

KOMPRESI CITRA DIGITAL ARAS KEABUAN (GRAYSCALE) MENGUNAKAN METODE *EMBEDDED ZEROTREE WAVELET* (EZW)

Faizal Haris M^{*}), Achmad Hidayatno, and Ajub Ajulian Zahra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jalan Prof. Sudharto, SH., Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*})Email: faizal.harism@gmail.com

Abstrak

Kompresi citra sangat penting untuk banyak aplikasi. Khususnya untuk mempercepat pengiriman dan pengaksesan sebuah citra dalam berbagai media. Sebuah citra biasanya mengandung jumlah data yang besar untuk kualitas gambar yang bagus, sehingga membutuhkan memori yang besar juga untuk menyimpannya. Salah satu cara untuk mengurangi pemborosan memori adalah dengan melakukan kompresi citra. Salah satu kompresi yang digunakan adalah algoritma *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW). Sistem kompresi citra digital dengan menggunakan EZW dirancang untuk mengkompresi citra asli bitmap aras-keabuan menjadi citra yang terkompresi dengan ukuran data citra sekecil mungkin. Proses kompresi citra dimulai dengan proses *Discrete Wavelet Transform* (DWT) agar diperoleh aproksimasi dan koefisien detail matriks citra yang digunakan untuk masukan proses EZW. Proses selanjutnya adalah proses kompresi EZW untuk mengkompresi matriks citra menjadi citra yang terkompresi. Pengujian aplikasi kompresi ini menggunakan 4 citra aras-keabuan berformat berkas .bmp, yang memiliki resolusi 256×256 piksel dan 512×512 piksel dengan variasi threshold. Berdasarkan hasil pengujian terhadap citra uji diperoleh rasio kompresi citra maksimal sebesar 99,39 % dan minimal 62,16%, nilai PSNR rata-rata 28,5 dan MSE 174,41 dengan menggunakan variasi threshold 5, 10, 30, 50, 80. Untuk kualitas citra yang terkompres, semakin kecil nilai threshold semakin baik kualitas citra terkompresinya. *Kata kunci: citra bitmap, kompresi citra, threshold, Embedded Zerotree Wavelet*

Abstract

Image compression is very important for many applications. In particular to speed up the delivery and accessing an image in a variety of media. An image usually contains a large amount of data for good picture quality, thus requiring large memory to store them as well. One solution for reduce the waste of memory with the image compression. One of the compression used the *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) algorithm. The system digital image compression using EZW is designed to compress the original bitmap grayscale image into a compressed image with image data size as small as possible. The process begins by Discrete Wavelet Transform (DWT) to obtain the approximation and detail coefficient matrix for input EZW process. The next process is the EZW compression to compress the image matrix into a compressed image. This compression testing applications using a 4 grayscale image with file format .Bmp, which has a resolution of 256×256 pixels and 512×512 pixels with variation threshold. Based on the test results of the test images obtained by the image compression rate of 99.39% and a maximum of at least 62.16%, the average PSNR 174.41 and MSE 28.5 with a variation threshold 5, 10, 30, 50, 80. Quality of the compressed image, the smaller the threshold value the better quality of image compressed

Keyword: Bitmap image, Image compression, threshold, Embedded Zerotree Wavelet

1. Pendahuluan

Komunikasi yang efektif sangat dibutuhkan dalam era globalisasi saat ini. Untuk itu, informasi sebagai komponen utama dari komunikasi perlu disajikan dengan sebaik-baiknya. Cara penyajian informasi selain secara lisan dan tulisan adalah melalui citra. Kemampuan citra dalam memberikan makna yang lebih banyak dari satu atau dua buah kata menjadikannya sebagai bahasa

universal yang lebih efektif dan dapat diterima oleh setiap orang. Masalah ini muncul karena perangkat keras yang digunakan terkait dengan penanganan data kurang mampu mengikuti perkembangan ukuran data yang demikian besar. Salah satu kajian yang terkait dengan penanganan data adalah kompresi data

Kompresi data adalah proses mengubah suatu input data menjadi data lain dengan format berbeda dan ukuran yang

lebih kecil, atau proses pengkodean dari suatu data untuk mengurangi kebutuhan akan media penyimpanan. Salah satu jenis berkas yang paling banyak membutuhkan proses kompresi adalah berkas citra. Citra asli umumnya disimpan dalam format Bitmap. Format ini menghasilkan ukuran berkas yang besar dan tidak efektif untuk disimpan atau ditransfer. Teknik dan algoritma kompresi dapat digunakan untuk menghasilkan berkas baru dari citra yang asli dengan ukuran yang lebih kecil dari berkas aslinya tanpa mengurangi kualitas dari citranya

