

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK KLASIFIKASI TEKSTUR DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA PAKET WAVELET

Sarwosri, Rully Soelaiman, dan Esther Hanaya

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Jl.Raya ITS, Sukolilo-Surabaya 60111, Tel. +62 31 5939214, Fax + 62 31 5939363
Email: sri@its-sby.edu, rully@its-sby.edu, esther@its-sby.edu

ABSTRAK

Pada penelitian ini, akan membahas suatu metoda klasifikasi tekstur dengan menggunakan representasi multiresolusi yang diperoleh dari hasil Transformasi Paket Wavelet (TPW), yang menggunakan beberapa jenis wavelet induk (filter). Untuk menentukan metoda dan filter yang paling sesuai dalam pengklasifikasian tekstur. Pengamatan dilakukan juga terhadap level dekomposisi., serta perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk proses tersebut dari berbagai ukuran citra, dengan maksud untuk mengetahui pengaruh ukuran dan jumlah ciri dari citra tekstur terhadap waktu proses. Pengujian klasifikasi dilakukan pada beberapa jenis tekstur normal dan cacat.

Kata kunci: *Klasifikasi Tekstur, Transformasi Paket Wavelet.*

1. PENDAHULUAN

Tekstur adalah karakteristik yang sangat penting untuk analisa permukaan berbagai jenis citra obyek. Istilah tekstur secara umum mengacu kepada pengulangan elemen-elemen dasar tekstur yang disebut texel yang tersebar secara periodik, kuasi periodik atau secara acak. Dengan menggunakan pendekatan tekstur untuk analisa suatu citra, diharapkan komputer dapat membedakan atau mengklasifikasikan dua buah citra yang teksturnya berbeda. Pada klasifikasi tekstur, metoda analisa yang telah dibuat sebelumnya adalah statistik, struktural dan spektral. Dari berbagai penelitian tentang penglihatan manusia diperoleh kesimpulan bahwa analisa ruang frekuensi atau multiskala lebih tepat digunakan sebagai metoda analisa untuk mengenali tekstur dan struktur suatu obyek. Untuk itu diperlukan suatu fungsi transformasi khusus yang dapat mengubah suatu sinyal yang berada dalam domain ruang menjadi domain ruang-frekuensi. Hasil dari transformasi inilah yang akan digunakan sebagai karakteristik untuk mengklasifikasikan tekstur. Studi yang telah dilakukan secara intensif selama beberapa tahun terakhir, menunjukkan bahwa fungsi wavelet adalah fungsi transformasi yang sangat sesuai untuk keperluan tersebut.

2. WAVELET

2.1 Analisa Paket Wavelet

Wavelet adalah fungsi yang memenuhi persyaratan matematika tertentu yang mampu melakukan dekomposisi terhadap sebuah fungsi secara terhirarki untuk digunakan merepresentasikan data atau fungsi lainnya. Wavelet dapat digunakan untuk menggambarkan sebuah model atau gambar asli ke dalam fungsi matematis, tanpa memperhatikan

bentuk dari model merupakan citra, kurva atau sebuah bidang. Saat ini wavelet ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang diantaranya adalah pengolahan sinyal, pengolahan citra, neurofisiologi, musik, MRI, pemisahan suara, kompresi data, optik, fraktal, dan radar. Transformasi wavelet merupakan sebuah fungsi konversi yang dapat membagi fungsi atau sinyal ke dalam komponen frekuensi atau skala yang berbeda dan selanjutnya dapat dipelajari setiap komponen tersebut dengan resolusi tertentu sesuai dengan skalanya.

