

# Teknik Penyembunyian Data yang *Reversible* pada Citra JPEG Terenkripsi

Khonza Rizky Ramadhan dan Wirawan

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail:* wirawan@ee.its.ac.id

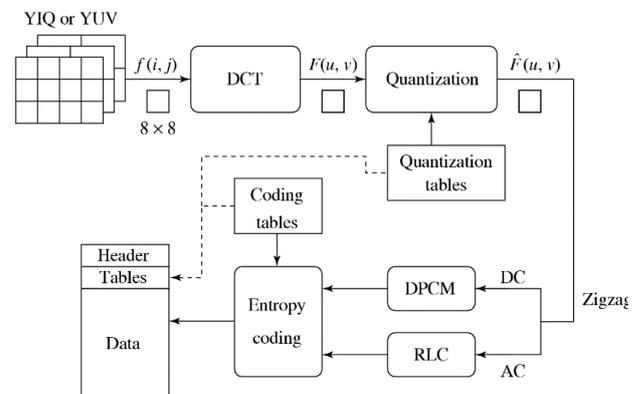
**Abstrak**—Dengan semakin banyaknya fasilitas penyimpanan publik data di *cloud storage* dengan menggunakan internet sebagai sarana pertukaran informasi data. Dengan internet setiap orang bisa mendapatkan informasi apapun baik itu tidak rahasia maupun rahasia, informasi yang rahasia ini memerlukan aspek keamanan sebagai pencegahan dari pihak yang tidak berwenang. Apabila informasi rahasia didapatkan oleh pihak yang tidak berwenang, informasi yang rahasia dapat diubah maupun dimanipulasi sehingga informasi rahasia tersebut tidak tersampaikan dengan baik kepada pihak yang ditujukan. Salah satu cara untuk meningkatkan keamanan pada data atau informasi seperti citra yaitu dengan melakukan teknik penyembunyian data yang *reversible*. Kebanyakan teknik penyembunyian data dilakukan pada citra yang belum terkompres. Steganografi merupakan salah satu teknik penyembunyian data yang dilakukan secara *reversible*. Dalam penelitian ini telah dilakukan simulasi penyembunyian data terhadap citra data sebagai informasi rahasia yang disisipkan pada citra host sebagai media penampung kemudian dilakukan pemulihan agar mendapatkan kembali informasi citra data yang telah disisipkan. Keberhasilan pemulihan citra data bisa dilakukan dengan membandingkan terhadap citra data asli dengan menggunakan pengukuran parameter korelasi koefisien (CC). Semakin baik kualitas citra data pemulihan akan memiliki nilai CC yang mendekati nilai 1. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian dengan berbagai skenario terhadap 4 citra host dan 4 citra data yang berbeda. Dari pengujian terhadap 4 citra data berbeda yang berbentuk teks, dan diperoleh hasil CC rata-rata sebesar 0.959375, dengan nilai CC terbaik sebesar 0.97268 dan terendah sebesar 0.95015. Nilai CC tertinggi diperoleh dari citra data asli dengan kondisi teks yang paling jelas dan *bold*, sementara CC terburuk diperoleh dari kondisi citra data berisi teks dengan ukuran karakter yang kecil dan tipis.

**Kata Kunci**—Citra, Pemulihan, Teknik Penyembunyian Data.

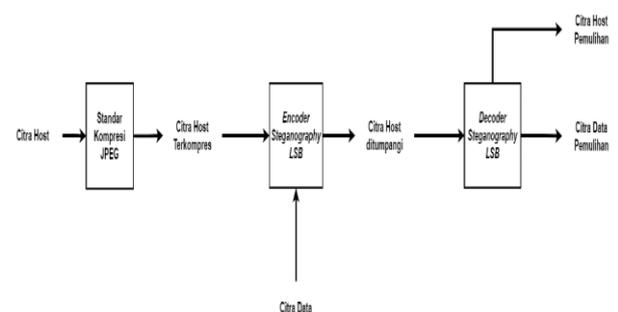
## I. PENDAHULUAN

**C**LOUD storage atau penyimpanan publik merupakan fenomena berkembangnya teknologi digital dalam dunia telekomunikasi sehingga siapapun bisa menyimpan maupun mendapatkan berbagai informasi tersebut. Hal ini dapat memberikan keuntungan maupun kerugian, dimana salah satu kerugiannya yaitu informasi rahasia bisa didapatkan oleh orang yang tidak berwenang, jika hal tersebut terjadi maka dapat memudahkan bagi pihak yang tidak berwenang untuk memanipulasi informasi tersebut. Dengan adanya hal tersebut maka diperlukan peningkatan keamanan untuk melindungi dan menjaga integritas suatu data atau pesan seperti citra. Oleh karena diharapkan dapat meningkatkan keamanan untuk melindungi dan menjaga integritas data atau pesan.

Steganografi merupakan salah satu dari teknik penyembunyian data yang dilakukan dengan menyisipkan pesan atau informasi tersebut kedalam suatu media sebagai penampung, seperti contohnya data atau informasi yang



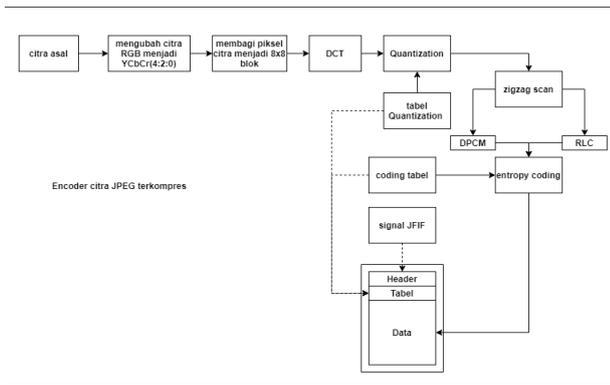
Gambar 1. Diagram blok untuk encoder JPEG.



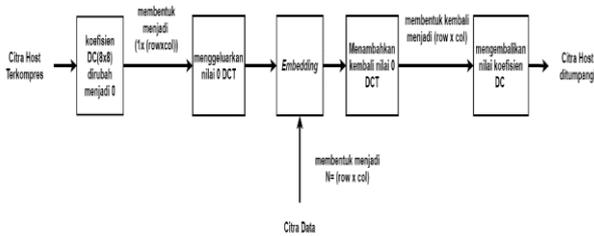
Gambar 2. Desain data hiding system.

disisipkan pada citra host sebagai media penampung. Metode steganografi ini mempunyai keterkaitan dengan kriptografi dimana keduanya merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk pengamanan terhadap suatu data atau informasi rahasia, perbedaan dari kriptografi dengan steganografi yaitu teknik steganografi tidak menarik perhatian bagi pihak yang tidak berkepentingan. Oleh karena itu diperlukan teknik penyembunyian data dengan metode steganografi sebagai bentuk pengamanan data atau informasi rahasia yang disisipkan pada citra media penampung.

