

Peningkatan Kapasitas Pesan Tersembunyi Dengan Tetap Menjaga Kualitas Gambar Menggunakan 4 Pixel Value Differencing (4 PVD) pada Citra Grayscale

Umar faruk¹, Agus Prihanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

¹umarfaruk16051204015@mhs.unesa.ac.id

²agusprihanto@mhs.unesa.ac.id

Abstrak— Steganografi merupakan sebuah teknik penyisipan pesan ke dalam media, dimana media yang sering digunakan dalam penyisipan pesan yaitu citra digital, video dan audio. Dalam perkembangannya teknik Steganografi banyak digunakan dan dikembangkan untuk menyembunyikan pesan rahasia, metode yang sering digunakan dalam penyisipan pesan diantaranya *Pixel Value Differencing (PVD)* dan *Last Significant Bit (LSB)*. Pada penelitian sebelumnya hanya berfokus pada peningkatan kapasitas atau hanya berfokus pada peningkatan kualitas citra, sedangkan pada penelitian ini dilakukan pengembangan dari peneliti sebelumnya dengan menggunakan metode *4 Pixel Value Differencing (4 PVD)*, metode yang diusulkan oleh peneliti merupakan pengembangan dari metode *Pixel Value Differencing (PVD)*. Dengan menggunakan 4 PVD selain dapat meningkatkan kapasitas penyisipan juga tetap memperhatikan kualitas citra dari media yang disisipkan. Penelitian ini menggunakan citra digital sebagai media penyisipan, citra yang digunakan dalam menyisipkan pesan berupa citra *grayscale*, alasan dipilihnya citra grayscale oleh peneliti dalam penyisipan sebuah pesan dikarenakan citra grayscale dalam perubahan sebuah nilai RGB nya ikut berubah sehingga perubahan terhadap citra tersebut tidak terlalu mencolok. Dalam proses penggunaan metode *4 Pixel Value Differencing* menggunakan 5 pixel, dimana pixel pertama dijadikan sebagai patokan dari pixel lainnya Metode ini untuk pengujiannya menggunakan PSNR dan Kapasitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode 4 PVD memiliki kapasitas pesan tersembunyi lebih besar dari metode PVD dengan angka peningkatan 602.24% – 873.66%, namun kualitas citra metode 4 PVD lebih rendah jika dibandingkan dengan metode PVD dengan angka penurunan 5.32% - 10.5%.

Kata Kunci— Steganografi, 4 PVD, Kapasitas Pesan, Kualitas Citra, Citra Grayscale.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sebuah teknologi sangat cepat dimasa sekarang, hampir setiap hari kita memberikan informasi melalui media sosial, baik itu informasi mengenai pekerjaan, pendidikan dan lainnya. Tidak semua informasi yang kita berikan tersebut bersifat biasa saja tapi ada beberapa informasi yang bersifat rahasia. Dengan adanya

permasalahan tersebut peneliti terdahulu sudah banyak mengembangkan penelitian terkait penyisipan pesan, teknik dalam penyisipan pesan biasa dikenal dengan Steganografi, media yang dapat digunakan untuk menyisipkan pesan berupa Video, Audio dan Citra digital. Metode steganografi yang biasa digunakan dalam penyisipan pesan adalah Metode *Least Significant Bit (LSB)*, *Pixel Value Differencing (PVD)*. Dengan menggunakan teknik Steganografi pesan yang kita sampaikan tidak dapat diketahui orang lain selain orang yang dimaksud. Salah satu media yang digunakan dalam penyisipan adalah menggunakan Citra digital. Dipilihnya citra digital sebagai media penyisipan pesan karena citra digital paling umum digunakan, baik itu digunakan sebagai foto profil pada sebuah media sosial atau sebagai ungkapan sebuah kegiatan yang dijadikan story di media sosial, sehingga tidak menimbulkan kecurigaan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Za'imatun Niswati dengan judul Steganografi Berbasis Least Significant Bit (LSB) untuk Menyisipkan Gambar Ke Dalam Citra Gambar. Pada penelitian tersebut citra yang digunakan sebagai Cover berupa citra berbentuk grayscale dan hanya merubah 1 bit terakhir saja. Kelemahan dari penelitian tersebut adalah masih terlalu sedikit kapasitas pesan yang dapat disisipkan. Kelebihan dari penelitian tersebut citra asli dengan citra stego hampir tidak dapat bisa di bedakan[1].

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Deepesh Rawat dan Vijaya Bhandari dengan judul A Steganography Technique for Hiding Image in an Image using LSB Method for 24 Bit Color Image menghasilkan beberapa keluaran yaitu : keluaran pertama dengan menggunakan gambar 8 bit atau grayscale dengan merubah 4 bit dari setiap piksel yang memiliki kelebihan kapasitas tinggi namun mempunyai kelemahan kualitas rendah. Pada keluaran kedua dengan menggunakan gambar 24 bit atau RGB, di dalam 1 piksel terdapat 24 bit yang terdiri dari 8 bit warna merah, 8 bit warna hijau dan 8 bit warna biru, kemudian di setiap 2 bit terakhir diganti dengan pesan rahasia dan memiliki

kelebihan kapasitas lebih banyak daripada keluaran pertama[2].

