

## **KOMPRESI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN PACKET WAVELET TRANSFORM DAN RUN LENGTH ENCODING**

**I Made Ari Dwi Suta Atmaja<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup>arisuta@pnb.ac.id

**Abstrak:** Citra medis memegang peranan yang sangat penting dalam dunia medis saat ini. Biasanya citra medis membutuhkan penyimpanan yang cukup besar pada komputer. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kompresi pada citra medis menggunakan *wavelet packet transform (PWT)* dan *run length encoding (RLE)*. Tiga jenis *codec* yaitu *Haar*, *Daubechies* dan *Biorthogonal* digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini membandingkan rasio kompresi, waktu kompresi dan dekompresi untuk setiap citra. Penelitian ini menggunakan tiga nilai *threshold* yaitu 30, 40 dan 50. Percobaan yang dilakukan menggunakan lima citra medis yang mewakili jenis citra hasil *X-ray*, *USG* dan *CT-Scan* sebagai data *testing*. Penelitian ini menunjukkan bahwa *codec Haar* dan *Biorthogonal* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan *codec Daubechies* dalam hal kualitas citra (*PSNR*) dan rasio. Akan tetapi untuk waktu kompresi, *codec Daubechies* lebih cepat meskipun tidak secara signifikan.

**Kata kunci:** *PWT, Packet Wavelet, Citra Medis, Kompresi, Haar Codec, Biorthogonal Codec, Daubechies Codec, Threshold, RLE.*

**Abstract:** *Medical image has an important role in medical field nowadays. Usually raw medical image needs much space in computer. This study aimed to compress medical image using wavelet packet transform and run length encoding (RLE). The Daubechies and Biorthogonal codec were used in this study. This study compares compression ratio, compression and decompression time needed for each image. This study uses three threshold values 30, 40 and 50. The experiment has been conducted using five medical images that represent X-ray, USG and CT-Scan image as a data testing. The results show that Haar and Biorthogonal codec has a better image quality (PSNR) and compression ratio compare to Daubechies codec. In the other hand, Daubechies codec has a faster compression time than Biorthogonal codec even though the time differences is not significant.*

**Keywords:** *PWT, Packet Wavelet, Medical Image, Compression, Haar Codec, Biorthogonal Codec, Daubechies Codec, Threshold, RLE.*

### **I. PENDAHULUAN**

Dalam bidang pendidikan kedokteran, citra medis memegang peranan yang sangat penting. Data seperti ini seringkali digunakan untuk kepentingan pembelajaran, analisa dan diagnosa medis. Citra yang dimiliki oleh institusi medis saat ini sangat banyak. Menurut Placidi [1] dan Baeza [2], sebuah rumah sakit berskala menengah saja saat ini menghasilkan rata-rata 5 GB sampai 15 GB data. Hal ini akan menimbulkan kesulitan bagi rumah sakit untuk menangani data sebesar itu. Permasalahannya bukan hanya pada penyimpanan yang membutuhkan memori yang besar, namun dalam pengiriman data citra. Citra yang memiliki ukuran besar akan membutuhkan waktu yang lama untuk dikirim, sehingga keinginan untuk mendapat informasi yang cepat, tidak dapat diakomodasi dengan baik. Kompresi citra memegang peranan penting dalam hal ini.

Kompresi citra merupakan metode yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan memori, sehingga akan lebih mudah dalam penyimpanan. Pemrosesan dan transmisi data digital akan membutuhkan waktu yang lebih singkat daripada data yang tidak dikompres. Hingga saat ini, terdapat banyak metode yang digunakan untuk melakukan kompresi citra. Secara umum, metode kompresi dibedakan menjadi dua jenis yaitu: *lossy* dan *lossless*. Kompresi *lossy* biasanya mempunyai rasio yang

bagus, tetapi kualitas citra yang dihasilkan lebih rendah karena adanya informasi yang hilang dari citra asli. Kompresi *lossless* merupakan sebuah teknik kompresi dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sama dengan citra aslinya, akan tetapi pada sebagian besar citra alami menghasilkan rasio yang buruk.

