

ANALISA ORDE PADA *DISCRETE WAVELET TRANSFORM* UNTUK APLIKASI KOMPRESI CITRA MEDIS

D.A.K Pramita¹⁾ I Putu Yoga Indrawan²⁾

Program Studi Sistem Komputer¹⁾

Program Studi Teknik Informatika²⁾

STIMIK STIKOM Indonesia, Denpasar, Bali^{1) 2)}

pramita.wayu@stiki-indonesia.ac.id⁽¹⁾ yoga.indrawan@stiki-indonesia.ac.id⁽²⁾

ABSTRACT

In the current decade, digital image processing has experienced many developments. Image compression is a very important area of concern. In medical image applications, image compression plays a role in reducing the burden on digital image capacity which requires large storage space. Discrete Wavelet Transform (DWT) is one of the transformation methods owned by the jpeg 2000 image compression standard, which has the advantage of its predecessor jpeg method. The wavelet mathematical function is able to group the concentrated image energy into a small group of coefficients, while the other coefficient groups contain only a small amount of energy that can be removed. In its application, DWT has several types of mother wavelets. In this study, testing was limited to using two types of mother wavelets, namely Coiflet and Daubechies. The author observes the comparison of the wavelet order against the energy compaction and the reconstructed image quality (PSNR), so that the best mother wavelet results are obtained for the image being tested.

Keywords: *Discrete Wavelet Transform; Coiflet; Daubechies; Medical Image*

ABSTRAK

Pada decade saat ini, ilmu pengolahan citra digital telah mengalami banyak perkembangan. Kompresi citra merupakan salah satu bidang yang sangat penting untuk menjadi perhatian. Dalam aplikasi citra medis, kompresi citra berperan untuk meringankan beban kapasitas citra digital yang membutuhkan ruang penyimpanan yang besar. *Discrete Wavelet Transform* (DWT) merupakan salah satu metode transformasi yang dimiliki oleh standar kompresi citra jpeg 2000, yang memiliki keunggulan dari metode pendahulunya yang dimiliki oleh jpeg. Fungsi matematis wavelet mampu mengelompokkan energy citra terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energy yang dapat dihilangkan. Dalam penerapannya DWT memiliki beberapa jenis basis *wavelet*. Pada penelitian ini pengujian dibatasi menggunakan dua jenis basis *wavelet* yaitu *Coiflet* dan *Daubechies*. Penulis mengamati perbandingan orde wavelet terhadap *energy compaction* dan kualitas citra rekonstruksi (PSNR), sehingga diperoleh hasil basis *wavelet* yang terbaik terhadap citra yang diujikan.

Kata Kunci : *Discrete Wavelet Transform; Coiflet; Daubechies; Citra Medis*

PENDAHULUAN

Kompresi citra adalah pengurangan *redundancy* data agar citra dapat disimpan atau dikirim dalam ukuran yang lebih efisien. Dalam dunia medis kompresi citra sangat berperan penting karena dapat meringankan kapasitas ruang penyimpanan data maupun transmisi *telemedecine*. *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dapat digunakan pada skema kompresi citra medis karena beberapa keunggulan yang dimiliki, salah satunya yaitu DWT dapat menghasilkan rasio kompresi citra yang baik namun tetap menjaga kualitas dari citra yang terekonstruksi.

Pada perkembangannya, transformasi wavelet telah digunakan secara luas dalam pengolahan sinyal, dan secara khusus pada riset kompresi citra. Fungsi matematis wavelet mampu mengelompokkan energy citra terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energy yang dapat dihilangkan [12]. Dalam penerapannya DWT memiliki beberapa jenis *mother wavelet*, sehingga pada penelitian ini pengujian dibatasi menggunakan dua jenis *mother wavelet* yaitu *Coiflet* dan *Daubechies*. Penelitian ini mengamati perbandingan orde wavelet terhadap *energy compaction* dan kualitas citra rekonstruksi (PSNR), sehingga diperoleh hasil *mother wavelet* yang terbaik terhadap citra medis yang diujikan.

