

# KOMPRESI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT) DAN EMBEDDED ZEROTREE WAVELET (EZW)

Khairil Anwar<sup>1</sup>, Aris Sugiharto<sup>2</sup> dan Priyo Sidik Sasongko<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Matematika FMIPA UNDIP  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang Semarang

**Abstract.** Medical image usually have a large sizely, this might be a problem when saving and sending, so compression of medical image are needed. One of method of compression is using DWT and EZW. Discrete Wavelet Transform (DWT) can compact the energy of image into a small number of coefficient, give combination information of frequency and time, so that more accurate to reconstruct of image. Embedded Zerotree Wavelet (EZW) is very effective for the quantization of discrete wavelet coefficients, can generate the bits in the bit stream in order of importance, yielding a fully embedded code, so that reacing maximal compression. From examination, can be concluded that compression at image of grayscale and RGB with different type of wavelet and level dekomposisi, result reasonable compression, because from all compression image yielded have value of PSNR > 40 dB.

**Keywords:** compression, medical image, discrete wavelet transform, embedded zerotree wavelet

## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, banyak rumah sakit yang menggunakan komputer dalam pengolahan citra medis. Citra medis pada umumnya memiliki kandungan informasi yang sangat penting, oleh karena itu citra medis memiliki ukuran yang besar. Citra medis yang berukuran besar menimbulkan masalah pada pengiriman dan penyimpanannya, yaitu kebutuhan media penyimpanan data yang besar serta waktu pengiriman yang lama. Hal tersebut mengakibatkan munculnya kebutuhan kompresi citra medis.

Metode kompresi citra banyak jenisnya, seperti PNG, GIF dan JPEG. Beberapa diantaranya menggunakan transformasi seperti DCT (*Discrete Cosine Transform*) maupun DWT (*Discrete Wavelet Transform*). DWT mempunyai kemampuan mengelompokan energi citra terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, mampu memberikan kombinasi informasi frekuensi dan skala, sehingga lebih akurat dalam rekonstruksi citra [7]. Salah satu metode kompresi yang

memanfaatkan transformasi wavelet adalah EZW (*Embedded Zerotree Wavelet*). EZW mampu menyusun bit-bit menurut tingkat kepentingan, hasilnya adalah sebuah kode penempelan penuh (*Fully Embedded*), sehingga mampu mencapai kompresi yang maksimal [2].

## DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT)

Wavelet merupakan keluarga dari turunan fungsi tunggal yang ditranslasikan dan dilatasi [6]. Bentuk umum dari fungsi wavelet adalah

$$\psi^{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right).$$

$\psi$  disebut wavelet induk (*mother wavelet*) dan digunakan untuk mendapatkan semua turunannya. Pilihan umum untuk  $a$  dan  $b$  adalah  $a = 2^m, b = n2^m, n, m \in \mathbb{Z}$ , dengan  $n$  dan  $m$  merupakan indek skala dan indek translasi, sehingga didapatkan,

$$\psi_{m,n}(t) = 2^{-m/2} \psi(2^{-m}t - n).$$

DWT selain menggunakan fungsi wavelet, juga menggunakan fungsi skala untuk penghalusan citra (*image*

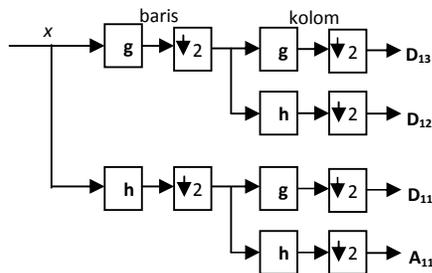
smoothing) [6]. Fungsi skala didilatasikan dan ditranslasikan sebagaimana persamaan fungsi wavelet, sehingga didapatkan,

$$\phi_{m,n}(t) = 2^{-m/2} \phi(2^{-m}/2t - n).$$

Teori analisis resolusi banyak menyatakan bahwa,  $-1 = V_m \oplus W_m$ . Ini berarti bahwa  $-1$  adalah komplemen orthogonal untuk  $V_m$  dalam  $-1$ . Terdapat vektor  $V_m$  dalam vektor  $-1$ , sehingga vektor  $V_m$  dan  $-1$  mempunyai ruang waktu yang berbeda [4].

Untuk menghubungkan vektor tersebut digunakan suatu filter  $h(n)$  dengan fungsi skala dan filter  $g(n)$  dengan fungsi wavelet sehingga,  $t) = \sum_n h(n)\sqrt{2} \phi(2t - n)$  dan  $l) = \sum_n g(n)\sqrt{2} \psi(2t - n)$ .

