

Identifikasi Biometrik Sidik Jari dengan Metode Fraktal (Fingerprint Biometric Identification with Approach of Method of Fractals)

Rina Candra Noor Santi

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang

email : rina@unisbank.ac.id

Abstrak : Sidik jari manusia ini merupakan bukti materi yang amat penting. Akurasi dalam melakukan identifikasi bergantung pada reliabilitas ciri yang diambil dari citra sidik jari. Pada penelitian ini untuk menghasilkan ciri-ciri sidik jari digunakan metode pendekatan karakteristik fraktal. Pendekatan fraktal dipilih didasari pada pertimbangan bahwa struktur garis-garis sidik jari bersifat alami dan tidak teratur, dan fraktal dikenal sebagai metode yang sangat cocok untuk keadaan alami dan tidak teratur tersebut. Adapun tahapan dalam mengolah data sidik jari pada penelitian ini adalah akuisisi citra, *preprocessing*, ekstraksi ciri, dan pencocokan. Akuisisi citra adalah tahap yang diawali dengan menangkap / mengambil gambar sidik jari dengan menggunakan scanner. Citra sidik jari yang diolah adalah citra *grayscale* dengan 256 tingkat keabuan dan memiliki dimensi 320 x 320 pixel, dengan kerapatan gambar 300 dpi. Tahapan *preprocessing* meliputi beberapa tahapan yaitu: normalisasi orientasi, segmentasi, perbaikan citra (*enhancement*), ekstraksi bukit dan penipisan. Ekstraksi ciri merupakan proses untuk menghasilkan ciri sidik jari, yaitu dengan menggunakan metode fraktal (kode fraktal, dimensi fraktal dan derajat kekosongan). Pencocokan adalah proses untuk identifikasi sidik jari. Sistem pengolahan citra sidik jari yang telah dibuat untuk mendapatkan ekstraksi ciri ini telah dapat menentukan hasil identifikasi sidik jari dengan menghasilkan tiga ciri fraktal yaitu kode fraktal, dimensi fraktal dan derajat kekosongan.

Kata kunci : Kode fraktal, dimensi fraktal, derajat kekosongan.

PENDAHULUAN

Kini di banyak belahan dunia dikembangkan teknologi yang mampu mengidentifikasi individu dari karakter biologis individu yang dikenal dengan nama Biometrik. Biometrik itu sendiri adalah cara untuk identifikasi dan verifikasi individu berdasarkan karakteristik fisik atau tingkah lakunya.

Beberapa jenis yang sudah berhasil dikembangkan antara lain sidik jari, retina, struktur wajah, suara, tangan, dan lain-lain. Di antara jenis biometrik tersebut, menurut Jain (2003) sidik jari menjadi pilihan terlaris dengan prosentase pengguna sebesar 52% (lihat Gambar 1.1.). Hal ini karena identifikasi jenis ini terbukti paling aman, nyaman dan ekonomis. Aman, karena sidik jari tidak dapat dipalsukan, nyaman karena verifikasi mudah dilakukan, dan pegawai tidak perlu direpotkan karena kartu ketinggalan, hilang, rusak, dan ekonomis karena alat ini ditawarkan dengan harga yang kompetitif dan pengaplikasiannya menjadikan perusahaan dapat meminimalkan biaya seperti penerbitan kartu

baru atau penggantian kartu rusak atau hilang dan sebagainya.

Akurasi dalam melakukan identifikasi bergantung pada reliabilitas ciri yang diambil dari citra sidik jari, untuk menghasilkan ciri-ciri sidik jari digunakan metode pendekatan karakteristik fraktal. Pendekatan fraktal dipilih didasari pada pertimbangan bahwa struktur garis-garis sidik jari bersifat alami dan tidak teratur, dan fraktal dikenal sebagai metode yang sangat cocok untuk keadaan alami dan tidak teratur tersebut.