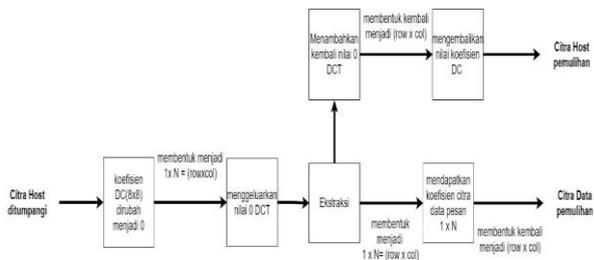
Citra JPEG merupakan salah satu format file data gambar yang sedang populer dan telah menjadi standar format gambar yang digunakan pada internet, karena jika internet masih berupa koneksi *dial-up*, JPEG merupakan satu-satunya jenis data yang bisa dikirimkan dan dilihat secara bebas. Pada penelitian ini dilakukan penyembunyian data yang *reversible*, metode *reversible* dapat mengembalikan citra pembawa tanpa distorsi dan mempunyai *recovery* pesan rahasia dengan valid [1]. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan citra standar *processing* sebagai citra media penampung (citra host) dan citra yang di *custom* oleh peneliti sebagai citra data pesan yang disisipkan pada citra media penampung. Serta dilakukan beberapa pengujian seperti melakukan penyimpanan pada *cloud storage*, mengatur kualitas citra host sebelum ditumpang, dan berbagai manipulasi seperti memberikan *noise*, *blurring*, dan perubahan sudut rotasi.



Gambar 3. Diagram blok alur kompresi citra host.



Gambar 4. Desain Encoder system.

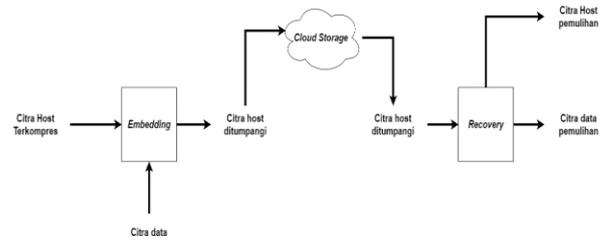


Gambar 5. Desain Decoder System.

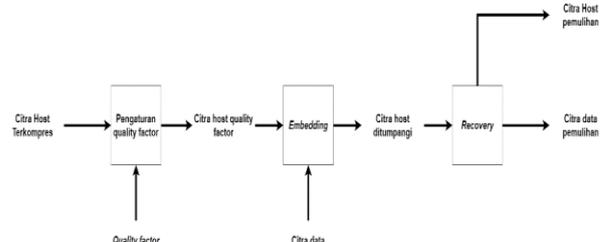
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Teknik Penyembunyian Data Reversible

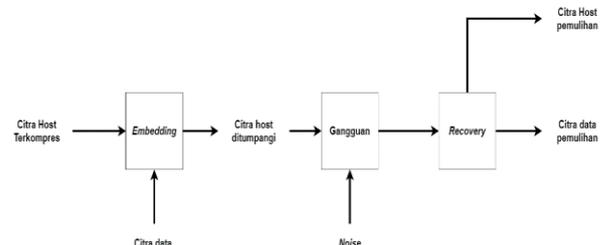
Teknik penyembunyian data *reversible* merupakan sebuah teknik yang dilakukan dengan menyematkan suatu data tambahan pada suatu media penampung. Tujuannya untuk menyembunyikan suatu informasi rahasia tanpa menimbulkan kecurigaan bagi pihak lain. Teknik penyembunyian data *reversible* adalah teknik yang efektif untuk menanamkan data tambahan ke dalam media sampel secara *reversible* sehingga sampel dapat dipulihkan kembali setelah ekstraksi data yang tersembunyi [2]. Ada dua fokus pada penelitian yang telah banyak dilakukan dalam penyembunyian data yaitu teknik *watermarking* dan teknik steganografi. *Watermarking* merupakan teknik penyisipan atau menyematkan suatu informasi pada data sampel untuk menyatakan suatu kepemilikan data sampel multimedia. *Watermarking* adalah teknik penyembunyian data ke dalam elemen multimedia berupa gambar, video atau audio yang merupakan gambar yang diberi *watermark* harus diekstraksi atau dideteksi [3]. Steganografi merupakan suatu teknik penyisipan yang dilakukan untuk menyisipkan suatu data atau informasi rahasia pada suatu data sampel atau media penampung. Steganografi mempunyai hubungan atau keterkaitan dengan kriptografi, karena keduanya merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk pengamanan informasi atau data rahasia. Akan tetapi steganografi



Gambar 6. Diagram blok alur pengujian pada cloud storage.



Gambar 7. Diagram blok alur pengujian dengan quality factor.



Gambar 8. Diagram blok pengujian pengaruh noise.

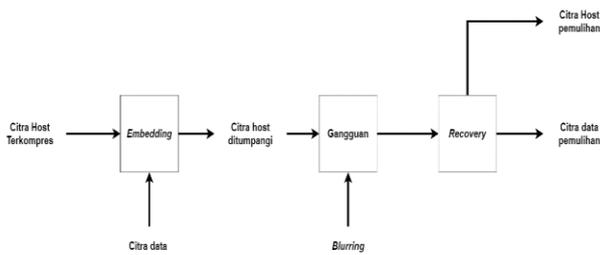
mempunyai perbedaan dengan kriptografi yaitu informasi yang disembunyikan dengan teknik steganografi tidak menarik perhatian bagi pihaklain. Metode steganografi dapat digunakan dengan menerapkan sejumlah algoritma dengan bantuan pemrosesan komputer. Algoritma steganografi yang sering diteliti antara lain *Least Significant Bit (LSB)* dan *Most Significant Bit (MSB)* [4].

Pada penelitian ini yang dilakukan menggunakan algoritma LSB dimana algoritma ini menghitung nilai bit yang paling kecil atau baris paling kanan, berikut contoh suatu byte data “01011011”, maka nilai bit terkecil adalah “1”, yaitu bit yang terletak paling kanan pada baris bit tersebut. Modifikasi LSB piksel dari citra digantikan dengan bit informasi pesan yang ingin disembunyikan. Setelah bit-bit informasi telah tersemat semua ke dalam piksel citra, maka pesan rahasia berhasil disembunyikan [4].

