

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>

# JURNAL RESTI

(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)

Vol. 4 No. 1 (2020) 155 - 162

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

## Teknik Kompresi Citra Medis dengan Transformasi Diskrit Wavelet dan Pengkodean Entropy

I Dewa Gede Hardi Rastama<sup>1</sup>, I Made Oka Widyantara<sup>2</sup>, Linawati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Udayana

<sup>1</sup>dewarastama@gmail.com, <sup>2</sup>oka.widyantara@unud.ac.id, <sup>3</sup>linawati@unud.ac.id

### Abstract

*Medical imaging is a presentment of human organ parts. Medical imaging is saved on a film; therefore, it needs a big saving quota. Compressing is a process to remove redundancy from a piece of information without reducing its quality. This study recommended compressed medical image with DWT (Discrete Wavelet Transform) with adaptive threshold added and entropy coding with the Run Length Encoding (RLE) coding. This study is comparing several parameters, such as compressed ratio and compressed image file size, and PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) for analyzing the quality of reconstructive image. The study showed that the comparison of rate, compressed ratio, and PSNR tracing of Haar and Daubechies doesn't have a significant difference. Comparison of rate, compressed ratio, and PSNR tracing on the hard and soft threshold is the rate of the soft threshold is lower than the hard threshold. The optimal outcome of this study is to use a soft threshold.*

*Keywords: medical images, discrete wavelet transform, adaptive threshold*

### Abstrak

Citra medis adalah suatu penggambaran bagian-bagian organ tubuh manusia. Citra medis disimpan dalam bentuk film sehingga memerlukan tempat penyimpanan yang besar. Kompresi merupakan proses untuk menghilangkan berbagai redundansi dari suatu informasi, tetapi tetap dapat menjaga kualitas penggambaran dari informasi tersebut. Pada penelitian ini diulas kompresi citra medis menggunakan DWT (Discrete Wavelet Transform) serta penambahan threshold yang bersifat adaptive dan pengkodean entropy menggunakan pengkodean Run Length Encoding (RLE). Penelitian ini membandingkan parameter-parameter : rasio kompresi dan ukuran file citra terkompres, serta PSNR (Peak Signal to Noise Rasio) untuk analisa kualitas citra rekonstruksi. Pada bagian hasil diperoleh, perbandingan rate, rasio kompresi dan PSNR tracing pada Haar dan Daubechies tidak terdapat perbedaan yang signifikan, Perbandingan rate, rasio kompresi dan PSNR tracing pada hard dan soft threshold adalah rate dari soft threshold lebih rendah dari hard threshold. Hasil optimal pada penelitian ini adalah menggunakan soft threshold.

Kata kunci: citra medis, discrete wavelet transform, adaptive threshold.

© 2020 Jurnal RESTI

### 1. Pendahuluan

Citra medis pada dasarnya adalah suatu proses penggambaran bagian-bagian organ tubuh manusia dengan tujuan untuk mengetahui kerusakan yang terdapat pada organ tubuh tersebut. Citra medis yang banyak ditemui adalah CT (Computed Tomography) Scanning, MRI (Magnetic Resonance Imaging), USG (Ultrasonografi), X-Ray, PET (Positron Emission Tomography). Sebelum adanya teknologi informasi citra medis disimpan dalam bentuk film sehingga disimpan dalam jumlah yang besar dan data citra tersebut memerlukan tempat penyimpanan yang besar.

Semakin besar ukuran file citra medis maka akan berpengaruh pada waktu transfer data dan penggunaan bandwidth. Salah satu solusi untuk memperkecil ukuran file citra medis adalah dengan melakukan kompresi citra. Kompresi merupakan proses untuk menghilangkan berbagai redundansi dari suatu informasi, tetapi tetap dapat menjaga kualitas penggambaran dari informasi tersebut. Dalam mengompres sebuah citra, ada 2 parameter utama yang akan diukur yaitu rasio kompresi dan kualitas citra. Sebuah metode yang baik adalah metode yang mampu menghasilkan rasio kompresi yang tinggi, namun

penurunan kualitas citra masih bisa ditoleransi oleh mata manusia. Terdapat dua teknik kompresi citra, yakni lossy compression dan lossless compression. Teknik kompresi lossless digunakan untuk mereduksi ukuran data citra dengan memberikan hasil citra kompresi yang tepat sama dengan citra aslinya. Teknik kompresi lossy digunakan untuk mereduksi ukuran data dengan menghilangkan beberapa informasi pada citra, tetapi dapat memberikan hasil visual yang mirip dengan citra asli [1].

Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) merupakan standar komunikasi dan pencitraan yang digunakan sebagai dasar acuan dalam pengembangan aplikasi medis. Beberapa kompresi citra medis yang mengacu pada DICOM diantaranya : DCT (Discrete Cosine Transform), JPEG LS, DWT (Discrete Wavelet Transform), dll. Pada perkembangannya, transformasi wavelet telah digunakan secara luas dalam pengolahan sinyal, dan secara khusus pada riset kompresi citra. Di beberapa aplikasi, skema berbasis wavelet mencapai hasil melebihi yang diharapkan pada skema coding lainnya seperti DCT. Transformasi wavelet menghasilkan rasio kompresi yang tinggi tanpa penurunan kualitas yang berarti dengan mempercayakan reduksi dalam citra dan kesamaan karakteristik dengan sistem pengelihatan manusia.

