

KOMPRESI ARITHMETIC CODING MENGGUNAKAN TEKNIK CS DAN GABUNGAN METODE DCT DAN SVD

ARITHMETIC COMPRESSION CODING USING CS AND COMBINED TECHNIQUE OF DCT AND SVD METHOD

Muhammad Taufiq Hidayatullah¹, 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

¹muhtaufiq@student.telkomuniversity.ac.id, ³irmasaf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan jaringan multimedia pada saat ini berkembang sangat pesat, perangkat elektronik pun semakin canggih. Banyaknya data yang tersimpan dalam suatu perangkat mengakibatkan tidak maksimalnya alat dalam melakukan fungsinya terkhusus pada sistem transmisinya. Perlu kita ketahui bahwa betapa berbahayanya jika suatu informasi penting menjadi rusak atau tidak sampai ke tujuan pada saat transmisi sedang berlangsung. Kasus ini memaksa kita sebagai mahasiswa *engineer* untuk berfikir lebih dalam untuk mengatasinya. Lambat tahun dari berbagai riset yang telah dikembangkan kini telah muncul steganografi dan *watermarking*. Ilmu ini menjelaskan tata cara untuk melakukan pengurangan ukuran data lalu diselipkan kedalam file tertentu dengan tujuan untuk mengamankan suatu informasi dari penyalahgunaan atau pelanggaran hak cipta. Selain perlindungan hak cipta, pada umumnya citra memiliki ukuran data yang cukup besar. Penggunaan data dengan jumlah yang banyak dapat membuat penyimpanan menjadi cepat penuh dan sewaktu-waktu dapat mempengaruhi sistem transmisi pada alat. Kompresi data merupakan suatu hal yang esensial karena ukuran data yang semakin lama semakin besar. Pada umumnya informasi yang ada dalam suatu citra terletak pada strukturnya. Agar lebih mudah memahami suatu citra dan mengurangi ukuran dari citra itu sendiri, dapat dilakukan dengan menyederhanakan struktur citra itu sendiri. Pada tugas akhir ini dilakukan kompresi citra dengan teknik CS dan peyisipan menggunakan metode DCT dan SVD. Citra yang digunakan berjumlah 3 sample dengan ukuran berbeda-beda berupa *soft file*. Sample ini akan di kompres lalu hasil dari kompresi selanjutnya akan di analisis. Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini didapatkan bahwa citra yang telah disisipi watermark dan dikompresi menggunakan algoritma *Arithmetic Coding* memiliki kualitas yang baik setelah dilakukan pengujian terhadap 2 serangan dengan *level* yang bervariasi. Hasil pengujian didapatkan BER terkecil adalah 0, nilai MSE terkecil adalah 46, dan nilai PSNR terbaik adalah 72dB. *System watermarking* menghasilkan ketahanan yang baik dengan nilai BER yang kecil.

Kata kunci : Arithmetic Coding, CS, OMP, DCT, SVD

Abstract

The development of multimedia networks is currently growing very rapidly, even more sophisticated electronic devices. The large amount of data stored in a device results in no maximum tool in performing its functions specifically in the transmission system. We need to know how dangerous it is if an important piece of information becomes damaged or does not reach its destination when transmission is in progress. This case forces us as students to think more deeply about it. Slow years of various researches that have been developed have now emerged steganography and watermarking.

This science explains the procedure for reducing the size of the data and then inserting it into certain files with the aim of securing information from abuse or copyright infringement. In addition to copyright protection, images generally have a large data size. The use of large amounts of data can make storage become full quickly and at any time can affect the transmission system on the device. Data compression is an essential thing because the size of the data is getting bigger and bigger. In general, the information contained in an image lies in its structure. In order to more easily understand an image and reduce the size of the image itself, it can be done by simplifying the image structure itself.

In this final project, image compression is done using CS and insertion techniques using the DCT and SVD methods. The image used is 3 samples with different sizes in the form of soft files. This sample will be compressed and the results of the compression will then be analyzed. The results obtained from this final assignment found that images that have been inserted with a watermark and compressed using the Arithmetic Coding algorithm have good quality after testing of 2 attacks with varying levels. The test results show that the smallest BER is 0, the smallest MSE value is 46, and the best PSNR value is 72dB. A watermarking system produces good resistance with a small BER value.