Penelitian yang dilakukan oleh Da-Chun Wu a dan Wen-Hsiang Tsai dengan judul A steganographic method for images by pixel-value differencing. Didalam penelitian tersebut mencari nilai perbedaan dari kedua piksel yang saling berdekatan, sehingga dari hasil perbedaan dari nilai piksel tersebut dapat menentukan nilai range yang akan digunakan. Range tersebut digunakan untuk memberi batasan pesan yang dapat disisipkan ke dalam sebuah citra digital. Kelebihan dari penelitian tersebut menyetarakan pesan yang akan disisipi ke kedua piksel sehingga perbedaan kedua piksel tidak terlalu jauh dan sulit diketahui secara kasat mata sedangkan kelemahan dari penelitian tersebut adalah masih terlalu sedikit piksel yang digunakan sehingga kapasitas pesan tersembunyi masih kecil[3].

Pada tahun 2015 Tanmoy Halder dkk. melakukan penelitian dengan menggunakan metode *Pixel Value Differencing* (PVD), konsep yang digunakan di dalam penelitian tersebut menggunakan 3 blok piksel yang tidak saling tumpang tindih, penelitian tersebut hanya dapat meningkatkan kapasitas dalam sebuah penyisipan tapi tidak dapat menjaga kualitas dari hasil penyisipan pesan tersebut, ini dibuktikan dari nilai PSNR yang didapat jauh lebih kecil dari hanya menggunakan dua blok piksel [4].

Pada tahun 2017 Ulil Amri dkk. melakukan penelitian, dimana di dalam penelitian tersebut menggunakan metode LSB, sedangkan media yang digunakan menggunakan file teks begitu juga dengan pesan yang akan disisipkan juga menggunakan file teks, cara kerja dari penelitian tersebut dengan cara mengubah biner space yang awalnya "00100000" menjadi "10100000" setelah biner spasi tersebut diubah lalu di ambil karakter setelah spasi tersebut dan mengubah 1 bit dari karakter setelah spasi tujuan diubahnya biner spasi tersebut untuk mencari tata letak sebuah pesan[5].

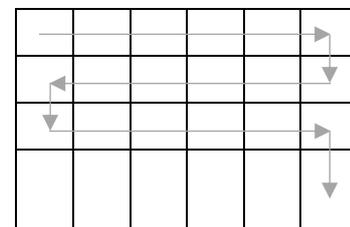
Pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penyisipan dengan tetap menjaga kualitas dari citra digital yang disisipi pesan dengan menggunakan metode 4 PVD yang merupakan pengembangan dari metode PVD, adapun format citra digital yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan format JPEG, JPG, PNG dan BMP. Dalam proses penggunaan metode 4 Pixel Value Differencing menggunakan 5 pixel, dimana pixel pertama dijadikan sebagai patokan dari pixel lainnya. Metode ini untuk pengujiannya menggunakan PSNR dan Kapasitas.

II. METODOLOGI

Penelitian Steganografi dengan 4 *Pixel Value Differencing* (4 PVD) ini merupakan pengembangan dari

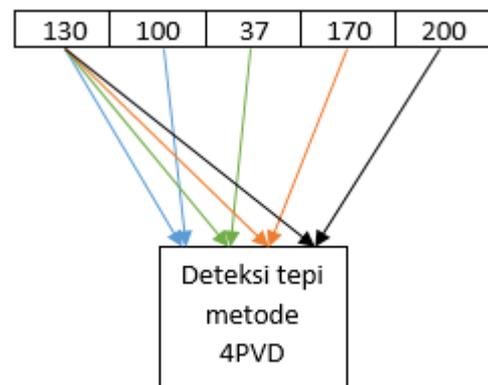
metode *Pixel Value Differencing* (PVD), dimana cara kerja dari metode 4 PVD sendiri hampir sama dengan metode PVD pada umumnya, yang membedakan hanya pada penggunaan piksel yang lebih banyak. Pada 4 PVD ini menggunakan 5 piksel dan piksel pertama dijadikan sebagai acuan dalam setiap langkah-langkah pengambilan selisih. Piksel acuan tidak ditentukan berdasarkan besar kecilnya nilai dari kelima piksel tersebut, melainkan berdasarkan piksel pertama kali yang dibaca dari kelima piksel tersebut. Skema yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skema Wu dan Tsai (Wu & Tsai, 2003) untuk menentukan Range dari selisih – selisih yang sudah di dapat. Skema Wu dan Tsai yang digunakan sebagai berikut:

$$R = \{[0,1],[2,3],[4,7],[8,11],[12,15],[16,23],[24,31],[32,47],[48,63],[64,95],[96,127],[128,191],[192,255]\} \quad (1)$$



Gambar 1. Proses penyisipan secara zigzag

Dalam proses penyisipan pesan dengan menggunakan metode 4 PVD ke dalam media penampung dilakukan secara zigzag seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Deteksi tepi metode 4 PVD

