

Steganografi Menggunakan RDE dan *Fuzzy Logic* untuk Menentukan *Embedding Level* : Studi Kasus pada Citra Medis

Putu Harum Bawa dan Tohari Ahmad

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: tohari@if.its.ac.id

Abstrak — Citra medis merupakan salah satu media yang digunakan dalam menganalisis kondisi pasien. Ketika sebuah citra medis dan rekam medis pasien diakses, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya keamanan dan privasi data pasien. Salah satu solusi yang diterapkan untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu dengan memasukan identitas pasien ke properti citra medis. Namun metode tersebut masih memiliki kelemahan, sehingga digunakan metode lainnya yang lebih aman yaitu dengan menyembunyikan identitas pasien menggunakan metode steganografi. Salah satu metode steganografi yaitu RDE. Metode RDE dapat merekonstruksi kembali citra medis ke bentuk semula setelah pesan rahasia diterima, dan dengan memanfaatkan logika *fuzzy* maka penyisipan dapat dilakukan secara adaptif yang berpengaruh pada peningkatan nilai PSNR citra stego. Hasil uji coba menunjukkan bahwa steganografi menggunakan RDE dan logika *fuzzy* yang diterapkan secara multi lapis memiliki rata-rata nilai PSNR lebih tinggi dibandingkan hasil metode RDE multi lapis tanpa logika *fuzzy*.

Kata Kunci— Steganografi, RDE, Logika *Fuzzy*, Citra Medis.

I. PENDAHULUAN

CITRA medis merupakan salah satu media yang digunakan dalam menganalisis kondisi pasien. Dengan menggunakan citra medis, dokter dapat menentukan penanganan yang tepat bagi pasien. Citra medis tidak hanya digunakan oleh dokter yang menangani pasien bersangkutan saja, namun juga dapat dibagikan kepada dokter lain untuk mendapatkan penanganan yang lebih komprehensif.

Ketika sebuah citra medis dan rekam medis pasien diakses ataupun dikirim melalui jaringan komputer, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya keamanan dan privasi data pasien. Salah satu solusi yang diterapkan untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu dengan memasukan identitas pasien ke *property* citra medis. Namun, metode ini masih memiliki kekurangan. Orang-orang yang tidak bertanggung jawab dapat membaca atau bahkan mengubah informasi pasien di dalamnya. Solusi lainnya yaitu dengan menerapkan steganografi, dengan cara menyisipkan identitas pasien ke dalam citra medis pasien bersangkutan [1].

Dalam steganografi, terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan, diantaranya *imperceptibility*, *robustness* dan *capacity*. Dalam konteks steganografi pada citra medis terdapat aspek tambahan yang harus diperhatikan, yaitu citra medis harus dapat direkonstruksi kembali setelah pengambilan data rahasia. Jika citra medis tidak dapat

direkonstruksi kembali akan berakibat pada kesalahan analisis oleh dokter.

Agar tidak terjadi kesalahan analisis akibat kualitas citra medis yang berubah, maka perlu pemilihan metode yang dapat merekonstruksi kembali citra medis ke bentuk semula setelah pesan rahasia diterima. Salah satu metode tersebut yaitu metode *reversible data hiding* seperti *Difference Expansion* (DE) [2]. Terdapat beberapa pengembangan metode DE seperti pada [3] dan [1] yang dapat meningkatkan kapasitas pesan yang disisipkan.

Akhir-akhir ini, *intelligent algorithm* berbasis *soft computing* mulai banyak digunakan dalam memecahkan permasalahan di bidang komputer. Algoritma tersebut antara lain, *Fuzzy Logic* (FL), *Adaptive Neural Networks* (ANNs), *Genetic Algorithms* (GA), dan *Particle Swarm Optimizer* (PSO). Algoritma tersebut mulai digunakan pada steganografi untuk mencapai hasil yang maksimal dan solusi yang adaptif. Beberapa pengembangan steganografi yang memanfaatkan *soft computing* yaitu seperti [4], [5] yang menggunakan *Fuzzy Logic* (FL). Namun kedua metode tersebut [4], [5] masih menggunakan LSB dalam proses penyisipan data, sehingga gambar awal yang digunakan dalam steganografi tidak dapat direkonstruksi kembali.

