

KLASIFIKASI SIDIKJARI DENGAN PEMROSESAN AWAL TRANSFORMASI WAVELET

Minarni*

Abstrak – Penelitian ini membahas sistem klasifikasi sidikjari. Citra sidikjari diproses awal dengan transformasi wavelet sehingga menghasilkan multiresolusi dari citra aslinya. Penggunaan transformasi wavelet ini dimotivasi oleh adanya hasil penelitian tentang transformasi wavelet yang mempunyai kemampuan memunculkan (*feature*) khusus pada citra yang diteliti.

Transformasi wavelet di sini digunakan selain sebagai metode ekstraksi ciri juga sekaligus mereduksi dimensi citra masukan. Citra tereduksi selanjutnya diproses untuk klasifikasinya.

Pengenalan dan klasifikasi dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan Learning Vector Quantizations (LVQ) mengelompokkan sidikjari ke salah satu pola utama sidikjari (*whorl*, *left loop*, *right loop*, *arch*, dan *tented arch*). Sebagai basis masukan jaringan syaraf, digunakan citra ukuran 16x16, yang kemudian dianalisis juga pengaruh besarnya dimensi vektor masukan terhadap unjukkerja pengenalan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa unjukkerja pengenalan meningkat cukup signifikan untuk masukan dengan dimensi yang lebih besar (64x64) dibandingkan dengan masukan yang lebih kecil (32x32 dan 16x16). Pengenalan dengan ekstraksi ciri wavelet Daubechies meningkatkan unjukkerja sebesar 1% dibandingkan dengan wavelet Haar.

Kata Kunci: klasifikasi sidikjari, dekomposisi wavelet, ekstraksi ciri, jaringan syaraf LVQ

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik identifikasi konvensional untuk mengenali identitas seseorang dengan menggunakan *password* atau kartu tidak cukup handal, karena sistem keamanan dapat ditembus ketika *password* dan kartu tersebut digunakan oleh pengguna yang tidak berwenang. Teknik

identifikasi biometrik didasarkan pada karakteristik alami manusia, yaitu karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku seperti wajah, sidikjari, suara, telapak tangan, iris dan retina mata, DNA, dan tandatangan. Identifikasi biometrik memiliki keunggulan dibanding dengan metode konvensional dalam hal tidak mudah dicuri atau digunakan oleh pengguna yang tidak berwenang. Sistem pengenalan

sidikjari lebih sering digunakan. Hal ini disebabkan sidikjari telah terbukti unik, akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibanding dengan sistem biometrik lainnya.

Berbagai teknik klasifikasi sidikjari telah dikembangkan. Pengenalan dan klasifikasi sidikjari dengan cara mendeteksi jumlah titik fokal, *whorl*, *core*, dan parameter gradien antara dua titik fokal tersebut.

Ade Chopie Novira meneliti pengenalan pola sidikjari berbasis jaringan syaraf tiruan (JST). Elvayandri melakukan penelitian pengenalan pola sidikjari berbasis jaringan syaraf tiruan yang menggabungkan dua arsitektur JST yaitu arsitektur Jaringan Widrow-Hoff (JWH) dan Jaringan Propagasi-Balik (JPB). Keduanya mengekstraksi ciri dengan menguraikan ciri minusi cabang (*bifurcation*). Kusworo Adi melakukan penelitian sistem verifikasi sidik jari dengan ekstraksi ciri berbasis *filter bank* Gabor.

Transformasi wavelet telah digunakan sebagai ekstraksi ciri yang merupakan input bagi sistem klasifikasi. Hal ini disebabkan wavelet mempunyai kemampuan membawa keluar ciri-ciri (*feature*) khusus pada suatu citra yang diteliti.

Saat ini jaringan syaraf tiruan berkembang dengan pesat dan telah diupayakan untuk berbagai aplikasi, salah satu aplikasinya adalah pengenalan pola sidikjari. *Learning Vector Quantizations* (LVQ) merupakan suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing unit mewakili kategori atau kelas tertentu.

Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan Jaringan LVQ dalam mengklasifikasi sidikjari dengan pemrosesan awal transformasi wavelet.

1.2 Tujuan Penelitian

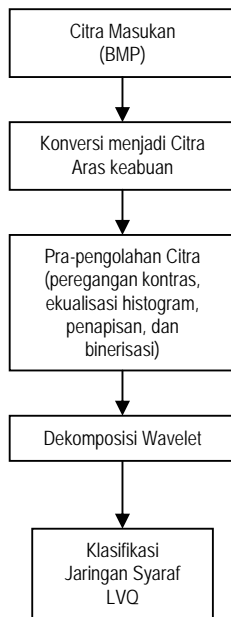
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknik pengenalan sidikjari menggunakan LVQ dengan pemrosesan awal transformasi wavelet, menganalisis unjukkerja jaringan syaraf tiruan LVQ dan pengaruh besarnya dimensi vektor masukan.

II. Landasan Teori

Pada penelitian ini digunakan metode pra-pengolahan citra, diteruskan dengan ekstraksi ciri menggunakan transformasi wavelet. Selanjutnya vektor-vektor ciri diklasifikasikan ke salah satu pola utama sidikjari menggunakan jaringan syaraf LVQ.

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fak. Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang

Proses di atas ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem Klasifikasi sidikjari

2.1 Pra-pengolahan Citra

Pra-pengolahan citra bertujuan untuk mengubah dan mempersiapkan nilai-nilai piksel citra digital terkait agar menghasilkan bentuk yang lebih cocok untuk operasi berikutnya. Pra-pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini adalah peregangan kontras (*contrast stretching*), ekualisasi histogram (*histogram equalization*), penapisan (*filtering*), dan binerisasi.

2.2 Dekomposisi Wavelet

Transformasi wavelet merupakan alat yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya. Transformasi wavelet mempunyai kemampuan membawa keluar ciri-ciri (*features*) khusus dari citra yang diteliti.

Secara umum transformasi wavelet kontinu untuk sinyal $f(x)$ berdimensi 1-D, didefinisikan pada persamaan (1).

$$W_f(a,b) = \langle f, \psi_{a,b} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi_{a,b}(x) dx \quad (1)$$

dengan

$$\Psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \Psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (2)$$

Fungsi ψ disebut dengan induk wavelet $a, b \in \mathbb{R}, a \neq 0$ (\mathbb{R} = bilangan nyata). Dalam hal ini, a adalah parameter penyekala (lebar) dan b adalah parameter penggeseran posisi terhadap sumbu-x. Persamaan (1) dapat dibentuk ke dalam bentuk diskret dengan memberikan a dan b nilai diskret ($a=2^n, b \in \mathbb{Z}$). Pada penelitian ini digunakan induk wavelet *Haar*.

Pada wavelet terdapat istilah dekomposisi. Secara umum, dekomposisi wavelet didapatkan melalui penapisan subbidang berkanal dua dengan dua tapis, yaitu tapis pererata atau penyekala atau disebut tapis lolos-rendah dan tapis detil atau tapis lolos-tinggi.

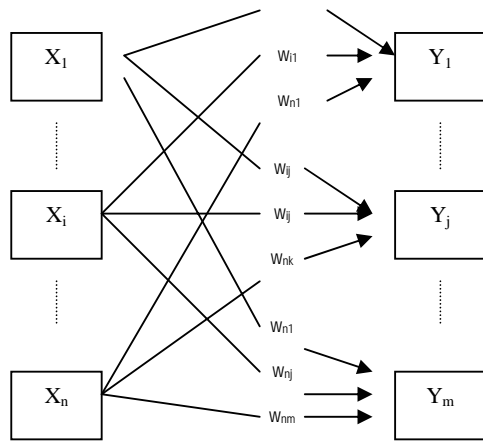
Pengembangan untuk kasus sinyal berdimensi 2-D (sinyal citra 2-D) biasanya dilakukan dengan menerapkan bank filter secara terpisah terhadap sinyal citra. Biasanya digunakan sebuah tapis lolos-bawah (H) dan tapis lolos-atas (G). Konvolusi citra dengan tapis lolos-bawah menghasilkan sinyal yang biasa disebut dengan citra pendekatan (*approximation image*) dan konvolusi dengan tapis lolos-atas pada arah spesifik menghasilkan citra detil (*details images*).