Pada citra kompresi juga diterapkan metode soft dan hard threshold, dimana hard threshold memiliki fungsi yang tidak continuous sehingga citra yang direkonstruksi terdapat goyangan, sedangkan untuk soft threshold memiliki fungsi continuous sehingga dapat mengatasi kelemahan hard threshold.

Teknik kompresi Run Length Encoding (RLE) telah banyak digunakan. Metode ini memanfaatkan kemunculan nilai piksel secara berulang pada lokasi yang berderetan. Metode ini bekerja sangat baik pada data dengan perulangan nilai yang banyak. Mengingat bahwa metode ini merupakan metode kompresi lossless yang tetap menjaga kualitas asli data sebelum dan sesudah dikompresi, maka metode ini cocok diterapkan pada data hasil transformasi wavelet citra medis, sehingga tidak ada informasi yang hilang dan menghasilkan rasio yang baik dengan kualitas citra dekompresi yang direkonstruksi dengan sempurna. Penelitian yang pernah dilakukan untuk kompresi citra dengan RLE, dilakukan oleh Chakraborty and Benerjee [2] 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 [3] dimana metode RLE kurang efektif diterapkan pada citra RGB dan citra grayscale yang memiliki derajat keabuan berurutan yang tidak sama.

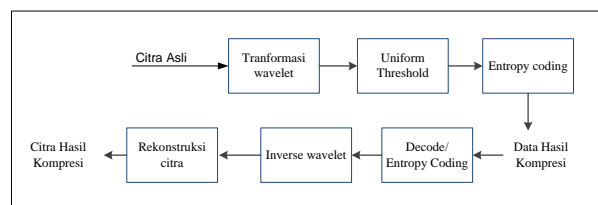
Ketika mengkompres sebuah citra terdapat dua parameter yang harus diukur, yaitu rasio kompresi dan

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 [4-8] yang berkaitan dengan kompresi citra medis, seperti yang dilakukan oleh J.P. Agrawal dkk (2012) dalam melakukan kompresi citra medis dengan transformasi wavelet, dari hasil yang diperoleh wavelet Biorthogonal mempunyai kinerja paling baik. Penelitian yang dilakukan oleh Ruchika dkk (2012), Kumar dkk (2006) melakukan kompresi citra medis dengan Transformasi Wavelet menunjukkan bahwa wavelet mampu memberikan kualitas citra hasil kompresi yang baik dengan rasio yang cukup tinggi. 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 teknik kompresi citra medis dengan transformasi diskrit wavelet dan pengkodean entropy RLE untuk menjaga kualitas citra tetap baik.

Kerangka sistem kompresi yang akan diusulkan terdiri atas Proses transformasi untuk pemetaan citra domain frekuensi menggunakan teknik Tranformasi Wavelet, Proses transformasi untuk meningkatkan rasio kompresi menggunakan teknik Universal Threshold, dan proses pengkodean menggunakan algoritma Run Length Encoding (RLE). Penggunaan RLE diharapkan mampu memperkecil ukuran citra hasil dekompresi namun tetap mempertahankan kualitasnya, tentu saja karena sifat lossless dari RLE

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Skema Umum Penelitian



Gambar 1. Blok diagram skema umum penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan skema umum dari penelitian yang diawali dengan memindai citra dalam bentuk matriks yang mewakili derajat keabuan tiap piksel dan setelah itu dilakukan preprocessing. Setelah dilakukan preprocessing citra, matriks tersebut didekomposisikan dengan melakukan downsampling yang kemudian dilewatkan pada dua jenis filter digital.

Low pass filter digunakan untuk menganalisa data berfrekuensi rendah, sedangkan high pass filter menganalisa data berfrekuensi tinggi. Dari proses filterisasi tersebut dihasilkan sebuah matriks transformasi baru sesuai dengan wavelet filter yang digunakan dan selanjutnya diberikan threshold. Thresholding atau penentuan batas, merupakan salah satu teknik untuk mengurangi jumlah bit yang diperlukan untuk menyimpan data gambar. Proses ini diterapkan pada keluaran hasil transformasi. Langkah yang dilakukan adalah dengan menentukan suatu nilai (batas) yang disebut 'threshold', nilai ini yang nantinya dipakai untuk menentukan koefisien yang akan diambil dari matriks hasil transformasi. Pada penelitian ini digunakan metode universal threshold yang nilainya ditentukan dari koefisien wavelet. Penggunaan metode ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh threshold yang bersifat adaptive terhadap rasio kompresi. Hasil pemberlakuan threshold akan dikodekan dengan RLE yang bersifat lossless dengan harapan representasi data bisa lebih singkat sehingga rasio kompresi bisa ditingkatkan tanpa mengurangi nilai PSNR. Dengan pemberian threshold akan terdapat beberapa nilai yang menjadi nol. Kumpulan nilai nol yang sama jika dikodekan dengan RLE akan sangat memperkecil penyimpanan. Jika tidak ada pengkodean RLE, maka ukuran citra dengan atau tanpa threshold akan menjadi sama saja, sehingga pemberian nilai threshold dalam hal ini tidak akan mengurangi ukuran file citra terkompres. Kode RLE yang telah terbentuk, akan disimpan pada sebuah file biner. File biner inilah yang merupakan data hasil kompresi. Untuk langkah pembalikan (dekompresi) citra, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuka file biner yang berisi kode RLE. Pembacaan data mulai dilakukan untuk mendekodekan data dengan pendekodean RLE. Data hasil decoding RLE selanjutnya akan direkonstruksi dengan filter inverse DWT. Hasil rekonstruksi inilah yang akan ditampilkan kepada pengguna sebagai citra hasil dekompresi