Pada Tugas Akhir ini, penulis berusaha melakukan kombinasi beberapa metode untuk meningkatkan *imperceptibility* pada hasil steganografi. Penulis mengusulkan sebuah metode yang mengkombinasikan metode steganografi dengan *Fuzzy Logic* (FL).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Steganografi

Steganografi adalah seni dalam melakukan komunikasi secara tersembunyi. Dalam steganografi, biasanya dipilih sebuah media yang tidak terlalu mencolok sebagai tempat untuk menyembunyikan informasi. Di masa lalu, orang-orang menggunakan tato tersembunyi atau tinta tak terlihat untuk mengirimkan konten steganografi. Saat ini, teknologi jaringan komputer menyediakan jalur komunikasi yang mudah digunakan untuk menerapkan steganografi [6].

Pada dasarnya, proses penyembunyian informasi di dalam steganografi memanfaatkan keberadaan bit redundan yang terletak pada medium steganografi. Bit-bit redundan tersebut kemudian diganti dengan informasi yang akan disembunyikan.

Steganografi modern lebih menekankan bagaimana cara agar penyembunyian data tidak terdeteksi. Salah satu

kelemahan steganografi yaitu masih meninggalkan jejak perubahan data pada medium yang digunakan. Bahkan jika pesan rahasia tidak terungkap, perubahan dapat dilihat pada sifat statistik medium yang digunakan, sehingga penyadap dapat mendeteksi distorsi dalam sifat statistik dari media steganografi yang dihasilkan. Proses menemukan distorsi ini disebut statistik *steganalysis* [6].

B. Difference Expansion

Metode DE (*difference expansion*) merupakan metode steganografi yang berdasarkan pada transformasi *reversible* pada bilangan asli. Pertama hitung nilai rata-rata dan selisih dari sepasang piksel. Untuk sepasang piksel citra *grayscale* 8 bit (x, y), dimana $x, y \in \mathbb{Z}$, $0 \leq x, y \leq 255$, maka nilai rata-rata m dan selisihnya d dapat dihitung dengan rumus [2]:

$$m = \left\lfloor \frac{x + y}{2} \right\rfloor, \quad d = x - y, \quad (1)$$

dimana $\lfloor z \rfloor$ merupakan operasi pembulatan ke bawah. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan kembali nilai x dan y ketika proses rekonstruksi dijelaskan pada rumus [2]:

$$x = m + \left\lfloor \frac{d + 1}{2} \right\rfloor, \quad y = m - \left\lfloor \frac{d}{2} \right\rfloor. \quad (2)$$

Penyisipan dengan metode *difference expansion* didefinisikan pada rumus :

$$d' = 2 \times d + b, \quad (3)$$

Dimana d' merupakan hasil penyisipan dan b merupakan bit yang disisipkan. Nilai b antara 1 dan 0. Dalam proses penyisipan bit, terkadang nilai baru dari x dan y melewati batas nilai normal. Nilai x atau y disebut *overflow* jika bernilai lebih dari 255, dan disebut *underflow* jika nilai x atau y dibawah 0. Untuk mencegah *overflow* dan *underflow*, maka d' harus memenuhi persamaan [3]:

$$\begin{cases} |d'| \leq 2 \times (255 - m) & \text{jika } 128 \leq m \leq 255 \\ |d'| \leq m + 1 & \text{jika } 0 \leq m \leq 127 \end{cases} \quad (4)$$

Jika nilai d' memenuhi persamaan 4, maka d dapat diekspansi, namun jika tidak maka d tidak dapat diekspansi. Selisih yang dapat diekspansi mampu disisipkan sebuah bit [2].

