

Optimasi Konversi String Biner Hasil Least Significant Bit Steganography

Aldi Doanta Kurnia - 13511031
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13511031@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Salah satu metode pengamanan pesan yang sering digunakan adalah kriptografi dan steganografi. Kriptografi melakukan enkripsi data sehingga tidak dapat dibaca oleh pihak luar, sedangkan steganografi menyembunyikan data dengan cara tertentu sehingga tidak dapat dilihat secara kasat mata oleh pihak luar.

Metode LSB adalah metode menyembunyikan pesan di antara kode biner sebuah file. Dengan perkembangan teknologi komputasi sekarang, konversi string biner menjadi karakter alfabet dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Namun masih ada peluang optimasi yang dapat dilakukan untuk mempercepat konversi string biner tersebut. Sebagai contoh adalah kompresi string.

Kompresi string biner dengan memanfaatkan sifat khusus karakter alfabet dalam representasi biner menjadi salah satu pilihan optimasi konversi yang dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma brute force.

Index Terms—steganografi, least significant bit, ASCII, brute force.

I. PENDAHULUAN

Komunikasi antar manusia sudah dilakukan sejak manusia diciptakan dan hidup dengan manusia lainnya. Metode komunikasi manusia terus berkembang seiring dengan kebutuhan manusia dan perkembangan teknologi. Mulai dari komunikasi verbal secara langsung antara dua orang, hingga komunikasi nonverbal melalui email yang dikirim oleh satu orang ke banyak orang. Setiap metode komunikasi tersebut mempunyai persamaan, yaitu adanya pesan yang dikirim dari satu pihak ke pihak lain. Bentuk pesan yang dikirim juga beragam, mulai dari suara yang diucapkan langsung oleh pengirim pesan, hingga pesan berbentuk video yang dapat dimainkan berulang kali.

Dalam beberapa kasus, pesan yang dikirim bersifat sensitif atau rahasia, sehingga hanya boleh dibaca oleh orang-orang tertentu saja. Untuk mencapai hal tersebut terdapat beberapa cara yang dapat digunakan, salah satunya adalah steganografi.

Secara singkat, steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan melalui sebuah media. Media yang digunakan dapat berupa gambar, suara, video, dan media lainnya yang umum dikenal di dalam kehidupan sehari-hari. Pesan disembunyikan sedemikian rupa

sehingga hanya pengirim pesan dan penerima pesan yang mengetahui pesan tersebut. Salah satu metode steganografi yang mudah diimplementasikan adalah dengan metode LSB (*Least Significant Bit*). Pengirim pesan mengubah pesan teks ke dalam representasi biner, lalu menyisipkan setiap bit pesan pada LSB setiap kode warna yang membentuk sebuah gambar. Gambar tersebut akan tetap terlihat seperti gambar biasa, sehingga dapat dikirim tanpa menimbulkan kecurigaan dari pihak luar. Penerima pesan yang mengetahui adanya pesan tersembunyi di balik gambar tersebut dapat membaca pesan tersebut dengan cara mengubah kembali bit-bit biner yang tersembunyi di dalam gambar menjadi karakter alfabet yang dapat dibaca oleh manusia.

Dengan bantuan komputer, hal tersebut dapat dilakukan dengan mudah. Namun waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data akan meningkat seiring dengan bertambahnya panjang pesan yang disembunyikan. Untuk mempersingkat waktu pengolahan data yang dibutuhkan, terdapat beberapa optimasi yang dapat dilakukan. Sebagai contoh, karakter ASCII direpresentasikan dengan biner 8 bit. Setiap karakter ASCII yang merupakan karakter alfabet mempunyai kesamaan, yaitu 3 bit pertama yang selalu sama, dengan syarat karakter ASCII yang digunakan semuanya uppercase atau semuanya lowercase.

Dengan sifat tersebut, kompresi string biner dapat dilakukan, sehingga memperpendek string biner yang akan dikonversi dan mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan konversi string biner menjadi karakter alfabet.

II. DASAR TEORI

A. STEGANOGRAFI

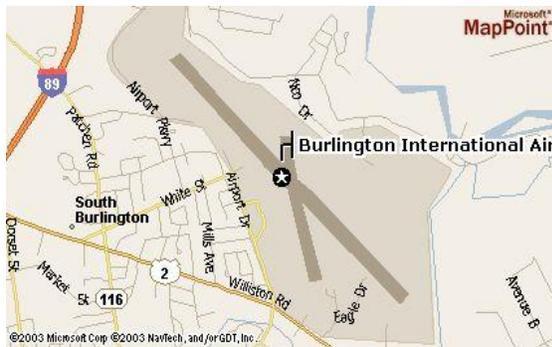
Steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan dengan cara sedemikian rupa sehingga pesan hanya dapat dilihat oleh pengirim dan penerima pesan. Istilah steganografi berasal dari bahasa Yunani, *stegos* yang berarti tersembunyi, dan *graptos* yang berarti tulisan.

