
Jurnal ***Rekayasa Elektrika***

VOLUME 13 NOMOR 2

AGUSTUS 2017

**Pengembangan Metode Pengamanan Data Menggunakan Teknik Interpolasi
antar Pikel dan Reduced Difference Expansion** 87-93

Lidya Amalia Rahmania dan Tohari Ahmad

JRE	Vol. 13	No. 2	Hal 65–118	Banda Aceh, Agustus 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

Pengembangan Metode Pengamanan Data Menggunakan Teknik Interpolasi antar Piksel dan Reduced Difference Expansion

Lidya Amalia Rahmania dan Tohari Ahmad
Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jalan Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111
e-mail: idyaamaliarahmania@gmail.com

Abstrak—Pada era globalisasi sekarang, internet telah menjadi media utama untuk saling bertukar informasi. Berbagai jenis informasi mulai berkembang seiring berjalannya waktu, mulai dari hal yang umum seperti olah raga sampai hal yang paling rahasia seperti pertahanan sebuah negara. Dengan adanya perkembangan kebutuhan hingga sedemikian rupa, maka ditemukan sebuah teknologi penyembunyian data yang disebut steganografi. Yaitu, menyembunyikan bit data ke dalam sebuah data kamufase supaya dapat ditransaksikan secara umum namun hanya beberapa orang yang dapat mengaksesnya secara sah. Sampai dengan saat ini, terdapat dua hal yang menjadi permasalahan dalam metode ini, yaitu kapasitas data yang dapat disembunyikan dan kualitas data sebagai hasil penyembunyian tersebut. Pada metode yang kami usulkan ini, kami menggabungkan teknik pengolahan citra digital yaitu interpolasi, sebagai salah satu nilai prediksi yang digunakan untuk menyembunyikan bit data rahasia dengan harapan dapat meningkatkan kapasitas bit pesan dengan konsekuensi penurunan kualitas citra stego. Hasil penelitian ini dapat meningkatkan kapasitas penyisipan dari penelitian sebelumnya.

Kata kunci: *penyembunyian data, keamanan informasi, keamanan jaringan, reduced difference expansion, interpolasi*

Abstract—In this globalization era, the internet has been the main media which everyone used to exchange information, from the public such as sport to top secret such as military data. Hence, the requirement of data hiding method called steganography is rising. Steganography is hiding the secret information into another media so that it could be transferred publicly, but only the authorized users could access it. There were two main problems in the data hiding technique: the capacity of the secret and the quality of the generated stego data. In this proposed method, we combined digital image processing called interpolation, used it to predict the new pixel value to hide the secret bit in purpose to increase the bit data capacity with the consequence the reduction of the stego image quality. The experimental result showed that the capacity has increased from that of the previous research.

Keywords: *data hiding, information security, network security, reduced difference expansion, interpolation*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi sekarang ini, kebutuhan untuk saling bertukar informasi telah menjadi hal yang tidak bisa ditinggalkan. Hal ini dipermudah dengan adanya teknologi internet yang memungkinkan adanya pertukaran informasi. Akan tetapi, hal ini juga bisa mengakibatkan adanya pencurian informasi dari proses yang berlangsung. Data yang dikirimkan bisa disadap untuk diambil informasi di dalamnya. Sehingga, diperlukan suatu metode untuk menyembunyikan informasi yang dikirimkan. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah steganografi, yaitu metode penyembunyian suatu data ke dalam data yang lain. Dalam hal ini, hanya pihak yang berhak saja yang bisa mengambil informasi di dalamnya.

Terdapat banyak penelitian tentang berbagai jenis steganografi menggunakan beraneka ragam media

penyimpanan. Hal ini terjadi karena semakin cepatnya perkembangan teknologi internet, dan juga meningkatnya jumlah dan ukuran data dalam setiap transmisi data telah memungkinkan semakin meningkatnya jumlah bit pesan rahasia yang ingin disimpan dan/atau meningkatkan kualitas citra stego. Sebenarnya, hal ini cukup sulit dilakukan karena banyak cara untuk mendeteksi apakah sebuah citra memiliki pesan rahasia di baliknya. Misalnya, apabila sebuah citra memiliki ukuran data terlalu besar untuk sebuah dimensi, maka citra tersebut mungkin memiliki data rahasia di dalamnya. Hal ini berarti bahwa tujuan metode steganografi untuk menyembunyikan data belum tercapai.

