

Implementasi Teori Graf Dalam Masalah Fingerprint Recognition (Pengenalan Sidik Jari)

Amalfi Yusri Darusman

Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung, jalan Ganesha 10 Bandung,
email : if17023@students.if.itb.a.c.id

Abstrak – Metoda pengenalan sidik jari atau fingerprint recognition yang efisien sangat diperlukan, misalnya untuk database penduduk, keamanan, dan lain-lain. Pada makalah ini akan dibahas metoda pendekatan structural, yaitu dengan mengubah bentuk pencitraan gambar ke bentuk graf, dengan cara mengelompokkan gambar arah dari garis sidik jari yang sama menjadi sebuah daerah-daerah yang besar. Pada makalah ini akan dijelaskan tentang proses pengenalan sidik jari atau fingerprint recognition dengan menggunakan graf berarah dan graf berbobot. Dengan menggunakan beberapa parameter dan perhitungan maka akan dapat diestimasi pengenalan sidik jari dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi. Dibutuhkan pula bantuan pencitraan gambar untuk realisasi dari teori implementasi ini, namun yang dijelaskan di makalah ini adalah implementasi pengenalan sidik jari dengan menggunakan teori graf, bukan proses secara lengkap namun akan dijelaskan sedikit.

Kata Kunci : pengenalan sidik jari, graf

Abstract – Efficient methods of fingerprint recognition systems are very important for database, security et cetera. In this paper, will be explained a method that uses structural approach to compare the equalness between 2 fingerprint images, which are transform digital images into a graph. There are parameters and calculations required to estimate the equalness.

Keywords : fingerprint recognition, graph

I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya proses pengenalan sidik jari atau fingerprint recognition adalah menyamakan gambar digital dari sidik jari seseorang dengan gambar digital dari sebuah database sidik jari. Apakah akan timbul

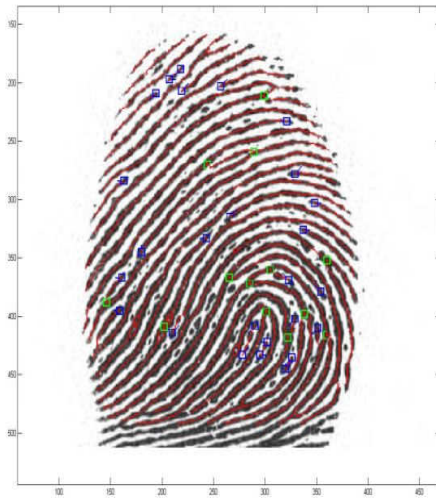
ambiguitas antara sidik jari orang yang satu dengan orang yang lain? Hal ini tidak mungkin terjadi karena pada dasarnya sidik jari [1]:

1. Tidak ada sidik jari yang sama
2. Sidik jari tidak dapat diubah
3. Merupakan sistem pengenalan yang unik

Melanjutkan proses dasar dari fingerprint recognition, proses sebenarnya adalah mengekstrak karakteristik penting dari sebuah gambar digital sidik jari menjadi parameter-parameter pembandingan lalu dibandingkan dengan parameter-parameter lain sehingga dapat diuji kesamaannya. Tentunya berbagai metoda digunakan untuk masalah pengenalan sidik jari ini namun tingkat efisiensinya tidak 100 %.

Metoda yang banyak digunakan adalah menyamakan gambar digital fingerprint dengan database yang sangat banyak. Dengan metoda tersebut maka gambar digital yang diuji disamakan dengan seluruh gambar digital lain yang terdapat di database. Tentu saja metoda tersebut membutuhkan waktu yang lama dan perhitungan yang sangat banyak. Oleh karena itu, dibuatlah berbagai alternative algoritma pengenalan sidik jari sehingga membutuhkan waktu yang lebih sedikit dan lebih efisien.