Proses dekomposisi suatu sinyal ke dalam aproksimasi dan detail, seperti proyeksi  $x$  ke  $V_m$  dan  $W_m$ . Proses ini dapat di peroleh dengan melewati koefisien pada suatu filter melalui proses *sub-sampling*. Karena citra merupakan bidang dua dimensi, sehingga dekomposisi dilakukan terhadap baris dan kolom, seperti pada Gambar 1.

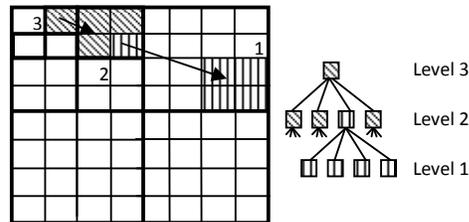


Gambar 1. Dekomposisi Bidang 2 Dimensi

Proses dekomposisi sinyal  $x$  dapat dilakukan proses kebalikannya, yaitu dengan merekonstruksi sinyal  $x$  dari aproksimasi dan detailnya. Rekonstruksi dilakukan melalui proses *up-sampling* dengan melewati aproksimasi dan detail pada filter dan menggabungkannya.

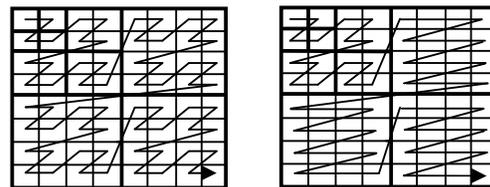
### 1. EMBEDDED WAVELET (EZW) ZEROTREE

DWT menghasilkan struktur sub-bidang hirarki, yaitu koefisien pada setiap sub-bidang dan pada setiap tingkatan dapat dihubungkan dengan satu set koefisien-koefisien di tingkat yang lebih rendah pada sub-bidang yang sesuai [2]. Suatu koefisien pada tingkat yang lebih tinggi dinamakan induk dari semua koefisien di orientasi ruang yang sama pada tingkat yang lebih rendah (anakan) [8]. Hubungan induk-anakan di dalam hirarki DWT ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antar induk-anakan

Penelusuran koefisien-koefisien dilakukan sedemikian hingga tidak ada anak diteliti sebelum induknya. Penelusuran koefisien dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *raster scan* dan *morton scan*, untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 3.



Gambar 3. Morton Scan dan Raster Scan

EZW menggunakan dua langkah dalam pengkodean citra, yaitu *dominant pass* dan *subordinate pass*. Citra diteliti dan mengha-silkan suatu simbol untuk setiap koefisien. Simbol ‘P’ diberikan, jika koefisien lebih besar dari ambang, jika koefisien lebih kecil dari minus ambang, maka diberi simbol ‘N’. Koefisien yang

lain diberi simbol ‘T’ jika merupakan induk dan nilai mutlak dari koefisien anakan lebih besar dari ambang, jika lebih kecil dari ambang, maka diberi simbol ‘Z’. Koefisien dengan simbol ‘P’ dan ‘N’ pada citra diganti dengan nol atau \*. *Dominan pass* menghasilkan *significant\_map* yang berisi kumpulan simbol-simbol citra dan *subordinat\_list* terdiri dari dua baris. Baris pertama berisi nilai koefisien citra dengan simbol ‘P’ dan ‘N’. Baris kedua berisi  $3/2$  ambang pada setiap putaran.

*Subordinate pass* merupakan proses pengkodean *subordinat\_list* yang menghasilkan *refinement* yang berisi 0 atau 1 untuk tiap nilai *subordinat\_list*. *Refinement* bernilai 1 jika nilai *subordinat\_list* baris pertama lebih besar dari baris kedua untuk masing-masing data, kemudian nilai *subordinat\_list* baris kedua dikurangi dengan  $1/4$  ambang, selain itu *refinement* bernilai 0 untuk masing-masing data dengan nilai *subordinat\_list* baris kedua ditambah dengan  $1/4$  ambang.

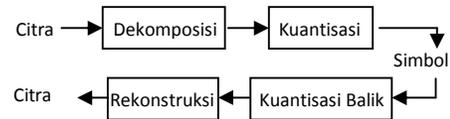
Proses berulang ke tahap *dominant pass*, dengan nilai ambang separuh dari nilai ambang lama dan *Subordinat\_list* selalu menyambung dengan data baru. Pengulangan berakhir ketika nilai minimum ambang terpenuhi, atau ambang sama dengan satu.

