ANALISA PERBANDINGAN METODE KOMPRESI PADA CITRA DIGITAL

Linna Oktaviana Sari

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293, Indonesia.
e-mail: linna.osari@gmail.com

Abstract - Utilization of digital images in various fields continues to grow. Digital image is a large data either to be stored, presented and delivery. Based on these problems, then the digital image compression methods are needed to overcome the problems of the digital image in the process of fast delivery, and minimizes memory requirements. The rapid development of digital image technology makes many methods have been developed to perform digital image compression. Therefore, it is necessary to compare methods of digital images compression which provides more efficient results. In this research has been analyzed in a comparison of several methods of digital compression include methods Modified Fast Haar Wavelet Transform , Hybrid Discrete Cosine Transform and Fractal , Wavelet Biorthogonal , Fuzzy C -Means, Cubic Bezier Interpolation , and Embedded Zerotree Wavelet analyzing compression methods of digital image which has the result efficient compression , through the analysis of PSNR and CR. The results of the comparative analysis of several digital image compression techniques showed that the method Modified Fast Haar Wavelet Transform is a method that produces the best PSNR of 48.1dB and Cubic Bezier Interpolation methods can produce the best CR of 44% is compared to other methods in this research.
Key Words: Compression, Image, PSNR, CR.

Abstrak – Pemanfaatan citra digital diberbagai bidang terus berkembang. Citra digital merupakan data berukuran besar. Sehingga citra digital membutuhkan memori penyimpanan yang besar dan membutuhkan waktu pengiriman yang lebih lama. Berdasakan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan metode kompresi citra digital untuk mengatasi permasalahan citra digital dalam proses pengiriman yang cepat, dan meminimalkan kebutuhan memori. Semakin pesatnya perkembangan teknologi citra digital, membuat banyak metode yang telah dikembangkan untuk melakukan kompresi citra digital. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan metode-metode kompresi citral digital yang memberikan hasil yang lebih efisien. Pada penelitian ini telah dianalisa perbandingan beberapa metode kompresi digital yaitu *Modified Fast Haar Wavelet Transform, Hybrid Discrate Cosine Transform* dan *Fractal, Wavelet Biorthogonal, Fuzzy C-Means, Cubic Bezier Interpolation,* dan *Embedded Zerotree Wavelet* untuk melihat metode kompresi citra digital yang memiliki hasil kompresi terbaik, melalui analisa *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Compression Ratio* (CR) dari masing-masing metode. Hasil penelitian dari analisa perbandingan beberapa teknik kompresi citra digital yang diteliti menunjukkan bahwa metode *Modified Fast Haar Wavelet Transform* merupakan metode yang menghasilkan PSNR terbaik sebesar 48.1dB dibandingkan metode lain dan metode *Cubic Bezier Interpolation* dapat menghasilkan CR terbaik sebesar 44.00 dibandingakan metode lain.
Kata kunci: Kompresi, Citra, PSNR, CR.

I. PENDAHULUAN

Aplikasi pengolahan Citra digital telah banyak dikembangkan dan dimanfaatkan diberbagai bidang seperti bidang kedokteran, geografi, biologi dan lain sebagainya. Citra digital dapat diartikan sebagai larik angka-angka secara dua dimensional [1]. Citra digital pada umumnya memiliki karakteristik data dengan ukuran yang besar. Untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra digital sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien dibutuhkan pemampatan pada citra digital yang dikenal dengan teknik kompresi.

Kompresi citra digital telah menjadi kebutuhan karena meningkatnya permintaan pada transfer data dan penyimpanan [2]. Hal ini juga mengurangi jumlah memori yang dibutuhkan untuk menyimpan gambar [3].

Kompresi citra pada dasarnya memberikan representasi yang efektif untuk citra digital, tujuan utama dari kompresi citra adalah untuk mengurangi redundansi data gambar untuk menyimpan atau mengirimkan hanya minimal jumlah sampel yang pendekatan yang baik dari

gambar asli dapat direkonstruksi sesuai dengan persepsi visual manusia [4]. Untuk menganalisa parameter sinyal puncak pada kompresi citra, rasio signal terhadap *noise* dan rasio kompresi adalah parameter penting untuk kompresi citra [5].

