

# ALGORITMA PENGIDENTIFIKASIAN SIDIK JARI BERDASARKAN PRINSIP PENCOCOKAN GRAF

Nabilah Shabrina

Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha no.10 Bandung  
if18087@students.if.itb.ac.id

## ABSTRAK

Seiring berkembangnya zaman, pengenalan atau pengidentifikasian sidik jari sangat diperlukan untuk berbagai macam keperluan. Beberapa contoh di antaranya seperti untuk security system, system absensi, maupun penelusuran bakat dengan sidik jari yang sedang berkembang akhir-akhir ini. Sampai saat ini para ilmuwan telah banyak menemukan metode-metode yang mengenali sidik jari seseorang. Makalah ini membahas salah satu dari metode tersebut, yaitu dengan cara menggunakan algoritma yang berdasarkan prinsip pencocokan graf. Pertama-tama dilakukan terlebih dahulu pencocokan antara dua buah sidik jari dengan prinsip pencocokan graf lalu kemudian dibuat algoritmanya untuk membuktikan kecocokan tersebut. Selain itu dalam makalah ini juga akan diuraikan beberapa hal yang menyangkut aplikasi dari penggunaan sidik jari di antaranya untuk sistem keamanan, untuk sistem absensi, dan penelusuran bakat.

**Kata kunci:** K-plet, CBFS, sidik jari, graf, algoritma.

## I. PENDAHULUAN

Tahap paling penting dalam pembuktian sidik jari adalah proses pencocokan antara dua sidik jari. Algoritma pencocokan menggunakan representasi template (T, I) dari dua sidik jari yang berbeda dan mengembalikan nilai  $S(T,I)$  yang menunjukkan tingkat kecocokan di antara dua sidik jari. Representasi T dan I dapat didapatkan dari gambar itu sendiri, tekstur dari sidik jari tersebut, atau informasi-informasi yang mendetail lainnya.

*Minutiae* adalah suatu pola dalam sidik jari di mana akan terlihat garis-garis yang berpotongan pada sidik jari tersebut. Representasi berbasis *minutiae* adalah representasi yang paling berkembang saat ini dan akan menjadi fokus dari makalah ini.

Telah ditemukan 18 tipe *minutiae* yang telah teridentifikasi oleh ilmuwan sebelumnya. Setiap *minutiae* dapat dideskripsikan oleh posisi (x, y), arah  $\theta$ ,

dan lain-lain. Kebanyakan dari algoritma pencocokan didasarkan pada posisi dan arah dari *minutiae* tersebut. Oleh karena itu, penentuan posisi (x,y) dan arah  $\theta$  pada titik-titik dalam sidik jari menjadi hal yang krusial dalam pembentukan algoritma pencocokan sidik jari.

Dua buah sidik jari dapat direpresentasikan dengan

$$I_1 = \{m_1, m_2, \dots, m_M\}, \quad m_i = (x_i, y_i, \theta_i) \quad (1)$$

$$I_2 = \{m'_1, m'_2, \dots, m'_N\}, \quad m'_i = (x'_i, y'_i, \theta'_i) \quad (2)$$

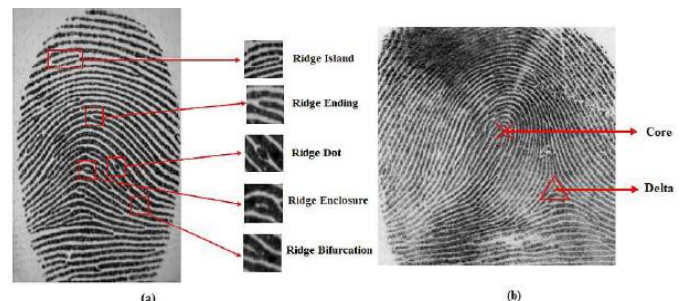
Langkah selanjutnya adalah menentukan titik  $m'_j$  pada  $I_2$  dari seluruh titik di  $I_1$  yang berkesesuaian. Biasanya titik-titik pada  $I_2$  memiliki kemiripan dengan titik-titik pada  $I_1$  melalui transformasi geometrik  $T(\cdot)$ . Teknik yang biasa digunakan untuk algoritma pencocokan *minutiae* yaitu dengan menemukan fungsi transformasi  $T(\cdot)$  yang merepresentasikan titik-titik yang berasal dari kedua sidik jari seperti yang dapat dilihat pada gambar 2. Titik hasil penggabungan,  $I_2$ , dapat ditentukan dengan cara seperti di bawah ini