C. Reduced Difference Expansion

Metode steganografi yang diajukan Lou dkk. [3] menggunakan sebuah fungsi transformasi untuk mereduksi nilai selisih. Metode yang diajukan yaitu *Reduced Difference Expansion* (RDE) dimana selisih d' merupakan nilai selisih yang dapat direpresentasikan pada rumus [3]:

$$d' = \begin{cases} d, & \text{jika } d' < 2 \\ d - 2^{\lfloor \log_2 d \rfloor - 1}, & \text{jika } d \geq 2 \end{cases} \quad (5)$$

Untuk mendapatkan kembali nilai selisih awal, maka dibuat sebuah *location map* ketika melakukan reduksi terhadap nilai selisih awal. Jumlah *location map* sama dengan jumlah pasangan piksel yang ada. Ketika nilai selisih d 0 atau 1, nilai piksel tidak dirubah dan *location map* bernilai 0.

Ketika $d = 2$ dan $d' = 1$, *location map* bernilai 1. Nilai dari *location map* ditentukan menggunakan rumus [3]:

$$\text{location map} = \begin{cases} 0, & \text{jika } 2^{\lfloor \log_2 d' \rfloor} = 2^{\lfloor \log_2 d \rfloor} \\ & \text{atau } d' = d \\ 1, & \text{jika } 2^{\lfloor \log_2 d' \rfloor} \neq 2^{\lfloor \log_2 d \rfloor} \end{cases} \quad (6)$$

D. Logika Fuzzy

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar samar. Berbeda dengan himpunan tegas yang hanya mengenal nilai 1 atau 0 (ya atau tidak), *fuzzy* mengenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Dalam teori logika *fuzzy*, suatu nilai dapat bernilai benar atau salah sekaligus. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahannya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimiliki [7].

Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik), misalkan tingkat intensitas cahaya yang direpresentasikan dengan gelap, agak gelap, terang dan sangat terang. Logika *fuzzy* menunjukkan seberapa tingkat kebenaran dan tingkat kesalahan suatu nilai. Tidak seperti logika *crisp*, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak [8].

Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh karena itu, dalam *fuzzy* suatu hal dapat dikatakan benar dan salah secara bersamaan [8]. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, seperti tingkat keabuan antara hitam dan putih, dan dalam bentuk konsep yang tidak pasti seperti "sedikit", "sedang" dan "sangat" [7]. Dengan menggunakan teori logika *fuzzy* dapat dilakukan penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sehingga dalam perancangannya tidak melibatkan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan.

III. ANALISA DAN PERANCANGAN

A. Deskripsi Umum Sistem

Metode pengembangan yang diusulkan terletak pada mekanisme penentuan level penyisipan. Level penyisipan ini diterapkan pada metode RDE multi lapis. Level penyisipan menentukan jumlah lapis maksimal yang boleh disisipkan pada sebuah blok. Blok yang digunakan pada penelitian ini berukuran 2×2 piksel.

Masing-masing blok memiliki level penyisipan yang berbeda-beda. Proses perhitungan level untuk setiap blok menggunakan logika *fuzzy*. Karakteristik setiap blok menjadi *input* yang akan diproses menggunakan logika *fuzzy*. Hasil akhir dari logika *fuzzy* berupa nilai level blok tersebut.

B. Rancangan Metode

Pada bagian penyisipan multi lapis, metode ini mengadopsi prosedur yang diusulkan oleh Lou dkk. [3]. Dalam metode yang diusulkan oleh Loud dkk, penyisiran dilakukan untuk mendapatkan pasangan piksel yang ada pada sebuah citra. Berbeda halnya dengan metode yang penulis usulkan, penyisiran dilakukan untuk mendapatkan blok dengan ukuran 2×2 piksel yang ada pada sebuah citra. Kemudian penyisipan dilakukan sesuai dengan level penyisipan tiap blok yang didapatkan menggunakan metode logika *fuzzy*.

C. Perancangan Aturan Kontrol Fuzzy

Terdapat beberapa kombinasi aturan kontrol *fuzzy* yang diterapkan pada penelitian ini. Dari tiga buah variabel *fuzzy* yang dipilih, dibuat tujuh buah kombinasi aturan kontrol terhadap masing-masing tipe pemilihan pasangan piksel. Tujuh buah kombinasi aturan kontrol untuk tipe urutan pasangan piksel horizontal vertikal dan tujuh buah kombinasi aturan untuk tipe urutan pasangan terdefinisi.