Konsep Identifikasi Biometrik Sidik Jari dengan Metode Fraktal

Maltoni et al. (2003) menyatakan bahwa pengenalan biometrik atau disebut juga identifikasi biometrik merupakan pengenalan seseorang secara otomatis berdasarkan karakteristik unik dari fisiologis (bagian-bagian tubuh tertentu seperti sidik jari, wajah, retina) maupun perilakunya.

Dalam sistem biometrik biasanya digunakan model verifikasi dan identifikasi.

Sistem verifikasi membandingkan biometrik seseorang dengan satu biometrik acuan pada basisdata, yang diklaim milik orang tersebut. Sistem verifikasi menjawab pertanyaan “apakah ini biometrik saya?”. Pada sistem verifikasi hanya terjadi pencocokan satu ke satu. Sedangkan sistem identifikasi membandingkan suatu biometrik dengan seluruh biometrik yang ada pada basisdata. Sistem identifikasi akan menjawab pertanyaan “milik siapakah biometrik ini?”. Terdapat unsur pencarian (searching) pada sistem identifikasi karena melibatkan proses pencocokan satu ke banyak (1 : M).

Karakteristik unik yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil ekstraksi ciri metode fraktal, yang dalam hal ini digunakan 3 pendekatan fraktal (Wicaksono, 2006) yaitu kode fraktal, dimensi fraktal, derajat kekosongan fraktal.

Sistem untuk mengidentifikasi sidik jari dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu: Sistem Pembuat Basis Data dan Sistem Pengidentifikasi Sidik Jari. Sistem Pembuat Basis Data dipakai untuk membuat basis data ciri citra sidik jari. Sedangkan Sistem Pengidentifikasi Sidik Jari berfungsi untuk mendeteksi apakah suatu citra query memiliki ciri yang mirip dengan ciri yang ada dalam data base atau tidak, yang menurut Munir (2004) metode pencocokan dapat dihitung dengan penghitungan jarak (d_{rms}).

Adapun langkah-langkah pengolahan citra sidik jari adalah sebagai berikut (Wicaksono, 2006):

1. Akuisisi citra.

Tahap akuisisi citra adalah tahap yang diawali dengan menangkap/ mengambil gambar sidik jari dengan menggunakan scanner. Citra sidik jari yang diolah adalah citra *grayscale* dengan 256 tingkat keabuan dan memiliki dimensi 320 x 320 *pixel*, dengan kerapatan gambar 300 dpi.

2. Preprocessing.

Meliputi:

- **Normalisasi arah**

Citra sidik jari dilakukan untuk mengurangi pengaruh kesalahan orientasi saat akuisisi data. Tidak dapat dijamin bahwa pengguna akan selalu

menempatkan sidik jari tegak lurus dengan sumbu utama saat akuisisi data. Oleh karena itu, perlu dilakukan perputaran/rotasi sebesar sudut penyimpangan (θ) sebagai langkah koreksi terhadap penyimpangan orientasi (Gonzalez and Woods, 1992).

- **Perbaikan Citra (*enhancement*)**

Adapun langkah-langkah perbaikan citra yang digunakan pada penelitian ini adalah: penghalusan gambar (*image smoothing*), penyesuaian kecerahan gambar (*brightness adaptation*), dan peregangan kontras (*contrast stretching*) (Wicaksono, 2006).

- **Segmentasi**

Segmentasi adalah proses pemisahan daerah bagian depan/objek (*foreground*) pada citra dari bagian belakang (*background*). Bagian depan berhubungan dengan daerah sidik jari yang mengandung bukit dan lembah, yang merupakan daerah objek yang akan diteliti. Sedangkan daerah *background* merupakan daerah luar dari batas-batas sidik jari yang tidak mengandung informasi sidik jari yang *valid* (Thai, 2003). Dalam sebuah citra sidik jari, daerah *background* biasanya menunjukkan nilai variansi intensitas keabuan yang sangat rendah, sementara daerah *foreground* mempunyai variansi yang sangat tinggi. Sebuah metode yang berdasarkan pada nilai ambang variansi dapat digunakan untuk melakukan proses segmentasi sidik jari (Wicaksono, 2006).

