

Implementasi *Metode Embedded Zerotree Wavelet* untuk Kompresi Citra Digital

Suhartati Agoes, Susan Sulaiman dan Henry Candra

Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa No.1, Grogol Jakarta 11440

E-mail:sagoes@trisakti.ac.id, susan@trisakti.ac.id*, henrycandra@trisakti.ac.id

Abstrak

Citra digital dengan kualitas baik pada umumnya mempunyai ukuran cukup besar sehingga membutuhkan kapasitas media penyimpanan yang cukup besar pula. Sedangkan proses transfer untuk citra dengan kapasitas cukup besar menjadi cukup lambat apalagi koneksi pada saat itu kurang baik. Kondisi ini semakin mendorong dibutuhkannya kompresi citra dengan kualitas citra yang baik pada proses transfer data citra. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *Embedded Zerotree Wavelet (EZW)* dengan jenis *Wavelet Daubechies* untuk kompresi citra digital agar file citra lebih kecil tetapi secara kualitas masih baik dan bermanfaat untuk memperoleh data citra yang lebih banyak pada saat proses transfer. Parameter kinerja yang digunakan adalah Rasio Kompresi atau *Compression Ratio (CR)* dan parameter kualitas citra yaitu Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Ujicoba simulasi penelitian ini untuk citra Lena menghasilkan Rasio Kompresi sebesar 2.52 dengan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* sebesar 40,6662 dB. Sedangkan ujicoba simulasi untuk citra Peppers menghasilkan Nilai Rasio Kompresi sebesar 2,82 dengan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* sebesar 41, 5014 dB. Kedua citra hasil kompresi secara visual masih bagus dan pada proses simulasi menggunakan nbloop sebesar 14 untuk jenis wavelet Daubechies1. Nilai Rasio Kompresi dipengaruhi oleh jumlah nbloop yang digunakan pada proses simulasi sedangkan banyaknya koefisien filter mempengaruhi besar nilai kualitas citra tersebut.

Kata kunci :Citra digital, EZW, CR, MSE, PSNR

Pendahuluan

Pengiriman data berupa teks, gambar atau citra dan video saat masa pandemi seperti sekarang ini dimana banyak pelajar dan pekerja yang bekerja dari rumah memerlukan proses pengiriman data dengan waktu yang cepat untuk dapat diterima dengan kualitas yang bagus. Citra dengan kualitas baik pada umumnya mempunyai ukuran cukup besar sehingga membutuhkan kapasitas media penyimpanan yang cukup besar pula. Sedangkan proses transfer untuk citra dengan kapasitas cukup besar menjadi cukup lambat apalagi koneksi pada saat itu kurang baik [1]. Kondisi ini semakin mendorong dibutuhkannya kompresi citra dengan kualitas citra yang baik pada proses transfer data citra.

Kompresi citra adalah kompresi data yang diaplikasikan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sedemikian rupa sehingga citra tersebut dapat disimpan ataupun ditransmisikan secara efisien. Ada berbagai jenis metode kompresi

citra seperti *Huffman coding*, *Joint Photographics Experts Group (JPEG)*, *Grahic Interchange Format (GIF)*, *Portable Network Graphics (PNG)* dan *Singular Value Decomposition (SVD)*. Beberapa diantara metode kompresi citra menggunakan transformasi seperti *Discrete Cosine Transform (DCT)* dan *Discrete Wavelet Transform (DWT)*. DWT membagi sebuah dimensi sinyal menjadi dua bagian yakni frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, yang disebut dengan dekomposisi. Keluaran dari high-pass filter dan lowpass filter akan menghasilkan koefisien DWT, dengan menggunakan koefisien ini citra asli dapat direkonstruksi. Proses rekonstruksi ini disebut *Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT)* [2]. Salah satu metode kompresi yang menggunakan transformasi *Wavelet* adalah *Embedded Zerotree Wavelet (EZW)*, dimana pengkodean EZW dieksploitasi secara mendalam untuk mengidentifikasi cara mengurangi jumlah simbol yang dihasilkan dengan mana rasio kompresi akan ditingkatkan tanpa mengurangi banyak kualitas [3].

