

IMPLEMENTASI ALGORITMA *LEMPER-ZIV-WELCH* DAN *ADAPTIVE HUFFMAN CODING* PADA KRIPTOGRAFI VISUAL

Disusun oleh :

Edwin Purnaman Tanjung (1022014)

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH, No. 65, Bandung, Indonesia

E – mail : Edwinpurnaman1022014@gmail.com

ABSTRAK

Penumpukan 2 buah *share* pada kriptografi visual secara umum akan menampilkan informasi tentang pesan rahasia yang dikirim oleh pengirim. Algoritma *Lempel-Ziv-Welch (LZW)* dan *Adaptive Huffman Coding* diimplementasikan agar penumpukan 2 buah *share* tidak memberikan informasi apapun tentang pesan rahasia.

Algoritma *Lempel-Ziv-Welch (LZW)* dan *Adaptive Huffman Coding* yang diimplementasikan akan mengacak nilai piksel pada citra awal (pesan rahasia) sebelum masuk ke proses kriptografi visual sehingga penumpukan 2 buah *share* hanya akan menampilkan nilai hasil pengacakan citra awal. Citra awal yang dipakai pada Tugas Akhir ini merupakan citra *grayscale* dengan format GIF, JPEG dan BMP.

Implementasi algoritma *Lempel-Ziv-Welch* dan *Adaptive Huffman Coding* pada kriptografi visual secara keseluruhan berhasil dilakukan. Selain itu citra hasil rekonstruksi yang merupakan informasi yang dikirimkan oleh pengirim berhasil diidentifikasi meskipun secara rata-rata kualitas citra dengan format BMP dan JPEG lebih bagus dari kualitas citra dengan format GIF.

Kata Kunci: Kriptografi Visual, *Error Diffusion*, *LZW*, *Adaptive Huffman Coding*.

IMPLEMENTATION OF LEMPEL-ZIV-WELCH AND ADAPTIVE HUFFMAN CODING ALGORITHM IN VISUAL CRYPTOGRAPHY

Composed By :

Edwin Purnaman Tanjung (1022014)

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Maranatha Christian University, Bandung, Indonesia*

E – mail : Edwinpurnaman1022014@gmail.com

ABSTRACT

Stacking 2 share in visual cryptography generally will show the secret message which is sent by sender. Lempel-Ziv-Welch (LZW) and Adaptive Huffman Coding is implemented so that stacking 2 share will not give information about secret message.

Lempel-Ziv-Welch and Adaptive Huffman Coding algorithm which is implemented will randomize pixel value in initial image (secret message) before entering the process of visual cryptography so that stacking 2 share only show the result of initial image randomization. The initial image used in this final project is a grayscale image with GIF, JPEG and BMP format.

Implementation of Lempel-Ziv-Welch and Adaptive Huffman Coding in visual cryptography overall successful. Reconstructed image which is information sent by sender successfully identified although the average of quality image of BMP and JPEG format is better than the quality image with GIF format.

Key Word : *Visual Cryptography, Error Diffusion, LZW, Adaptive Huffman Coding*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Citra	5
2.2 Citra Biner	5
2.3 Citra <i>Grayscale</i>	6
2.4 Operator Boolean OR dan XOR	7
2.5 Perluasan Piksel	8
2.6 <i>Halftoning</i>	8
2.6.1 <i>Constant Threshold Halftoning</i>	8
2.6.2 <i>Error Diffusion</i>	9
2.7 Algoritma <i>Lempel-Ziev-Welch (LZW)</i>	11
2.8 Algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	18
2.8.1 <i>Proses Update</i>	20
2.8.2 <i>Proses Penyandian (encoding)</i>	23
2.8.3 <i>Proses Penyandian Kembali (decoding)</i>	24

2.9 Kriptografi Visual (<i>Visual Cryprography</i>)	26
2.10 Skema Kriptografi Visual (2,2) dengan 2 subpiksel	26
2.11 <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (PSNR).....	28