Kualitas citra digital hasil kompresi dapat diukur menggunakan *peak signal-to-noise ratio* (PSNR). Setiap nilai PSNR yang tinggi ini berarti kompresi yang dihasilkan semakin baik. Dengan kata lain, sinyal tersebut merupakan gambar aslinya, sementara itu *noise* merupakan kesalahan dalam konstruksi ulang. Jadi, skema kompresi memiliki PSNR yang tinggi dapat diakui sebagai yang lebih baik. Oleh karena itu, ukuran kinerja tertentu telah dibentuk untuk membandingkan algoritma kompresi yang berbeda. *Compression Ratio* (CR) didefinisikan sebagai rasio dari jumlah bit yang diperlukan untuk mewakili data sebelum kompresi ke jumlah bit yang diperlukan setelah kompresi [6].

Telah banyak dikembangkan metode kompresi citra digital. Metode kompresi citra digital menggunakan metode *haar transforms* dan *Modified Fast Haar Wavelet Transform* telah dilakukan oleh telah dilakukan [7]. Metode kompresi citra digital dengan menggunakan *Hybrid Discrate Cosine Transform dan Fractal* telah dilakukan [8]. Metode kompresi citra digital dengan menggunakan teknik *Biorthogonal Wavelet Transform* telah dilakukan [9]. Metode kompresi citra digital dengan *Fuzzy C-Means* telah dilakukan [10]. Kompresi citra digital dengan menggunakan *Cubic Bezier Interpolation* juga telah dilakukan [11]. Selain itu, kompresi citra digital dengan *Embedded Zero Tree Wavelet* dilakukan [12].

Beberapa metode tersebut mempunyai tujuan yang sama untuk memapatkan citra digital. Akan tetapi rasio pemapatan yang dihasil berbeda. Berdasarkan hal tersebut perlu dianalisa dengan cara membandingkan metode kompresi citra digital yang memberikan nilai PSNR dan CR yang paling baik.

II. METODE PENELITIAN

Tujuan utama dari kompresi citra adalah mengurangi data yang disimpan dalam gambar asli. Berdasarkan revolusi ilmiah di internet dan perluasan aplikasi multimedia, persyaratan teknologi baru telah muncul. Baru-baru ini, banyak teknik yang berbeda telah dikembangkan untuk mengatasi kebutuhan kompresi baik *lossy compression* dan *lostless compression*[6].

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses kompresi citra, pertama resolusi yaitu ukuran panjang kali lebar dalam suatu citra yang digambarkan dalam satuan *pixel*. Kemudian kedalaman bit adalah banyak sedikitnya jumlah bit yang dibutuhkan unruk menggambarkan suatu citra (gambar) dalam satuan bit/*pixel*. Yang terakhir redundansi adalah keadaan di mana representasi suatu elemen data tidak bernilai signifikan[13].

Kompresi citra secara luas diklasifikasikan menjadi dua yaitu teknik kompresi citra *lossless* dan *lossy*. Teknik kompresi *lossless* adalah dimana citra asli dapat kembali seperti semula. Dalam kompresi *lossless* tidak ada perbedaan antara gambar yang di konstruksi ulang dengan gambar asli dalam tiap *pixel* [14]. Beberapa teknik lossless kompresi diantaranya *Color reduction* yaitu kompresi untuk warna-warna tertentu yang mayoritas, *Chroma subsampling* yaitu teknik kompresi yang memanfaatkan fakta bahwa mata manusia merasa *brightness* (*luminance*) daripada warna (*chrominance*)yang terdiri dari 3 komponen: Y (luminance) : U (CBlue) : V (CRed)[13]. Pada sisi lain, kompresi *lossy* setelah di konstruksi ulang akan muncul kekurangan dari gambar asli, tetapi kompresi ratio bernilai kecil sedangkan teknik kompresi *lossy* memiliki kualitas yang kurang dengan kompresi ratio yang lebih tinggi [14].

Perangkat keras modern sekarang dapat menampilkan banyak warna, oleh karena itu pada umumnya memiliki *pixel* yang direpresentasikan secara internal sebagai nomor 24-bit, di mana persentase merah, hijau, dan biru menempati masing-masing 8 bit. Seperti *pixel* 24-bit dapat menentukan 16.780.000 warna. Akibatnya, gambar pada resolusi 512 × 512 yang terdiri dari *pixel* tersebut menempati 786.432 bytes. Pada resolusi 1280 × 800 memberikan 3.072.000 byte sebagai total untuk 3 byte untuk setiap pixel yang membuatnya empat kali lebih besar 512 × 512. Oleh karena itu, kompresi citra diperlukan sehingga memecahkan masalah ini. Salah satu ukuran untuk mengukur kulitas hasil kompresi citra digunakan *peak signal to noise rasio* (PSNR) [13].

