PENERAPAN METODE MODULUS FUNCTION (MF) UNTUK PENYISIPAN PESAN PADA CITRA DIGITAL

Raimah Handayani Harahap¹, Nelly Astuti Hasibuan², Imam Saputra³

Program Studi, Teknik Informatika STMIK Budi Darma, Medan Indonesia
Jalan Sisingamangaraja N0.388, Medan Indonesia

Abstrak

Steganografi adalah ilmu dan seni menyembunyikan (embedded) informasi dengan cara menyisipkan pesan rahasia di dalam pesan lain. Steganografi di bidang teknologi informasi sangat berkembang, yaitu untuk perangkat-perangkat digital. Informasi atau pesan yang dapat disembunyikan beragam, begitu pula dengan pesan yang menjadi objek tersisip. Variasi pesan yang biasa menjadi subjek dan objek penyisipan adalah pesan teks, pesan gambar, pesan audio, dan pesan video. Metode steganografi yang digunakan yaitu metode Modulus Function (MF). Metode ini dapat menyisipkan pesan lebih banyak pada pixel yang memiliki nilai kontras tinggi. Penelitian yang dilakukan yaitu menerapkan metode Modulus Function (MF) untuk penyisipan pesan ke dalam file gambar. Berdasarkan hasil pengujian didapat kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode Modulus Function (MF), kapasitas citra untuk menyisipkan pesan, lebih kecil dari ukuran citranya, waktu proses pada metode ini cukup cepat, kualitas citra setelah disisipi pesan mempunyai kualitas yang baik, namun metode ini juga masih mempunyai kekurangan, karena tidak tahan terhadap manipulasi dan pada beberapa citra masih terdeteksi oleh aplikasi matlab.

Kata Kunci : Steganografi, Penerapan, Modulus Function(MF), file Gambar.

Abstract

Steganography is the science and art of hiding (embedded) information by inserting secret messages in other messages. Steganography in the field of information technology is highly developed, namely for digital devices. Information or messages that can be hidden varies, as can messages that are embedded objects. Variations of messages that are normally subject to insertion objects are text messages, picture messages, audio messages, and video messages. The steganography method used is the Modulus Function (MF) method. This method can insert more messages into pixels that have high contrast values. The research conducted is applying the Modulus Function (MF) method for inserting messages into image files. Based on the test results, it can be concluded that by using the Modulus Function (MF) method, the capacity of the image to insert a message is smaller than the image size, the processing time in this method is quite fast, the image quality after inserting a message has good quality, but this method is also still good. has disadvantages, because it is not resistant to manipulation and in some images are still detected by the matlab application.

Keywords: Steganography, Implementation, Modulus Function (MF), Image file.

1. PENDAHULUAN

Munculnya teknologi internet dan multimedia telah mendorong berbagai macam usaha untuk melindungi, mengamankan dan menyembunyikan data pada file digital dari pihak-pihak yang tidak mempunyai otoritas mengakses file-file tersebut. Salah satu usaha untuk mengamankan data diantaranya dengan menggunakan kriptografi. Berbagai macam algoritma kriptografi dapat diimplementasikan untuk mewujudkan sistem keamanan data. Selain kriptografi juga terdapat steganography sebagai alternatif untuk mengamankan data.

Dengan tersedianya jaringan internet, memungkinkan untuk melakukan proses pertukaran data dan informasi. Dalam tukar menukar informasi, aspek keamanan memegang peranan penting, terutama jika informasi tersebut bersifat rahasia. Untuk menjaga kerahasiaan informasi dapat digunakan teknik steganography. Informasi yang akan dikirim disembunyikan dalam file digital (teks, image, audio, video). Kemudian data digital tersebut dikirim seperti data biasa, sehingga pihak ketiga tidak curiga bahwa didalamnya terdapat informasi rahasia. Informasi yang disembunyikan dalam data digital tersebut dapat diekstrak kembali oleh penerima pesan. Informasi tersebut juga harus sama dengan informasi sebelum disisipkan dalam data digital, meskipun data digital tersebut telah mengalami proses manipulasi, seperti pengeditan, pemotongan atau kompresi.

