

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, yaitu penelitian yang pengumpulan datanya berdasarkan pencatatan langsung dari hasil percobaan. Pengumpulan data juga dilakukan dengan perhitungan dan analisis visual untuk mengetahui dan membandingkan kualitas citra setelah mengalami proses steganografi.

3.2 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen peralatan, diantaranya:

3.2.1 Kebutuhan Software

Kebutuhan perangkat lunak merupakan factor penting yang harus ada pada penelitian ini, sehingga perangkat lunak sesuai dengan maksud dan tujuan peneliti. Beberapa perangkat lunak yang dibutuhkan yaitu:

a. System Operasi

SO yang digunakan dalam penelitian ini adalah Windows 7

b. MATLAB

Aplikasi ini digunakan untuk implementasi proses steganografi dan melakukan perhitungan PNSR untuk perbandingan kualitas citra asli dan citra stego dan SSIM untuk melihat tingkat kemiripan antara citra asli dan citra stego.

c. Microsoft Word

Digunakan untuk menulis laporan hasil dari penelitian ini.

3.2.2 Kebutuhan Hardware

Kebutuhan perangkat keras (hardware) yang dapat memenuhi penelitian ini agar berjalan dengan lancar yaitu sebagai berikut:

- a. Personal computer atau Laptop
- b. Printer

Digunakan untuk mencetak hasil penelitian kedalam bentuk hardcopy.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Dokumentasi

Untuk mendapatkan data yang nantinya akan digunakan dalam penelitian ini, penelitian ini mengambil data set dari <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc>, dan image yang digunakan antara lain dengan ukuran piksel yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

3.3.2 Studi Pustaka

Selain menggunakan metode pengumpulan data dokumen, peneliti juga menggunakan metode pengumpulan data studi pustaka yaitu dengan cara mencari sumber dari jurnal- jurnal, buku, internet dan media lain yang berkaitan dengan penelitian.

Beberapa studi pustaka yang didapat adalah:

- a. Buku- buku yang membahas tentang kriptografi, watermarking, steganografi, dan pengolahan citra digital.
- b. Jurnal- jurnal tentang implementasi macam- macam algoritma pada steganografi khususnya *Coefficient Difference* dan *Integer Haar Wavelet Transform*.

3.4 Metode yang Diusulkan

3.4.1 Proses Penyisipan Pesan

Pada embedding process, harus menentukan kunci acak yang akan di letakan pada dua sisi yaitu embedding process dan extraction process. Kunci simetri (kunci acak) tersebut berperan untuk menenkripsi pesan sebelum pesan disisipkan pada cover-image dan mendeskripsikan kembali pesan dari stego-image. Pre-processing yang dilakukan saat *embedding* dan *extraction* process yaitu menentukan nilai *Threshold* (nilai ambang batas) terlebih dahulu. Penentuan nilai threshold ini bertujuan untuk mencegah nilai- nilai pixel keluar dari kisaran (0- 255) serta digunakan untuk menentukan jumlah nilai (s) pada embedded bit (s) di dalam setiap koefisien yang berdekatan.

Sebelum melakukan proses embedding untuk menjadikan cover-image, pesan akan di enkripsi dengan menggunakan operasi dasar eksklusif atau XOR. Input kunci rahasia (key) harus digunakan untuk menghasilkan bilangan bulat unsigned 8-bit (uint8) nomor pseudo acak yang akan digunakan untuk enkripsi. Sehingga penempatan bit pada cover-image akan dilakukan secara acak sehingga tidak mudah terdeteksi oleh orang lain. Untuk mengacak penempatan bit pada piksel peneliti menggunakan mersene twister.