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Berbagai teori, arsitektur, dan algoritma jaringan syaraf tiruan digunakan dalam klasifikasi dan pengenalan pola, salah satu diantaranya adalah jaringan *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ adalah suatu metoda klasifikasi pola yang masing-masing unit keluaran mewakili kategori atau kelas tertentu (beberapa unit keluaran seharusnya digunakan untuk masing-masing kelas). Vektor bobot untuk suatu unit keluaran sering dinyatakan sebagai sebuah vektor referens. Diasumsikan bahwa serangkaian pola pelatihan dengan klasifikasi yang tersedia bersama dengan distribusi awal vektor referens. Sesudah pelatihan, jaringan LVQ mengklasifikasi vektor masukan dengan menugaskan ke kelas yang sama sebagai unit keluaran, sedangkan yang mempunyai vektor referens diklasifikasikan sebagai vektor masukan.

2.4 Arsitektur Jaringan

LVQ merupakan jaringan syaraf dengan tipe arsitektur jaringan lapis-tunggal umpan-maju (*Single Layer Feedforward*) yang terdiri atas unit masukan (X_n) dan unit keluaran (Y_m).



Gambar 2. Jaringan Syaraf *Learning Vector Quantization*

Jaringan LVQ yang dirancang dalam penelitian ini dengan komponen-komponen 256 neuron pada lapisan masukan, dan 5 neuron pada lapisan keluaran. Pemrosesan yang terjadi pada setiap neuron adalah mencari jarak antara suatu vektor masukan ke bobot yang bersangkutan. Pada penelitian ini pola-pola sidikjari diklasifikasikan berdasarkan pola utama sidikjari.

2.5 Pelatihan dan Pengujian

Pada tahap ini jaringan dilatih dengan 120 pola yang berbeda. Selanjutnya dilatih dengan pesat pembelajaran (α) yang berbeda-beda untuk mendapatkan unjukkerja pengenalan yang optimal. Pelatihan dan pengujian jaringan dilakukan untuk pola-pola tegak (tidak dirotasikan).

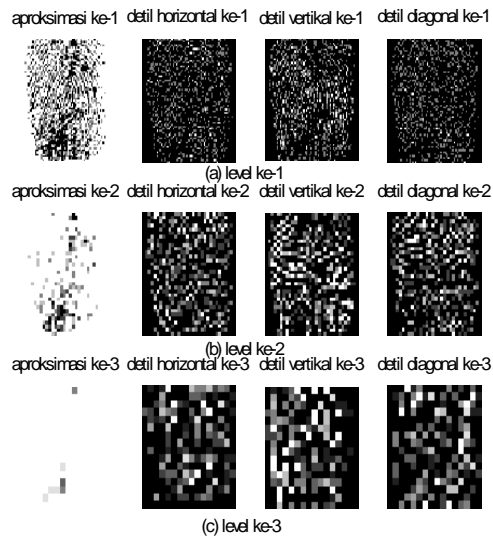
III. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan materi utama berupa sekumpulan berkas citra sidikjari dengan resolusi 300 dpi yang diperoleh melalui pengecapan tinta pada jari yang dicapkan pada selembar kertas putih. Implementasi sistem memanfaatkan *toolbox image processing* dan *wavelet* dalam pemrograman Matlab 6.5.