K. Anwar dan kawan-kawan mengimplemen-

DOI : <http://dx.doi.org/10.32409/jikstik.21.1.2933>,

*) Penulis Korespondensi

tasikan DWT dan EZW pada kompresi citra warna medis dengan jenis wavelet dan level dekomposisi yang berbeda-beda, didapatkan citra hasil kompresi dengan kualitas layak (reasonable), karena dari semua citra kompresi yang dihasilkan mempunyai nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) lebih besar dari 40 dB [4]. Penelitian yang dilakukan oleh L. Novamizanti dan A. Kurnia dalam Analisa perbandingan kompresi Haar wavelet dengan EZW pada citra melakukan pengujian terhadap 4 citra bitmap. Hasil yang diperoleh adalah Rasio Kompresi maksimal yang lebih baik dengan menggunakan algoritma EZW yaitu sebesar 99,54% dibandingkan rasio kompresi dengan menggunakan Haar Wavelet sebesar 95,35% masing-masing pada threshold 80. Laju bit minimum EZW sebesar 0,06 bpp, lebih rendah dibandingkan *Haar Wavelet* sebesar 0.13 bpp [5]. Penelitian selanjutnya oleh F. Haris M dan kawan-kawan dalam Kompresi Citra Digital Aras Keabuan (Grayscale) menggunakan metode *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) diperoleh rasio kompresi 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 [6].

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode EZW untuk kompresi citra digital agar file citra lebih kecil tetapi secara kualitas masih bagus dan bermanfaat untuk memperoleh data citra yang lebih banyak pada saat proses transfer.

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kompresi EZW untuk mengkompres data input berupa data citra digital dengan format bmp. Pada metode EZW menggunakan jenis *Wavelet Daubechies* dengan mengubah-ubah nilai nbloop untuk mendapatkan hasil kompresi dan kualitas citra yang baik dengan parameter-parameter kinerja yaitu *Compression Ratio* (CR), *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).

Citra digital

Citra digital merupakan representasi dari fungsi intensitas cahaya dalam bentuk diskrit pada bidang dua dimensi [7]. Citra digital merupakan suatu matriks berukuran NxM dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya yang disebut sebagai piksel menyatakan intensitas warna atau derajat keabuan pada titik tersebut.

N = jumlah baris $0 \leq y \leq N - 1$

M = jumlah kolom $0 \leq x \leq M - 1$

L = intensitas warna maksimal $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$ (derajat keabuan)

$$f(x, y) \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, M - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, M - 1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(1, M - 1) & f(N - 1, 1) & \dots & f(N - 1, M - 1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Citra keabuan yang memiliki 16 derajat keabuan dengan rentang intensitas dari 0-15 direpresentasikan oleh 4 bit data, sedangkan citra dengan 256 derajat keabuan dengan rentang intensitas dari 0-255 direpresentasikan oleh 8 bit data. Dalam citra berwarna, setiap piksel pada citra mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru. Jika setiap komponen warna memiliki rentang intensitas 0-255, maka akan diperoleh 16 juta kemungkinan jenis warna pada citra tersebut.

Kompresi dan kualitas citra

Kompresi atau reduksi data citra adalah proses untuk meminimalisasi jumlah bit yang merepresentasikan suatu citra sehingga ukuran data citra menjadi lebih kecil [8]. Dua karakteristik terpenting dari data citra adalah kuantitas dan kualitas, yang pertama adalah jumlah atau besar data yang terkait dalam setiap aplikasi dan yang kedua adalah kualitas citra yang tidak hanya bergantung kepada data citra, tetapi juga bergantung kepada peralatan display dan sensasi sistem penglihatan manusia [9].

Untuk mengukur kinerja yang pertama dari kompresi citra digunakan rasio kompresi atau *compression ratio* (CR) yang menunjukkan hubungan antara ukuran file dari dua buah citra yang membawa informasi yang sama seperti dijelaskan pada (2) [10]

$$CR = \frac{b}{b'} \quad (2)$$

dimana b dan b' masing-masing menunjukkan jumlah bit dari dua representasi yang membawa informasi yang sama. Terkait dengan kompresi citra digital, b dan b' adalah representasi citra sebelum dan sesudah proses kompresi.

Untuk mengukur kinerja yang kedua dari proses kompresi dilakukan dengan membandingkan kualitas citra sebelum dan sesudah proses kompresi, yaitu dengan menghitung kuadrat nilai kesalahan atau *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).

MSE adalah estimator dari pengukuran kualitas citra yang paling umum digunakan. MSE mengukur rata-rata kuadrat kesalahan antara dua buah citra seperti ditunjukkan pada (3) [11]

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{n=0}^M \sum_{m=1}^N [\hat{g}(n, m) - g(n, m)]^2 \quad (3)$$

dimana:

$\hat{g}(n,m)$ = citra asli

$g(n,m)$ = citra hasil kompresi

M = jumlah baris pada matriks citra asli

N = jumlah kolom pada matriks citra asli

PSNR adalah nilai perbandingan antara kuadrat harga maksimum warna pada citra asli dengan kuantitas gangguan (noise) atau nilai kesalahan (MSE) dan dinyatakan menggunakan skala logaritmik dalam satuan decibel seperti ditunjukkan pada (4) [12]

$$PNSR = 10 \log_{10} \frac{R^2}{MSE} \quad (4)$$

R = nilai maksimum warna pada citra

R = 255 (untuk citra 8 bit)

Makin kecil nilai MSE, kualitas citra hasil kompresi semakin baik, makin besar nilai PSNR, kualitas citra hasil kompresi semakin baik.