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Situs web (*website*) di internet dibuat semenarik mungkin dengan menyertakan visualisasi berupa gambar atau video. Beberapa waktu lalu istilah SMS (*Short Message Service*) begitu populer bagi pengguna telepon genggam (*handphone* atau HP). Tetapi, saat ini orang tidak hanya dapat mengirim pesan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat mengirim pesan berupa gambar maupun video, yang dikenal dengan layanan MMS (*Multimedia Message Service*).

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra adalah representasi informasi dua dimensi yang diciptakan atau dibuat dengan melihat sebuah gambar. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*compact*) namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut. Pada citra, video dan audio, kompresi mengarah pada minimalisasi jumlah *bit rate* untuk representasi digital. Pada beberapa literatur, istilah kompresi sering disebut juga *source coding*, *data compression*, *bandwidth compression*, dan *signal compression*.

.Dalam tugas akhir ini, dirancang suatu aplikasi teknik kompresi citra digital dengan menggunakan metode EZW (*Embeded Zerotree Wavelet*). Kompresi citra digital ini dilakukan untuk meminimalkan jumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasikan suatu data citra.

2. Metode

2.1 Perancangan Sistem

Gambaran perancangan sistem secara umum ditujukan gambar 1



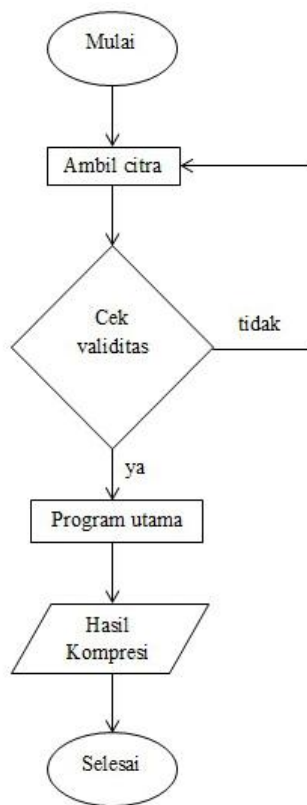
Gambar 1 Gambaran umum perancangan sistem

Secara garis besar, proses-proses perancangan sistem yaitu :

1. Citra uji menggunakan citra digital aras-keabuan yang berformat BMP (.bmp) dengan resolusi yang sama. Citra bitmap digunakan karena citra ini merupakan citra asli sebelum terjadi pemampatan.
2. Tahap selanjutnya adalah proram utama kompresi citra digital. Program ini menggunakan software matlab 2010a, yang terdiri dari halaman depan dan halaman utama program kompresi. Pada program ini citra uji diolah dan dikompres menggunakan metode *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) yang selanjutnya menghasilkan citra hasil yang sudah terkompresi.
3. Tahap yang terakhir merupakan hasil akhir dari sistem kompresi citra digital. Hasil citra yang terkompresi dibandingkan dengan citra uji, dengan melihat besarnya ukuran citra keduanya.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak disini meliputi pengambilan citra uji yang bertipe bitmap dengan aras-keabuan yang memiliki resolusi sama (nilai baris \times kolom dari matriks citra bitmap). Fungsi dari resolusi yang sama ini adalah untuk mempermudah proses kompresi dengan membagi matriks citra uji menjadi sub-sub matriks yang berukuran lebih kecil. Sehingga akan diperoleh ukuran data asli dari citra uji tersebut. Pada gambar 4 adalah penjelasan tentang perancangan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem kompresi citra digital aras-keabuan dengan menggunakan metode EZW :