Steganografi merupakan konsep yang berbeda dengan kriptografi, meskipun keduanya digunakan sebagai metode perlindungan informasi. Tujuan dari kriptografi adalah membuat pesan tidak dapat dibaca oleh pihak lain

kecuali oleh pengirim dan penerima pesan. Pesan masih dapat dilihat oleh pihak lain, namun pesan tersebut tidak dapat dimengerti. Kriptografi melakukan perubahan atribut pada pesan dengan cara tertentu, sehingga jika dilihat secara langsung pesan tersebut tidak mempunyai arti. Pesan yang diterima harus diolah terlebih dahulu sebelum pesan tersebut dapat dibaca. Sedangkan tujuan dari steganografi adalah menyembunyikan pesan di dalam sebuah media sehingga pihak lain tidak dapat melihat pesan yang tersembunyi di dalam media tersebut. Pesan yang disembunyikan tidak diubah menjadi kode-kode tertentu seperti halnya steganografi, sehingga pihak yang menemukan pesan tersembunyi di dalam media dapat langsung membaca pesan tersebut. Steganografi dan kriptografi dapat diintegrasikan untuk memperkuat kerahasiaan dan keamanan pesan. Pesan diubah menjadi kode-kode tertentu menggunakan kriptografi, lalu disembunyikan di dalam sebuah media menggunakan steganografi. Sehingga jika seseorang menemukan pesan tersembunyi yang ada di dalam media tersebut, dia tidak dapat melihat pesan tersebut begitu saja karena harus memecahkan kode yang sudah diolah dengan kriptografi.



(a)



(b)

- Gambar 1. (a).** Sebuah *carrier file* yang membawa pesan tersembunyi.
(b). Gambar peta yang tersembunyi di balik *carrier file*.

Pengamanan pesan dengan metode steganografi telah muncul sejak lama. Bangsa Yunani zaman

dahulu. Histiaeus mengirimkan pesan rahasia ke Yunani dengan cara mencukur rambut seorang kurirnya, lalu menulis pesan di atas kepala kurir tersebut. Kurir tersebut baru akan pergi mengirim pesan setelah rambutnya tumbuh kembali dan menutupi pesan. Bangsa Yunani juga menggunakan lilin sebagai media untuk menyembunyikan pesan. Pesan ditulis di atas sebuah permukaan (misalnya kayu), lalu permukaan tersebut dilapisi dengan lilin dan ditulis dengan pesan lain. Penerima pesan kemudian akan menghilangkan lilin dari permukaan tersebut dan dapat membaca pesan yang sebenarnya.

Pada masa kini, steganografi semakin berkembang seiring dengan berkembangnya media elektronik. Jika pada zaman dahulu media pesan berupa media fisik seperti kertas atau kayu, media yang digunakan pada steganografi masa kini pada umumnya adalah media digital yang dapat dilihat pada perangkat elektronik, seperti file gambar, video, rekaman suara, lagu, dan media digital lainnya.

Penerapan steganografi yang paling umum digunakan adalah digital watermarking terhadap sebuah media. Watermarking berfungsi sebagai perlindungan hak cipta terhadap pihak yang membuat media tersebut. Sebagai contoh, seorang desainer grafis yang membuat sebuah gambar mempublikasikan karyanya yang sudah diberi digital watermark atau digital signature, sehingga desainer tersebut dapat membuktikan bahwa karya tersebut adalah buatannya jika di kemudian hari terdapat sengketa hak cipta terhadap karya tersebut.

B. ASCII

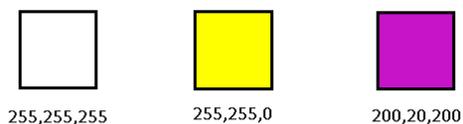
ASCII (American Standard Code for Information Interchange) adalah salah satu standar yang digunakan untuk merepresentasikan karakter. ASCII terdiri dari 128 karakter yang terdiri dari alfabet a-z dan A-Z, angka 0-9, beberapa tanda baca yang umum digunakan, dan beberapa karakter kontrol. Oleh karena itu ASCII menjadi salah satu standar yang banyak digunakan pada komputer dan perangkat komunikasi. Namun pada saat ini kode ASCII menjadi subset dari standar UTF-8, yang mencakup lebih banyak karakter seperti huruf mandarin.

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
32	20	Space	64	40	@	96	60	`
33	21	!	65	41	A	97	61	a
34	22	"	66	42	B	98	62	b
35	23	#	67	43	C	99	63	c
36	24	\$	68	44	D	100	64	d
37	25	%	69	45	E	101	65	e
38	26	&	70	46	F	102	66	f
39	27	'	71	47	G	103	67	g
40	28	(	72	48	H	104	68	h
41	29	)	73	49	I	105	69	i
42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
48	30	0	80	50	P	112	70	p
49	31	1	81	51	Q	113	71	q
50	32	2	82	52	R	114	72	r
51	33	3	83	53	S	115	73	s
52	34	4	84	54	T	116	74	t
53	35	5	85	55	U	117	75	u
54	36	6	86	56	V	118	76	v
55	37	7	87	57	W	119	77	w
56	38	8	88	58	X	120	78	x
57	39	9	89	59	Y	121	79	y
58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
63	3F	?	95	5F	_	127	7F	DEL

