

Implementasi *Slantlet Transform* (SLT) Dan *Huffman Coding* Pada Steganografi Citra *Grayscale*

Reza Wissarto

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang 50131

E-mail : 111201005350@mhs.dinus.ac.id

Abstract— Penelitian ini mengusulkan metode SLT (*Slantlet Transform*) dan *Huffman Coding* sebagai salah satu alternatif pengamanan data khususnya citra grayscale. Proses penyisipan pada metode ini dilakukan pada domain frekuensi tepatnya pada proses transformasi. Akan tetapi sebelum disisipkan citra pesan di-coding terlebih dahulu dengan *Huffman Coding* sehingga diperoleh bit-bit biner kode Huffman. Bit-bit tersebutlah yang nantinya disisipkan pada citra cover. Penelitian ini akan menguraikan langkah-langkah penyisipan dan prosedur ekstraksi *Secret-Image* dari *Cover-Image* dengan metode SLT dan *Huffman Coding* serta pengujian akan dilakukan dengan menggunakan PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). Pada tahap akhir pengembangan dilakukan analisis dan evaluasi terhadap ratio PSNR yang dihasilkan.

Keywords— SLT, Steganografi, *Huffman Coding*, *Slantlet Transform*

I. PENDAHULUAN

Keamanan dan kerahasiaan data yang dikirimkan merupakan aspek penting dalam pertukaran data dan informasi di jaringan internet. Seiring dengan perkembangan teknologi, kejahatan dalam teknologi informasi juga turut berkembang. Penerapan teknik-teknik pengamanan data dapat menjadi alternatif untuk menjaga dan melindungi data yang dikirimkan agar tidak diketahui pihak lain, salah satunya adalah steganografi.

Steganografi merupakan seni menyembunyikan pesan ke dalam pesan lainnya sedemikian rupa sehingga orang lain tidak menyadari ada sesuatu di dalam pesan tersebut. Kata steganografi berasal dari bahasa Yunani yaitu *steganos* yang artinya tersembunyi atau terselubung dan *graphein*, yang artinya menulis, sehingga kurang lebih artinya adalah “menulis tulisan yang tersembunyi atau terselubung” [1].

Pada Teknik Steganografi ini banyak format digital yang dapat dijadikan media menyembunyikan pesan, antara lain text, citra digital, audio dan video. Media-media steganografi tersebut sudah sangat familiar dalam media pertukaran informasi dalam dunia digital, khususnya media citra digital. Salah satu jenis citra digital yang sangat umum dalam pertukaran data adalah citra grayscale.

Dalam steganografi citra digital, khususnya citra grayscale teknik yang banyak digunakan saat ini adalah teknik berdasarkan domain frekuensi, dikarenakan algoritma berdasarkan domain frekuensi atau transform menghasilkan distorsi gambar yang minimum dan lebih kuat terhadap berbagai serangan [2].

Beberapa teknik steganografi citra digital dengan domain transform atau frekuensi yang paling sering digunakan adalah dengan algoritma DWT, DCT dan SLT. Ada tiga karakteristik untuk merancang steganografi yakni tidak kasat mata, kapasitas dan lokalisasi waktu, di mana penggunaan SLT (*Slantlet Transform*) terbukti lebih efektif.

Sejauh ini pengembangan metode steganografi masih terus dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan kualitas *Stego-Image*. Beberapa hal yang umum dilakukan adalah dengan mengkombinasikan beberapa metode dan peningkatan algoritma (*advance*). Selain metode diatas, *Huffman Coding* juga kerap digunakan untuk meningkatkan keamanan dan kualitas citra. Metode ini dilakukan dengan men-encode citra pesan sebelum disisipkan.

II. STUDI LITERATUR

Bagian ini literatur mengenai penerapan teknik *Slantlet Transform* maupun *Huffman Coding* dalam berbagai bidang baik steganografi maupun lainnya.

