

IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI DENGAN MENGGUNAKAN METODE BIT-PLANE COMPLEXITY SEGMENTATION (BPCS) UNTUK PENYISIPAN DATA PRIBADI PADA PASFOTO DIGITAL

Rixtus Bagus Resa Kusuma¹, Edy Mulyanto²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro

Jl.Nakula I No.5-11, Semarang, Jawa Tengah, 50131, Indonesia

E-mail: 111201105951@mhs.dinus.ac.id¹, edymul007@gmail.com²

Abstrak

Steganografi adalah teknik menyembunyikan data rahasia ke dalam data lainnya dan tidak memiliki perbedaan yang dapat dilihat oleh indra penglihatan manusia. Pada penelitian ini dilakukan penyisipan data rahasia berupa teks kedalam pasfoto yang berupa citra digital, yang diharapkan dapat meningkatkan keamanan dalam proses pengiriman data melalui jaringan internet. Implementasi steganografi yang dilakukan pada penelitian ini akan menggunakan metode Bit-Plane Complexity Segmentation (BPCS). Metode BPCS ini memanfaatkan perhitungan kompleksitas pada tiap bit-plane dalam menyisipkan informasi rahasia. Segmen bit-plane yang dianggap noisy dapat diganti dengan informasi rahasia yang ingin disisipkan. Kelebihan metode ini jika diterapkan pada dokumen citra digital adalah memiliki kapasitas penyisipan data rahasia yang lebih besar dibanding metode lain. Penelitian ini menitik beratkan pada analisis pengaruh threshold terhadap kapasitas penyisipan data dan analisis kualitas stego-image menggunakan PSNR (Peak Signal-to-noise Ratio). Dari uji coba yang dilakukan, didapat bahwa untuk menjaga kualitas stego-image yang dihasilkan, maka nilai threshold digunakan adalah 0,5. Jika membutuhkan kapasitas yang lebih besar, maka menggunakan nilai threshold 0,3. Sedangkan hasil pengujian nilai PSNR menunjukkan bahwa semakin besar pesan yang disisipkan, kualitas stego-image yang dihasilkan semakin buruk.

Kata Kunci: steganografi, *Bit-Plane Complexity Segmentation* (BPCS), *noisy*, *threshold*, *stego-image*, *PSNR* (*Peak Signal-to-noise Ratio*)

Abstract

Steganography is a technique to hide secret data into another data and do not have a difference that can be seen by the human sense of sight. In this research, the confidential data in the form of text inserted into photographs which form a digital image, which is expected to improve security in the process of sending data through the Internet. Implementation steganography performed in this research using Bit-Plane Complexity Segmentation (BPCS). BPCS method takes advantage of the complexity of the calculations on each bit-plane in inserting confidential information. Segment bit-plane is considered noisy can be replaced with confidential information that you want to insert. The advantages of this method when applied to the digital image document is confidential data insertion has a greater capacity than other methods. This research focuses on the analysis of the effect from the threshold of the capacity data insertion and analysis of stego-image quality using PSNR (Peak Signal-to-noise ratio). From the experiments performed, it was found that to keep the quality of stego-image, then the threshold value is 0.5. If needed a larger capacity, then use the threshold value of 0.3. While the experiment results showed that PSNR values greater message is inserted, the quality of the resulting stego-image is getting worse.

Keywords: *steganography*, *Bit-Plane Complexity Segmentation* (BPCS), *noisy*, *threshold*, *stego-image*, *PSNR* (*Peak Signal-to-noise Ratio*)

1. PENDAHULUAN

Kemudahan pertukaran informasi melalui sebuah jaringan internet dapat dimanfaatkan oleh beberapa pihak untuk suatu kepentingan tertentu, salah satunya layanan internet dapat dimanfaatkan sebagai sarana dalam pengiriman data penting yang bersifat pribadi. Contohnya pada pengiriman data pribadi dalam proses pendaftaran online pada suatu instansi atau perusahaan.

Tetapi data pribadi yang dikirimkan melalui internet tidak menjamin keamanan informasi dari gangguan pihak lain yang tidak bertanggung jawab. Penyadapan terhadap informasi rahasia sering terjadi pada media jaringan internet yang memiliki tingkat keamanan yang rendah. Oleh sebab itu terdapat beberapa usaha untuk menangani masalah keamanan data rahasia yang akan dikirimkan melalui jaringan internet, diantaranya adalah menggunakan teknik steganografi dengan metode *Bit-Plane Complexity Segmentation* (BPCS).

Metode BPCS ini akan memanfaatkan kompleksitas pada tiap bit-plane dalam menyisipkan informasi rahasia. *Segmen bit-plane* yang dianggap *noisy* dapat diganti dengan informasi rahasia yang ingin disisipkan[1].