- **Ekstraksi Bukit**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses ekstraksi bukit adalah normalisasi intensitas citra, perhitungan orientasi bukit lokal, penapisan Gabor dan *binarisation* (Wicaksono, 2006).

- **Penipisan**

Algoritma yang digunakan untuk penipisan pada dasarnya merupakan langkah-langkah berulang yang diterapkan pada titik-titik *contour* dari citra biner (Gonzalez and Woods, 1992).

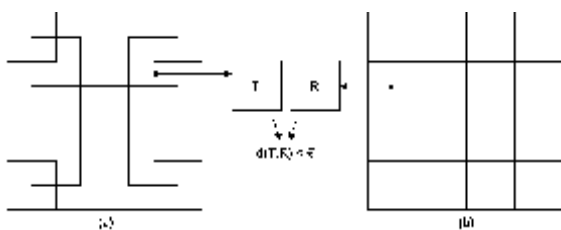
Titik *contour* adalah titik yang memiliki nilai 1 dan sedikitnya satu dari 8 tetangganya bernilai 0. Hasil yang diperoleh dari penipisan ini ialah sekumpulan garis yang memiliki lebar 1 *pixel*.

3. Ekstraksi ciri

Ada 3 pendekatan fraktal yang akan digunakan pada penelitian ini untuk memisahkan ciri-ciri suatu citra sidik jari, yaitu: kode fraktal (*fractal code*), dimensi fraktal, dan derajat kekosongan fraktal (*fractal lacunarity*).

• **Kode fraktal (*fractal code*)**

Kode fraktal didasari pada karakteristik utama dari fraktal, yaitu memiliki kemiripan dengan diri sendiri. Jacquin (1990) memperkenalkan satu skema otomatis untuk melakukan pengkodean citra yang dikenal dengan nama *Partitioned Iterated Function System* (PIFS). Konsep PIFS adalah membagi (partisi) citra menjadi blok-blok jelajah (*range blocks*) yang tidak tumpang tindih (Wohlberg et al, 1999). Skema partisi yang digunakan adalah partisi bujur sangkar dengan ukuran tetap. Setiap blok adalah bujur sangkar. Kemiripan lokal ditentukan dengan mencari bagian-bagian (blok-blok) citra, yang mirip dengan blok-blok jelajah (Gambar 1). Blok-blok citra ini disebut dengan blok ranah (*domain block*). Blok-blok ranah adalah blok-blok yang saling tumpang tindih.

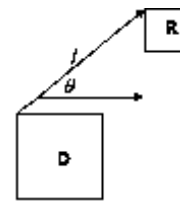


Gambar 1. Pemetaan antara, blok ranah dengan blok jelajah

(a) Blok-blok ranah, (b) blok-blok jelajah

Pada penelitian ini kode fraktal yang digunakan adalah ciri keseragaman dan arah yang dinyatakan dengan magnitudo l dan

sudut θ (Gambar 2) antara blok ranah dan jelajah yang mirip dengan nilai ambang ϵ .



Gambar 2. Ciri magnitudo dan arah antara blok ranah dan blok jelajah

• **Dimensi fraktal**

Metode yang biasa digunakan untuk menghitung dimensi fraktal suatu citra, adalah metode Penghitungan Kotak (*Box Counting*). Adapun langkah-langkah metode penghitungan kotak adalah sebagai berikut (Liu et al, 1997):

- a) Citra dibagi kedalam kotak-kotak dengan ukuran s .
- b) Hitung banyaknya kotak $N(s)$ yang berisi bagian obyek pada citra. Nilai $N(s)$ sangat tergantung pada s . Pada penelitian ini, nilai s berubah dari 1 sampai 2^k , dengan $k = 0, 1, 2, \dots$ dan seterusnya, 2^k tidak boleh lebih besar dari ukuran citra. Bila citra berukuran $2^m \times 2^m$, maka nilai k akan berhenti sampai m .
- c) Hitung $D(s)$ dengan persamaan berikut:

$$D(s) = \frac{\log_2(N(s))}{\log_2(s)}$$

Langkah terakhir adalah buat garis lurus menggunakan nilai $D(s)$ untuk berbagai nilai s . Persamaan garis lurus dapat ditentukan dengan metode kuadrat terkecil (*least square*). Kemiringan (*slope*) dari garis lurus tersebut merupakan dimensi fraktal dari citra.