Ivan W. Selesnick [3], *Slantlet Transform* (SLT) adalah pengembangan metode dari DWT dimana SLT mempunyai waktu lokalisasi yang lebih baik dari DWT karena dukungan komponen filter yang lebih pendek. Sushil Kumar dan S.K. Muttoo [4], mengemukakan *Slantlet Transform* (SLT) lebih baik dari DWT, Haar Wavelet dan *Contourlet transform* dalam hal kualitas gambar, payload terbaik, mendapatkan hasil yang lebih baik untuk mengekstraksi dan embedding gambar asli, meningkatkan kapasitas embedding, dan mendapatkan imperceptibility.

Eko Hari R, et al [5], Menunjukkan bahwa steganografi citra digital menggunakan metode SLT-DCT menghasilkan rasio PSNR yang lebih tinggi dari steganografi citra menggunakan metode DCT (Discrete Cosine Transform) dan DWT (Discrete Wavelet Transform) maupun SLT.

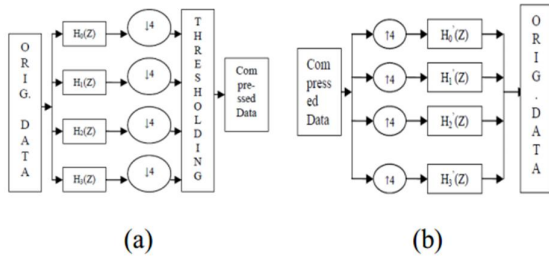
Jagadish H. Pujar, et al [6], menggunakan *Huffman Coding* sebagai salah satu teknik kompresi yang bersifat lossless, yakni tidak ada informasi yang dihilangkan. Amitava Nag et al [7], mengkombinasikan metode DWT dalam hal ini Haar-DWT untuk steganografi citra dan Algoritma Huffman untuk kompresi pesan gambar yang disisipkan agar memperoleh PSNR yang lebih tinggi.

G. Satyavathy dan M. Punithavalli [8], mengkombinasikan metode LSB, 3D-DWT dan Algoritma Huffman pada steganografi citra untuk meningkatkan keamanan pesan routing pada sistem peer-to-peer. Amitava Nag et al. [9],

mengkombinasikan metode Block-DCT untuk steganografi citra dan Algoritma Huffman untuk kompresi pesan gambar yang disisipkan agar memperoleh PSNR yang lebih tinggi.

A. Slantlet Transform

SLT adalah pengembangan metode dari DWT dimana SLT mempunyai waktu lokalisasi yang lebih baik dari DWT karena dukungan komponen filter yang lebih pendek [3]. DWT biasanya diimplementasikan dalam bentuk bank iterasi dengan struktur pohon, tapi SLT terinspirasi dari bentuk struktur paralel dengan cabang paralel. Mengompresi skema menggunakan SLT, data terlebih dahulu untuk dua tingkat filter struktur $H_{-}(0)(z)$, $H_{-}(1)(z)$, $H_{-}(2)(z)$, dan $H_{-}(3)(z)$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 1 Filter SLT

Output turun sampel dengan faktor 4 yang merupakan transformasi koefisien kemudian thresholding menggunakan parameter yang sesuai. Invers Slantlet Transform (ISLT) adalah metode untuk merekonstruksi hasil embedding SLT. Filter koefisien yang digunakan dalam SLT Filter bank dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Selesnick [3]. Sushil Kumar dan S.K. Muttou [2] menjelaskan keuntungan *Slantlet Transform* (SLT) yang lebih baik dari DWT, Haar Wavelet dan Contourlet transform dalam kualitas gambar, payload terbaik, mendapatkan hasil yang lebih baik untuk mengekstraksi dan embedding gambar asli, meningkatkan kapasitas embedding, dan mendapatkan imperceptibility.