Adapun penelitian yang sudah mengkaji pengolahan citra menggunakan metode wavelet yaitu, penelitian yang dilakukan oleh J. Nancy dkk pada tahun 2013 yang berjudul “*Panoramic Dental X-Ray Image Compression using Wavelet Filters*”, dimana penelitian ini menggunakan basis Haar, Daubechies, serta Wavelet Integer. Kemudian penelitian pada tahun 2015 yang berjudul “Kompresi Citra Medis dengan Wavelet Packet.”, yang dilakukan oleh Atmaja, dimana penelitian ini membahas tentang kompresi citra medis menggunakan Wavelet Packet. Penelitian pada tahun 2016 yang berjudul “*Selection of Mother Wavelet for Medical Image Compression*”, yang dilakukan oleh I Made Oka Widyantara, dkk yaitu penelitian ini menganalisa pemilihan basis wavelet untuk kompresi citra medis

dengan basis *Coiflet* dan *Symlet*. Penelitian penulis pada tahun 2017 yang berjudul “Analisa *Energy Compaction* Pada Dekomposisi Wavelet” yaitu penulis membahas tentang analisa *energy compaction* terhadap level dekomposisi pada citra medis yang telah ditransformasi menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT). 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* dan diujikan pada *hard* dan *soft threshold*.

TINJAUAN PUSTAKA

Discrete Wavelet Transform (DWT)

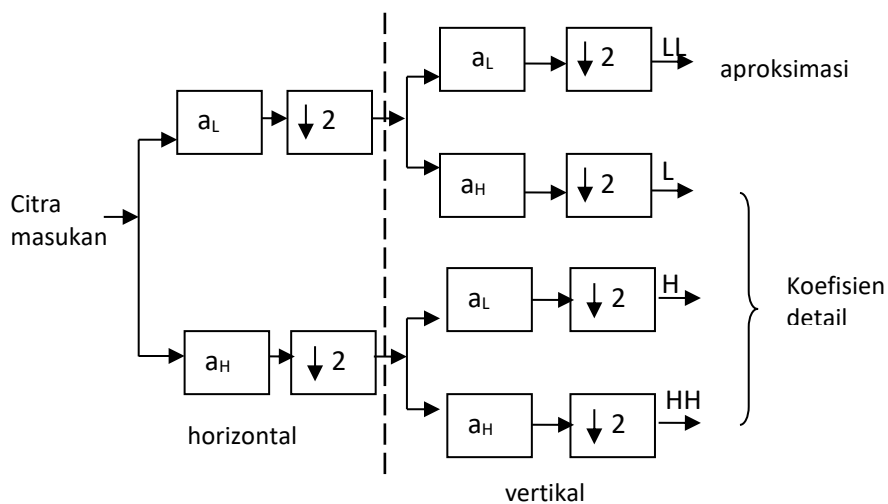
Discrete wavelet transform merupakan dekomposisi citra pada frekuensi *subband* citra yang dihasilkan dengan cara penurunan *level* dekomposisi. Dalam DWT, penggambaran sebuah skala waktu sinyal digital didapatkan dengan teknik filterisasi digital. Teknik ini melewati sinyal yang akan dianalisis pada 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*) [2].

Sebuah sinyal harus dilewatkan dalam dua filterisasi DWT yaitu *highpass filter* dan *lowpass filter* agar frekuensi dari sinyal tersebut dapat dianalisis. Analisa sinyal dilakukan terhadap hasil filterisasi *highpass filter* untuk menganalisa frekuensi tinggi dan *lowpass filter* untuk menganalisa frekuensi rendah. Analisis terhadap frekuensi dilakukan dengan cara menggunakan resolusi yang dihasilkan sebuah sinyal yang dilewati filterisasi. Analisis frekuensi yang berbeda dengan menggunakan resolusi yang berbeda inilah yang disebut dengan *multi-resolution analysis* [11].

Dari Gambar 1, terlihat bahwa 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 filtering* (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 [8].