Sebuah sidik jari terdiri dari garis-garis sidik jari yang merupakan kumpulan garis yang sejajar yang banyak dan sebagian ada yang bersudut atau berpotongan. Yang berpotongan ini disebut *minutiae*[2]. Banyak juga dari berbagai sistem pengenalan sidik jari menggunakan *minutiae* sebagai bahan utama parameter pembandingan, namun tetap saja tidak menghasilkan solusi yang akurat karena sebuah sidik jari pasti memiliki noise atau bentuk garis yang tidak mulus, tentu saja mengurangi keakuratan sistem tersebut. Selain *minutiae*, ada juga karakteristik lain



dari sidik jari yaitu kesatuan yang terdiri dari 2 parameter yaitu *core* dan *delta*.

Gambar 1

titik-titik *minutiae*, titik biru adalah yang bersudut, sedangkan titik hijau adalah yang saling berpotongan



Gambar 2

Core dan *Delta*

Ada 2 pendapat mengenai *core*, yang pertama menyatakan bahwa *core* adalah lekukan pada garis sidik jari sehingga berubah arah, yang kedua adalah titik tengah sidik jari, namun keduanya merujuk pada hal yang sama. *Delta* adalah persimpangan dari beberapa garis.

II. Perhitungan dan Segmentasi pada *Directional Imaging*

Sangat dibutuhkan sebuah metoda pengenalan yang mampu bekerja secara efisien dan cepat. Pada metoda pengenalan yang terdapat di makalah ini, menggunakan *Directional Images* daripada menggunakan kesamaan (*core* dan *delta*) sebagai parameter untuk menguji kesamaan. *Directional Images* atau arah dari gambar atau gambar berarah adalah matriks diskrit yang mengandung elemen-elemen yang menunjukkan arah dominan dari garis sidik jari. Pada makalah ini, selanjutnya akan dijelaskan mengenai proses pengenalan sidik jari tersebut.

Sudah tentu algoritma pengenalan sidik jari dengan metoda yang menggunakan *Directional Images* sebagai parameter pembandingnya juga sudah tidak sedikit. Pada umumnya digunakan perhitungan 8 arah untuk komputasi pengenalan sidik jari, namun untuk algoritma pada makalah ini dibuat sebuah *Super Graph* yang menyatakan komputasi dengan menggunakan perhitungan 4 arah sehingga membutuhkan waktu yang lebih cepat dan efisien, karena semakin banyak arah perhitungan yang digunakan maka semakin banyak proses penyamaan yang dilakukan maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan.

Setelah proses *Directional Imaging* dilakukan, untuk menangani *noise*, maka akan didapatkan sebuah gambar berupa segmen-segmen besar dari masing-masing garis yang berarah sama yang memiliki warna yang berbeda sehingga dapat dibedakan daerah domain masing-masing garis berarah. Pada gambar 3 terdapat hasil *Directional Imaging* yang menggunakan perhitungan 4 arah dan 8 arah.



Gambar 3

Gambar hasil keluaran proses dengan menggunakan perhitungan 4 arah



Gambar 4

Gambar hasil keluaran proses dengan menggunakan perhitungan 8 arah

Pada gambar 3 dan 4 dapat dilihat perbedaan hasil dari proses *Directional Imaging*. Dengan menggunakan 8 *Directional Computing* akan membutuhkan perhitungan dan penyamaan yang lebih banyak sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan 4 *Directional Computing*.

III. Membuat Graf terhubung

Dengan menggunakan hasil keluaran proses sebelumnya yaitu *Directional Imaging*, dapat dibuat sebuah graf terhubung yang merepresentasikan hubungan antar segmen gambar berarah. Dengan demikian sekarang terdapat beberapa simpul dan sisi dari gambar tersebut. Pada metoda ini digunakan parameter lain selain simpul dan sisi yaitu bobot simpul dan bobot sisi, sehingga jika dituliskan. Graf G terdiri dari simpul V , sisi E , bobot simpul μ dan bobot sisi Ω . Adapun beberapa parameter lain yaitu titik berat (pusat massa) dari segmen, arah dari elemen segmen, area dari segmen, jarak antar titik berat (pusat massa) dan batas dari tiap segmen.