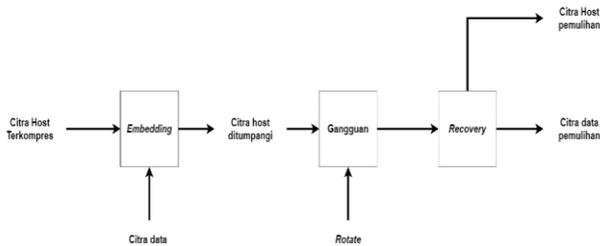
### B. Pengolahan Citra Digital

Citra adalah gambar pada bidang dua dimensi yang didapatkan melalui suatu alat yang dinamakan kamera. Dari sudut pandang matematis citra adalah fungsi 2-dimensi yang menyatakan intensitas cahaya pada bidang 2-dimensi, maka diartikan seperti  $f(x,y)$ . dimana  $f(x,y)$  adalah intensitas cahaya yang ada pada titik koordinat  $(x,y)$ . Citra digital merupakan suatu representasi citra yang berasal dari pencuplikan (*sampling*) secara ruang dan waktu. Berikut representasi dari sebuah citra digital:

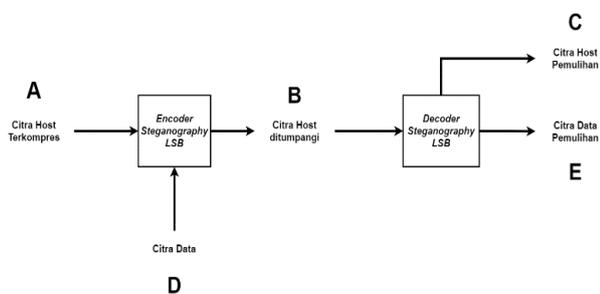
$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$



Gambar 9. Diagram blok pengujian pengaruh blurring.



Gambar 10. Diagram blok alur pengujian pengaruh perubahan sudut rotasi.



Gambar 11. Diagram blok posisi pengukuran citra yang dibandingkan.

Keterangan:

$$M \times N = \text{Resolusi Citra}$$

Setiap elemen pada matriks menyatakan sebuah elemen dari piksel. Pengolahan citra digital adalah suatu bidang ilmu yang mempelajari mengenai bagaimana suatu citra dapat dibentuk, diolah dan dianalisis sehingga mendapatkan informasi yang bisa dipahami oleh manusia. Tujuan dari pengoperasian pengolahan citra yaitu untuk perbaikan kualitas, restorasi, mengkompresi, menganalisis, dan juga merekonstruksi. Histogram suatu citra menggambarkan frekuensi nilai intensitas yang terjadi pada suatu citra [5]. Secara matematis histogram citra didefinisikan sebagai berikut:

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}; 0 \leq r_k \leq 1; k = 0,1 \dots, L - 1 \quad (2)$$

Keterangan:

$L$  = jumlah level

$P_r(r_k)$  = probabilitas kemunculan level ke-k

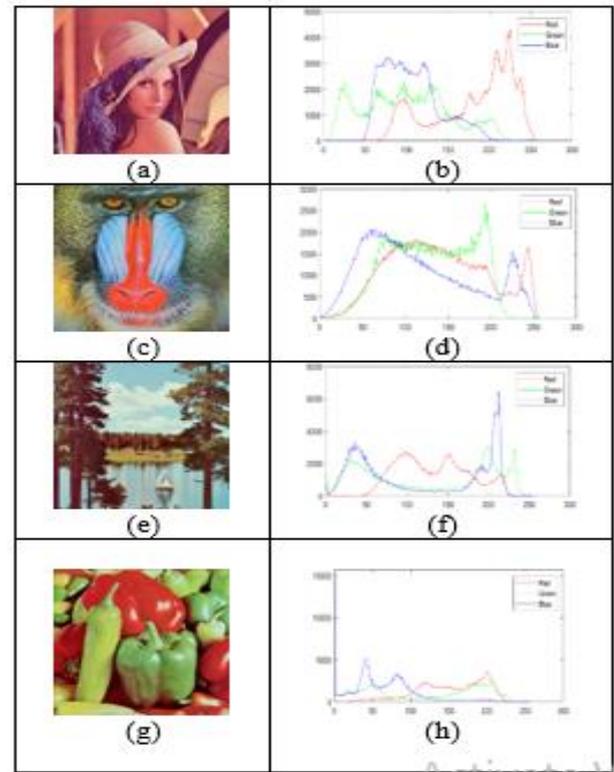
$n_k$  = jumlah kemunculan level k pada citra

$n$  = total jumlah pixel dalam citra

Pada penelitian ini dilakukan mengkompresi citra dengan standar kompresi pada citra JPEG, Citra JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) merupakan salah satu karakteristik dari suatu standar kompresi file yang telah dikembangkan oleh *Group Joint Photographic Experts* dengan menggunakan kombinasi DCT dan juga pengkodean *Huffman*. Permasalahan yang ada pada suatu citra saat ini adalah besarnya ruang penyimpanan yang diperlukan dan menempati banyak ruang dalam media penyimpanan.

Tabel 1. Parameter pengukuran kualitas

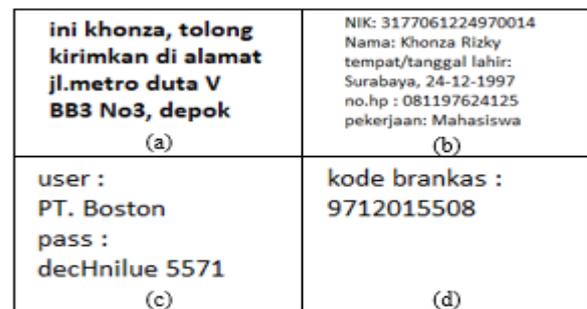
No	Parameter	Keterangan
1	MSE	A-B dan B-C
2	PSNR	A-B dan B-C
3	SSIM	A-B dan B-C
4	CC	D-E



Gambar 12. Citra host dan histogram RGB citra host.

Keterangan:

- (a) Lena
- (b) histogram Lena
- (c) Baboon
- (d) histogram Baboon
- (e) Sailboat
- (f) histogram Sailboat
- (g) Peppers
- (h) histogram Peppers



Gambar 13. Citra data pesan asli.

