

ANALISA KOMPRESI CITRA DIGITAL PADA ARITMETIC DAN WAVELET THRESHOLD

Dewa Ayu Kadek Pramita^{1)*} Dewa Ayu Indah Cahya Dewi²⁾ I Wayan
Dharma Suryawan³⁾ Yuri Prima Fittryani⁴⁾

Sistem Komputer Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia¹⁾

Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali²⁾

Teknik Informatika Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia^{3) 4)}

pramita.wayu@instiki.ac.id^{1)*}, ayuindahcahyadewi@pnb.ac.id²⁾,

wayan.dharma@instiki.ac.id³⁾

yuri.prima@instiki.ac.id⁴⁾

ABSTRACT

Image compression is a method for reducing redundancy in image representations to reduce memory requirements for storage space. In digital image processing, there are several methods of image compression. Discrete Wavelet Transform (DWT) is a transformation method on jpeg 2000 standard image compression which has advantages over its predecessor method, namely jpeg. DWT works by scanning digital images to generate transformation coefficients. A certain threshold value can be applied in the transformation coefficient to get better results of ratio compression, then the coefficient goes through an entropy coding to get binary codes. In this study, it is proposed to compress images using the Discrete Wavelet Transform with hard and soft thresholding using Huffman and Arithmetic coding entropy. The wavelet bases used are Coiflet and Daubechies. The assessment parameters used in this study are the compression ratio and the quality of the reconstructed image (PSNR).

.Keywords : Coiflet, Daubechies, Huffman, Arithmetic, Hard Threshold, Soft Threshold..

ABSTRAK

Kompresi citra adalah metode untuk mereduksi redundansi pada representasi citra sehingga dapat mengurangi kebutuhan memori untuk ruang penyimpanan. Pada pemrosesan citra digital, terdapat beberapa metode kompresi citra. *Discrete Wavelet Transform (DWT)* merupakan metode transformasi pada standar kompresi citra jpeg 2000 yang memiliki keunggulan dari metode pendahulunya yaitu jpeg. DWT bekerja dengan cara memindai citra digital untuk menghasilkan koefisien transformasi. Pada koefisien transformasi dapat diterapkan nilai threshold tertentu untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, selanjutnya koefisien tersebut melalui proses *entropy coding* untuk mendapatkan kode biner. Pada penelitian ini diusulkan kompresi citra menggunakan *Discrete Wavelet Transform* dengan *thresholding* secara *hard* maupun *soft* menggunakan *entropy coding Arithmetic*. Basis *wavelet* yang digunakan yaitu *Coiflet* dan *Daubechies*. Parameter penilaian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rasio kompresi dan kualitas citra rekonstruksi (PSNR).

Kata Kunci : *Coiflet, Daubechies, Arithmetic, Hard Threshold, Soft Threshold*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kompresi citra adalah metode untuk mereduksi redundansi pada representasi citra sehingga dapat mengurangi kebutuhan memori untuk ruang penyimpanan. Pada perkembangannya terdapat banyak teknik kompresi citra digital baik yang bersifat lossless maupun lossy. DWT merupakan salah satu teknik kompresi citra dari standar jpeg 2000.

DWT banyak digunakan pada pemrosesan citra digital salah satunya sebagai teknik kompresi citra digital karena memiliki keunggulan yaitu menghasilkan rasio kompresi yang baik dan tetap mempertahankan kualitas citra hasil kompresi.

DWT bekerja dengan cara memindai citra input menggunakan filter skala dan filter *wavelet* sehingga menghasilkan

koefisien-koefisien transformasi. Koefisien hasil transformasi ini dapat diberikan suatu nilai *threshold* tertentu sehingga mampu memperoleh nilai rasio kompresi yang lebih tinggi. Pada penerapannya terdapat dua jenis *threshold* yaitu *hard threshold* dan *soft threshold* yang memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Pada penelitian ini akan menganalisa karakteristik dari kedua *threshold* tersebut sehingga dapat membantu pemilihan metode yang tepat dalam pengolahan citra digital.

Setelah proses *thresholding* dilakukan selanjutnya adalah proses *entropy coding* dimana tujuannya adalah untuk mengubah koefisien transformasi menjadi kode-kode biner. Metode *entropy coding* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Arithmetic* karena mampu menghasilkan rasio kompresi yang lebih baik. Adapun parameter penilaian yang digunakan adalah rasio kompresi dan kualitas citra rekonstruksi dalam bentuk *Peak Signal to Noise Rasio* (PSNR).

