

KLASIFIKASI *BIT-PLANE NOISE* PADA GAMBAR MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Rahmad Hidayat

Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280,3 Buketrata
rahmad_anwar@yahoo.com

ABSTRACT

BPCS (Bit-Plane Complexity Segmentation) is a fairly new steganography technique. The most important process in BPCS is the calculation of complexity value of a bit-plane. The bit-plane complexity is calculated by looking at how much of the change bits contained in a bit-plane. If the bit-plane, has a high complexity, the bit-plane is categorized as a bit-plane noise that does not contain valuable information on the image. Classification bit-plane using the set crisp set (noise/not) is not fair, where a little difference of the value will significantly change the status of the bit-plane. This study attempts to apply the principles of fuzzy sets to classify the bit-plane into three sets are informative, informative part, and the noise region. Classification bit-plane into a fuzzy set stretch expected to classify the bit-plane is more objective and ultimately the capacity of images to the message can be improved by using the fuzzy inference mamdani to take decisions which bit-plane will be replaced with a message based on the classification of bit-plane and the size of the message that will be inserted.

Keywords : *Steganografi, Bit-Plane, BPCS, Threshold, Stego-Image, Fuzzy*

INTISARI

Teknik steganografi BPCS (*Bit-Plane Complexity Segmentation*) merupakan salah satu teknik steganografi yang cukup baru. Salah satu proses penting dalam Teknik Steganografi BPCS adalah proses penghitungan nilai kompleksitas suatu *bit-plane*. Nilai kompleksitas dihitung dengan melihat seberapa banyak pergantian bit yang terdapat dalam sebuah *bit-plane*. Jika *bit-plane* tersebut memiliki nilai kompleksitas yang tinggi, maka *bit-plane* tersebut dikategorikan sebagai *bit-plane noise* yang tidak mengandung informasi yang berharga pada gambar. Klasifikasi *bit-plane* yang menggunakan himpunan crisp (noise dan tidak) tersebut tidak adil, dimana sebuah perbedaan nilai yang sedikit saja akan mengubah secara signifikan status dari *bit-plane* tersebut. Penelitian ini mencoba untuk menerapkan prinsip himpunan *fuzzy* untuk mengklasifikasikan *bit-plane* menjadi kedalam tiga buah himpunan yaitu informatif, informatif sebagian, dan *noise region*. Klasifikasi *bit-plane* kedalam himpunan *fuzzy* tersebut diharapkan dapat menggolongkan *bit-plane* secara lebih objektif dan pada akhirnya daya tampung gambar terhadap pesan dapat ditingkatkan dengan menggunakan inferensi *fuzzy* mamdani untuk mengambil keputusan *bit-plane* mana yang akan digantikan dengan pesan berdasarkan klasifikasi *bit-plane* yang tersedia dan ukuran pesan yang akan disisipkan.

Kata kunci : *Steganography, Bit-Plane, BPCS, Threshold, Stego-Image, Fuzzy*

I. PENDAHULUAN

Gambar merupakan salah satu media yang biasa digunakan sebagai media penyimpan pesan dalam teknik steganografi. Steganografi merupakan metode komunikasi untuk menyembunyikan pesan rahasia (teks atau gambar) di dalam berkas-berkas lain yang mengandung teks, *image*, bahkan audio tanpa menunjukkan ciri-ciri perubahan yang nyata atau terlihat dalam kualitas dan struktur dari berkas semula.

Tujuan dari steganografi adalah merahasiakan atau menyembunyikan keberadaan dari sebuah pesan tersembunyi atau

sebuah informasi. Dalam prakteknya, kebanyakan pesan disembunyikan dengan membuat perubahan tipis terhadap data digital lain yang isinya tidak akan menarik perhatian dari penyerang potensial, sebagai contoh sebuah gambar yang terlihat tidak berbahaya.

Salah satu proses terpenting dalam teknik steganografi adalah proses pendeteksian daerah yang akan disisipkan pesan dengan tepat. Pada teknik steganografi LSB bagian bagian yang akan disisipkan pesan hanya bit terakhir sehingga daya tampung pesan menjadi kecil [4].

Pada penelitian ini gambar dipecah menjadi *bit-plane*. *Bit-plane* tersebut kemudian dihitung nilai kompleksitasnya menggunakan

variabel variabel β . Penghitungan kompleksitas dengan variabel β ditujukan untuk mengevaluasi ketidak seragaman pola dalam *bit-plane*. Variabel β juga dapat menghindari penyisipan pesan pada pola yang periodik sehingga bagian yang informatif dalam kontainer dapat dipertahankan.