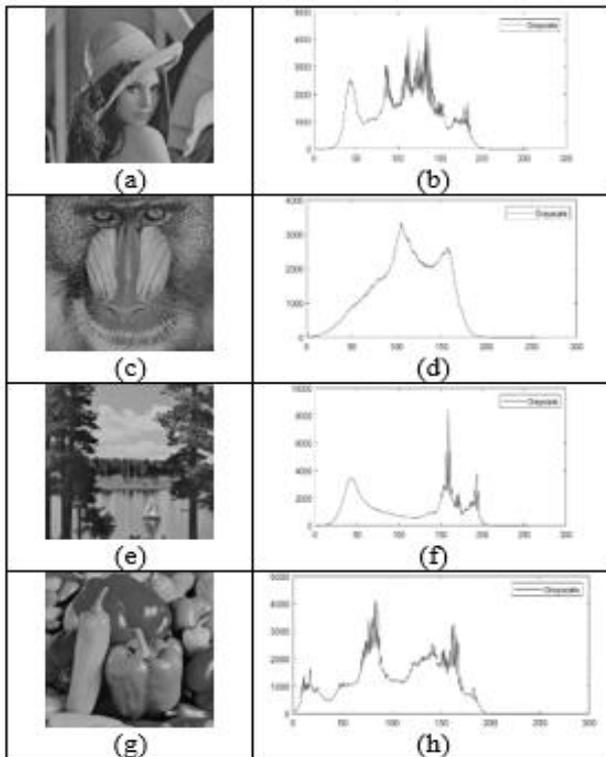
Keterangan:

- (a) Citra data pesan untuk citra Lena (pesan 1)
- (b) Citra data pesan untuk citra Baboon (pesan 2)
- (c) Citra data pesan untuk citra Sailboat (pesan 3)
- (d) Citra data pesan untuk citra Peppers (pesan 4)

Tujuannya adalah untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpulkan atau ditransmisikan secara efisien [6]. Gambar 1 menunjukkan beberapa tahapan proses yang digunakan untuk melakukan standar kompresi pada citra JPEG [7].

### C. Pengukuran Kualitas Citra

Pengukuran kualitas citra ini merupakan teknik perhitungan yang dilakukan untuk mengukur kualitas dari



Gambar 14. Citra host terkompres dan histogram grayscale citra host terkompres.

Keterangan:

- (a) Lena terkompres
- (b) Histogram citra Lena
- (c) Baboon terkompres
- (d) Histogram citra Baboon
- (e) Sailboat terkompres
- (f) Histogram citra Sailboat
- (g) Peppers terkompres
- (h) Histogram citra Peppers

Tabel 2.

Nilai MSE, PSNR, dan SSIM citra host ditumpangi

Citra host (A-B)	MSE	PSNR (dB)	SSIM
Lena	0.15931	56.1085	0.99725
Baboon	0.64101	50.0621	0.99916
Sailboat	0.16642	55.9188	0.99875
Peppers	0.16642	55.9188	0.99875

suatu gambar. Kualitas suatu citra dapat digambarkan secara teknis maupun objektif untuk menunjukkan penyimpangan dari model ideal atau referensi [8]. Cara yang biasa dilakukan dengan menghitung matrik penilaian kualitas gambar seperti MSE, PSNR, dan juga SSIM. Dan untuk menghitung hasil recovery citra data pesan yaitu dengan menghitung korelasi koefisien (*Coefficient of Correlation*) dengan membandingkan citra data pesan asli dengan citra data hasil recovery. MSE atau biasa disebut *Mean Square Error* merupakan estimator metrik pengukuran kualitas gambar yang paling umum, Semakin kecil nilai yang dihasilkan atau mendekati angka nol maka semakin baik. MSE adalah varians dari estimator dalam kasus estimator yang tidak bias [8].

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{n=0}^M \sum_{m=1}^N [\hat{g}(n, m) - g(n, m)]^2 \quad (3)$$

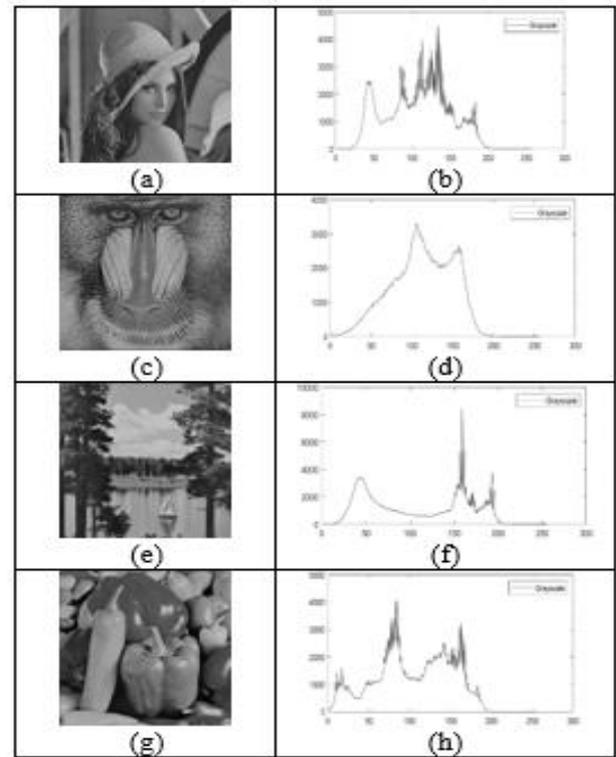
Keterangan:

$M$  dan  $N$  = ukuran citra

$\hat{g}$  = citra cover

$g$  = merupakan citra stego

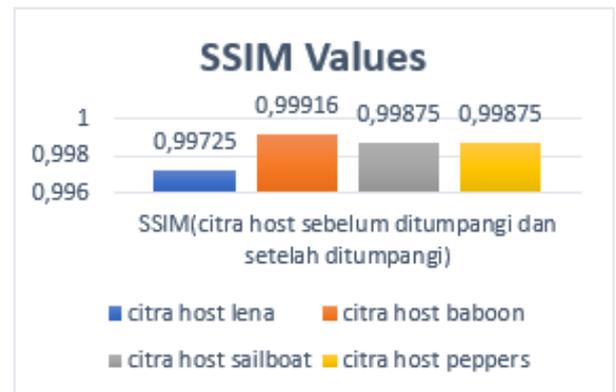
PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) digunakan untuk menghitung rasio antara kekuatan sinyal maksimum yang mungkin dan kekuatan gangguan distorsi yang mempengaruhi kualitas representasinya, berikut persamaan dari PSNR. PSNR yang biasa digunakan pada gambar yaitu



Gambar 15. Citra host ditumpangi dan histogram grayscale citra host ditumpangi.