Ketika mengompres sebuah citra, terdapat dua parameter yang harus diukur, yaitu rasio kompresi dan kualitas citra dekompresi. Metode yang baik adalah metode yang mampu menghasilkan rasio kompresi yang tinggi, tetapi penurunan kualitas citra yang dihasilkan masih mampu ditoleransi oleh mata manusia. Di samping itu, ketika metode kompresi diterapkan maka proses dekompresi juga tidak bisa kita lepaskan. Citra medis merupakan citra yang nantinya akan dianalisa dan digunakan oleh dokter, dengan demikian kualitas dari citra medis hasil rekonstruksi harusnya tidak menurun dan masih dapat diterima. Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan kompresi citra medis, seperti yang dilakukan [3-7]. Jumlah penelitian pada kompresi citra medis saat ini menunjukkan bahwa permasalahan tersebut menjadi perhatian dari banyak peneliti di dunia. Berdasarkan pada data tersebut, maka sebuah metode kompresi yang baik sangat dibutuhkan, sehingga penulis melakukan penelitian mengenai kompresi citra medis dengan menerapkan *wavelet packet transform*

(PWT) dan pengkodean *lossless RLE* untuk menjaga kualitas citra tetap baik.

Prinsip dasar *PWT* adalah memperoleh representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik filter digital dan operasi sub-sampling. Transformasi *wavelet* menggunakan dua komponen penting di dalam prosesnya yaitu, skala (*scaling function*) atau *low-pass filtering* dan *wavelet* (*wavelet function*) atau *high-pass filtering*. Beberapa penelitian [8-11] menunjukkan bahwa *wavelet* dapat memberikan kualitas citra yang bagus dengan rasio kompresi yang tinggi. Teknik *wavelet* biasanya menggunakan *discrete wavelet transform* (DWT), dimana hanya elemen *low-frequency* yang didekomposisi lebih dalam, sedangkan elemen *high frequency* tidak didekomposisi lebih dalam lagi. Penelitian ini melakukan dekomposisi kepada setiap elemen, baik *low* ataupun *high frequency* dengan *wavelet packet transform* (PWT). Hal yang menjadi perbedaan mendasar antara DWT dan PWT adalah PWT tidak hanya melakukan dekomposisi pada elemen *low frequency*, tetapi juga pada elemen *high frequency*. Hal ini juga merupakan kelebihan PWT dibandingkan dengan DWT [8]. Teknik seperti ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas dekompresi citra. Rasio yang dihasilkan akan diatur dengan adanya pemberian *threshold*. Menurut Kharate dan Patil [8], rasio yang baik dapat diperoleh dengan memberikan *threshold* yang sesuai.

Teknik kompresi *Run Length Encoding* (RLE) telah digunakan secara luas. Metode ini memanfaatkan pengulangan nilai piksel yang terjadi secara berurutan. Metode ini bekerja dengan baik pada data yang memiliki pengulangan data cukup banyak. Metode ini merupakan metode kompresi *lossless* yang akan mempertahankan kualitas asli dari suatu data sebelum dan sesudah kompresi, maka metode ini akan bekerja dengan baik jika dipadukan dengan transformasi *wavelet* pada citra medis, sehingga tidak ada data yang hilang. Penelitian yang pernah dilakukan untuk kompresi citra dengan RLE, dilakukan oleh Chakraborty and Benerjee [12] yang menggunakan *Enhanced RLE*, dengan memodifikasi RLE biasa, yang bertujuan menghasilkan rasio rekonstruksi citra yang sempurna. Penelitian lain juga dilakukan oleh Ulfa Lu'luilmaknun dan Nilza Humaira Salsabila [13] dimana metode RLE kurang efektif diterapkan pada citra RGB dan citra grayscale yang memiliki derajat keabuan berurutan yang tidak sama. Sehingga, kombinasi dengan metode lain diharapkan dapat diterapkan.