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya yaitu mengukur pengaruh threshold pada kapasitas maksimal pesan rahasia sebuah citra digital apabila menggunakan metode BPCS dan melakukan pengujian terhadap citra digital hasil implementasi metode BPCS dilihat dari kualitas stego-image menggunakan PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*).

2. METODE

Steganografi adalah suatu teknik yang dapat menyembunyikan suatu informasi yang rahasia atau sensitif pada suatu media perantara agar tidak terlihat seperti semestinya[2].

Secara umum, komponen yang digunakan dalam steganografi modern adalah arsip untuk menyembunyikan pesan (*Cover file*), arsip yang berisi pesan rahasia (*Embedded file*), kunci steganografi (*Stego-key*) dan arsip yang merupakan *Cover file* yang telah disisipi *Embedded file* (*Stego-file*)[2].

2.1 *Bit-plane Complexity Segmentation*

Bit-plane complexity segmentation (BPCS) adalah salah satu teknik steganografi yang diperkenalkan oleh Eiji Kawaguchi dan R. O. Eason pada tahun 1997 [1]. Teknik ini merupakan teknik steganografi kapasitas besar, karena dapat menampung data rahasia dengan kapasitas yang relatif besar jika dibandingkan dengan metode steganografi lain.

Proses penyisipan data dilakukan pada segmen yang memiliki kompleksitas yang tinggi. Segmen yang memiliki kompleksitas tinggi ini disebut *noise-like regions*. Pada segmen-segmen ini penyisipan dilakukan tidak hanya pada *least significant bit*, tapi pada seluruh *bit-plane*. Karena itu kapasitas data pada BPCS dapat mencapai 50% dari ukuran *cover-imagenya*[1].

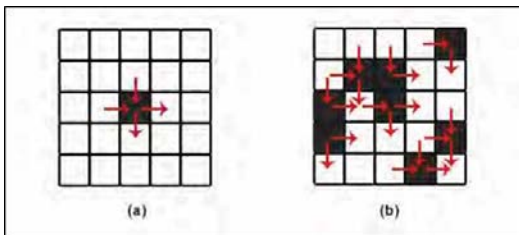
2.2 Kompleksitas Gambar Biner

Kompleksitas gambar biner adalah suatu parameter kerumitan dari suatu gambar biner. Tidak ada definisi standar dari kompleksitas ini. Pada tugas akhir ini, ukuran kompleksitas yang akan digunakan adalah ukuran kompleksitas yang digunakan oleh Eiji Kawaguchi pada paper mengenai BPCS [1]. Ukuran kompleksitas yang 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. Gambar 1 menunjukkan nilai perubahan warna pada suatu gambar biner.



Gambar 1. (a) Gambar Biner dengan Nilai Perubahan Warna 4 dan (b) Gambar Biner dengan Nilai Perubahan Warna 20

Dengan sebagai nilai kompleksitas, maka rumus penghitungan kompleksitas yang akan digunakan adalah [3]:

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

Keterangan:

α = nilai kompleksitas

k = jumlah perubahan warna hitam-putih

n = kemungkinan maksimal perubahan warna dalam gambar

2.3 Konjugasi Gambar Biner

Konjugasi dari suatu gambar biner P adalah sebuah gambar biner lainnya yang memiliki nilai kompleksitas sebesar satu dikurangi nilai kompleksitas P.

Misalkan sebuah gambar hitam-putih P berukuran 8x8 piksel memiliki warna *background* putih dan warna *foreground* hitam. W adalah pattern dengan semua piksel berwarna putih dan B adalah pattern dengan semua piksel berwarna hitam. W_c dan B_c adalah pola papan catur, dengan warna piksel atas-kiri berwarna putih pada W_c dan hitam pada B_c [1].

Untuk membangun sebuah konjugasi P^* dari sebuah gambar P, dapat dilakukan dengan rumus berikut, dimana “ \oplus ” menandakan operasi *exclusive OR (XOR)*.

$$P^* = P \oplus W_c \quad (2)$$

$$(P^*)^* = P \quad (3)$$

$$P^* \neq P \quad (4)$$

Jika $\alpha(P)$ adalah kompleksitas dari P, maka:

$$\alpha(P^*) = 1 - \alpha \quad (5)$$

2.4 Informative Region dan Noise-Like Region

Informative image berarti gambar yang simpel, sementara *noise-like region* berarti gambar yang kompleks. Kompleksitas sebuah area *bit-plane* adalah parameter yang digunakan dalam menentukan sebuah *bit-plane* merupakan *informative* atau *noise-like region*. Parameter kompleksitas ini harus memiliki batas yang merupakan pemisah keduanya yang disebut *threshold*.

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]. Pada tugas akhir ini, nilai α_0 yang digunakan beragam, yaitu diantara 0,1 hingga 0,5.