Metode steganografi yang banyak dikembangkan adalah *Difference Expansion* (DE) [1]. Metode ini menggunakan perbedaan antara dua piksel yang saling bertetangga untuk menyembunyikan bit data rahasia.

Karena metode ini lebih mudah digunakan, maka metode ini memiliki banyak teknik turunannya. Beberapa metode tersebut dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan pesan rahasia. Kekurangan dari metode ini adalah membutuhkan sebuah peta lokasi (*location map*) untuk mendeteksi piksel mana saja yang menyembunyikan bit data rahasia tersebut. Hal ini dikarenakan tidak semua piksel dalam citra dapat menyimpan bit rahasia.

Metode lain yang dikembangkan dari metode DE adalah *Prediction Error Expansion* (PEE). Metode ini dikembangkan karena terdapat kebutuhan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan pesan rahasia dalam sebuah citra *cover* [2]. Metode ini menyembunyikan bit rahasia berdasarkan nilai prediksi dari tiga piksel yang saling bertetangga. Metode PEE ini tidak membutuhkan peta lokasi karena proses penyisipannya dilakukan secara sekuensial. Kekurangan metode ini adalah berkurangnya kualitas citra stego yang digunakan untuk menyimpan data rahasia.

Terdapat beberapa penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kedua variabel tersebut (kualitas dan kapasitas) dalam steganografi citra menggunakan teknik interpolasi citra. Dalam hal ini, sebuah citra diinterpolasi dengan dimensi yang persis sama untuk menghasilkan nilai prediksi yang baru dan tidak memiliki selisih yang besar dengan piksel yang saling bertetangga [3].

Kombinasi dari kedua metode tersebut dapat mengurangi kecurigaan bahwa sebuah citra stego memiliki bit data yang apabila disusun dapat membentuk sebuah pesan rahasia [4]. Pada [4], proses interpolasi konvensional digunakan untuk memperbesar citra orisinal yang kemudian digunakan sebagai citra stego nantinya.

Sedangkan pada metode yang sedang diajukan ini, tidak terjadi perubahan ukuran maupun skala dari citra stego orisinal ke citra stego. Berbeda dengan [5], dimana teknik interpolasi dilakukan pada citra yang dibagi menjadi 3x3 blok dan menggunakan empat sudut pikselnya sebagai piksel referensi, menyebabkan metode tersebut kurang efisien. Pada penelitian ini, kami mengkombinasikan kedua metode tersebut dengan harapan dapat meningkatkan kapasitas pesan rahasia yang dapat dimuat sekaligus mengurangi kecurigaan pendeteksian citra stego.

Penelitian ini disusun menjadi lima bab. Bab pertama menjelaskan latar belakang pentingnya penelitian ini. Bab kedua mendeskripsikan beberapa metode yang berhubungan dengan penelitian yang kami usulkan. Bab ketiga berisi metode yang diusulkan. Hasil percobaan terhadap metode ini terdapat pada bab keempat. Sedangkan kesimpulan dari penelitian ini dibuat di dalam bab kelima.

II. STUDI PUSTAKA

Terdapat dua metode dari pemrosesan citra digital yang akan dijelaskan pada bagian ini. Pertama, metode penyembunyian data (*data hiding*) dan semua turunannya. Kedua, teknik interpolasi yang digunakan pada citra digital.

A. Penyembunyian Data

Penyembunyian data adalah sebuah metode untuk menyembunyikan sinyal pesan rahasia ke dalam sinyal lain dengan distorsi sekecil mungkin. Steganografi adalah salah satu metode penyembunyian ini. Metode ini bisa diterapkan dalam berbagai jenis media, misalnya citra, audio, dan video. Dalam suatu aplikasi, penerapan steganografi bisa dikombinasikan dengan kriptografi [6]. Menurut Tian [1], steganografi difokuskan untuk menyembunyikan data asli untuk menghindari kecurigaan; sedangkan kriptografi menuliskan pesan rahasia dalam bentuk kode, namun hal ini dapat meningkatkan kecurigaan akan adanya pesan rahasia.

Difference Expansion (DE) merupakan salah satu metode penyisipan data yang dapat dikembalikan citra aslinya (*reversible*). Metode ini dapat menyisipkan data rahasia (*payload*) ke dalam sebuah citra digital dan penerimanya dapat mengambil pesan tersebut kemudian mengembalikan nilai citra *cover*.