Steganografi merupakan seni dalam menyembunyikan informasi sedemikian rupa dalam suatu wadah sehingga pesan yang disembunyikan tidak diketahui atau tidak terdeteksi. Keutamaan steganografi adalah menyembunyikan pesan rahasia ke dalam media penampung. Secara teknis teknik steganografi memanfaatkan kelemahan dari kesadaran manusia. Indra manusia yang terbatas tidak terlatih untuk mencari file yang tersembunyi di dalam suatu wadah selama tidak mengubah bentuk dari wadah penampung tersebut.

Metode *Modulus Function (MF)* merupakan teknik penyisipan pesan yang dilakukan melalui modifikasi nilai sisa hasil bagi (*remainder*) metode ini menggunakan kuantisasi selisih nilai keabuan untuk menentukan jumlah bit yang akan disisipkan pada selisih nilai tertentu salah satu nilai yang digunakan adalah [8 8 16 32 64 128][1].

Dalam pemilihan jenis media yang digunakan sembarang. Kualitas citra dapat dilihat pada citra sebelum dan sesudah disisipi oleh pesan, selain itu terdapat tiga persyaratan untuk steganografi yang efektif yakni kapasitas (*capacity*), tingkat visibilitas (*imperceptibility*), dan kekokohan (*robustness*). Kelebihan pada metode *Modulus Function* ini adalah mampu mengurangi perubahan nilai koefisien (*coefficient adjustment*) sehingga mampu

meningkatkan citra. *Modulus function* juga bekerja pada rentan integer sehingga sesuai dengan IHWT yang bekerja pada rentan integer[2].

2. TEORITIS

2.1 Pesan

Pesan dalam bahasa Prancis ditulis message (baca: mesaz), berasal dari bahasa latin “missus” artinya mengirim. Kata message digunakan sejak akhir abad ke XI oleh para penutur atau partisipan komunikasi untuk mengatakan “sesuatu yang kita kirimkan” (ce que l’on transmet, baca: Dictionaire de Petit Robert).

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pesan adalah representasi gagasan komunikator yang dipertukarkan dalam wujud tanda-tanda tertentu (utamanya yang bersifat fisik), yang isinya mengandung maksud tertentu[6]. Pesan biasanya dengan sengaja disalurkan oleh komunikator kepada komunikan untuk mendapatkan hasil tertentu, yang biasanya telah ditetapkan.

Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang dengan lebar dan panjang tertentu. Ukuran citra biasanya diukur dalam jumlah titik atau piksel, dimana setiap piksel mempunyai koordinat menurut letaknya didalam citra digital. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan integer yang besarnya dari 0 samapi dengan 1 tergantung dari sistem yang digunakan. Setiap piksel berisi nilai yang mewakili informasi apa yang ada didalam piksel. Citra (*image*) juga dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$ dimana x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo pada setiap pasang (x,y) disebut intensitas (*gray level*) citra pada titik tersebut. Jika x dan y berhingga (*finite*) dan diskrit (tidak kontinyu) maka disebut citra digital. Citra digital terdiri dari sejumlah elemen berhingga yang masing-masing mempunyai lokasi dan nilai, Elemen-elemen x dan y disebut elemen citra atau *pels* atau *piksel*.

2.2 Modulus Function

Metode *Modulus Function (MF)* ini merupakan pengembangan dari metode PVD. Proses penyisipan pesan dilakukan melalui modifikasi nilai sisa hasil bagi (*remainder*) dari piksel bertetangga. Sama seperti metode PVD, metode ini menggunakan kuantisasi selisih nilai keabuan untuk menentukan jumlah bit yang akan disisipkan pada selisih nilai tertentu[11]. Salah satu rentang nilai yang digunakan adalah [8 8 16 32 64 128]. Langkah-langkah penyisipan pesan .