• **Derajat kekosongan fraktal (*fractal lacunarity*)**

Dalam kaitannya dengan citra sidik jari, derajat kekosongan dapat menjadi ciri yang sangat berharga untuk mengatasi sidik jari yang memiliki struktur garis-garis sidik jari berbeda, tapi memiliki dimensi fraktal yang sama.

Derajat kekosongan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut: bila $P(i,s)$ menyatakan probabilitas bahwa ada i titik-titik intensitas pada kotak yang berukuran s , maka untuk setiap nilai s :

$$\sum_{i=0}^n P(i,s) = 1$$

dengan n menyatakan banyaknya piksel pada kotak yang berukuran s .

$$I(s) = \sum_{i=0}^n iP(i,s)$$

$$I^2(s) = \sum_{i=0}^n i^2P(i,s)$$

Derajat kekosongan dapat didefinisikan sebagai:

$$\Lambda(s) = \frac{I^2(s) - [I(s)]^2}{i[I(s)]^2}$$

Karena derajat kekosongan menurun bila ukuran kotak (s) membesar, maka semakin kecil s merupakan pilihan yang lebih baik (Putra, 2004).

4. Pencocokan

Metode pencocokan digunakan perhitungan menurut Munir (2004), yaitu:

$$d_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - r_i)^2}{C}}$$

Dengan d_i dan r_i adalah kedua ciri yang dibandingkan, dan C adalah banyaknya ciri yang terlibat. Jika $d_{rms} \leq threshold$, maka kedua ciri dikatakan identik.

PEMBAHASAN

Adapun proses pengujian yang akan dilakukan untuk menentukan prosentase keberhasilan SPSJ dalam mengidentifikasi sidik jari adalah :

1. Identifikasi citra yang sama.

Teknik pengujian yang dilakukan adalah: SPSJ digunakan untuk mencocokkan data citra query dengan data citra dalam data base yang memiliki citra yang sama.

2. Identifikasi citra yang berbeda orientasinya.

Teknik pengujian yang dilakukan adalah: SPSJ digunakan untuk mencocokkan data citra query dengan data citra dalam data base yang berasal dari sidik jari yang sama, namun citra query telah diubah orientasinya. 100% tingkat keberhasilannya, namun memiliki selisih (d_{rms}), berarti menunjukkan bahwa citra query yang orientasi arahnya berbeda dengan citra basis data bisa dikatakan berhasil, meskipun masih diperlukan suatu *preprocessing* yang lebih baik agar selisihnya (d_{rms}) bisa 0.

3. Identifikasi citra yang berbeda dari sidik jari yang sama.

Adapun teknik pengujiannya adalah dengan memasukkan sebuah citra ke dalam SPBD, sehingga menghasilkan ekstraksi ciri yang kemudian disimpan dalam data base.

Dengan menggunakan SPSJ, dilakukan pencocokan beberapa citra yang berasal dari sidik jari yang sama terhadap citra yang telah dibuat oleh SPBD. FRR diperoleh dengan membandingkan antara jumlah yang tidak berhasil teridentifikasi/cocok dengan jumlah *sample*.

4. Identifikasi citra yang berbeda dengan sidik jari yang berbeda.

Adapun teknik pengujiannya adalah dengan memasukkan sebuah citra ke dalam SPBD, sehingga menghasilkan ekstraksi ciri yang kemudian disimpan dalam data base.

Dengan menggunakan SPSJ, dilakukan pencocokan beberapa citra (seperti terlihat dalam tabel 4) yang berasal dari sidik jari yang berbeda terhadap citra yang telah dibuat oleh SPBD. FAR diperoleh dengan membandingkan antara jumlah yang berhasil teridentifikasi/cocok dengan jumlah *sample*.

