

# Analisa Histogram dan PSNR Pada Citra True Color Dalam Pengamanan Teks Menggunakan Spread Spectrum dan LSB

*Histogram and PSNR Analysis on True Color Image in Text Security Using Spread Spectrum and LSB*

Rika Humayrah\*<sup>1</sup>, Andi Marwan Elhanafi<sup>2</sup>, M. Taufik Batubara<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan

E-mail; <sup>1</sup>[rikahumayrahumay@gmail.com](mailto:rikahumayrahumay@gmail.com) , <sup>2</sup>[elh645@gmail.com](mailto:elh645@gmail.com)

<sup>3</sup>[mtaufikbstmkom@gmail.com](mailto:mtaufikbstmkom@gmail.com)

## Abstrak

Pengamanan pesan teks yang bersifat rahasia sangat penting untuk menjaga isi pesan dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Untuk itu pentingnya kesadaran dalam hal keamanan data pada era digital saat ini di tandai dengan berkembangnya aplikasi keamanan data. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa histogram dan PSNR terhadap suatu aplikasi keamanan data. Tujuan dari analisa ini untuk mengetahui perubahan histogram dan nilai PSNR dari gambar yang telah disisipkan pesan teks. Hasil penyisipan pesan pada citra true color menggunakan metode spread spectrum dan least significant bit secara visual tidak terlihat ada perubahan. Jumlah karakter yang disisipkan mempengaruhi grafik histogram, semakin besar jumlah karakter yang disisipkan maka semakin terlihat perubahan grafik pada histogram. Stego image yang dihasilkan memenuhi kriteria fidelity dan recovery. Dibuktikan dari nilai PSNR yang dihasilkan yaitu  $PSNR > 30db$ . Perubahan ekstensi image menjadi salah satu faktor hasil nilai PSNR. Dibuktikan dengan ekstensi image .jpg memiliki MSE paling rendah yaitu 0,00251 dan PSNR paling tinggi yaitu 74,12625db.

**Kata kunci:** Steganografi, Histogram, PSNR, Spread Spectrum, LSB.

## Abstract

Security of confidential text messages is very important to protect the contents of messages from irresponsible parties. For this reason, the importance of awareness in terms of data security in the current digital era is marked by the development of data security applications. In this study, histogram and PSNR analysis will be carried out in data security applications. The purpose of this analysis is to determine the changes in the histogram and PSNR values of the image that has been inserted a text message. The results of the message insertion in the true color image using the spread spectrum method and the least significant bit visually do not show any change. The number of inserted characters affects the histogram graph, the more the number of characters inserted, the more visible the graph changes in the histogram. The resulting stego image meets the fidelity and recovery criteria. It is evident from the resulting PSNR value, namely  $PSNR > 30db$ . Changes in the image extension are one of the factors that cause the PSNR value. It is proven by the .jpg image extension which has the lowest MSE of 0.00251 and the highest PSNR of 74,12625db.

**Keywords:** Steganography, Histogram, PSNR, Spread Spectrum, LSB

## 1. PENDAHULUAN

Era big data saat ini, informasi dapat dengan mudah disadap dan di modifikasi oleh pihak tidak bertanggung jawab. Upaya untuk meminimalisir cyber-attack tersebut dapat dilakukan dengan memberikan pengamanan terhadap informasi atau data. Selain kriptografi ada satu teknik penyembunyian data yang paling terkenal yaitu steganografi. Steganografi pada citra digital dapat dijadikan alternatif untuk menyimpan pesan rahasia ke dalam wadah citra digital. Steganografi dapat juga digunakan untuk menyampaikan pesan rahasia, karena sifat dari steganografi yang sulit dideteksi keberadaannya. Steganografi berbeda dengan kriptografi, ini karena steganografi menyembunyikan pesan di dalam sebuah objek sedemikian rupa hingga tidak menimbulkan kecurigaan [1]. Tujuan steganografi adalah untuk menyembunyikan pesan di dalam gambar sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan orang lain untuk mendeteksi bahwa ada pesan rahasia yang ada dalam gambar [2]

Pada penelitian ini menggunakan citra true-color atau citra warna sebagai media untuk menyembunyikan pesan. Pemilihan citra digital sebagai media pembawa pesan di dasari dari hasil keluaran citra digital dari steganografi memiliki bentuk persepsi yang sama dengan aslinya, tentunya persepsi disini sebatas kemampuan indera manusia, tetapi tidak oleh komputer atau pengolah digital lainnya. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis histogram dan nilai PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) terhadap suatu aplikasi keamanan data. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui perubahan histogram yang dilakukan penyisipan pesan teks serta nilai PSNR akan digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra cover sebelum dan sesudah di sisipkan pesan. Indikator kualitas citra dikatakan baik jika citra memiliki nilai PSNR di atas 30 db (decibel).