Metode DE menyisipkan *payload* ke dalam LSB dari selisih piksel-piksel yang bertetangga. Setelah itu, selisih piksel yang baru akan dikembalikan lagi ke dalam piksel yang bertetangga tersebut. Terdapat perbedaan pada operasi matematika dari kedua piksel, sehingga selisih piksel tersebut cukup besar. Apabila u_1 dan u_2 adalah sepasang piksel yang bertetangga, maka langkah pertama adalah mencari nilai rata-rata l dan selisih h dari kedua piksel tersebut seperti pada (1).

$$l = \frac{u_1 + u_2}{2}, \quad h = u_1 - u_2. \quad (1)$$

Kemudian pesan rahasia atau *payload* b disisipkan ke dalam citra dengan melebarkan selisih antara kedua piksel yang bertetangga tersebut seperti pada (2).

$$h' = 2 \times h + b. \quad (2)$$

Nilai selisih yang baru kini disisipkan kembali ke dalam citra sehingga membentuk sebuah citra stego dengan menggunakan (3).

$$x' = l + \left\lceil \frac{h' + 1}{2} \right\rceil, \quad y' = l - \left\lfloor \frac{h'}{2} \right\rfloor. \quad (3)$$

Proses ekstraksi dari *payload* b dari piksel baru (x' , y') dapat dikembalikan ke nilai piksel sebenarnya dengan menggunakan (4) dan (5).

$$l' = \left\lfloor \frac{x' + y'}{2} \right\rfloor, \quad h' = x' - y'. \quad (4)$$

$$b = LSB(h'), \quad h = \left\lfloor \frac{h'}{2} \right\rfloor. \quad (5)$$

Setelah nilai selisih didapatkan, nilai tersebut harus diubah ke dalam bentuk biner untuk mengambil nilai *payload* b dan nilai asli dari selisih tersebut (h). Kemudian nilai asli piksel tersebut dapat dikembalikan sebagai (x , y).

Generalized Difference Expansion (GDE) [7] diusulkan dengan menggunakan sebuah nilai piksel sebagai basis

poin. Kemudian selisih antara nilai piksel dengan basis poin tersebut digunakan untuk menyembunyikan *payload*. Terdapat dua jenis proses penyisipan dalam metode ini: *expandable* dan *changeable*.

Proses penyisipan *expandable* sangat mirip dengan metode DE. Tetapi metode ini memiliki pengecualian ketika terjadi kondisi *overflow* atau *underflow* yaitu sebuah kondisi di mana nilai piksel akan bernilai di atas 255 atau di bawah 0. Dalam hal ini, teknik ini akan menggunakan proses penyisipan *changeable*.

Reduced Difference Expansion (RDE) biasanya menyembunyikan bit data rahasia di citra medis dan hak cipta ke dalam lapisan khusus domain citra [8]. Jika metode DE memiliki nilai selisih piksel yang tinggi karena dikalikan menjadi dua, maka RDE menghindarinya dengan menggunakan (6). Hal ini karena nilai selisih piksel yang tinggi bisa berakibat turunnya kualitas citra stego.

$$h' = \begin{cases} h, & \text{jika } h < 2 \\ h - 2^{\lfloor \log_2 h \rfloor - 1}, & \text{jika } h \geq 2 \end{cases} \quad (6)$$

Apabila selisih piksel kurang dari dua, maka nilai selisih piksel yang baru tidak akan berubah. Namun, jika nilai selisih piksel lebih dari atau sama dengan dua, maka nilai selisih dikurangi hingga setengahnya.

Terdapat variasi metode DE yang diusulkan pada tahun 2014 oleh Ahmad dkk. [9]. Metode ini menggabungkan RDE dan GDE. Basis poin yang sebelumnya diambil dari salah satu piksel, diubah menjadi nilai tengah dari blok piksel tersebut. Kemudian proses pereduksian selisih akan dilakukan apabila nilainya lebih atau kurang dari dua seperti pada (7).

$$\begin{cases} h, & \text{jika } -2 < h < 2 \\ h + 2^{\log h - 1}, & \text{jika } -2 \leq h \\ h - 2^{\log h - 1}, & \text{jika } h \geq 2. \end{cases} \quad (7)$$

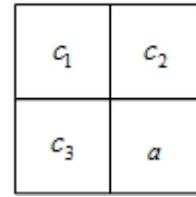
Prediction Error Expansion (PEE) [2] adalah metode turunan dari DE. PEE diusulkan karena metode DE memiliki kapasitas *payload* yang relatif sedikit. Hal ini karena DE membutuhkan sebuah peta lokasi sehingga kapasitas pesan rahasia tersebut akan lebih kecil. PEE mengeksploitasi korelasi dari piksel yang saling bertetangga. Dengan menggabungkan pergeseran histogram, PEE dapat menghasilkan metode penyembunyian data yang efektif. Dalam PEE, tidak ada kebutuhan untuk peta lokasi karena proses penyisipannya dilakukan secara sekuensial.