2.2 Transformasi Wavelet

Untuk dapat menganalisa kandungan informasi pada domain ruang- frekuensi, diperlukan suatu fungsi transformasi khusus yaitu Transformasi Wavelet. Lebih khusus lagi pengklasifikasian tekstur dapat digunakan Transformasi Paket Wavelet (TPW). Paket wavelet adalah semua koefisien yang didapat dari persamaan wavelet. Dengan menerapkan TPW pada sebuah citra tekstur, akan diperoleh koefisien-koefisien paket wavelet yang unik untuk setiap cuplikan citra tersebut. Koefisien-koefisien tersebut menunjukkan karakteristik yang unik dari sinyal pada kanal frekuensi yang berbeda-beda seperti dalam analisa multiresolusi dan menyajikan suatu informasi yang unik untuk setiap tekstur. Karakteristik inilah yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan tekstur. Paket Wavelet yang dipakai ada dua jenis yaitu Paket Wavelet Standard dan Paket Wavelet Complete.

2.3 Penerapan Wavelet Pada Citra Dua Dimensi

Model wavelet dapat dengan mudah digeneralisasikan ke ukuran dimensi lain dimana $n > 0$. Untuk memproses citra yang pada umumnya memiliki dimensi dua menuntut model wavelet diatas

untuk diturunkan dalam bentuk dua dimensi, sehingga dapat diimplementasikan untuk memproses citra.

Sinyal asli sekarang berbentuk $f(x,y)$ dimana $f(x,y) \in L^2(R)^2$. Pendekatan multiresolusi dari $L^2(R)^2$ adalah barisan dari sub ruang $L^2(R)^2$ yang memenuhi sifat-sifat multiresolusi yang sama dengan sifat-sifat multiresolusi satu dimensi namun dalam hal ini dilakukan secara dua dimensi. Misalkan $(V_j)_{j \in \mathbb{Z}}$ adalah pendekatan multiresolusi dari ruang $L^2(R)^2$. Sinyal pendekatan $f(x,y)$ pada resolusi j adalah sama dengan proyeksi orthogonal pada ruang vektor V_j .

Seperti juga pada fungsi satu dimensi, pada fungsi dua dimensi pun terdapat pula fungsi skala yang unik $\phi(x,y)$ dimana dilatasi dan translasinya memberikan suatu basis orthonormal dari masing-masing ruang V_j . Misalkan :

$\phi_{j,n,m}(x,y) = \phi_{j,n}(x)\phi_{j,m}(y)$, maka secara sama fungsi-fungsi

$$(2^{-j}\phi(2^{-j}x-n, 2^{-j}y-m)) ; n,m \in \mathbb{Z}.$$

Secara berturut-turut akan membentuk basis orthonormal untuk V_j . Fungsi $\phi(x,y)$ bersifat unik terhadap pendekatan multiresolusi dari ruang $L^2(R)^2$. Untuk pendekatan multiresolusi yang dapat dipisah dari $L^2(R)^2$, maka ruang vektor V_j dapat didekomposisi menjadi :

$$\begin{aligned} V_{j+1} &= V_{j+1} \times V_j \\ &= (V_j + W_j) \times (V_j + W_j) \\ &= (V_j + V_j) + (W_j + V_j) + (V_j + W_j) + (W_j + W_j) \\ &= V_j + W_j \end{aligned}$$

Terlihat bahwa W_j terdiri dari tiga bentuk dengan basis orthonormalnya, diberikan oleh :

$$\begin{aligned} \psi_{j,n}(x)\phi_{j,m}(y) &\text{ untuk } W_j + V_j \\ \phi_{j,n}(x)\psi_{j,m}(y) &\text{ untuk } V_j + W_j \end{aligned}$$

$$\psi_{j,n}(x)\psi_{j,m}(y) \text{ untuk } W_j + W_j$$

Hal ini menunjukkan ada tiga buah wavelet, yaitu:

$$\begin{aligned} \psi^1(x,y) &= \phi(x)\psi(y) \\ \psi^2(x,y) &= \psi(x)\phi(y) \\ \psi^3(x,y) &= \psi(x)\psi(y) \end{aligned}$$

yang merupakan basis orthonormal bagi W_j . Sedemikian sehingga :

$$2^{-j}\psi^1_{j,n,m}(2^{-j}x-n, 2^{-j}y-m)$$

$$2^{-j}\psi^2_{j,n,m}(2^{-j}x-n, 2^{-j}y-m)$$

$$2^{-j}\psi^3_{j,n,m}(2^{-j}x-n, 2^{-j}y-m).$$

Implementasi wavelet secara dua dimensi akan terbentuk bersama-sama dengan fungsi skalanya yang merupakan basis orthonormal dari $L^2(R)^2$.

