

Penentuan Klas Sidik Jari Berdasarkan Arah Kemiringan *Ridge*

S. Suwarno dan A.Harjoko

Abstract— *Researches on fingerprint classification are generally based on its features such as core and delta. Extraction of these features are generally preceded by a variety of preprocessing. In this study the classification is done directly on the fingerprint image without preprocessing. Feature used as the basis for classification is the direction of the ridge. The direction of the ridge is determined by the slope of the blocks that are exist on every ridge. Fingerprint image is divided into blocks of size 3x3 pixels and the direction of each block is determined. Direction of the slope of the block are grouped into 8, these are north, north-east, east, south-east, south, south-west, west and north-west. The number of blocks in each direction form the basis of classification using Learning Vector Quantization network (LVQ). This study used 80 data samples from the database of FVC2004. This model obtained classification accuracy of up to 86.3%.*

Keywords—*fingerprint, classification, ridge, LVQ*

1. PENDAHULUAN

Sidik jari sebagai alat identitas pribadi sudah lama dikenal dan akhir-akhir ini pemakaiannya semakin meluas. Mesin presensi, Surat Ijin Mengemudi (SIM) dan Kartu Tanda Penduduk Elektronik (e-KTP) sudah memanfaatkan sidik jari. Sidik jari diyakini memiliki sifat unik dan permanen sehingga secara hukum diakui sebagai alat bukti yang sah. [1].

Salah satu persoalan dalam pencarian berkas sidik jari dalam *database* adalah besarnya jumlah data. Ketika jumlah sidik jari yang disimpan semakin bertambah maka persoalan tersebut semakin terasa. Untuk mengatasi persoalan tersebut dilakukan klasifikasi pada *database* sidik jari.

Sri Suwarno, Mahasiswa S3 Ilkom FMIPA UGM, Yogyakarta (srisuwarno@gmail.com)

Agus Harjoko, Staf pengajar Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta (aharjoko@ugm.ac.id).

Secara umum sudah diakui bahwa sidik jari dibagi kedalam 5 klas utama, yaitu *Left-Loop*, *Right-Loop*, *Whorl*, *Arch* dan *Tented Arch*. Masalah utama dalam merancang sistem klasifikasi sidik jari adalah menentukan fitur apa yang dipilih dan bagaimana fitur tersebut dapat digunakan untuk klasifikasi [2]. Klasifikasi sidik jari pada umumnya didasarkan pada ciri-ciri visual tertentu yang dimiliki oleh setiap sidik jari, misalnya keberadaan dan posisi *core* dan *delta* dan arah kemiringan *ridge* [3][4]. Sidik jari dan fitur-fiturnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari sejumlah penelitian yang sudah dilakukan seperti pada [5][6][7] dilaporkan bahwa keberadaan dan posisi *core* dan *delta* sangat handal untuk menentukan klas suatu sidik jari. Banyak algoritma dan penelitian telah dikembangkan untuk menentukan keberadaan dan posisi *core* dan *delta* dalam suatu sidik jari.



Gambar 1 Fitur-fitur sidik jari

Pemanfaatan *ridge* sebagai dasar klasifikasi juga sudah banyak diteliti. Pada umumnya fitur *ridge* yang digunakan adalah arah kemiringannya yang diartikan sebagai arah kemiringan suatu area yang dalam konteks penelitian sidik jari disebut dengan istilah *directional field*.

Sejumlah penelitian seperti pada [4][8][9] melakukan klasifikasi dengan dasar *directional field*. Algoritma penentuan *directional field* telah banyak dilakukan yang pada umumnya mencermati korelasi nilai intensitas piksel dalam suatu blok.

Kendala terbesar dalam setiap algoritma klasifikasi adalah kualitas gambar dan kondisi gambar yang belum siap diolah terkait adanya derau maupun cacat. Agar gambar-gambar

tersebut lebih mudah diolah diperlukan tahap pemrosesan awal (*preprocessing*). Pemrosesan awal ini pada umumnya meliputi normalisasi posisi geometris, penghilangan derau, perbaikan *ridge* yang rusak, binerisasi, *thinning*, dan lain-lain. Pemrosesan ini sangat kompleks dan membutuhkan proses komputasi yang lama.