Transformasi Wavelet

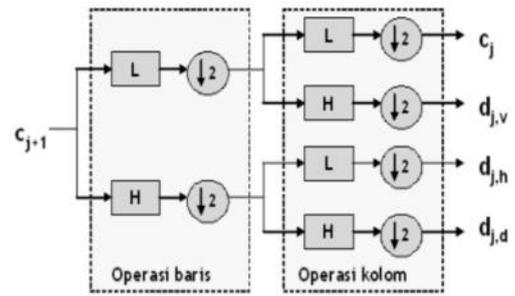
Transformasi Wavelet adalah sebuah fungsi yang mampu melakukan dekomposisi suatu fungsi. Transformasi Wavelet juga merupakan sebuah metode aproksimasi dari suatu fungsi basis Wavelet $\psi(t)$ dengan bantuan lokalisasi waktu dan frekuensi. Untuk melakukan aproksimasi dibutuhkan fungsi lain yang didefinisikan sebagai fungsi ψ dengan pembatasan seperti pada rumus (5) [13].

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0 \quad (5)$$

Transformasi Wavelet dibagi menjadi dua yaitu Transformasi Wavelet Kontinyu dan Transformasi Wavelet Diskrit yang diturunkan dari Mother Wavelet melalui pergeseran dan penskalaan dekomposisi. Oleh sebab itu, karakteristik transformasi yang dihasilkan bergantung pada Mother Wavelet itu sendiri [14].

Transformasi Wavelet Diskrit

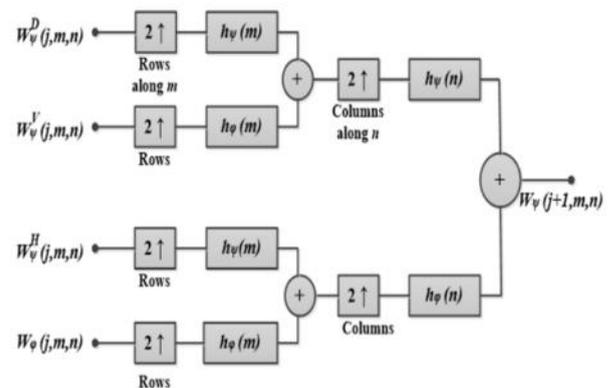
Transformasi Wavelet Diskrit (DWT) adalah proses dekomposisi dimulai dengan dekomposisi baris yang diikuti dengan dekomposisi kolom. Citra difilter menggunakan High Pass Filter (HPF) dan Low Pass Filter (LPF) yang kemudian akan dilakukan konvolusi terhadap baris baris pada citra yang diikuti dengan melakukan konvolusi terhadap kolom kolom pada citra untuk selanjutnya dilakukan proses *downsampling* dan dijelaskan pada Gambar 1 untuk proses dekomposisi level 1 [15].



Gambar 1: Proses Dekomposisi Level 1 [4]

Invers Transformasi Wavelet Diskrit

Untuk mendapatkan kembali sinyal masukan yang asli diperlukan transformasi balik dengan proses yang berlawanan arah dengan proses dekomposisi dan penfilteran dengan koefisien - koefisien filter balik atau *invers*. Pada proses Invers Transformasi Wavelet diskrit (IDWT) ini menggunakan fungsi dasar Wavelet serta harus menggunakan tingkat yang sama pada proses dekomposisi seperti pada Gambar 2 [16].



Gambar 2: Proses Invers Transformasi Wavelet Diskrit Level 1 [16]

Wavelet Daubechies

Wavelet Daubechies merupakan pengembangan dari Wavelet Haar dan salah satu jenis Wavelet Daubechies adalah Wavelet Daubechies1 (db1) dengan panjang filternya adalah dua sama dengan Wavelet Haar. Wavelet Daubechies 2 (db2) mempunyai panjang filter empat, Wavelet Daubechies 3 (db3) mempunyai panjang filter enam, sehingga setiap indeks pada jenis Wavelet Daubechies menyatakannya panjang filter dua kali dari indeks tersebut. Panjang filter merupakan jumlah koefisien dari Wavelet Daubechies dan sebagai contoh nilai koefisien db2 adalah: $h_0 = \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, h_1 = \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$,

$h_2 = \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$, dan $h_3 = \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$ [17]. Proses Transformasi *Wavelet* Diskrit atau dekomposisi dan *Invers* Transformasi *Wavelet* Diskrit atau rekonstruksi untuk koefisien filter *Wavelet Daubechies* seperti pada [6] dapat dijelaskan juga dengan menggunakan simulasi Matlab. Hasil proses tersebut untuk contoh db2 yang mempunyai empat koefisien terbagi di dalam frekuensi rendah dan frekuensi tinggi seperti pada Tabel 1 [18].