Berdasarkan pada informasi yang diberikan di atas, *wavelet packet transform* (PWT) melakukan dekomposisi citra pada *low* dan *high frequencies*, kompresi citra. Secara umum, metode kompresi dibedakan menjadi dua jenis yaitu: *lossy* dan *lossless*. Kompresi *lossy* biasanya mempunyai rasio yang bagus, tetapi kualitas citra yang dihasilkan lebih rendah karena adanya informasi yang hilang dari citra asli. Kompresi *lossless* merupakan sebuah teknik

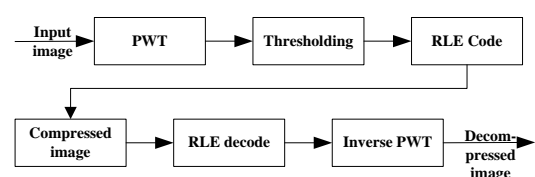
kompresi dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sama dengan citra aslinya, akan tetapi pada sebagian besar citra alami menghasilkan rasio yang buruk.

Ketika mengkompres sebuah citra, terdapat dua parameter yang harus diukur, yaitu rasio kompresi dan kualitas citra dekompresi. Metode yang baik adalah metode yang mampu menghasilkan rasio kompresi yang tinggi, tetapi penurunan kualitas citra yang dihasilkan masih mampu ditoleransi oleh mata manusia. Di samping itu, ketika metode kompresi diterapkan maka proses dekompresi juga tidak bisa kita lepaskan. Citra medis merupakan citra yang nantinya akan dianalisa dan digunakan oleh dokter, dengan demikian kualitas dari citra medis hasil rekonstruksi harusnya tidak menurun dan masih dapat diterima. Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan kompresi citra medis, seperti yang dilakukan [3-7]. Jumlah penelitian pada kompresi citra medis saat ini menunjukkan bahwa permasalahan tersebut menjadi perhatian dari banyak peneliti di dunia. Berdasarkan pada data tersebut, maka sebuah metode kompresi yang baik sangat dibutuhkan, sehingga penulis melakukan penelitian mengenai kompresi citra medis dengan menerapkan *wavelet packet transform* (PWT) dan pengkodean *lossless RLE* untuk menjaga kualitas citra tetap baik.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Kompresi Citra Medis Menggunakan PWT dan RLE Code

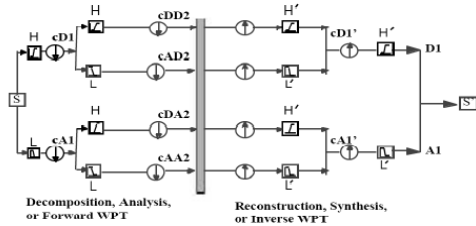
Secara umum, aplikasi kompresi citra yang telah dibuat memiliki arsitektur seperti pada Gambar 1. Setiap citra masukan akan diproses dengan *multi-level PWT*, dimana pada kasus ini level dekomposisi akan dipilih oleh pengguna. Hasil dekomposisi dalam bentuk matriks akan diberikan *threshold* dan data yang memiliki nilai di bawah *threshold* akan diubah menjadi nol. Hasil dekomposisi ini akan dikodekan menggunakan RLE dengan harapan representasi data dapat lebih pendek sehingga rasio kompresi dapat dinaikkan tanpa mengurangi kualitas citra. Kode RLE yang sudah dibangun, disimpan dalam sebuah *file*. Proses dekompresi dilakukan dengan membuka *file* yang berisi data kode RLE. Pembacaan data dilakukan untuk mengembalikan data dengan *RLE decoding*. *RLE decoding* menghasilkan data yang akan direkonstruksi dengan PWT. Hasil dari rekonstruksi ini ditunjukkan pada pengguna sebagai citra dekompresi.



Gambar 1. Arsitektur kompresi citra menggunakan PWT dan RLE

**2.1.1. Packet Wavelet Transform (PWT) dan Inverse PWT**

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, penelitian ini menggunakan PWT sebagai langkah awal untuk mendekomposisi citra baik pada frekuensi *low* dan *high*. Langkah ini ditunjukkan pada Gambar 2. Langkah pertama ini berhubungan dengan langkah akhir (*inverse PWT*). PWT melakukan dekomposisi citra dengan *down sampling*, dan sebaliknya IPWT merekonstruksi citra dengan melakukan *upsampling*. Semua langkah PWT dan IPWT ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses PWT dan IPWT pada level tertentu<sup>[11]</sup>

**2.1.2. Thresholding**

Tahap *thresholding* dilakukan untuk mengurangi data yang dianggap tidak signifikan, yaitu data di bawah *threshold* tertentu. Semua nilai di bawah *threshold* akan diganti menjadi nol. Contoh berikut merupakan proses *thresholding* pada *threshold* 40.