Graf yang digunakan pada makalah ini menggunakan informasi parameter di atas. Dengan menggunakan parameter-parameter tersebut didapatkan beberapa parameter lain yang penting seperti berat simpul dan berat sisi. Berat sisi adalah hasil representasi dari :

$$W_N = Area(R_i) \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$$

W_N adalah berat dari masing-masing simpul dan R_i adalah area yang ada pada *Directional Images*.

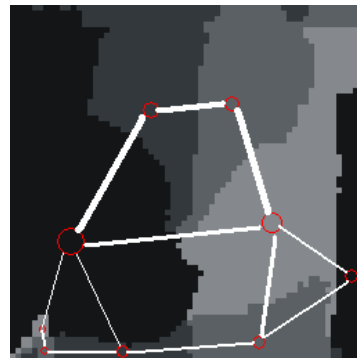
Adapun berat sisi memperhatikan 3 parameter yaitu :

1. p yaitu perbatasan antara 2 buah area dalam *Directional Images* yang dihubungkan oleh sisi
2. d adalah jarak antara 2 buah simpul yang dihubungkan dengan sisi
3. v adalah perbedaan fase atau arah antara 2 area dalam *Directional Images*

Sehingga dapat ditulis berat sisi adalah :

$$W_e = p \times d \times v$$

Sehingga dapat digambarkan simpul-simpul sebagai pusat massa dan sisi yang menghubungkannya sebagai berikut :



Gambar 5

Graf terhubung dari sidik jari

Pada gambar tersebut ketebalan sisi dan besar simpul berbeda-beda tergantung dari berat masing-masingnya. Dapat dilihat proses di atas adalah mirip dengan graf dual dan merupakan implementasi dari graf.

IV. Membuat Super Graf

Pada pencitraan digital untuk menghasilkan gambar digital dari sidik jari sering sekali ditemukan berbagai *noise* yang dapat menyebabkan kesalahan dalam *Directional Imaging* dan akan berlanjut pada kesalahan dalam pembuatan simpul dan sisi sehingga akan menimbulkan proses penyamaan yang salah. Jika digunakan graf dan upagraf sebagai pembading maka mungkin akan terjadi ketidaksamaan jumlah simpul pada proses penyamaan. Proses ekstraksi upagraf dari graf berarah juga mengurangi efisiensi dari proses

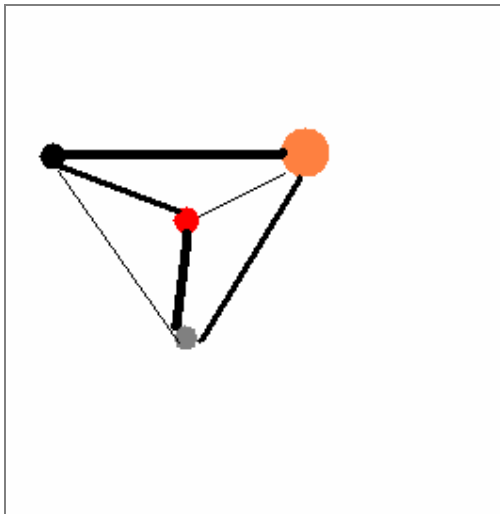
secara keseluruhan. Untuk mengatasi masalah ini digunakan penggabungan karakteristik dari graf dan memodelkan super graf yang didalamnya terdapat simpul yang merepresentasikan daerah yang memiliki arah yang sama yang terletak di pusat massa *Directional Images*. Berat simpul pada graf super merupakan hasil penjumlahan dari berat simpul-simpul pada graf terhubung biasa. Hal ini direpresentasikan secara matematis sebagai :