Dari Gambar 2 dijelaskan bahwa piksel pertama dari kelima piksel tersebut dijadikan sebagai acuan dan empat piksel yang lain akan mencari selisih dengan piksel acuan tersebut, dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut.

$$d = \begin{cases} p - q & \text{jika } p > q \\ q - p & \text{jika } q > p \end{cases}$$

$$d1 = \begin{cases} p - r & \text{jika } p > r \\ r - p & \text{jika } r > p \end{cases} \quad (2)$$

$$d2 = \begin{cases} p - s & \text{jika } p > s \\ s - p & \text{jika } s > p \end{cases}$$

$$d3 = \begin{cases} p - t & \text{jika } p > t \\ t - p & \text{jika } t > p \end{cases}$$

Nilai dari d, d1, d2, d3 berkisaran 0 – 255, dimana besar kecilnya nilai dari d, d1, d2, d3 ditentukan dengan nilai perbedaan piksel yang dicari selisihnya setelah diketahui selisih dari setiap pikselnya lalu di cari rentang nilai Wi, Wi1, Wi2, Wi3. Skema yang digunakan untuk Ui dan Li menggunakan skema yang dimiliki Wu dan Tsai yang terdapat pada persamaan(1). Untuk menentukan nilai dari Range menggunakan persamaan (3) berikut.

$$\begin{aligned} Wi &= (Ui - Li + 1) \\ Wi1 &= (Ui - Li + 1) \\ Wi2 &= (Ui - Li + 1) \\ Wi3 &= (Ui - Li + 1) \end{aligned} \tag{3}$$

Rentang nilai yang didapat ini sangat mempengaruhi banyaknya bit yang dapat diambil dari bit pesan, semakin besar rentang nilai yang didapat semakin besar pula bit yang dapat diambil dari bit pesan untuk dapat mengetahui berapa banyak bit pesan yang dapat disisipkan kedalam sebuah piksel dengan menggunakan persamaan(4) berikut.

$$\begin{aligned} Ti &= \log_2(Wi) \\ Ti1 &= \log_2(Wi1) \\ Ti2 &= \log_2(Wi2) \\ Ti3 &= \log_2(Wi3) \end{aligned} \tag{4}$$

Setelah diketahui banyaknya bit yang dapat diambil dengan di lambangkan Ti, Ti1, Ti2, Ti3 maka nilai yang didapat tersebut digunakan untuk mengambil banyaknya bit pesan, selanjutnya banyaknya pesan yang diambil berdasarkan banyaknya nilai yang didapat tersebut diubah ke dalam bentuk desimal dan di tambah dengan batas bawah menggunakan persamaan(5) berikut.

$$\begin{aligned} d' &= Li + b \\ d1' &= Li + b1 \\ d2' &= Li + b2 \\ d3' &= Li + b3 \end{aligned} \tag{5}$$

Nilai yang didapat dari bit pesan yang diubah ke desimal dan ditambah dengan Li yang hasilnya tersebut di simbolkan dengan d', d1', d2', d3', kemudian akan dicari selisihnya dengan d, d1, d2, d3, dimana hasil selisih tersebut disisipkan ke dalam sebuah piksel yang terkait.dengan menggunakan persamaan(6) berikut.

$$\begin{aligned} m &= d - d' \\ m1 &= d1 - d1' \\ m2 &= d2 - d2' \\ m3 &= d3 - d3' \end{aligned} \tag{6}$$

Nilai dari m, m1, m2, dan m3.dicari nilai yang paling rendah, setelah nilai terendah didapat dari m, m1, m2, m3, maka nilai tersebut dibagi dua lalu dibulatkan kebawah dan hasil dari pembulatan tersebut di simbolkan dengan m123, dengan menggunakan persamaan(7) berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jika } m < m1 &\text{ maka } m' = m \\ \text{Jika } m \geq m1 &\text{ maka } m' = m1 \\ \text{Jika } m2 < m3 &\text{ maka } mm' = m2 \\ \text{Jika } m2 \geq m3 &\text{ maka } mm' = m3 \\ \text{Jika } m' < mm' &\text{ maka } mmm' = m' \\ \text{Jika } m' \geq mm' &\text{ maka } mmm' = mm' \\ m123 &= \lfloor mmm' / 2 \rfloor \end{aligned} \tag{7}$$

Untuk mendapatkan nilai dari piksel baru peneliti membagi menjadi tiga kondisi yang terdapat di persamaan (8), (9) dan (10). jika kondisi seperti ini $p < q, r, s, t$ dan $d < d', d1', d2', d3$ atau $p \geq q, r, s, t$ dan $d \geq d', d1', d2', d3'$, menggunakan persamaan(8) berikut

$$\begin{aligned} q' &= \begin{cases} q + (m - m123) & \text{jika } p < q \text{ dan } d < d' \\ q + (m - m123) & \text{jika } p \geq q \text{ dan } d \geq d' \end{cases} \\ r' &= \begin{cases} r + (m1 - m123) & \text{jika } p < r \text{ dan } d1 < d1' \\ r + (m1 - m123) & \text{jika } p \geq r \text{ dan } d1 \geq d1' \end{cases} \\ s' &= \begin{cases} s + (m2 - m123) & \text{jika } p < s \text{ dan } d2 < d2' \\ s + (m2 - m123) & \text{jika } p \geq s \text{ dan } d2 \geq d2' \end{cases} \\ t' &= \begin{cases} t + (m3 - m123) & \text{jika } p < t \text{ dan } d3 < d3' \\ t + (m3 - m123) & \text{jika } p \geq t \text{ dan } d3 \geq d3' \end{cases} \end{aligned} \tag{8}$$