2.5 Algoritma BPCS

Berikut merupakan proses dari

algoritma BPCS saat menyisipkan data:

- 1) Mengubah cover image dari sistem PBC (*Pure Binary Code*) menjadi sistem CGC (*Canocical Grey Code*)
- 2) Segmentasi setiap bit-plane pada *cover image* menjadi *informative* dan *noise like region* dengan menggunakan nilai batas/*threshold* (α_0)
- 3) Bagi setiap byte pada data rahasia menjadi blok-blok
- 4) Jika blok (S) tidak lebih kompleks dibandingkan dengan nilai batas, maka lakukan konjugasi terhadap S untuk mendapatkan S* yang lebih kompleks
- 5) Sisipkan setiap blok data rahasia ke *bit-plane* yang merupakan *noise-like region*. Jika blok S dikonjugasi, maka simpan data pada pemetaan konjugasi.
- 6) Sisipkan juga pemetaan konjugasi yang telah dibuat.
- 7) Ubah *stego-image* dari sistem CGC menjadi sistem PBC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan membahas dua hasil analisis yaitu analisis pengaruh threshold terhadap kapasitas penyisipan dan analisis kualitas stego-image menggunakan PSNR.

3.1 Analisis Pengaruh Threshold terhadap Kapasitas Penyimpanan

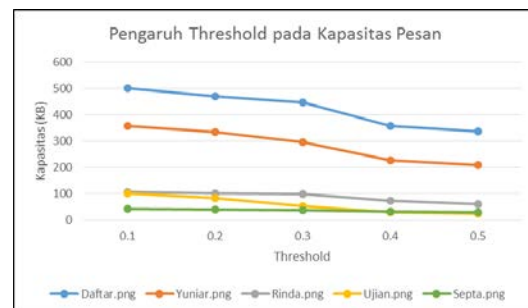
Pengujian pengaruh *threshold* terhadap kapasitas penyisipan dilakukan pada citra pengujian. Pengujian ini tidak dilakukan proses penyisipan dan ekstraksi, tetapi hanya melihat kapasitas maksimal dari citra digital dengan menggunakan semua nilai *threshold* yang mungkin. Pada penelitian ini threshold yang digunakan yaitu antara 0,1 sampai 0,5.

Tabel 1. Kapasitas maksimal penyisipan pesan

No	Citra	Kapasitas maksimal pada <i>threshold</i> (KB)				
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1.	Daftar	501	471	447	358	337
2.	Yuniar	356	334	295	227	209
3.	Rinda.	106	101	99	74	59
4.	Ujian.	100	84	53	28	24
5.	Septa	41	39	37	32	30

Menghitung kapasitas penyisipan pesan dapat dilakukan dengan melakukan *bit-plane slicing* pada tiap piksel citra, mengubahnya kedalam sistem CGC kemudian hitung setiap segmen yang akan disisipi.

Dari hasil pengujian kapasitas penyisipan pesan yang dilakukan terhadap lima buah citra dengan pewarnaan berbeda, terlihat bahwa ukuran kapasitas pesan tidak dipengaruhi oleh ukuran file fisik citra, tetapi dipengaruhi oleh ukuran citra digital itu sendiri dan kompleksitas setiap gambar biner yang ada didalamnya.



Gambar 2. Grafik pengaruh threshold terhadap kapasitas pesan

Gambar 2 menunjukkan grafik kapasitas setiap citra pengujian pada setiap *threshold*. Dari grafik terlihat bahwa citra dengan pewarnaan grayscale memiliki kapasitas yang lebih kecil dibandingkan dengan keempat gambar lainnya yang berwarna (*RGB* dan *indexed color*). Hal ini dikarenakan pada dasarnya citra grayscale memiliki nilai *red*, *green* dan *blue* yang sama pada setiap pikselnya, sehingga kapasitas penyimpanan dapat menjadi

sepertiga dari citra berwarna dengan ukuran citra yang sama[4].

Nilai *threshold* sangat mempengaruhi kapasitas pesan yang dapat disisipkan karena nilai ini memisahkan antara gambar biner yang kompleks dan tidak kompleks (*informative region* dan *noise-like region*). Dari grafik, dapat dilihat bahwa nilai perubahan terbesar kapasitas adalah pada saat *threshold* bernilai 0,4 dan 0,5. Ini artinya pada perubahan *threshold* antara 0,4 dan 0,5 banyak daerah gambar biner yang tidak kompleks. Karena itu, untuk menjaga kualitas stego-image yang dihasilkan, nilai *threshold* yang baik digunakan adalah 0,5. Jika membutuhkan kapasitas yang lebih besar, lebih baik menggunakan nilai *threshold* 0,3.