$$W_{sn} = \sum_{i=1}^n Area(R_i)$$

Dengan W_{sn} adalah berat simpul pada graf super dan R_i adalah daerah dengan arah yang sama. Sedangkan berat sisi W_{se} adalah fungsi jarak antara 2 simpul pada super graf $dis(sn)$ dan jumlah seluruh batas *Adjacent*. Jika direpresentasikan secara matematis maka :

$$W_{se} = dis(sn) + \sum Adjacent - p(R_i, R_j)$$

Karena block dari *Directional Images* menggunakan memiliki 4 arah sehingga dapat dimodelkan menjadi sebuah graf dengan 4 simpul yang dihubungkan dengan masing-masing 3 sisi, tujuannya adalah memudahkan perbandingan.



Gambar 6

Super graf dari gambar 5

V. Penyamaan Super Graf

Pertama-tama yang dibutuhkan untuk melakukan proses ini adalah model fingerprint lain yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk perbandingan sehingga dapat diketahui keakuratan dan ketepatan metoda ini. Yang perlu dilakukan adalah membuat sebuah graf dari hasil *Directional Imaging* dan kemudian membuat sebuah graf super dari graf tersebut. Kemudian untuk melakukan proses penyamaan dengan model yang kita punya akan dilakukan perhitungan menggunakan *cost function*. Hasil perhitungan yang merepresentasikan hasil minimum adalah sampel yang dipilih. Adapun 2 karakteristik[3] yang digunakan untuk menghitung *cost function* adalah :

1. Jumlah dari selisih berat simpul super graf referensi dan super graf model yang diuji
2. Jumlah dari selisih berat sisi super graf referensi dan super graf model yang diuji

Cost Function :

$$\sum_i W_{i.node} - W_{i.node} * \times$$

$$\sum_j W_{j.edge} - W_{j.edge} *$$

Dengan $W_{i.node}$ dan $W_{j.node}$ adalah berat simpul dan sisi dari dari model sedangkan $W_{i.node}^*$ dan $W_{j.node}^*$ adalah berat simpul dan sisi dari referensi. Hasil dari perhitungan yang memiliki hasil paling minimum adalah sampel yang diambil.

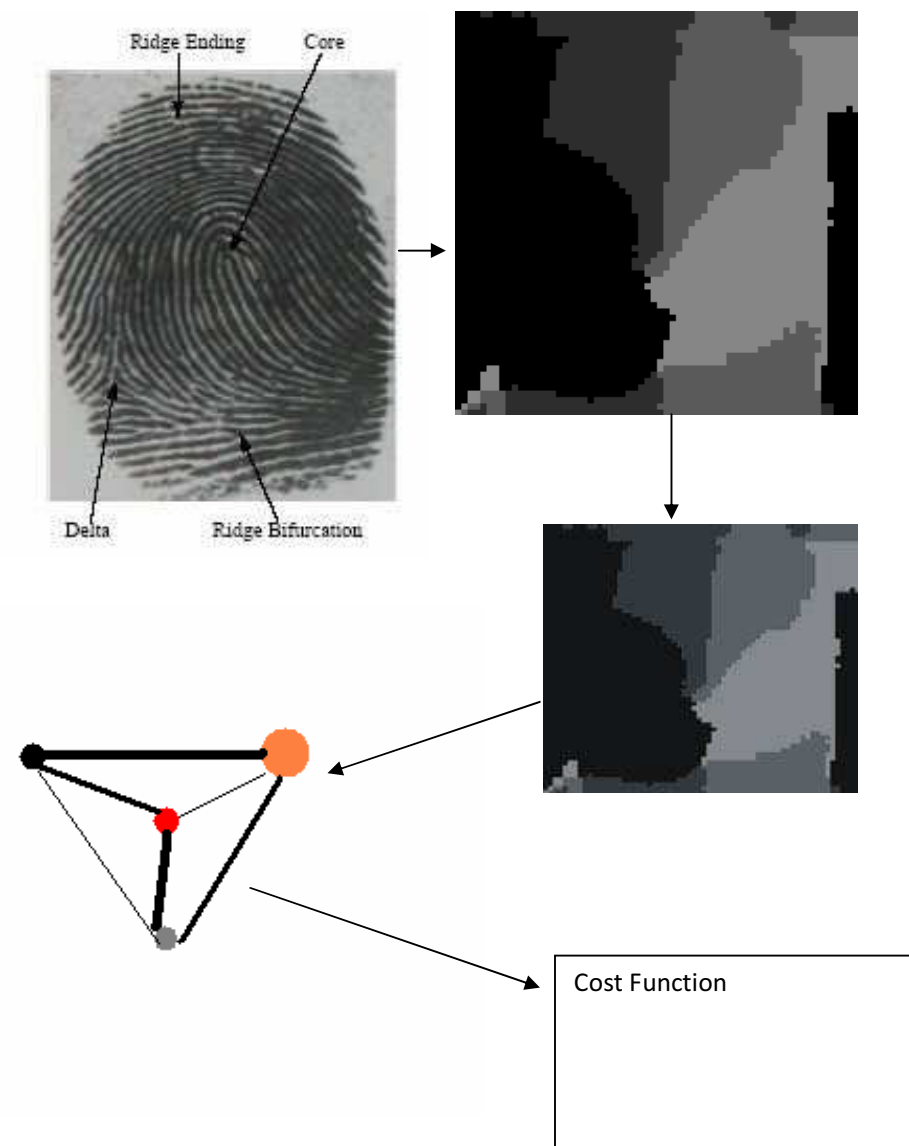
VI. Garis besar dan contoh penggunaannya pada eksperimen