Dalam kompresi citra, hasilnya akan dianalisa dengan menggunakan parameter berupa PSNR dan CR. Dimana penukuran PSNR bertujuan memberikan informasi kualitas dari dekompresi citra. Semakin tinggi nilai PSNR yang dihasilkan maka makin bagus hasil kompresi dan dekompresi citra tersebut. Dalam *pixel* gambar yang asli dapat disebut dengan Pi dan hasil dari *pixel* yang telah direkonstruksi disebut Qi (di mana $1 \leq i \leq n$), pertama dicari nilai dari *mean square error* (MSE) antara dua gambar sebagai dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - Q_i)^2 \quad (1)$$

Setelah didapat MSE dapat dicari *root mean square error* (RMSE) yang berumuskan akar dari MSE, seperti persamaan (2) berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - Q_i)^2} \quad (2)$$

Setelah itu dapat dicari nilai PSNR seperti persamaan (3) berikut :

$$PSNR = 20Log_{10}\frac{\max|P_i|}{RMSE} \quad (3)$$

Adapun *compression rasio* (CR) yang berarti perbandingan antara gambar yang asli dengan gambar setelah dikonstruksi dapat dicari dengan menggunakan persamaan (4) berikut [13]:

$$CR = \frac{P_i}{Q_i} \quad (4)$$

Berdasarkan latar belakang diatas maka pada penelitian ini telah dibandingkan beberapa metode kompresi dan hasil kompresi dari masing-masing metode berdasarkan PSNR dan CR, metode kompresi yang dibandingkan sebgai berikut :

1. ***Modified Fast Haar Wavelet Transform,***
2. **Teknik *Hybrid***
3. **Teknik*Wavelet Biorthogonal,***
4. **Teknik *Fuzzy C-Means,***
5. ***Cubic Bezier Interpolation***
6. ***Embedded Zerotree Wavelet***

2.1 Modified Fast Haar Wavelet Transform.

Metode kompresi citra *The Haar Transform* (HT) adalah salah satu dari metode kompresi citra yang paling sederhana dan dasar , dimana pada metode kompresi ini dilakukan transformasi dari domain ruang ke domain frekuensi lokal. Penggunanaan HT membuat memory lebih efisien, tepat *reversibel* tanpa efek tepi.

Dalam HT setiap sinyal dibagi menjadi dua komponen, satu disebut rata-rata (pendekatan) atau tren dan yang lainnya dikenal sebagai perbedaan (rincian) atau fluktuasi. Pertama akan dijelaskan salah satu metode transformasi vektor yang bernama *averaging* dan *differencing*. Dimulai dengan sebuah *arbitrary* vektor yang berjumlah 8 x 8 *image matrix* dalam satu baris:[7]

y = (448 768 704 640 1280 1408 1600 1600)

Karena data memiliki panjang $8=2^3$ maka akan ada tiga tahap yang dapat ditunjukkan dari 2^n yang berarti n tahap. Dalam tahap pertama data akan menjadi :

y1 = (608 682 1344 1600 -160 32 -64 0)

Di pita, empat data awal akan dimodifikasi menjadi y1. Yang diketahui sebagai *approximation coefficient*. Lalu rata-rata dari pengurangan dari data awal tiap pasang akan menjadi empat pasang terakhir dari data dalam y1. Begitu juga untuk mendapatkan y2.

y2 = (640 1472 -32 -128 -160 32 -64 0)

sekarang untuk mendapatkan masukan pertama untuk y3 dengan merata-ratakan pasangan (640 & 1472) dan elemen kedua dengan pengurangan dari rata-rata elemen yang pertama dari pasangan tersebut.

y3 = (1056 -416 -32 -128 -160 32 -64 0)

Dalam detail koefisien terakhir ini akan mengikuti dari detail koefisien dari y2 [7].

