak diinginkan. Teknik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas citra (*image enhancement*) pada penelitian

ini adalah *Gabor filter* sebagai *band pass filter*[10] untuk menghilangkan noise dan menunjukkan struktur dari *ridge* dan *valley* yang sebenarnya.

Binarization

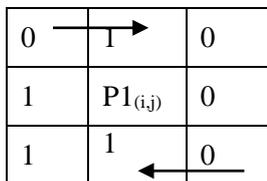
Binarisasi adalah proses untuk mengubah citra sidik jari dari skala keabu-abu diubah menjadi gambar warna hitam dan putih sesuai dengan nilai ambang yang ditentukan[11]. nilai ambang > nilai piksel = Hitam-0, nilai ambang < nilai pixel = Putih-1. Secara umum proses binersisasi citra gray scale untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut.

$$G(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \dots (1)$$

Dengan $g(x,y)$ adalah citra biner dari citra gray $f(x,y)$ dan T menyatakan nilai ambang.

Thinning

Proses *thinning* ini bertujuan mendapatkan representasi lebar satu piksel dari citra sidik jari dan tidak merubah struktur sidik jari aslinya. Algoritma Zhang dan Suen yang dijelaskan dalam [12] dan[13] dirubah atau dimodifikasi dengan mempertimbangkan proses *thinning* harus dilakukan pada citra dengan nilai piksel '0'. Proses *thinning* didasarkan pada evaluasi nilai piksel dan piksel 8-tetangga, dengan referensi piksel P_1 seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.Modifikasi ini telah disajikan di [13].



Gambar 4. *Transisi Pixel*

Deteksi Koordinat Titik Minutiae

Untuk mendapatkan keberadaan titik Minutiae pada sidik jari dan jenis dari minutiae yang didapatkan maka dilakukan ekstrasi fitur. Ekstrasi fitur pada penelitian ini menggunakan algoritma yang diusulkan oleh Kassei et. al.[14] dimana mereka

menggunakan metode *Crossing Number* (CN) pada titik P dalam menentukan diperolehnya minutiae. Secara umum formula dari *Crossing Number* adalah :

$$CN = 0.5 \sum_{i=1}^8 P_i - P_{i+1} \text{ with } P_9 = P_1 \quad (2)$$

P_4	P_3	P_2
P_5	P	P_1
P_6	P_7	P_8

Proses ini mendeteksi keberadaan titik-titik kecil minutiae dan mendefinisikan jenis titik-titik kecil berdasarkan metode *Crossing Number* (CN). Sebagai contoh P_i adalah piksel elemen biner milik jendela 3x3 P. Jika $CN=1$, titik akhir (*End Point*) diperoleh dan jika $CN=3$, titik percabangan (*Bifurcation Point*) diperoleh. Nilai lain dari CN tidak berlaku. Algoritma ini[14] cukup cepat karena hanya berfungsi untuk blok berlatar depan yang spesifik.

Titik minutiae yang dihasilkan selain memberikan jenis minutiae juga memberikan lokasi titik minutiae tersebut berada yang diberi tanda sebagai koordinat (x,y). Titik minutiae pertama (T1) pada sidik jari dihubungkan dengan titik minutiae kedua (T2), kemudian dihitung jaraknya.Perhitungan jarak antara kedua titik tersebut menggunakan metode *Euclidean Distance* yang ditunjukkan pada persamaan (3).

$$J = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3)$$

Dalam penelitian ini tidak semua antar titik koordinat dihitung jaraknya. Dari sebuah citra sidik jari hanya akan diambil sebanyak 12 titik koordinat saja. Ke 12 titik koordinat ini cukup mewakili ciri suatu sidik jari[15]. Perhitungan jarak dari 12 titik minutiae yang saling dihubungkan akan menghasilkan 66 ruas jarak pada tiap sidik jari. Ke 66 ruas jarak sidik jari dapat diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ruas Jarak Antara 12 Titik

Kode Jarak	Jarak Titik	Kode Jarak	Jarak Titik
J1	T1-T2	J34	T4-T8
J2	T1-T3	J35	T4-T9
J3	T1-T4	J36	T4-T10
J4	T1-T5	J37	T4-T11
J5	T1-T6	J38	T4-T12
J6	T1-T7	J39	T5-T6
J7	T1-T8	J40	T5-T7
J8	T1-T9	J41	T5-T8
J9	T1-T10	J42	T5-T9
J10	T1-T11	J43	T5-T10
J11	T1-T12	J44	T5-T11
J12	T2-T3	J45	T5-T12
J13	T2-T4	J46	T6-T7
J14	T2-T5	J47	T6-T8
J15	T2-T6	J48	T6-T9
J16	T2-T7	J49	T6-T10
J17	T2-T8	J50	T6-T11
J18	T2-T9	J51	T6-T12
J19	T2-T10	J52	T7-T8
J20	T2-T11	J53	T7-T9
J21	T2-T12	J54	T7-T10
J22	T3-T4	J55	T7-T11
J23	T3-T5	J56	T7-T12
J24	T3-T6	J57	T8-T9
J25	T3-T7	J58	T8-T10
J26	T3-T8	J59	T8-T11
J27	T3-T9	J60	T8-T12
J28	T3-T10	J61	T9-T10
J29	T3-T11	J62	T9-T11
J30	T3-T12	J63	T9-T12
J31	T4-T5	J64	T10-T11
J32	T4-T6	J65	T10-T12
J33	T4-T7	J66	T11-T12

Kode jarak (J1) digunakan untuk menandai ruas jarak antara titik minutiae T1 dan T2, begitu seterusnya sampai ruas jarak terakhir T11 dan T12 dengan kode jarak (J66).