Gambar 1 Proses Dekomposisi DWT

Parameter Pengukuran Kualitas Kompresi Citra

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

a. Energy Compaction

Pemadatan energi adalah pemadatan sinyal informasi ke koefisien DWT untuk menghilangkan koefisien dengan amplitudo rendah tanpa menunjukkan distorsi visual pada gambar yang direkonstruksi. Energi yang dipadatkan ke dalam beberapa koefisien DWT akan menghasilkan kompresi gambar tingkat

tinggi, [9]. Energi di setiap sub band bisa dihitung sebagai berikut

$$E = \frac{\sum C_s}{C^2} \times 100\% \quad (2.1)$$

dimana,

E = energi masing-masing sub-band

Cs = koefisien pada sub-band

C = seluruh koefisien transformasi

b. PSNR (Peak Signal-To-Noise Ratio)

PSNR dihitung untuk mengukur perbedaan antara citra semula dengan citra hasil kompresidengan rumus:

$$\text{PSNR} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{b}{mse} \right) \quad (2.2)$$

Nilai b adalah nilai sinyal terbesar (pada citra hitam-putih, $b = 255$) dan MSE adalah akar pangkat dua dari selisih antara citra semula dengan citra hasil pemampatan. Nilai mse dihitung dengan rumus:

$$\text{MSE} = \sqrt{\frac{1}{L \times T} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (f_{ij} - f'_{ij})^2} \quad (2.3)$$

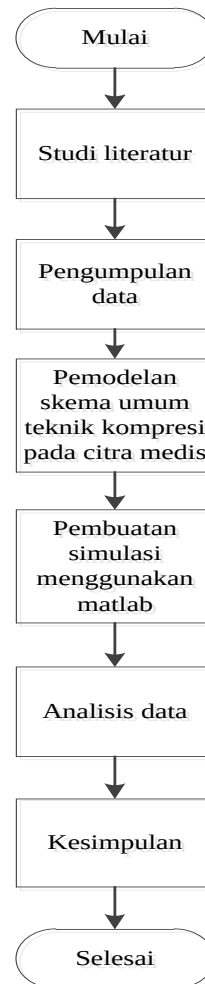
dimana, L adalah lebar, T adalah tinggi, f dan f' masing-masing menyatakan nilai piksel citra semula dan nilai piksel citra hasil pemampatan. Kualitas citra dianggap rendah bila nilai PSNR-nya kurang dari 30db dan kualitas citra dianggap tinggi bila nilai PSNR-nya di atas 40db [3].

METODE

Gambaran umum

Penelitian ini membahas tentang analisa orde wavelet pada kompresi citra medis. Gambar 2 menjelaskan tentang gambaran umum kerangka kerja dari seluruh proses. Tahap pertama adalah studi literatur dari topik terkait. Setelah melakukan studi literatur penulis mengumpulkan data citra input. Berikutnya melakukan pemodelan skema umum teknik kompresi citra yang dituangkan kedalam program simulasi Matlab. Setelah terbentuk program simulasi dilakukan penarikan data kemudian dari data tersebut

dilakukan analisa dan pembahasan, kemudian kesimpulan.



Gambar 2. Kerangka kerja

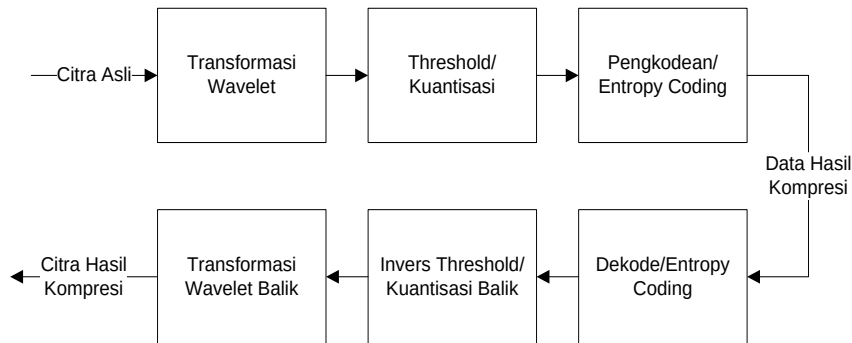
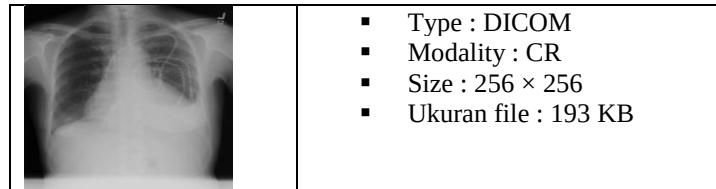
Pengumpulan Data

Sumber Data

Berikut adalah citra medis yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 1 Data Sheet Citra Medis

Citra Medis	Spesifikasi
	▪ Type : DICOM ▪ Modality : OT ▪ Size : 256 × 256 ▪ Ukuran file : 193 KB



Gambar 3 Diagram Kompresi Citra

Perancangan dan Penyusunan Program Simulasi

Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan dibedakan menjadi dua yakni :

- a. Perangkat keras berupa *Notebook* dengan spesifikasi *processor* Intel Pentium Gold, RAM 4GB.
- b. Perangkat lunak berupa program simulasi MATLAB versi R2010b.

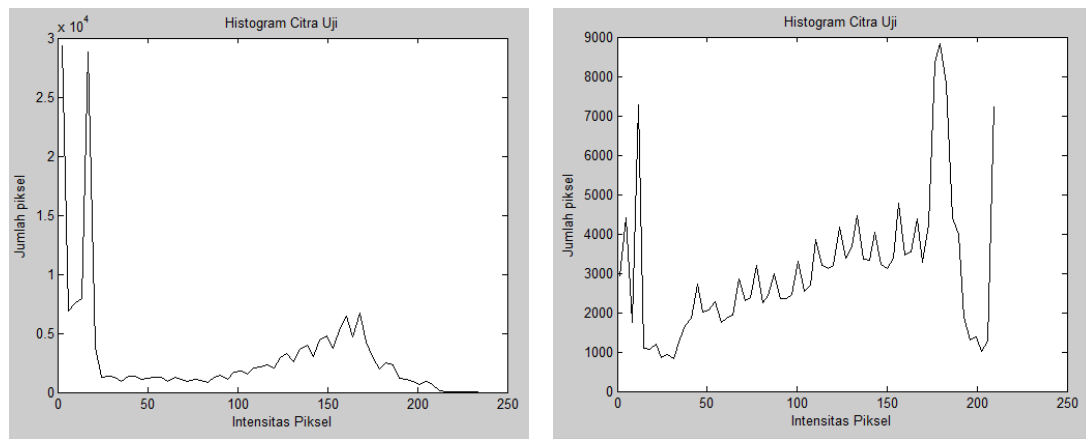
Pemodelan Kompresi Citra

Pemodelan kompresi citra ditampilkan pada gambar 3, yaitu citra melalui proses transformasi wavelet dengan level dekomposisi yang ditentukan dimana pada penelitian ini menggunakan level 1, sehingga diperoleh koefisien wavelet. Selanjutnya koefisien wavelet dilewatkan pada nilai threshold yang ditetapkan 10 pada penelitian ini, kemudian barulah melalui tahap encoding dan diperoleh data terkompresi. Untuk proses rekonstruksi merupakan kebalikan dari proses sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Citra Uji

Pada penelitian ini menggunakan dua buah citra medis grayscale. Masing-masing citra memiliki karakteristik histogram yang akan ditampilkan pada gambar 4. Pada gambar 4a. sumbu horizontal menampilkan rentang nilai piksel citra dari 0 sampai 255, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan jumlah kemunculan nilai piksel. Nilai piksel terbanyak berada pada frekuensi rendah berkisar di antara nilai 25 dengan jumlah kemunculan mencapai hampir 30000. Selain itu, cukup banyak terdapat piksel berfrekuensi tinggi berkisar antara 100 sampai 200 yang mengindikasikan bahwa citra uji memiliki banyak informasi yang cenderung berwarna keabuan. Pada gambar 4b. nilai piksel terbanyak berada pada frekuensi tinggi yaitu mencapai 90000 piksel, sedangkan pada frekuensi rendah mencapai 70000 piksel dan diantaranya mencapai 50000 piksel, maka citra uji 2 berifat lebih terang.



(a)

(b)

Gambar 4. (a) Histogram citra uji 1 (b) Histogram citra uji 2

Tabel 1. *Energy Compaction* tertinggi pada citra uji 1 dan 2

Citra	LL	HL	LH	HH
1	99.8014	0.0717	0.1206	0.0063
2	99.98	0.0101	0.0083	0.0016

Tabel 2. *Energy Compaction (%)* pada *sub-band approximation* citra uji 1

Citra 1	coif1	coif2	coif3	coif4	coif5	db2
	99.4111	99.4961	99.5218	99.5287	99.5372	99.5198
	db3	db4	db5	db6	db7	db8
	99.7179	99.8014	99.7154	99.5403	99.4038	99.3932
	db9	db10	db11	db12	db13	db14
	99.5024	99.6505	99.7404	99.7217	99.6148	99.4917
	db15	db16	db17	db18	db19	db20
	99.4307	99.4643	99.5649	99.6652	99.7018	99.6557

Tabel 3. *Energy Compaction (%)* pada *sub-band approximation* citra uji 2

Citra 2	coif1	coif2	coif3	coif4	coif5	db2
	99.9719	99.9767	99.9779	99.9758	99.9745	99.9677
	db3	db4	db5	db6	db7	db8
	99.9755	99.9799	99.98	99.9775	99.9749	99.9738
	db9	db10	db11	db12	db13	db14
	99.9736	99.9746	99.9757	99.9752	99.9734	99.971
	db15	db16	db17	db18	db19	db20
	99.9691	99.9702	99.972	99.9735	99.974	99.9732

Tabel 4. PSNR (db) pada citra uji 1

Citra 1	coif1	coif2	coif3	coif4	coif5	db2
	44.9735	45.2175	45.264	45.1697	45.1113	44.8441
	db3	db4	db5	db6	db7	db8
	45.0789	45.0928	45.1979	45.1834	45.1176	44.9686
	db9	db10	db11	db12	db13	db14
	44.9545	44.9126	44.838	44.7638	44.7677	44.7194
	db15	db16	db17	db18	db19	db20
	44.6869	44.5656	44.3908	44.4182	44.4416	44.3722

Tabel 5. PSNR (db) pada citra uji 2

Citra 2	coif1	coif2	coif3	coif4	coif5	db2
	45.0037	45.4609	45.5296	45.5278	45.556	45.0451
	db3	db4	db5	db6	db7	db8
	45.4575	45.3663	45.4114	45.4629	45.3258	45.2932
	db9	db10	db11	db12	db13	db14
	45.3443	45.2835	45.2262	45.2825	45.3259	45.1352
	db15	db16	db17	db18	db19	db20
	45.1701	45.2166	45.0941	45.1203	45.1098	45.0349

Hasil dan Analisa

Hasil dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel, pada tabel 1, 2, dan 3 menampilkan *energy compaction* pada citra uji 1 dan 2 pada level dekomposisi 1. Pada tabel 1 menampilkan *energy compaction* tertinggi pada masing-masing citra uji dimana db4 untuk citra uji 1 dan db5 untuk citra uji 2. Pada table tersebut terdapat sub-band LL untuk mewakili energi pada koefisien aproksimasi, sub-band HL mewakili energi pada koefisien detail horizontal, sub-band LH mewakili energi pada koefisien detail vertikal, dan sub-band HH mewakili energi pada koefisien detail diagonal. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa *energy* pada sub-band LL memiliki nilai tertinggi dibandingkan sub-band lainnya, hal ini karena sub-band tersebut mewakili informasi menyerupai citra asli pada resolusi rendah menurut level dekomposisinya [4].

Untuk tabel 2 dan 3 menampilkan perbandingan *energy compaction* pada *sub-band* aproksimasi untuk masing-masing basis wavelet, sedangkan tabel 4 dan 5 menampilkan

perbandingan kualitas citra rekonstruksi (PSNR). Dari tabel 2 dan 3 diperoleh hasil perbandingan *energy compaction* tertinggi pada *sub-band* aproksimasi, untuk citra uji 1 diperoleh menggunakan basis db4 dan citra uji 2 menggunakan basis db5, akan tetapi tabel 4 dan 5 menunjukan nilai PSNR tertinggi citra uji 1 dicapai dengan menggunakan coif 3 dan citra uji 2 dengan coif 5. 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 [10], sehingga koefisien citra yang terdistorsi pada *Coiflet* jumlahnya lebih sedikit dibandingkan *Daubechies* maka kualitas citra rekonstruksi (PSNR) dari *Coiflet* cenderung lebih terjaga.

SIMPULAN

DWT telah digunakan secara luas pada kompresi citra karena keunggulan yang dimiliki yaitu mampu mempertahankan kualitas citra dengan nilai rasio kompresi yang baik. Banyaknya basis yang dimiliki dengan

karakteristiknya masing-masing menjadi tantangan untuk menentukan pilihan yang terbaik. Pada penelitian ini membandingkan basis *Coiflet* dan *Daubechies* dan diperoleh hasil bahwa basis *Coiflet* menghasilkan kualitas citra yang lebih baik akan tetapi *Daubechies* menghasilkan *energy compaction* lebih tinggi, hal ini disebabkan karena sifat simetris dari kedua basis dimana *Coiflet* lebih mendekati simetris sedangkan *Daubechies* asimetris sehingga *Coiflet* lebih mampu menjaga kualitas citra hasil kompresi, akan tetapi hal tersebut juga sesuai karakteristik citra yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmaja, 2015. Kompresi Citra Medis dengan Wavelet Packet. Denpasar : Teknik Elektro Universitas Udayana
- [2] Budiman, A., 2013. Kompresi Citra Medis Menggunakan Metode Wavelet. *Agritek*.
- [3] Cheddad A., dkk, 2010. Digital Image Steganography: Survey and Analysis of Current Methods. *Signal Processing* , vol. XC, no. 3, pp. 727752, 2010
- [4] D.A.K Pramita, dkk , 2017. Analisa Energy Compaction Pada Dekomposisi Wavelet. *Semnasvoktek*
- [5] I.D.G.H. Rastama, dkk, 2020. Medical Image Compression Techniques with Wavelet Discrete Transformation and Entropy Encoding. Denpasar : Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi.
- [6] I M. O. Widyantara, dkk, 2016. Selection of Mother Wavelet for Medical Image Compression.. Denpasar : Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana
- [7] Nancy J , Wilson J, Vinoth Kumar K, 2013. Panoramic Dental X-Ray Image Compression using Wavelet Filters. India: College of Engineering and Technology ,Tamil Nadu.
- [8] Ruchika, 2012. Compression of Medical Images Using Wavelet Transform. *International Journal of Soft Computing and Engineering(IJSCE)*. ISSN : 2231-2307, Volume : 2.
- [9] R. Kumar, S. Mitra, T. Karp, and B. Nutter (2003). Adaptive Wavelet Filter Design for Optimized Image Source Encoding. *International Conference on Information Technology (ITCC)*.
- [10] S. Grgic, 2001. Performance analysis of image compression using wavelets. *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, vol. 48, no. 3.
- [11] S. Tena, 2012. "Image Echacement Menggunakan Metode Linear Filtering Dan Stationary Wavelet Transform, Kupang:Rineka Cipta
- [12] Sutarno, 2010. Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet pada Pengenalan Citra Wajah. Universitas Sriwijaya : Fakultas Ilmu Komputer.