Berdasarkan uraian informasi di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan analisa teknik steganografi dengan menggunakan metode Spread Spectrum dan metode LSB (Least Significant Bit) dalam mengamankan pesan teks pada citra true-color berdasarkan nilai histogram dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Oleh sebab itu penulis mengambil judul tugas akhir **“ANALISA HISTOGRAM DAN PSNR PADA TRUE COLOR IMAGE DALAM PENGAMANAN PESAN TEKS MENGGUNAKAN METODE SPREAD SPECTRUM DAN LSB”**.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi penelitian yang penulis gunakan dalam Menyusun Skripsi ini adalah :

### 2.1. Metode LSB (Least Significant Bit)

Metode LSB (Least Significant Bit) ini memiliki kapasitas embedding (penyisipan) data yang relative tinggi dan relative mudah untuk di implentasikan dan dikembangkan serta digabungkan dengan metode teknik keamanan data lainnya [2].

Teknik steganografi dengan menggunakan metode LSB (Least Significant Bit) adalah teknik dimana kita mengganti bit pada posisi LSB (Least Significant Bit) pada

data dengan bit yang dimiliki oleh data yang akan disembunyikan. Karena bit yang diganti hanyalah bit yang paling akhir, maka meskipun data telah berubah, kita tetap tidak akan bisa mengenalinya, karena media stego yang dihasilkan hampir sama persis dengan media sebelum disisipi oleh data yang ingin disembunyikan [3].

Pada sebuah file bitmap 24 bit maka setiap pixel (titik) pada gambar tersebut terdiri dari susunan tiga warna merah, hijau dan biru (RGB) yang masing-masing disusun oleh bilangan 8 bit (byte) dari 0 sampai 255 atau dengan format biner 00000000 sampai 11111111. Dengan demikian pada setiap pixel file bitmap 24 bit, dapat disisipi 3 bit data [4].

Sebagai contoh file gambar BMP 24 bit dengan warna merah murni (Red) dalam format biner akan terlihat sebagai berikut :

```
00000000 00000000 11111111
```

```
00000000 00000000 11111111
```

Sedangkan untuk warna hijau (Green) murni dalam format biner akan terlihat sebagai berikut :

```
00000000 11111111 00000000
```

```
00000000 11111111 00000000
```

Sedangkan untuk warna biru (Blue) murni dalam format biner akan terlihat sebagai berikut :

```
11111111 00000000 00000000
```

```
11111111 00000000 00000000
```

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa informasi dari warna biru (Blue) berada pada bit ke 1 sampai bit 8, dan informasi warna hijau (Green) berada pada bit 9 sampai dengan 16, sedangkan informasi warna merah (Red) berada pada bit 17 sampai dengan bit 24 [5].

## 2.2. Metode Spread Spectrum

Metode Spread Spectrum adalah sebuah teknik pentransmisi dengan menggunakan pseudonoise code, yang independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (bandwidth) yang lebih besar dari pada sinyal jalur komunikasi informasi. Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replica pseudonoise code tersinkronisasi. Metode Spread Spectrum memperlakukan cover image (citra cover) baik sebagai derau (noise) ataupun sebagai usaha untuk menambahkan derau semu (pseudonoise) ke dalam cover image (citra cover) [4].

Algoritma Spread Spectrum memiliki dua proses [6], yaitu sebagai berikut:

- 1) Embedding (Penyisipan Pesan atau Encoding)
  - a) Penyebaran biner pesan teks yang akan disisipkan (spreading). Proses spreading dilakukan sesuai dengan bilangan pengali skalar yang ditentukan, pada penelitian ini penulis menggunakan bilangan pengali skalar 4.
  - b) Pembangkitan pseudonoise menggunakan operasi XOR terhadap nilai biner kunci embedding.