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI PERANGKAT LUNAK

3.1 Diagram Blok Sistem	29
3.2 <i>Halftoning</i> Menggunakan metoda Floyd – Steinberg <i>Error Diffusion</i>	33
3.3 Algoritma <i>Lempel-Ziv-Welch</i> (LZW)	35
3.4 Algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	51
3.5 Kriptografi Visual	64
3.6 Penumpukan <i>Share 1</i> dan <i>Share 2</i>	66

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

4.1 Data Pengujian	71
4.2 Data Pengamatan.....	72
4.2.1 Citra Masukan dengan Format GIF	72
4.2.2 Citra Masukan dengan Format BMP	82
4.2.3 Citra Masukan dengan Format JPEG	88
4.3 Analisis Hasil Pengamatan.....	94

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran.....	96

DAFTAR PUSTAKA	97
----------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Citra biner	6
Gambar 2.2	Citra <i>grayscale</i> 8-bit Lena dan Einstein.....	6
Gambar 2.3	Perluasan piksel putih menjadi 2 subpiksel	8
Gambar 2.4	Citra yang mengalami proses <i>constant treshold halftoning</i> , (a) citra <i>grayscale</i> , (b) citra hasil <i>thresholding</i>	9
Gambar 2.5	Diagram Blok <i>Error Diffusion</i>	10
Gambar 2.6	<i>Error filter h(k,l)</i> Floyd – Steinberg	10
Gambar 2.7	Perbandingan Citra awal dengan citra hasil <i>error diffusion</i> , (a) citra awal, (b) citra hasil <i>error diffusion</i>	11
Gambar 2.8	Proses <i>update</i> pohon <i>Huffman</i> untuk huruf <i>a a r d v</i>	23
Gambar 2.9	Contoh Kriptografi visual (2,2) dengan 2 subpiksel, (a) Citra rahasia, (b) <i>Share</i> 1, (c) <i>Share</i> 2, (d) Citra hasil rekonstruksi	27
Gambar 3.1	Diagram blok sistem secara keseluruhan, (a) proses enkripsi, (b) proses dekripsi	29
Gambar 3.2	Diagram alir sistem secara keseluruhan, (a) proses enkripsi, (b) proses dekripsi	32
Gambar 3.3	Diagram Alir <i>Error Diffusion</i>	34
Gambar 3.4	Kotak dialog <i>workspace</i> pada Matlab	35
Gambar 3.5	Kotak dialog <i>variable editor</i> untuk <i>enc_LZW</i> pada Matlab	36
Gambar 3.6	Diagram alir <i>encoding LZW</i>	41
Gambar 3.6	Diagram alir <i>encoding LZW</i>	42
Gambar 3.7	Diagram alir fungsi <i>newTable</i>	43
Gambar 3.8	Diagram alir fungsi <i>findCode</i>	44
Gambar 3.9	Diagram Alir <i>addCode</i>	44
Gambar 3.10	Diagram alir <i>decoding LZW</i>	45
Gambar 3.10	Diagram alir <i>decoding LZW</i>	47
Gambar 3.10	Diagram alir <i>decoding LZW</i>	48

Gambar 3.10	Diagram alir <i>decoding LZW</i>	49
Gambar 3.11	Diagram alir fungsi <i>getCode</i>	51
Gambar 3.12	Diagram alir algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	54
Gambar 3.12	Diagram alir algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	55
Gambar 3.12	Diagram alir algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	56
Gambar 3.12	Diagram alir algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	57
Gambar 3.12	Diagram alir algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	58
Gambar 3.13	Diagram alir fungsi <i>nodecode</i>	59
Gambar 3.14	Diagram alir fungsi <i>newsymbol</i>	60
Gambar 3.15	Diagram alir fungsi <i>updatetree</i>	61
Gambar 3.15	Diagram alir fungsi <i>updatetree</i>	62
Gambar 3.16	Diagram alir fungsi <i>treeloop</i>	63
Gambar 3.17	Diagram alir fungsi <i>bits2dec</i>	63
Gambar 3.18	Diagram alir dari proses kriptografi visual	65
Gambar 3.18	Diagram alir dari proses kriptografi visual	66
Gambar 3.19	Diagram alir untuk penggabungan 2 buah <i>share</i>	67
Gambar 3.20	Diagram alir untuk operasi XOR untuk setiap piksel	68
Gambar 3.21	Diagram alir Diagram alir untuk konversi 2 subpiksel menjadi 1 piksel	70
Gambar 4.1	Citra uji.	71
Gambar 4.2	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (catur.gif)	72
Gambar 4.3	<i>Share 1, Share 2</i> dan hasil penumpukan (catur.gif)	74
Gambar 4.4	Hasil pembentukan menjadi citra awal (catur.gif)	77
Gambar 4.5	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (maranatha.gif).....	77
Gambar 4.6	<i>Share 1, Share 2</i> dan hasil rekonstruksi (maranatha.gif)	77
Gambar 4.7	Hasil pembentukan menjadi citra awal (maranatha.gif)	78
Gambar 4.8	Citra awal dan Citra hasil <i>error diffusion</i> (nrp.gif)	78
Gambar 4.9	<i>Share 1, Share 2</i> dan hasil rekonstruksi (nrp.gif)	78
Gambar 4.10	Hasil pembentukan menjadi citra awal (nrp.gif).....	79