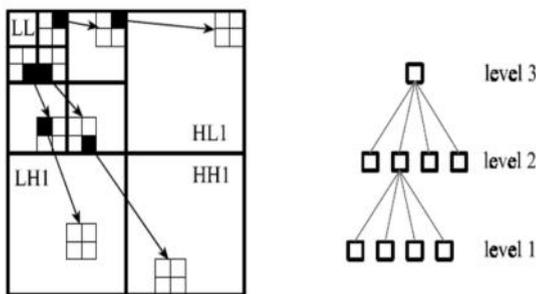
Tabel 1: Koefisien Filter Wavelet Daubechies 2

Proses DWT & IDWT	h_0	h_1	h_2	h_3
Frekuensi Rendah (Lo D)	-0,1294	0,2241	0,8365	0,4830
Frekuensi Tinggi (Hi D)	-0,4830	0,8365	-0,2241	-0,1294
Frekuensi Rendah (Lo R)	0,4830	0,8365	0,2241	-0,1294
Frekuensi Tinggi (Hi R)	-0,1294	-0,2241	0,8365	-0,4830

Koefisien filter pada Tabel 1 di atas menjelaskan bahwa koefisien dekomposisi sama dengan koefisien rekonstruksi baik untuk frekuensi rendah maupun frekuensi tinggi dan menjelaskan sifat vektor orthogonal dari fungsi *Wavelet*.

Embedded Zerotree Wavelet

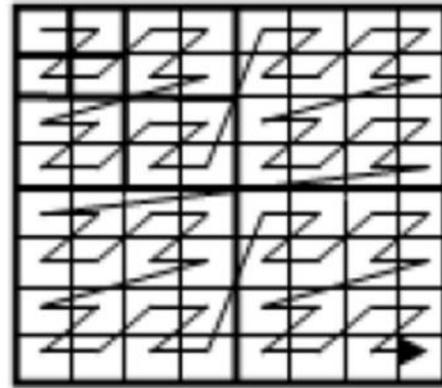
Embedded Zerotree Wavelet (EZW) adalah pengkodean yang khusus didesain untuk citra yang telah ditransformasikan dengan menggunakan Transformasi *Wavelet* dan setelah proses transformasi, citra dapat direpresentasikan dengan pohon (*tree*) karena adanya subsampling pada citra yang dijelaskan seperti pada Gambar 3 [19].



Gambar 3: Relasi Antara Koefisien Wavelet Pada Tiap Subband [19]

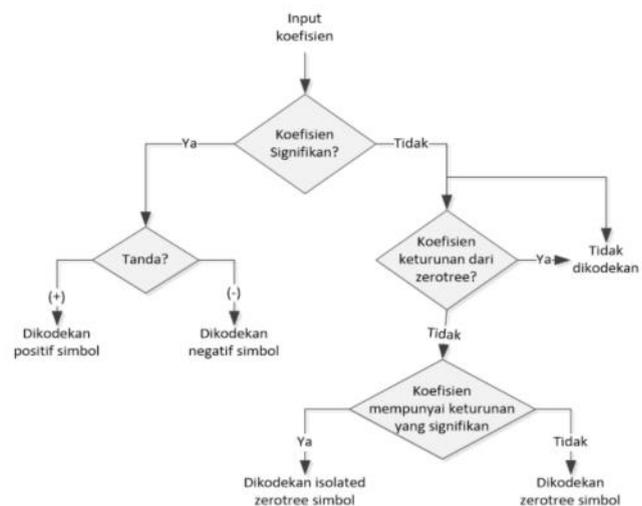
Langkah pertama dalam EZW adalah menentukan threshold awal, kemudian koefisien dikatakan significant jika absolute koefisien tersebut lebih besar dari threshold dan sebaliknya insignificant jika

absolute koefisien lebih kecil dari threshold. Ada dua tahap pada EZW yaitu dominant pass dan subordinate pass, dimana pada dominant pass, citra di scan dengan Morton scan dan tiap koefisien diberi simbol dengan skema *Morton* scan seperti pada Gambar 4 [20].



Gambar 4: Skema Morton Scan [20]

Simbol-simbol yang dihasilkan dari skema *Morton* scan antara lain : Simbol P (positif simbol) jika koefisien significant dan positif; Simbol N (negatif simbol) jika koefisien significant threshold dan negative; Simbol Z (isolated simbol) jika koefisien insignificant tapi mempunyai keturunan yang koefisiennya signifikan Simbol T (*zerotree* simbol) jika koefisien insignificant dan semua keturunannya insignificant, simbol-simbol tersebut dijelaskan pada Gambar 5.