Keywords : Arithmetic Coding, CS, OMP, DCT, SVD

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman teknologi juga semakin canggih dan membawa kemajuan yang sangat berarti bagi setiap negara di dunia khususnya di negara berkembang. Perkembangan ini didukung dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang semakin maju. Informasi dapat berupa *file* multimedia berbentuk gambar, suara, maupun video. Internet menjadikan penyebaran informasi menjadi sangat luas dan sangat mudah untuk didapatkan kapan saja dan dimana saja. Kemudahan ini dapat menyebabkan rentannya penyalahgunaan terhadap informasi tersebut. *Watermarking* menjadi salah satu solusi untuk memecahkan masalah tersebut karena dapat memberikan hak cipta yang dapat melekat pada *file* citra tersebut agar pelanggaran-pelanggaran tersebut tidak terjadi lagi. Hasil citra yang mengalami proses *watermarking* tidak selalu sempurna seperti yang diharapkan, karena penyisipan suatu informasi kedalam suatu *file* akan menurunkan kualitas dari *file* tersebut [12].

Selain perlindungan informasi dan hak cipta, beberapa citra memiliki ukuran data yang cukup besar. Penggunaan data dengan jumlah yang banyak dapat membuat penyimpanan menjadi cepat penuh dan sewaktu-waktu dapat mempengaruhi sistem transmisi pada alat. Untuk membuat penyimpanan citra menjadi lebih efisien maka dikembangkan teknik kompresi citra yang meminimalisasi ukuran citra namun tetap dapat merepresentasikan citra tersebut menyerupai aslinya [13]. Pada dasarnya teknik kompresi digunakan pada transmisi dan penyimpanan data. Suatu kompresi citra bersifat *lossless compression* dan *lossy compression*.

Pada umumnya teknik kompresi dibedakan menjadi dua jenis yaitu, *Information Preserving* adalah teknik yang memproses citra asli menjadi bentuk yang lebih ringkas tanpa ada informasi yang hilang atau tepat seperti informasi awalnya namun dengan rasio kompresi yang sangat rendah dan *Lossy Compression* adalah teknik untuk mendapatkan citra yang lebih ringkas dengan melalui suatu proses penghampiran (apoksimasi) dari citra asli dengan tingkat *error* yang dapat diterima [16]. Pada tugas akhir ini, akan dibuat sistem *watermarking* yang didalamnya terdapat teknik kompresi citra menggunakan *arithmetic coding* serta melakukan *Compressive Sensing* pada citra yang akan disisipkan kepada *cover* yang selanjutnya direkonstruksi menggunakan teknik rekonstruksi OMP dengan berbasis DCT-SVD yang bersifat *lossy compression* dengan tujuan mendapatkan citra hasil kompresi dengan parameter *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Main Square Error* (MSE) yang optimal.

2. Dasar Teori

2.1 Kompresi

Kompresi adalah proses untuk mengurangi ukuran data menjadi yang lebih kecil dari pada data yang asli. Kompresi dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

2.1.1 Lossless Compression

Lossy compression adalah metoda kompresi data yang memungkinkan data asli dapat disusun kembali dari data hasil kompresi maka rasio kompresi pun tidak dapat terlalu besar untuk memastikan semua data dapat dikembalikan ke bentuk semula. Metode *Lossless* menghasilkan data yang sangat identik dan hampir sama dengan data aslinya. Kompresi *lossless* utamanya digunakan untuk pengarsipan, dan penyuntingan. Untuk keperluan pengarsipan seperti catatan bank, artikel text, dll.

2.1.2 Lossy Compression

Lossy compression adalah metode untuk mengkompresi data dan men-dekompresi-nya. Data yang diperoleh mungkin berbeda dari data aslinya, tetapi perbedaan itu cukup dekat. Metode ini paling sering digunakan untuk kompres data multimedia (Audio file dan gambar). Format kompresi *Lossy* mengalami *generation loss* yaitu jika mengalami proses kompresi-dekompresi berulang kali maka akan menyebabkan kehilangan kualitas secara progresif.