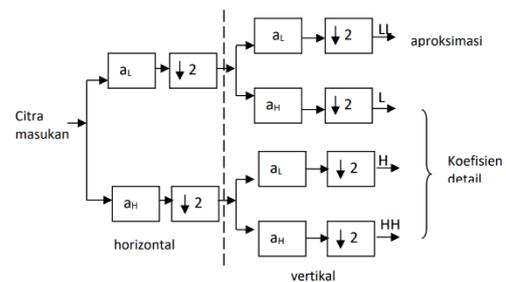
Penelitian yang sudah mengkaji pengolahan citra menggunakan metode *wavelet* dan *entropy coding* yaitu, penelitian pada tahun 2020 yang berjudul “*Codec Citra Berbasis Fractal dan Entropy Coding*” oleh I Made Aditya Virgiawan yaitu penelitian ini menggunakan metode *fractal* pada *entropy coding*. Penelitian pada tahun 2020 yang berjudul “*Teknik Kompresi Citra Medis dengan Transformasi Diskrit Wavelet dan Pengkodean Entropy*”, yang dilakukan oleh I Dewa Gede Hardi Rastama yaitu penelitian ini menggunakan basis *wavelet Haar* dan *Daubechies* dengan menggunakan *adaptive global threshold*. Penelitian pada tahun 2021 yang berjudul “*Analisa Orde pada Discrete Wavelet Transform Untuk Aplikasi Kompresi Medis*” oleh penulis sendiri yaitu membandingkan kinerja basis *wavelet Coiflet* dan *Daubhecies* pada beberapa ordenya masing-masing. Penelitian pada tahun 2021 yang berjudul ‘*Kompresi Citra Medis dengan DWT dan Variable Length Code*’ oleh I Gusti Ayu Garnita Darma Putri yaitu penelitian ini membahas kinerja *wavelet Coiflet* dan *Symlet* pada *Variable Length Code*. Penelitian pada tahun 2023 yang berjudul “*Evaluasi Kinerja Codec Citra Medis Berbasis Wavelet dan Entropy Coding*”, penulis membahas berbagai basis *wavelet* pada *entropy coding*. Pada penelitian ini penulis membahas Analisa Kompresi Citra Digital pada *Arithmetic* dan

Wavelet Threshold yaitu untuk menganalisa kinerja kompresi citra digital menggunakan dua basis *wavelet* yaitu *Coiflet* dan *Daubechies*, kemudian diterapkan nilai *threshold* sebesar 10 dB pada *hard threshold* dan *soft threshold*, dengan *entropy coding Arithmetic*.

TINJAUAN PUSTAKA

Discrete Wavelet Transform

Discrete wavelet transform merupakan dekomposisi citra pada frekuensi subband citra yang dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Dalam DWT, penggambaran sebuah skala waktu sinyal digital didapatkan dengan teknik filterisasi digital. Teknik ini melewati sinyal yang akan dianalisis pada filter dengan frekuensi dan skala yang berbeda. Resolusi dari sinyal yang merupakan rata-rata dari jumlah detail informasi dalam sinyal ditentukan melalui filterisasi ini dan skalanya didapatkan dengan upsampling dan downsampling (subsampling) [3].