## 2.2. Discrete Wavelet Transform

Kompresi citra dengan Discrete Wavelet Transform (DWT) dengan mother wavelet Haar memiliki karakteristik koefisien low pass filter

(L) [-0.12940952255092145, 0.22414386804185735, 0.836516303737469, 0.48296291314469025]

dan koefisien high pass filter

(H) [-0.48296291314469025, 0.836516303737469, -0.22414386804185735, -0.12940952255092145].

Dekomposisi dilakukan dengan cara mengkonvolusikan semua nilai matriks pada baris dan kolom dengan koefisien filter secara horizontal dan vertikal. Dekomposisi terjadi pada dua tingkat sehingga menghasilkan empat sub-band yakni LL, LH, HL dan HH.

## 2.3. Universal Threshold

Pada penelitian Xiaofeng Wu dkk (2014) tujuan penerapan threshold adalah untuk menghilangkan pixel-pixel yang memiliki kandungan informasi yang tidak diinginkan. Pemilihan nilai threshold sangat penting karena menentukan rasio kompresi dan kualitas citra terekonstruksi. Untuk threshold yang memiliki nilai terlalu tinggi menyebabkan bit-bit pada citra tertransformasi banyak yang tidak dilewatkan sehingga memberi nilai rasio kompresi yang tinggi namun kualitas citra terekonstruksi rendah. Sebaliknya jika nilai threshold terlalu rendah maka banyak informasi yang dapat dilewatkan sehingga menyebabkan rendahnya rasio kompresi.

Berikut adalah cara memperoleh threshold untuk kompresi wavelet 2d menggunakan program Matlab, nilainya bersifat global pada seluruh subband :

$$t = \text{wthrnmgr}('dw2dcompGBL', \text{sqrt\_sn}, C, S) \quad (1)$$

dimana C dan S adalah hasil dari transformasi wavelet yang menyatakan koefisien wavelet dalam bentuk vektor dan ukuran matrik koefisien pada tiap level dekomposisi.

Nilai threshold (t) yang diperoleh dapat diterapkan pada 2 metode, yaitu hard thresholding dan soft thresholding [9]

- a. Hard threshold : jika x merupakan sekelompok koefisien wavelet, kemudian nilai threshold t ditentukan, untuk semua nilai x yang kurang dari threshold akan menjadi nol.

$$\hat{x} = \begin{cases} x, & |x| \geq t \\ 0, & |x| \leq t \end{cases} \quad (2)$$

- b. Soft threshold : pada keadaan ini, seluruh koefisien x yang lebih kecil dari threshold t akan dipetakan menjadi nol, jika koefisien x lebih besar dari threshold t maka nilai koefisien x akan dikurangi dengan t, berikut persamaan dari soft threshold.

$$\hat{x} = \begin{cases} \text{sign}(x)(|x| - t), & |x| \geq t \\ 0, & |x| \leq t \end{cases} \quad (3)$$

atau operator signum dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\hat{x} = \begin{cases} x - t & \text{jika } x \geq t \\ x + t & \text{jika } x \leq -t \\ 0 & \text{jika } |x| < t \end{cases} \quad (4)$$

## 2.4. Entropy Coding

Entropy coding yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode Run Length Encoding (RLE). Algoritma ini cocok untuk memampatkan citra yang memiliki kelompok-kelompok piksel berderajat keabuan yang sama [2].

Dasar metode ini adalah dengan mengganti sejumlah informasi yang sama dengan sebuah bilangan untuk jumlah perulangan dan kode dari data yang berulang tersebut. Berkas kompresi akan berisi nilai dan jumlah perulangannya. Untuk nilai yang tidak berulang, penggunaan RLE malah akan meperbesar ukuran file. Untuk menangani hal tersebut, maka RLE dibentuk dalam format 3 byte yang terdiri dari 1 byte karakter control yang merupakan penanda kompresi, 1 byte count yang merupakan jumlah perulangan data pada berkas, dan 1 byte char merupakan data yang berulang. Dengan format 3 byte tersebut, maka kompresi diperlakukan pada deretan 4 perulangan atau lebih, agar kompresi menjadi efisien. Proses dekoding RLE sangat sederhana. Jika tidak ada karakter kontrol, maka data tersebut akan langsung disalin, sebaliknya jika terdapat karakter kontrol, maka data akan disalin sebanyak jumlah pada count. Misalnya terdapat citra dengan ukuran 8x8 yang ditunjukkan pada Gambar 2. Data setiap piksel tersebut bisa dideretkan sehingga menjadi data 1 dimensi, agar lebih mudah melakukan pengkodean.