B. Huffman Coding

Huffman coding menggunakan tabel kode dengan panjang bervariasi untuk melakukan encoding dari sebuah simbol. Tabel kode dengan panjang bervariasi tersebut telah dibuat terlebih dahulu secara terpisah berdasarkan nilai probabilitas munculnya suatu simbol. Metode ini ditemukan oleh David A. Huffman ketika ia melakukan studi Ph.D di MIT. Kode ini dipublikasikan pada tahun 1952 pada tulisannya yang berjudul "A Method for the construction of minimum-redundancy codes". Biasanya Huffman coding digunakan pada aplikasi seperti kompresi teks, data atau citra digital [10].

Huffman coding menggunakan metode spesifik untuk merepresentasikan setiap simbol yang menghasilkan suatu kode prefiks. Kode prefiks ini adalah sekumpulan kode biner yang pada kode ini tidak mungkin terdapat kode prefiks yang menjadi awalan bagi kode biner yang merepresentasikan simbol lain. Hal ini akan mencegah timbulnya keambiguan dalam proses decoding. Dalam Huffman coding, kode biner

untuk simbol dengan kemunculan lebih besar akan memiliki kode yang lebih pendek daripada untuk simbol dengan kemunculan yang lebih sedikit [11].

Proses *Huffman Coding* dimulai dengan membuat suatu pohon biner yang disebut pohon Huffman. Pohon ini akan disimpan pada suatu tabel, dengan ukuran yang bergantung pada jumlah kemunculan dari simbol tersebut. Suatu simpul pada pohon biner dapat berupa simpul daun (simpul yang memiliki jumlah anak nol) ataupun simpul dalam (simpul yang mempunyai anak). Pada awalnya simpulnya berupa simpul daun yang mengandung simbol itu sendiri serta bobot atau probabilitasnya dari simbol tersebut dan bisa juga mengandung link ke simpul orang tua. Kemudian dibuat suatu perjanjian berdasarkan posisi anak simpulnya, contohnya jika bit (binary digit) '0' akan merepresentasikan anak kiri maka bit '1' akan merepresentasikan anak kanan dari simpulnya. Pohon yang telah selesai akan memiliki n buah simpul daun dan n-1 buah simpul dalam [10].

C. PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

Untuk mengukur ketahanan pada steganografi, dibutuhkan alat ukur yang akan digunakan sebagai parameter. Alat ukur tersebut adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut [12].

Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai rata-rata kuadrat *error* (MSE – *Mean Square Error*). MSE menyatakan tingkat kesalahan kuadrat rata-rata dari perubahan citra yang dihasilkan terhadap citra asli. Semakin kecil nilai MSE menunjukkan semakin sesuai dengan citra asli. Parameter PSNR bernilai sebaliknya, semakin besar parameter PSNR semakin mirip dengan citra asli.

Perhitungan MSE adalah sebagai berikut [12]:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_i^m \sum_j^n ||I(i,j) - K(i,j)||^2$$

Dimana :

MSE = Nilai *Mean Square Error* dari citra tersebut

m = panjang citra tersebut (dalam piksel)

n = lebar citra tersebut (dalam piksel)

(i,j) = koordinat masing-masing piksel

I = nilai intensitas citra asli

K = nilai intensitas citra hasil

Sementara nilai PSNR dihitung dari kuadrat nilai maksimum sinyal dibagi dengan MSE [12]. Apabila diinginkan PSNR dalam desibel, maka nilai PSNR akan menjadi sebagai berikut:

$$PSNR = 10. \log \left(\frac{MAX_i^2}{MSE} \right) = 20. \log \left(\frac{MAX_i}{\sqrt{MSE}} \right)$$

Dimana :