Untuk mengetahui tingkat akurasi pencocokan untuk memutuskan apakah pengguna sah atau tidak sah, dilakukan pengujian terhadap pengguna sah, kemudian

dihitung banyaknya pengguna sah yang dianggap tidak sah. Kesalahan ini akan memunculkan nilai FRR, sesuai dengan pengujian pada identifikasi citra yang berbeda dari sidik jari yang sama. Selain itu dapat juga diuji sejumlah pengguna tidak sah, kemudian dihitung banyaknya pengguna tidak sah yang dianggap sah. Kesalahan ini akan memunculkan nilai FAR, sesuai dengan pengujian citra yang berbeda dengan sidik jari yang berbeda.

Adapun persamaan yang digunakan untuk membandingkan ketiga ciri fraktal hasil deteksi yang baru dengan ketiga ciri fraktal yang ada dalam data base adalah: $d_{rms} = \sqrt{\sum ((d_i - r_i)^2) / C}$, dengan d_i adalah ciri yang dihasilkan, r_i ciri yang ada dalam data base, dan C adalah banyaknya ciri yang terlibat (Munir, 2004). Jika $d_{rms} \leq \varepsilon$ (ε adalah nilai *threshold* / ambang masing-masing ciri fraktal, dalam hal ini untuk ciri kode fraktal (d_1) = 0,7, ciri dimensi fraktal (d_2) = 0,028, ciri derajat kekosongan (d_3) = 0,011 maka ciri tersebut dianggap identik.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan citra sidik jari yang telah dibuat untuk mendapatkan ekstraksi ciri dengan menggunakan metode karakteristik fraktal (kode fraktal, dimensi fraktal, dan derajat kekosongan) dapat digunakan untuk identifikasi sidik jari.
2. Diperlukan suatu alat *scanner* khusus untuk sidik jari agar diperoleh citra yang lebih baik, sehingga dapat diperoleh ekstraksi ciri yang lebih akurat.
3. Dari pengujian Sistem Pengidentifikasi Sidik Jari ini diperoleh FRR 20%, sedangkan FAR 8,33%, sehingga pengujian ini menunjukkan bahwa $FRR > FAR$. Nilai FRR yang tinggi dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi dengan tingkat keamanan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jain, A.K., 2003, *Multimodal User Interfaces: Who's the User?*, Slides, <http://biometrics.cse.msu.edu>.
2. Jacquin, A. E. , Oct. 1990, "Fractal image coding based on a theory of iterated contractive image transformations," in *Visual Communications and Image Processing '90* (M. Kunt, ed.), vol. 1360 of *SPIE Proceedings*, (Lausanne, Switzerland), pp. 227–239.
3. Liu, Y., Yanda Li, 1997, "Image Feature Extraction and Segmentation using Fractal Dimension", *International Conference on Information, Communication and Signal Processing*.
4. Maltoni, D., Jain, A.K., Maio, D., Prabhakar, S., 2003, *Handbook of Fingerprint Recognition*, Springer Verlag, New York.
5. Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik*, Edisi Pertama, Informatika Bandung.
6. Putra, I K.G.D., Susanto, A., Harjoko, A., Widodo, T., 2004, "Identifikasi Citra Telapak Tangan Memanfaatkan Alih Ragam Gelombang Singkat", *Jurnal Pakar*, Vol 5, No.3, Nop.2004, hal 161-172.
7. Wicaksono, W., 2006, *Aplikasi Pengolahan Citra Digital untuk Identifikasi Biometrik Sidik Jari dengan metode fraktal*, Tesis Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
8. Wohlberg, B., Jager, G.de, December 1999, "A Review of the Fractal Image Coding Literature", *IEE Transactions on Image Processing*, Vol. 8, No.12, pp. 1716—1729, <http://math.lanl.gov/~brendt/Publications/wohlberg-1999-review.shtml>.