Metode HT diperbaiki dengan metode *Modified Fast Haar Wavelet Transform*(MFHWT). Metode MFHWT lebih cepat dibandingkan dengan HT dan mengurangi pekerjaan dalam perhitungan. Cara kerja MFHWT mirip dengan HT dengan langkah yang pertama, gambar akan dibaca sebagai matrix. Lalu diterapkan bersama baris dan kolom secara hati-hati terhadap seluruh matrix dari gambar. Maka didapatlah hasil transformasi gambar matrix satu tingkat dari gambar masukan [7].

2.2 Hybrid Discrate Cosine Transform dan Fractal.

Pada metode kompresi citra Teknik *Hybrid* digunakan gabungan metode *Discrete Cosine Transform* Dan *Fractal*. Kompresi gambar dan kompresi *frame* video yang biasa nya dilakukan oleh dua dimensi DCT. Kompresi video stream adalah aplikasi yang paling umum dari multidimensi DCT. Untuk kompresi gambar menggunakan DCT, dilakukan untuk setiap blok non tumpang tindih. Sedangkan untuk konsep kompresi citra fraktal digunakan untuk mencegah melakukan kompresi berulang di blok yang sama. kompresi citra fraktal harus digunakan sebelum pengkodean blok gambar terkuantisasi. Blok yang sama dalam gambar masukan yang diberikan diidentifikasi dengan menggunakan fraktal kompresi gambar yaitu, blok domain cocok untuk setiap blok rentang dalam sebuah gambar [8].

2.3 Biorthogonal Wavelet Transform.

Untuk kompresi citra digital dengan metode *wavelet biorthogonal* merupakan metode perluasan dari *wavelet orthogonal*. Istilah "biorthogonal" merujuk pada adanya 2 fungsi basis dan fungsi skala yang *orthogonal* satu sama lain, tetapi masing-masing tidak membentuk set *orthogonal*. Dalam merancang *wavelet biorthogonal* memiliki derajat kebebasan yang lebih tinggi daripada wavelet orthogonal. Salah

satunya adalah memungkinkan untuk membentuk fungsi wavelet yang lebih simetris. *Wavelet biorthogonal* ini sangat berguna dalam aplikasi pemrosesan citra. dan yang telah diketahui pada *wavelet biorthogonal* terdapat dua fungsi skala yang *orthogonal* satu sama lain [9].

2.4 Fuzzy C-Means.

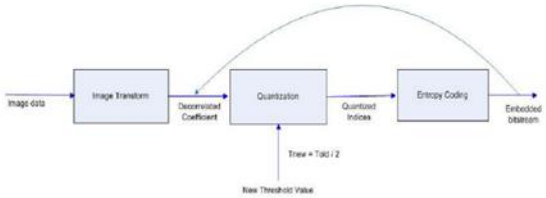
Kompresi citra berbasis entropi ini akan diujikan pada citra digital dengan 2 jenis format penyimpanan awal yang berbeda, yaitu ".jpg" dan ".png". Sebelum dikompresi, citra akan dikelompokkan menjadi *cluster-cluster* yang berartian teknik pengelompokan berdasarkan ukuran kedekatan (kemiripan). *Clustering* beda dengan group, kalau group berarti kelompok yang sama, kondisinya kalau tidak berarti bukan kelompoknya. Tetapi, kalau *cluster* tidak harus sama akan tetapi pengelompokannya berdasarkan pada kedekatan dari suatu karakteristik sample yang ada sesuai dengan kandungan informasinya dengan bantuan *Fuzzy C-Means*. Kandungan informasi dalam tiap *cluster* dapat dilihat berdasarkan nilai entropi. Kemudian masing-masing *cluster* akan dikompresi dengan JPEG dengan skala kualitas yang berbeda-beda sesuai kandungan informasinya. Hasil akhir yang didapat berupa citra keluaran utuh hasil penggabungan dari semua *cluster*. Dimana *cluster* dengan nilai entropi yang rendah tidak akan dikompresi dan *cluster* dengan nilai entropi yang tinggi akan dikompresi [10].