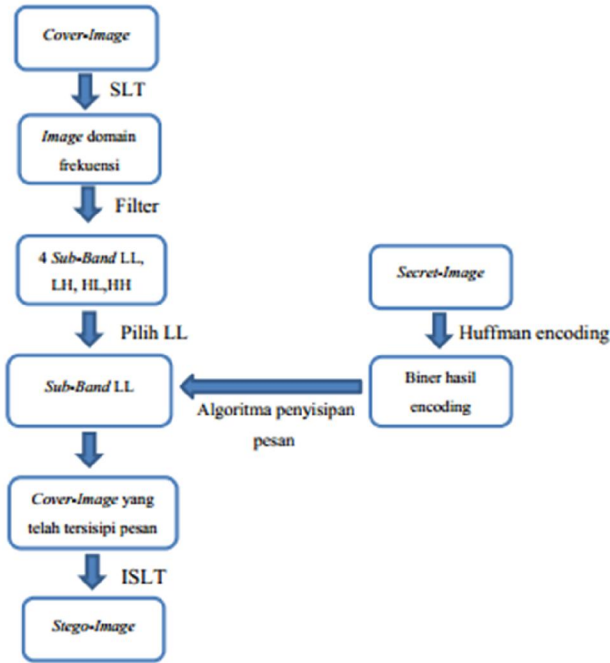
PSNR = nilai PSNR citra (dalam dB)

MAX i = nilai maksimum piksel

MSE = nilai MSE

III. METODE YANG DIGUNAKAN

Seperti disebutkan dalam bagian sebelumnya, penerapan SLT dan *Huffman Coding* telah menunjukkan kemampuan yang signifikan dalam mengamankan data gambar. Oleh karena itu penelitian ini ingin menyelidiki kemampuan menggabungkan DCT dan SLT untuk mengamankan data citra khususnya citra grayscale. Adapun alur proses penyisipan citra grayscale menggunakan SLT-*Huffman Coding*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

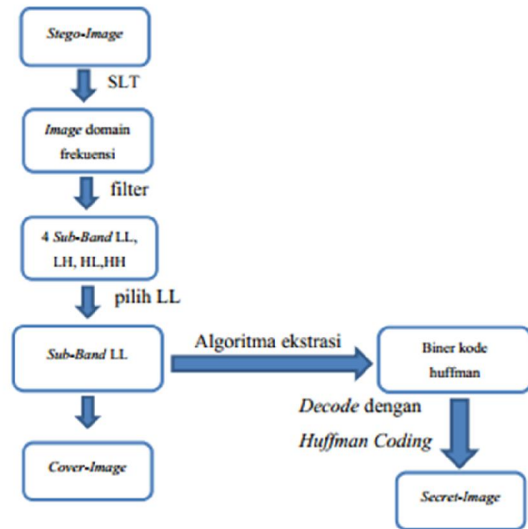


Gambar 2 Proses Penyisipan Citra

Berdasarkan gambar di atas, proses penyisipan menggunakan SLT dan *Huffman Coding* akan dijelaskan langkah demi langkah sebagai berikut :

1. Lakukan SLT pada *Cover-Image* untuk menguraikannya menjadi empat Sub-band pada koefisien set multi-resolusi: LL, HL, LH dan HH.
2. Lakukan encoding pada *Secret-Image* menggunakan metode Huffman.
3. Ambil Sub-band LL yang digunakan untuk menyisipkan pesan. Dimana bit yang paling tidak berpengaruh (Least Significant Bit) dari koefisien SLT diganti dengan bit kode Huffman (langkah 2).
4. Terapkan Invers SLT ke blok koefisien dipilih setelah Subband rendah yang telah dimodifikasi untuk menanamkan bit stego seperti yang dijelaskan pada langkah sebelumnya sehingga menghasilkan *Stego-Image*.

Sedangkan alur proses ekstrasi *Secret-Image* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3



Gambar 3 Proses Ekstrasi Citra

Berdasarkan gambar di atas, proses penyisipan menggunakan SLT dan *Huffman Coding* akan dijelaskan langkah demi langkah sebagai berikut :

1. Terapkan SLT untuk menguraikan gambar stego menjadi empat non-overlapping multi-resolusi Sub-band: LL, HL, LH dan HH.
2. Lakukan ekstraksi data koefisien SLT pada Sub-band yang dipilih, sehingga diperoleh pesan yang disisipkan (bilangan biner kode huffman).
3. Decode kode Huffman dari langkah 2 sehingga diperoleh *Secret-Image*.