Setelah nilai kompleksitas suatu *bit-plane* didapat maka nilai tersebut akan dipetakan ke variabel input *fuzzy*. Selain nilai kompleksitas *bit-plane*, variabel lain yang digunakan sebagai input antara lain berupa ratio pesan terhadap gambar. Dengan cara ini maka diharapkan nilai *threshold* yang dihasilkan dapat optimal dimana seluruh pesan dapat ditampung kedalam gambar tanpa membuat kualitas stego-image terlalu buruk [1].

variabel β untuk mengukur kompleksitas *bit-plane*, dimana dengan pengukuran kompleksitas berbasis β diharapkan pengukuran kompleksitas *bit-plane* akan lebih presisi sehingga *noise* yang timbul dalam proses penyisipan data dapat dikurangi. Selain itu penelitian ini juga memanfaatkan logika *fuzzy* untuk membantu pengguna dalam menentukan nilai *threshold* yang akan digunakan [10].

II. METODE PENELITIAN

A. Kompleksitas Gambar Biner

Kompleksitas gambar biner adalah suatu parameter kerumitan dari suatu gambar biner. Pada makalah ini, ukuran kompleksitas yang akan digunakan adalah *black-and-white border image complexity*. Perubahan warna hitam dan putih dalam gambar biner adalah ukuran yang baik untuk menghitung nilai kompleksitas. Jika perubahan warna yang terjadi banyak, maka gambar tersebut memiliki tingkat kompleksitas tinggi. Jika sebaliknya, maka gambar tersebut merupakan gambar yang simpel [1]. Perubahan warna hitam-putih adalah jumlah dari perubahan warna yang terjadi pada setiap baris dan kolom dalam gambar. Sebagai contoh, sebuah piksel hitam yang dikelilingi piksel putih memiliki nilai perubahan warna 4. Dengan α sebagai nilai kompleksitas, maka rumus penghitungan kompleksitas yang akan digunakan adalah:

$$\alpha = \frac{n}{k} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan k adalah jumlah perubahan warna hitam-putih dan n adalah kemungkinan maksimal perubahan warna. Konjugasi dari Gambar Biner Konjugasi dari suatu gambar biner P adalah sebuah gambar biner lainnya yang memiliki nilai kompleksitas sebesar satu dikurangi nilai kompleksitas P [5].

B. Konjugasi pada Gambar Biner

Konjugasi dari suatu gambar biner P adalah sebuah gambar biner lainnya yang memiliki nilai kompleksitas sebesar satu dikurangi nilai kompleksitas P [7]. P^* yang merupakan konjugasi dari P memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Memiliki bentuk area *foreground* sama dengan P .
2. Memiliki pola area *foreground* sama dengan pola Bc .
3. Memiliki pola area *background* sama dengan pola Wc . Untuk membangun sebuah konjugasi P^* dari sebuah gambar P , dapat dilakukan dengan rumus berikut, dimana " $\oplus$ " menandakan operasi exclusive OR.

C. Informative Region dan Noise-Like Region

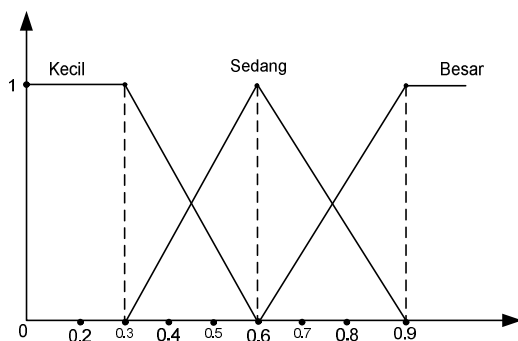
Informative image berarti gambar yang simpel, sementara *noise-like region* berarti gambar yang kompleks. Hal ini hanya berlaku pada kasus dimana sebuah gambar biner merupakan bagian dari sebuah gambar yang natural [KAW97]. Kompleksitas sebuah area *bit-plane* adalah parameter yang digunakan dalam menentukan sebuah *bit-plane* merupakan *informative* atau *noise-like region*. Parameter kompleksitas ini dibatasi oleh nilai *threshold* (α_0). Sebuah *bit-plane* tergolong sebagai *informative region* apabila memiliki nilai kompleksitas yang lebih kecil dibandingkan *threshold* ($\alpha \leq \alpha_0$) dan sebaliknya akan dianggap sebagai *noise-like region* [3].