100	20	30	5
24	33	60	25
56	23	34	22
13	34	201	43

T=40 →

100	0	0	0
0	0	60	0
56	0	0	0
0	0	201	43

Gambar 3. Proses *thresholding* dan hasilnya

**2.1.3. RLE dan RLE Decode**

*Run Length Encoding (RLE)* dilakukan dengan menghitung jumlah kemunculan suatu nilai pada deretan tertentu. Dalam metode ini, setiap nilai akan ditulis terlebih dahulu dan jika semua nilai sudah tertulis, maka akan diikuti oleh frekuensi kemunculan setiap nilai. Contoh kode RLE dari Gambar 3 adalah sebagai berikut:

100 0 60 0 56 0 201 43 1 5 1 1 1 5 1 1

Contoh di atas dapat dibaca bahwa nilai 100 muncul sebanyak 1 kali, 0 sebanyak 5 kali dan seterusnya.

Proses untuk mendekodekan hasil oleh RLE dilakukan dengan menuliskan nilai sebanyak frekuensi kemunculannya. Hasil dekode nilai di atas adalah sebagai berikut:

100 0 0 0 0 0 60 0 56 0 0 0 0 201 43

Data di atas akan menghasilkan sebuah matriks berordo *m x n* berdasarkan pada data yang tersimpan pada *file* yang dibaca.

**2.2. Testing**

*Testing* dilakukan dengan *Peak Signal-To-Noise Ratio (PSNR)*, waktu kompresi dan rasio kompresi. Kalkulasi *PSNR* akan diawali dengan penghitungan *Mean Square Error (MSE)* dengan Persamaan (2), kemudian memrosesnya dengan kalkulasi *PSNR* pada Persamaan (1). Nilai *PSNR* untuk kompresi *lossy* adalah 30 hingga 50 dB. Menurut Sutoyo [14], *PSNR* dihitung dengan cara berikut:

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left( \frac{b}{MSE} \right) \tag{1}$$

Sedangkan MSE dihitung dengan cara berikut [14]:

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{width \times height} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (f_{ij} - f'_{ij})^2} \tag{2}$$

Citra yang diuji adalah citra medis keabuan sebanyak lima citra. Penelitian ini menggunakan tiga buah nilai *threshold* yaitu 30, 40 dan 50. Tabel observasi dibuat untuk menunjukkan hasil observasi. Tabel tersebut menampilkan nama citra, rasio, waktu kompresi, waktu dekompresi dan *PSNR*. Hasil akhir adalah dalam bentuk rata-rata waktu, rasio dan *PSNR* dari seluruh citra.

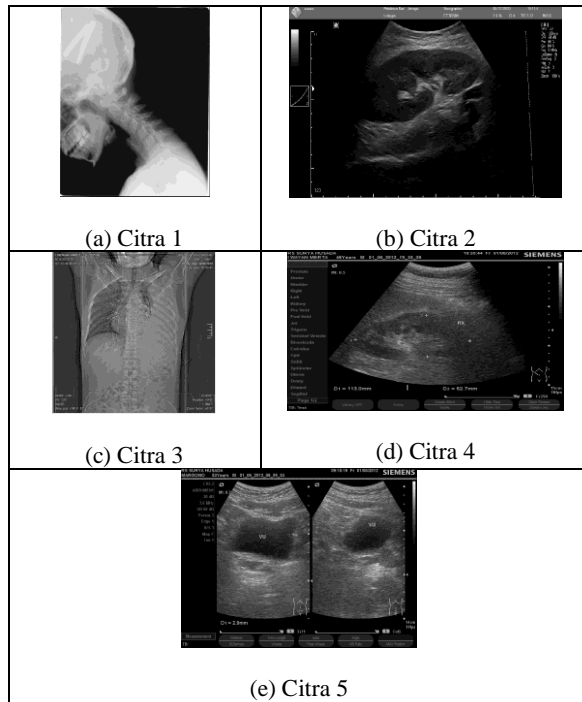
Rasio kompresi dihitung dengan menggunakan Persamaan (3). *FA* merupakan ukuran citra asli, sedangkan *FK* merupakan ukuran *file* terkompres.