3 5 5 4 4 4 4 4 5 5 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 2 3 3 3  
 3 3 3 3 3 3 3 3 5 5 5 5 1 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 6 7 7  
 7 7 3 3

3	5	5	5	4	4	4	4
4	4	5	5	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	2	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	5	5	1	4	4
4	4	4	4	5	5	5	5
5	6	7	7	7	7	3	3

Gambar 2. Nilai piksel citra ukuran 8x8

Langkah pertama dalam pengkodean RLE adalah menghitung jumlah kemunculan setiap nilai, seperti berikut :

3(1) 5(3) 4(6) 5(2) 1(4) 2(8) 1(2) 2(1) 3(11) 5(5) 1(1)  
 4(6) 5(5) 6(1) 7(3) 3(2)

Tanda dalam kurung menunjukkan jumlah kemunculan nilai de depannya. Misalnya 3 muncul 1 kali, 5 muncul 3 kali dan seterusnya. Maka nilai-nilai tersebut direpresentasikan sebagai berikut :

3 5 4 5 1 2 1 2 3 5 1 4 5 6 7 3 1 3 6 2 4 8 2 1 11 5 1 6 1  
 3 2

Sehingga diperoleh panjang total adalah 31 byte. Ukuran citra keabuan 8x8 awalnya adalah 64 byte. Hal tersebut berarti hampir setengah dari citra terkompresi.

### 2.5. Rekontruksi Citra

Rekonstruksi citra merupakan proses kebalikan dari dekomposisi yaitu meliputi tahap-tahap upsampling dan konvolusi. Parameter yang digunakan: invers low pass filter disimbolkan dengan L' dengan nilai

[0.48296291314469025, 0.836516303737469, 0.22414386804185735, -0.12940952255092145],  
 sedangkan invers high pass filter disimbolkan dengan H' dengan nilai rekonstruksi  
 [-0.12940952255092145, -0.22414386804185735, 0.836516303737469, -0.48296291314469025]

### 2.6. Parameter Pengukuran Kualitas Kompresi Citra

Parameter pengukuran kualitas kompresi citra berdasarkan referensi yang digunakan pada penelitian ini, merujuk pada dua parameter utama yakni PSNR dan rasio kompresi

Rasio Kompresi, yaitu membandingkan ukuran citra asli terhadap citra hasil kompresi. Sebagai contoh kapasitas citra asli sebesar 10MB dan citra hasil kompresi sebesar 2MB maka rasio kompresinya adalah  $10/2 = 5$

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), yaitu mengukur kualitas citra rekonstruksi. Sebelum menghitung PSNR perlu diketahui nilai Mean Square Error (MSE) yaitu sigma dari jumlah error antara citra asli dan citra rekonstruksi

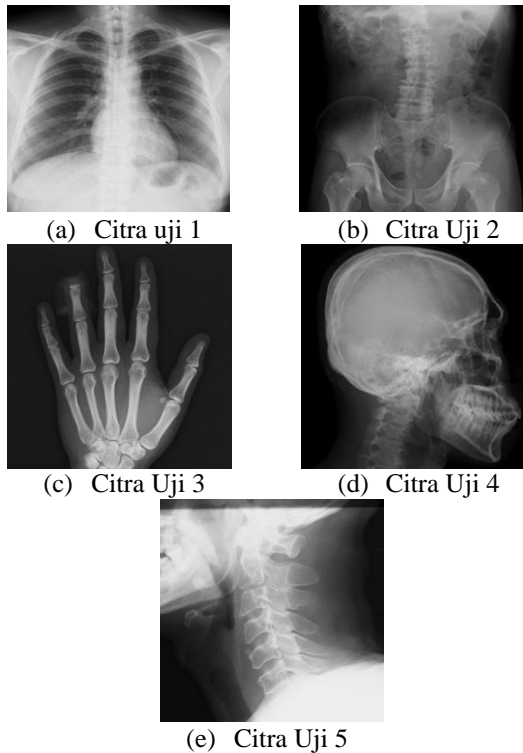
$$MSE = \frac{1}{MN} \left( \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [f_{xy} - f'_{xy}]^2 \right) \quad (5)$$

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left( \frac{b}{mse} \right) \quad (6)$$

## 3. 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 rontgen. Kelima citra yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.

Setelah melalui tahap pengujian maka diperoleh hasil pengujian masing-masing. Basis wavelet yang digunakan adalah Haar dan Daubechies (db4), maksimum level dekomposisi 4, dan menggunakan entropy coding RLE (Run Length Encoding). Setiap citra uji menghasilkan 2 tabel yaitu berdasarkan basis wavelet yang digunakan dalam penelitian (Haar, db4). Dari setiap tabel menampilkan analisa proses kompresi dari setiap level dekomposisi, kemudian pengelompokan grid citra, nilai threshold adaptive yang terbentuk, kemudian hasil kompresi dari parameternya masing-masing yang terdiri dari Rate (kB), Rasio Kompresi (%), PSNR (dB).