Ada sejumlah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan konsep *direct process*, yaitu mengolah citra *gray-scale* langsung tanpa melalui *preprocessing*. Maio dan Maltoni [10] menyatakan bahwa pendekatan ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya, proses lebih cepat, terhindar dari kehilangan informasi akibat *preprocessing* dan mampu menangani citra yang kualitasnya kurang baik. Dalam penelitiannya, mereka melokalisir fitur *minutiae* langsung dari citra *grayscale* tanpa melewati *preprocessing*. Selain Maio dan Maltoni, Sarbadhiri., et al [11] melakukan klasifikasi pola sidik jari langsung dari gambar yang tidak diproses sebelumnya dengan memanfaatkan jaringan *multilayer perceptron* (MLP) dan hasilnya cukup baik. Bishnu., et al [3] juga membangun algoritma untuk mengekstraksi *ridge* langsung dari citra *gray-scale*.

Apabila fitur *directional field* sudah dapat ditemukan, maka proses selanjutnya adalah klasifikasi. Ada banyak metode klasifikasi yang dapat digunakan, dan salah satunya adalah memakai Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Ada beberapa arsitektur JST yang dapat digunakan, misalnya *Hamming Network*, *Kohonen Self Organizing Map* (SOM) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ). Sejumlah peneliti memanfaatkan LVQ sebagai sarana klasifikasi. Ji, L., et al [12] menggabungkan *Simplified Pulse Coupled Neural Networks* (SPCNN) dengan LVQ untuk melakukan klasifikasi.

Pada penelitian ini LVQ dipilih dengan pertimbangan komputasinya lebih cepat dibandingkan SOM, dan unjuk kerjanya lebih baik dibandingkan *Hamming network*.

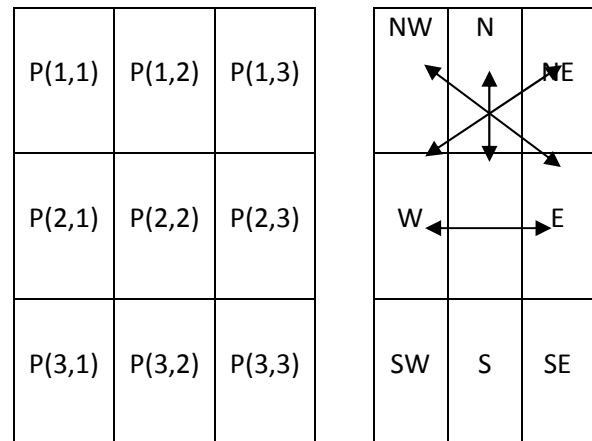
2. METODE PENELITIAN

Ridge memiliki sejumlah fitur yang dapat digunakan sebagai sarana klasifikasi, misalnya ketebalannya, kemiringannya dan kerapatan antar *ridge*. Penelitian ini meneliti salah satu fitur yang dimiliki *ridge*, yaitu arah atau kemiringannya. Untuk menentukan kemiringan *ridge* diambil blok yang berada didalam *ridge* tersebut. Apabila *ridge* yang ada dalam suatu *ridge* diketahui, maka kemiringan *ridge*-nya juga akan diketahui.

2.1 Model Arah Blok

Banyak model untuk menentukan arah blok, diantaranya pada [13] dan [14]. Chen, et al., [13] menggunakan *mask algorithm* yang menghitung jumlah rata-rata nilai intensitas piksel-piksel yang berada pada suatu blok untuk menentukan 8 arah atau orientasi dari blok tersebut. Nyongesa, et al., [14] mengestimasi arah blok dengan menggunakan konsep *directional value*, yang mendefinisikan arah *ridge* kedalam 4 kategori berdasarkan variasi yang terkecil dari nilai piksel-piksel pada arah tertentu.

Dalam penelitian ini arah blok ditentukan berdasarkan korelasi dari elemen-elemen matrik berukuran 3x3 yang berisi nilai-nilai intensitas piksel. Ukuran blok dipilih 3x3 untuk memudahkan definisi arah garis antar piksel yang menggunakan nama arah mata angin. Gambar 2 adalah model arah yang digunakan.