Ilustrasi PEE pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa piksel *a* berada dalam 1 blok dengan tiga piksel yang saling bertetangga dalam konteks tersebut yaitu c_1 , c_2 , dan c_3 secara berurutan. Nilai baru piksel tersebut akan ditentukan oleh (8).

$$a = \begin{cases} \max(c_2, c_3), & \text{jika } c_1 < \min(c_2, c_3) \\ \min(c_2, c_3), & \text{jika } c_1 \geq \max(c_2, c_3) \\ c_2 + c_3 - c_1, & \text{untuk yang lain.} \end{cases} \quad (8)$$

B. Teknik Interpolasi

Akhir-akhir ini, penggunaan citra digital sangat populer.



Gambar 1. Pemetaan blok piksel pada PEE [2]

Maka dari itu, banyak kebutuhan untuk meningkatkan kualitas dari citra digital dengan menggunakan teknik interpolasi. Beberapa faktor penting dalam metode interpolasi adalah: ketajaman tepi citra digital, ada atau tidaknya efek pada artefak (citra digital tersebut), dan kemudahan proses yang dapat dilakukan untuk mengolah data citra yang digunakan. Termasuk dalam faktor yang ketiga ini adalah prapemrosesan dan paskapemrosesan.

Salah satu metode interpolasi yang sederhana adalah *Nearest Neighbour Interpolation* (NNI) oleh Jung dan Yoo [4] dengan menggunakan *resampling* dari sebuah blok piksel. Metode ini menghasilkan suatu nilai piksel yang tidak memiliki selisih yang tinggi dengan nilai piksel tetangganya dalam satu blok. Citra hasil interpolasi dari [4] akan memiliki kompleksitas rendah, dan tidak membutuhkan proses klarifikasi karena tidak akan mengubah citra keabuan dari citra digital tersebut.

III. PENYEMBUNYIAN DATA DENGAN INTERPOLASI ANTAR PIKSEL DAN RDE

Penggunaan metode DE dalam proses penyisipan data menjadikan nilai baru piksel memiliki selisih yang besar namun memiliki kapasitas total yang lebih sedikit. Di sisi lain, penggunaan PEE dalam teknik penyembunyian data dapat menyebabkan pengurangan kualitas karena terjadinya pergeseran histogram.

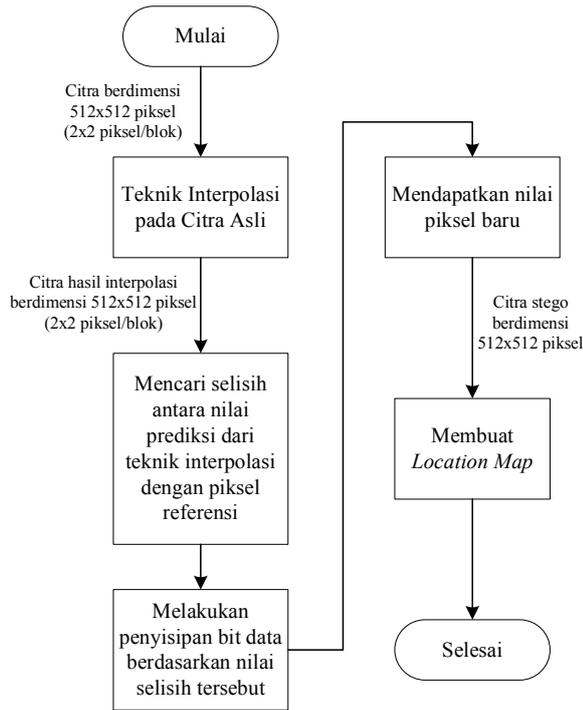
Proses keseluruhan dalam metode penyisipan data yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 2. Dengan mendapatkan nilai prediksi baru dari teknik interpolasi yang kemudian juga menentukan nilai selisih antara nilai prediksi piksel dengan nilai piksel referensi asli, bit data rahasia bisa disisipkan ke dalamnya.