Gambar 2 Diagram alir sistem kompresi citra

2.3 Pengambilan Citra Uji

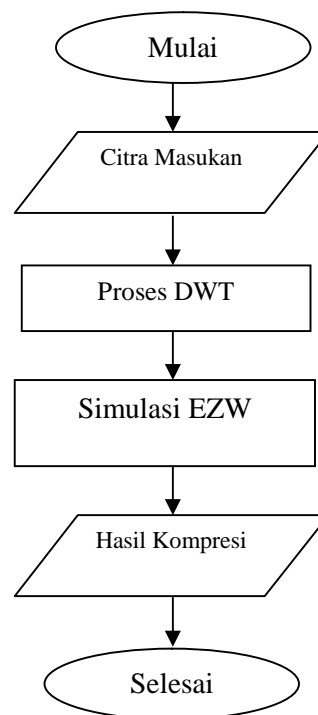
Pengambilan citra uji ini diambil dari *image database* di <http://www.sipi.usc.edu/database/> yang biasa digunakan untuk melakukan standarisasi aplikasi pengolahan citra digital. Citra uji yang digunakan merupakan citra *bitmap* yang pada program kompresi ini menggunakan citra *bitmap* aras-keabuan yang berformat berkas BMP (.bmp). Pada tugas akhir ini menggunakan 4 macam citra uji dengan resolusi yang berbeda yang ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1 Citra uji

No.	Nama file	Resolusi	Size
1.	Sand.bmp	256 × 256	65 KB
2.	Head.bmp	256 × 256	65 KB
3.	City.bmp	512 × 512	257 KB
4.	Gr1.bmp	512 × 512	257 KB

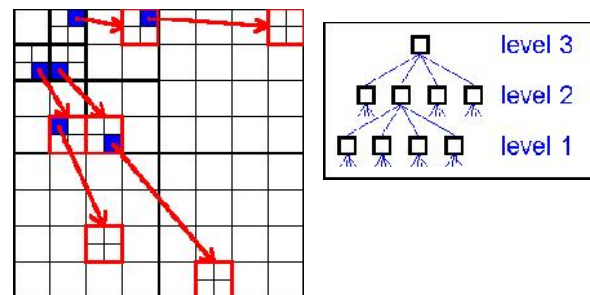
2.4 Program Utama

Pada program utama ini terdapat proses-proses dalam mengkompresi citra digital aras-keabuan dengan menggunakan metode EZW. Proses ini meliputi proses DWT, proses simulasi EZW, dan proses hasil kompresi. Pada gambar 6 ditunjukkan diagram alir pada program utama kompresi.



Gambar 3. Diagram Alir Program Utama

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



Gambar 4 Hubungan induk-anakan

EZW menggunakan dua langkah dalam pengkodean citra, yaitu *Significance pass (Dominant pass)* dan *Refinement pass (Subordinate Pass)*. Citra diteliti dan menghasilkan 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 *. *Significance 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.

Refinement 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 ¼ ambang, selain itu refinement bernilai 0 untuk masing-masing data dengan nilai subordinat_list baris kedua ditambah dengan ¼ 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.

3. Hasil dan Analisa

Pada proses pengujian aplikasi ini, dilakukan 3 macam pengujian yang berbeda. Pengujian ini meliputi pengujian terhadap 4 jenis citra uji yang memiliki resolusi dan size yang berbeda dengan menggunakan 3 variasi filter. Pengujian ini bertujuan untuk meminimalkan ukuran data citra dan mengetahui tingkat kompresi citra yang menggunakan metode EZW terhadap citra uji.

Tingkat kualitas kompresi citra dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 pada bab sebelumnya. Variasi pengujian citra uji menggunakan 3 variasi filter dan threshold

Tabel 2 pengujian kompresi citra aras-keabuan

No.	Nama file	Resolusi (pixel)	Filter		
1.	Head.bmp	256 x 256	Haar	Db2	Db4
2.	Sand.bmp	256 x 256	Haar	Db2	Db4
3.	City.bmp	512 x 512	Haar	Db2	Db4
4.	Girl.bmp	512 x 512	Haar	Db2	Db4

Proses pengujian ini dengan melakukan lima skenario pengujian yang berbeda untuk mengetahui tingkat kualitas kompresi citra :

1. Pengujian terhadap citra uji dengan filter Haar
2. Pengujian terhadap citra uji dengan filter *Daubechies2*
3. Pengujian terhadap citra uji dengan filter *Daubechies4*

3.1 Pengujian Terhadap Citra Uji dengan Filter Haar

Pengujian yang pertama adalah pengujian terhadap 4 citra uji yaitu head.bmp, sand.bmp, girl.bmp dan city.bmp dengan menggunakan filter Haar dan nilai threshold yang

bervariasi. Pada pengujian dengan citra uji head.bmp, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil pengujian head.bmp dengan filter Haar

Thresh old	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (detik)
5	8	3,2	28,64	88,79	26290	65536	59,88	79,47
10	8	1,3	28,99	81,95	10708	65536	83,66	41,21
30	8	0,43	28,48	92,15	3534	65536	94,60	22,02
50	8	0,13	27,00	129,45	1183	65536	98,19	12,41
80	8	0,04	25,34	189,87	399	65536	99,39	11,12