IV. HASIL PENELITIAN

A. Citra yang digunakan

a. *Cover-Image*

Cover-Image adalah citra penampung yang digunakan sebagai wadah dari bit-bit citra pesan yang akan disembunyikan. Pada penelitian ini penulis menggunakan citra grayscale dengan ukuran 512 x 512 pixel sebagai *Cover-Image*.

b. *Secret-Image*

Secret-Image adalah citra pesan yang akan disembunyikan. Pada penelitian ini penulis menggunakan citra grayscale dengan berbagai ukuran yakni 32 x 32 pixel (tust.bmp), 50 x 50 pixel (dog.bmp), 64 x 64 pixel (insect.bmp) sebagai *Secret-Image*.

B. Hasil Pengukuran PSNR

Dari hasil pengukuran PSNR pada *Stego-Image* yang dihasilkan dari steganografi citra grayscale menggunakan metode SLT-Huffman Coding dengan *Cover-Image* brain.jpg, chest.jpg, stom.jpg, larynx.jpg dan *Secret-Image* tust.bmp, dog.bmp dan insect.bmp diperoleh data sebagai berikut:

Cover-Image	Secret-Image	Stego-Image	MSE	PSNR
brain.jpg	tust.bmp	brain.jpg + tust.bmp	0.3079	53.2469
chest.jpg	tust.bmp	chest.jpg + tust.bmp	0.4991	51.1492
stom.jpg	tust.bmp	stom.jpg+ tust.bmp	0.5143	51.0190
larynx.jpg	tust.bmp	larynx.jpg + tust.bmp	0.5061	51.0883

Tabel 1 Ratio PSNR Cover-Image dan tust.bmp

Cover-Image	Secret-Image	Stego-Image	MSE	PSNR
brain.jpg	dog.bmp	brain.jpg + dog.bmp	0.6039	50.3210
chest.jpg	dog.bmp	chest.jpg + dog.bmp	0.5012	51.1309
stom.jpg	dog.bmp	stom.jpg+ dog.bmp	0.4918	51.2132
larynx.jpg	dog.bmp	larynx.jpg + dog.bmp	0.4971	51.1668

Tabel 2 Ratio PSNR Cover-Image dan dog.bmp

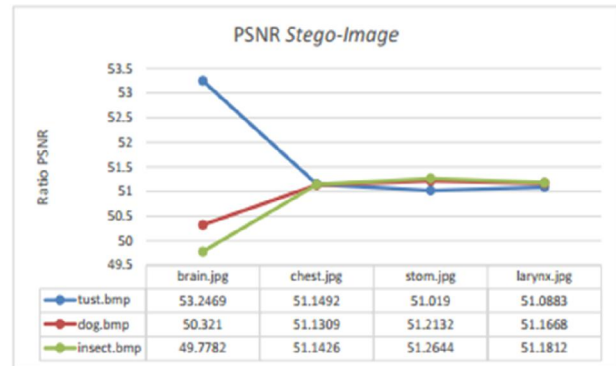
Cover-Image	Secret-Image	Stego-Image	MSE	PSNR
brain.jpg	insect.bmp	brain.jpg + insect.bmp	0.6843	49.7782
chest.jpg	insect.bmp	chest.jpg + insect.bmp	0.4998	51.1426
stom.jpg	insect.bmp	stom.jpg+ insect.bmp	0.4860	51.2644
larynx.jpg	insect.bmp	larynx.jpg + insect.bmp	0.4954	51.1812

Tabel 2 Ratio PSNR Cover-Image dan insect.bmp

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai MSE rata-rata adalah 0,4568 dB dan nilai rata-rata PSNR adalah 51,62585 dB untuk Stego-Image yang disisipi Secret-Image tust.bmp. Dan untuk Stego-Image yang disisipi Secret-Image dog.bmp menghasilkan rata-rata MSE sebesar 0,5229 dB dan ratio PSNR sebesar 50,96215 dB. Sedangkan untuk Stego-Image yang disisipi insect.bmp menghasilkan rata-rata MSE sebesar 0,541375 db dan ratio PSNR sebesar 50,8416 dB.