Gambar 4.11	citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (rahasia.gif).....	79
Gambar 4.12	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (rahasia.gif).....	80
Gambar 4.13	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (rahasia.gif).....	80
Gambar 4.14	<i>Citra Awal dan citra hasil error diffusion</i> (smile.gif)	81
Gambar 4.15	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (smile.gif)	81
Gambar 4.16	Hasil pembentukan menjadi citra awal (smile.gif)	82
Gambar 4.17	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (catur.bmp).....	82
Gambar 4.18	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (catur.bmp)	82
Gambar 4.19	Hasil pembentukan menjadi citra awal (catur.bmp)	83
Gambar 4.20	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (maranatha.bmp).....	83
Gambar 4.21	<i>share</i> 1, <i>share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (maranatha.bmp)	83
Gambar 4.22	Hasil pembentukan menjadi citra awal (maranatha.bmp).....	84
Gambar 4.23	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (nrp.bmp)	84
Gambar 4.24	<i>share</i> 1, <i>share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (nrp.bmp)	85
Gambar 4.25	Hasil pembentukan menjadi citra awal (nrp.bmp)	85
Gambar 4.26	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (rahasia.bmp)	86
Gambar 4.27	<i>share</i> 1, <i>share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (rahasia.bmp).....	86
Gambar 4.28	Hasil pembentukan menjadi citra awal (rahasia.bmp)	87
Gambar 4.29	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (smile.bmp)	87
Gambar 4.30	<i>share</i> 1, <i>share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (smile.bmp).....	87
Gambar 4.31	Hasil pembentukan menjadi citra awal (smile.bmp).....	88
Gambar 4.32	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (catur.jpeg).....	88
Gambar 4.33	<i>share</i> 1, <i>share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (catur.jpeg)	88
Gambar 4.34	Hasil pembentukan menjadi citra awal (catur.jpeg).....	89
Gambar 4.35	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (maranatha.jpeg)	89
Gambar 4.36	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (maranatha.jpeg)	89
Gambar 4.37	Hasil pembentukan menjadi citra awal (maranatha.jpeg)	90
Gambar 4.38	Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (nrp.jpeg).....	90
Gambar 4.39	<i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (nrp.jpeg)	90
Gambar 4.40	Hasil pembentukan menjadi citra awal (nrp.jpeg)	91