2.2 Arithmetic Coding

Arithmetic Coding merupakan salah satu dari coding yang banyak digunakan dalam aplikasi transmisi data dan kompresi data. pesan direpresentasikan sebagai suatu bilangan dengan interval antara 0 dan 1. Jumlah bit yang digunakan untuk mengkodekan setiap simbol adalah bervariasi tergantung dari probabilitas yang digunakan untuk simbol tersebut. Semakin tinggi frekuensi kemunculan dari suatu karakter maka semakin luas interval nilainya dan semakin sedikit representasi bit yang dibutuhkan untuk mewakili nilai tersebut. Sebaliknya. Jika semakin rendah frekuensi kemunculan dari karakter maka semakin pendek intervalnya dan representasi dari bit yang dibutuhkan akan semakin besar.[1]

2.3 Citra Digital

Citra digital adalah suatu tiruan atau representasi dari sebuah objek dalam bidang 2 dimensi. Citra yang terlihat ini merupakan pantulan cahaya dari sebuah objek kemudian akan ditangkap oleh alat-alat optik seperti kamera, *scanner* dan alat lainnya. Selain itu, citra dapat didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dalam 2 bidang dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y menyatakan koordinat spasial dan harga f pada sembarang titik (x,y) sebanding dengan skala keabuan (*brightness*) dari citra pada titik tersebut.

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,M-1) \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & f(N-1,M-1) \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

Dimana [1]:

$0 \leq x \leq M - 1$, $0 \leq y \leq N - 1$, dan $0 \leq f(x,y) \leq L - 1$

Keterangan:

M = jumlah kolom $0 \leq x \leq M-1$

N = jumlah baris $0 \leq y \leq N-1$

L = maksimum intensitas warna (*gray level*)

2.3.1 Ragam Citra Digital

Berdasarkan ruang warna dan banyak bit dalam satu sel, citra digital memiliki beberapa jenis citra yaitu :

1. Citra Biner

Citra biner merupakan citra digital yang berwarna hitam dan putih yang merupakan nilai pixel dari sebuah citra.

2. Citra *grayscale*

Pada citra *grayscale*, setiap pikselnya direpresentasikan dengan satu nilai yang menunjukkan nilai warna dari hitam ke putih (*graylevel*).

3. Citra Warna

Citra warna adalah citra yang terdiri dari 3 kombinasi warna yaitu *Red*, *Green*, dan *Blue* atau sering disebut dengan RGB.

2.3.2 Format file Citra Digital

Format file citra standar yang digunakan saat ini terdiri dari beberapa jenis.

1. *Bitmap* (.bmp)
2. *Tagged Image Format* (.tif, .tiff)
3. *Portable Network Graphics* (.png)
4. *JPEG* (.jpg)
5. *Graphics Interchange Format* (.gif)
6. *PNG (Portable Network Graphics)*
7. *XWD (Xwindows Dump)*

2.4 Compressive Sensing

Compressive Sensing adalah sebuah metode *sampling* baru dimana sinyal akusisi dan kompresi dilakukan pada saat yang sama dan dalam prosesnya diambil sample dengan jumlah sedikit dan acak berdasarkan pada transformasi yang digunakan.

2.4.1 Sparsity transform

Membuat suatu sinyal menjadi bersifat sparse (jarang), dipakai untuk mencari komponen sparse dari sinyal

2.4.2 Projection transform

Mengompres atau mencuplik suatu sinyal, digunakan dalam operasi pengukuran dan pengamatan.

2.5 Discrete Cosine transform

DCT adalah suatu teknik untuk mengubah sinyal kedalam komponen frekuensi dasar. Keunggulan DCT yaitu, walaupun *image* di kompresi dengan *lossy compression* tidak akan menimbulkan kecurigaan karena metode ini terjadi pada domain frekuensi di dalam sebuah *image*, bukan pada domain spasial sehingga tidak akan ada perubahan yang terlihat pada *image* yang di proses. Namun kekurangannya, DCT tidak tahan terhadap perubahan suatu objek dikarenakan pesan mudah dihapus karena lokasi penyisipan data dan pembuatan data dengan metode DCT telah diketahui.

2.6 Singular Value Decomposition

SVD merupakan salah satu teknik pengolahan matriks dari cabang ilmu aljabar linear yang diperkenalkan pertama kali oleh Beltrami pada tahun 1873. SVD merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk merepresentasikan sebuah matriks.

2.7 Watermarking

Watermarking adalah salah satu teknik penyembunyian data dengan maksud untuk melindungi data yang telah disisipkan dengan informasi dengan tujuan untuk melindungi hak cipta dan keaslian citra.