3.1 Dekomposisi Pola Sidikjari

Dekomposisi pola dilakukan untuk merepresentasikan pola digit ke dalam vektor yang mengandung beberapa informasi mengenai pola tersebut. Hasil dekomposisi level kesatu citra asli 128x128 piksel dengan wavelet *Haar* adalah empat subbidang pada resolusi yang lebih rendah 64x64 piksel. Keempat subbidang tersebut masing-masing membawa informasi yang berbeda, yaitu informasi *background*, horizontal, vertikal, dan diagonal. Pada level kedua dihasilkan subbidang-subbidang berukuran 32x32 piksel, dan pada level ketiga dihasilkan subbidang-subbidang dengan ukuran 16x16 piksel. Pada penelitian ini hasil dekomposisi level ketiga berupa citra aproksimasi dengan dimensi 16x16

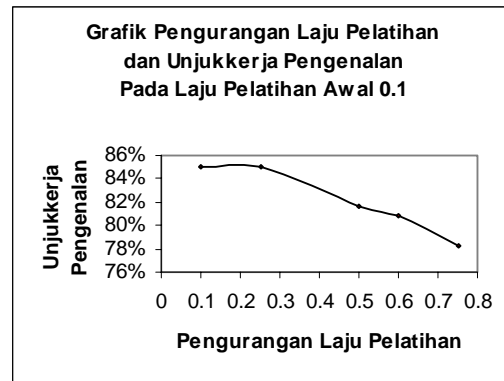
piksel menjadi basis masukan jaringan syaraf. Hasil dekomposisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil dekomposisi pola sidikjari menggunakan wavelet *Haar*

3.2 Ujicoba Jaringan Syaraf Tiruan

Hasil ujicoba dengan vektor masukan 16x16 piksel ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengurangan Laju Pelatihan dan Unjukkerja Pengenalan

Proses pengujian dilakukan dengan laju pelatihan (α) dan penurunan laju pelatihan awal ($dec \alpha$) yang bervariasi. Pengujian dilakukan dengan menguji pola yang digunakan pada saat pelatihan. Pada pelatihan menghasilkan bobot-bobot akhir yang akan digunakan untuk melakukan pengujian.

Grafik hubungan pengurangan laju pelatihan dengan unjukkerja pengenalan dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari pengujian terlihat bahwa pengurangan laju pelatihan awal 0,1 memberikan unjukkerja terbaik (85%).

3.3 Variasi Besarnya Dimensi Masukan

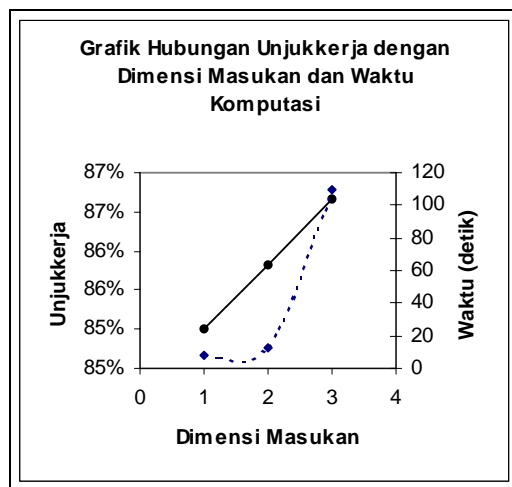
Pada hasil pengujian terlihat bahwa masukan dengan dimensi yang lebih besar (64x64) memberikan

unjukkerja (86,67%) yang lebih baik dibandingkan dengan masukan dengan dimensi yang lebih kecil, tetapi diperlukan waktu yang lebih panjang.

Besarnya dimensi masukan jaringan syaraf tiruan mempunyai pengaruh penting terhadap unjukkerja pengenalan. Dengan dimensi yang kecil dapat mengurangi jumlah komputasi pada setiap iterasinya. Secara praktek sangat sulit untuk mencari metoda ekstraksi ciri hingga didapatkan dimensi yang sekecil-kecilnya tetapi masih dapat mewakili ciri dari citra aslinya.

Pada Gambar 5 dapat dilihat perbandingan besarnya dimensi masukan terhadap unjukkerja pengenalannya. Masukan dengan dimensi 64x64 (hasil dekomposisi level-1) telah meningkatkan unjukkerja sebesar 1% dibanding dengan masukan berdimensi 32x32 (hasil dekomposisi level-2). Sedangkan masukan dengan dimensi 32x32 telah meningkatkan unjukkerja sebesar 1% dibandingkan dengan masukan berdimensi 16x16 (hasil dekomposisi level-3).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin kecil dimensi masukan jaringan syaraf LVQ dengan metoda ekstraksi ciri yang sama akan membuat unjukkerja pengenalan menurun. Hal ini disebabkan kehilangan beberapa informasi pada saat mereduksi dimensi tersebut. Namun semakin besar dimensi masukan pada jaringan, maka untuk proses pelatihan dan pengujian pada setiap iterasinya akan membutuhkan waktu yang lebih panjang.