3.2 Analisis Kualitas Stego-image

PSNR yang digunakan merupakan ukuran untuk menentukan rasio perbedaan piksel diantara dua buah gambar. Persamaan 6 menyatakan perhitungan PSNR yang digunakan dalam pengujian perangkat lunak.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX_1}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (6)$$

Dimana nilai MAX1 untuk dokumen citra yaitu 255. Sementara nilai MSE dapat menggunakan persamaan 7.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \|I(i,j) - K(i,j)\|^2 \quad (7)$$

Dimana *m* dan *n* adalah ukuran dokumen citra, kemudian *I(i,j)* dan *K(i,j)* merupakan nilai piksel pada dokumen citra. Persamaan MSE di atas hanya berlaku untuk citra dengan pewarnaan grayscale. Untuk citra RGB, maka setiap nilai *red*, *green* dan *blue* digunakan dalam persamaan 5.2, kemudian nilai MSE dibagi dengan tiga.

Satuan yang biasanya digunakan untuk pengukuran menggunakan PSNR adalah satuan desibel (dB). Nilai PSNR yang

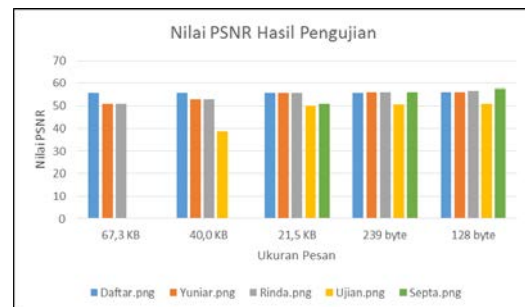
wajar pada perbandingan dua dokumen citra berkisar pada 30-50 dB.

Tabel 2. Hasil PSNR

No	Citra	Nilai PSNR dengan Ukuran Pesan				
		67,3 KB	40,0 KB	21,5 KB	239 B	128 B
1	daftar	55,8	55,9	55,9	55,9	55,9
2	yuniar	51,1	52,8	55,9	55,9	56,1
3	rinda	51,1	52,9	55,8	55,9	56,0
4	ujian	-	38,6	50,1	50,8	51,0
5	septa	-	-	51,1	56,2	57,5

Pada pengujian yang dilakukan pada citra Ujian.png dan Septa.png tidak menggunakan kelima pesan, melainkan hanya menggunakan empat dan tiga buah pesan karena terbatasnya kapasitas citra terhadap pesan.

Sedangkan jika nilai PSNR jatuh dibawah 30 dB mengindikasikan kualitas yang relatif rendah, dimana distorsi yang dikarenakan penyisipan terlihat jelas. Akan tetapi kualitas stego-image yang tinggi berada pada nilai 40dB dan di atasnya.



Gambar 3. Grafik Nilai PSNR hasil pengujian

3.3 Hasil Pengujian

Implementasi dari penggunaan algoritma *template matching correlation* digunakan untuk proses pengenalan karakter dari hasil segmentasi plat nomor sebelumnya. Hasil segmentasi plat nomor yang telah dilakukan ekstraksi ciri akan dihitung nilai korelasinya dengan masing-masing data *template* untuk mengenali karakter.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran.

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Implementasi dari steganografi dengan metode BPCS dapat dilakukan terhadap pasfoto yang berupa citra digital dengan format PNG.
2. Citra terkompresi PNG adalah format citra terkompresi yang paling cocok untuk penerapan steganografi dengan metode BPCS dibandingkan dengan format GIF dan JPEG. Hal ini dikarenakan format PNG menggunakan teknik kompresi yang *lossless* sehingga menghilangkan kemungkinan rusaknya dokumen pesan.
3. Nilai *threshold* sangat mempengaruhi kapasitas pesan yang dapat disisipkan, semakin besar nilai *threshold*, maka semakin kecil kapasitas penyimpanan, dan sebaliknya.
4. Pengujian nilai PSNR menunjukkan bahwa semakin besar pesan yang disisipkan, kualitas *stego-image* yang dihasilkan semakin buruk.

4.2 Saran

Dari kesimpulan diatas penulis menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu adanya analisis lebih lanjut dan implementasi metode BPCS pada pasfoto digital dengan format citra lainnya seperti JPEG dengan kompresi *losy*.
2. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya juga dapat lebih menekankan pada keamanan pesan didalam *stego image*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Kawaguchi, "A Research on Bit-Plane Complexity Segmentation Based," Kyushu Institute of Technology, 1999.
- [2] Mangarae and Aelphaeis, "Steganography FAQ," Zone-H.Org, 2006
- [3] A. Widyanarko, "Implementasi Steganografi dengan Metode Bit-Plane Complexity (BPCS) untuk Dokumen Citra Terkompresi," p. 6, 2008
- [4] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi Offset, 2010..
- [5] K. Bradley, "Personalized information ordering: a case study in online recruitment," *Knowledge-Based Systems*, vol. XVI, no. 5-6, pp. 269-275, 2003.
- [6] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi, 2010.