2.7.1 Tujuan Watermarking

Berikut beberapa tujuan dari watermarking [3]:

1. *Tamper-proofing*
2. *Feature location*
3. *Annotation/caption*
4. *Secure and invisible communications*
5. *Copyright-abeling*

2.7.2 Jenis-Jenis Watermarking

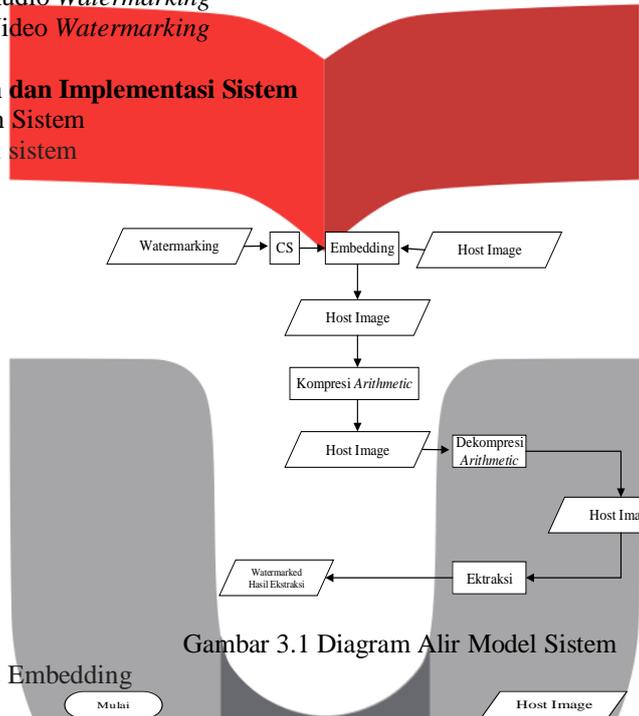
Berdasarkan media digital yang disisipi, digital watermarking dibagi menjadi empat jenis, yaitu[4] :

1. *Text Watermarking*
2. *Image Watermarking*
3. *Audio Watermarking*
4. *Video Watermarking*

3. Perencanaan dan Implementasi Sistem

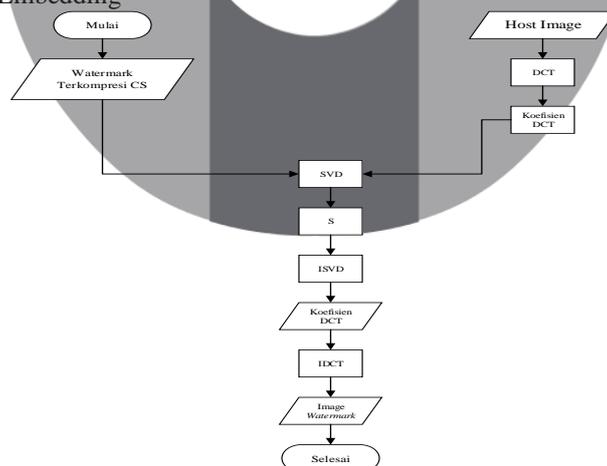
3.1 Perancangan Sistem

3.1.1 Model sistem



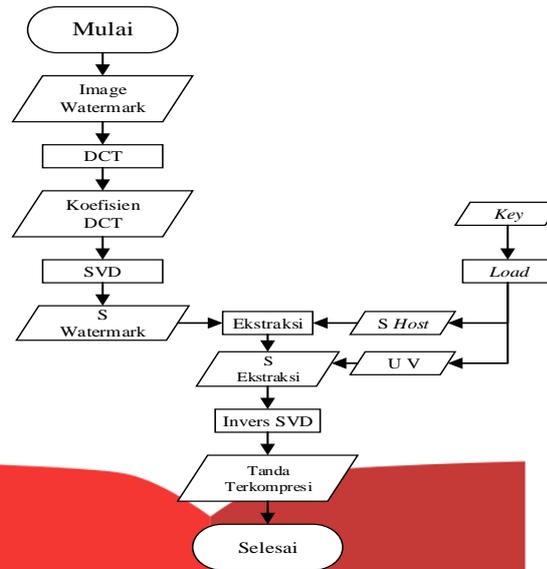
Gambar 3.1 Diagram Alir Model Sistem

3.1.2 Proses Embedding



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Embedding

3.1.3 Proses Ekstraksi



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Ekstraksi

3.1.4 Attack

Attack merupakan serangan pada suatu file tertentu yang mengakibatkan rusaknya suatu file informasi yang memiliki celah untuk di serang.

1. Scrambling Attack
2. Synhronization Attack
3. Linear Filtering dan Noise Removal
4. Copy Attack
5. Ambiguity/Deadlock Attack
6. Sensitivity Analysis Attack
7. Gradient Descent Attack

3.2 Parameter-parameter Performansi

Parameter adalah sebuah alat ukur atau patokan untuk melihat kesuksesan atau keberhasilan dari suatu tujuan.