D. Rancangan Knowledge base, Inferensi dan Defuzzifikasi

Fuzzy Logic Control memiliki empat bagian utama dalam pembuatan struktur dasar

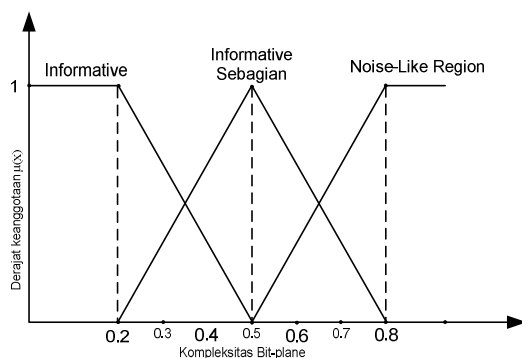
sistem kendali *fuzzy*, yaitu: Fuzzifikasi, *Knowledge Base*, Inferensi dan Defuzzifikasi [8]. Berikut adalah proses fuzzifikasi terdapat variabel input dan output yang digunakan dalam sistem ini.

1. Fungsi keanggotaan *ratio* perbandingan ukuran pesan (yang ingin disisipkan) dan ukuran gambar memiliki tiga buah variabel linguistik yaitu kecil, sedang, dan besar. Variabel linguistik kecil menggunakan kurva bahu, sedangkan variabel linguistik sedang menggunakan kurva segitiga dan variabel linguistik besar menggunakan kurva bahu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Ratio Perbandingan Ukuran File

2. Fungsi keanggotaan kompleksitas *bit-plane* memiliki tiga buah variabel linguistik yaitu *informative*, *informative sebagian*, dan *noise-like-regions*. Variabel linguistik *informative* menggunakan kurva bahu, sedangkan variabel linguistik *informative sebagian* menggunakan kurva segitiga dan variabel linguistik *noise-like-regions* menggunakan kurva bahu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.

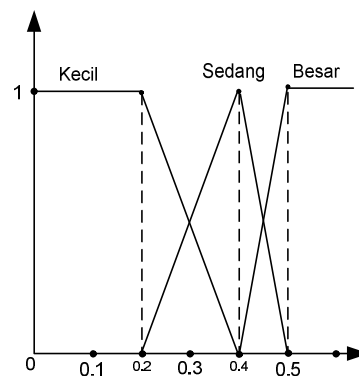


Gambar 2. Kurva Kompleksitas Bit-Plane

3. Basis *rule* berisi aturan kendali *fuzzy* yang dijalankan untuk mencapai tujuan pengendalian. Aturan-aturan IF – THEN yang ada dikelompokkan dan disusun kedalam bentuk *Fuzzy Associative Memory* (FAM). FAM ini berupa suatu matriks yang menyatakan input-output sesuai dengan aturan IF – THEN pada basis aturan yang ada. Aturan yang telah dibuat harus dapat mengatasi semua kombinasi-kombinasi input yang mungkin terjadi, dan harus dapat menghasilkan sinyal kendali yang sesuai agar tujuan pengendalian tercapai. Untuk *rule* yang telah dibentuk dapat dilihat pada Tabel 1. sedangkan untuk fungsi keanggotaan output (*threshold*) dapat dilihat pada Gambar 3.

Table 1. *Rule* untuk Output Fuzzy

Ukuran Gambar dan Pesan /Kompleksitas	KCL	SDG	BSR
IF	Sedang	Sedang	Kecil
IFS	Sedang	Sedang	Kecil
NLR	Besar	Besar	Sedang



Gambar 3. Representasi Kurva Output (Threshold)

Defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode *centroid*. Dimana pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

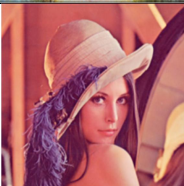
A. Pengujian

Terdapat beberapa hal yang merupakan tujuan dari pengujian perangkat lunak yang dikembangkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Memeriksa kesesuaian hasil implementasi perangkat lunak dengan spesifikasi kebutuhan yang ada.
2. Mengukur pengaruh penentuan *threshold* secara manual dengan variabel α , dan penentuan *threshold* menggunakan logika *fuzzy* dengan menggunakan variabel β terhadap kualitas *stego-image* yang dinilai secara visual.
3. Mengukur kualitas *stego-image* berdasarkan nilai PNSR.