Gambar 3. Citra Uji

Tabel 1. Uji coba kompresi basis wavelet Haar dengan Pengkoden Entropy RLE dan Soft Threshold

Citra Uji	Threshold	Haar		
		Rate (kb)	Rasio (%)	PSNR (db)
Citra Uji 1	11,54	1,72	99,78	76,96
Citra Uji 2	8,73	1,81	99,76	77,72
Citra Uji 3	8,34	3,31	99,57	75,65
Citra Uji 4	8,99	2,63	99,66	76,53
Citra Uji 5	11,45	1,19	99,85	75,78

Tabel 2. Uji coba kompresi basis Wavelet Daubechies dengan Pengkoden Entropy RLE dan Soft Threshold

Citra Uji	Threshold	Daubechies		
		Rate (kb)	Rasio (%)	PSNR (db)
Citra Uji 1	22,87	1,66	99,78	76,24
Citra Uji 2	18,58	3,62	99,53	76,78
Citra Uji 3	11,57	3,71	99,52	74,85
Citra Uji 4	10,53	2,78	99,64	76,05
Citra Uji 5	21,1	2,4	99,69	76,18

Tabel 3. Uji coba Kompresi dengan Basis Wavelet Haar dengan Pengkodean Entropy RLE dan Hard Threshold

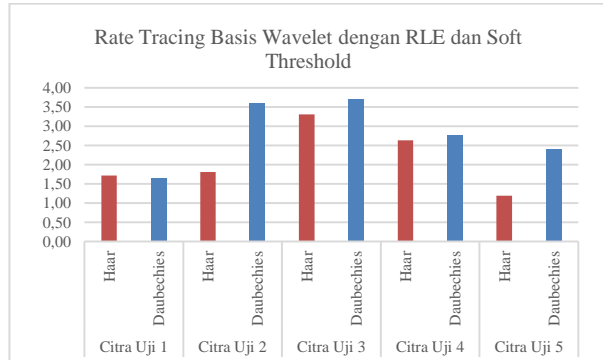
Citra Uji	Threshold	Haar		
		Rate (kb)	Rasio (%)	PSNR (db)
Citra Uji 1	11,54	2,11	99,73	76,88
Citra Uji 2	8,73	2,01	99,74	79,04
Citra Uji 3	8,34	3,82	99,50	75,84
Citra Uji 4	8,99	2,93	99,62	76,78
Citra Uji 5	11,45	1,26	99,84	76,77

Tabel 4. Uji coba Kompresi dengan Basis Wavelet Daubechies dengan Pengkodean Entropy RLE dan Hard Threshold

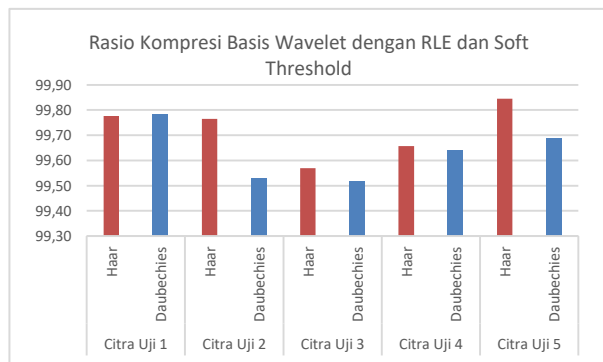
Citra Uji	Threshold	Daubechies		
		Rate (kb)	Rasio (%)	PSNR (db)
Citra Uji 1	22,87	2,30	99,70	76,18
Citra Uji 2	18,58	3,91	99,49	75,36
Citra Uji 3	11,57	4,39	99,43	74,89
Citra Uji 4	10,53	2,99	99,61	76,09
Citra Uji 5	21,10	3,32	99,57	74,79

### 3.1 Analisa Rate dan PSNR Trace pada Wavelet Haar dan Daubechies

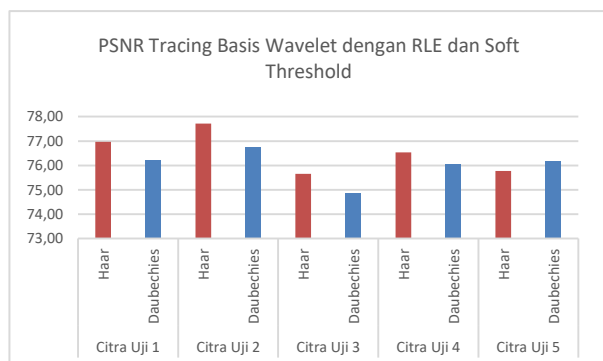
Grafik berikut merupakan grafik rate tracing citra uji menggunakan basis wavelet haar dan daubechies secara berurutan diterapkan pada soft threshold dan entropy coding RLE. Sumbu x menyatakan citra uji dan sumbu y merupakan rate (ukuran data hasil pengkodean). Perbandingan yang digunakan dengan membuat grafik rate tracing, rasio kompresi, dan PSNR tracing.