Tabel 1. Rentang Nilai

Kuantisasi Ke-k	Batas Bawah – Batas Atas $L_k - u_k$	Rentang Nilai	Jumlah Bit N
1	0 – 7	8	3
2	8 – 15	8	3
3	16 – 31	16	4
4	32 – 63	32	5
5	64 – 127	64	6
6	128 – 255	128	7

1. Ubah pesan menjadi bilangan biner 8 bit.
2. Hitung selisih 2 piksel bertetangga (g_i, g_{i+1}) $d_i = |g_{i+1} - g_i|$
3. Tentukan batas bawah (l_k) dan jumlah bit n , dengan cara : $l_k \leq d_i < l_{k+1}$
4. Ambil pesan sebanyak n bit, kemudian ubah menjadi desimal (b)
5. Hitunglah nilai sisal hasil bagi (*remainder*) $r = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n$
6. Hitung : $m = |r - b|$ dan $m' = |2^n - m|$
7. Tentukan nilai piksel baru g_i', g_{i+1}' , dengan cara berikut:
 - a. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$
 - b. maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$
 - c. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$
 - d. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$
 - e. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$
 - f. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$
 - g. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

- h. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

- i. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

Sebuah pesan “154” akan di sisipkan ke sebuah citra *grayscale* 8 bit berukuran 4x4 piksel menggunakan metode MF. Langkah-langkah penyisipan pesan

Iterasi ke-1:

1. Pesan “154” di ubah jadi biner 8 bit.
Pesan = “1 0 0 1 1 0 1 0”
2. $d_i = |200 - 105| = 95$
3. $64 \leq d_i < 127$ $n = 6$, $l_k = 64$, $2^n = 64$
4. $B = 1 0 0 1 1 0 = 38$, sisa pesan = “10”
5. $R = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n = (200 + 105) \bmod 64 = 305 \bmod 64 = 49$
6. $M = |r - b| = |49 - 38| = 11$ dan $m' = |2^n - m| = |64 - 11| = 53$.
7. $r = 49$, $b = 38$, $m = 11$, $l_k/2 = 32$ dan $g_i = 105$, $g_{i+1} = 200$
yang memenuhi syarat adalah poin (b) jika, $r > b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_i < g_{i+1}$ maka $(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$
 $(g_i', g_{i+1}') = (105 - \lfloor \frac{11}{2} \rfloor, 200 + \lfloor \frac{11}{2} \rfloor) = (105 - 5, 200 + 5) = (100, 205)$

Iterasi ke-2:

1. Pesan = “1 0”
2. $d_i = |28 - 57| = 29$
3. $16 \leq d_i < 31$ $n = 4$, $l_k = 16$, $2^n = 16$
4. $b = 1 0$, tambahkan 2 bit agar = 4, jadi $b = 1000 = 8$ sisa pesan = habis
5. $r = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n = (57 + 28) \bmod 16 = 85 \bmod 16 = 5$
6. $m = |r - b| = |5 - 8| = 3$ dan $m' = |2^n - m| = |16 - 3| = 13$
7. $r = 5$, $b = 8$, $m = 3$, $2^{n/2} = 8$ dan $g_i = 57$, $g_{i+1} = 28$
yang memenuhi syarat adalah poin (e)
Jika, $r \leq b$ dan $m \leq 2^{n/2}$ dan $g_i \geq g_{i+1}$ maka
 $(g_i', g_{i+1}') = (g_i + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$
 $(g_i', g_{i+1}') = (57 + \lfloor \frac{3}{2} \rfloor, 28 - \lfloor \frac{3}{2} \rfloor) = (57 + 1, 28 - 1) = (58, 27)$

Langkah-langkah ekstraksi pesan

1. Hitunglah selisih 2 piksel bertetangga (g_i, g_{i+1})
 $d_i = |g_{i+1} - g_i|$
2. Tentukan batas bawah (l_k) dan jumlah bit n , dengan cara : $l_k \leq d_i < l_{k+1}$
3. Hitunglah nilai sisa hasil bagi (*remainder*)
 $b = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n$

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan wadah penampung yang berupa gambar dan pesan akan disembunyikan ke dalam wadah penampung tersebut. Metode yang digunakan merupakan *Modulus Function* (MF), penerapan metode ini dilakukan dengan mengubah pesan yang akan disisipkan menjadi bentuk biner dan mengubah *file gambar* yang menjadi penampungnya ke bentuk biner dan kemudian diubah kebentuk desimal. Proses penyisipan bergantung dengan seberapa besar selisih antara desimal pada *file gambar* dan hasil dari selisih tersebut terus berlangsung hingga semua biner pesan tersisipkan pada desimal *file gambar*. Hasil dari penyisipan biner pesan akan mengubah bentuk desimal dari *file gambar*.