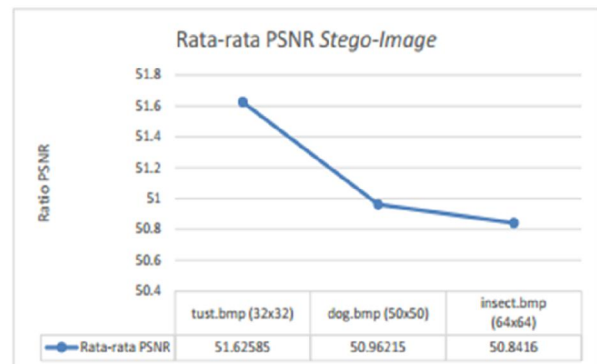
Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan kualitas dari Stego-Image yang dihasilkan dari metode SLT dan Huffman Code cukup baik. Seperti yang dikemukakan oleh A. Cheddad et al [13] bahwa kualitas suatu citra dinilai baik jika memiliki nilai PSNR sebesar 30 dB atau lebih. Penyisipan sebuah Secret-Image yang sama pada Cover-Image yang berbeda-beda menghasilkan nilai MSE dan PSNR yang berbeda pula.

C. Analisis Hasil Penelitian



Gambar 4 Grafik PSNR Stego-Image

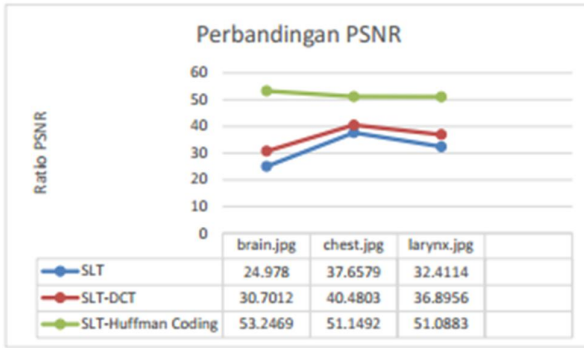
Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa Cover-Image berpengaruh terhadap ratio PSNR yang diperoleh dari Stego-Image. Hal ini menunjukkan bahwa penyisipan sebuah Secret-Image yang sama pada Cover-Image yang berbeda-beda menghasilkan nilai MSE dan PSNR yang berbeda pula. Demikian pula pada Secret-Image. PSNR yang dihasilkan Stego-Image dari Cover-Image yang sama dan Secret-Image yang berbeda menghasilkan PSNR yang berbeda.



Gambar 5 Grafik rata-rata PSNR Stego-Image

Gambar 5 menunjukan bahwa ukuran Secret-Image berpengaruh terhadap ratio PSNR yang diperoleh dimana semakin besar secret image yang digunakan semakin kecil ratio PSNR yang diperoleh. Demikian pula sebaliknya semakin kecil Secret-Image, semakin besar ratio PSNR yang diperoleh. Hal ini dikarenakan semakin besar ukuran Secret-Image semakin besar pula bit-bit biner kode Huffman yang harus disisipkan sehingga dampaknya mempengaruhi ratio dari Stego-Image yang dihasilkan.