3.2.1 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C^2 max}{MSE} \right) \quad (3.1)$$

3.2.2 Bit Error Rate (BER)

BER merupakan sejumlah bit digital yang bernilai tinggi pada suatu jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai suatu keadaan rendah atau sebaliknya.

$$BER = \frac{jumlah\ bit\ salah}{jumlah\ bit\ diterima} \quad (3.2)$$

3.2.3 Mean Square Error (MSE)

Salah satu pengukuran kesalahan u *error* dalam pemrosesan citra adalah parameter MSE.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^m \sum_{x=1}^n [I(x,y) - I'(x,y)]^2 \quad (3.3)$$

3.3 Implementasi Sistem

Dalam pembuatan tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa perangkat keras dan juga 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, sampai 3,6 Ghz

2. Memory : 4 GB
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 Analisa

Pada penelitian ini dilakukan pengujian sistem watermarking yang telah dirancang. Tujuan dari pengujian ini untuk menganalisa pengaruh jenis layer, ukuran citra, parameter rasio, pengaruh serangan dan parameter ukuran terhadap watermarking.

4.1 Pengujian Terhadap Pengaruh Parameter Jenis

Berikut ini adalah data hasil pengujian dari skenario 1, untuk mencari parameter terbaik pada *system watermarking* dengan mengubah jenis layer yang digunakan pada proses penyisipan.

Table 1 Pengujian Parameter Jenis Layer

| Jenis Layer | MSE | PSNR | BER |
|-------------|-----------------|------------|---------------|
| Red | 1 | 114,076 | 0,0032 |
| Green | 0,731372 | 113,9367 | 0,0023 |
| Blue | 0,748976 | 114 | 0,0015 |
| Y | 3 | 98 | 0,0461 |
| V | 2 | 107 | 0,4659 |

Berdasarkan tabel 4.1, terlihat bahwa jenis layer 4 dari jenis citra *Blue* menghasilkan nilai BER = 0.0015 yang lebih baik dibanding dengan semua jenis layer. Hasil PSNR layer *Blue* menghasilkan nilai PSNR yang baik yaitu sebesar 114 dB.

4.2 Layer Hasil pengujian terhadap pengaruh parameter ukuran host

Berikut ini adalah data hasil pengujian dari skenario 2, untuk mencari parameter terbaik pada sistem watermarking dengan mengubah ukuran host yang digunakan pada proses penyisipan.

Table 2 Pengujian Parameter Ukuran Host

| Resolusi Host | MSE | PSNR | BER |
|---------------|--------------|------------|---------------|
| 64 | 0,670 | 115 | 0,0013 |
| 128 | 0,777 | 113 | 0,0008 |
| 256 | 0,685 | 115 | 0,0018 |
| 512 | 0,787 | 113 | 0,0015 |

Berdasarkan tabel 4.2, terlihat bahwa semakin besar ukuran citra host menghasilkan nilai BER yang lebih baik.

4.3 Hasil pengujian terhadap pengaruh parameter ukuran watermark

Berikut ini adalah data hasil pengujian dari skenario 3, untuk mencari parameter terbaik pada sistem watermarking dengan mengubah ukuran watermark yang digunakan pada proses penyisipan.

Table 3 Pengujian Parameter Ukuran Watermark

| Resolusi Host | MSE | PSNR | BER |
|---------------|-----------------|------------|-----------------|
| 32x32 | 0,601929 | 116 | 0,000933 |
| 64x64 | 0,682617 | 115 | 0,000633 |
| 128x128 | 0,826124 | 113 | 0,001433 |

Berdasarkan tabel 4.3, terlihat bahwa semakin besar ukuran citra watermark menghasilkan nilai BER yang lebih baik.

4.4 Hasil pengujian terhadap pengaruh parameter rasio penyisipan

Berikut ini adalah data hasil pengujian dari skenario 4, untuk mencari parameter terbaik pada sistem watermarking dengan mengubah rasio yang digunakan pada proses penyisipan.

Table 4 Pengujian Parameter Rasio Penyisipan

| Rasio | MSE | PSNR | BER |
|------------|-----------|-----------|---------------|
| 0,2 | 3 | 101 | 0,000567 |
| 0,5 | 16 | 83 | 0,0008 |
| 0,8 | 43 | 73 | 0,0004 |

Berdasarkan tabel 4.4, terlihat bahwa semakin besar rasio watermark menghasilkan nilai BER yang lebih buruk.