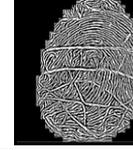
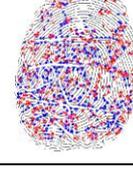
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pre-processing dan ekstraksi minutiae telah dilakukan, hasilnya adalah didapatkannya dataset fitur sidik jari berdasarkan jarak antara minutiae. Penelitian ini hanya mengambil satu citra

sidik jari sebagai contohnya. Berikut adalah urutan hasil proses pre-processing dan ekstraksi minutiae.

Tabel 2, hasil terakhir adalah ekstraksi citra sidik jari yang sudah memperlihatkan dengan jelas titik-titik minutiae baik itu titik akhir (*ridge ending*) dan titik percabangan (*bifurcation*). Lokasi dari tiap titik minutiae ditandai koordinatnya sebagai sumbu horizontal x dan sumbu vertical y yang dituliskan sebagai (x, y), sehingga dari citra hasil ekstraksi akan didapatkan sejumlah titik koordinat.

Tabel 2. Hasil tahapan pre-processing dan ekstraksi.

No	Pre-processing	Hasil (citra)
1	Sumber Citra (0310542_L1_2ct1)	
2	Enhancement	
3	Binarization	
4	Thinning	
5	Ekstraksi Minutiae	

Titik koordinat yang didapatkan dihitung jarak antar titik koordinatnya, hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jarak Antar Titik Minutiae Pada Sebuah Sidik Jari (Satuan Piksel).

Kode Jarak	Hasil Jarak	Kode Jarak	Hasil Jarak
J1	31.401	J34	3.1623
J2	41.485	J35	5
J3	16.125	J36	50.359
J4	15.297	J37	57.428
J5	22.672	J38	23.409
J6	32.249	J39	20
J7	19.235	J40	25.02
J8	17.464	J41	6.3246
J9	61.351	J42	2.2361
J10	68.308	J43	55.227
J11	26.077	J44	62.29
J12	71.253	J45	18.385
J13	40.025	J46	45.011
J14	35.44	J47	26.077
J15	17.205	J48	21.095
J16	60.017	J49	75.166
J17	41.761	J50	82.219
J18	37	J51	7.6158
J19	90.255	J52	19.026
J20	97.324	J53	24.021
J21	24.042	J54	30.265
J22	32.14	J55	37.336
J23	37.216	J56	42.426
J24	57.14	J57	5
J25	13	J58	49.092
J26	31.575	J59	56.143
J27	36.497	J60	23.537
J28	20.125	J61	54.083
J29	26.926	J62	61.131
J30	55.109	J63	18.682
J31	5.099	J64	7.0711
J32	25.02	J65	72.028
J33	20.1	J66	79.006

Hasil perhitungan jarak inilah yang akan dijadikan fitur sidik jari berdasarkan jarak antar minutiae, dimana sebuah citra sidik jari dapat diambil sebanyak 66 ruas jarak. Penelitian ini tidak hanya dapat menghitung sebuah sidik jari saja sebagaimana yang telah dicontohkan, tetapi aplikasi dapat menghitung seberapa banyak sidik jari yang akan dijadikan dataset.

PENUTUP

Penelitian ini telah menghasilkan fitur sidik jari berupa jarak antar titik minutiae. Ruas jarak didapat dari hasil perhitungan jarak antara 2 titik minutiae menggunakan metode *Euclidean Distance*.

Didapat 66 ruas jarak hasil dari menghubungkan ke 12 titik minutiae yang diambil dari sebuah sidik jari. Sekumpulan sidik jari dapat diproses melalui penelitian ini untuk dapat membentuk dataset fitur sidik jari. Dataset yang terbentuk ini selanjutnya dapat digunakan sebagai acuan dalam identifikasi sidik jari ataupun menentukan perbedaan sidik jari asli dan palsu berdasarkan jarak antar minutiae-nya.

DAFTAR PUSTAKA.

- [1] D. Maltoni, Handbook of Fingerprint Recognition. Edisi 2, Springer: London, 2009
- [2] DigitalPersona, inc., "Guide to Fingerprint Recognition", White Paper
- [3] Anil Jain, Lin Hong, Sharath Pankanti, and Ruud Bolle, "An Identity Authentication System Using Fingerprints", Department of Computer Science Michigan State University. Michigan. 1997.
- [4] <http://perso.orange.fr/fingerprint/biometric/fingerprint.htm>, diakses 14 Juli 2020
- [5] Martin S. K., D. Narain Ponraj, Winston J, Yaspy J C, Jeba E.D, Clara A., Authentication of Biometric System using Fingerprint Recognition with Euclidean Distance and Neural Network Classifier", International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-4, February 2019
- [6] Hindi, Amjad, Dwairi M. O., Alqadi Z. "Analysis of Fingerprint Minutiae to form Finger Identifier", IJCSMC, Vol.9, Issue. 2, February 2020
- [7] AlQadi Z.A., Eltous Y., Abuzalata M., Qaryouti G.M. "Detecting and Counting Minutiae in Human Fingerprint". Open Science Journal 5(1), 2020