A. Teknik Interpolasi

Teknik interpolasi yang digunakan dalam metode ini adalah dengan membuat nilai prediksi berdasarkan rata-rata nilai dua piksel referensi yang saling bertetangga. Seperti pada Gambar 3, pada blok piksel yang ditandai dengan garis tebal, *d* merupakan piksel referensi dari blok tersebut. Sedangkan *e*, *f*, dan *g* adalah piksel yang akan dicari hasil interpolasinya. Maka nilai interpolasi dari piksel-piksel tersebut seperti pada (9), (10), dan (11).

$$e_2 = \frac{d + h}{2} \quad (9)$$

$$f_2 = \frac{d + j}{2} \quad (10)$$



Gambar 2. Proses penyisipan

$$g_2 = \frac{d+i}{2} \tag{11}$$

Setelah menghasilkan citra interpolasi, dilakukan pengurangan nilai piksel asli dengan nilai piksel hasil interpolasi. Kemudian, selisih piksel dari (12), (13), dan (14) ini digunakan pada proses penyisipan berikutnya.

$$e_3 = e - e_2 \tag{12}$$

$$f_3 = f - f_2 \tag{13}$$

$$g_3 = g - g_2 \tag{14}$$

B. Metode Penyisipan

Setelah berhasil mendapatkan nilai selisih piksel dari (12), (13), dan (14), langkah selanjutnya adalah mereduksi selisih tersebut apabila memiliki nilai terlalu tinggi. Proses ini menggunakan (15) yang disitasi dari [9].

	d	e	h
	f	g	
	j		i

Gambar 3. Pemetaan posisi piksel sebelum penyisipan

	d'	e'	h
	f'	g'	
	j		i

Gambar 4. Pemetaan posisi piksel setelah penyisipan

$$e_4 = \begin{cases} e_3, & \text{jika } -2 < e_3 < 2 \\ \lceil e_3 + 2^{(\log_2 |e_3|) - 1} \rceil, & \text{jika } -2 \geq e_3 \\ \lfloor e_3 - 2^{(\log_2 |e_3|) - 1} \rfloor, & \text{jika } 2 \leq e_3 \end{cases} \tag{15}$$

Kemudian, dilakukan proses penyisipan pada selisih yang sudah direduksi tersebut menggunakan (16).

$$e_5 = 2 \times e_4 + b \quad b \in \{0, 1\} \tag{16}$$

Nilai piksel baru didapatkan dengan menambahkan nilai selisih yang telah diberi bit data rahasia dengan nilai piksel prediksi pada blok tersebut seperti pada (17). Pemetaan posisi nilai piksel baru dapat dilihat pada Gambar 4.

$$\begin{cases} d' = d \\ e' = d + e_5 \end{cases} \tag{17}$$

Pada [4], proses interpolasi konvensional digunakan untuk memperbesar citra orisinal yang kemudian digunakan sebagai citra stego nantinya. Sedangkan pada metode yang sedang diajukan ini, tidak terjadi perubahan ukuran maupun skala dari citra stego orisinal ke citra stego. Berbeda dengan [5], dimana teknik interpolasi dilakukan pada citra yang dibagi menjadi 3x3 blok dan menggunakan empat sudut pikselnya sebagai piksel referensi, menyebabkan metode tersebut kurang efisien.