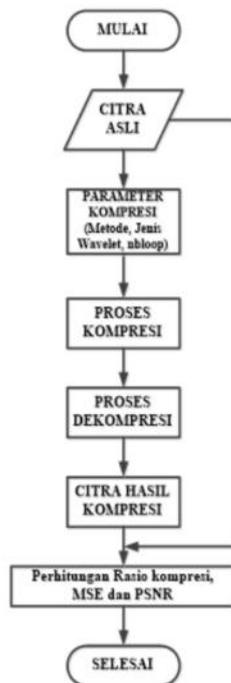
Gambar 5: Diagram Alir Proses Encoding Zerotree

Diagram Alir Simulasi

Proses simulasi yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan dengan diagram alir simulasi yang terda-

pat pada Gambar 6. Proses dimulai dari memilih citra digital berwarna dengan format BMP dengan ukuran dimensi yang sama sebagai citra asli. Selanjutnya menentukan parameter kompresi yang digunakan seperti metode kompresi, jenis wavelet, nbloop, kemudian dilakukan proses kompresi dan dekompresi terhadap citra asli tersebut. Citra hasil proses dekompresi dibandingkan dengan citra asli untuk mendapatkan nilai Rasio Kompresi, dan parameter kualitas citra hasil citra dekompresi yaitu MSE dan PSNR.

Pada penelitian ini digunakan dua buah citra berwarna yaitu citra Lena dan citra Peppers dengan format Bitmap (bmp) dan kedua citra tersebut mempunyai ukuran 512x512 piksel. Proses kompresi dilakukan dengan menggunakan metode *Embedded Zerotree Wavelet* (EZW) dengan jenis wavelet *Daubechies1* (Db1), *Daubechies2* (Db2) dan *Daubechies3* (Db3). Perbedaan dari ketiga jenis wavelet tersebut adalah jumlah koefisien filter wavelet sesuai indeks wavelet tersebut seperti contoh untuk db2 pada Tabel 1. Setelah menentukan jenis wavelet, kemudian memilih dan mengubah-ubah nilai nbloop serta melakukan proses dekompresi pada citra tersebut maka diperoleh nilai rasio kompresi, parameter kualitas citra yaitu MSE dan PSNR sebagai luaran hasil ujicoba simulasi ini.



Gambar 6: Diagram Alir Simulasi.

Pembahasan

Hasil ujicoba simulasi sebagai luaran penelitian ini adalah parameter rasio kompresi dan parameter kualitas citra dari kedua citra sebagai input proses simulasi.

Hasil Ujicoba

Rasio Kompresi Rasio kompresi atau *Compression Ratio* (CR) yang dihasilkan dari ujicoba simulasi untuk input citra Lena format bmp dengan file asli sebesar 768 kB terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2: Rasio Kompresi Citra Lena.

Jenis wavelet	Nbloop	Parameter kompresi	
		Hasil kompresi	CR
Db1	9	14.1	56.47
	10	23.8	32.27
	11	46	16.7
	12	92.7	8.28
	13	178	4.31
	14	341	2.52
	15	523	1.47
Db2	16	608	1.26
	9	387	1.98
	10	413	1.86
	11	429	1.79
	12	445	1.73
	13	470	1.63
	14	539	1.42
Db3	15	601	1.28
	16	626	1.23
	9	379	2.03
	10	413	1.86
	11	433	1.77
	12	447	1.72
	13	472	1.63
14	541	1.42	
15	602	1.28	
16	626	1.23	

Rasio kompresi atau *Compression Ratio* (CR) yang dihasilkan dari ujicoba simulasi untuk input citra Peppers format bmp dengan file asli sebesar 768 kB terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3: Rasio kompresi citra Peppers

Jenis wavelet	nbloop	Parameter kompresi	
		Hasil kompresi	CR
Db1	9	16,2	47,41
	10	29,1	26,4
	11	50,8	15,12
	12	91,7	8,38
	13	158	4,86
	14	272	2,82
	15	448	1,71
Db2	16	589	1,30
	9	456	1,68
	10	469	1,64
	11	476	1,61
	12	482	1,59
	13	499	1,54
	14	545	1,41
Db3	15	605	1,27
	16	632	1,22
	9	454	1,69
	10	476	1,61
	11	482	1,59
	12	486	1,58
	13	502	1,53
14	550	1,40	
15	609	1,26	
16	634	1,21	

Hasil Ujicoba Kualitas Citra

Kualitas citra hasil kompresi pada penelitian ini yaitu nilai MSE dan PSNR untuk kedua citra input pada proses simulasi dan untuk citra Lena dengan menggunakan jenis Wavelet Db1, Db2 dan Db3 terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4: Nilai MSE dan PSNR Citra Lena.