Gambar 1. Prosedur Penyisipan Dalam Gambar

3.2 Analisa Metode Modulus Function Dalam Penyisipan Pesan

Penerapan metode *Modulus Function* (MF) pada *file gambar* untuk mengamankan pesan dilakukan agar pengguna yang tidak memiliki hak tidak bisa membaca atau mengerti pesan tersebut. Penyisipan pesan dilakukan dengan mengubah pesan menjadi bentuk biner dan di sisipkan ke dalam *file gambar* dengan menggunakan metode *Modulus Function* (MF), sebelum dilakukan penyisipan maka *file gambar* harus dirubah menjadi bentuk desimal. *File gambar* yang digunakan adalah citra gambar dengan berdimensi 719 x 960 dan memiliki *pixel* 10x10 yang memiliki nilai dari R 10x10, G 10x10, dan B 10x10.

Gambar 2. Citra Gambar dengan berdimensi 719x 960
Berikut tampilan yang dijadikan sampel pengujian dengan menggunakan matlab:

Tabel 1. Citra Kanal R dengan *Pixel* 10 x 10

121	107	111	125	133	126	119	116	108	97
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

Tabel 2. Citra Kanal G dengan *Pixel* 10 x 10

144	143	133	131	134	132	126	117	106	102
139	145	136	134	128	121	116	117	117	116
135	143	133	127	119	111	110	118	125	124
131	136	126	121	119	113	115	124	128	125
120	124	121	124	128	122	123	130	132	129
110	114	117	127	138	130	127	130	134	133
118	118	118	128	142	137	132	132	133	131
133	131	124	129	145	144	141	137	132	125
142	136	139	134	141	144	147	140	133	133
133	135	145	140	136	133	131	132	136	136

Tabel 3. Citra Kanal B dengan *Pixel* 10 x 10

43	43	42	41	42	41	39	34	30	25
42	46	50	47	48	45	42	37	32	30
40	43	48	51	50	46	44	41	41	40
39	33	39	45	45	47	51	50	50	45
39	29	31	35	39	46	52	48	45	43

46	39	38	36	37	42	42	37	37	40
52	53	50	42	35	37	36	35	39	41
48	57	53	46	35	34	29	28	34	33
44	53	52	45	36	31	25	27	34	28
43	50	47	45	42	36	32	35	39	28

Langkah-langkah Penyisipan Pesan kedalam Citra Digital

Pesan yang akan disisipkan adalah 'RAHIMA' yang akan dirubah menjadi bentuk biner.

1. Merubah pesan menjadi biner 8 bit dan *File Gambar* menjadi desimal

Pesan : RAHIMA

File Gambar : Citra Gambar dengan *pixel* 720 x 963

Merubah bentuk pesan menjadi biner

Tabel 4. Biner Pesan

Karakter	Biner
R	01010010
A	01000001
H	01001000
I	01001001
M	01001101
A	01000001

Sehingga biner dari pesan menjadi :

010100100100000101001000010010010100110101000001

Merubah *File Gambar* menjadi bentuk desimal dan mengambil sampel biner sebesar 10x10

Iterasi ke-1

Pesan "82" di ubah jadi biner 8 bit.