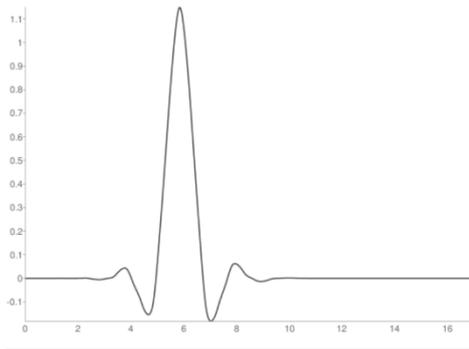


Gambar 1 *Discrete Wavelet Transform*

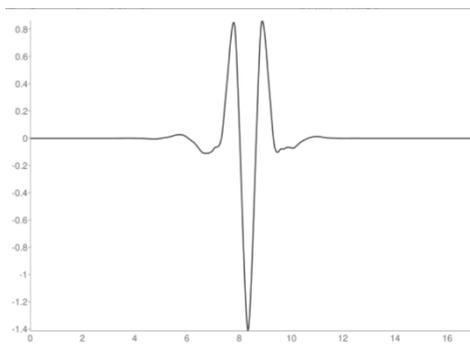
Gambar 1, adalah dekomposisi DWT dua dimensi pada satu level menghasilkan empat subbands, yaitu: koefisien aproksimasi subband LL, koefisien detail subband LH, HL dan HH. Tanda panah ke bawah merupakan tanda untuk dilakukannya downsampling dengan membuat panjang a_L menjadi setengah kali dari panjangnya semula. Transformasi dimulai dengan memindai citra secara horizontal dengan lowpass filetering (L) sehingga menghasilkan koefisien a_L dan memindai dengan highpass filtering (H) menghasilkan koefisien a_H . Untuk setiap a_L dan a_H akan di-downsampling, kemudian dilakukan pemindaian secara vertikal dengan L serta H, yang selanjutnya akan di-downsampling kembali untuk menghasilkan LL, LH, HL, dan HH yang ukurannya adalah seperempat dari ukuran subband sebelumnya. Dekomposisi bisa dilakukan pada berbagai

level. Pada dekomposisi level 1 menghasilkan LL1, LH1, HL1 dan HH1, untuk level selanjutnya dilakukan dekomposisi hanya pada subband aproksimasi saja.

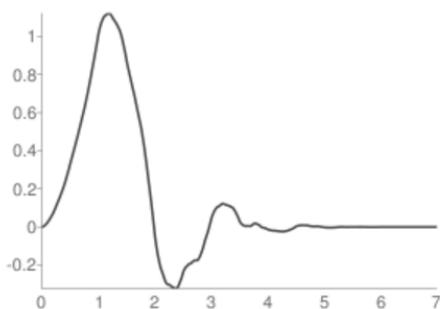
DWT memiliki beberapa jenis basis *wavelet* yang masing-masing memiliki *scaling function* dan *wavelet function*. Berikut gambar *scaling function* dan *wavelet function* pada Coif3 dan Db4.



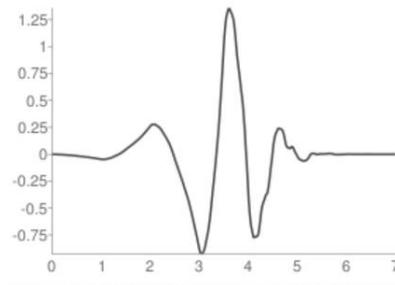
Gambar 1. Scaling Function Coif3



Gambar 2. Wavelet Function Coif3



Gambar 3. Scaling Function Db4



Gambar 4. Wavelet Function Db4

Universal Threshold

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 [13].

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

$$\hat{X} = \begin{cases} x, & |x| \geq t \\ 0, & |x| < t \end{cases} \quad (1)$$

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 [6].

$$\hat{X} = \begin{cases} \text{sign}(x)(|x| - t), & |x| \geq t \\ 0, & |x| < t \end{cases} \quad (2)$$

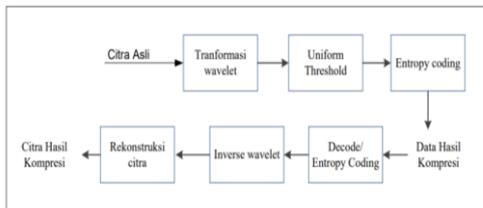
atau operator *signum* dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\hat{X} = \begin{cases} x - t & \text{jika } x \geq t \\ x + t & \text{jika } x \leq -t \\ 0 & \text{jika } |x| < t \end{cases} \quad (3)$$

Pengkodean Arithmetic

Arithmetic coding memberikan range atau interval pada setiap simbol antara nol sampai satu. Setiap range dibagi menjadi beberapa sub-range yang ukurannya sebanding dengan probabilitas. Semakin tinggi probabilitas suatu simbol, maka semakin tinggi pula range yang diberikan terhadap simbol tersebut. Pengkodean Arithmetic mengubah sebuah deret simbol input menjadi bilangan floating point. Semakin kompleks dan panjang pesan yang dikodekan, bit yang diperlukan untuk pengkodean semakin banyak. Output pengkodean Arithmetic adalah sebuah angka yang nilainya kurang dari satu dan lebih dari atau sama dengan nol. Angka ini di-decodekan untuk menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut. Untuk menghasilkan angka output tersebut, tiap simbol yang akan diencode diberi satu set nilai probabilitas [9], [10] garnita

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 5 Alur Kompresi Citra

Pada gambar 5 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

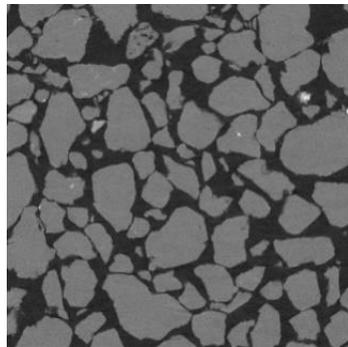
keluaran hasil transformasi. Langkah yang dilakukan adalah dengan menentukan suatu nilai (batas) yang disebut '*threshold*', nilai ini yang nantinya dipakai untuk menentukan koefisien yang akan diambil dari matriks hasil transformasi. Hasil pemberlakuan *threshold* akan dikodekan dengan pengkodean Arithmetic.