- c) Nilai hasil pseudonoise akan digunakan sebagai seed m random untuk membangkitkan bilangan Linear Congruential Generator (LCG) menggunakan persamaan (2.1).  

$$X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m \quad (2.1)$$

Keterangan:  
 $X_{n+1}$  : bilangan acak (bulat positif) ke-(n+1)  
 $X_n$  : bilangan acak ke-n  
a : konstanta pengali  
c : konstanta kenaikan atau bilangan penambah  
m : konstanta modulus
- d) Melakukan proses modulasi, biner segmen pseudonoise di XOR dengan biner segmen pesan teks.
- e) Biner-biner hasil modulasi disisipkan ke dalam biner citra digital (true-color) dengan menggunakan metode LSB (Least Significant Bit).
- 2) Ekstraksi (Ekstraksi Pesan atau Decoding)
  - a) Pengembalian biner-biner yang telah disisipkan ke dalam citra digital (true-color).
  - b) Pembangkitan pseudonoise menggunakan operasi XOR terhadap nilai biner kunci embedding.
  - c) Nilai hasil pseudonoise akan digunakan sebagai seed m random untuk membangkitkan bilangan Linear Congruential Generator (LCG) menggunakan rumus pada persamaan (2.1).
  - d) Melakukan proses demodulasi, biner segmen pseudonoise di XOR dengan binerbiner yang telah disisipkan.
  - e) Biner-biner hasil demodulasi diperkecil (proses penyusutan atau de-spreading) sehingga menghasilkan pesan teks asli.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap tiga buah citra. Citra yang akan digunakan pada proses steganografi adalah citra berwarna (*true color*) 24 bit dengan format .bmp, .jpg, .png, yaitu citra yang terdiri dari tiga warna R (*Red*), G (*Green*), dan B (*Blue*) masing-masing warna bernilai 8 bit maka pesan akan disisipkan kedalam bit R, bit G, dan bit B tiap-tiap *pixel* dari *cover* citra.

Sedangkan pesan teks yang akan digunakan sebagai data uji yaitu pesan teks dengan format .doc dan .txt dengan jumlah karakter yang beragam. Adapun dataset yang digunakan sebagai *cover* citra untuk menampung pesan teks yang akan disisipkan pada penelitian ini dapat disajikan pada tabel 3.1

**Tabel 3.1** Dataset Cover Citra

No.	Nama File	Preview	Resolusi	Size (kb)
1.	airplane.bmp		512 x 512	768 kb
2.	Miekuah.jpg		2048 x 1536	1000 kb
3.	Rumah.png		479 x 438	413 kb

### 3.1. Analisa Pengujian Kualitas Citra

Setelah dilakukan penyisipan pesan teks kedalam *cover* citra maka akan terjadi pengurangankualitas citra, dalam hal ini bisa dilihat berdasarkan indikator nilai MSE dan PSNR. Semakin tinggi nilai MSE pada stego citra maka semakin turun kualitas citra yang dihasilkan dan sebaliknya. Sementara semakin rendah nilai PSNR pada stego citra maka semakin turun kualitas citra yang dihasilkan dan sebaliknya.

Berikut ini adalah perbandingan kualitas citra hasil penyisipan pesan teks yang diambil dari hasil implementasi pengujian pada aplikasi yang telah dibuat seperti disajikan pada tabel 3.1.1.

**Tabel 3.1.1** Hasil Pengujian Kualitas Citra

No.	Cover citra	Teks	Kunci	Stego Citra	MSE	PSNR	Running time Encoding	Running time Decoding
1.	 airplane.bmp	.doc =500 karakter	Huma yrah!1 23		0.03035	63.3098 db	0.454 detik	1.547 Detik
		.txt =500 karakter			0.03035	63.3098 db	0.378 detik	1.268 Detik