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil bahwa citra uji head.bmp dapat termampatkan minimal 68,1 % dengan ukuran data citra termampatkan 20902 byte dan termampatkan maksimal 97,84 % dengan ukuran data citra termampatkan 1411 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji sand.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian sand.bmp dengan filter Haar

Thresh old	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,17	23,02	324,38	1411	65536	97,84	23,02
50	8	0,4	26,68	138,65	3332	65536	94,91	26,68
30	8	0,85	31,40	47,1	7024	65536	89,28	31,4
10	8	1,59	32,76	34,43	13086	65536	80,03	42,76
5	8	2,55	33,0	32,52	20902	65536	68,1	58,7

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh hasil bahwa citra uji sand.bmp dapat termampatkan minimal 59,88 % dengan ukuran data citra termampatkan 26290 byte dan termampatkan maksimal 99,39 % dengan ukuran data citra termampatkan 399 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji girl.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil pengujian girl.bmp dengan filter Haar

Thresh old	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (detik)
80	8	0,07	28,64	152,46	2488	262144	99,05	98,97
50	8	0,18	28,70	87,61	5959	262144	97,72	181,44
30	8	0,41	30,0	64,98	13592	262144	94,81	338,38
10	8	0,87	28,7	60,84	28713	262144	89,04	602,75
5	8	1,68	30,44	58,74	55067	262144	78,99	1011,33

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh hasil bahwa citra uji Girl.bmp dapat termampatkan minimal 78,99 % dengan ukuran data citra termampatkan 55067 byte dan termampatkan maksimal 99,05 % dengan ukuran data citra termampatkan 2488 byte. Sedangkan untuk pengujian terakhir adalah pengujian terhadap citra uji city.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 6

Tabel 6 Hasil pengujian city.bmp dengan filter Haar

Threshold	Level Dekompresi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,1	23,4	297,05	3594	262144	98,62	12,31
50	8	0,72	25,31	191,18	10096	262144	96,14	17,74
30	8	0,30	25,76	172,25	23795	262144	90,92	26,18
10	8	1,31	25,87	168,17	43006	262144	83,59	38,09
5	8	2,09	25,85	169,01	68682	262144	73,79	54,36

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh hasil bahwa citra uji city.bmp dapat termampatkan minimal 73,79 % dengan ukuran data citra termampatkan 68682 byte dan termampatkan maksimal 98,65 % dengan ukuran data citra termampatkan 3594 byte.

Perbandingan antara nilai PSNR dan MSE dari pengujian di atas yaitu apabila threshold semakin kecil maka nilai PSNR akan semakin tinggi dan nilai MSE akan semakin rendah. Hal ini menyiratkan bahwa citra hasil kompresi tidak jauh berbeda dengan citra sebelum dikompresi sehingga kualitas citra termampatkan semakin bagus.

3.2 Pengujian Terhadap Citra Uji dengan Filter Daubechies2

Pengujian yang pertama adalah pengujian terhadap 4 citra uji yaitu head.bmp, sand.bmp, girl.bmp dan city.bmp dengan menggunakan filter *Daubechies2* dan nilai threshold yang bervariasi. Pada pengujian dengan citra uji head.bmp, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7 Hasil pengujian head.bmp dengan filter Db2

Threshold	Level Dekompresi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	12,31	24,43	241,4	1225	65536	98,13	12,31
50	8	17,74	27,44	117,2	2665	65536	95,93	17,74
30	8	26,18	31,14	49,97	5485	65536	91,63	26,18
10	8	38,09	35,97	16,41	10573	65536	83,86	38,09
5	8	54,36	36,81	13,55	18009	65536	72,52	54,36

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh hasil bahwa citra uji head.bmp dapat termampatkan minimal 75,52 % dengan ukuran data citra termampatkan 18009 byte dan termampatkan maksimal 98,13 % dengan ukuran data citra termampatkan 1225 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji sand.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8 Hasil pengujian sand.bmp dengan filter Db2

Threshold	Level Dekompresi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,06	27,13	125,67	2193	65536	96,65	90,72
50	8	0,15	29,87	66,94	5116	65536	92,19	158,91
30	8	0,34	31,5	46,01	11463	65536	82,50	292,37
10	8	0,74	32,03	40,84	23572	65536	64,03	518,43
5	8	1,4	32,32	38,04	45875	65536	30	892,42