Pesan = "01010010"

2. Proses Penyisipan Pesan Ke Dalam *File Gambar*

Mencari selisih 2 *pixel* bertetangga antar desimal *File Gambar*

121	107	111	125	133	126	119	116	108	97
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

$$d_i = |g_{i+1} - g_i|$$

$$d_i = |107 - 121| = 14$$

3. Mencari Range

Untuk mencari *range* maka dibutuhkan tabel, tabel *range* digunakan untuk mengetahui rentang nilai dan jumlah *bit* dengan berdasarkan nilai yang telah didapat dari selisih nilai desimal (d_i) dan dicocokkan pada nilai batas bawah (l_k) dan batas atas (u_k) atau $l_k \leq d_i \leq u_k$

Tabel 5. Rentang Nilai

Kuantisasi Ke-k	Batas Bawah – Batas Atas $L_k - u_k$	Rentang Nilai	Jumlah Bit n
1	0 – 7	8	3
2	8 – 15	8	3
3	16 – 31	16	4
4	32 – 63	32	5
5	64 – 127	64	6
6	128 – 255	128	7

$$L_k \leq d_i < L_{k+1}$$

$$8 \leq d_i < 15, \quad L_k = 8, \quad n=3, \quad 2^3=8$$

4. Mencari Lebar Dari Optimum Range

Untuk mencari lebar optimum diperlukan nilai *range* yaitu nilai batas bawah (l_k)

$b = 010 = 2$, sisa pesan = '10010'

5. Menghitung nilai sisa hasil bagi (*Remainder*)

Untuk mencari nilai *Remainder* yaitu hitung nilai hasil bagi kemudian dimodulus kan dengan nilai jumlah 2^n

$$r = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n$$

$$r = (121 + 107) \bmod 8$$

$$r = 228 \bmod 8 = 4$$

6. Hitung

$$m = |r - b| = \text{dan } m' = |2^n - m|$$

$$m = |4 - 2| = 2 \text{ dan}$$

$$m' = |2^n - m| = |2^3 - 2| = 8 - 2 = 6$$

7. Untuk menentukan nilai *pixel* baru atau nilai *pixel* bertetangga yaitudengan cara berikut :

a. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

b. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

c. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

d. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

e. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

f. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

g. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

h. Jika $r > b$ dan $m \leq 2^n/2$ dan $g_1 - g_{i+1}'$ maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

Yang memenuhi syarat adalah poin (A)

Jika, $r \leq b$ dan $m > 2^n/2$ dan $g_i \geq g_{i+1}$, maka

$$(g_i', g_{i+1}') = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

$$(g_i', g_{i+1}') = (121 - \lfloor \frac{2}{2} \rfloor, 107 - \lfloor \frac{2}{2} \rfloor)$$

$$= (121 - 1, 107 - 1) = (120, 106)$$

Tabel 6. Pesan Iterasi 1

121	107	111	125	133	126	119	116	108	97
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

Tabel 7. Hasil Perhitungan Penyisipan Pesan Iterasi 1

120	106	111	125	133	126	119	116	108	97
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

Iterasi ke-5

1. $00010100 = 20$
2. $d_i = |g_{i+1} - g_i| = |97 - 108| = 11$
3. $L_k \leq d_i < L_{k+1}$
 $8 \leq d_i < 15, L_k = 8, n=3, 2^3=8$
4. $b = 000 = 0$, sisa pesan = '10100'
5. $r = (g_i + g_{i+1}) \bmod 2^n$
 $r = (108 + 97) \bmod 8$
 $r = 205 \bmod 8 = 5$
6. $m = |r - b| = |5 - 0| = 5$ dan
 $m' = |2^n - m| = |2^3 - 5| = 8 - 5 = 3$
7. $r = 5, b = 0, m = 5, l_k/2 = 4$ dan $g_i = 108, g_{i+1} = 97$

Yang memenuhi syarat adalah poin (A)

Jika, $r \leq b$ dan $m > 2^n/2$ dan $g_i \geq g_{i+1}$, maka

(g_i, g_{i+1})

$$(g_i, g_{i+1}) = (g_i - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, g_{i+1} - \lfloor \frac{m}{2} \rfloor)$$

$$(g_i, g_{i+1}) = (108 - \lfloor \frac{5}{2} \rfloor, 97 - \lfloor \frac{5}{2} \rfloor)$$

$$= (108 - 2, 97 - 2) = (106, 94)$$

Tabel 8. Pesan Iterasi 5

121	107	111	125	133	126	119	116	108	97
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