Gambar 2. Model arah blok

Dari pengamatan empiris diperoleh fakta bahwa untuk citra sidik jari dengan ukuran 300x300 piksel sebagian besar *ridge* memiliki lebar antara 6 sampai 9 piksel. Dengan demikian blok ukuran 3x3 piksel diharapkan selalu berada didalam suatu *ridge* atau berada didalam *valley*, sehingga arah blok akan mewakili arah *ridge* atau *valley* dimana blok tersebut berada.

2.2 Ekstraksi Fitur

Seperti sudah disinggung di Sub-bab 2.1, fitur yang akan dipakai sebagai sarana penentuan kemiringan *ridge* adalah arah blok. Penentuan arah blok menggunakan ketentuan pada Gambar 2 dan dirangkum dalam Tabel 1.

Piksel yang berada ditengah-tengah blok digunakan sebagai pusat blok dan dihubungkan dengan piksel-piksel disekelilingnya dengan sebuah garis. Garis-garis tersebut membentuk

semacam arah angin dan dihitung berdasarkan harga mutlak dari selisih nilai intensitas piksel-piksel yang dihubungkannya.

Tabel 1. Definisi Arah Blok

Arah Blok	Definisi
North (N)	$ P(2,2) - P(1,2) $
North East (NE)	$ P(2,2) - P(1,3) $
East (E)	$ P(2,2) - P(2,3) $
South East (SE)	$ P(2,2) - P(3,3) $
South (S)	$ P(2,2) - P(3,2) $
South West (SW)	$ P(2,2) - P(3,1) $
West (W)	$ P(2,2) - P(2,1) $
North West (NW)	$ P(2,2) - P(1,1) $

Selisih nilai intensitas dua buah piksel menggambarkan seberapa dekat warna dari kedua piksel tersebut. Nilai selisih yang terkecil diartikan sebagai arah dari blok tersebut.

Citra sidik jari dibagi-bagi kedalam blok-blok berukuran 3x3 piksel. Selanjutnya banyaknya blok dari masing-masing arah dihitung dan digunakan sebagai fitur untuk menentukan klas sidik jari tersebut.

2.3 Klasifikasi

Proses klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan jaringan LVQ, dengan input diambil dari banyaknya blok untuk masing-masing arah. Target LVQ ditentukan berdasarkan klas yang sudah ditetapkan berdasarkan pengamatan visual dari data *sample* yang digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan sampel sidik jari sebanyak 80, yang diambil dari *database* FVC2004 yang merupakan lampiran dari buku [15]. Tabel 2 adalah rangkuman hasil penelitian yang dilakukan.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa ke 80 sidik jari yang diteliti hanya terdiri dari 3 klas, yaitu *Left Loop*, *Right Loop* dan *Whorl*, sedangkan klas *Arch* dan *Tented Arch* tidak ada. Dari Tabel 2 juga terlihat bahwa fitur arah blok mampu mengenali klas *whorl* 100%, yaitu citra nomor 17-24 dan nomor 41-48. Klas-klas lain tidak

selalu diklasifikasi secara tepat, yaitu berkisar antara 50% – 100%.

Dari hasil penelitian ini fitur arah blok memberi harapan yang baik untuk klasifikasi karena mampu mengklasifikasi citra yang tidak begitu jelas, yaitu citra nomor 73-80, yang tidak mudah diklasifikasi dengan menggunakan fitur *core* dan *delta*.

Secara keseluruhan fitur arah blok dalam penelitian ini mampu memberikan ketepatan sampai 86.3%. Hasil ini masih berpeluang untuk ditingkatkan dengan mencermati lebih lanjut korelasi antar piksel dalam suatu blok. Metode ini secara teknis komputasinya sederhana dan cepat.

Tabel 1 Rangkuman Hasil Penelitian

Nomor	Nama File	Klas	Tingkat Kecocokan
1 - 8	DB1_1.tif s.d DB1_8.tif	Left Loop	100 %
9-16	DB2_1.tif s.d DB2_8.tif	Left Loop	50 %
17-24	DB3_1.tif s.d DB3_8.tif	Whorl	100 %
25-32	DB4_1.tif s.d DB4_8.tif	Right Loop	100%
33-40	DB5_1.tif s.d DB5_8.tif	Right Loop	87.5 %
41-48	DB6_1.tif s.d DB6_8.tif	Whorl	100%
49-56	DB7_1.tif s.d DB7_8.tif	Right Loop	100 %
57-64	DB8_1.tif s.d DB8_8.tif	Left Loop	50 %
65-72	DB9_1.tif s.d DB9_8.tif	Right Loop	100 %
73-80	DB110_1.tif s.d DB110_8.tif	Left Loop	75 %