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan dua buah citra *grayscale* dengan dimensi masing-masing 256x256 piksel dan 600x600 piksel. Berikut adalah citra uji yang digunakan :



Gambar 6 Citra uji 1

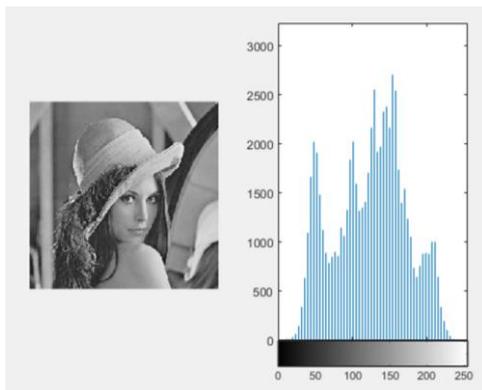


Gambar 7 Citra uji 2

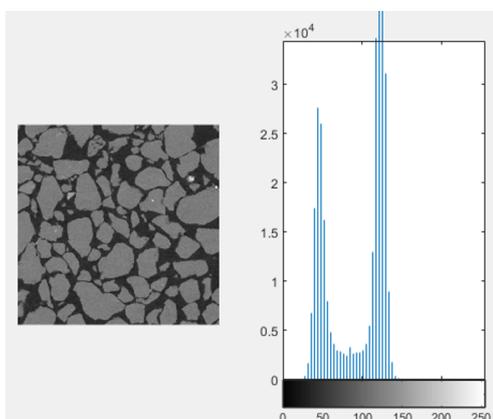
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan dua buah *grayscale*. Sebelum melakukan Analisa pada kedua citra uji perlu untuk mengetahui karakteristik derajat keabuan dari citra digital dalam bentuk histogramnya. Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari histogram akan didapatkan frekuensi kemunculan nisbi (relative) dari intensitas pada citra tersebut. Selain itu, histogram juga menunjukkan kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah citra. Oleh karena itu, histogram dapat digunakan sebagai salah

satu metode pengolahan citra yang bekerja secara kualitatif dan kuantitatif [4]. Masing-masing citra memiliki karakteristik histogram yang akan ditampilkan pada gambar 8 dan 9. Pada gambar 8 dan 9, sumbu horizontal menampilkan rentang nilai piksel citra dari 0 sampai 255, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan jumlah kemunculan nilai piksel. Nilai piksel tertinggi pada gambar 8 terletak pada intensitas piksel 150 dengan jumlah kemunculan mencapai hampir 2700. Pada citra uji 1 penyebaran piksel cenderung merata yang mengindikasikan bahwa citra uji memiliki banyak informasi yang cenderung berwarna keabuan. Pada gambar 9 nilai piksel terbanyak berada pada intensitas piksel 50 dan 150 yaitu mencapai 28.000 piksel dan 45.000 piksel, maka citra uji 2 mengandung sebagian warna gelap dan sebagian keabuan.



Gambar 8. Histogram Citra uji 1



Gambar 9. Histogram Citra uji 1

Hasil Pengujian

Berikut adalah tabel hasil pengujian dari kompresi citra pada citra uji.

Tabel 1 Hasil Kompresi Citra Uji 1

<i>Hard Threshold</i>		
	Rasio Kompresi (%)	PSNR (dB)
Coif 3	38.5352	37.9642
Db 4	42.3160	37.7869
<i>Soft Threshold</i>		
	Rasio Kompresi (%)	PSNR (dB)
Coif 3	42.4593	31.4728
Db 4	46.3473	31.2120

Tabel 2 Hasil Kompresi Citra Uji 2

<i>Hard Threshold</i>		
	Rasio Kompresi (%)	PSNR (dB)
Coif 3	68.5691	37.5432
Db 4	70.7614	36.6846
<i>Soft Threshold</i>		
	Rasio Kompresi (%)	PSNR (dB)
Coif 3	77.7123	32.6772
Db 4	79.7885	32.5282