Gambar 4. Grafik rate tracing basis wavelet dengan RLE dan Soft Threshold



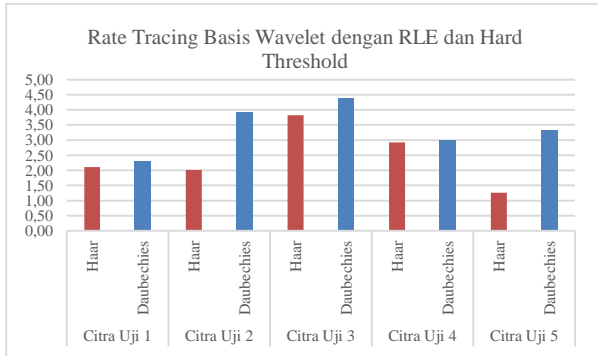
Gambar 5. Grafik rasio kompresi basis wavelet dengan RLE dan Soft Threshold



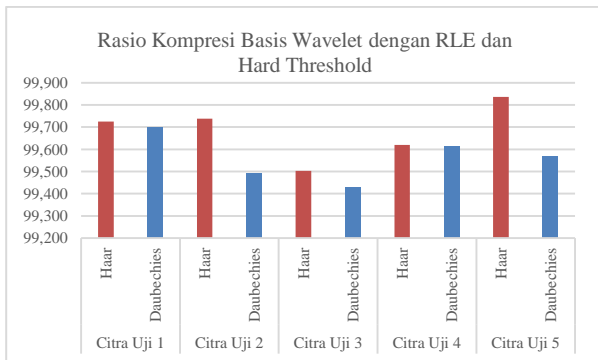
Gambar 6. Grafik PSNR tracing basis wavelet dengan RLE dan Soft Threshold

Gambar 4 merupakan grafik rate tracing berdasarkan basis wavelet pada entropy coding RLE dan diterapkan pada soft threshold. Apabila diperhatikan secara keseluruhan grafik, perbandingan rate antara wavelet Haar dan Daubchies nilai perbedaannya tidak terlalu tinggi. Kemudian apabila diperhatikan lebih detail, citra

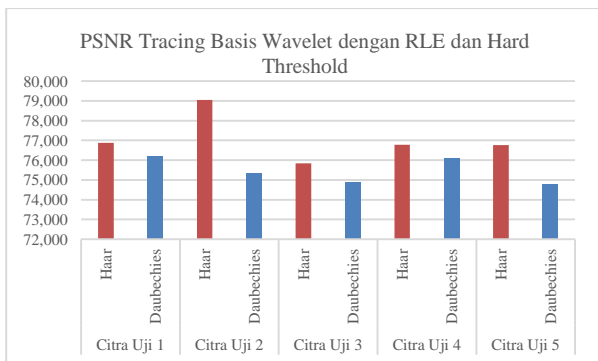
uji yang memiliki perbedaan nilai paling besar adalah citra uji 2 dan citra uji 5. Kondisi tersebut disebabkan oleh faktor karakteristik citra uji sesuai histogramnya. Gambar 5 merupakan grafik rasio kompresi, terlihat bahwa grafik memiliki pola kebalikan dari grafik rate tracing karena semakin besar rasio kompresi maka semakin kecil ukuran citra yang terkompres. Selanjutnya pada gambar 6, grafik PSNR tracing terlihat pada citra uji 1, 2, 3 dan 4 nilai PSNR pada wavelet Haar lebih tinggi dari Daubechies, hal ini berhubungan dengan rate dan rasio kompresi yang dicapai.



Gambar 7. Grafik rate tracing basis wavelet dengan RLE dan Hard Threshold



Gambar 8. Grafik rasio kompresi basis wavelet dengan RLE dan Hard Threshold



Gambar 9. Grafik PSNR tracing basis wavelet dengan RLE dan Hard Threshold

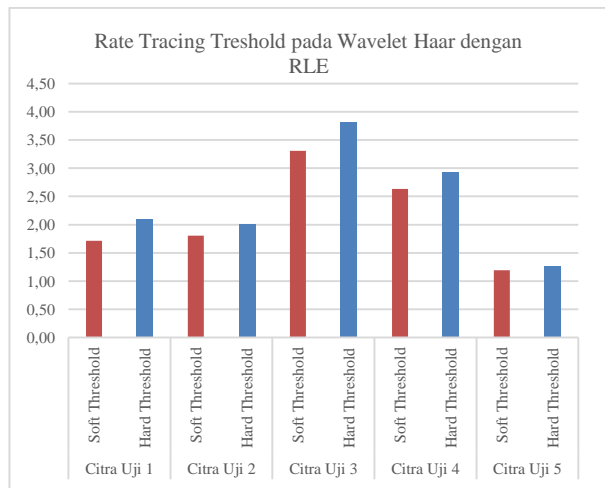
Gambar 7 merupakan grafik rate tracing berdasarkan basis wavelet pada entropy coding RLE dan diterapkan pada hard threshold. Secara keseluruhan grafik, perbandingan rate antara wavelet Haar dan Daubhicies

nilai perbedaannya tidak terlalu tinggi. Kemudian apabila diperhatikan lebih detail, citra uji yang memiliki perbedaan nilai paling besar adalah citra uji 2 dan citra uji 5. Tidak jauh berbeda dengan rate tracing basis wavelet pada soft threshold. Gambar 8 merupakan grafik rasio kompresi, terlihat bahwa grafik memiliki pola kebalikan dari grafik rate tracing karena semakin besar rasio kompresi maka semakin kecil ukuran citra yang terkompres. Selanjutnya pada gambar 6, grafik PSNR tracing terlihat pada citra uji 1, 2, 3 dan 4 nilai PSNR pada wavelet Haar lebih tinggi dari Daubechies, hal ini berhubungan dengan rate dan rasio kompresi yang dicapai.