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab 3 dapat disimpulkan bahwa fitur kemiringan blok dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi. Selain itu juga dapat disimpulkan bahwa:

- Model ini mampu mengenali klas *whorl* 100%.
- Model ini mampu menangani citra sidik jari yang cacat atau memiliki banyak derau.
- Model ini secara keseluruhan mampu menentukan klas sidik jari dengan ketepatan sampai 86.3%.

5. SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, ada sejumlah faktor yang masih dapat dicermati untuk meningkatkan ketepatan klasifikasinya. Sebagai contoh, blok yang dominan warna putih tidak perlu dimasukkan dalam penghitungan jumlah blok karena akan arah kemiringannya tidak menggambarkan arak kemiringan ridge. Selain itu perlu dicermati lagi fitur lain yang dimiliki oleh *ridge* yang dapat diapakai sebagai fitur pembeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A.K., Prabhakar, S., 2009, *Handbook of Fingerprint Recognition*, 2nd Edition, Springer, London, p. 57.
- [2] Ahmad, F. And Mohamad, D., *A review on Fingerprint Classification Techniques*, 2009 *International on Computer Technology and Development*, IEEE, 2009, p. 411-414.
- [3] Bishnu, A., Bhowmick, P., Dey, J., Bhattacharya, B.B., Kundu, M.K. and Murthy, C.A., *Combinatorial Classification of Pixels for Ridge Extraction in a Gray-scale Fingerprint Image*.
- [4] Kekre, H.B. and Bharadi, V.A., 2009, *Fingerprint's Core Point Detection Using Orientation Field*, 2009 International Conference on Avances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies, IEEE, pp. 150-152.
- [5] Kulkarni, J.V., Jayadevan R, Mali, S.N., Abhyankar, H.K., and Holambe, R.S., 2006, *A New Approach for Fingerprint Classification based on Minutiae Distribution*, International Journal of Computer Science Volume 1 Number 4, pp.253-258
- [6] Wang, S., and Wang, Y., 2004, *Fingerprint Enhancement in the Singular Point Area*, IEEE Signal Processing Letters, Vol 11, No. 1, pp. 16-19.
- [7] Wei, L., 2008, *Fingerprint Classification Using Singularities Detection*, International Journal of Mathematics and Computers in Simulation, Issue 2, Volume 2, pp. 158-162.
- [8] Bazen, A.,M. And Gerez, S.H., 2002, *Systematic Methods for the Computation of the Directional Fields and Singular Points of Fingerprints*, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 7, July 2002, pp. 905-919.
- [9] Hsieh, C.T., Shyu, S.R and Hung K.M., 2009, *An effective Method for Fingerprint Classification*, Tamkang Journal of Science and Engineering, Vol. 12, No 2, pp. 169-182.
- [10] Maio, D. And Matoni, D., 1997, *Direct Gray-scale Minutiae Detection in Fingerprints*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 1.
- [11] Sarbadhikari, S.N., Basak, J., Pal, S.K., dan Kundu, M.K., 1998, *Noisy Fingerprints Classification with Directional FFT Based Features Using MLP*, Neural Computation & Application, Springer-Verlag, London.
- [12] Ji, L., Yi, Z. And Pu, X., 2006, *Fingerprint Classification by SPCNN and Combined LVQ Networks*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.395-398.
- [13] Chen, D., Ji, X., Fan F., Zhang J., Guo. L., and Meng W., 2009, *Comparative Analysis of Fingerprint Orientation Field Algorithms*, 2009 Fifth International Conference on Image and Graphics, IEEE, pp. 796-801.
- [14] Nyongesa, H.O., Al-khayat, S., Mohamed, S.M. and Mahmoud M., 2004, *Fast Robust Features and Clasification*, Journal of Intelligent and Robotic Systems, Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 103-11
- [15] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A.K., Prabhakar, S., 2009, *Handbook of Fingerprint Recognition*, 2nd Edition, Springer, London, p. xv.