3. IMPLEMENTASI

3.1. Perhitungan Energi

Untuk mengklasifikasikan tekstur perlu dihitung terlebih dahulu energi dari setiap node. Energi tersebut berupa koefisien yang merupakan ciri dari node. Jika node yang terdekomposisi adalah $x(m,n)$ dengan $1 \leq m \leq M$ dan $1 \leq n \leq N$, maka energinya e

$$e(x) = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N x(m,n)$$

adalah rata-rata (*mean*) dari x :

Untuk memudahkan proses perhitungan, maka citra hasil dekomposisi dipisah-pisahkan menjadi 4 sub citra, yang masing-masing berukuran setengah kali dari ukuran citra semula. Kemudian digunakan fungsi diskriminasi sebagai penentu kedekatan jarak antara peta energi dari tekstur yang akan diklasifikasikan dengan peta energi dari basis data. Fungsi diskriminasi yang digunakan disini adalah rumus jarak Euclidean :

$$D_i = \sum_{j=0}^{N-1} (x_j - z_{i,j})^2$$

dimana :

D_i = jarak terhadap tekstur i yang terdapat pada basis data

x_j = energi dari tekstur yang akan diklasifikasikan

$z_{i,j}$ = energi dari tekstur yang terdapat pada basisdata

Tekstur yang tidak diketahui jenisnya akan diklasifikasikan sebagai tekstur i apabila D_i merupakan jarak terkecil dibandingkan dengan jarak yang lainnya.

3.2. Pengklasifikasian Tekstur dengan Menggunakan Analisa Paket Wavelet

Proses pengklasifikasian tekstur dengan menggunakan analisa paket wavelet merupakan metode yang memungkinkan pengklasifikasian dapat dilakukan dengan cepat. Hal ini sangat mungkin karena cuplikan tekstur yang diambil itu sudah mewakili tekstur secara keseluruhan, sehingga untuk mengklasifikasikan suatu tekstur tidak perlu di ambil secara keseluruhan.

Proses diawali dengan melakukan dekomposisi wavelet dua dimensi terhadap seluruh tekstur training untuk masing-masing warna (R,G,B) guna mendapatkan koefisien-koefisien wavelet. Dari koefisien-koefisien inilah akhirnya dihitung energinya, dan energi inilah yang akan dimasukkan ke dalam basisdata tekstur. Proses ini merupakan implementasi dari persamaan wavelet.

Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan dekomposisi yang sama terhadap salah satu dari sub sample-sub sample yang ada yang akan diklasifikasikan terhadap tekstur training yang ada didatabase.

4. UJICOBA DAN ANALISA

4.1. Pemilihan Citra Tekstur

Untuk keperluan perangkat lunak ini digunakan beberapa jenis tekstur yang dikategorikan dalam dua bagian yaitu: tekstur normal dan tekstur cacat. Untuk tekstur normal telah dipilih lima buah tekstur yang berbeda. Masing-masing tekstur tersebut telah didigitalisasi dan disimpan dalam file berekstensi BMP, dengan ukuran 512x512 *pixel*. Setiap tekstur dengan ukuran tersebut kemudian dipotong menjadi empat bagian (*sub sample*), yang masing-masing berukuran 256x256 *pixel*. Jadi keseluruhan sub sample adalah 20 (4x5). Untuk proses belajar digunakan 1 sub sample dari setiap tekstur, dan untuk proses pengujian digunakan 3 sub sample dari setiap tekstur. Jadi seluruhnya melibatkan 5 (1x5) sub sample untuk proses ‘belajar’ (*training*) dan 15 (3x5) sub sample untuk proses pengujian (*testing*).