Pengkodean balik EZW menggunakan skema penelusuran yang sama. Penelusuran antar sub-bidang sama seperti selama proses pengkodean. Simbol ‘P’ pada *significant\_map* berarti penempatan  $3/2$  ambang pada kolom dan baris tertentu, simbol ‘N’ berarti penempatan minus  $3/2$  ambang, dan 0 untuk simbol ‘Z’ dan ‘T’. Angka 1 pada *refinement* berarti menjumlahkan  $1/4$  ambang pada baris dan kolom tertentu, dan mengurangi  $1/4$  ambang jika angkanya 0.

## 2. IMPLEMENTASI

Proses kompresi dimulai dengan mendekomposisi citra asli, dilanjutkan dengan kuantisasi EZW sehingga didapatkan simbol kuantisasi. Kemudian

simbol kuantisasi dikuantisasi balik dan direkonstruksi sehingga terbentuk citra rekonstruksi. Skema kompresi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Kompresi

Jenis wavelet yang dipakai meliputi *CDF (Cohen Daubechies Feauveau)*, *Haar* dan *LeGall*, dengan level dekomposisi antara 3 sampai 7.

## 3. HASIL

Hasil simulasi aplikasi kompresi citra medis menggunakan DWT dan EZW pada citra RGB (10\_f1\_1.jpg, 143 x 184 piksel, 50048 byte) diperoleh nilai ukuran citra rekonstruksi, CR, PSNR dan waktu kompresi sebagaimana terlihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3. Tabel 1, 2 dan 3 selanjutnya diolah untuk menjadi suatu informasi yang disajikan dalam bentuk grafik, seperti pada gambar 5, 6 dan 7.

Hubungan antara jenis wavelet dan level dekomposisi dengan rasio kompresi (CR) dari hasil uji coba, dapat dinyatakan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil Uji Coba dengan CDF

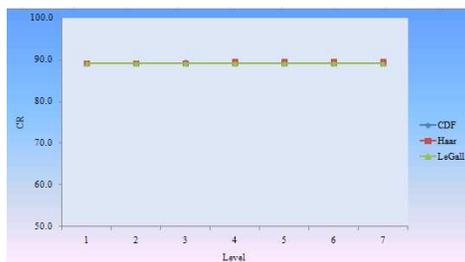
Citra Asli 10_f1_1.jpg 143 x 184, 50048 byte				
Level	Ukuran (byte)	CR (%)	PSNR (dB)	Waktu (s)
1	5444	89.1	45.7	1857.8
2	5438	89.1	45.2	939.7
3	5429	89.2	45.1	664.2
4	5428	89.2	45.1	644.6
5	5434	89.1	45.1	639.6
6	5433	89.1	45.1	627.6
7	5435	89.1	45.1	626.7

Tabel 2 Hasil Uji Coba dengan Haar

Citra Asli 10_f1_1.jpg 143 x 184, 50048 byte				
Level	Ukuran	CR	PSNR	Waktu
	(byte)	(%)	(dB)	
1	5453	89.1	45.8	1735.3
2	5445	89.1	45.3	1062.9
3	5437	89.1	45.3	772.2
4	5426	89.2	45.3	716.3
5	5423	89.2	45.3	712.5
6	5426	89.2	45.3	713.9
7	5430	89.2	45.3	716.2

Tabel 3 Hasil Uji Coba dengan LeGall

Citra Asli 10_f1_1.jpg 143 x 184, 50048 byte				
Level	Ukuran	CR	PSNR	Waktu
	(byte)	(%)	(dB)	
1	5458	89.1	44.8	1836.9
2	5460	89.1	44.6	1100.7
3	5453	89.1	44.5	718.5
4	5457	89.1	44.5	705.0
5	5448	89.1	44.5	696.6
6	5437	89.1	44.5	691.6
7	5455	89.1	44.5	699.2



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Jenis dan Level dengan CR

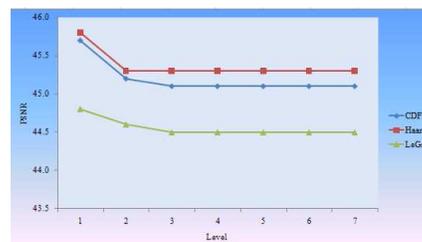
Pada Gambar 5, angka-angka pada absis X menunjukkan Level dekomposisi, pada ordinat Y menunjukkan nilai rasio

kompresi, sedangkan warna merah, hijau dan biru mewakili jenis wavelet.

Gambar 5 terlihat bahwa garis bergerak lurus, hal ini berarti bahwa rasio kompresi konstan untuk semua level dekomposisi. Jenis wavelet yang berbeda menghasilkan rasio kompresi yang sama.