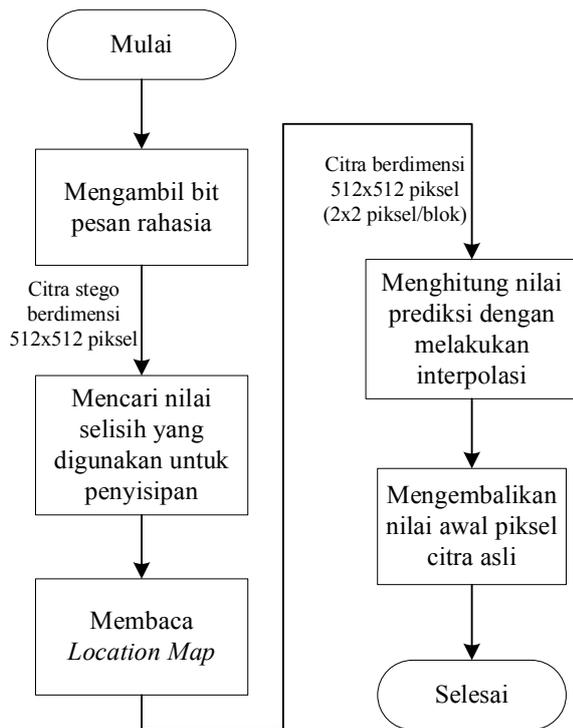
C. Peta Lokasi

Dalam metode yang diusulkan ini, sebuah peta lokasi dibutuhkan untuk menyimpan informasi mengenai jenis reduksi yang dilakukan pada setiap selisih yang digunakan. Pada proses penyisipan, peta lokasi ini digunakan untuk menandai piksel mana yang dikurangi, mana yang tidak.

Jenis reduksi ‘tetap’ digunakan untuk menandai piksel mana yang selisihnya tidak direduksi. Sedangkan untuk jenis reduksi ‘positif dan gasal’ digunakan untuk menandai piksel yang direduksi dan bernilai positif. Begitu juga dengan ‘negatif dan gasal’, untuk menandai piksel yang selisihnya bernilai negatif dan gasal, dan seterusnya.

D. Proses Ekstraksi

Secara keseluruhan, proses ekstraksi ditunjukkan oleh Gambar 5. Proses ekstraksi dilakukan secara sekuensial,



Gambar 5. Proses ekstraksi

yang diawali dengan mengambil semua bit data rahasia dari piksel nonreferensi menggunakan (18) dan (19).

$$\begin{cases} d = d' \\ e_5 = e' - d. \end{cases} \quad (18)$$

$$b = e_5 \text{ mod } 2. \quad (19)$$

Setelah berhasil mengambil bit data rahasia, maka langkah selanjutnya bisa dilakukan dengan mencari nilai selisih yang digunakan untuk proses penyisipan seperti pada (20). Pembacaan peta lokasi dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi proses pereduksian nilai selisih untuk mengembalikan nilai asli piksel citra berdasarkan Tabel 1. Secara matematis, hal ini dapat dinyatakan dengan (21), (22), dan (23).

$$e_4 = \frac{e_5 - b}{2}. \quad (20)$$

$$e_3 = e_4 \quad \text{jika } LM = 001. \quad (21)$$

$$e_3 = \begin{cases} e_4 + 2^{\log_2 |e_4|}, & \text{jika } LM = 010 \\ e_4 + 2^{(\log_2 |e_4|)+1}, & \text{jika } LM = 011. \end{cases} \quad (22)$$

Tabel 1. Peta lokasi

Jenis Reduksi	Bit Pertama	Bit Kedua	Bit Ketiga
Tetap	0	0	1
Positif dan Gasal	0	1	0
Positif dan Genap	0	1	1
Negatif dan Gasal	1	0	0
Negatif dan Genap	1	0	1

$$e_3 = \begin{cases} e_4 - 2^{\log_2 |e_4|}, & \text{jika } LM = 100 \\ e_4 - 2^{(\log_2 |e_4|)-1}, & \text{jika } LM = 101. \end{cases} \quad (23)$$

Proses interpolasi dilakukan kembali dengan menggunakan piksel-piksel referensi yang terdapat pada citra stego tersebut. Dengan menggunakan (9), (10), dan (11), nilai citra interpolasi berhasil didapatkan. Sehingga, untuk mengembalikan nilai asli piksel dari citra stego tersebut dapat digunakan (24), (25), dan (26).

$$e = e_2 + e_3. \quad (24)$$

$$f = f_2 + f_3. \quad (25)$$

$$g = g_2 + g_3. \quad (26)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses evaluasi kualitas citra digital dalam *data hiding* di makalah ini menggunakan metode objektif, seperti halnya pada [5] dan [9]. Yaitu, evaluasi dilakukan dengan menghitung aspek-aspek fisik dari citra yang dihasilkan tanpa dipengaruhi oleh perspektif pengguna.

$$MSE = \left(\frac{1}{MN} \right) \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (X_{ij} - \bar{X}_{ij})^2 \quad (27)$$