Keterangan:

- (a) Lena ditumpangi pesan 1
- (b) Histogram Lena ditumpangi
- (c) Baboon ditumpangi pesan 2
- (d) Histogram Baboon ditumpangi
- (e) Sailboat ditumpangi pesan 3
- (f) Histogram Sailboat ditumpangi
- (g) Peppers ditumpangi pesan 4
- (h) Histogram Peppers ditumpangi



Gambar 16. Grafik nilai SSIM citra host sebelum ditumpangi dan setelah ditumpangi.

untuk mengukur kualitas dari rekonstruksi kompresi gambar yang lossy [8]. Nilai penurunan kualitas kompresi pada suatu gambar bervariasi, pada 8-bit antara 30 hingga 50 dB dan pada 16-bit antara 60 hingga 80 dB. Berikut persamaannya:

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(peakval^2)}{MSE} \quad (4)$$

Metode *Structure Similarity Index Method* (SSIM) memberikan nilai rata-rata normalisasi kesamaan struktural antara dua gambar [8]. Perhitungannya didasarkan pada perkiraan lokal SSIM antara dua jendela  $x$  dan  $y$  dengan ukuran  $N \times N$  piksel yang dihitung di sekitar yang sesuai dengan gambar A dan B [9]. Dirumuskan sebagai berikut:

$$ssim(x, y) = \frac{(\mu_x \mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (5)$$

$$SSIM(A, B) = \frac{1}{M} \sum_{xy} ssim(x, y) \quad (6)$$

Setiap estimasi pada  $ssim(x, y)$  dihitung dalam  $(8 \times 8)$  piksel dengan koordinat yang sama dengan  $(i, j)$  pada gambar A dan B. Nilai indeks SSIM terletak pada rentang dari -1 hingga +1. Nilai +1 dicapai jika gambar yang dibandingkan benar-benar identic [9].

Korelasi adalah metode untuk menetapkan tingkat probabilitas bahwa ada hubungan linier antara dua besaran yang diukur [10]. Tujuan menghitung korelasi koefisien ini untuk mengukur tingkat korelasi antara dua gambar, berikut persamaannya:

$$CC = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [p(i, j) \cdot e(i, j)]}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (p(i, j))^2} \quad (7)$$

Keterangan:

$m$  dan  $n$  = ukuran citra

$p$  = citra asli

$e$  = citra hasil pemulihan

#### D. Derau / Noise pada Citra

Noise atau Derau merupakan gangguan yang terjadi pada pengolahan citra diakibatkan oleh menyimpangnya data digital yang diterima pada sebuah alat untuk menerima data gambar. Noise ini mungkin berasal dari sumber noise yang ada di sekitar perangkat penangkap gambar, lokasi memori yang salah atau mungkin disebabkan karena tidak sempurna atau tidak akurat dalam perangkat penangkap gambar seperti kamera, lensa yang tidak sejajar, panjang fokus yang lemah, hamburan dan kondisi buruk lainnya yang mungkin ada di atmosfer [11]. Contoh beberapa noise yang ada seperti noise Gaussian (AWGN), dan salt&pepper.

#### E. Blurring pada Citra

Blurring merupakan salah satu gangguan yang terjadi pada sebuah gambar yang mengakibatkan menjadi kabur, hal ini disebabkan adanya degradasi pada gambar dan mengurangi kualitas pada suatu gambar. Blur terjadi karena adanya noise udara serta pengaturan kamera yang salah [12].

#### F. Perubahan Sudut Rotasi pada Citra

Rotasi citra dianggap sebagai komponen mendasar dari banyak aplikasi visi komputer dan sistem visi mesin [1]. Rotation atau rotasi adalah proses transformasi geometrik yang memindahkan nilai piksel pada posisi awal menjadi posisi akhir yang ditentukan melalui nilai variabel rotasi  $\theta^0$  hingga sudut  $0^0$  atau garis horizontal citra.

### III. METODE PENELITIAN

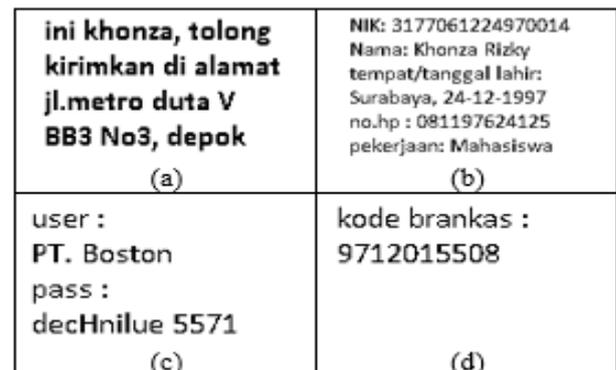
#### A. Perancangan Desain Simulasi

Metode penelitian yang dilakukan seperti perancangan desain pada Gambar 2.

Citra host atau citra media penampung dikompresi dengan standar kompresi JPEG sebagai *pra-processing*, metode yang dilakukan pada standar kompresi JPEG seperti blok diagram pada Gambar 3.

Tabel 3.  
Nilai CC dan perubahan *size* pada citra data pesan *recovery*

D-E	CC	size
Pesan 1	0.97268	1314
Pesan 2	0.95015	1862
Pesan 3	0.95786	559
Pesan 4	0.95681	508



Gambar 17. Hasil *recovery* citra data pesan.

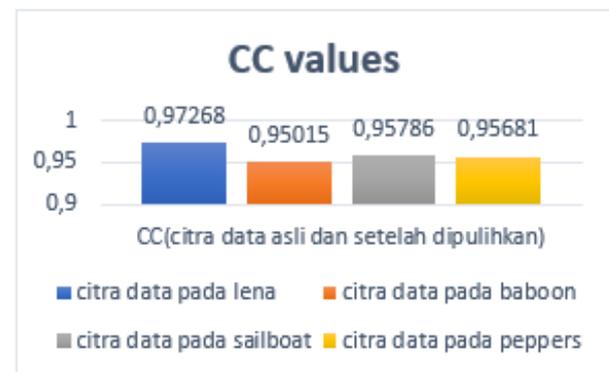
Keterangan:

(a) Citra data pesan pada Lena (pesan 1)

(b) Citra data pesan pada Baboon (pesan 2)

(c) Citra data pesan pada Sailboat (pesan 3)

(d) Citra data pesan pada Peppers (pesan 4)

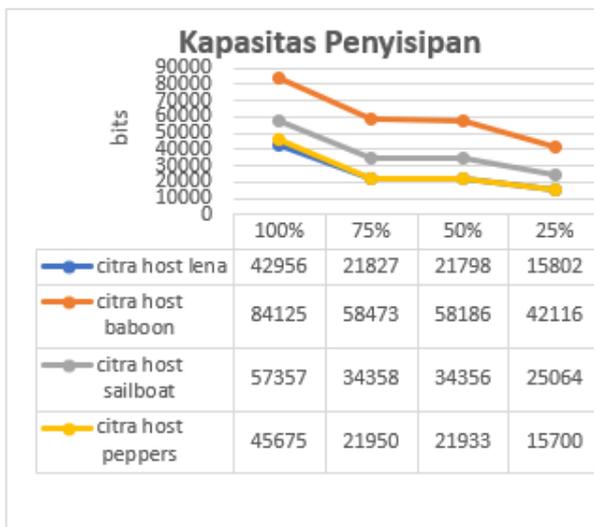


Gambar 18. Grafik nilai CC citra data pemulihan.