Untuk data yang digunakan pada pengujian perangkat lunak yang sudah dibangun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian

No	Nama File	Gambar
1	abraham_lincoln.bmp	
2	baboon.bmp	
3	lena.bmp	

Gambar Abraham Lincoln memiliki ukuran 100x200, sedangkan gambar baboon memiliki ukuran 800x600 piksel, dan gambar Lena memiliki ukuran 300x250 pixel.

B. Pelaksanaan dan Hasil Pengujian

Pada subbab ini dijelaskan mengenai pelaksanaan pengujian dan hasil pengujian setiap kasus uji yang telah didefinisikan. Pada pengujian fungsionalitas perangkat lunak, dilakukan pengujian terhadap proses penyisipan dan ekstraksi. Pengujian dilakukan dengan melakukan penyisipan pada lima citra yang

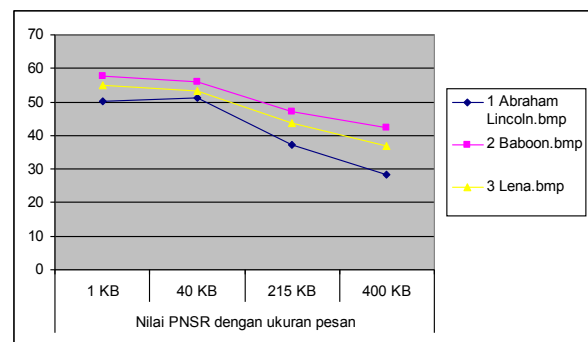
memiliki pewarnaan berbeda, kemudian melakukan ekstraksi pada *stego-image*.

Pengujian kualitas *stego-image* dilakukan dengan cara menyisipkan empat pesan pada masing-masing gambar pengujian. Pesan yang disisipkan terdiri dari tiga dokumen gambar dengan ukuran yang berbeda-beda. Hasil pengujian kualitas PNSR *stego-image* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Summary Pengujian Kualitas Stego-Image

No	Gambar	Nilai PNSR dengan ukuran pesan		
		40 KB	215 KB	400 KB
1	Abraham Lincoln.bmp	51.39	37.19	28.19
2	Baboon.bmp	55.94	47.21	42.31
3	Lena.bmp	53.27	43.67	36.95

PSNR yang digunakan merupakan ukuran untuk menentukan rasio perbedaan piksel diantara dua buah gambar. Disini gambar original dan gambar hasil penyisipan dibandingkan nilai pikselnya, hasil secara grafis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai PNSR

Dari grafik tersebut terlihat bahwa hasil penyisipan mengeluarkan *stego-image* yang memiliki kualitas baik hingga ukuran tertentu. Pada ukuran pesan yang sudah terlalu besar, kualitas gambar akan semakin menurun. Hal ini telah diperkirakan sebelumnya, karena untuk bisa menyisipkan pesan yang besarnya hingga 70% - 80% dari *vessel image* pasti diimbangi dengan adanya kerusakan pada gambar keluaran. Pada grafik, hal ini terjadi pada saat dilakukan penyisipan dokumen sebesar 400 KB pada masing-masing gambar. Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat dilihat pula bahwa

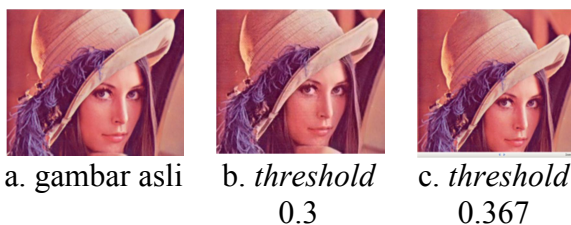
ukuran *stego-image* akan mengalami perubahan dibandingkan dengan ukuran asli. Ukuran tersebut dapat mengecil maupun membesar yang dipengaruhi oleh ukuran pesan yang disisipkan. Menurut pengujian yang telah dilakukan, semakin besar pesan yang disisipkan, maka semakin besar ukuran *stego-image*.

Penyisipan pesan yang dilakukan terhadap gambar Abraham Lincoln, maka dapat dilihat secara visual beberapa perbedaan seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai PNSR Abraham Lincoln

Dari hasil pengamatan secara visual dari ketiga gambar tersebut perbedaan yang paling mencolok terjadi pada Gambar 4c dimana terlihat *noise* yang cukup signifikan. Sementara pada Gambar 4b juga terlihat *noise* tetapi tidak terlalu signifikan.