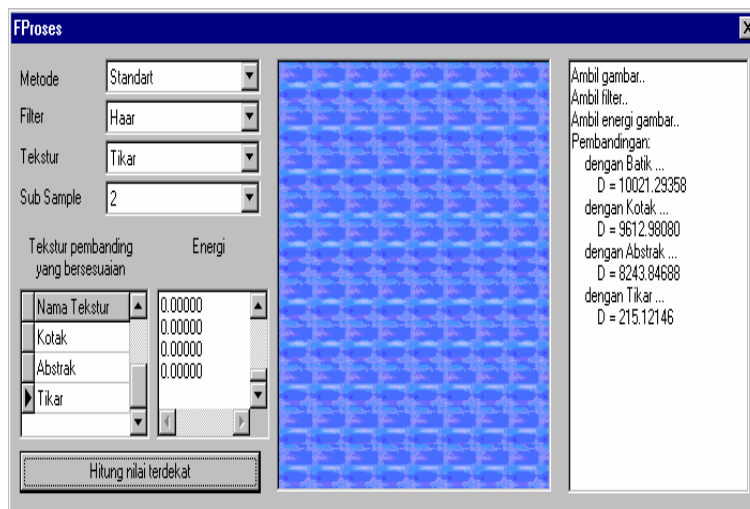
Untuk tekstur cacat, telah dipilih lima buah tekstur yang berbeda. Tiap-tiap tekstur tersebut telah didigitalisasi dan disimpan dalam file yang berekstensi BMP, kemudian di *capture* menjadi empat bagian (sub sample) yang masing-masing berukuran 256x256 *pixel*. Jadi jumlah keseluruhan sub sample 15 (5x3). Untuk proses ‘belajar’ digunakan satu sub sample dari setiap tekstur, dan untuk proses pengujian digunakan empat sub sample dari setiap tekstur. Jadi keseluruhan melibatkan 5(1x5) sub sample untuk proses ‘belajar’ (*training*) dan 15 (3x5) sub sample untuk proses pengujian (*testing*).

Proses Pembandingannya untuk menentukan klasifikasi tekstur adalah dengan menggunakan metode dan filter yang sama antara nilai energi yang akan diklasifikasikan dengan nilai-nilai energi yang berkesesuaian pada basis data.

4.2. Uji Coba untuk Tekstur Normal.

4.2.1 Metode Standar

Pada metode standar ini, untuk proses uji cobanya adalah dengan memilih tekstur tikar dengan menggunakan filter haar. Hasil uji cobanya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil uji coba untuk tekstur normal dengan metode standar

Dari Uji Coba ini terlihat bahwa tekstur tikar memang diklasifikasikan dengan tekstur tikar juga. Percobaan ini dilakukan juga terhadap tekstur-tekstur sample lainnya untuk masing-masing filter yang ada.

4.2.2 Metode Complete

Misal tekstur yang akan diklasifikasikan itu adalah tekstur kotak dengan menggunakan filter *doubechies_10*.