Tabel 1 sampai dengan Tabel 4 menunjukkan aturan yang diterapkan pada tiap variabel *fuzzy* yang ditunjukkan secara linguistik antara lain : sangat kecil (SK), kecil (K), kecil ke sedang (KKS), sedang ke besar (KKB), besar (B) dan sangat besar (SB).

Tabel 1 Aturan Kontrol Entropy Lokal

	Entropy lokal		
	K	S	B
Level Penyisipan	SB	B	SK

Aturan pada Tabel 1 digunakan ketika aturan *entropy* lokal sebagai satu-satunya aturan yang digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy*.

Tabel 2 Aturan Kontrol Jarak Lokal

	Jarak lokal					
	SK	K	KKS	SKB	B	SB
Level Penyisipan	SB	B	SKB	KKS	K	SK

Aturan pada Tabel 2 digunakan ketika aturan jarak lokal sebagai satu-satunya aturan yang digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy*.

Tabel 3 Aturan Kontrol Standar Deviasi Lokal

	Standar deviasi lokal					
	SK	K	KS	SB	B	SB
Level Penyisipan	SB	B	SKB	KKS	K	SK

Aturan pada Tabel 3 digunakan ketika aturan standar deviasi lokal sebagai satu-satunya aturan yang digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy*. Aturan juga dapat dikombinasikan antara aturan *entropy* lokal dengan jarak lokal, aturan *entropy* lokal dengan standar deviasi lokal seperti ditunjukkan pada Tabel 4, aturan jarak lokal dengan standar deviasi lokal, maupun ketiganya.

Tabel 4 Kombinasi Aturan Kontrol Jarak Lokal Dan Standar Deviasi Lokal

		Jarak lokal					
		SK	K	KS	SB	B	SB
Standar deviasi lokal	SK	SB	SB	SB	SB	SB	SB
	K	SB	B	SKB	KKS	K	SK
	KS	SB	SKB	SKB	KKS	K	SK
	SB	SB	KKS	KKS	KKS	K	SK
	B	SB	K	K	K	K	SK
	SB	SB	SK	SK	SK	SK	SK

D. Perancangan Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi menggunakan metode *centroid* atau sering disebut dengan *Center of Gravity* (COG). Hasil *fuzzy* awal memiliki kemungkinan menghasilkan bilangan pecahan. Namun level penyisipan harus berupa bilangan

bulat. Oleh karena itu perlu adanya pembulatan nilai hasil *fuzzy* sebelum digunakan sebagai nilai level penyisipan.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan selama perancangan, pengimplementasian, dan proses uji coba metode dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Logika fuzzy dapat digunakan dalam menentukan tingkat penyisipan dalam steganografi multi lapis.
2. Variabel yang digunakan dalam fungsi keanggotaan fuzzy dipengaruhi oleh karakteristik metode penyisipan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. W. W. R. M. Tohari Ahmad, "An Improved Quad and RDE-Based Medical Data Hiding Method," dalam *Computational Intelligence and Cybernetics (CYBERNETICSCOM)*, Yogyakarta, 2013.
- [2] J. Tian, "Reversible data embedding using a difference expansion," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions*, vol. 13, no. 8, pp. 890 - 896, 2003.
- [3] M.-C. H. J.-L. L. Der-Chyuan Lou, "Multiple Layer Data Hiding Scheme for medical images," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 31, pp. 329-335, 2009.
- [4] A. Z. A. S. S. Mahdi Hassani Goodarzi, "Convergence between Fuzzy Logic and Steganography for High Payload Data Embedding and More Security," dalam *The 6th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications*, Bali, 2011.
- [5] A. M. E. M. Sara Sajasi, "A High Quality Image Steganography Scheme Based on Fuzzy Inference System," dalam *Fuzzy Systems (IFSC) 13th Iranian Conference*, Qazvin, 2013.
- [6] P. H. Niels Provos, "Hide and Seek: An Introduction to Steganography," *Security & Privacy, IEEE*, vol. 1, no. 3, pp. 32-44, 2003.
- [7] Suparman, *Mengenal Artificial Intelligence*, Yogyakarta: Andi Offset, 1991.
- [8] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2002.