$$I_2 = T(I_1) = \{m''_1, m''_2, \dots, m''_N\} \quad (3)$$

$$m''_1 = T(m'_1) \quad (4)$$

$$\vdots \quad (5)$$

$$m''_N = T(m'_N) \quad (6)$$



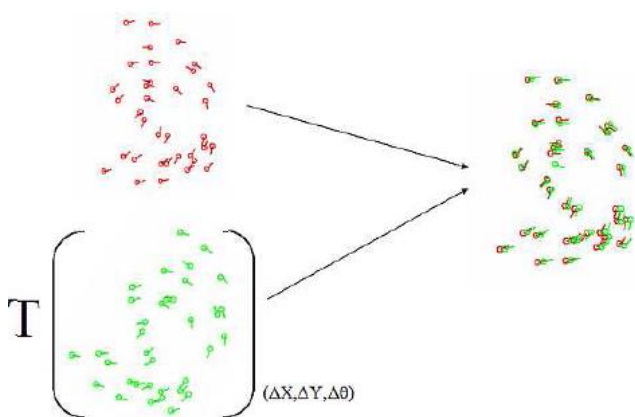
Gambar 1. (a) Istilah-istilah dalam *minutiae*

Dua buah sidik jari dikatakan identik bila memenuhi persamaan berikut

$$\sqrt{(x_i - x_j')^2 + (y_i - y_j')^2} \leq r_0 \quad (7)$$

$$\min(|\theta_i - \theta_j'|, 360 - |\theta_i - \theta_j'|) < \theta_0 \quad (8)$$

Dalam melakukan pencocokan dua buah sidik jari, pertama temukan titik-titik yang identik yang kurang lebih memiliki posisi dan orientasi yang sama pada kedua sidik jari. Langkah selanjutnya adalah menggabungkan titik-titik tersebut menjadi sebuah gambar seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Minutiae* dicocokkan dengan mentransformasikan satu set *minutiae* dan menentukan jumlah *minutiae* yang ada dalam sebuah daerah dibatasi

## II. PENGERTIAN GRAF DAN JENIS-JENISNYA

### 2.1 Pengertian Graf

Graf  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, E)$  ditulis dengan notasi  $G = (V, E)$ , yang dalam hal ini  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (vertices atau node) dan  $E$  adalah himpunan sisi (edges atau arcs) yang menghubungkan sepasang simpul. Definisi tersebut menyatakan bahwa  $V$  tidak boleh kosong sedangkan  $E$  boleh kosong. Jadi sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi simpulnya harus ada, minimal satu. Graf yang hanya mempunyai satu buah simpul tanpa sebuah sisi pun dinamakan graf trivial.

### 2.2 Jenis –jenis Graf

Jenis –jenis graf berdasarkan ada atau tidaknya gelang sisi ganda pada suatu graf, dapat digolongkan menjadi dua jenis:

1. Graf sederhana  
Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-sisi ganda.
2. Graf tak-sederhana  
Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau gelang. Ada dua macam graf sederhana, yaitu graf ganda dan graf semu. Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda. Graf semu adalah graf yang mengandung gelang.

Jenis-jenis graf berdasarkan orientasi arah dapat dibedakan menjadi dua jenis:

1. Graf tak-berarah  
Graf tak berarah adalah graf yang tidak mempunyai orientasi arah.
2. Graf berarah  
Graf berarah adalah graf yang mempunyai orientasi arah. Pada graf berarah, gelang diperbolehkan tetapi sisi ganda tidak.

Aplikasi graf sangat luas di kehidupan sehari-hari. Graf dipakai di berbagai disiplin ilmu untuk memodelkan persoalan.