Berdasarkan Tabel 8 diperoleh hasil bahwa citra uji sand.bmp dapat termampatkan minimal 30 % dengan ukuran data citra termampatkan 45875 byte dan termampatkan maksimal 96,65 % dengan ukuran data citra termampatkan 2193 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji girl.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 9

Tabel 9 Hasil pengujian girl.bmp dengan filter Db2

Threshold	Level Dekompresi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,05	25,71	174,41	424	262144	99,83	11,29
50	8	0,13	27,34	119,86	1125	262144	99,57	14,2
30	8	0,41	28,5	91,69	3364	262144	98,71	19,62
10	8	1,21	28,77	86,19	9942	262144	96,20	39,84
5	8	3,05	28,48	92,18	25020	262144	90,45	76,67

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh hasil bahwa citra uji girl.bmp dapat termampatkan minimal 90,45 % dengan ukuran data citra termampatkan 250020 byte dan termampatkan maksimal 99,83 % dengan ukuran data citra termampatkan 424 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji city.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 10

Tabel 10 Hasil pengujian city.bmp dengan filter Db2

Threshold	Level Dekompresi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,12	23,38	298,17	4023	262144	98,46	137,2
50	8	0,32	25,46	184,62	10709	262144	95,91	295,87
30	8	0,74	25,61	178,34	24320	262144	90,72	537,6
10	8	1,39	25,73	173,46	45727	262144	82,55	883,8
5	8	2,2	25,7	174,72	72108	262144	72,49	1382,96

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh hasil citra uji girl.bmp dapat termampatkan minimal 72,49% dengan ukuran data citra termampatkan 72108 byte dan termampatkan maksimal 98,46 % dengan ukuran data citra termampatkan 4023 byte.

3.3 Pengujian Terhadap Citra Uji dengan Filter Daubechies4

Pengujian yang ketiga adalah pengujian terhadap 4 citra uji yaitu head.bmp, sand.bmp, girl.bmp dan city.bmp dengan menggunakan filter *daubechies4* dan nilai threshold yang bervariasi. Pada pengujian dengan citra uji head.bmp, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 11

Tabel 11 Hasil Pengujian Head.bmp dengan filter Db4

Thres hold	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (detik)
80	8	0,06	27,5	115,47	2003	262144	99,23	84,92
50	8	0,14	30,22	61,83	4685	262144	98,21	152,75
30	8	0,31	32,31	38,11	10390	262144	96,03	273,96
10	8	0,66	33,37	29,9	21793	262144	91,68	481,55
5	8	1,30	33,43	29,48	42834	262144	83,66	832,97

Berdasarkan Tabel 11 diperoleh hasil bahwa citra uji head.bmp dapat termampatkan minimal 74,30 % dengan ukuran data citra termampatkan 16842 byte dan termampatkan maksimal 98,23 % dengan ukuran data citra termampatkan 1159 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji sand.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 12

Tabel 12 Hasil Pengujian Sand.bmp dengan filter Db4

Thres hold	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,04	25,9	166,86	409	65536	99,38	11,1
50	8	0,13	27,48	115,96	1086	65536	98,34	14,21
30	8	0,39	28,72	87,12	3262	65536	95,02	21,41
10	8	1,19	29,1	79,82	9787	65536	85,06	39,37
5	8	3,02	28,83	85,11	24795	65536	62,17	80,16

Berdasarkan Tabel 12 diperoleh hasil bahwa citra uji sand.bmp dapat termampatkan minimal 62,16 % dengan ukuran data citra termampatkan 24795 byte dan termampatkan maksimal 98,43 % dengan ukuran data citra termampatkan 409 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji girl.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Pengujian Girl.bmp dengan filter Db4

Threshol d	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	Citra Termampatkan (byte)	Citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (S)
80	8	0,06	27,5	115,47	2003	262144	99,23	84,92
50	8	0,14	30,22	61,83	4685	262144	98,21	152,75
30	8	0,31	32,31	38,11	10390	262144	96,03	273,96
10	8	0,66	33,37	29,9	21793	262144	91,68	481,55
5	8	1,3	33,43	29,48	42834	262144	83,66	832,97

Berdasarkan Tabel 13 diperoleh hasil citra uji man.bmp dapat termampatkan minimal 83,66 % dengan ukuran data citra termampatkan 42834 byte dan termampatkan maksimal 99,23 % dengan ukuran data citra termampatkan 2003 byte. Sedangkan untuk pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap citra uji city.bmp hasilnya ditunjukkan pada Tabel 14