		.doc =2500 karakter			0.15179	56.3184 6 db	3.155 detik	6.107 Detik	
		.txt =2500 karakter			0.15179	56.3184 6 db	3.274 detik	6.04 Detik	
		.doc =500 karakter	Rika!4 56		0.03001	63.3575 6 db	0.465 detik	1.547 Detik	
		.txt =500 karakter			0.03002	63.3564 6 db	0.382 detik	1.289 Detik	
		.doc =2500 karakter			0.15168	56.3214 1 db	3.289 detik	6.025 Detik	
		.txt =2500 karakter			0.15168	56.3214 1 db	3.213 detik	6.004 Detik	
2.	 miekuah.j pg	.doc =500 karakter		Huma yrah!1 23		0.00255	74.0581 6 db	0.5 detik	1.366 Detik
		.txt =500 karakter				0.00256	74.0538 3 db	0.513 detik	1.371 Detik
		.doc =2500 karakter			0.01267	67.1022 1 db	3.025 detik	6.248 Detik	
		.txt =2500 karakter			0.01267	67.1022 1 db	3.265 detik	6.181 Detik	
		.doc =500 karakter	Rika!4 56		0.00251	74.1262 5 db	0.475 detik	1.418 Detik	
		.txt =500 karakter			0.00252	74.1207 6 db	0.484 detik	1.336 Detik	
		.doc =2500 karakter			0.01269	67.0968 7 db	3.138 detik	6.253 Detik	
		.txt =2500 karakter			0.01269	67.0968 7 db	3.35 detik	6.122 Detik	
3.		.doc =500 karakter			0.03713	62.4340 8 db	0.331 detik	1.244 Detik	

 Rumah.png	.txt =500 karakter	Huma yrah!1 23		0.03712	62.4352 db	0.342 detik	1.253 Detik
	.doc =2500 karakter			0.18888	55.36899 db	3.145 detik	5.897 Detik
	.txt =2500 karakter			0.18888	55.36899 db	3.125 detik	5.992 Detik
	.doc =500 karakter	Rika!4 56		0.03653	62.50434 db	0.339 detik	1.231 Detik
	.txt =500 karakter			0.03653	62.50434 db	0.35 detik	1.246 Detik
	.doc =2500 karakter			0.18779	55.39416 db	3.077 detik	6.092 Detik
	.txt =2500 karakter			0.18779	55.39416 db	3.074 detik	5.943 Detik

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat perbandingan nilai MSE, PSNR, *running time encoding* dan *running time decoding*. Pada setiap *Cover* citra memiliki nilai MSE, dan PSNR yang berbeda. Dari Analisa pengujian diketahui bahwa jika *cover* citrayang digunakan sama, dengan jumlah karakter teks yang sama dan kunci yang sama, maka nilai MSE dan PSNR sama. Jika *cover* citra yang digunakan sama dengan jumlah karakter teks yang sama namun kunci berbeda , maka hasil nilai MSE dan PSNR berbeda. Jika *cover* citra yang digunakan sama namun jumlah karakter teks berbeda dengan kunci yang sama, maka nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan berbeda. Dapat disimpulkan bahwa jika salah satu dari bahan uji coba ada yang berbeda maka hasil MSE dan PSNR yang dihasilkan akan berbeda, hanya bahan uji coba yang memiliki semua kesamaan yang memiliki nilai MSE dan PSNR yang sama.

Diketahui bahwa semakin rendah nilai MSE maka semakin baik kualitas dari stego citra, dan semakin tinggi nilai PSNR maka semakin baik pula kualitas hasil stego citra yang di *encoding*. Dari Analisa pengujian di atas dapat dilihat bahwa yang memiliki nilai MSE terendah dan PSNR tertinggi merupakan *cover* citra miekuah.jpg yaitu **0.00251** dan **74.12625** decibel dan yang memiliki nilai MSE tertinggi dan PSNR terendah merupakan *cover* citra rumah.png yaitu **0.18888** dan **55.36899** decibel. Dapat disimpulkan bahwa dari ketiga *cover* citra yang memiliki kualitas citra paling baik yaitu *cover* citra yang berformat .jpg dan kualitas citra kurang baik yaitu *cover* citra yang berformat .png.

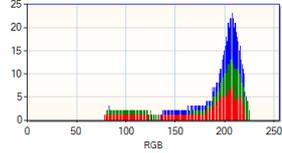
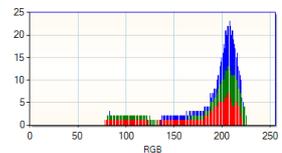
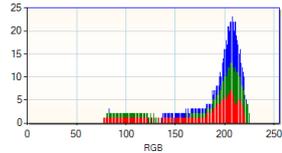
Dari analisa pengujian terlihat bahwa *cover* citra miekuah.jpg memiliki proses *encoding* dan *decoding* paling lama yaitu dengan jenis teks .txt = 2500 karakter dan .doc = 2500 karakter dengan kunci 'Rika!456', waktu yang dibutuhkan untuk proses *encoding* yaitu **3.35** detik dan *decoding* yaitu **6.253** detik. Sedangkan proses *encoding* dan *decoding* palingcepat dilakukan oleh *cover* citra rumah.png yaitu dengan jenis teks .doc = 500 karakter dengan kunci 'Humayrah!123', waktu yang dibutuhkan untuk proses *encoding* yaitu **0.331** detik dan .doc = 500 karakter dengan kunci 'Rika!456',waktu yang dibutuhkan untuk proses*decoding* yaitu **1.231** detik.