Jenis wavelet	nbloop	Parameter kualitas	
		MSE	PSNR(dB)
Db1	9	53.9862	30.8080
	10	40.7251	32.0322
	11	31.4865	33.1496
	12	22.6566	34.5789
	13	13.0821	36.9640
	14	5.5778	40.6662
	15	1.9957	45.1297
	16	1.0338	47.9864
Db2	9	56.6457	30.5991
	10	41.2093	31.9808
	11	29.6303	33.4134
	12	20.1540	35.0872
	13	12.0203	37.3316
	14	5.5964	40.6517
	15	2.0626	44.9867
	16	1.0135	48.0726
Db3	9	54.0235	30.8050
	10	39.6412	32.1493
	11	28.2123	33.6264
	12	19.2278	35.2915
	13	11.5317	37.5119
	14	5.3959	40.8102
	15	1.8775	45.3950
	16	0.8202	48.9914

Pada Tabel 5 adalah nilai MSE dan PSNR citra Peppers yang merupakan hasil proses kompresi dengan menggunakan jenis Wavelet Db1, Db2 dan Db3.

Tabel 5: Nilai MSE dan PSNR Citra Peppers.

Jenis wavelet	nbloop	Parameter kualitas	
		MSE	PSNR(dB)
Db1	9	58.6552	30.4477
	10	41.9964	31.8987
	11	28.9822	33.5095
	12	18.7541	35.3998
	13	10.1716	38.0569
	14	4.6020	41.5014
	15	1.8532	45.4515
	16	0.9137	48.5226
Db2	9	53.4967	30.8475
	10	37.6614	32.3718
	11	24.8744	34.1733
	12	15.1533	36.3257
	13	8.3356	38.9214
	14	4.1254	41.9762
	15	1.7496	45.7014
	16	0.7772	49.2253
Db3	9	53.5255	30.8452
	10	37.8741	32.3474
	11	24.6019	34.2211
	12	14.7624	36.4392
	13	8.2481	38.9672
	14	4.2101	41.8878
	15	1.9104	45.3196
	16	0.9532	48.3389

Analisis Rasio Kompresi dan Kualitas Citra

Hasil uji coba rasio kompresi seperti yang terdapat pada Tabel 2 untuk citra Peppers dan Tabel 3 untuk citra Lena, baik untuk jenis wavelet Db1, Db2, maupun Db3, menghasilkan bahwa dengan meningkatnya nbloop, maka rasio kompresi semakin kecil, berarti ukuran file hasil kompresi semakin besar. Pada citra Lena dengan Db1, pada nbloop = 9, CR = 56,47 ; pada nbloop = 12, CR = 8,28 dan pada nb loop =16, CR = 1,26, sedangkan untuk citra Peppers dengan Db1, pada nbloop = 9, CR =47,41; nbloop = 12, CR = 8,38 dan pada nbloop 16, CR = 1,30.

Hasil uji coba kualitas citra seperti yang terdapat pada Tabel 4 untuk citra Lena dan Tabel 5 untuk citra Peppers, selain dipengaruhi oleh besarnya nbloop, juga dipengaruhi oleh panjang filter atau koefisien filter *Wavelet Daubechies*. Nilai MSE semakin kecil sedangkan PSNR semakin besar, berarti kualitas citra semakin baik.

Pada analisis rasio kompresi dan kualitas citra Lena dan citra Peppers hasil proses simulasi dimulai untuk nbloop 12 sampai dengan 16. Penentuan nbloop dimulai dari 12 karena citra hasil kompresi dengan nbloop lebih kecil dari 12 belum menghasilkan citra hasil kompresi yang bagus secara visual bila dibandingkan dengan nbloop 12 dan lebih besar dari 12. Sedangkan untuk nbloop lebih besar dari 16 waktu proses lebih lama dan citra hasil kompresi hampir sama dengan ukuran citra asli. Salah satu contoh penentuan nbloop yang digunakan dalam menganalisis di atas adalah citra pada Gambar 7 yaitu citra Lena yang merupakan citra hasil kompresi dengan menggunakan metode EZW untuk nilai nbloop 9 dan nbloop 12.