$$Rasio = \frac{(FA-FK)}{FK} \times 100\% \tag{3}$$

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam rangka mengikuti skenario pengujian yang telah disebutkan sebelumnya, maka dalam hal ini digunakan lima buah citra medis. Dimana citra medis yang digunakan mewakili jenis citra medis hasil *X-Ray*, *USG* dan *CT-Scan*. Untuk setiap citra medis, dua pengujian akan dilakukan baik untuk *codec* maupun *threshold*. Kelima citra yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4a merupakan jenis citra medis hasil *X-Ray*, Gambar 4b merupakan jenis citra medis hasil *USG 3D*, kemudian Gambar 4c merupakan jenis citra medis hasil *CT-Scan*, dan Gambar 4d dan 4e merupakan jenis citra hasil *USG 2D*.

Hasil pengujian untuk waktu kompresi, waktu dekompresi, *PSNR* dan rasio pada *threshold* 30, 40 dan 50 ditunjukkan pada Tabel 1, 2 dan 3 secara berturut-turut.



Gambar 4. Citra Medis

Tabel 1. Percobaan dengan *threshold* 30

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	Haar	1,16	5,22	40,60	67,25
	Daubechies	1,00	5,25	24,00	62,13
	Biorthogonal	1,02	5,66	40,60	67,25
Citra 2	Haar	0,34	1,53	36,56	55,88
	Daubechies	0,33	1,63	26,68	38,61
	Biorthogonal	0,38	1,73	36,56	55,88
Citra 3	Haar	0,31	1,39	33,31	15,50
	Daubechies	0,31	1,45	19,47	6,76
	Biorthogonal	0,28	1,39	33,31	15,50
Citra 4	Haar	0,41	1,94	33,72	36,78
	Daubechies	0,41	1,95	32,82	15,72
	Biorthogonal	0,41	1,95	33,72	36,78
Citra 5	Haar	0,39	2,14	32,71	23,94
	Daubechies	0,36	2,25	32,13	2,70
	Biorthogonal	0,38	2,17	32,71	23,94
Rerata		0,50	2,51	32,59	34,97

Hasil pengujian pada *threshold* 30 menunjukkan bahwa semua citra dikompres dengan sukses. Hal ini dapat dilihat dari rasio yang dihasilkan di bawah nol. Nilai *PSNR* bervariasi antara 19 sampai 40. Untuk rasio dan *PSNR*, terlihat bahwa *codec Haar* dan *Biorthogonal* lebih baik dibandingkan dengan *codec Daubechies*. Nilai *PSNR* yang dihasilkan oleh *Haar* dan *Biorthogonal* lebih dari 30 untuk semua citra, dan menurut teori hal itu masih bisa diterima. Dimana dalam kompresi citra *lossy* nilai *PSNR* yang dihasilkan harus diantara 30 dB dan 50 dB [15]. Dalam hal waktu kompresi, *codec Daubechies* merupakan *codec* yang tercepat, tapi untuk waktu dekompresi *codec Haar* secara umum merupakan yang paling cepat. Namun perbedaan waktu yang

dihasilkan tidak begitu signifikan dari sisi persepsi manusia.

Pada percobaan dengan *threshold* 40, dihasilkan rasio yang lebih baik namun terjadi penurunan nilai *PSNR* jika dibandingkan dengan *threshold* 30. Pada *threshold* 40, *codec Haar* dan *Biorthogonal* masih lebih baik dibandingkan dengan *codec Daubechies* dalam hal rasio. Meskipun terjadi penurunan *PSNR*, namun nilai *PSNR* yang dihasilkan masih di atas 30 untuk *codec Haar* dan *Biorthogonal*, sedangkan untuk *Daubechies* rata-rata *PSNR* yang dihasilkan di bawah 30. Dari sisi waktu kompresi, *codec Daubechies* masih merupakan yang tercepat pada sebagian besar citra, meskipun tidak terlalu signifikan. Untuk waktu dekompresi, rata-rata *codec Haar* merupakan yang paling cepat.