D. Perbandingan Dengan SLT dan SLT-DCT



Gambar 6 Grafik PSNR SLT, SLT-DCT dan SLT-Huffman Coding

Gambar 6 menunjukkan bahwa penerapan SLT-Huffman Coding pada steganografi citra grayscale menghasilkan PSNR yang lebih baik dari penerapan metode SLT maupun SLT-DCT dengan dapat meningkatkan ratio PSNR lebih dari 10 db

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada metode SLT-Huffman Coding, proses penyisipan dilakukan pada Sub-band LL *Cover-Image* setelah ditransformasi menggunakan Slantlet Transform. *Secret-Image* yang akan disisipkan terlebih dahulu di-coding dengan Huffman code. Bit hasilnya disisipkan pada bit terakhir Sub-band LL *Cover-Image*
2. Proses Ekstraksi dilakukan dengan mengambil bit terakhir (*Least Significant Bit*) Sub-band LL *Stego-Image*. Bit hasil ekstraksi kemudian di *decode* dengan Huffman Code sehingga diperoleh *Secret-Image* yang disisipkan sebelumnya.
3. Metode ini menghasilkan kualitas *Stego-Image* yang baik dengan rata-rata PSNR > 50 db
4. Metode SLT-Huffman Code menghasilkan *Stego-Image* dengan kualitas yang lebih baik dari metode SLT maupun SLT-DCT dimana SLT-Huffman Code menghasilkan rata-rata ratio PSNR sebesar 51,82 db sedangkan SLT sebesar 31,86 db dan SLT-DCT sebesar 36,03 db.

REFERENCES

- [1] R. Munir, Kriptografi, Bandung: Informatika, 2006.
- [2] K. S. and K. M. S, "Steganography based on contourlet transform," (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, vol. 6, no. 9, pp. 215-220, 2011.
- [3] W. S. Ivan, "The Slantlet Transform," IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, vol. 47, no. 5, pp. 1304-1313, 1999.
- [4] S. G. and P. M., "LSB, 3D-DCT and Huffman Encoding based Steganography in Safe Message Routing and Delivery for Structured Peer-to-Peer Systems," IJCA Special Issue on "Artificial Intelligence Techniques - Novel Approaches & Practical Applications", 2011.

- [5] A. F. M, B. R. Hidayah, H. R. Eko and A. S. Christy, "Impact Analysis for Securing Image Data Using Hybrid SLT and DCT," International Journal of Future Computer and Communication, vol. 1, no. 3, pp. 308-311, 2012.
- [6] Jagadish. H, Pujar and Lohit M. Kalatskar, "A NEW LOSSLESS METHOD OF IMAGE COMPRESSION AND DECOMPRESSION USING HUFFMAN CODING TECHNIQUES," Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2011.
- [7] N. Amitava, B. Sushanta, S. Debasree and P. S. Partha, "A Novel Technique for Image Steganography Based on DWT and Huffman Encoding," International Journal of Computer Science and Security, vol. 4, no. 6, pp. 561-570, 2011.
- [8] S. G. and P. M., "LSB, 3D-DCT and Huffman Encoding based Steganography in Safe Message Routing and Delivery for Structured Peer-to-Peer Systems," IJCA Special Issue on "Artificial Intelligence Techniques - Novel Approaches & Practical Applications", 2011.
- [9] N. A, B. S, S. D and P. S. P, "A novel technique for image steganography based on Block-DCT and Huffman Encoding," International Journal of Computer Science and Information Technology, vol. 2, no. 3, pp. 103-112, 2010.
- [10] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. Introduction to Algorithms, Second Edition. MIT Press and McGrawHill, 2001. ISBN 0-262-03293-7. Section 16.3, pp. 385-392.
- [11] A. Nadhira, "Implementasi Kode Huffman dalam Aplikasi Kompresi Teks pada Layanan SMS," Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung.
- [12] A. Karima, Pengukuran Tingkat Ketahanan (Robustness) Metode LSB terhadap Perubahan Kontras pada Steganografi, Semarang, 2008.
- [13] J. C. K. C. a. P. M. K. A. Cheddad, "Biometric Inspired Digital Image Steganography," Proceedings of the 15th Annual IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'08), pp. 159-168, 2008