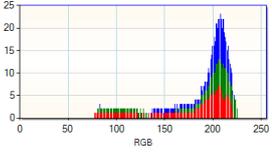
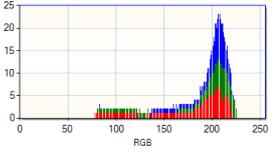
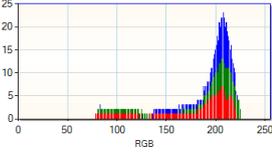
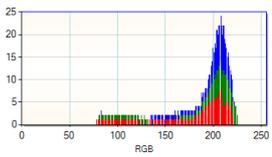
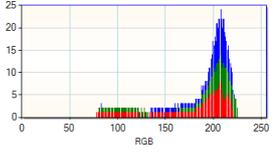
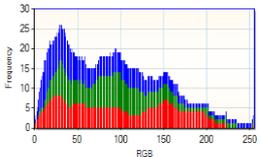
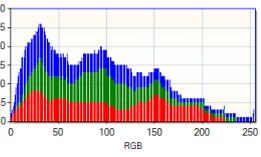
Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa *cover* citra berformat .jpg merupakan *cover* citra dengan kualitas stego citra paling baik dengan nilai MSE terendah dan PSNR tertinggi.

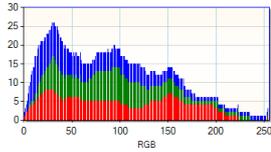
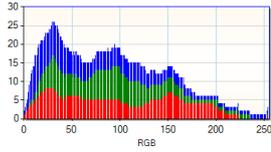
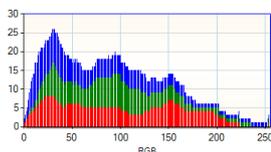
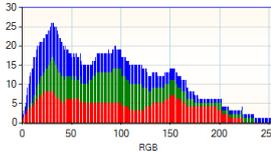
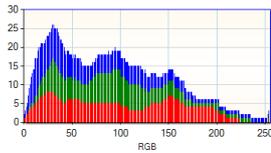
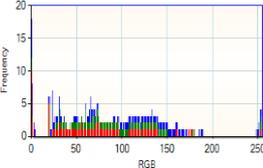
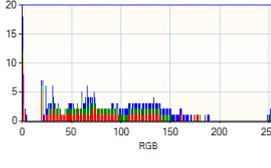
### 3.2. Pengujian Histogram Citra

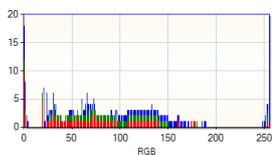
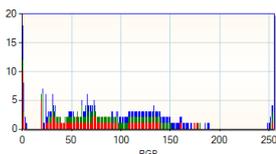
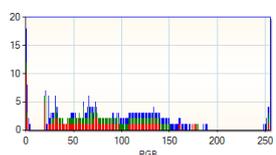
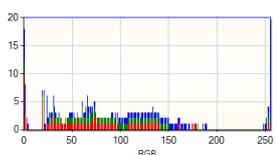
Pada penelitian ini juga menggunakan perbandingan kualitas citra berdasarkan histogram citra yang merupakan teknik evaluasi parameter gambar, yaitu mengambil perbedaan antar*cover* citra dengan stego citra. Adapun hasil analisa perbandingan histogram citra dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

**Tabel 3.2.1** Hasil Pengujian Perbandingan Histogram

Cover Citra	Histogram Cover Citra	Stego Citra	Histogram Stego Citra
		 .doc : 500 karakter Kunci: Humayrah!123	
		 .txt : 500 karakter Kunci : Humayrah!123	
		 .doc : 2500 karakter Kunci : Humayrah!123	

		 <p>.txt : 2500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.doc : 500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.txt : 500 KaraterKunci : Rika!456</p>	
		 <p>doc : 2500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 2500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	

		 <p>.txt : 500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.doc : 2500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.txt : 2500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.doc : 500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 2500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	