Tabel 2. Percobaan dengan *threshold* 40

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	Haar	1,05	5,14	39,71	68,27
	Daubechies	1,02	5,36	23,98	63,05
	Biorthogonal	1,08	5,39	39,71	68,27
Citra 2	Haar	1,02	1,44	35,25	59,64
	Daubechies	0,33	1,67	26,53	43,83
	Biorthogonal	0,36	1,59	35,25	59,64
Citra 3	Haar	0,30	1,42	32,01	23,51
	Daubechies	0,31	1,44	19,41	15,35
	Biorthogonal	0,30	1,47	32,01	23,51
Citra 4	Haar	0,39	1,95	32,30	45,21
	Daubechies	0,41	1,97	31,48	27,77
	Biorthogonal	0,42	2,13	32,30	45,21
Citra 5	Haar	0,42	1,92	31,34	33,95
	Daubechies	0,41	1,86	30,75	17,26
	Biorthogonal	0,41	1,91	31,34	33,95
Rerata		0,55	2,84	31,56	39,55

Tabel 3. Percobaan dengan *threshold* 50

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	Haar	1,05	5,48	38,61	69,27
	Daubechies	1,00	4,98	23,97	63,66
	Biorthogonal	1,03	5,58	38,61	69,27
Citra 2	Haar	0,33	1,61	34,31	61,74
	Daubechies	0,33	1,59	26,24	48,95
	Biorthogonal	0,33	1,67	34,31	61,74
Citra 3	Haar	0,28	1,47	30,99	28,27
	Daubechies	0,28	1,44	19,32	23,52
	Biorthogonal	0,31	1,47	30,99	28,27
Citra 4	Haar	0,39	1,95	31,17	50,43
	Daubechies	0,42	1,92	30,36	35,97
	Biorthogonal	0,41	1,95	31,17	50,43
Citra 5	Haar	0,38	2,06	30,20	40,69
	Daubechies	0,44	1,98	29,65	26,98
	Biorthogonal	0,45	1,83	30,20	40,69
Rerata		0,49	2,47	30,67	46,66

Pada *threshold* 50, rasio yang dihasilkan menjadi lebih baik dan penurunan *PSNR* tidak begitu jauh. Untuk *codec Haar* dan *Biorthogonal*, *PSNR* yang dihasilkan masih di atas 30, sedangkan untuk *Daubechies* hanya satu citra yang di atas 30, sisanya di bawah 30. Dalam hal waktu kompresi, *codec Haar* merupakan yang tercepat, sedangkan *codec*

*Daubechies* merupakan yang paling cepat dalam waktu dekompresi.

Dari seluruh percobaan dapat diketahui bahwa semakin tinggi *threshold*, maka semakin tinggi rasio kompresi, tetapi menghasilkan penurunan pada *PSNR*. Hal ini bisa terjadi karena semakin besar *threshold*, maka semakin banyak informasi yang dipotong dan nilainya diubah menjadi nol, sehingga memori penyimpanan dapat diperkecil dan kualitas citra menjadi menurun. Untuk *threshold* 30, rasio yang dihasilkan cukup rendah, dan pada *threshold* 40 rasio yang dihasilkan oleh *codec Haar* dan *Biorthogonal* cukup baik. Dalam hal *PSNR*, dapat dilihat bahwa *PSNR codec Haar* dan *Biorthogonal* masih dalam batas standar yaitu di atas 30. Sedangkan untuk *codec Daubechies*, terdapat beberapa citra yang memiliki *PSNR* di bawah 30.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa kompleksitas dengan membandingkan waktu kompresi dan dekompresi dari semua *codec*. Waktu kompresi untuk setiap tahap ditunjukkan pada Tabel 4, 5 dan 6.