Gambar 5. Nilai PNSR Lena

Berdasarkan hasil pengamatan Gambar 5 secara visual dari ketiga gambar tersebut terlihat perbedaan yang cukup mencolok antara gambar yang menggunakan nilai *threshold* 0.3 dan *threshold* 0.367. Terdapat *noise* yang lebih signifikan pada gambar dengan *threshold* 0.3 dibanding *noise* yang terdapat pada gambar dengan *threshold* 0.367. hal ini dapat dilihat pada bagian wajah kedua gambar tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran kompleksitas dengan menggunakan variabel β menghasilkan nilai PNSR yang lebih baik dari pada pengukuran kompleksitas dengan variabel α .
2. Pengujian nilai PSNR menunjukkan bahwa semakin besar pesan yang disisipkan, maka nilai *threshold* yang dihasilkan akan semakin kecil, dan kualitas *stego-image* yang dihasilkan semakin buruk.
3. Pemilihan variabel input *fuzzy* berupa ukuran pesan dan kompleksitas *bit-plane* dapat mempermudah pengguna dalam menentukan nilai *threshold* yang akan digunakan dalam proses penyisipan.
4. Gambar dengan format bitmap cukup cocok untuk penerapan steganografi dengan metode BPCS. Hal ini dikarenakan format bitmap menggunakan pewarnaan RGB. Selain itu gambar dengan format bitmap tidak dikompresi sehingga kerusakan pesan dapat dihindari.
5. Melakukan modifikasi terhadap *stego-image* dapat menimbulkan pesan tidak bisa diekstraksi.

V. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut, saran-saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya analisis lebih lanjut dan implementasi metode BPCS pada gambar dengan format lainnya seperti JPEG, GIF. Analisis yang diperlukan antara lain adalah penanganan kerusakan gambar pada dokumen GIF dan penanganan DCT pada kompresi JPEG untuk menangani kerusakan pesan.
2. Perlu adanya analisis penerapan penggunaan variabel input dan output *fuzzy* yang berbeda sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan penelitian ini.
3. Perlu adanya penelitian yang menggunakan ukuran *bit-plane* yang berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas dan daya tampung yang dihasilkan oleh sebuah gambar.
4. Untuk meningkatkan keamanan pesan, maka metode-metode kriptografi dapat

digunakan untuk mengenkripsi pesan sebelum disisipkan ke dalam gambar.

REFERENSI

- [1]. Kawaguchi, E. dan Eason, R. O. 1998. Principle and Application of BPCS Steganography. Proceedings of SPIE: Multimedia Systems and Applications, vol.3528, hal. 464–472.
- [2]. N. Johnson and S. Jajodia, (Feb 1998): Exploring steganography: seeing the unseen, IEEE Computer, pp.26-34
- [3]. R.J. Anderson, F.A.P. Peticolas, (May 1998): On the Limits of Steganography, IEEE Journal of Selected Areas in communication
- [4]. Babu, K. S., Raja, K. B., Kiran, K. K., Manjula Devi, T. H., Venugopal, K. R., & Patnaik, L. M. (2008, 19- 21 Nov. 2008). Authentication of secret information in image Steganography. Paper presented at the TENCON 2008 - 2008 IEEE Region 10 Conference.
- [5]. Hirohisa, H. 2002. A Data Embedding Method Using BPCS Principle With New Complexity Measures, Proceedings Pacific Rim Workshop on Digital Steganography 2002, vol. 3423, hal.30-47
- [6]. Hedieh, S., & Jamzad, M. (2008, 8-11 July 2008). Cover Selection Steganography Method Based on Similarity of Image Blocks. Paper presented at the Computer and Information Technology Workshops, 2008. CIT Workshops 2008. IEEE 8th International Conference on.
- [7]. Klir, G.J., dan Yuan, B., 1995, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic : Theory and Applications. Prentice Hall International Inc., Upper Saddle River, NJ 07458.
- [8]. Shi, P. dan Li, Z. 2010. An improved BPCS Steganography based on Dynamic Threshold. 2010 International Conference on Multimedia Information Networking and Security. vol.32, hal. 231-259.
- [9]. Srinivasan, Y. 2003. “High Capacity Data Hiding System Using BPCS Steganography”. Thesis. Texaz Tech University. Texas. Hal 20-25