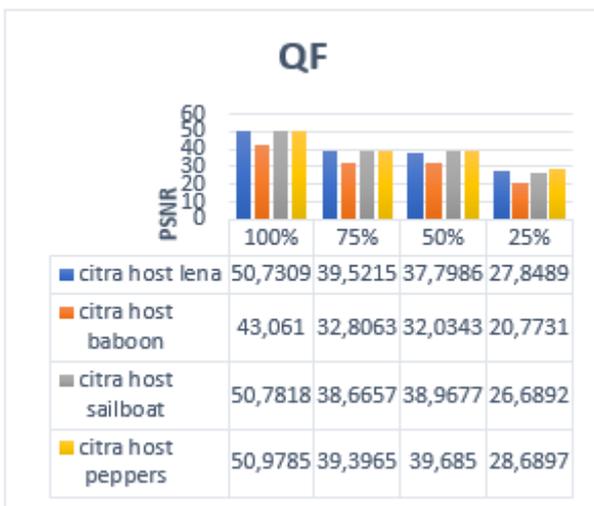
Setelah dilakukan *pra-processing* pada citra host, kemudian dilakukan proses tahapan penyembunyian data yaitu proses menyembunyikan atau menyisipkan citra data pesan pada citra host yang telah terkompres. Pada proses penyembunyian data ini dilakukan dengan metode *steganography* dengan algoritma LSB, untuk alur simulasinya mengacu pada desain *Encoder system* pada Gambar 4.

Penyisipan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan penjumlahan koefisien bernilai positif dan pengurangan koefisien bernilai negatif yang sudah *di-masking* dan *di-xor*-kan secara LSB pada byte citra data dengan citra host, dimana nilai koefisien DC pada citra host telah dirubah menjadi nilai 0 dan nilai koefisien 0 DCT pada citra host dikeluarkan terlebih dahulu. Setelah proses penjumlahan dan pengurangan pada nilai koefisien tersebut telah dilakukan, maka dikembalikan lagi nilai koefisien 0 DCT dan nilai koefisien DC yang telah dirubah menjadi 0 dikembalikan kembali menjadi nilai aslinya.

Kemudian setelah proses penyembunyian citra data pesan pada citra host telah dilakukan, selanjutnya dilakukan *recovery* atau pemulihan kembali citra data pesan yang telah disisipkan pada citra host yang ditumpangi, untuk alur



Gambar 19. Grafik kapasitas penyisipan citra host.



Gambar 20. Grafik nilai PSNR citra host ditumpangi dengan pengaruh kualitas.

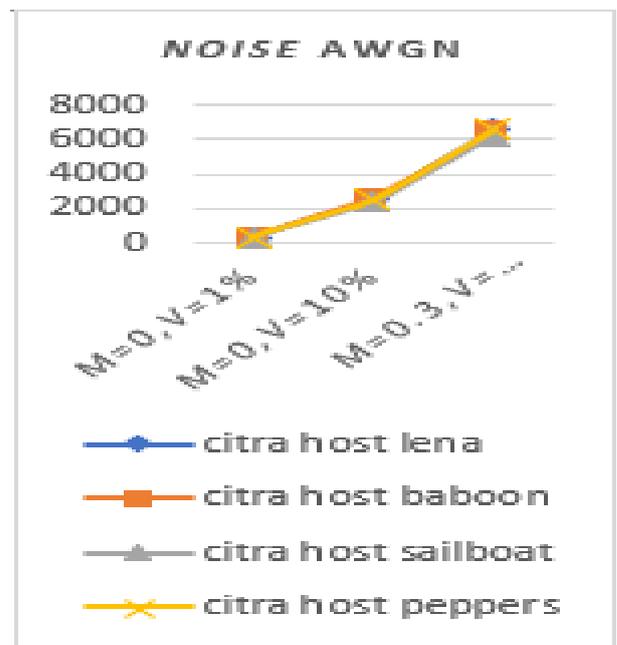
simulasinya mengacu pada desain *Decoder System* pada Gambar 5.

Pada proses pemulihan ini, untuk mengambil citra data pesan yang telah disisipkan yaitu dengan cara mengambil nilai koefisien sesuai dengan besar ukuran citra data pesan, perlu dicatat bahwa ketika mengambil nilai koefisien ini, nilai koefisien DC telah di ubah menjadi nilai 0 dan nilai koefisien 0 DCT dikeluarkan terlebih dahulu.

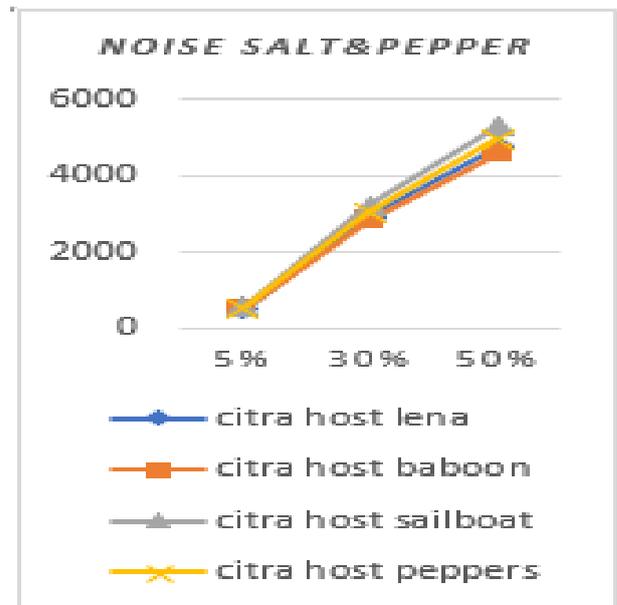
**B. Perancangan Pengujian**

Pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa pengujian, yaitu pertama menyimpan citra host yang ditumpangi pada penyimpanan *cloud storage* yaitu pada penyimpanan *google drive*, kemudian citra host yang telah disimpan pada *cloud storage* dipulihkan kembali. Untuk alur pengujiannya seperti diagram blok pada Gambar 6. Kemudian pengujian yang dilakukan dengan pengaturan kualitas atau *quality factor* pada citra host yang telah terkompres, pengaturan kualitasnya diatur pada kualitas 100%,75%,50%, dan 25%. Kemudian dilakukan penyembunyian data dan pemulihan kembali, untuk alur pengujiannya seperti diagram blok pada Gambar 7.

Kemudian pengujian yang dilakukan dengan pengaruh gangguan derau atau *noise* pada citra host yang telah



Gambar 21. Grafik nilai MSE citra host ditumpangi dengan pengaruh *noise* AWGN.