Adapun prosedur terurut dari metoda pengenalan sidik jari tersebut memiliki garis besar seperti yang ditunjukkan oleh gambar 7 dibawah. Berikut adalah sebuah contoh penggunaan dalam survey dan eksperimen yang dilakukan oleh sumber peneliti, terdapat 9 model graf dan 168 fingerprint untuk dicoba dan dibandingkan :

	Nomer	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9	Kebenaran
Model1	24	23	0	0	0	0	1	0	0	0	95.8%
Model2	56	1	45	2	1	0	0	0	6	1	80.3%
Model3	8	1	0	6	0	1	0	0	0	0	75%
Model4	8	0	2	0	4	0	0	0	2	0	50%
Model5	16	0	0	1	0	15	0	0	0	0	93.7%
Model6	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	100%
Model7	8	1	0	0	0	0	0	7	0	0	87.5%
Model8	24	0	6	0	0	0	0	0	16	0	75%
Model9	16	0	6	0	0	0	0	0	0	0	62.5%
Validitas		88.4%	76.2%	66.7%	80%	93.7%	88.9%	100%	69.2%	90.9%	

Tabel 1

Tabel hasil eksperimen



Gambar 8

Diagram blok proses pengenalan sidik jari

VII. Kesimpulan

Pada makalah ini telah dijelaskan mengenai sebuah algoritma fingerprint recognition menggunakan pendekatan graf yang meningkatkan efisiensi dari prosedur tersebut. Caranya adalah dengan menggunakan segmen-segmen pada *Directional Images* yang kemudian digambarkan grafnya berdasar parameter yang ada dan memodelkannya ke dalam super graf terhubung. Kemudian dengan menghitung *cost function* dari super graf tersebut. Graf dengan *cost function* terendah adalah sampel yang dipilih.

Referensi

- [1] Hassan Ghassemian "A Robust On Line Restoration Algorithm for Fingerprint Segmentation", IEEE Int. Conf. on Image Processing, vol.2, pp.181-184, September 1996.
- [2] Tarjoman, Mana. "Automatic Fingerprint Classification". Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, ISSN 1307-6884.
- [3] Jain.A.K, Prabhakar.S, Hong.L, "A Multichannel Approach to Fingerprint Classification", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.21, no.4, pp.348-358,1999.