4.5 Hasil pengujian terhadap pengaruh parameter measurement rate

Berikut ini adalah data hasil pengujian dari skenario 5, untuk mencari parameter terbaik pada sistem watermarking dengan mengubah measurement rate yang digunakan pada proses penyisipan.

Table 5 Pengujian Parameter Measurement Rate Penyisipan

| Measurement Rate | MSE | PSNR | BER |
|------------------|-----------|-----------|----------|
| 0,2 | 44 | 73 | 0,027933 |
| 0,5 | 43 | 73 | 0,0008 |
| 0,8 | 46 | 72 | 0 |

Berdasarkan tabel 4.5, terlihat bahwa semakin besar rasio watermark menghasilkan nilai BER yang lebih baik.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah :

- Dari skenario pengujian terhadap parameter pada proses sistem watermarking metode DCT-SVD-CS-Arithmetic, parameter terbaik:
 - Parameter jenis layer: layer *Blue*.
 - Parameter ukuran citra: 128x128.
 - Parameter ukuran pesan: 64x64.
 - Parameter rasio: 0.8.
 - Parameter measurement rate: 80%.
- Setelah dilakukan pengujian terhadap 2 serangan dengan level yang berbeda, sistem watermarking menghasilkan ketahanan yang baik dengan nilai BER yang kecil.

Saran yang dapat digunakan untuk perkembangan penelitian Tugas Akhir selanjutnya, yaitu :
Penggunaan metode lain agar menghasilkan ketahanan terhadap serangan yang lebih baik.

6. Daftar Pustaka

- Rosita Maharani Pradana, Analysis of Image Compression Algorithm Using Arithmetic Coding and Graph Based Quantization Based on DCT-SVD, 2015.
- Arining Pangestu, Analisis Image Watermarking Menggunakan Compressive Sensing Algoritma Orthogonal Matching Pursuit Dengan Pendekatan Berbasis Discrete Cosine Transform Menggunakan Singular Value Decomposition, 2017
- Pradipta Bagoes Santoso, Analisis Dan Implementasi Citra Watermarking Dengan Metode Discrete Wavelet Transform (Dwt) –Lifting Wavelet Transform (Lwt) Dan Singular Value Decomposition (Svd), 2017
- M.Qurotta, “Perbandingan Teknik Watermarking Citra Digital Menggunakan DWT-SVD dan RDWT-SVD” , Universitas Dian Nuswantoro Semarang, Semarang.
- Putra, D. (2010). Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Padmaja, G. M., & Nirupama, P. (2012). Analysis of Various Image Compression Techniques. ARPN Journal of Science and Technology , Vol. 2 No. 4.
- Adiwijaya, Maharani, M., F, Y., Dewi, B. K., Purnama, B., & Yulianto, F. A. (2013). Digital Image Compression using Graph Coloring Quantization Based on Wavelet-SVD. Journal of Physics (Issue 423).
- Yahya, K., & Melita, Y. (2011). Aplikasi Kompresi Citra Digital Menggunakan Teknik Kompresi Jpeg dengan Fungsi GUI pada Matlab. Jurnal Teknika , Volume 3 No 2.
- A. Sirandan, Simulasi dan Analisis keamanan teks menggunakan Metode Steganografi Discrete Transform, Bandung: Universitas Telkom, 2014.
- T. P. Tampubolon, Simulasi dan Analisis Keamanan Teks Menggunakan Metode Steganografi DWT dan Metode Enkripsi Cellular Automata, Bandung, Telkom University, 2016.

- [11] P. Santoso, "Studi Kompresi Data dengan Metode Arithmetic Coding," vol. 1, no. 1, pp. 14–18, 2001.
- [12] I. Safitri, N. U. R. Ibrahim, and H. Yogaswara, "Compressive Sensing Audio Watermarking dengan Metode LWT dan QIM," vol. 6, no. 3, 2018.
- [13] F. A. Sianturi, "Kompresi File Citra Digital Dengan Arithmetic Coding," vol. 03, no. 1, pp. 45–51, 2018.
- [14] L. O. Sari, J. T. Elektro, F. Teknik, U. Riau, and K. Pos, "Analisa Perbandingan Teknik Watermarking Citra Digital."
- [15] P. Darma, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta, 2010.
- [16] Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital Image Processing* (Third Edition ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- [17] Haryono (2014) Perbandingan Algoritma *Singular Value Decomposition* (SVD) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT) dalam Penyisipan Watermark pada citra Digital; STMIK GI MDP, Jalan Rajawali No.14 Palembang, 0711-376400 jurusan Teknik Informatika, STMIK MDP, Palembang.