## III. METODE ALGORITMA DENGAN PENCOCOKAN GRAF

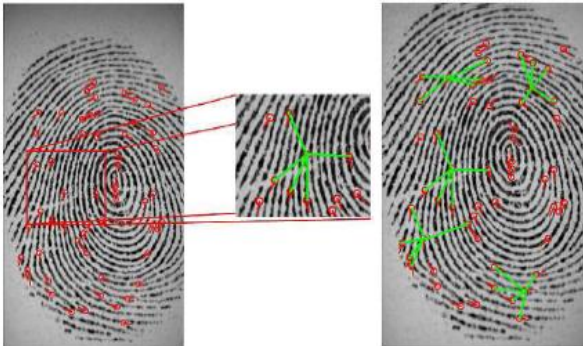
Pengidentifikasi sidik jari dilakukan dengan graf lalu kemudian dibuat algoritmanya. Di sini akan didefinisikan  $K$ -plet untuk merepresentasikan *minutiae* di suatu daerah tertentu yang tidak memiliki variasi pada translasi dan rotasinya. Dengan kata lain, akan dicari *minutiae* yang memiliki translasi dan rotasi yang sama. Akan didefinisikan juga graf  $G (V, E)$  yang akan menunjukkan hubungan local dari kedua *minutiae* dengan cara yang lebih formal. *Minutiae* di suatu daerah tertentu pada jari akan dicocokkan menggunakan *dynamic programming based algorithm*. Penggabungan untuk kecocokan sidik jari ini menggunakan tiga proses pendekatan

- Representasi  $K$ -plet
- *Local Matching*
- *Consolidation*

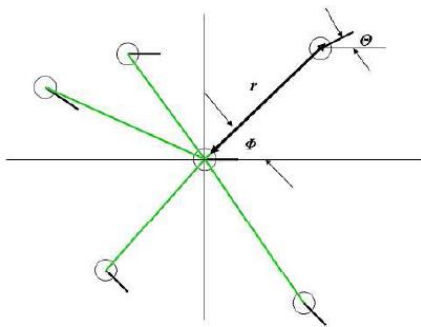
### 3.1 Representasi $K$ -plet

$K$ -plet adalah informasi yang didapatkan dari sidik jari. Representasi  $K$ -plet adalah translasi dan rotasi dari berbagai macam titik di sidik jari di mana ditemukan memiliki translasi dan rotasi yang sama bila dilihat dari system koordinatnya.  $K$ -plet terdiri atas *minutiae* pusat  $m_i$  dan *minutiae* lainnya sebanyak  $K \{ m_1, m_2, \dots, m_K \}$ . Setiap *minutiae* memiliki  $(\Phi_{ij}, \theta_{ij}, r_{ij})$ , di mana  $r_{ij}$  merepresentasikan jarak Euclidean diantara  $m_i$  dan  $m_j$ .  $\theta_{ij}$  arah relative dari *minutiae*  $m_j$  terhadap *minutiae* pusat yaitu  $m_i$ .  $\Phi_{ij}$  merepresentasikan arah dari sisi yang menghubungkan dua buah *minutiae* dan juga mengukur

arah relative dari *minutiae*  $m_i$ . Untuk representasi K-plet yang lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Ilustrasi K-Plet yang dilakukan pada sidik jari

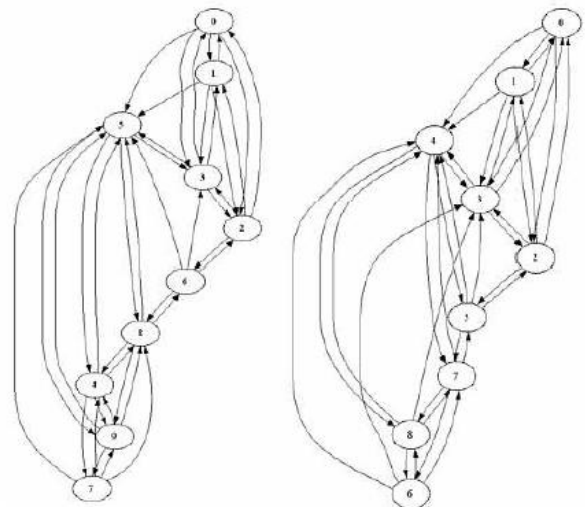


Gambar 4. Sistem koordinat lokal K-plet

Dari struktur hubungan dari K-plet dapat dibuat graf  $G(V,E)$ . Setiap *minutiae* direpresentasikan oleh simpul  $v$  dan setiap simpul dihubungkan oleh sisi  $(u,v)$  seperti yang dapat dilihat pada gambar 5. Setiap simpul  $u$  diberi ciri  $(x_u, y_u, \theta_u, t_u)$ , yang menggambarkan koordinat, arah, dan tipe *minutiae* (*ridge ending* atau *bifurcation*).