Jika menggunakan persamaan (8) nilai dari $p' = p - m123$. jika kondisi seperti ini $p < q, r, s, t$ dan $d \geq d', d1', d2', d3$ atau $p \geq q, r, s, t$ dan $d < d', d1', d2', d3$, menggunakan persamaan(9) berikut.

$$\begin{aligned} q' &= \begin{cases} q - (m - m123) & \text{jika } p < q \text{ dan } d \geq d' \\ q - (m - m123) & \text{jika } p \geq q \text{ dan } d < d' \end{cases} \\ r' &= \begin{cases} r - (m1 - m123) & \text{jika } p < r \text{ dan } d1 \geq d1' \\ r - (m1 - m123) & \text{jika } p \geq r \text{ dan } d1 < d1' \end{cases} \\ s' &= \begin{cases} s - (m2 - m123) & \text{jika } p < s \text{ dan } d2 \geq d2' \\ s - (m2 - m123) & \text{jika } p \geq s \text{ dan } d2 < d2' \end{cases} \\ t' &= \begin{cases} t - (m3 - m123) & \text{jika } p < t \text{ dan } d3 \geq d3' \\ t - (m3 - m123) & \text{jika } p \geq t \text{ dan } d3 < d3' \end{cases} \end{aligned} \tag{9}$$

Jika menggunakan persamaan (9) nilai dari $p' = p + m123$. Jika kondisinya tidak memenuhi persyaratan dari persamaan (8) dan (9) maka menggunakan persamaan(10) berikut.

$$\begin{aligned} q' &= \begin{cases} q - m & \text{jika } p \geq q \text{ dan } d < d' \\ q + m & \text{jika } p < q \text{ dan } d < d' \\ q + m & \text{jika } p \geq q \text{ dan } d \geq d' \\ q - m & \text{jika } p < q \text{ dan } d \geq d' \end{cases} \\ r' &= \begin{cases} r - m1 & \text{jika } p \geq r \text{ dan } d1 < d1' \\ r + m1 & \text{jika } p < r \text{ dan } d1 < d1' \\ r + m1 & \text{jika } p \geq r \text{ dan } d1 \geq d1' \\ r - m1 & \text{jika } p < r \text{ dan } d1 \geq d1' \end{cases} \end{aligned} \tag{10}$$

$$s' = \begin{cases} s - m2 & \text{jika } p \geq s \text{ dan } d2 < d2' \\ s + m2 & \text{jika } p < s \text{ dan } d2 < d2' \\ s + m2 & \text{jika } p \geq s \text{ dan } d2 \geq d2' \\ s - m2 & \text{jika } p < s \text{ dan } d2 \geq d2' \end{cases}$$

$$t' = \begin{cases} t - m3 & \text{jika } p \geq t \text{ dan } d3 < d3' \\ t + m3 & \text{jika } p < t \text{ dan } d3 < d3' \\ t + m3 & \text{jika } p \geq t \text{ dan } d3 \geq d3' \\ t - m3 & \text{jika } p < t \text{ dan } d3 \geq d3' \end{cases}$$

Jika menggunakan persamaan(10) maka nilai dari $p' = p$ tidak mengalami perubahan. apabila nilai dari piksel baru tersebut kurang dari 0 maka piksel yang kurang dari 0 tersebut, sebagai pengurang dari piksel - piksel yang lain, sebagai contoh $p' < 0$ menggunakan persamaan(11) berikut.

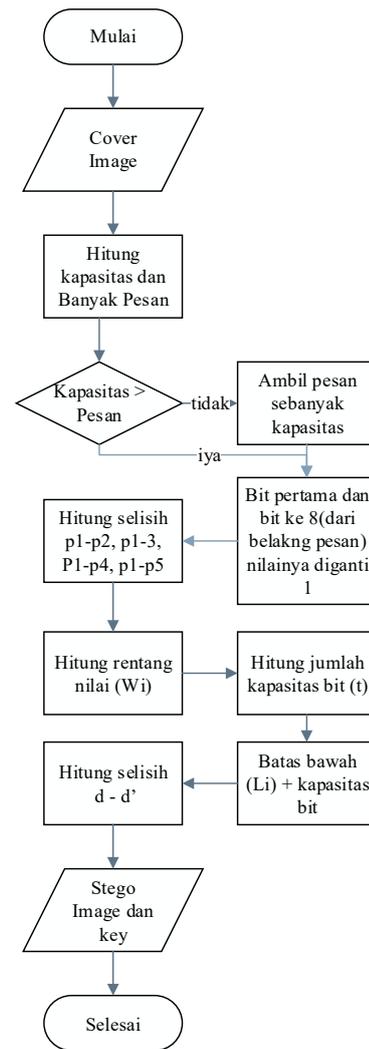
$$\begin{aligned} p'' &= p' - p' \\ q'' &= q' - p' \\ r'' &= r' - p' \\ s'' &= s' - p' \\ t'' &= t' - p' \end{aligned} \tag{11}$$