Hasil dari pengujian ditampilkan pada tabel 1, dan 2, yaitu masing-masing menampilkan hasil pengujian data dalam bentuk rasio kompresi (%) dan kualitas citra rekonstruksi (dB) citra uji 1 dan 2 pada level dekomposisi 2. Masing-masing tabel citra uji menggunakan basis *wavelet Coiflet 3* dan *Daubechies 4* yang terbagi ke dalam *hard threshold* dan *soft threshold*. Dari tabel tersebut dapat dianalisa hasil dari masing-masing kondisi memiliki kelebihan dan kelemahan. Untuk analisis akan dibagi kedalam pengelompokan : rasio kompresi dari kedua basis *wavelet* baik pada kedua jenis *threshold*, kualitas citra rekonstruksi (PSNR) dari kedua basis *wavelet* baik pada kedua jenis *threshold*, rasio kompresi dari kedua jenis *threshold* baik pada kedua jenis *wavelet*, kualitas citra rekonstruksi (PSNR) dari kedua jenis *threshold* baik pada kedua jenis basis *wavelet*.

Salah satu parameter untuk mengukur kinerja suatu proses kompresi adalah rasio kompresi. Citra asli atau citra sebelum dikompresi akan dibandingkan dengan hasil

kompresi [3]. Pada tabel 1 diperoleh rasio kompresi yang lebih baik pada basis *wavelet* Db4, yaitu sebesar 42.316% pada *hard threshold* kemudian 46.347% pada *soft threshold*. Kemudian pada tabel 2 nilai rasio kompresi terbaik juga diperoleh oleh basis *wavelet* Db4 dengan nilai sebesar 70.76% pada *hard threshold* dan 79.79% pada *soft threshold*. Keunggulan Db4 dalam rasio kompresi disebabkan oleh sifatnya yang mampu dalam mempertahankan energi karena karakteristik ortogonalitasnya [12].

PSNR merupakan metode pengukuran perbedaan citra asli dengan citra hasil kompresi. Semakin besar nilai PSNR, semakin bagus kualitas kompresi. Nilai PSNR untuk kompresi lossy antara 30dB sampai 50 dB [2] [5]. Pada tabel 1 diperoleh PSNR yang lebih baik pada basis *wavelet* Coif3, yaitu sebesar 37.96 dB pada *hard threshold* kemudian 31.47 dB pada *soft threshold*. Kemudian pada tabel 2 nilai rasio kompresi terbaik juga diperoleh oleh basis *wavelet* Coif3 dengan nilai sebesar 37.54 dB pada *hard threshold* dan 32.67 dB pada *soft threshold*. Hal ini karena Coiflet memiliki sifat yang mendekati simetri sedangkan Daubechies memiliki sifat asimetri, dimana kelemahan dari sifat asimetri yaitu menyebabkan artefak di perbatasan sub-band *wavelet* [1].

Selanjutnya analisa tentang rasio kompresi pada *hard threshold* dan *soft threshold* pada kedua citra uji. Pada citra uji 1 yaitu data tabel 1 diperoleh hasil rasio kompresi pada *soft threshold* lebih tinggi dari *hard threshold* yaitu 42.46% pada basis Coif3 dan 46.35% pada basis Db4. Kemudian pada citra uji 2 juga diperoleh hasil rasio kompresi pada *soft threshold* lebih tinggi dari *hard threshold* yaitu 77.71% pada basis Coif3 dan 79.79% pada basis Db4. Hal ini disebabkan karena pada *soft threshold* untuk koefisien transformasi yang bernilai diatas nilai *threshold* (t) akan dikurangi oleh nilai t .

Untuk perbandingan kualitas citra (PSNR) pada *hard threshold* dan *soft threshold* juga terlampir pada tabel 1 dan 2. Pada citra uji 1 diperoleh PSNR pada *hard threshold* lebih tinggi dari *soft threshold* yaitu 37.96 dB pada basis Coif3 dan 37.78 dB pada basis Db4. Kemudian pada citra uji 2 juga diperoleh hasil PSNR pada *hard threshold* lebih tinggi dari *soft threshold* yaitu 37.54 dB pada basis Coif3 dan 36.68 dB pada basis Db4. Hal ini disebabkan karena pada *hard threshold* untuk nilai

koefisien transformasi yang lebih kecil dari nilai t akan menjadi nol, sedangkan nilai koefisien transformasi yang lebih besar dari t akan dilewatkan, sedangkan pada *soft threshold* koefisien yang lebih besar dari t akan dikurangi nilai t sehingga mendekati nol dan juga bersifat lebih continue namun memberi efek *smooth* pada citra yang dapat mengurangi kualitas citra. Pada seluruh citra uji nilai PSNR berada diatas 30 dB sehingga kualitas citra memenuhi standar kompresi.