Keterangan: 1=16x16; 2=32x32; 3=64x64

Gambar 5. Grafik Hubungan Unjukkerja dengan Dimensi Masukan dan Waktu Komputasi.

3.3 Perbandingan Pengaruh Ekstraksi Ciri

Pada hasil pengujian terlihat bahwa unjukkerja pengenalan hasil dekomposisi wavelet *Daubechies* meningkat 1% dibandingkan dengan unjukkerja pengenalan hasil dekomposisi wavelet *Haar*. Hal ini disebabkan oleh dimensi hasil dekomposisi wavelet

Daubechies lebih besar dibandingkan dengan hasil dekomposisi wavelet *Haar*. Pada dekomposisi level ketiga, induk wavelet *Daubechies* menghasilkan citra berdimensi 20x20, sedangkan wavelet *Haar* 16x16.

Dengan demikian ujicoba jaringan syaraf tiruan tersebut menunjukkan bahwa jaringan LVQ yang dibangun dengan ekstraksi ciri transformasi wavelet dapat berfungsi baik dengan peningkatan unjukkerja pengenalan yang cukup signifikan

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Identifikasi sidikjari menggunakan LVQ dengan pemrosesan awal transformasi wavelet memberikan unjukkerja pengenalan yang cukup tinggi.
2. Unjukkerja pengenalan meningkat cukup signifikan (5%) untuk masukan dengan dimensi 64x64 (hasil dekomposisi level-1) dibanding dengan masukan berdimensi 32x32, sedangkan masukan berdimensi 32x32 (hasil dekomposisi level-2) meningkatkan unjukkerja sebesar 1% dibandingkan dengan masukan berdimensi 16x16 (hasil dekomposisi level-3).
3. Pengenalan sidikjari dengan dekomposisi wavelet *Daubechies* meningkatkan unjukkerja pengenalan sebesar 1% dibandingkan dengan dekomposisi wavelet *Haar*.

4.2 Saran-saran

Pengembangan lebih lanjut sistem ini adalah dengan menggabungkan citra aproksimasi dan citra detil, sehingga masukan jaringan syaraf memiliki lebih banyak informasi dibandingkan dengan hanya menggunakan citra aproksimasi.

5. Daftar Pustaka

1. D. Maltoni, D. Maio, A.K. Jain, S. Prabhakar, “*Handbook of Fingerprint Recognition*”, Springer, New York, 2003.
2. Chui, C. K., “*Wavelets: A Mathematical Tool for Signal Analysis*”, SIAM, 1997.
3. Fausett, L., “*Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*”, Prentice-Hall, New Jersey, 1994.
4. Adi, Kusworo, “*Ekstraksi Ciri Berbasis Filter Gabor sebagai Sistem Verifikasi Sidikjari*”, *Tesis Magister*, ITB, 2002.
5. Daubechies, I., “*Ten Lectures on Wavelets*”, Capital City Press, Montpelier, Vermont, 1995.
6. Gopinath, R. A., Burrus, C. S., and Guo, H., “*Introduction to Wavelets and Wavelets Transform*”, Prentice-Hall International, Inc., 1998.
7. G.J Awcock and R. Thomas, “*Applied Image Processing*”, McGraw-Hill, New York, 1996.
8. Kusumadewi, Sri, “*Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*”, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.

9. Kusumadewi, Sri, “*Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan Matlab dan Excellink)*”, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
10. Novira, Ade Chopie, “*Pengenalan Pola Sidikjari dengan Jaringan Syaraf Tiruan*”, *Skripsi*, Teknik Elektro FT UGM, 2002.