Gambar 5. Ilustrasi dari dua buah sidik jari yang telah ditandai bagian *minutiae* dengan nomor-nomor



Gambar 6. Graf yang menggambarkan dua buah titik yang berdekatan berdasarkan representasi dari K-plet.

### 3.2 Local Matching : Dynamic Programming

Algoritma yang nantinya akan dibuat didasari oleh kecocokan pada K-plet. Keakuratan dari algoritma pencocokan tergantung pada proses *local matching* ini. Pada intinya proses ini dilakukan untuk mencocokkan setiap partisi dari sidik jari secara simultan dengan pendekatan greedy.

### 3.3 Consolidation: Coupled Breadth First Search (CFBS) Algorithm

Dalam pembuatan algoritma ini, patut diperhatikan hal-hal sebagai berikut

1. Garis lintang pada graf didapat dari dua graf langsung, graf  $G$  dan  $H$  yg didapat dari tes sidik jari secara bersamaan.
2. Algoritma ini hanya memperhitungkan simpul-simpul di mana  $v_G \in G$  dan  $v_H \in H$  di mana  $v_G$  dan  $v_H$  merupakan dua buah simpul yang *match*.

Contoh dari algoritma CBFS adalah sebagai berikut

```

Algorithm: CBFS
Inputs : Graphs G(V,E) and H(V,E) corresponding to reference and
         test fingerprints
         i: source node in graph G
         j: source node in graph H
Outputs : No. of vertices that can be matched from the given sources

1. Let G(V,E) and H(V,E) represent the graphs corresponding to the two
   prints
2. Let GQ and HQ represent a FIFO queue
3. Let M represent a set of matched vertex pairs <g,h>
4. Initialize
   a. For each vertex g in G(V,E) and h in H(V,E)
      i. color[g] = WHITE //unvisited node
      ii. color[h] = WHITE
   b. color[i] = GRAY
   c. color[j] = GRAY
   d. M = M + <g[i],h[j]>
   e. ENQUEUE(GQ,g[i])
   f. ENQUEUE(HQ,h[j])
5. While (GQ is not empty and HQ is not empty)
   a. gu = DEQUEUE(GQ)
   b. hu = DEQUEUE(HQ)
   c. Find matching neighbors of gu,hu using dynamic programming
   d. For each matching neighbor gv (of gu) and hv (of hv)
   e. If (color[gv] == WHITE and color[hv] == WHITE)
      i. M = M + <gv,hv>
      ii. ENQUEUE(GQ,gv)
      iii. ENQUEUE(HQ,hv)
6. Return M (the size of M gives the match count)

```

## IV. APLIKASI PENGIDENTIFIKASIAN SIDIK JARI

### 4.1 Absensi

Perusahaan atau lembaga pendidikan bisa menerapkan sistem identifikasi lewat sidik jari (fingerprint identification system) untuk sistem absensi mereka. Dengan cukup menempelkan salah satu jari, mesin itu langsung bisa mengidentifikasi si pemilik sidik jari tersebut.

Selain mengabsen, sistem identifikasi lewat sidik jari ini juga bisa digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk mendapatkan akses ke tempat tertentu dalam sebuah perusahaan.

Salah satu alat pendeteksi sidik jari, sensor Secure F-1, menggunakan optical imaging technology, sehingga kualitas gambar sidik jadi lebih baik dan area tangkapan data lebih besar, sehingga lebih cepat dan akurat. Dilengkapi permukaan berbahan plastik, sehingga penggunaanya bisa terhindar dari bahaya arus listrik statis.

Beberapa fitur antara lain, fleksibilitas dalam penentuan waktu kerja karyawan, diberikannya akses kepada beberapa user terhadap menu-menu pada software, terdapat file log yang mencatat semua login, waktu, dan perubahan-perubahan yang dilakukan terhadap data absensi.

## 4.2 Sistem Keamanan

Saat ini telah berkembang berbagai macam system keamanan untuk menjaga suatu kerahasiaan yang hanya dapat diakses oleh orang-orang tertentu saja. Sebelumnya masyarakat telah populer dengan istilah kata sandi atau password yang dapat menjadi cara agar orang-orang yang tidak dikehendaki mengakses suatu hal. Namun password yang meminta untuk memasukkan sandi rahasia memiliki kelemahan, yaitu adanya kemungkinan kerahasiaan sandi dapat diketahui orang lain atau orang melupakan sandi tersebut. Maka solusi untuk memakai sidik jari sebagai password merupakan solusi yang baik. Selain tidak dapat ditiru oleh orang lain, password tersebut tidak mungkin terlupakan karena melekat di tubuh.