Tabel 14 Hasil Pengujian City.bmp dengan filter Db4

Thres hold	Level Dekomposisi	Bitrate (bpp)	PSNR (dB)	MSE	citra termampatkan (byte)	citra uji (byte)	Rasio Kompresi (%)	Waktu (detik)
80	8	0,11	23,51	289,20	3786	262144	98,55	131,78
50	8	0,31	26,04	161,62	10232	262144	96,09	282,62
30	8	0,72	27,01	129,24	23917	262144	90,87	574,9
10	8	1,4	27,19	124,07	46157	262144	82,39	897,54
5	8	2,28	27,27	121,73	74804	262144	71,46	1356,71

Berdasarkan Tabel 14 diperoleh hasil citra uji man.bmp dapat termampatkan minimal 71,46 % dengan ukuran data citra termampatkan 74804 byte dan termampatkan maksimal 98,55 % dengan ukuran data citra termampatkan 3786 byte

Perbandingan antara nilai PSNR dan MSE dari pengujian di atas yaitu apabila nilai threshold semakin kecil maka nilai PSNR akan semakin tinggi dan nilai MSE akan semakin rendah. Hal ini menyiratkan bahwa citra hasil kompresi tidak jauh berbeda dengan citra sebelum dikompresi sehingga kualitas citra termampatkan semakin bagus.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pembahasan adalah berdasarkan pengujian terhadap 4 citra uji dengan filter *haar* dan variasi threshold diperoleh hasil kompresi maksimal sebesar 99,39 % dan kompresi minimal sebesar 68,1 %. Selanjutnya erdasarkan

pengujian terhadap 4 citra uji dengan filter *Daubechies2* diperoleh hasil kompresi maksimal sebesar 99,35 % dan kompresi minimal sebesar 61,82 %. Selanjutnya berdasarkan pengujian terhadap 4 citra uji dengan filter *Daubechies4* diperoleh hasil kompresi maksimal sebesar 99,37 % dan kompresi minimal sebesar 62,16 %. Untuk nilai threshold yang digunakan pada metode *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) berbanding lurus dengan rasio kompresi dan berbanding terbalik dengan nilai PSNR-nya. Waktu yang dibutuhkan dalam proses kompresi menggunakan metode *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) relatif lama, karena melewati proses Encode dan Decode

Saran dalam pengembangan Tugas Akhir ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menggunakan basis *wavelet* yang lain seperti Coiflet, Symlet, Biorthogonal, dsb untuk memperoleh hasil citra rekonstruksi yang lebih halus. Selain itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan kembali metode ini khususnya dalam meningkatkan efisiensi dalam waktu pemampatan. Untuk pengembangan kedepan bisa menggunakan metode kompresi yang lain seperti *Pengkodean Huffman*, *Run-Length Encoding*, metode kompresi kuantisasi yang lain dan *Fractal Image Compression* sehingga dapat diketahui tingkat kompresi yang lebih baik.

Referensi

- [1]. Munir, R., "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik", Penerbit Informatika, Bandung, 2004.
- [2]. Putra, D., "Pengolahan Citra Digital", C.V Andi Offset, Yogyakarta, 2010.
- [3]. Pramitarini, Y., *Analisa Pengiriman Citra Terkompresi JPEG Dengan Teknik Spread Spektrum Direct Sequence (DS-SS)*, Tugas Akhir D-IV, PENS-ITS, Surabaya, 2011.
- [4]. Achmad, B., dan Fardausy, K., "Teknik Pengolahan Citra Digital", Ardi Publishing, Yogyakarta, 2005.
- [5]. Sugiharto, H., "Pemrograman GUI dengan Matlab", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [6]. ---, Format file citra, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16430/4/Chapter%20II.pdf>, September 2013.
- [7]. ---, Format file citra, <http://slametriyanto.net/wp-content/uploads/2007/05/Bab9%20-%20Format%20File.pdf>, September 2012.
- [8]. ---, Citra bitmap, <http://id.wikipedia.org/wiki/Bitmap>, September 2013.
- [9]. Misiti M, Misiti Y, Oppenheim G, Poggi JM. 2002. *Wavelet Toolbox*. USA: The mathwork. Inc
- [10]. Sarker, M. Meshabudin, EZW Algorithm Computation of Its Coefficients for Image Compression by Using "Bottom-Up" Approach, Institute of Information Technology Jahangirnagar University, 2013