Gambar 4.41 Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (rahasia.jpeg).....	91
Gambar 4.42 <i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (rahasia.jpeg)	91
Gambar 4.43 Hasil pembentukan menjadi citra awal (rahasia.jpeg)	92
Gambar 4.44 Citra awal dan citra hasil <i>error diffusion</i> (smile.jpeg)	92
Gambar 4.45 <i>Share</i> 1, <i>Share</i> 2 dan hasil rekonstruksi (smile.jpeg)	93
Gambar 4.46 Hasil pembentukan menjadi citra awal (smile.jpeg)	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel hasil operasi boolean OR dan XOR	7
Tabel 2.2	Hasil operasi boolean OR dan XOR pada piksel	7
Tabel 2.3	<i>String table</i> yang baru diinisialisasi	13
Tabel 2.4	<i>String table</i> yang dihasilkan selama proses enkoding LZW.....	14
Tabel 2.5	Proses enkoding LZW secara lengkap.....	15
Tabel 2.6	Proses dekoding LZW secara keseluruhan	17
Tabel 2.7	Kode biner untuk huruf <i>a – z</i>	25
Tabel 2.8	Pola piksel yang digunakan pada skema kriptografi visual (2,2) dengan 2 subpiksel	31
Tabel 4.1	Nilai piksel dari citra catur.gif	72
Tabel 4.2	Hasil pengubahan ukuran citra catur.gif	73
Tabel 4.3	Nilai hasil enkoding algoritma LZW (enkoding).....	73
Tabel 4.4	Nilai hasil enkoding algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	74
Tabel 4.5	Nilai piksel pada <i>share</i> 1 (catur.gif).....	74
Tabel 4.6	Nilai piksel pada <i>share</i> 2 (catur.gif).....	74
Tabel 4.7	Nilai hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2	75
Tabel 4.8	Hasil penumpukan <i>share</i> yang sudah direduksi.....	75
Tabel 4.9	Nilai hasil dekoding algoritma <i>Adaptive Huffman Coding</i>	75
Tabel 4.10	Nilai hasil dekoding algoritma LZW	76
Tabel 4.11	Nilai Hasil pembentukan citra ke ukuran semula	76
Tabel 4.12	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (maranatha.gif).....	78
Tabel 4.13	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (maranatha.gif).....	78
Tabel 4.14	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (maranatha.gif)	78
Tabel 4.15	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (nrp.gif)	79
Tabel 4.16	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (nrp.gif)	79
Tabel 4.17	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (nrp.gif).....	79
Tabel 4.18	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (rahasia.gif)	80

Tabel 4.19	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (rahasia.gif)	80
Tabel 4.20	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (rahasia.gif).....	80
Tabel 4.21	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (smile.gif).....	81
Tabel 4.22	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (smile.gif).....	81
Tabel 4.23	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (smile.gif)	81
Tabel 4.24	Nilai piksel pada <i>share</i> 1 (catur.bmp).....	82
Tabel 4.25	Nilai piksel pada <i>share</i> 2 (catur.bmp).....	83
Tabel 4.26	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (catur.bmp)	83
Tabel 4.27	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (maranatha.bmp)	84
Tabel 4.28	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (maranatha.bmp)	84
Tabel 4.29	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (maranatha.bmp).....	84
Tabel 4.30	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (nrp.bmp)	85
Tabel 4.31	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (nrp.bmp)	85
Tabel 4.32	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (nrp.bmp).....	85
Tabel 4.33	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (rahasia.bmp).....	86
Tabel 4.34	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (rahasia.bmp)	86
Tabel 4.35	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (rahasia.bmp)	86
Tabel 4.36	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (smile.bmp).....	87
Tabel 4.37	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (smile.bmp).....	87
Tabel 4.38	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (smile.bmp).....	88
Tabel 4.39	Nilai piksel pada <i>share</i> 1 (catur.jpeg)	89
Tabel 4.40	Nilai piksel pada <i>share</i> 2 (catur.jpeg)	89
Tabel 4.41	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (catur.jpeg)	89
Tabel 4.42	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (maranatha.jpeg)	90
Tabel 4.43	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (maranatha.jpeg)	90
Tabel 4.44	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (maranatha.jpeg).....	90
Tabel 4.45	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (nrjpeg).....	91
Tabel 4.46	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (nrjpeg).....	91
Tabel 4.47	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (nrjpeg)	91
Tabel 4.48	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (rahasia.jpeg)	92

Tabel 4.49	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (rahasia.jpeg).....	92
Tabel 4.50	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (rahasia.jpeg).....	92
Tabel 4.51	Nilai Piksel pada <i>share</i> 1 (smile.jpeg)	93
Tabel 4.52	Nilai Piksel pada <i>share</i> 2 (smile.jpeg)	93
Tabel 4.53	Hasil penumpukan <i>share</i> 1 dan <i>share</i> 2 (smile.jpeg).....	93
Tabel 4.54	Perbandingan PSNR citra GIF, BMP, dan JPEG	94