Langkah- langkah dari proses embedding di atas adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai Threshold atau ambang batas (T) yang akan digunakan untuk:

a. Mencegah nilai piksel keluar dari kisaran [0- 255] setelah dilakukan proses embedding.

$$b. p(x,y) = \begin{cases} \alpha T & \text{if } p(x,y) < \alpha T \\ 255 - \alpha T, & \text{if } p(x,y) > 255 - \alpha T \end{cases}$$

Nilai bobot integer adalah p (x, y), dimana x merupakan nilai piksel dari baris dan y kolom dan α adalah weight (bobot), α merupakan nilai integer terkecil untuk menghindari nilai berada diluar rentang (0 - 255) setelah proses embedding. T merupakan nilai ambang batas dengan nilai maksimum image 8-bit.

c. Menentukan range atau rentang kelompok (r).

$$r = 2^T$$

2. Lakukan *Integer Haar Wavelet Transform* (IHWT) pada *cover-image* untuk menguraikan menjadi empat bagian koefisien wavelet: LL, HL, LH, dan HH.

3. Konversikan pesan rahasia ke dalam urutan nilai- nilai 8- bit sebagai bit aliran pesan.

4. Tentukan kunci rahasia secara acak yang digunakan untuk:

a. Menentukan bilangan unsigned 8- bit (uint8) pada metode enkripsi untuk mengenkripsi pesan menggunakan XOR.

b. Menghasilkan permutasi pseudorandom untuk memperoleh lokasi penyisipan atau embedding.

5. Tentukan nilai perbedaan (D) di antara dua blok koefisien yang berdekatan ():

$$D = I_{(x)} - I_{(x)+1}$$

dimana, D merupakan nilai perbedaan antara $I_{(x)}$ dan $I_{(x)+1}$ sebagai dua koefisien yang berdekatan pada blok x .

6. Sembunyikan bit (s) dari pesan sesuai dengan koefisien wavelet:
- Menentukan perbedaan nilai mutlak pada kelompok (k), sehingga:

$$I_{(x)} \leq |D| < I_{(x)+1}$$

- Ambil jumlah bit (s) pada aliran bit dari pesan menurut M .
- Dapatkan nilai desimal dari bit (s) yang disisipkan pada bit (s).
- Jumlahkan nilai batas bawah dan nilai desimal dari bit (s) untuk mendapatkan nilai perbedaan yang baru (D').

$$D' = M + L_{\text{ow_Range}}$$

ket: D' merupakan perbedaan nilai baru setelah proses embedding, dan M merupakan nilai decimal yang tertanam pada bit (s).

- Menyesuaikan kembali dua koefisien yang berdekatan untuk diterapkan pada D' dan mendapatkan nilai koefisien yang baru. Tetapkan f sebagai fungsi embedding untuk diberikan dua koefisien tetangga (I_x, I_{x+1})

$$f(I_x, I_{x+1}) = \begin{cases} I_x - \frac{s}{2}, I_{x+1} + \frac{s}{2}, & s = \text{genap} \\ I_x - \lfloor \frac{s}{2} \rfloor, I_{x+1} + \lceil \frac{s}{2} \rceil, & s = \text{ganjil} \end{cases}$$

Ket: I_x dan I_{x+1} adalah dua koefisien yang berdekatan, S adalah $|D| - |D'|$, $\lfloor \cdot \rfloor$ merupakan operator pembulatan kebawah dan $\lceil \cdot \rceil$ operator pembulatan ke atas, sehingga:

$$S = |D| - |D'|$$

$$I'(x) = I(x) - \lfloor \frac{S}{2} \rfloor$$

$$I'(x)+1 = I_{x+1} - \left\lfloor \frac{S}{2} \right\rfloor$$

7. Setelah melakukan penyisipan dan semua pesan telah tertanam atau telah mencapai kapasitas maksimum, untuk mendapatkan *Stego-Image* lakukan Inverse IHWT pada subbands.

3.4.2 Proses Ekstraksi Pesan

Pesan akan dikembalikan dari *Stego- Image* dengan menggunakan nilai ambang batas yang telah ditetapkan sebagai kunci. Kunci yang sama pada proses embedding akan digunakan kembali pada *Stego- Image* untuk melakukan proses ekstraksi guna mengembalikan pesan rahasia seperti semula.