Apabila nilai dari piksel baru tersebut lebih dari 255 maka piksel yang lebih dari 255 dikurangi 255 selanjutnya hasil dari pengurangan tersebut, sebagai pengurang dari piksel-piksel yang lain, sebagai contoh $p' > 255$ menggunakan persamaan(12) berikut.

$$\begin{aligned} p'' &= p' - (p' - 255) \\ q'' &= q' - (p' - 255) \\ r'' &= r' - (p' - 255) \\ s'' &= s' - (p' - 255) \\ t'' &= t' - (p' - 255) \end{aligned} \tag{12}$$

2.1. Proses penyisipan 4 PVD

Langkah-langkah penyisipan pesan dengan menggunakan 4 Pixel Value Differencing(4 PVD) ke dalam citra digital Grayscale



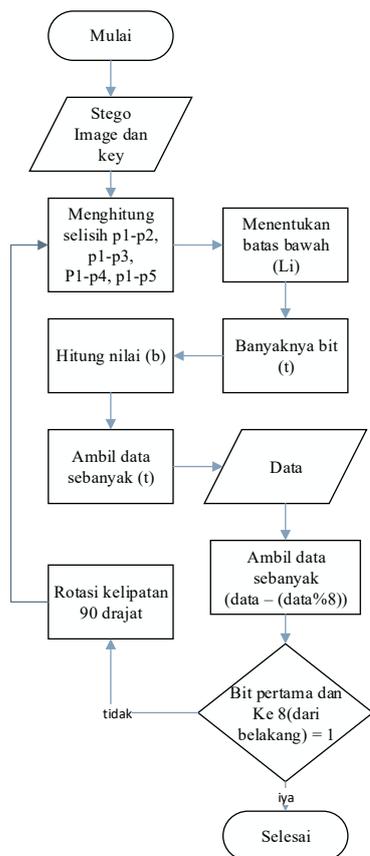
Gambar 3. Alur proses penyisipan metode 4 PVD

1. Memasukkan citra digital yang akan di jadikan sebagai Cover Image
2. Hitung kapasitas dari Cover image tersebut lalu bandingkan banyaknya pesan yang sudah dijadikan biner dengan kapasitas dari Cover image yang sudah di dapat, jika kapasitas penampung lebih kecil daripada pesan yang akan disisipkan maka pesan yang akan disisipkan sebanyak $(\text{kapasitas} - (\text{kapasitas} \% 8))$ setelah pengambilan pesan sebanyak $(\text{kapasitas} - (\text{kapasitas} \% 8))$ bit pertama dari pesan diganti nilainya menjadi 1 dan di posisi ke 8 juga diganti nilainya menjadi 1 (terhitung dari biner paling belakang dari pesan) sedangkan jika kapasitas penampung lebih besar dari pada pesan makan pesan tersebut disisipkan semua. Sebelum melakukan penyisipan pesan, bit pertama dari pesan diganti nilainya menjadi 1 dan di posisi ke 8 juga diganti nilainya menjadi 1 (terhitung dari biner paling belakang dari pesan).
3. Membagi lima blok piksel yang tidak tumpang tindih dengan menggunakan persamaan (1), lalu dicari selisih

- dari kelima blok piksel tersebut dengan menggunakan persamaan (2)
4. Menentukan batas atas dan batas bawah dengan menggunakan persamaan (3)
 5. Menentukan kapasitas bit yang dapat digunakan berdasarkan dari hasil selisih dengan menggunakan persamaan (4)
 6. Mengambil pesan sesuai dengan bit - bit yang di dapat lalu bit - bit tersebut diganti ke dalam desimal dan menjumlahkannya dengan batas bawah menggunakan persamaan (5).
 7. Menentukan banyaknya desimal yang akan ditambahkan atau dikurangkan dengan piksel menggunakan persamaan (6)
 8. Setelah proses 1 sampai 7 selesai maka muncul kunci untuk digunakan sebagai membaca pesan yang disisipkan, dimana kunci yang digunakan untuk membaca pesan terdapat tiga yang terdiri dari baris terakhir penyisipan, kolom terakhir penyisipan dan nomor urut pengambilan bit pesan terakhir.

2.2. Proses pengekstrakan 4 PVD

Proses pengekstrakan merupakan pengambilan pesan yang telah disisipkan ke dalam citra digital.