Dari hasil pengujian perbandingan basis wavelet Haar dan Daubechies dengan selisih nilai rate tracing, rasio kompresi dan PSNR tracing menghasilkan perbandingan yang tidak terlalu jauh. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh faktor karakteristik citra uji sesuai histogram, kemudian juga faktor threshold yang bersifat adaptive baik diterapkan pada soft ataupun hard threshold yang dapat mempengaruhi selisih nilai rate, rasio kompresi dan PSNR diantara kedua basis wavelet.

### 3.2 Analisa Rate dan PSNR Trace pada Soft dan Hard Threshold

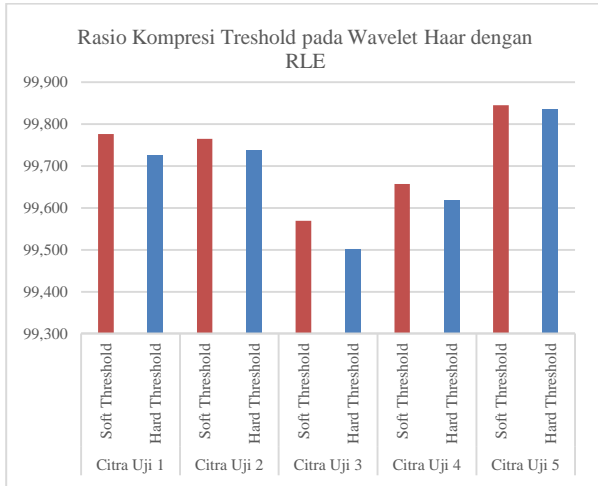
Pada penelitian ini digunakan threshold adaptive yang bersifat global. Selanjutnya penerapan threshold dapat dilakukan dengan dua metode yaitu hard dan soft threshold. Analisa yang dilakukan juga berdasarkan rate tracing, rasio kompresi dan PSNR tracing yang dicapai.



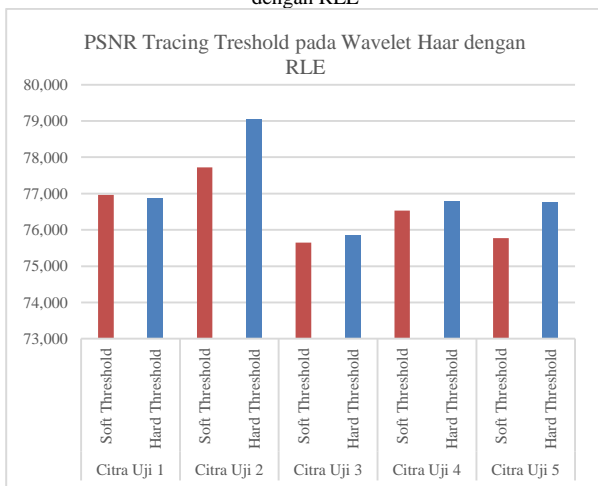
Gambar 10. Grafik rate tracing treshold pada wavelet Haar dengan RLE

Analisa rate dan PSNR threshold pada wavelet Haar dengan RLE dari hasil pengamatan bahwa nilai rate pada soft threshold lebih rendah dibanding hard threshold pada seluruh citra uji. Hal ini dapat disebabkan sifat dari soft threshold yang continue terhadap koefisien wavelet. Rasio kompresi memiliki pola kebalikan dari grafik rate tracing karena apabila semakin besar rasio kompresi maka semakin kecil hasil

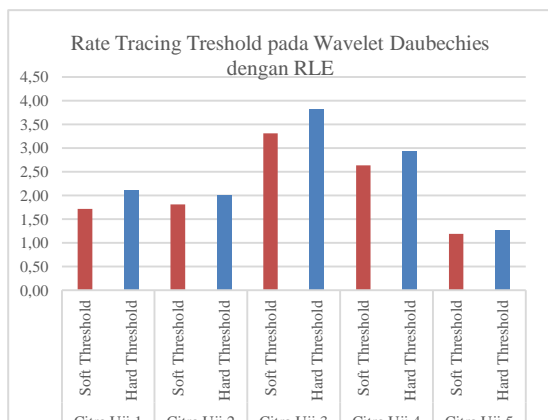
data yang terkompres. Kemudian untuk PSNR tracing dapat diamati bahwa rata-rata nilai dari soft threshold lebih rendah dari hard threshold pada citra uji 2, citra uji 3, citra uji 4, dan citra uji 5 hal ini sebagai timbal balik dari lebih rendahnya nilai rate yang dicapai pada soft threshold.