Tabel 9. Hasil Perhitungan Penyisipan Pesan Iterasi 5

120	106	111	125	133	126	119	117	106	94
135	122	117	122	130	135	134	120	99	86
147	136	123	117	124	131	130	113	93	84
135	134	123	121	123	120	114	105	95	91
130	135	126	124	116	109	104	104	105	104
125	133	123	117	107	99	97	105	113	112
121	126	116	111	107	101	102	111	116	113
110	114	111	114	107	111	111	117	120	117
110	104	107	117	127	119	115	118	123	122
108	108	108	118	132	127	121	120	122	120

Setelah mendapatkan semua biner pesan yang telah disisipkan maka merubah bentuk biner tersebut dirubah kebentuk karakter agar mendapatkan pesan yang sesungguhnya.

Tabel 10. Biner Pesan

Biner	Karakter
01010010	R
01000001	A
01001000	H
01001001	I
01001101	M
01000001	A

Berdasarkan metode *Modulus Function* (MF) berhasil kembali merubah pesanyang telah disisipkan .

4. IMPLEMENTASI

1. Membaca citra digital

Perintah membaca citra digital pada matlab adalah menggunakan perintah `imread` kemudian diikuti oleh lokasi penyisipan dari citra tersebut.

Gambar 1. Proses membaca citra digital

2. Menyisipkan pesan

Untuk menyisipkan pesan ke dalam citra digital dilakukan dengan menggunakan metode *Modulus Function*. Sebelum melakukan penyisipan pesan dilakukan proses merubah matriks pesan menjadi vektor dan matriks citra penampung menjadi vektor.

Gambar 2. Proses menyisipkan pesan

3. Menyisipkan stegoimage

Setelah pesan disisipkan ke dalam citra maka langkah selanjutnya adalah menyisipkan citra tersebut kedalam media penyimpanan dengan perintah `imwrite` diikuti oleh lokasi penyimpanan dan nama filenya.

Gambar 3. Proses menyisipkan stegoimage

Langkah-langkah ekstraksi pesan :

1. Membaca Stegoimage

Untuk melakukan proses ekstraksi maka langkah pertama adalah membaca stegoimage dengan perintah `imread` diikuti oleh lokasi penyimpanan stego image.

Untuk melakukan proses ekstraksi pesan langkah pertama adalah membaca ekstraksi pesan dengan perintah `imread` diikuti oleh lokasi penyimpanan ekstraksi pesan.

Untuk melakukan proses penyimpanan pesan langkah pertama adalah menyimpan pesan dengan perintah `imread` diikuti oleh lokasi penyimpanan pesan.

File Asli citra	Stego image	Manipulasi	Hasil
-----------------	-------------	------------	-------

			Pesan Input	Pesan Output
R A H I M A	Pesan kembali
R A H I M A	Pesan kembali
R A H I M A	Pesan kembali
R A H I M A	Pesan kembali

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penulis, dapat menyimpulkan secara garis besar dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Proses penyisipan pesan teks pada citra digital dengan menggunakan *Matlab*.
2. Metode *Modulus Function* (MF) berhasil diterapkan untuk menyisipkan pesan teks pada citra digital.
3. Perubahan yang terjadi pada citra digital yang telah disisipkan pesan teks tidak terlalu signifikan, sehingga tidak menimbulkan kecurigaan.

6. REFERENCES

- [1] P. N. Andono, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi, 2017.
- [2] 2. A. P. N. 1. Dita Angelia Suwiry, "ANALISIS PERFORMA METODE IHWT (INTEGER HAAR WAVELET TRANSFORM) DAN MODULUS FUNCTION DENGAN METODE IHWT (INTEGER HAAR WAVELET TRANSFORM) DAN PVD (PIXEL VALUE DIFFERENCING) PADA KUALITAS CITRA DIGITAL".
- [3] A. Purwasito, "ANALISIS PESAN," *THE MESSENGER*, Volume 9, Nomor 1, 2017.
- [4] T. M. Pulung Nurtantio Andono, *PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*, Yogyakarta: Andi, 2017.