Gambar 4. Alur pengekstrakan 4 PVD

1. Memasukkan stego image yang telah disisipkan pesan dan input kunci yang didapat dari hasil penyisipan.
2. Mengambil lima blok piksel yang tidak saling tumpang tindih dengan menggunakan persamaan (1), lalu setelah pengambilan tersebut nilai setiap piksel dicari selisihnya dengan piksel pertama sebagai acuan dengan menggunakan persamaan (2)
3. Menentukan batas bawah berdasarkan hasil yang didapat dari selisih setiap piksel
4. Menentukan banyaknya bit berdasarkan batas bawah dan batas atas yang sudah di dapat dengan menggunakan persamaan (4)
5. Mengurangi hasil dari persamaan (2) dengan batas bawah dari selisih tersebut.
6. Hasil dari poin 5 dijadikan biner sebanyak bit yang telah di ambil pada sebelumnya.
7. Proses tersebut diulangi sampai sesuai dengan kunci yang dimasukkan.
8. Biner – biner yang didapat dari hasil pengekstrakan diambil sebanyak (biner – (biner%8)) selanjutnya biner pertama dan di posisi ke 8 (terhitung dari biner paling belakang) diperiksa apakah nilainya sama – sama 1 jika nilainya sama – sama 1 maka biner pertama dan di posisi ke 8 (terhitung dari biner paling belakang) sama – sama diganti 0 kemudian setelah diganti 0 biner – biner tersebut diubah ke bentuk karakter.
9. Apabila nilai dari kedua piksel tersebut salah satunya tidak bernilai 1 maka stego image di rotasi kelipatan 90⁰ dan melakukan langkah 1 sampai 8, apabila nilai yang didapat sama dengan langkah 8 pembacaan di hentikan di rotasi tersebut dan apabila pembacaan sudah sampai pada rotasi 270⁰ nilainya tidak sama dengan langkah 8 maka pesan tidak dapat kembali.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan file teks dan Cover atau media penampung menggunakan citra digital 8 bit atau citra gra scale, dimana data teks dalam peneliti ini mengambil dari web Lorem Ipsum (Lipsum, 2020). Data-data tersebut ditampilkan pada tabel (1) sedangkan citra digital 8 bit di dapat dari (Munir, 2020) dan (MRMS-VQ, 2020) yang ditampilkan pada gambar (a,b,c,d) yang digunakan sebagai media penampung pesan.



Gambar 5. Data set citra pengujian (a) Lena, (b) Jet, (c). Paper, (d) Baboon.

TABEL I
DATA PESAN YANG DISISIPKAN

| No | Nama File | Ukuran |
|----|-----------|--------|
| 1 | Teks1.txt | 10 KB |
| 2 | Teks2.txt | 20 KB |
| 3 | Teks3.txt | 30 KB |
| 4 | Teks4.txt | 67 KB |

TABEL II
DATA COVER IMAGE

| No | Nama Cover Image | Dimensi (pixel) | Kapasitas Ukuran |
|----|------------------|-----------------|------------------|
| 1 | lena.bmp | 512x512 | 257 KB |
| 2 | jet.png | 512x512 | 257 KB |
| 3 | peppers.bmp | 512x512 | 257 KB |
| 4 | baboon.bmp | 512x512 | 768 KB |

3.2. Hasil Pengujian

1. Pengujian Kapasitas

Dalam steganografi penting mengetahui besarnya file pesan yang dapat disisipkan ke dalam media penampung supaya pesan yang akan disampaikan dapat tersampaikan semua. Hasil pengujian kapasitas pesan yang dapat ditampung dengan menggunakan metode 4 Pixel Value Differencing (PVD) disajikan dalam tabel berikut ini:

TABEL III
PENGUJIAN KAPASITAS

| No | Cover Image | Max Kapasitas | | | | Peningkatan kapasitas |
|----|-------------|-------------------|------|---------|-------|-----------------------|
| | | PVD (Wu dan Tsai) | | 4 PVD | | |
| | | Bit | KB | Bit | KB | |
| 1 | lena | 50.960 | 6.22 | 426.008 | 52.00 | 736,01% |
| 2 | jet | 51.243 | 6.25 | 359.534 | 43.89 | 602,24% |
| 3 | peppers | 50.685 | 6.19 | 391.304 | 47.77 | 671,73% |
| 4 | baboon | 56.291 | 6.87 | 547.964 | 66.89 | 873,66% |

Gambar 6. Grafik Perbandingan Kapasitas Metode PVD dengan Metode 4 PVD

Dari hasil pengujian kapasitas yang terdapat pada TABEL 3 dan Gambar 6 didapatkan bahwa metode 4 Pixel Value Differencing (4 PVD) mengalami peningkatan kapasitas dengan angka peningkatan 602.24% – 873.66%.

2. Pengujian Kualitas

Untuk pengujian kualitas hasil dari penyisipan pesan peneliti menggunakan PSNR, pengujian ini menggunakan Cover image dan Stego Image, dimana ketika hasilnya dibawah 30 dB maka hasil dari penyisipan pesan tersebut kualitasnya tidak baik dan apabila mendapatkan hasil 40 dB keatas hasil dari penyisipan kualitas citra dapat dikategorikan sangat baik. Berikut range klasifikasi PSNR dalam kategori jelek, bagus dan sangat baik:

1. Range pertama ini merupakan milik dari Wu & Tsai, (Wu & Tsai, 2003) dimana range ini jika digunakan dalam penelitian ini kualitas citra yang di dapat jelek $R=\{[0,7],[8,15],[16,31],[32,63],[64,127],[128,255]\}$.
2. Range yang kedua juga milik dari Wu & Tsai, (Wu & Tsai, 2003) range ini jika digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan bagus dikarenakan hasil yang didapat dari range ini 30 dB keatas $R=\{[0,1],[2,3],[4,7],[8,11],[12,15],[16,23],[24,31],[32,47],[48,63],[64,95],[96,127],[128,191],[192,255]\}$.
3. Range yang ketiga merupakan pengembangan dari range yang dimiliki Wu & Tsai (Wu & Tsai, 2003) dimana hasil yang didapat sangat baik $R=\{[0,3],[4,7],[8,11],[12,15],[16,23],[24,31],[32,39],[40,47],[48,55],[56,63],[64,71],[72,79],[80,87],[88,95],[96,111],[112,127],[128,143],[144,159],[160,175],[176,191],[192,207],[208,223],[224,239],[240,255]\}$.

Sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan metode PSNR terlebih dahulu mencari nilai dari Mean Square Error (MSE). Adapun untuk melakukan perhitungan MSE menggunakan persamaan(13).

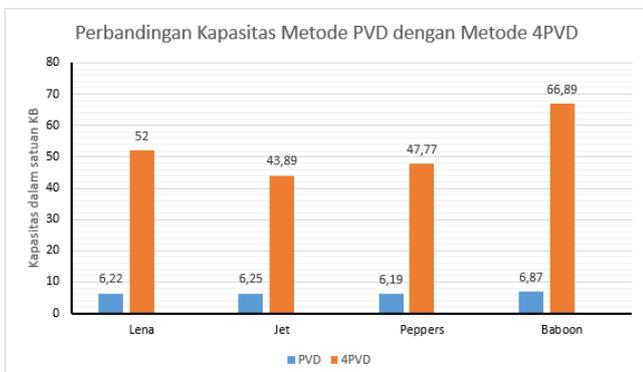
$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x,y) - K(x,y)]^2 \tag{13}$$

Untuk mencari nilai PSNR menggunakan persamaan (14) :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C_{max}^2}{MSE} \right) \tag{14}$$

Keterangan:

- I(x,y) = Cover image
- K(x,y) = Stego image
- M = Lebar image
- N = Tinggi image
- Cmax² = Nilai piksel paling besar



TABEL IV
PENGUJIAN PSNR COVER LENA

| No | Stego Image | Ukuran File Pesan | PSNR |
|----|-------------|-------------------|----------|
| 1 | Lena1.jpg | 10 KB | 47.67 dB |
| 2 | Lena2.png | 20 KB | 43.18 dB |
| 3 | Lena3.jpeg | 30 KB | 40.81 dB |
| 4 | Lena4.bmp | 67 KB | 37.82 dB |

Pengujian dengan menggunakan cover *lena* dan beberapa ukuran file teks yang digunakan sebagai data yang disisipkan mendapatkan hasil yang cukup bagus di karenakan dari 4 file teks yang disisipkan hanya 1 file yang di bawah 40 dB.

TABEL V
PENGUJIAN PSNR COVER JET

| No | Stego Image | Ukuran File Pesan | PSNR |
|----|-------------|-------------------|----------|
| 1 | jet 1.jpg | 10 KB | 50.37 dB |
| 2 | jet 2.png | 20 KB | 43.72 dB |
| 3 | jet 3.jpeg | 30 KB | 40.48 dB |
| 4 | jet 4.bmp | 67 KB | 38.9 dB |

Hasil pengujian dengan berbagai ukuran file pesan yang menggunakan citra digital *jet* sebagai media penampung, menghasilkan 3 stego image di atas 40 dB dari 4 percobaan dan 1 di bawah 40 dB dimana hasil dari 4 percobaan ukuran file pesan yang berbeda – beda dapat dikatakan cukup bagus. Dikarenakan nilai PSNR dari ke 4 percobaan tersebut tidak di bawah 30 dB.

TABEL VI
PENGUJIAN PSNR COVER PAPPERS

| No | Stego Image | Ukuran File Pesan | PSNR |
|----|----------------|-------------------|----------|
| 1 | peppers 1.jpg | 10 KB | 45.9 dB |
| 2 | peppers 2.png | 20 KB | 42.42 dB |
| 3 | peppers 3.jpeg | 30 KB | 40.45 dB |
| 4 | peppers 4.bmp | 67 KB | 38.94 dB |

Dari percobaan menyisipkan pesan ke dalam citra digital *peppers* dengan ukuran file teks yang berbeda - beda menghasilkan nilai PSNR yang bagus, 3 mendapatkan nilai 40 dB keatas dari 4 percobaan dan 1 percobaan mendapatkan nilai 30 db keatas.