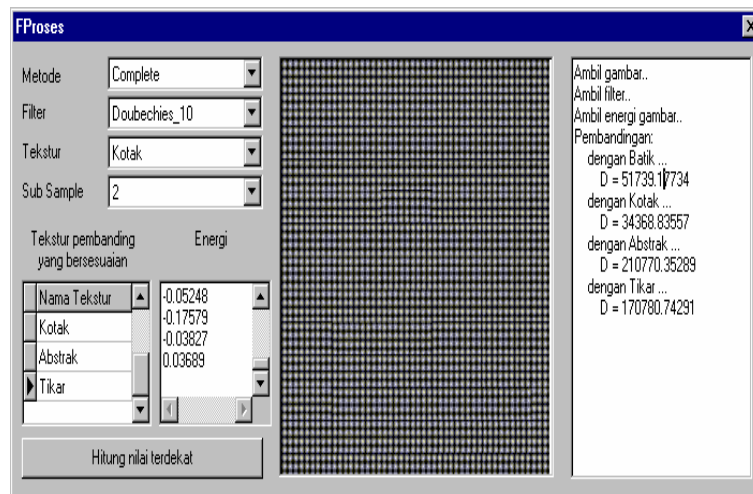
4.3. Uji coba untuk Tekstur Cacat

4.3.1. Metode Standar

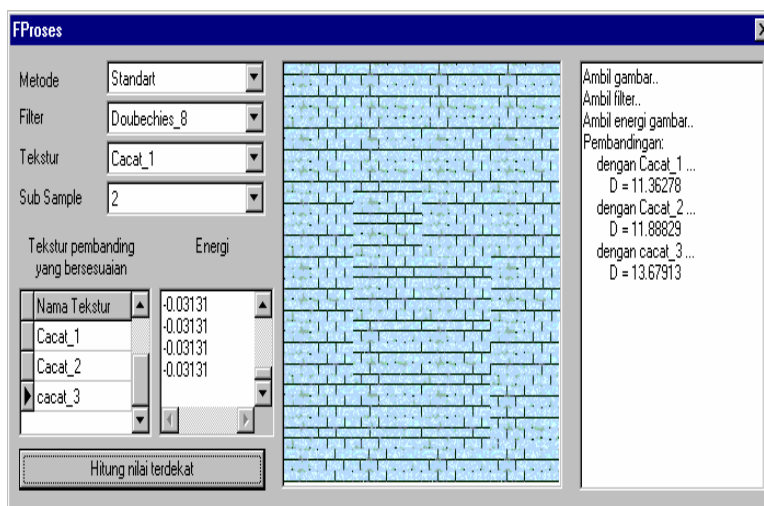
Uji coba dilakukan dengan menggunakan filter *doubechies_8* dengan mengambil tekstur cacat_1. Hasilnya ditunjukkan pada gambar 3.

Pada hasil diatas terlihat bahwa tidak terjadi kesalahan dalam proses pengklasifikasian tekstur cacat_1 dengan menggunakan filter *doubechies_8*.

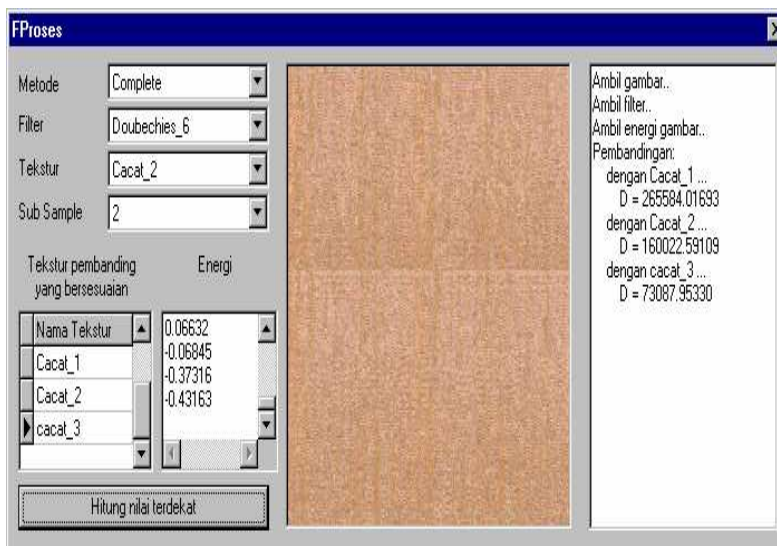
4.3.2. Metode Complete



Gambar 2. Uji coba tekstur normal dengan metode complete



Gambar 3. Hasil Uji coba untuk tekstur cacat metode standar



Gambar 4. Hasil Uji coba untuk tekstur cacat metode complete

Tabel 1. Dekomposisi Standar Untuk Tekstur Normal

Filter	Ukuran Pixel	UJI COBA		Ratio	Jumlah sample
		Benar	Salah		
Haar	256 x 256	11	4	1 : 4	15
Doubechies_6	256 x 256	11	4	1 : 4	15
Doubechies_8	256 x 256	12	3	1 : 4	15
Doubechies_10	256 x 256	9	6	1 : 4	15
Coiflet_1	256 x 256	10	5	1 : 4	15