2.5 Cubic Bezier Interpolation.

Pada Metode kompresi ini, data dari file gambar yang dimuat dipisahkan menjadi tiga *array* (R, G, B), Masing-masing band menjadi blok yang memiliki panjang yang telah ditetapkan (blok x blok) piksel dan memiliki komponen warna tertentu, sehingga lebar dan nilai tinggi gambar diperluas dengan kelipatan nilai ukuran blok. Metode ini mengubah komponen (R,G, dan B) menjadi komponen-komponen (Y,U,V). Pembentukan permukaan *Bezier* kubik bisa dicapai dengan menerapkan *Bezier* pendekatan kali dua kali, yang pertama adalah horizontal dengan membentuk kurva *Bezier* melewati pusat blok yang berdekatan sejajar horizontal dan yang kedua adalah vertikal dengan membentuk kurva *Bezier* melewati poin yang sesuai vertikal sejajar yang milik sejajar berdekatan kurva *Bezier* [11].

2.6 Embedded Zero Tree Wavelet.

Metode transformasi *wavelet* digunakan dalam metode kompresi gambaradalah untuk memberikan tingkat kompresi yang tinggi dengan tetap menjaga kualitas gambar yang baik. *Diskrit Wavelet Transform* (DWT) adalah salah satu metode yang paling umum digunakan dalam sinyal dan kompresi gambar. Hal ini sangat ampuh dibandingkan dengan mengubah cara lain karena kemampuannya untuk mewakili jenis sinyal baik dalam waktu dan domain frekuensi secara bersamaan. Algoritma *embedded zero tree wavelet* (EZW) adalah metode kompresi gambar yang efektif. Dimana aliran bit sepenuhnya tertanam untuk pengkodean gambar dengan teknik baru ini. Pengguna dapat memilih bit *rate* dan mengkodekan gambar sesuai untuk bit *rate* yang diinginkan. Semua hasil numerik dilakukan dengan menggunakan matlab *coding* dan analisis numerik dari algoritma ini dilakukan dengan ukuran *Peak Signal Noise Ratio* (PSNR) dan *Compression Ratio* (CR) untuk standar *Lena Citra*. Diagram skematik untuk membuat transformasi citra, dapat ditunjukkan pada gambar 1[12].



Gambar 1. Diagram skematik pada EZW.

III. HASIL DAN ANALISA

Hasil kompresi citra dari masing-masing metode memiliki perbedaan pada hasil citra masukan dengan citra keluaran. Dengan menghitung nilai MSE menggunakan persamaan (1), kemudian RMSE dengan menggunakan persamaan (2), setelah itu dapat dihitung nilai PSNR dengan menggunakan persamaan (3). Sedangkan untuk menghitung CR dengan persamaan (4). Dengan menghitung nilai CR dan PSNR pada masing-masing metode kompresi citra digital, maka dapat dibandingkan perbedaan hasil dari masing-masing metode yang digunakan.

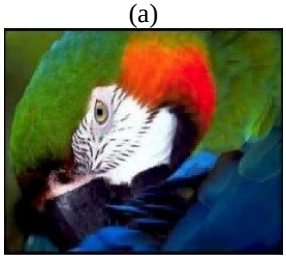
Citra keluaran yang telah di kompresi akan menghasilkan perubahan dari citra masukan. Perbedaan tersebut dapat dibandingkan dengan mengamati citra-citra masukan dan keluarannya pada gambar dibawah ini.

3.1 Metode *Modified Fast Haar Wavelet Transform*

Dengan menggunakan Metode *modified fast haar wavelet transform* pada kompresi citra digital dapat diperoleh nilai CR sebesar 5 sedangkan PSNR yang sebesar 48,1dB, metode ini cocok untuk penggunaan memory yang lebih efisien. Karena teknik HT setiap sinyal dibagi menjadi 2 yaitu pendekatan dan rincian, kemudian sinyal citra akan dijadikan matriks dan

dimodifikasi sesuai panjang matriks, maka didapatlah hasil transformasi citra matriks satu tingkat dari gambar masukan.

(a)



(b)

Gambar 2. (a) adalah citra masukan dan gambar. (b) adalah citra setelah di kompresi dengan *modified fast haar wavelet transform*

Dapat dilihat pada gambar 2(a) adalah gambar sebelum di kompresi, gambar tersebut lebih tajam/jelas dibandingkan gambar 2(b). Gambar 2(b) adalah gambar setelah di kompresi dengan metode *Modified Fast Haar WaveletTransform* walaupun gambar terlihat sedikit kabur.

3.2 *Hybrid Discrate Cosine Transform dan Fractal*.