SIMPULAN

Kompresi citra digital dengan metode DWT memiliki keunggulan dari metode pendahulunya. Penggunaan *threshold* membantu meningkatkan nilai rasio kompresi citra digital. Adanya jenis *threshold* memberikan keunggulan dan kelemahan tersendiri. Pada penelitian ini menganalisa rasio kompresi dan kualitas citra dari penerapan *hard threshold* dan *soft threshold* pada DWT Coif3 dan Db4 serta menggunakan entropy coding Arithmetic dengan pertimbangan kelebihan-kelebihan dari metode tersebut. Dari hasil pengujian diperoleh hasil yang ditampilkan pada table 1 dan 2 karena menggunakan dua citra uji. Dari hasil tersebut diperoleh untuk rasio kompresi yang lebih baik dicapai oleh basis *wavelet* Db4 karena karakternya yang mampu mempertahankan energi sehingga memiliki rasio kompresi yang baik. Sedangkan untuk *threshold* dicapai oleh *soft threshold* karena pada koefisien transformasi yang melebihi nilai *threshold* dikurangi oleh nilai *threshold* tersebut. Untuk kualitas citra rekonstruksi (PSNR) dicapai oleh basis Coif3 karena memiliki karakter mendekati simetri sehingga memiliki citra rekonstruksi mendekati citra aslinya berbeda dengan Db3 yang karakteristiknya asimetri. Kemudian untuk *threshold* yang memiliki PSNR lebih baik adalah *hard threshold* karena koefisien transformasi yang melebihi nilai *threshold* akan dilewatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.A.K. Pramita dan I. P. Y. Indrawan, "Analisa Orde Pada Discrete Wavelet Transform Untuk Aplikasi Kompresi Citra Medis," Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Vol. 7, No.2, Januari 2021, Hal. 13-18, 2021.
- [2] I. M. A. D. S. Atmaja, "Kompresi Citra Medis Menggunakan Packet Wavelet

- Transform Dan Run Length Encoding*,”
Jurnal Matrix, Vol.8, No. 1, Maret
2018, Hal. 10-15, 2018.
- [3] I G. A. G. D. Putri, I M. O. Widyantara, N. P. Sastra, D. M. Wiharta, “Kompresi Citra Medis dengan DWT dan Variable Length Code” Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 20, No. 2, Juli - Desember 2021, Hal. 187-194, 2021.
- [4] Putra, Darma, “Pengolahan Citra Digital (Edisi 1),” Yogyakarta:Andi, 2010.
- [5] Cheddad A., dkk, "Digital Image Steganography: Survey and Analysis of Current Methods. Signal Processing," vol. XC, no. 3, pp. 727752, 2010.
- [6] I.D.G.H. Rastama, dkk, "Medical Image Compression Techniques with Wavelet Discrete Transformation and Entropy Encoding," Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi Vol. 4, No.1, 2020.
- [7] A. Harianti, I.M.O. Widyantara, N.M.A.E.D. Wirastuti, "Evaluasi Kinerja Codec Citra Medis Berbasis Wavelet dan Entropy Coding," Vastuwidya Vol. 6, No.1, Februari 2023.
- [8] I.M.A. Virgiawan, I.M.O. Widyantara, R.S. Hartati, "Codec Citra Berbasis Fractal dan Entropy Coding," Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 18, No. 3, September – Desember 2019.
- [9] G. G. Langdon, “An Introduction to Arithmetic Coding”, IBM Journal of Research and Development, vol. 28 no. 2, pp. 135-149, Mar. 1984.
- [10] I.H. Witten, R. M. Neal, J. G. Cleary, “Arithmetic Coding for Data Compression”, Communication of the ACM, vol. 30 no. 6, pp 520-540, Jun. 1987
- [11] I. Daubechies, “Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelet”, Communication on Pure and Applied Mathematics, vol. 41 no. 7, pp. 909-996, Oct. 1998
- [12] M. Song, "Wavelet Image Compression," Mathematics Subject Classification. Primary 42C40, 1991.
- [13] Xiaofeng Wu, Shigang Hu, Zhiming Li, Zhijun Tang, Jin Li, Jin Zhao, "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, 2014