		 <p>.txt : 500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.txt : 500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.txt : 2500 karakter Kunci : Humayrah!123</p>	
		 <p>.doc : 500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.txt : 500 KaraterKunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 2500 karakter Kunci : Rika!456</p>	
		 <p>.doc : 2500 karakter Kunci : Rika!456</p>	

Pada tabel diatas menunjukkan perbandingan *histogram* pada setiap citrasebelum dan sesudah penyisipan pesan. Pada *histogram* stego citra, jika dilihat secara detail terdapat sedikit perubahan bentuk grafik yang sangat tipis, ini karena dalam proses penyisipan (*encoding*) karakter pesan disisipkan kedalam *bit-bit* yang membuat *pixel* ikut mengalami perubahan. Semakin banyak karakter yang sisipkan, grafik pada *histogram* akan semakin banyak perubahannya.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti tentang analisa *histogram* dan PSNR pada *true-color image* dalam pengamanan teks menggunakan metode *spread spectrum* dan LSB, melalui analisa yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penyisipan dan ekstraksi pesan teks dengan menggunakan metode *spread spectrum* dan LSB telah selesai dilakukan. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil *cover* citra yang telah berhasil disisipkan pesan teks dengan format .doc maupun .txt ke dalam citra *digital*.
- 2) Analisa pengujian kualitas citra *stego* berdasarkan *histogram* citra menunjukkan sedikit perubahan grafik antara *cover* citra dengan *stego* citra, semakin banyak pesan disisipkan ke dalam *bit-bit* *stego* citra, grafik *histogram* akan semakin banyak perubahannya. Sedangkan hasil analisa pengujian kualitas berdasarkan PSNR menunjukkan beberapa perbandingan seperti :
  - a) Jika *cover* citra yang digunakan sama, teks dengan jumlah karakter yang sama dan kunci yang sama, maka hasil PSNR dari uji coba akan sama.
  - b) Jika salah satu bahan pengujian berbeda misalkan *cover* citra, teks maupun kunci berbeda, maka sudah dapat diketahui bahwa hasil dari PSNR akan berbeda.
  - c) *Cover* citra miekuah.jpg merupakan *cover* citra paling baik dibandingkan dengan *cover* citra airplane.bmp dan rumah.png dikarenakan *cover* citra miekuah.jpg memiliki nilai MSE paling rendah yaitu 0.00251 dan nilai PSNR paling tinggi yaitu 74.12625 decible.

Berdasarkan analisa *histogram* dan PSNR pada *true-color image* dalam pengamanan pesan teks menggunakan metode *spread spectrum* dan LSB. Maka diperoleh kesimpulan bahwa sebuah aplikasi pengamanan pesan teks dapat diterapkan dengan menggunakan ilmu kriptografi dan ilmu steganografi dalam penyisipan pesan teks yang telah dienkripsi ke dalam *bit-bit* citra *digital* dengan kombinasi dua metode agar pesan teks tersebut tetap terjaga.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. Hasan, C. N. Dengen, and D. Ariyus, “**Analisis Histogram Steganografi Least Significant Bit Pada Citra Grayscale**”, *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 20–29, 2020.
- [2] Nurhasanah, “**Analisa Dan Implementasi Ketahanan Citra Digital Untuk Penyimpanan Data Teks Dengan Teknik Steganografi Menggunakan Metode LSB**”, *J. Ilmu Sos. Pendidikan, dan Hum.*, vol. 3, no. 1, pp. 3–6, 2020.
- [3] R. Islamadina, B. Baihaqi, and M. Sulistriadi, “**Analisa Steganografi untuk Citra Bwarna (RGB) Menggunakan Metode Less Significant Bit (LSB)**”, *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 55, 2019, doi: 10.32672/jnkti.v2i1.1058.
- [4] A. P. Ratnasari and F. A. Dwiyanto, “**Metode Steganografi Citra Digital**” *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 52, 2020.
- [5] S. Lutfi and R. Rosihan, “**Perbandingan Metode Steganografi Lsb (Least Significant Bit) Dan Msb (Most Significant Bit) Untuk Menyembunyikan Informasi Rahasia Kedalam Citra Digital**”, *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 34–42, 2018.
- [6] M. Iqbal, T. Zebua, and R. D. Sianturi, “**Implementasi Algoritma Spritz Dan Spread Spectrum Untuk Menyembuyikan Pesan Enkripsi Kedalam File Audio Mp3**”, *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 486–492, 2019.