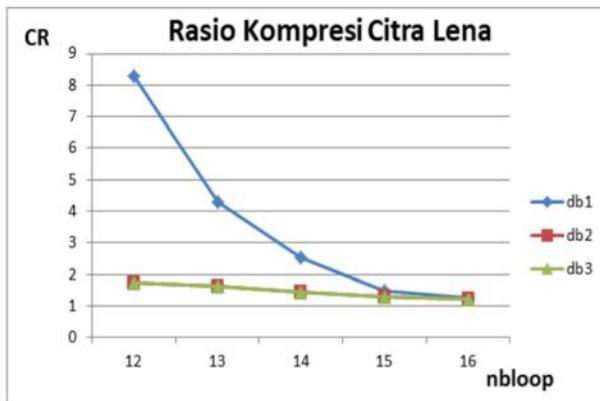


Gambar 7: Citra Hasil Kompresi Citra Lena

Hasil ujicoba kompresi citra untuk citra Lena dengan menggunakan metode EZW dan jenis Wavelet Db1, Db2 dan Db3 terdapat pada Gambar 8 dengan grafik yang menunjukkan nilai CR.

Rasio kompresi citra Lena dari hasil grafik pada Gambar 8 dan parameter kualitas citra pada Tabel 4 diperoleh nilai CR sebesar 2,52 dan nilai PSNR sebesar 40,6662 dengan kualitas citra secara visual

masih bagus berada pada nbloop 14 untuk jenis Wavelet Db1, hasil citra kompresi dan citra asli dapat dilihat pada Gambar 9.

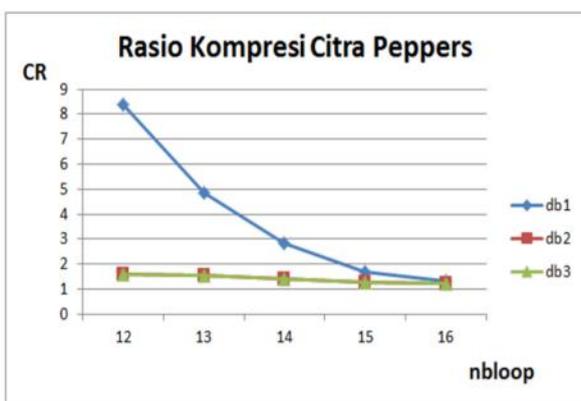


Gambar 8: Grafik Rasio Kompresi Citra Lena



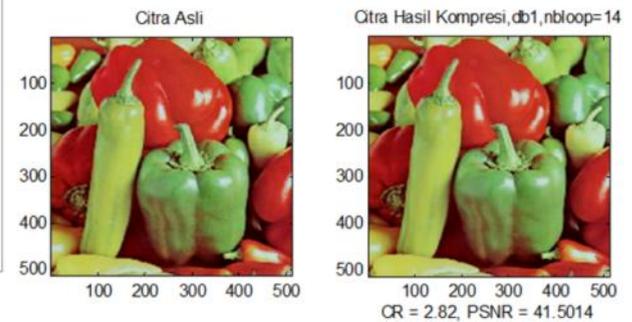
Gambar 9: Citra Asli dan Citra Hasil Kompresi Citra Lena

Hasil ujicoba kompresi citra untuk citra Peppers dengan menggunakan metode EZW dan jenis Wavelet Db1, Db2 dan Db3 terdapat pada Gambar 10 dengan grafik yang menunjukkan nilai CR.



Gambar 10: Grafik Rasio Kompresi Citra Peppers

Rasio kompresi citra Peppers dari hasil grafik pada Gambar 9 dan parameter kualitas citra pada Tabel 5 diperoleh nilai CR sebesar 2,82 dan nilai PSNR 41,5014 dengan kualitas citra secara visual masih bagus berada pada nbloop 14 untuk jenis Wavelet Db1, hasil citra kompresi dan citra asli terdapat pada Gambar 11.



Gambar 11: Citra asli dan citra hasil kompresi citra Peppers

Sedangkan hasil simulasi kompresi citra untuk kedua citra input untuk jenis Wavelet Db2 dan Db3 hasil rasio kompresi lebih kecil dari Db1 dengan nilai PSNR diatas 40 dB tetapi besar ukuran file citra hasil kompresi juga semakin besar. Sehingga panjang koefisien filter hanya mempengaruhi nilai kualitas citra tetapi ukuran file hasil citra kompresi semakin besar.

Penutup

Nilai Rasio Kompresi atau CR untuk kedua citra yaitu citra Lena dan citra Peppers dipengaruhi oleh nilai nbloop yang semakin besar, sedangkan untuk nilai MSE dan PSNR selain dipengaruhi oleh nbloop, juga dipengaruhi oleh panjang filter atau banyaknya koefisien filter Wavelet Daubechies. Hasil ujicoba untuk citra Lena dengan menggunakan Wavelet Daubechies1 menghasilkan nilai CR sebesar 2,52 dan nilai PSNR 40,6662, sedangkan untuk citra Peppers nilai CR sebesar 2,82 dan nilai PSNR 41,5014 dengan kualitas citra hasil kompresi masih baik secara visual dengan jumlah nbloop sebanyak 14.