Hubungan antara jenis wavelet dan level dekomposisi dengan kualitas citra hasil kompresi (PSNR) dari hasil uji coba, dapat dinyatakan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6.

Pada Gambar 6, angka-angka pada absis X menunjukkan Level dekomposisi, pada ordinat Y menunjukkan nilai kualitas citra hasil kompresi, sedangkan warna merah, hijau dan biru mewakili jenis wavelet.



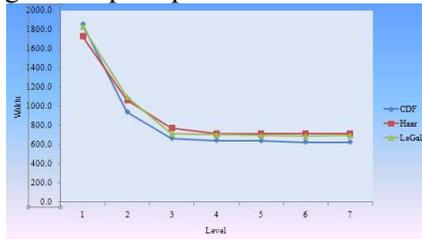
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Jenis dan Level dengan PSNR

Gambar 6 terlihat bahwa garis bergerak turun pada level awal kemudian bergerak konstan pada level selanjutnya, hal ini berarti bahwa kualitas citra hasil kompresi mengalami penurunan pada level awal, kemudian bernilai konstan pada level selanjutnya. Wavelet yang berbeda menghasilkan titik konstan yang berbeda, Haar konstan pada level 2, sedangkan CDF dan LeGall konstan pada level 3.

Garis merah berada diposisi paling atas kemudian garis biru dan garis hijau. Hal ini berarti bahwa wavelet Haar mempunyai rasio kompresi yang terbaik, kemudian wavelet LeGall dan wavelet CDF.

Hubungan antara jenis wavelet dan level dekomposisi dengan waktu kompresi

dari hasil uji coba, dapat dinyatakan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Jenis dan Level dengan Waktu

Pada Gambar 7, angka-angka pada absis X menunjukkan Level dekomposisi, pada ordinat Y menunjukkan waktu kompresi, sedangkan warna merah, hijau dan biru mewakili jenis wavelet.

Gambar 7 terlihat bahwa garis bergerak turun dari kiri ke kanan, hal ini berarti bahwa semakin tinggi level dekomposisi semakin sedikit waktu kompresi, sedangkan jenis wavelet menghasilkan waktu yang berbeda-beda pada setiap level dekomposisi.

#### 4. KESIMPULAN

Secara umum, dari hasil yang diperoleh dalam percobaan dapat disimpulkan bahwa:

- Proses kompresi menggunakan DWT dan EZW pada citra RGB dengan jenis wavelet dan level dekomposisi yang berbeda-beda, didapatkan citra hasil kompresi dengan kualitas Layak (*reason-able*), karena dari semua citra kompresi yang dihasilkan mempunyai nilai PSNR  $\geq 40$  dB.
- Level dekomposisi berbanding terbalik dengan waktu kompresi.
- Jenis wavelet dan format citra yang berbeda menghasilkan CR, PSNR dan waktu yang berbeda.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bajit, A, et al. (2007), *A Perceptually Optimized Wavelet Embedded ZeroTree Image Coder*, Journal Engineering and Technology, Vol. 24 Oktober 2007, ISSN 1307-6884.
- [2]. Mitra et al. \_\_\_\_\_. *Modified Embedded Zerotree Scheme for Efficient Coding of Discrete Wavelet Coded Frames*, Journal, Kharagpur: Department of Electronics and Electrical Communication Engineering IIT.
- [3]. Murni, Aniati dan Dina Chaahyati, *Pengolahan Citra Digital: Transformasi Citra (Bagian 2 : Wavelet)*, Diakses 22 Maret 2008: [www.cs.ui.ac.id/WebKuliah/citra/2005/citra6d.ppt](http://www.cs.ui.ac.id/WebKuliah/citra/2005/citra6d.ppt).
- [4]. Phillips, W. J. (2003), *Wavelets and Filter Banks Course Notes*, Diakses 14 April 2007, <http://www.engmath.dal.ca/courses/engm6610/notes/notes.html>.
- [5]. School of Computer Science. (2000), *RMF Based EZW Algorithm*, University of Central Florida.
- [6]. Sjoblom, Erik. (2002), *Compression of Medical Image Stacks using Wavelets and Zero-Tree Coding*, Thesis, English, Linköping University.
- [7]. Tan, Choo Li. (2001), *Still Image Compression Using Wavelet Transform*, Thesis, Australia, The University of Queensland.
- [8]. Valens. (1999), *EZW Encoding*, Diakses 3 Desember 2007, <http://pagesperso-orange.fr/polyvalens/clemens/ezw/ezw.html>.