Metode *hybrid DCT dan Fractal* memiliki CR lebih besar dari metode *haar* sebesar 11.15 tetapi PSNR lebih rendah dari metode haar sebesar 29.88 dB. Metode DCT dan *Fractal* memiliki konsep membagi warna beberapa blok sebanyak 8 x 8 yang dapat mencegah terjadinya pengulangan kompresi.

(a)

(b)

Gambar 3. (a) adalah citra masukan dan gambar (b) adalah citra setelah direkonstruksi dengan *Hybrid DCT dan Fractal*

Terlihat pada gambar 3(b) mengkompresi dengan menggunakan *Hybrid*DCT dan *Fractal* gambar terlihat kurang tajam dari gambar 3(a) sebelum dikompresi. Untuk memperoleh hasil kompresi yang cukup baik, teknik ini baik untuk digunakan walaupun hasil dekompresinya tidak sebaik metode MFHWT.

3.3 Wavelet Biorthogonal.

Metode *Biorthogonal Wavelet* memiliki nilai CR sangat rendah sebesar 0.4344 sedangkan nilai PSNR sangatlah tinggi sebesar 46.5071dB. Metode BWT merupakan perluasan dari *wavelet family orthogonal.*

(a)

(b)

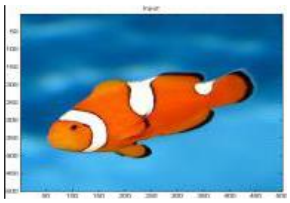
Gambar 4. (a) adalah citra masukan dan gambar (b) adalah citra setelah direkonstruksi dengan wavelet biorthogonal.

Mengkompresi gambar dengan teknik *wavelet biorthogonal* membuat gambar sedikit berubah akibat nilai rasio kompresi yang rendah tapi dilihat dari ketajaman terlihat lebih baik karena memiliki PSNR yang lebih tinggi.

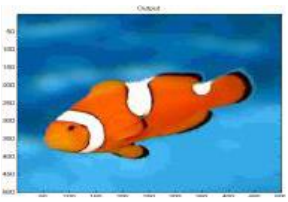
3.4 *Fuzzy C-Means*.

Metode *Fuzzy C-Means* memiliki CR sangat rendah sebesar 0.9 sedangkan PSNR lebih besar dari DCT dan *Fractal* sebesar 35.64dB. Hanya saja nilai entropi yang tinggi saja yang akan dikompresi dengan menggunakan metode ini. Pada gambar 5 (a) dapat dilihat citra digital asli dan gambar 5(b) hasil dekompresi.

Pada Teknik *Fuzzy C-Means* tidak tampak perubahan yg signifikat pada gambar hanya sedikit saja perubahan pada warna gelap yg dapat terlihat oleh mata, hampir tidak tampak perbedaannya.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) adalah citra masukan dangambar (b) citra setelah di rekontruksi dengan metode *Fuzzy C-Means*

3.5 Cubic Bezier Interpolation.

Metode *Cubic Bezier Interpolation* memiliki nilai CR yang sangat bagus sebesar 44.00 dan memiliki nilai PSNR yang cukup bagus sebesar 29.99dB. Metode CBI menerapkan *Bezier* pendekatan dua kali lipat, yang pertama dengan horizontal dan kedua dengan vertikal, sehingga dapat hasil yang maksimal.

(a)

(b)

Gambar 6. (a) adalah citra masukan dan gambar (b) adalah citra setelah direkontruksi dengan metode *Cubic Bezier interpolation*

Dapat kita lihat pada gambar yang sudah didekonstruksi dengan *Cubic Bezier interpolation* gambar 6(b) hanya sedikit perubahan yang bisa dilihat oleh mata telanjang hanya pada bagian topi garis-garis halus akan sedikit menghilang.

3.6 Embedded Zero Tree Wavelet.

Metode *Embedded Zerotree Wavelet* memiliki nilai CR cukup rendah sebesar 1,66 dan nilai PSNR sebesar 30.46dB. Pengguna dapat memilih bit rate dan mengkodekan gambar sesuai untuk bit rate yang diinginkan. Pada gambar 7(a) dapat dilihat citra masukan untuk kompresi dengan *Embedded Zerotree Wavelet.*

(a)

(b)

Gambar 7. (a) adalah citra masukan dan (b)adalah citra setelah di rekontruksi dengan *Embedded Zerotree Wavelet.*

Perubahan gambar yang terjadi pada kompresi *Embedded Zerotree Wavelet* hanya terlihat dari kurang ketajaman bisa dilihat pada gambar 7(b) pada gambar tersebut bulu yang terdapat pada topi terlihat sedikit kabur.