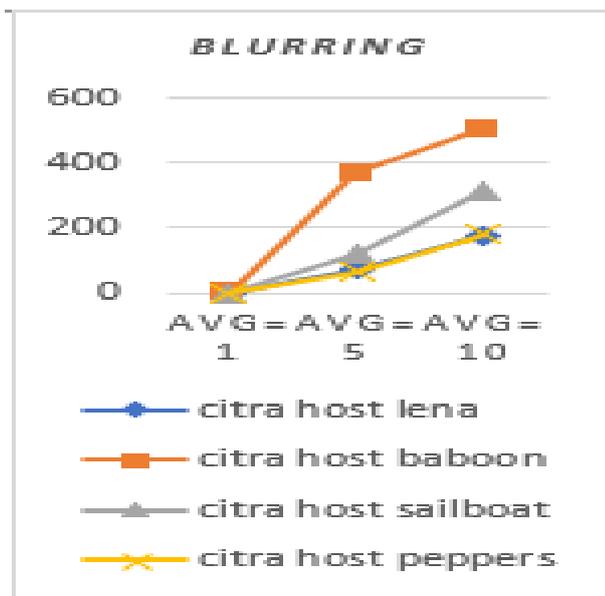


Gambar 22. Grafik nilai MSE citra host ditumpangi dengan pengaruh *noise* Salt & Pepper.

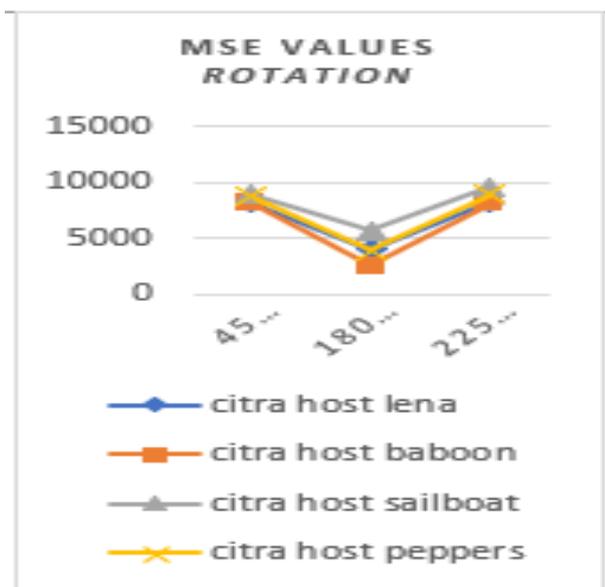
ditumpangi, pengujian dengan pengaruh *noise* dilakukan dengan beberapa jenis *noise* seperti *noise Gaussian* (AWGN), dan *salt&pepper*. Untuk alur pengujiannya seperti blok diagram pada Gambar 8.

Kemudian selanjutnya pengujian yang dilakukan dengan pengaruh *blurring* pada citra host yang telah ditumpangi, pengujian dengan pengaruh *blurring* dilakukan dengan beberapa range *average blurring* yaitu pada *average* 1, 5, dan 10. Untuk alur pengujiannya seperti blok diagram pada Gambar 9.

Kemudian selanjutnya pengujian yang dilakukan dengan pengaruh perubahan sudut rotasi pada citra host yang telah ditumpangi, pengujian dengan pengaruh perubahan sudut rotasi dilakukan dengan beberapa perubahan sudut yaitu pada sudut 45°, 180°, dan 225°. Untuk alur pengujiannya seperti blok diagram Gambar 10.



Gambar 23. Grafik nilai MSE citra host ditumpangi dengan pengaruh *Blurring*.



Gambar 24. Grafik nilai MSE citra host ditumpangi dengan pengaruh *rotate*.

C. Parameter Pengukuran Performansi

Parameter untuk mengetahui performansi citra dari program sistem ini mengacu pada parameter pengukuran citra pada Tabel 1, kemudian untuk gambaran posisi pengukuran citra yang dibandingkan pada Gambar 11. Dimana A sebagai citra host terkompres atau citra host sebelum ditumpangi, kemudian B sebagai citra host yang telah ditumpangi oleh citra data pesan, kemudian C sebagai citra host setelah dikeluarkan citra data yang telah ditumpangi, kemudian D sebagai citra data sebelum menumpangi citra host, dan E sebagai citra data yang telah dipulihkan atau citra data *recovery*.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Data awal

Pada simulasi dan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini ada dua macam yaitu citra host dan citra data,

seperti yang sudah dibahas sebelumnya citra host yang digunakan seperti Lena, Baboon, Sailboat, dan Peppers dengan ukuran citra host 512\*512 dengan tipe RGB dan format Tiff yang ditunjukkan pada Gambar 12. Kemudian citra data pesan yang digunakan adalah citra custom dengan ukuran 132\*82 pada 3 citra dan 170\*120 pada 1 citra bertipe RGB dan format PNG yang ditunjukkan pada Gambar 13.

B. Kompresi standar JPEG

Pada Gambar 14 merupakan hasil dari citra host yang telah dikompresi dengan standar kompresi JPEG. Pada pengkompresian citra host ini warna citra menjadi *grayscale* dikarenakan pada proses pengkompresian telah terjadi perubahan skema menjadi 4:2:0 sebagai subsample komponen yang dilakukan kompresi pada citra host.

C. Penyembunyian Data

Kemudian dilakukan proses penyisipan citra data pesan pada citra host yang telah dikompresi, kemudian hasil penyembunyian data yang telah dilakukan di ukur tingkat kesamaannya dengan SSIM, berikut hasil citra host yang ditumpangi pada Gambar 15.

Dari hasil SSIM yang didapatkan pada Tabel 2, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Nilai SSIM yang baik adalah nilai yang hampir mendekati nilai 1 yang artinya mempunyai kesamaan yang hampir sama, maka penyembunyian yang dilakukan berhasil, berikut grafik nilai SSIM ditunjukkan pada Gambar 16.

D. Pemulihan (Recovery)

Kemudian dilakukan pemulihan pada citra host ditumpangi untuk mengambil kembali citra data yang telah disisipkan, kemudian pemulihan yang dilakukan diukur tingkat korelasi koefisiennya dengan CC, berikut hasil pemulihan citra data pesan pada Gambar 17. Dari hasil korelasi koefisien yang didapatkan pada Tabel 3, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa tingkat korelasi koefisien yang hampir mendekati nilai 1 adalah nilai yang baik artinya tingkat korelasi koefisiennya hampir sama antara citra data pesan asli dengan citra data pesan hasil pemulihan.

Dari hasil CC yang didapatkan pada Tabel 3, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Nilai CC yang baik adalah nilai yang hampir mendekati nilai 1 yang artinya mempunyai tingkat korelasi yang hampir sama, maka pemulihan citra data yang dilakukan berhasil, berikut grafik nilai CC ditunjukkan pada Gambar 18.