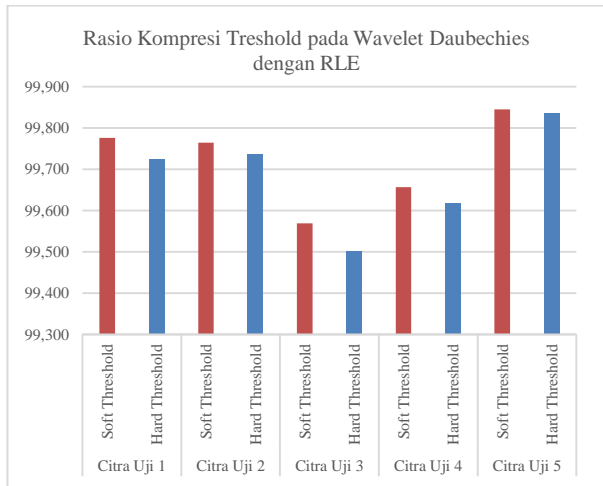
Gambar 11. Grafik rasio kompresi treshold pada wavelet Haar dengan RLE



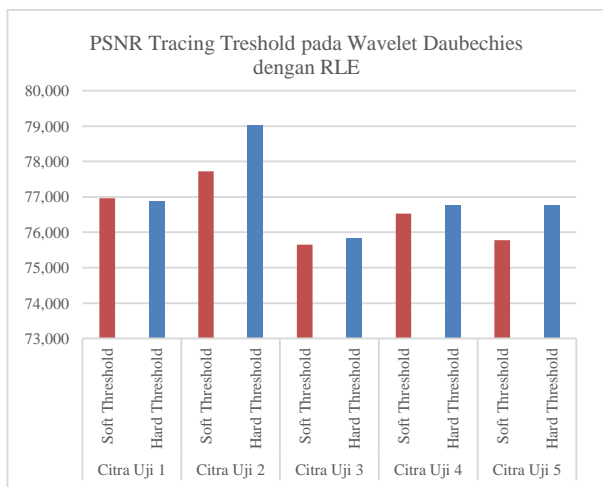
Gambar 12. Grafik PSNR tracing treshold pada wavelet Haar dengan RLE



Gambar 13. Grafik rate tracing treshold pada wavelet Daubechies dengan RLE



Gambar 14. Grafik rasio kompresi treshold pada wavelet Daubechies dengan RLE



Gambar 15. Grafik PSNR tracing treshold pada wavelet Daubechies dengan RLE

Analisa rate dan PSNR threshold pada wavelet Daubechies dengan RLE dari hasil pengamatan tidak jauh berbeda dengan wavelet Haar, yaitu nilai rate pada soft threshold lebih rendah dibanding hard threshold pada seluruh citra uji.

#### 4. Kesimpulan

Perbandingan rate, rasio kompresi dan PSNR tracing pada Haar dan Daubechies tidak terdapat perbedaan yang signifikan, hal tersebut disebabkan berbagai faktor, antara lain karakteristik citra uji sesuai histogramnya, kemudian faktor threshold yang bersifat adaptive.

Perbandingan rate, rasio kompresi dan PSNR tracing pada hard dan soft threshold, hasil yang diperoleh adalah rate dari soft threshold lebih rendah dari hard threshold namun diikuti dengan lebih rendah PSNR dari soft threshold, hal ini disebabkan sifat dari soft threshold yang continue terhadap koefisien wavelet.

## Daftar Rujukan

- [1] Arief Budiman. 2013. *Kompresi Citra Medis Menggunakan Metode Wavelet*. Agri-tek Volume 14 Nomor 2 September 2013
- [2] 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.
- [3] Ulfa L. & Salsabila, N. H. 2017. *Penggunaan metode run length encoding untuk kompresi data*. Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY. 273-280
- [4] Agrawal, J.P. & Vijay. R. 2012. *Wavelet compression of CT medical images*. International Journal of Scientific Research Engineering & Technology, 1(3), 045-051
- [5] 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
- [6] 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
- [7] Bairagi, V. K. & Sapkal, A. M. (2013). *ROI-based DICOM image compression for telemedicine*. Sādhanā, 38(1), 123–131
- [8] 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
- [9] Xiaofeng Wu, Shigang Hu, Zhiming Li, Zhijun Tang, Jin Li, Jin Zhao. 2014. *Comparisons of Threshold EZW and SPIHT Wavelets Based Image Compression Methods*. School of Information Science and Engineering, University of Jinan, Jinan 250022, China, pp. 1895-1905
- [10] Ji-Sang Bae, Oh-Young Lee, Jong-Ok Kim. 2013. *Image Interpolation Using Gabor Filter*. School of Electrical Engineering Korea University, Seoul, Korea
- [11] Tuagus Mardeka. 2006. *Sistem kompresi citra medis sinar x berbasis transformasi Wavelet menggunakan filter daubechies x-ray medical image Compression system base on wavelet transformation using Daubechies filter*. Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom
- [12] Veni.S, Narayanankutty. 2010. *Image Enhancement of Medical Images using Gabor Filter Bank on Hexagonal Sampled Grids*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering.