

KOMPRESI HUFFMAN PADA DWT-SVD BERBASIS WATERMARKING CITRA MEDIS DENGAN WATERMARK TERKOMPRESI MENGGUNAKAN COMPRESSIVE SENSING

HUFFMAN COMPRESSION ON FWT-SVD BASED MEDICAL IMAGE WATERMARKING WITH COMPRESSED WATERMARK USING COMPRESSIVE SENSING

Irvan Ragil Boesandi¹, Efri Suhartono S.T., M.T.², Irma Safitri S.T., MSc.³
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
 Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia

Irvanragil@student.telkomuniversity.ac.id, Efrisuhartono@telkomuniversity.ac.id ³
irmasaf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Proses pengiriman dan perlindungan informasi merupakan masalah yang sering dihadapi di era perkembangan teknologi informasi saat ini. Salah satu cara untuk menyelesaikan masalah ini yaitu menggunakan teknik kompresi dan watermarking pada data rahasia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam tugas akhir ini rancang sistem image watermarking yang didalamnya terdapat teknik kompresi dan dekompresi. Untuk teknik kompresi menggunakan metode *Huffman encoding* dan dekompresi menggunakan *Huffman decoding*. selain itu, digunakan juga *Compressive sensing* sebagai kompresi di sisi citra watermarknya dan mengkombinasikan transformasi *Discrete Waveket Transform (DWT)* dengan *Singular Value Decomposition (SVD)*.

Hasil akhir dari penelitian ini yaitu, rasio kompresi diatas 50 %, parameter SSIM =1. Pada saat dilakukan pengujian pengaruh *compressive sensing* maka pengujian dengan menggunakan CS menghasilkan nilai MSE 0,172 dan PSNR =55,75 sedangkan pengujian tanpa menggunakan CS menghasilkan nilai MSE = 0,117 dan PSNR =57,2.

Kata Kunci : *Compressive Sensing, Discrete Waveket Transform (DWT), Singular Value Decomposition (SVD), Huffman Coding*

Abstract

The process of sending and protecting information is a problem that is often faced by the development of information technology today. One way to solve this problem is to use compression and watermarking techniques on confidential data.

Based on the problem, in this final project design watermarking image system in which there is compression and decompression technique. For compression techniques use *Huffman encoding* and decompression methods using *Huffman decoding*. In addition, *compressive sensing* is used as compression on the watermark image side and combines *Discrete Waveket Transform (DWT)* transformation with *Singular Value Decomposition (SVD)*.

The end result of this research is, compression ratio above 50%, parameter SSIM = 1. At the time of testing the influence of *compressive sensing* then the test using CS yields the value of MSE 0.172 and PSNR = 55.75 while testing without using CS yields the value of MSE = 0.117 and PSNR = 57.2.

Keywords: *Compressive Sensing, Discrete Waveket Transform (DWT), Singular Value Decomposition (SVD), Huffman Coding*

1. Pendahuluan

Di era perkembangan teknologi informasi yang sangat cepat ini membuat proses komunikasi, pengiriman dan perlindungan data menjadi semakin dibutuhkan. Hal tersebut berdampak pada penggunaan citra digital di dunia medis. Di dalam dunia medis terdapat beberapa metode pengambilan citra *digital* yang biasa digunakan di bidang kedokteran, diantaranya Sinar-X (X-rays), *Computed Tomography (CT)*, Pencitraan Resonansi Magnetik (*Magnetic Resonance Imaging*), Pencitraan dengan radiasi nuklir dan pencitraan dengan USG (*Ultrasonography*) [1].

Pada Citra medis umumnya terdapat informasi yang sangat penting, oleh karena itu dibutuhkan sebuah perlindungan data medis untuk menghindari penyalahgunaan data medis dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab seperti pemalsuan data medis, penduplikasian dan lain sebagainya. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan teknik *watermarking*. *Watermarking* yaitu proses perlindungan hak cipta dari suatu objek dengan memberikan tanda didalam objek tersebut.

Selain perlindungan data medis, umumnya citra medis memiliki ukuran yang sangat besar, hal ini menimbulkan permasalahan pada proses pengiriman yang membutuhkan waktu lama dan kebutuhan akan

penyimpanan yang sangat besar. hal tersebut mengakibatkan munculnya kebutuhan kompresi pada citra medis[3]. Kompresi adalah proses pengkodean (*encoding*) dengan menggunakan bit yang lebih sedikit dari aslinya.

Pada penelitian ini. Dibuat sistem *Watermarking* yang didalamnya terdapat teknik kompresi. Pada teknik kompresi digunakan metode *huffman coding*, hasil yang didapat dari langkah ini yaitu rasio kompresi dan parameter *Structural Similarity Index* (SSIM). Sedangkan pada sistem *watermarking*, dilakukan analisis terhadap kualitas *watermark image* hasil ekstraksi yang dihasilkan dengan melakukan perhitungan parameter performansi seperti *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Main Square Error* (MSE).

2. Dasar Teori

2.1 Watermarking

Watermarking yaitu proses perlindungan hak cipta dari suatu objek dengan memberikan tanda didalam objek tersebut. Tanda yang disisipkan disebut dengan *watermark*. *Watermark* dapat berupa audio, teks, video dan citra[14].

Pada citra medis, teknik *watermaking* sangat dibutuhkan untuk melindungi hak cipta dari perbuatan yang kurang bertanggung jawab seperti pencurian data pasien, penduplikasi data citra medis dan lain sebagainya. Hal ini dapat merugikan hak privasi pada pasien.

2.2 Citra Medis

Citra medis yaitu citra yang menggambarkan bagian tubuh manusia yang dihasilkan menggunakan teknologi pada dunia medis untuk tujuan tertentu. Dalam dunia medis terdapat beberapa metode pengambilan citra medis yang biasa digunakan, diantaranya Sinar-X (X-rays), *Computed Tomography* (CT), Pencitraan Resonansi Magnetik (*Magnetic Resonance Imaging*), Pencitraan dengan radiasi nuklir dan pencitraan dengan USG (*Ultrasonography*) [1].

2.3 Kompresi Citra

Kompresi adalah proses pengkodean (*encoding*) informasi dengan menggunakan bit yang lebih sedikit dengan aslinya. Teknik kompresi dibagi menjadi 2 yaitu *loseless* dan *lossy*. *Loseless* adalah Teknik kompresi yang menghasilkan data tanpa menghilangkan informasi satupun dari informasi citra sedangkan *lossy* adalah Teknik kompresi merubah ukuran file citra menjadi lebih kecil dengan menghilangkan beberapa informasi pada citra yang asli.

2.4 Compressive Sensing

Compressive sensing atau pencuplikan kompresif adalah metode kompresi dengan melakukan pengambilan beberapa *sample* pada transformasi proyeksi yang digunakan. Terdapat dua transformasi penting di dalam *compressive sensing*, diantaranya *projectio transform* dan *sparsity transform*.

2.5 Discrete Wavelet Transform (DWT)

Discrete wavelet transform (DWT) mulai dikembangkan pada tahun 1976 dengan teknik dekomposisi sinyal waktu diskrit [8]. Secara umum *Discrete wavelet transform* (DWT) adalah dekomposisi citra pada frekuensi *subband* citra. Komponen tersebut dihasilkan dengan cara menurunkan level dekomposisi. Penggambaran skala waktu sinyal digital pada *Discrete wavelet transform* (DWT) dengan cara melakukan teknik filterisasi *digital*. Teknik ini dilakukan dengan melewatkan sinyal yang akan dianalisis didalam filter pada frekuensi dan skala yang berbeda [8].

2.6 Singular Value Decomposition (SVD)

Singular Value Decomposition atau yang biasa disingkat dengan SVD adalah generalisasi dari dekomposisi suatu nilai eigen yang digunakan dalam proses analisa matriks segi empat. Pada penggunaannya Dekomposisi eigen dapat menyederhanakan kedalam 2 bagian matrik. Sedangkan SVD akan melakukan proses dekomposisi dengan menghasilkan 3 matriks yang sederhana terdiri dari 1 matriks diagonal dan 2 matriks orthogonal[15].

2.7 Huffman Coding

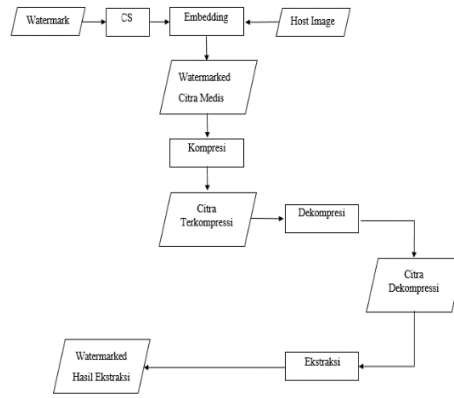
Huffman coding adalah suatu metode dari *entropy coding*. Didalam *huffman coding* panjang blok dari sumber dipetakan menjadi blok berdasarkan panjang variabelnya atau disebut dengan *fixed to variabel-length coding*. Didalam variabel *length* sinkronisasi merupakan suatu masalah. Hal tersebut berarti harus ada suatu solusi untuk memecahkan urutan biner yang diterima oleh *codeword*.

3. Perencanaan dan Implementasi Sistem

3.1 Perencanaan

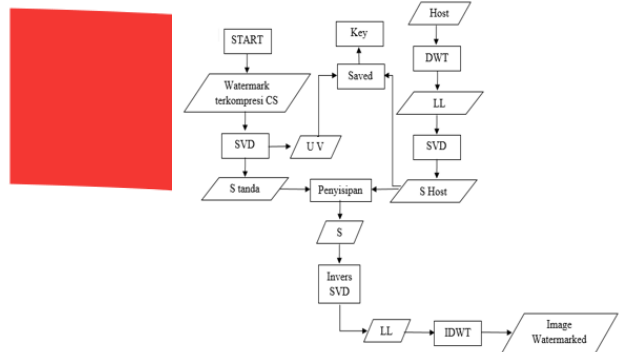
Secara umum, pada penelitian ini akan dirancang sistem image watermarking yang didalamnya terdapat teknik kompresi. Citra yang dikompresi adalah citra yang telah terwatermarked dan dikompresi menggunakan metode *huffman coding*. Sedangkan untuk watermark image menggunakan teknik *compressive sensing* sebagai teknik kompresi dan OMP sebagai teknik untuk melakukan rekonstruksi.

3.1.1 Model Sistem



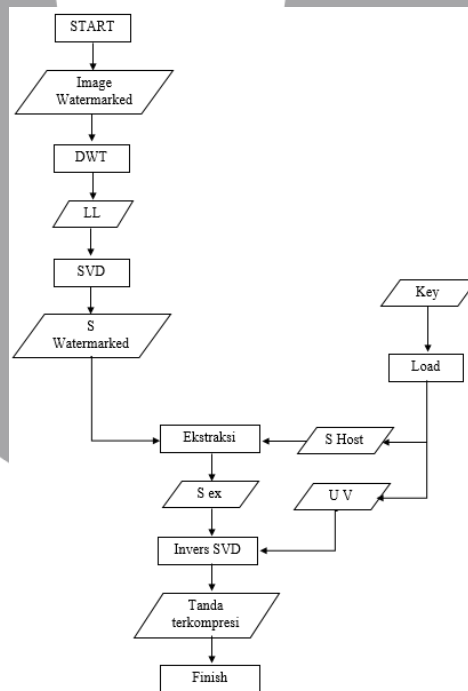
Gambar 3.1 Diagram Alir Model Sistem

3.1.2 Proses Embedding



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Embedding

3.1.3 Proses Ekstraksi



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Ekstraksi

3.2 Parameter Performansi

3.2.1 Main Square Error (MSE)

MSE adalah salah satu cara untuk menghitung kualitas citra yang dihasilkan pada sistem yang telah dibuat. Yang dinyatakan dalam persamaan berikut [4] :

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} [f(i,j) - g(i,j)]^2$$

3.2.2 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas citra hasil ekstraksi pada sistem yang dibuat. Berikut persamaan untuk mencari nilai PSNR [4] :

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}$$

3.2.3 Structural Similarity Index (SSIM)

Untuk mendapatkan nilai *similarity* antara citra hasil dekomresi dengan citra asli sebelum dilakukan proses kompresi. SSIM dapat dihitung melalui persamaan dibawah ini :

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

Nilai SSIM yaitu antara 0 sampai dengan 1, dimana jika hasil perhitungan semakin mendekati 1 maka dapat dikatakan citra hasil dekomresi sama persis dengan citra aslinya.

3.2.4 Rasio kompresi

Rasio Kompresi adalah besarnya ukuran presentase data yang berhasil dikompres. Besarnya rasio kompresi dapat di peroleh melalui persamaan berikut :

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{\text{ukuran awal} - \text{ukuran akhir}}{\text{ukuran akhir}} \times 100 \%$$

3.3 Implementasi Sistem

Dalam pembuatan tugas akhir ini, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai pendukung penelitian. Diantaranya :

3.3.1 Perangkat keras

Pada penelitian ini, perangkat keras yang digunakan adalah :

1. *Processor* : AMD Dual Core A9-9420, up to 3,6 Ghz
2. *Memory* : 4GB
3. *Harddisk* : 500 GB

3.3.2 Perangkat lunak

Spesifikasi *software* yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. *Operating System* : Windows 10 pro
2. *Programming Tools* : Matlab (R2017a)

4. Hasil dan Diskusi

4.1 Skenario pengujian

Pada penelitian ini, penulis membuat skenario berupa sistem *Image Watermarking* yang didalamnya terdapat teknik kompresi. Untuk teknik kompresi dilakukan dengan menggunakan *Huffman Encoding* sebagai Metode kompresi Citra *Host* yang telah disisipkan *Watermark Image* dan *Huffman Decoding* sebagai teknik untuk melakukan deskompresi pada citra yang telah terkompresi.

Pada sistem *Image Watermarking*, diuji pengaruh teknik *compressive sensing* terhadap parameter *main square error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Penelitian ini menggunakan 3 jenis *Watermark Image* dengan resolusi 256 x 256. Setiap *watermark image* yang disisipkan akan melalui proses *Compressive Sensing* yang bertujuan untuk mengatur besarnya *watermark image* yang akan disisipkan ke Citra *Host*.

4.2 Kompresi Citra

Pada skenario ini, dilakukan kompresi pada Citra *Host* yang telah disisipkan dengan *Watermark Image*. Kompresi ini bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan pada memori dan dapat mempercepat proses pengiriman data.

Pada tahap ini, akan dilakukan pengujian kompresi dan dekomresi yang bertujuan untuk mengetahui rasio kompresi yang dihasilkan, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian serta parameter performansi *Structural Similarity Index* (SSIM).

4.2.1 Pengujian Kompresi Citra

4.2.1.1 Pengujian menggunakan citra *host* A

Tabel 4.1 Hasil kompresi citra *host* A

Resolusi	Citra <i>Host</i> A		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1

128 x 128	48 Kbytes	15 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	56 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	221 Kbytes	1

4.2.1.2 Pengujian menggunakan citra *host B*

Tabel 4.2 hasil kompresi citra *host B*

Resolusi	Citra <i>Host B</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	14 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	52 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	203 Kbytes	1

4.2.1.3 Pengujian menggunakan citra *host C*

Tabel 4.3 hasil kompresi citra *host C*

Resolusi	Citra <i>Host C</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	13 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	48 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	202 Kbytes	1

4.2.1.4 Pengujian menggunakan citra *host D*

Tabel 4.4 hasil kompresi citra *host D*

Resolusi	Citra <i>Host D</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	12 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	17 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	63 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	249 Kbytes	1

4.2.1.5 Pengujian menggunakan citra *host E*

Tabel 4.5 Hasil kompresi citra *host E*

Resolusi	Citra <i>Host E</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	5 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	16 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	62 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	241 Kbytes	1

4.2.1.6 Pengujian menggunakan citra *host F*

Tabel 4.6 hasil kompresi citra *host F*

Resolusi	Citra <i>Host F</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	5 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	15 Kbytes	1

256 x 256	192 Kbytes	57 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	275 Kbytes	1

4.2.1.7 Pengujian menggunakan citra *host G*

Tabel 4.7 hasil kompresi citra *host G*

Resolusi	Citra <i>Host G</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	14 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	51 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	206 Kbytes	1

4.2.1.8 Pengujian menggunakan citra *host H*

Tabel 4.8 hasil kompresi citra *host H*

Resolusi	Citra <i>Host H</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	13 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	48 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	203 Kbytes	1

4.2.1.9 Pengujian menggunakan citra *host I*

Tabel 4.9 hasil kompresi citra *host I*

Resolusi	Citra <i>Host I</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	5 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	15 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	57Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	229 Kbytes	1

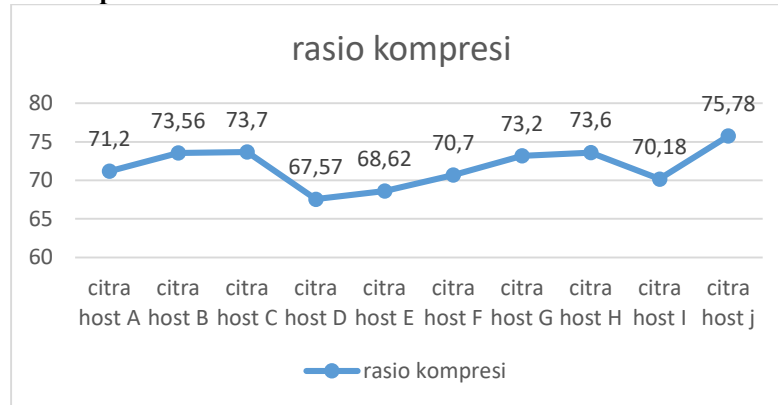
4.2.1.10 Pengujian menggunakan citra *host J*

Tabel 4.10 hasil kompresi citra *host J*

Resolusi	Citra <i>Host I</i>		SSIM
	Ukuran Awal	Ukuran Akhir	
64 x 64	12 Kbytes	4 Kbytes	1
128 x 128	48 Kbytes	12 Kbytes	1
256 x 256	192 Kbytes	40 Kbytes	1
512 x 512	768 Kbytes	186 Kbytes	1

Berdasarkan pengujian 10 citra *host* yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kompresi menggunakan huffman coding mendapatkan hasil ukuran akhir citra yang lebih kecil dan bersifat *loseless*

4.2.2 Pengujian rasio kompresi



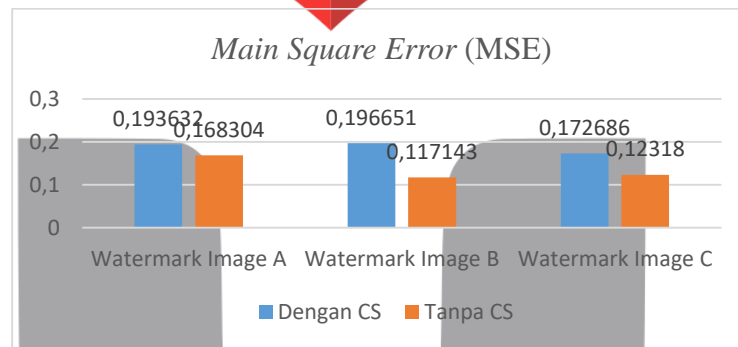
Gambar 4.1 hasil rasio kompresi pada resolusi 512x 512

Pada pengujian dengan resolusi 512 x 512, citra *host J* menghasilkan rasio kompresi terbesar yaitu 75,78 % sedangkan citra *host D* menghasilkan rasio kompresi terkecil yaitu 67,57 %.

4.3 Pengujian pengaruh teknik *Compressive Sensing* terhadap parameter performansi *Main Square Error* (MSE).

4.3.1 Pengujian parameter MSE pada citra *host A*

Pada pengujian ini, digunakan citra *host A* dengan resolusi 512 x 512 yang akan disisipkan dengan *watermark image A, B dan C* dengan resolusi 256 x 256. Berikut hasil pengujian yang sudah dilakukan:



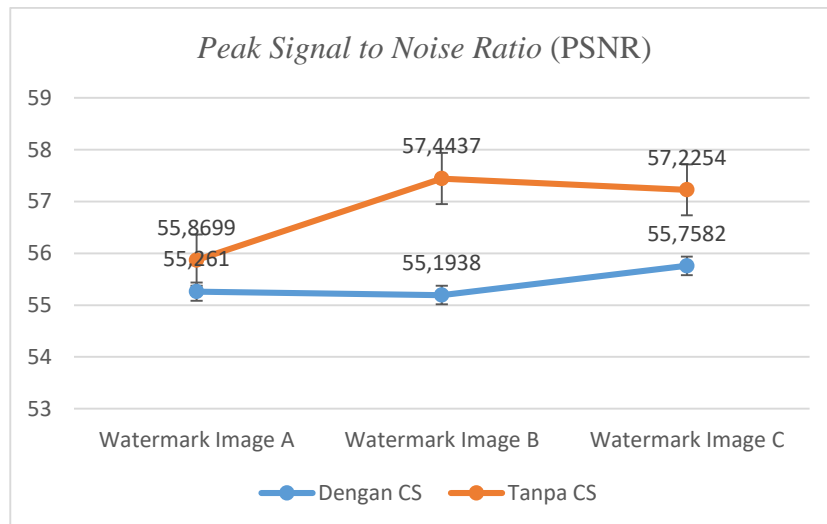
Gambar 4.2 Hasil pengujian parameter MSE pada citra *host A*

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan menggunakan citra *host A*, *compressive sensing* sangat berpengaruh terhadap parameter MSE. Pada pengujian menggunakan CS *watermark image C* menghasilkan nilai MSE terbaik yaitu mendekati 0, sedangkan pengujian tanpa menggunakan CS *watermark image B* menghasilkan nilai MSE terbaik yaitu 0,117143.

4.4 Pengujian pengaruh teknik *Compressive Sensing* terhadap parameter performansi *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).

4.4.1 Hasil pengujian parameter PSNR pada citra *host A*

Pada pengujian ini, digunakan citra *host A* dengan resolusi 512 dan 3 jenis *watermark image*. Berikut hasil pengujian yang sudah dilakukan:



Gambar 4.28 Hasil pengujian parameter PSNR pada citra *host A*

Berdasarkan gambar diatas, pengujian dengan menggunakan *watermark image B* dan tanpa CS menghasilkan nilai PSNR terbaik yaitu 57,443. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa CS sangat berpengaruh terhadap nilai parameter PSNR yang dihasilkan.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa dengan beberapa skenario yang sudah dibuat, maka pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. *Compressive sensing* sangat berpengaruh terhadap sistem. Tanpa menggunakan *compressive sensing* menghasilkan nilai parameter PSNR dan MSE yang lebih baik.
2. *Huffman Coding* dapat diterapkan sebagai teknik untuk melakukan proses kompresi dan dekompresi. Pada penelitian ini, citra dapat dikompresi umumnya diatas 50 % dan bersifat *loseless* pada saat dilakukan dekompresi yang dibuktikan dengan hasil parameter SSIM=1.
3. nilai MSE tanpa CS terbaik yaitu 0,117 dan dengan CS terbaik yaitu 0,172 sedangkan nilai PSNR terbaik yang dihasilkan pada pengujian tanpa CS = 57,2 dan dengan CS = 55,75.

4. Daftar Pustaka

- [1] K. Cut, W.Sigit, M.Aries and J.Ruddy, Analisis dan Pengelolaan Citra Medis, Depok,2013.
- [2] M.Qurotta, "PERBANDINGAN TEKNIK WATERMARKING CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN DWT-SVD DAN RDWT-SVD", Universitas Dian Nuswantoro Semarang, Semarang.
- [3] A.Khairil, S.Aris, S.Priyo, "KOMPRESI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT) DAN EMBEDDED ZEROTREE WAVELET(EZW)", Universitas Diponegoro, Semarang.
- [4] S.Afan, W.Rudini, Rojali," Perancangan Program Penyembunyian Pesan Audio Dengan Metode Least Significant Bit Berbasis Android".
- [5] Compressive Sensing ,“OMP”, [Online]. Available : <https://www.cs.utah.edu/~jeffp/teaching/cs5140/L17-OMP.pdf> [Accessed 2017 Desember 17].
- [6] H.Arif , "ANALISA PERBANDINGAN WATERMARKING IMAGE MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM", Universitas Indonesia, Depok,2012.
- [7] P.Darma, Pengolahan Citra Digital
- [8] Sripathi, Deepika," Effiicient Implementations of Discrete Wavelet Transform Using FPGAs",Thesis, Florida : Florida State University, 2003.
- [9] A.Dean Fathony," WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM", Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- [10] H.Sanrio," STUDI WATERMARKING DAN SERANGAN-SERANGAN TERHADAP WATERMARKING' ", Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- [11] R.Maretha, N.Atik and Wirawan. " IMPLEMTATION DWT AND SVD ON IMAGE WATERMARKING",2016.
- [12] Saad Qaisar, Rana Muhammad Bilal, Wafa Iqbal, Muqaddas Naureen and Sungyoung Lee, "Compressive Sensing: From Theory to Applications, A Survey," Journal of Communications and Networks, 2013
- [13] C. L. Wang, R. H. Hwang, T. S. Chen, H.Y Lee. 2005. Detecting and Restoring System of Tampered Images Based on Doscrete Wavelet Transformation and Block Truncation Coding. Proceedings of the 19th International Conference of Advanced Information Networking and Applications – Vol. 2 pp. 79 – 82, 2005.