Pada rata-rata waktu pemrosesan *packet wavelet* yang paling cepat, sebagian besar terjadi *codec Haar*, kemudian pada *Daubechies*. Sedangkan waktu terlama sebagian besar terjadi pada *codec Biorthogonal*. Berkaitan dengan waktu proses *RLE*, maka yang cukup cepat adalah *codec Biorthogonal* dan *Daubechies*, sedangkan *codec Haar* termasuk yang paling lambat. Namun untuk setiap citra, nilai waktunya tidak terlalu berbeda secara signifikan. Hal ini terjadi karena seluruh proses yang terjadi adalah sama, yang berbeda hanya nilai fungsi skala pada *codec* dan nilai hasil *thresholding* yang panjangnya mungkin berbeda. Dari kedua langkah kompresi tersebut, maka waktu tercepat diperoleh pada *codec Haar*, sedangkan paling lama terjadi pada *codec Biorthogonal*. Dari pengamatan dapat disimpulkan bahwa untuk proses *PWT*, maka *codec Haar* adalah *codec* yang paling cepat, sedangkan *Biorthogonal* paling lambat.

Pada proses dekompresi, diamati dua buah langkah yaitu decode *RLE (DRLE)* dan *invers PWT (IPWT)* setiap total waktu dekompresi. Waktu pemrosesan *DRLE* yang paling cepat terjadi pada *codec Haar* dan *Daubechies*, namun untuk Citra 1, *codec Biorthogonal* merupakan *codec* yang paling cepat untuk *DRLE*. Waktu *DRLE* untuk ketiga *codec* sebenarnya tidak berbeda secara signifikan. Waktu *IPWT* yang paling cepat terjadi pada *codec Biorthogonal*, sedangkan yang paling lama terjadi pada *codec Daubechies*, namun selisih waktu diantara ketiganya tidak begitu berbeda secara signifikan, kecuali untuk Citra 1. Secara rata-rata keseluruhan, waktu dekompresi yang paling cepat terjadi pada *codec Biorthogonal* yaitu 1,75 detik dan paling lama terjadi pada *codec Haar* yaitu 2,46 detik. Waktu pemrosesan *IPWT* berkebalikan dengan *PWT*, dimana pada *PWT codec Biorthogonal* menjadi *codec* yang paling lambat yaitu 0,35 detik, sedangkan pada *IPWT*,

*codec Biorthogonal* menjadi *codec* yang paling cepat yaitu 0,98 detik.

Tabel 4. Waktu setiap proses dengan *Haar codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,81	0,27	1,08	2,88	2,39	5,27
Citra 2	0,20	0,14	0,34	0,65	0,95	1,59
Citra 3	0,18	0,11	0,30	0,64	0,79	1,43
Citra 4	0,25	0,15	0,40	0,92	1,03	1,95
Citra 5	0,26	0,14	0,40	0,93	1,11	2,04
Rerata	0,34	0,16	0,50	1,20	1,25	2,46

Tabel 5. Waktu setiap proses dengan *Daubechies codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,73	0,28	1,01	2,95	2,25	5,20
Citra 2	0,20	0,13	0,33	0,68	0,95	1,63
Citra 3	0,19	0,11	0,30	0,61	0,83	1,44
Citra 4	0,27	0,14	0,41	0,93	1,02	1,95
Citra 5	0,27	0,13	0,40	0,89	1,14	2,03
Rerata	0,33	0,16	0,49	1,21	1,24	2,45

Tabel 6. Waktu setiap proses dengan *Biorthogonal codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,77	0,27	1,04	0,66	1,01	1,67
Citra 2	0,22	0,13	0,35	0,66	1,01	1,67
Citra 3	0,20	0,10	0,30	0,66	0,78	1,44
Citra 4	0,27	0,14	0,41	0,94	1,07	2,01
Citra 5	0,27	0,15	0,41	0,92	1,05	1,97
Rerata	0,35	0,16	0,50	0,77	0,98	1,75

#### IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa *wavelet packet* dapat melakukan kompresi pada citra medis. Dengan menggunakan tiga nilai *threshold* yang berbeda yaitu 30, 40 dan 50, nilai *PSNR* dan rasio yang lebih baik dihasilkan oleh *codec Haar* and *Biorthogonal* yaitu di atas 30 dB. Dalam hal waktu kompresi kelima citra uji, *codec Daubechies* merupakan yang paling cepat pada *threshold* 30 dan 40 yaitu 0,48 detik dan 0,50 detik, sedangkan pada *threshold* 50, dari kelima citra uji *codec Haar* secara rerata merupakan yang paling cepat yaitu 0,49 detik, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Untuk waktu dekompresi, *codec Haar* merupakan yang paling cepat untuk *threshold* 30 dan 40 yaitu 2,44 detik dan 2,37 detik, sedangkan pada *threshold* 50, *Daubechies* merupakan yang paling cepat, tetapi tidak signifikan yaitu 2,38 detik. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin besar *threshold*, *PSNR* akan semakin rendah namun rasio makin tinggi. Untuk waktu kompresi (*PWT*), maka *codec Haar*

merupakan yang tercepat, sedangkan untuk dekompresi *IPWT Biorthogonal* merupakan yang paling cepat. Namun dari semua proses *codec Haar* secara keseluruhan, yang paling superior terlihat dari PSNR yang dihasilkan paling tinggi dibanding kedua *codec* lainnya.

Melalui penelitian ini, maka dapat diketahui pengaruh dari ketiga *codec* yang digunakan pada citra medis keabuan pada nilai *threshold* tertentu. Pada penelitian berikutnya dapat dikembangkan untuk citra medis berwarna dan *grayscale* dengan jenis yang lain, sehingga kinerja *PWT* pada citra medis dapat diketahui lebih lanjut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada reviewer dan editor Jurnal Matrix atas koreksi dan editing artikel ini hingga dapat dipublikasikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Placidi, G. (2009). Adaptive compression algorithm from projections: Application on medical greyscale images. *Journal Computer in Biology and Medicine*, 39(11), 993–999.
- [2] Baeza, I. & Verdoy, A. (2009). ROI-based procedures for progressive transmission of digital images: a comparison. *Mathematical and Computer Modelling*, 50, 849–859.
- [3] Agrawal, J.P. & Vijay. R. (2012). Wavelet compression of CT medical images. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*, 1(3), 045-051.
- [4] Ruchika, Singh, M. & Singh, A. R. (2012). Compression of medical images using wavelet transforms. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 2(2), 339-343.
- [5] Kumar, E. P. & Sumithra, M. G. (2013). Medical image compression using integer multi wavelets transform for telemedicine applications. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 2(5), 1663-1669.
- [6] Bairagi, V. K. & Sapkal, A. M. (2013). ROI-based DICOM image compression for telemedicine. *Sādhanā*, 38(1), 123–131.
- [7] Ramesh, S.M., & Shanmugam, A. (2010). Medical image compression using wavelet Decomposition for prediction method. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 7(1), 262-265.
- [8] Kharate, G. K. & Patil, V. H. (2010). Color image compression based on wavelet packet best tree. *International Journal of Computer Science*, 7(2), 31-35.
- [9] Alwan, I. M. (2012). Image compression Using wavelet transform with RLE. *Al- Mustansiriya Journal of Science*, 23(3), 173-172.
- [10] Anwar, K., Sugiharto, A. & Sasongko, P.S. (2008). Kompresi citra medis menggunakan discrete wavelet transform (DWT) dan embedded zerotree wavelet (EZW). *Jurnal Matematika UNDIP*, 11(2), 73-77.
- [11] Astawa, I N.G.A. & Saptarini, N.G.A.P.H. (2010). Pemampatan data citra Menggunakan metode transformasi wavelet. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(1), 13-26.
- [12] Chakraborty, D. & Banerjee, S. (2011). Efficient lossless colour image compression using run length encoding and special character replacement. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(7), 2719-2725.
- [13] Ulfa L. & Salsabila, N. H. (2017). *Penggunaan metode run length encoding untuk kompresi data*. Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY. 273-280.
- [14] Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., Nurhayati, O. D. & Wijanarto (2009). *Teori pengolahan citra digital*. Andi: Yogyakarta.
- [15] Abdel R.A., Al-Sous, T. & Al-Bahadili, H. (2016). Adaptive-quality image compression. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 8(4), 15-26.