Langkah- langkah proses ekstraksi adalah sebagai berikut:

1. Lakukan IHWT pada *Stego-Image* untuk di uraikan menjadi empat sub-band wavelet koefisien yaitu: LL, HL, LH, dan HH.
2. Gunakan kembali nilai ambang yang telah di tetapkan pada proses embedding untuk menentukan batas terendah dan rentang dari kelompok *Coefficient Difference*.
3. Tentukan lokasi penyisipan menggunakan kunci rahasia pada setiap sub-band.
4. Tentukan nilai perbedaan mutlak antara dua koefisien yang saling berdekatan pada koefisien penyisipan.

$$D' = I'_{(x)} - I'_{(x)+1}$$

5. Menetapkan nilai perbedaan mutlak kelompok (k), jadi:

$$l_k \leq |D'| < l_{k+1}$$

6. Kurangi nilai perbedaan mutlak dengan nilai batas terendah, untuk memperoleh nilai decimal yang tertanam dalam bit (s).

$$M = D' - l_{\text{ow_range}}$$

7. Konversikan nilai yang tertanam ke dalam bentuk string biner untuk mendapatkan bagian aliran bit pada pesan.
8. Temukan lokasi penyisipan berikutnya dengan kunci yang telah ditentukan.
9. Lakukan perulangan pada langkah 4 – 8 hingga seluruh aliran bit dari pesan yang disisipkan telah terekstraksi secara sempurna.
10. Konversikan semua aliran bit ke dalam nilai integer 8- bit untuk memperoleh pesan yang disisipkan.
11. Diskripsikan pesan dengan menggunakan kunci yang telah ditetapkan untuk memperoleh pesan asli.

3.4.3 Contoh Study Kasus

Embedded Message

5	3
2	4

Message

7	10	9	6
12	4	8	5
10	3	2	11
1	15	13	7

Cover_Image

Langkah 1: tentukan nilai Threshold (T) = 3 dan Range (r) = 2^T

$$r = 2^3 = 8, \text{ pada Cov_Img.}$$

Langkah 2: Lakukan IHWT pada Cov_Img.

7	10	9	6
12	4	8	5
10	3	2	11
1	15	13	7

Setiap bagian dihitung LL, LH, HL dan HH

$$LL = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{w+x}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{y+z}{2} \right\rfloor}{2} \right\rfloor$$

$$1:1 = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{7+10}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{12+4}{2} \right\rfloor}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{8+8}{2} \right\rfloor = 8$$

$$1:2 = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{9+6}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{8+5}{2} \right\rfloor}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{7+6}{2} \right\rfloor = 6$$

$$2:1 = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{10+3}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{1+15}{2} \right\rfloor}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{6+8}{2} \right\rfloor = 7$$

$$2:2 = \left\lfloor \frac{\left\lfloor \frac{2+11}{2} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{13+7}{2} \right\rfloor}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{6+10}{2} \right\rfloor = 8$$

$$HL = \left\lfloor \frac{w-x+y-z}{2} \right\rfloor$$

$$1:1 = \left\lfloor \frac{7-10+12-4}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{5}{2} \right\rfloor = 2$$

$$1:2 = \left\lfloor \frac{9-6+8-5}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{6}{2} \right\rfloor = 3$$

$$2:1 = \left[\frac{10 - 3 + 1 - 15}{2} \right] = \left[\frac{-7}{2} \right] = -3$$

$$2:2 = \left[\frac{2 - 11 + 13 - 7}{2} \right] = \left[\frac{-3}{2} \right] = -1$$

$$\text{LH} = \left[\frac{w + x}{2} \right] - \left[\frac{y + z}{2} \right]$$

$$1:1 = \left[\frac{7 + 10}{2} \right] - \left[\frac{12 + 4}{2} \right] = 8 - 8 = 0$$

$$1:2 = \left[\frac{9 + 6}{2} \right] - \left[\frac{8 + 5}{2} \right] = 7 - 6 = 1$$

$$2:1 = \left[\frac{10 + 3}{2} \right] - \left[\frac{1 + 15}{2} \right] = 6 - 8 = -2$$

$$2:2 = \left[\frac{2 + 11}{2} \right] - \left[\frac{13 + 7}{2} \right] = 6 - 10 = -4$$

$$\text{HH} = w - x - y + z$$

$$1:1 = 7 - 10 - 12 + 4 = -11$$

$$1:2 = 9 - 6 - 8 + 5 = 0$$

$$2:1 = 10 - 3 - 1 + 15 = 21$$

$$2:2 = 2 - 11 - 13 + 7 = -15$$

Hasil setelah dilakukan IHWT:

8	6	2	3
7	8	-3	-1
0	1	-11	0
-2	-4	21	-15

Langkah 3: konversikan pesan ke dalam 8-bit

5	3
2	4

dikonversi menjadi 8 bit:

$$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$$

$$0 0 0 0 0 1 0 1 = 2^0 + 2^2 = 5$$

Langkah 4: menentukan kunci secara acak

Langkah 5: tent. Nilai perbedaan (D) antara 2 piksel yang berdekatan

dari

Cov_Img.

-11	0
-----	---

Missal $-11 = I_{(x)}$ dan $0 = I_{(x)+1}$

$$D = |I_{(x)} - I_{(x)+1}|$$

$$= |-11 - 0| = 11 \rightarrow k2$$

Langkah 6: menyembunyikan bit pesan ke koefisien wavelet.

a. Dapatkan nilai lower dari rentang pada kelompok

$$I_{(x)} \leq |D| < I_{(x)+1}$$

$$\text{rentang} = 0 - 7 \rightarrow k1$$

$$8 - 15 \rightarrow k2$$

$$16 - 23 \rightarrow k3$$

,dst

- b. Ambil jumlah bit = 101_2
 c. Dapatkan nilai decimal dari bit (M) = 5
 d. Jumlah nilai low dan decimal untuk mendapat D'

$$D' = | \text{Low} + M |$$

$$| 8 + 5 | = 13$$

- e. Menentukan nilai koefisien yang baru

$$S = | D' | - | D |$$

$$= 13 - 11 = 2$$

$$I'(x) = I(x) - \left\lfloor \frac{S}{2} \right\rfloor$$

$$= -11 - 1 = 12$$

$$I'(x)+1 = I_{x+1} - \left\lfloor \frac{S}{2} \right\rfloor$$

$$= 0 + 1 = 1$$

12	1
----	---

Extraction Message

- Menentukan nilai perbedaan mutlak pada piksel yang disisipi pesan

$$D' = | I'_{(x)} - I'_{(x)+1} |$$

$$= | -12 - 1 |$$

$$= 13$$

- menyembunyikan bit pesan ke koefisien wavelet.
 - a. Dapatkan nilai lower dari rentang pada kelompok