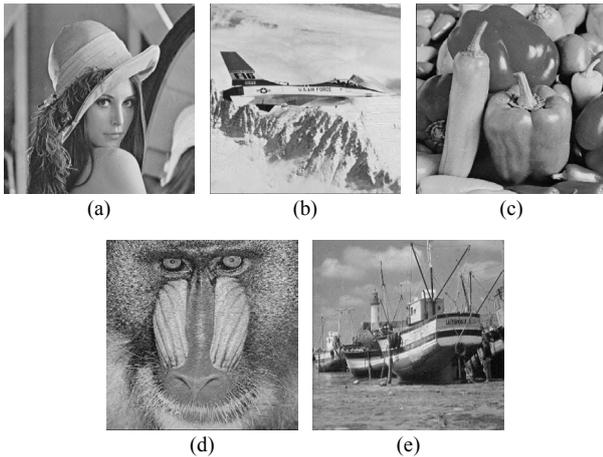
$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{I^2}{MSE} \quad \text{db}. \quad (28)$$

Penghitungan nilai *Mean Square Error* dilakukan dengan (27), dimana M dan N merupakan dimensi dari dua citra yang dibandingkan. Sedangkan i dan j merupakan koordinat dari citra yang dibandingkan. X_{ij} merupakan nilai piksel citra stego pada koordinat tersebut, \bar{X}_{ij} sedangkan merupakan nilai piksel citra cover.

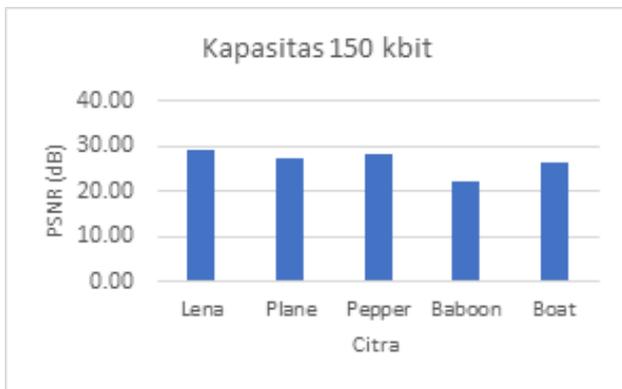
Sedangkan pada rumus penghitungan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dalam (28) dinyatakan dalam skala logaritmik dengan satuan decibel (dB). Dengan merupakan nilai kemungkinan maksimum dari sebuah citra. Apabila piksel direpresentasikan dengan 8 bit, maka nilainya adalah 255. PSNR menghitung kemiripan antara dua citra dan seberapa mirip kedua citra itu antar satu sama lain. Sedangkan MSE menghitung perbedaan yang ada di antara dua citra tersebut. Karena kompleksitas yang rendah dan waktu penghitungan yang relatif sedikit maka kedua metrik ini kerap digunakan [10].

Dalam penelitian ini dilakukan dua skenario percobaan. Yang pertama adalah dengan melakukan uji coba dengan menyisipkan bit data sebanyak 150 kb ke dalam citra *cover*. Sedangkan skenario kedua adalah memasukkan semua pesan rahasia hingga kapasitas dalam citra terpenuhi seluruhnya. Contoh citra stego yang dihasilkan terdapat pada Gambar 6.

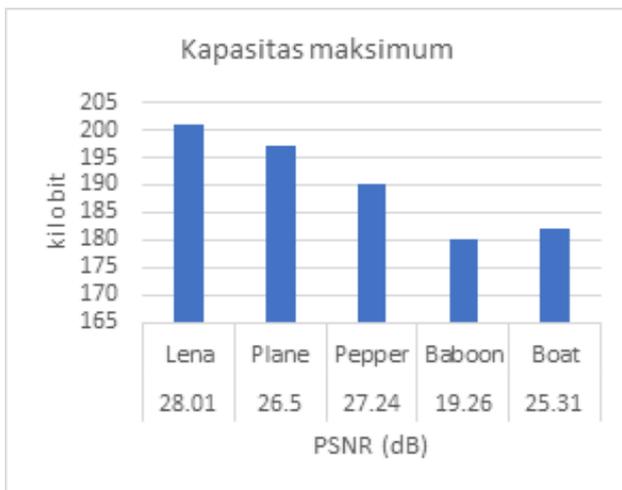
Hasil uji coba dari skenario pertama ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil terbaik diperoleh oleh citra Lena dengan PSNR sebesar 29,01 dB, sedangkan hasil terendah didapatkan dari citra Baboon dengan 22,10 dB. Rata-rata dari semua citra tersebut adalah 26,56 dB. Pada