TABEL VII
PENGUJIAN PSNR COVER BABOON

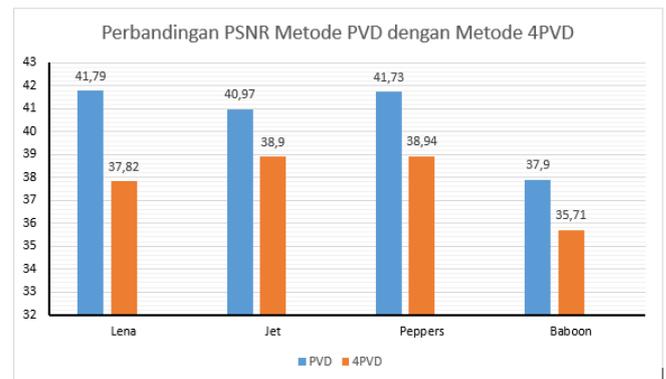
| No | Stego Image | Ukuran File Pesan | PSNR |
|----|---------------|-------------------|----------|
| 1 | baboon 1.jpg | 10 KB | 42.12 dB |
| 2 | baboon 2.png | 20 KB | 39.41 dB |
| 3 | baboon 3.jpeg | 30 KB | 38.32 dB |

| | | | |
|---|--------------|-------|----------|
| 4 | baboon 4.bmp | 67 KB | 35.71 dB |
|---|--------------|-------|----------|

Penyisipan pesan dengan menggunakan citra digital *baboon* sebagai media penampung dan menggunakan 4 file teks yang berbeda – beda sebagai pesan, menghasilkan nilai PSNR yang cukup bagus dimana dari 4 percobaan, 1 percobaan mendapatkan nilai 40 dB ke atas sedangkan 3 percobaan mendapatkan nilai 30 dB keatas.

TABEL VIII
PERBANDINGAN METODE PVD DENGAN METODE 4 PVD

| No | Cover Image | PSNR | | | |
|----|-------------|-------------------|-------|-------------------|--------------------|
| | | PVD (Wu dan Tsai) | 4 PVD | Ukuran File Pesan | Penurunan kualitas |
| 1 | lena | 41.79 | 37.82 | 67 KB | 10.5% |
| 2 | jet | 40.97 | 38.9 | 67 KB | 5.32% |
| 3 | peppers | 41.73 | 38.94 | 67 KB | 7.16% |
| 4 | baboon | 37.90 | 35.71 | 67 KB | 6.13% |



Gambar 7. Grafik Perbandingan PSNR Metode PVD dengan 4 PVD

Dari hasil perbandingan PSNR yang terdapat pada TABEL 8 dan Gambar 7 mendapatkan metode 4 *Pixel Value Differencing* (4 PVD) mengalami penurunan kualitas dibandingkan dengan Metode *Pixel Value Differencing* (PVD), dengan angka penurunan 5.32% - 10.5%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dengan menggunakan metode 4 *Pixel Value Differencing* (4 PVD) didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode 4 *Pixel Value Differencing* (4 PVD) menghasilkan kapasitas lebih besar dibandingkan dengan metode *Pixel Value Differencing* (PVD) dengan angka peningkatan 602.24% – 873.66%.
2. Semakin besar kapasitas yang dapat disisipkan ke dalam citra penampung maka kualitas dari hasil penyisipan

akan semakin berkurang namun jika dilihat secara kasat mata tidak akan terlihat perbedaannya dan apabila dilakukan dengan perhitungan PSNR maka akan terlihat kualitas dari hasil penyisipan tersebut. Berdasarkan dari hasil perhitungan PSNR metode *4 Pixel Value Differencing* (4 PVD) mengalami penurunan kualitas dibandingkan dengan metode *Pixel Value Differencing* (PVD) dengan angka penurunan kualitas 5.32% - 10.5%

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kepada tuhan YME yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan penyusunan artikel ilmiah dan tidak lupa penulis mengucapkan kepada semua yang mendukung penulis dalam menyelesaikan penyusunan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Niswati, Z. (n.d.). Steganografi Berbasis Least Significant Bit (LSB) untuk Menyisipkan Gambar ke Dalam Gambar. *Faktor Exacta*, Vol. 5 No. 2: 181-191.
- [2] Rawat, D., & Bhandari, V. (February 2013). A Steganography Technique for Hiding Image in an Image using LSB Method for 24 Bit Color Image. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)* , Volume 64– No.20.
- [3] Wu, D.-C., & Tsai, W.-H. (2003). A steganographic method for images by pixel-value differencing. *Elsevier*.
- [4] Halder, T., Karforma, S., & Mandal, R. (July 2015). A Novel Data Hiding Approach by Pixel Value Difference Steganography and Optimal Adjustment to Secure E-Governance Documents. *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 8(16).
- [5] Amri, U., Wijaya, I. G., & Bimantoro, F. (Desember 2017). Steganografi Menggunakan Metode Pencocokan LSB dan Karakter Non Breaking Space Sebagai Penanda Pesan. *J-COSINE*, Vol. 1, No. 1.
- [6] Ipsum. (2020, Agustus 10). Retrieved from Lorem Ipsum: <https://www.lipsum.com/>
- [7] Munir, R. (2020, Agustus 29). Retrieved from Uji Citra: <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Koleksi/Citra%20Uji/CitraUji.htm>
- [8] MRMS-VQ. (2020, Agustus 29). Retrieved from VQ pictures: <http://oslab.cse.nsysu.edu.tw/vq-pic/>