## 4.3 Penelusuran Bakat

Teknik ini merupakan pengembangan dari ilmu *dermatoglyphic* yaitu ilmu yang membahas pembentukan pola sidik jari. Tehnik finger prints analysis ini merupakan kombinasi dari berbagai disiplin ilmu seperti ilmu antropologi, kedokteran, forensik, ilmu saraf, dan psikologi modern serta IT.

Dermatoglyphic-dari bahasa Yunani, derma berarti kulit dan glyph ukiran- adalah ilmu pengetahuan yang berdasar teori epidermal atau ridge skill (garis-garis pada permukaan kulit, jari-jari, telapak tangan, hingga kaki). Dermatoglyphic mempunyai dasar ilmu pengetahuan yang kuat karena didukung penelitian sejak 300 tahun lalu. Para peneliti menemukan epidermal ridge memiliki hubungan yang bersifat ilmiah dengan kode genetik dari sel otak dan potensi inteligensia seseorang.

Pola sidik jari manusia sangat unik dan dipengaruhi oleh proses pembentukannya secara genetik. sidik jari manusia tidak akan pernah berubah, dan berhubungan erat dengan perkembangan sistem saraf. Jari kelingking menggambarkan penglihatan, jari manis melambangkan pendengaran, jari tengah berhubungan dengan sentuhan, keseimbangan, pergerakan, serta koordinasi tangan dan kaki. Jari telunjuk sebagai proses informasi (tangan kiri untuk logika, tangan kanan untuk pikiran). Ibu jari untuk berpikir dan membuat keputusan.

Pembentukan sidik jari ditentukan oleh DNA, dimulai saat janin berusia 13 minggu, bersamaan dengan pembentukan otak. Prosesnya akan sempurna pada minggu ke-24. Sidik jari manusia tak akan pernah berubah dan tidak bisa dibohongi.

Selain itu, hasil analisis ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui multiple intelligences, termasuk kekuatan dan kelemahan seseorang. Selain itu dapat dimanfaatkan untuk memilih bidang pendidikan dan pekerjaan yang tepat, metode belajar, dan mengetahui karakter seseorang.



Hasil analisis ini memang tidak dapat memberitahu masa depan seseorang, tetapi bisa memberikan solusi komprehensif dalam distribusi kecerdasan lahiriah, potensi, dan gaya belajar komunikatif yang disukai.

## V. KESIMPULAN

Pengidentifikasian sidik jari sangat diperlukan untuk berbagai macam keperluan. Telah banyak metode yang mengidentifikasikan sidik jari, salah satu di antaranya adalah metode yang menggunakan algoritma untuk pengidentifikasian sidik jari menggunakan prinsip kecocokan graf. Dalam metode ini, pertama-pertama dilakukan penghitungan terhadap beberapa titik di sidik jari untuk menentukan apakah dua buah sidik jari tersebut cocok atau tidak, kemudian dibuat graf yang merepresentasikan kecocokan tersebut. Setelah itu barulah dibuat algoritma yang sesuai dengan graf yang telah dibuat.

Contoh aplikasi dari pengidentifikasian sidik jari dapat bermacam-macam di antaranya adalah untuk absensi, system keamanan, dan penelusuran bakat. Sidik jari ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya setiap orang memiliki sidik jari yang berbeda-beda sehingga mampu untuk menjadi single identity, tidak dapat dipalsukan sehingga tidak juga dapat dilakukan hack terhadap password, dan dapat menjadi password yang tidak mungkin lupa karena menyatu di dalam tubuh.

## REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir, "Diktat Kuliah IF 2153, Matematika Diskrit, Edisi Keempat", Program Studi Teknik Informatika, STEI, ITB, 2006.
- [2] <http://cybermed.cbn.net.id/>  
Tanggal akses : 19 Desember 2009
- [3] <http://web.mit.edu/>  
Tanggal akses : 20 Desember 2009
- [4] <http://www.gatra.com/>  
Tanggal akses : 20 Desember 2009
- [5] <http://www.talents-spectrum.com/>  
Tanggal akses : 20 Desember 2009