Gambar 6. Citra percobaan (a) Lena (b) Plane (c) Pepper (d) Baboon (e) Boat



Gambar 7. Kualitas citra stego dengan kapasitas penyisipan 150 kbit



Gambar 8. Kapasitas maksimum citra stego dengan nilai PSNR yang didapatkan

skenario kedua, yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 8, didapatkan bahwa citra Lena mempunyai kapasitas dan PSNR tertinggi, seperti pada skenario pertama. Demikian juga untuk citra Baboon yang mendapatkan hasil paling rendah. Citra Boat memiliki jumlah sedikit lebih banyak meskipun nilai PSNR-nya lebih tinggi yaitu 25,31, dengan total kapasitas sekitar 182 kbit. Hal ini dikarenakan

Tabel 2. Perbandingan Kualitas Citra Stego [4]

Metode	Lena		Baboon	
	Payload (bit)	PSNR (dB)	Payload (bit)	PSNR (dB)
Rahmania, dkk. [5]	98,649	29.48	87,124	24.35
Metode yang diajukan	203,852	29.01	180,128	19.26

citra Baboon memiliki rentang piksel yang sangat jauh selisihnya dibandingkan dengan citra Boat. Dalam hal ini, rata-rata kapasitas dan PSNR yang didapatkan adalah sekitar 190 kbit dan 25,26 dB.

Jika dibandingkan dengan makalah sebelumnya [5] seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, hasil yang didapatkan ini adalah lebih baik, khususnya dalam hal kapasitas data yang dapat disisipkan. Pada penelitian tersebut, maksimum data yang dapat disisipkan hanya sekitar 92 kbit. Sehingga hasil yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Sedangkan PSNR mengalami sedikit penurunan, yaitu sekitar 2,5 dB, yang tidak terlalu mempengaruhi kualitas stego citra.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, kami telah mengusulkan metode yang dapat digunakan untuk menyembunyikan data dalam suatu citra. Hal ini dilakukan dengan metode interpolasi dan RDE. Sesuai dengan hasil percobaan, metode ini mempunyai hasil yang lebih baik daripada metode sebelumnya.

Dalam penelitian ini, dengan hanya melakukan satu kali proses penyisipan setelah penerapan teknik interpolasi, terdapat peningkatan nilai kapasitas data yang dapat disisipkan dengan nilai PSNR yang tetap terjaga, yaitu hanya mengalami sedikit penurunan. Hal ini memberikan alternatif kepada pengguna, apakah lebih fokus pada kapasitas atau kualitas.

REFERENSI

- [1] Tian, J. "Reversible Data Embedding Using a Difference Expansion." *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, Vol. 13, 2003, No. 8, pp. 890-896.
- [2] Diljith, M. T. Jeffrey, J. R. "Expansion Embedding Techniques for Reversible Watermarking." *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 16, 2007, No. 3, pp. 721-730.
- [3] Govind, P. Wilsy, M. "A New Reversible Data Hiding Scheme with Improved Capacity Based on Directional Interpolation and Difference Expansion." – In: *Procedia Computer Science*, Kochi, Kerala, India, 2015, Vol. 46, pp. 491-498.
- [4] Jung, K. Yoo, K. "Data hiding method using image interpolation." *Computer Standards & Interfaces*, Vol. 31, 2009, No. 2, pp. 465-470.
- [5] Rahmania, L.A. Ahmad, T. "Enhanced Reduced Difference Expansion Data Hiding Using Image Interpolation". Unpublished.
- [6] Sencar, H. T. Mahalingam, R. Akansu, A. N. "Data Hiding Fundamentals and Applications: Content Security in Digital Media." Academic Press, 2004.

- [7] Alattar, A. M. "Reversible watermark using the difference expansion of a generalized integer transform." *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 13, 2004, No. 8, pp. 1147-1156.
- [8] Lou, D. Hu, M. Liu, J. "Multiple layer data hiding scheme for medical images." *Computer Standards and Interfaces*, Vol. 31, 2009, No. 2, pp. 329-335.
- [9] Ahmad, T. Holil, M. Wibisono, W. Muslim, R. "An improved Quad and RDE-based medical data hiding." *Computational Intelligence and Cybernetics (CYBERNETICSCOM)*, 28 July 2013.
- [10] Almohammad, A. G. G. "Stego image quality and the reliability of PSNR." 2010 2nd International Conference on Image Processing Theory, Tools, and Applications, IPTA 2010, pp. 215-220.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