Untuk lebih jelasnya dibawah ini merupakan tabel perbandingan nilai PSNR dan CR dari masing-masing metode yang dibandingkan dalam jurnal ini.

Tabel 1. Perbandingan enam teknik kompresi citra dengan CR dan PSNR.

Teknik	CR	PSNR(dB)
MFHWT	5	48.1
Hybrid Menggunakan DCT dan Fractal	11.1544	29.8870
BWT	0.4344	46.5071
FCM	0.9004	35.6338
CBI	44.00	29.99
EZW	1.6647	30.46

Dari table 1 diatas dapat dibandingkan bahwa nilai PSNR terbaik dihasilkan dari metode *Modified Fast Haar Wavelet Transform* dan nilai CR terbaik dihasilkan oleh metode *Cubic Bezier Interpolation*.

IV. KESIMPULAN

1. Dari metode kompresi citra digital yang dibandingkan , metode dengan hasil PSNR terbaik adalah metode *Modified Fast Haar Wavelet Transform* dengan nilai 48.1dB.
2. Dari metode kompresi citra digital yang dibandingkan Nilai PSNR terendah adalah metode *Hybrid DCT* dan *Fractal* yang memiliki nilai 29.8870 dB.
3. Dari metode kompresi citra digital yang dibandingkan, metode dengan nilai CR tertinggi adalah metode *Cubic Bezier Interpolation* dengan nilai sebesar 44.00.
4. Dari metode kompresi citra digital yang dibandingkan, Nilai CR terendah adalah metode *Biorthogonal WaveletTransform* yang memiliki nilai 0.4344.

REFERENSI

[1] Liu, J.G., Mason, P.J. 2009. *Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing*, John Wiley and Sons, Chichester.

[2] Pati,N 2015. " *An approach to Image Compressin by using Sparse Approximation Technique*", Procedia Computer Science 48 (2015) 769 – 775.

[3] Rema NR 2014. *" Image Compression Using SPIHT With Modified Spatial Orientation Trees*", Procedia Computer Science 46 (2015) 1732 – 1738.

[4] Abouali,AH 2014. " *Object-based VQ for image compression*", Ain Shams Engineering Journal (2015) 6, 211–216.

[5] Rohit KG 2014." *Performance Analysis Of Image Com-pression Using Fuzzy Logic Algorithm*", Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.5, No.2.

[6] Jassim,FA 2012," *Five Modulus Method For Image Compression*", Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.3, No.5,.

[7] Avinash,G 2014." *Image Compression Using Haar transform and Modified Fast Haar Wavelet Transform*", International Journal of Scientific & Technology Research (Vol.3, No. 7).

[8] Rawat,CA 2013 " *A Hybrid Image Compression Scheme using DCT and Fractal Image Compression*", The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 10, No. 6, pp. 553-562.

[9] Sridhar,S 2014, "*Wavelet Transform Techniques for Image Compression – An Evaluation*", I.J. Image, Graphics and Signal Processing Vol. 2, pp. 54-67.

[10] Masatu,DA 2014, " *Penerapan Algoritma Kompresi Jpeg dan Metode Fuzzy C-Means Pada Kompresi Citra Berbasis Entropi*", Jurnal Penelitian Teknik Elektro dan Teknologi Informasi vol. 1, no. 1, pp. 7-11.

[11] Ahmed,SD2015. " *The Use of Cubic Bezier Interpolation, Biorthogonal Wavelet and Quadtree Coding to Compress ColorImages*", British Journal of Applied Science & Technology 11(4): 1-11, 2015, Article no.BJAST.20480.

[12] Raid AM, 2014. "*Image Compression Using Embedded Zerotree Wavelet*", Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.5, No.6.

[13] Bagus OMW 2012, *Kompresi Image Menggunakan Vector Quantization*. Surakarta Indonesia, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[14] Kartik,S 2013." *Image Compression based on Block Truncation Coding using Clifford Algebra*", Procedia Technology 10 (2013) 699 – 706.