E. Pengujian pada penyimpanan cloud storage

Pada pengujian ini dilakukan pemulihan pada citra host ditumpangi yang telah disimpan pada *cloud storage*, hasil yang didapatkan tidak terjadi perubahan dan cenderung sama dengan pemulihan yang dilakukan pada Gambar 17.

F. Pengujian dengan pengaruh quality factor

Pada pengujian ini dilakukan pengaturan kualitas citra host sebelum ditumpangi dengan *Quality Factor* 100%, 75%, 50%, dan 25%. Citra host mengalami perubahan kualitas dan kapasitas penyisipannya diakibatkan *Quality Factor* (QF), akan tetapi citra data pesan yang dipulihkan sama persis pada Gambar 17. Citra host yang diatur QF sebelum ditumpangi mempengaruhi kualitas citra host dan kapasitas penyisipannya, berikut grafik kapasitas penyisipan

dan nilai PSNR pada citra host dengan pengaturan QF yang ditunjukkan pada Gambar 19 dan Gambar 20.

#### G. Pengujian dengan pengaruh *noise*, *blurring*, dan *rotate*

Pada pengujian ini dilakukan dengan pengaruh *noise*, *blurring* dan *rotate*. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh citra data pesan yang dipulihkan akibat serangan manipulasi tersebut. Dari peengujian yang dilakukan, didapatkanlah citra data pesan yang dipulihkan mengalami kerusakan karena manipulasi serangan *noise*, *blurring*, dan *rotate* yang terjadi pada citra host ditumpangi oleh citra data pesan. Hal ini bisa dilihat dari grafik MSE yang didapatkan dari masing-masing serangan manipulasi yang dilakukan. Berikut pada Gambar 21 pengaruh *noise* AWGN, pada Gambar 22 pengaruh *noise salt & Pepper*, pada Gambar 23 pengaruh *blurring*, dan Gambar 24 pengaruh *rotate*.

### V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari keseluruhan pembahasan yang telah dilakukan dalam pembuatan tugas akhir dengan judul “Teknik Penyembunyian Data yang *Reversible* pada Citra JPEG Terenkripsi” dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain: (1) Sistem penyembunyian data (*Data Hiding System*) sudah berhasil dibuat dan dilakukan uji coba dengan berbagai skenario pengujian dan telah menunjukkan hasil yang cukup baik; (2) *Recovery* citra data (citra data pemulihan) yang diperoleh dari citra host ditumpangi yang telah disimpan pada *cloud storage* (*google drive*) menghasilkan citra data (hasil pemulihan) yang sama persis dengan citra data aslinya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai CC yang lebih besar dari 0,9 (mendekati 1); (3) Pengaruh *Quality Factor* (QF) pada citra host terkompres sebelum ditumpangi mempengaruhi kapasitas penyisipan data pesan, dimana semakin besar nilai QF yang diberikan maka semakin besar pula kapasitas citra data yang bisa disisipkan; (4) Kehadiran *noise* pada citra host ditumpangi turut mempengaruhi hasil *recovery*. Namun berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, jenis *noise gaussian* lebih merusak dibandingkan jenis *noise salt & pepper*; (5) Pengaruh *blur* pada citra host ditumpangi sangat mengganggu kualitas citra data hasil pemulihan, semakin tinggi nilai level *blur* semakin daya rusaknya dan memiliki nilai MSE yang semakin besar sehingga mempengaruhi *recovery* citra data; (6) Perubahan posisi citra host

ditumpangi juga berpengaruh terhadap citra data hasil *recovery*. Semakin besar sudut rotasi citra host ditumpangi akan memperburuk citra data pemulihan. Namun jika rotasi 180 derajat citra host ditumpangi lebih baik nilai MSE yang didapatkan akan tetapi berdampak pada perubahan warna citra data pemulihan; (7) Dari pengujian terhadap 4 citra data berbeda berbentuk teks, diperoleh hasil CC rata-rata sebesar 0.959375, dengan nilai CC terbaik sebesar 0.97268 dan terendah sebesar 0.95015. CC tertinggi dimiliki oleh citra data asli dengan kondisi teks yang paling jelas dan tebal (*bold*), sementara CC terburuk disebabkan citra data berisi teks dengan ukuran karakter yang kecil dan tipis.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Ashtari, M. J. Nordin, and S. M. M. Kahaki, “Double Line Image Rotation,” in *IEEE Transactions on Image Processing*, 2015, vol. 24, no. 11, pp. 3370–3385.
- [2] J. He, J. Chen, W. Luo, S. Tang, and J. Huang, “A novel high-capacity reversible data hiding scheme for encrypted JPEG bitstreams,” *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 29, no. 12, pp. 3501–3515, 2018.
- [3] L. Umaroh, C. A. Sari, Y. P. Astuti, and E. H. Rachmawanto, “A Robust Image Watermarking using Hybrid DCT and SLT,” in *2016 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, 2016, pp. 312–316.
- [4] C. Jatmoko, L. B. Handoko, C. A. Sari, and others, “Uji performa penyisipan pesan dengan metode LSB dan MSB pada citra digital untuk keamanan komunikasi,” *J. Din. Rekayasa*, vol. 14, no. 1, pp. 47–56, 2018.
- [5] H. Kaur and N. Sohi, “A study for applications of histogram in image enhancement,” *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 6, pp. 59–63, 2017.
- [6] R. Krasmla, A. Budimansyah, and U. T. Lenggana, “Kompresi citra dengan menggabungkan metode discrete cosine transform (DCT) dan algoritma Huffman,” *J. Online Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [7] Z.-N. Li, M. S. Drew, and J. Liu, *Fundamentals of Multimedia*. Switzerland: Springer International Publishing, 2004.
- [8] U. Sara, M. Akter, and M. S. Uddin, “Image quality assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—a comparative study,” *J. Comput. Commun.*, vol. 7, no. 3, pp. 8–18, 2019.
- [9] V. V. Starovoytov, E. E. Eldarova, and K. T. Isakov, “Comparative analysis of the SSIM index and the pearson coefficient as a criterion for image similarity,” *Eurasian J. Math. Comput. Appl.*, vol. 8, no. 1, pp. 76–90, 2020.
- [10] A. Kaur, L. Kaur, and S. Gupta, “Image recognition using coefficient of correlation and structural similarity index in uncontrolled environment,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 59, no. 5, 2012.
- [11] A. K. Boyat and B. K. Joshi, “A review paper: noise models in digital image processing,” *Signal Image Process. An Int. J.*, vol. 6, no. 2, 2015.
- [12] R. Muthana and A. N. Alshareefi, “Techniques in de-blurring image,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1530, no. 1, p. 12115.