Tabel 2. Dekomposisi Standar Untuk Tekstur Cacat

filter	Ukuran piksel	Uji coba		Ratio	jumlah sample
		Benar	Salah		
Haar	256 x 256	10	5	1 : 4	15
Doubec hies_6	256 x 256	9	6	1 : 4	15
Doubec hies_8	256 x 256	13	2	1 : 4	15
Doubec hies_10	256 x 256	11	4	1 : 4	15
Coiflet_1	256 x 256	10	5	1 : 4	15

4.4. Analisa Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Analisa dan pembahasan dari hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

4.4.1 Pengujian filter terbaik.

Dari hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan bahwa baik untuk metode standar maupun complete, terlihat bahwa doubechies_8 memiliki kesalahan paling sedikit dibandingkan dengan filter-filter yang lain, baik untuk tekstur normal maupun tekstur cacat.

Dari hasil pengamatan terhadap tabel-tabel diatas terlihat masih terdapat kesalahan pengklasifikasian. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain:

- Adanya kemiripan tekstur secara visual
Kesalahan klasifikasi dapat terjadi apabila terdapat beberapa tekstur pada basis data yang memiliki ciri-ciri atau pola informasi yang sangat dekat atau hampir sama (mirip). Kedekatan ciri-ciri tersebut bisa terjadi pada tekstur secara visual.
- Adanya cacat pada tekstur
Meskipun secara visual tidak mirip, namun kedekatan ciri-ciri atau pola informasi bisa terjadi karena adanya cacat pada tekstur. Cacat inilah yang mengubah ciri-ciri suatu tekstur sehingga menjadi mirip dengan ciri-ciri tekstur yang lain.

Kejadian di atas bisa diatasi dengan :

1. Menambah kedalaman dekomposisi
Tujuannya adalah untuk mendapatkan semakin banyak ciri-ciri yang paling menentukan perbedaan tekstur. Berdasarkan penelitian, ukuran terkecil dari sub citra yang akan diklasifikasikan tidak boleh kurang dari 8 x 8 piksel.
2. Memilih filter yang sesuai dengan jenis-jenis tekstur yang akan diklasifikasikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan uji coba pada perangkat lunak yang telah dibuat, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Perangkat lunak dapat mengklasifikasikan 15 sub sample tekstur normal dan 15 sub sample tekstur cacat dengan baik.
- Adanya kesalahan klasifikasi disebabkan karena terdapat tekstur-tekstur yang memiliki kedekatan ciri-ciri atau pola-pola informasi, dan adanya cacat pada tekstur.
- Kesesuaian antara jenis filter yang digunakan dengan jenis tekstur yang akan diklasifikasikan, sangat menentukan keberhasilan proses klasifikasi. Filter yang paling baik dan sesuai adalah Doubechies_8 karena memiliki jumlah kesalahan pengklasifikasian paling sedikit dibandingkan yang lain.
- Semakin besar ukuran citra, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mendekomposisi citra tersebut.
- Semakin banyak jumlah ciri yang digunakan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses klasifikasi.

5.2. Saran

Untuk mengatasi kelemahan perangkat lunak ini, ada beberapa saran yang patut dipertimbangkan, yaitu dengan menambah kedalaman dekomposisi agar didapatkan prosentase benar lebih besar serta penggunaan jenis filter yang sesuai. Dalam hal ini bisa dicoba dengan menggunakan jenis filter yang

lain, selain dari kelima jenis filter yang dipakai dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Burrus, C.Sidney, Rames A. Gopinath dan Haitao Guo, "Introduction to Wavelets and

Wavelet Transforms", A Primer, New Jersey Prentice-Hall International Inc., 1998

2. Graps, Amara, "An Introduction to Wavelet", IEEE Computational Science and Engineering Vol 2 No.2, Summer 1995