Daftar Pustaka

- [1] S. Wahyuni dan P. Ginting, "Penerapan Metode Embedded Zerotree Wavelet dalam Mengkompresi Citra 3 Dimensi", J. Pelita Inform., vol. 7, no. 4, 2019, pp. 481–486.
- [2] M. Ruswiansari, A. Novianti dan Wirawan, "Implementasi Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Singular Value Decomposition

- (SVD) pada Image Watermarking”, *J. Elektro Telekomun. Terap.*, vol. 3, no. 1, 2016, pp. 249–259.
- [3] K. L. Narasihimhaprasad, M. V. Nagabhushanam, V. V. S. Tallapragada, and J. K. Sunkara, “Embedded Zero-Tree Wavelet Coding with Selective Decomposition Bands”, dalam *Proc. International Conference on Communication and Signal Processing*, 2019, pp. 445–449.
- [4] K. Anwar, A. Sugiharto, dan P. S. Sasongko, “Kompresi Citra Medis Menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Embedded Zerotree Wevelet (EZW)”, *J. Mat.*, vol. 11, no. 2, 2018, pp. 73–77.
- [5] L. Novamizanti dan A. Kurnia, “Analisis Perbandingan Kompresi Haar Wavelet Transform dengan Embedded Zerotree Wavelet pada Citra”, *J. Elkomika*, vol. 3, no. 2, 2015, pp. 161–176.
- [6] F. Haris M., A. Hidayatno, dan A. A. Zahra, “Kompresi Citra Digital Aras Keabuan (Grayscale) Menggunakan Metode Embedded Zerotree Wavelet (EZW)”, *Transient*, vol. 3, no. 4, 2014, pp. 460–466.
- [7] S. Ratna, “Pengolahan Citra Digital dan Histogram dengan Phytton Dan Text Editor Phycharm”, *Technologia*, vol. 11, no. 3, 2020, pp. 181–186.
- [8] S. Sulaiman dan S. Agoes, “Analisis Reduksi Data Citra Menggunakan Dekomposisi Nilai Singular”, dalam *Proc. CITEE 2017, The 9th National Conference on Information Technology and Electrical Engineering*, 2017, pp. 21–25.
- [9] I. Pu, “Fundamental Data Compression”, 1st ed. Butterworth-Heinemann, 2005.
- [10] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, “Digital Image Processing”, 3rd ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- [11] U. Sara, M. Akter and M. S. Uddin, “Image Quality Assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—A Comparative Study”, *J. Comput. Commun.*, vol. 7, no. 3, 2019, pp. 8–18.
- [12] R. Kumar, G. Sharma, dan V. Sanduja, “A Real Time Approach to Compare PSNR and MSE Value of Different Original Images and Noise (Salt and Pepper, Speckle, Gaussian) Added Images”, *Int. J. Latest Technol. Eng. Manag. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 1, 2018, pp. 43–46.
- [13] Z. Hua and M.-N. Chong, “A Wavelet-Denoising Approach for Removing Background Noise in Medical Images”, dalam *Proc. ICICS 1997, International Conference on Information, Communications and Signal Processing*, vol. 2, 1997, pp. 980–983.
- [14] Sriani, Triase dan Khairuna, “Pendekomposisian Citra Digital Dengan Algoritma DWT”, *Algoritm. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, 2017, pp. 35–39.
- [15] S. N. Wibowo, B. Hidayat dan J. Arif, “Identifikasi Jenis Batuan Beku Melihat Bentuk Pola Batuan Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan K-Nearest Neighbor (KNN)”, *eProceedings Eng.*, vol. 4, no. 2, 2017, pp. 1677–1684.
- [16] M. Felyana, “Watermarking Video Menggunakan Transformasi Wavelet Diskrit”, *J. Generic*, vol. 8, no. 1, 2013, pp. 198–208.
- [17] L. Debnath and F. A. Shah, “Wavelet Transform and Their Applications”. Boston, Massachusetts: Birkhäuser, 2002.
- [18] Anonym, “MATLAB”, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, 2012.
- [19] C. Valens, “Embedded Zerotree Wavelet Encoding”, diakses daring pada <http://pagesperso-orange.fr/polyvalens/clemens/ezw/ezw.html>, 2021.
- [20] T. Widyastutiningsih, “Steganografi, Implementasi Complexity, Menggunakan Metode Bit Plane Zerotree, Segmentation (BPCS) dan Kompresi Embedded Wavelet (EZW)”, Institut Teknologi Telkom Bandung, 2011.