$$I_{(x)} \leq |D| < I_{(x)+1}$$

$$\text{rentang} = 0 - 7 \rightarrow k1$$

$$8 - 15 \rightarrow k2$$

$$16 - 23 \rightarrow k3$$

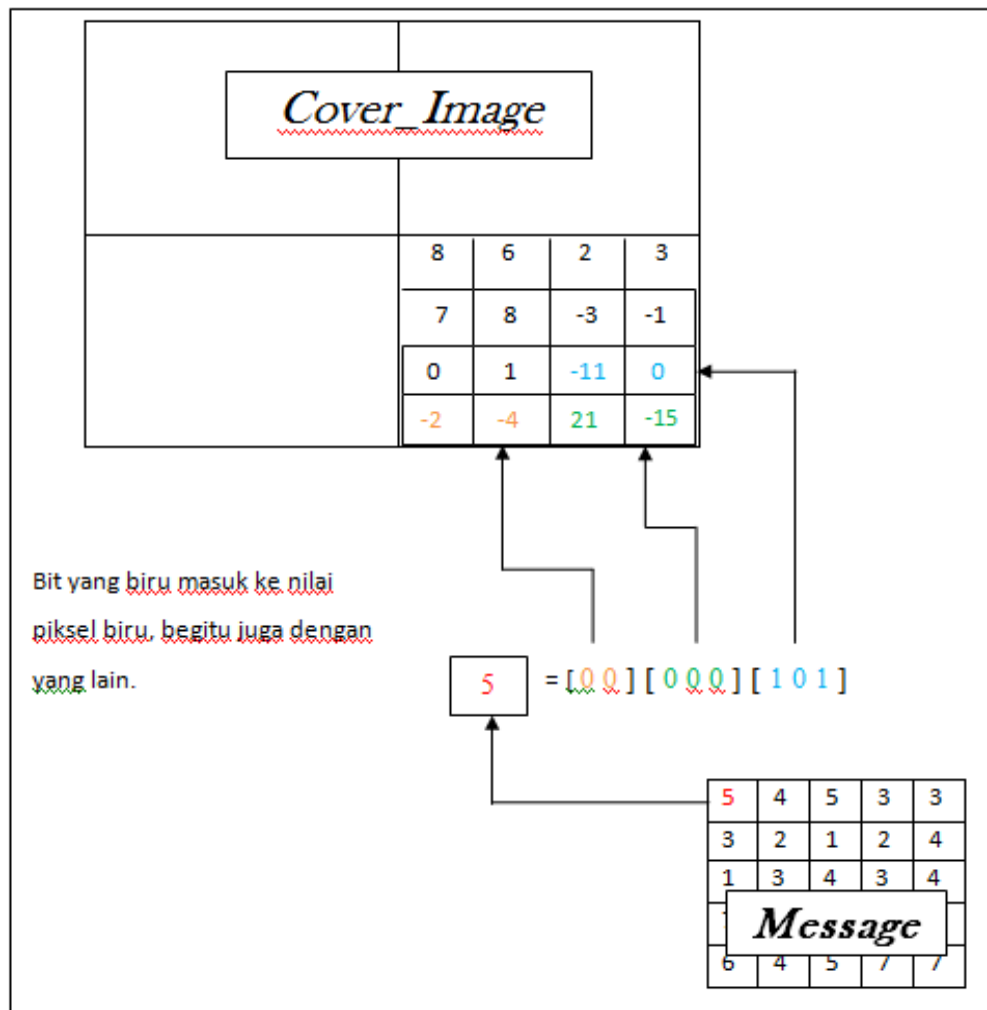
,dst

- Kurangi nilai perbedaan mutlak dengan nilai batas terendah, untuk memperoleh nilai decimal yang tertanam dalam bit (s).

$$M = D' - l_{ow_range}$$

$$= |13 - 8|$$

$$= 5$$



Gambar 3. 2 Ilustrasi Penyisipan Pesan pada Cover-Image

3.4.4 Pengujian Metode

Analisis penelitian diperoleh dari hasil pengukuran PNSR, SSIM dan *Stego- Image*. Dengan menggunakan rumus PNSR dan SSIM telah dijabarkan diatas maka dapat disimpulkan semakin besar nilai PNSR maka semakin kecil kerusakan atau perubahan bentuk dari citra asli dan dengan SSIM itu digunakan untuk mengukur kemiripan citra setelah dan sebelum disisipi pesan rahasia, semakin mirip maka semakin bagus.

Untuk melakukan pengujian terhadap metode yang di usulkan dalam penelitian ini, peneliti melakukan perhitungan hasil dari PNSR dan SSIM pada *Stego-Image*. *Stego- Image* merupakan citra yang telah disisipi pesan. Kemudian, *Stego- Image* akan dibandingkan dengan citra asli sebelum disisipi pesan yang disebut dengan *Cover- Image*. Kemudian akan dihitung nilai masing- masing dari alat ukur yaitu PSNR yang digunakan untuk membandingkan perbedaan dari *Stego- Image* dan *Cover- Image* serta SSIM digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan dari *Stego- Image* dan *Cover- Image*. Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian nantinya akan disimpulkan apakah metode yang diteliti dapat merahasiakan pesan dengan baik ato tidak. Dan seberapa baik kapasitas imperceptibility dan sebera besar kapasitas maksimum dari *Cover-Image* untuk menampung sebuah pesan rahasia.