Gambar 2. Tabel ASCII untuk karakter di luar karakter kontrol

C. LEAST SIGNIFICANT BIT INSERTION

Least Significant Bit (LSB) Insertion adalah salah satu metode steganografi yang menyembunyikan pesan dengan memanfaatkan LSB dari sebuah file gambar. Gambar yang digunakan pada umumnya menggunakan kedalaman 24-bit. Artinya, setiap piksel warna terdiri dari elemen RGB (Red, Green, Blue) dengan panjang masing-masing 8 bit. Kedelapan bit tersebut menentukan intensitas warna dari setiap elemen, dengan nilai minimal 00000000 dan nilai maksimal 11111111. Intensitas warna dari setiap elemen digabungkan dan membentuk warna dari piksel tersebut. Oleh karena itu, warna untuk sebuah piksel mempunyai nilai minimal RGB 0,0,0 (hitam) dan nilai maksimal 255,255,255 (putih)



Gambar 3. Contoh warna dalam sebuah piksel berdasarkan nilai RGB

Pada metode LSB Insertion, pesan disembunyikan di dalam deretan kode biner yang menggambarkan susunan piksel dari sebuah gambar. Sebagai contoh, karakter 'a' akan disembunyikan di dalam deretan biner berikut

```
10010101 00001101 11001001
10010110 00001111 11001010
10011111 00010000 11001011
```

Dalam ASCII, karakter 'a' mempunyai kode 097, sehingga mempunyai representasi biner 01100001. Maka setiap bit dari karakter 'a' disisipkan pada LSB dari kumpulan deretan biner di atas (dari kiri ke kanan), sehingga deretan biner tersebut mengalami perubahan nilai

```
10010100 00001101 11001001
10010110 00001110 11001010
10011110 00010001 11001011
```

Penyisipan satu karakter 'a' menyebabkan sedikit perubahan pada nilai biner tersebut. Namun perubahan tersebut tidak besar, sehingga jika dilihat secara kasat mata tidak akan ada perubahan mencolok dari gambar yang telah disisipi karakter pesan.

D. ALGORITMA BRUTE FORCE

Algoritma brute force adalah sebuah metode pemecahan masalah dengan cara mencoba semua kemungkinan solusi dan melakukan pengecekan apakah setiap kemungkinan solusi yang diberikan dapat memenuhi syarat-syarat sebagai solusi atau tidak. Cara pemecahan masalah yang digunakan pada algoritma brute force pada umumnya merupakan cara yang "naif" dan mudah dimengerti, sehingga algoritma brute force juga disebut sebagai algoritma yang "naif".

III. ANALISIS DAN IMPLEMENTASI

A. Konversi String Biner ke dalam Karakter Alfabet dengan Algoritma Brute Force

Pesan yang disembunyikan dengan metode LSB Insertion dapat diekstrak dengan mengambil nilai bit terakhir dari kode biner gambar yang dijadikan media LSB Insertion. Hasil ekstraksi pesan berupa string biner yang terdiri dari karakter 0 dan 1. Setiap delapan bit biner merepresentasikan sebuah karakter alfabet. Karakter-karakter alfabet hasil konversi akan membentuk kata-kata yang

dapat dibaca dan dimengerti oleh penerima pesan.

Algoritma brute force dapat digunakan untuk melakukan konversi dari string biner hasil ekstraksi pesan ke dalam karakter alfabet. Berikut adalah langkah-langkah yang menggambarkan algoritma tersebut:

1. Ambil delapan bit pertama dari string biner.
2. Lakukan konversi biner menjadi bilangan ASCII (bertipe integer) dengan persamaan

$$\text{ascii} = (2^7 \times B_1) + (2^6 \times B_2) + (2^5 \times B_3) + (2^4 \times B_4) + (2^3 \times B_5) + (2^2 \times B_6) + (2^1 \times B_7) + (2^0 \times B_8)$$

dengan *ascii* menyatakan bilangan ASCII hasil konversi, dan B_i menyatakan bit biner ke- i , dengan $1 \leq i \leq 8$.

3. Ubah bilangan ASCII hasil konversi menjadi karakter alfabet yang bersesuaian dengan bilangan ASCII tersebut.
4. Ulangi langkah 1, 2, dan 3 untuk delapan bit berikutnya, hingga seluruh string biner dikonversi menjadi karakter alfabet.

B. Kompresi String Biner

String biner hasil ekstraksi pesan pada dasarnya adalah kumpulan karakter alfabet yang diubah ke dalam representasi biner. Setiap karakter dinyatakan dalam representasi 8 bit biner. Proses konversi string biner ke dalam karakter alfabet akan berjalan dengan baik jika string biner yang akan dikonversi tidak terlalu panjang. Masalah kinerja konversi akan mulai terjadi saat string biner hasil ekstraksi mempunyai nilai panjang string yang sangat besar. Oleh karena itu dibutuhkan cara untuk mempercepat proses konversi string biner.

Dalam standar ASCII, dapat dilihat bahwa representasi biner dari karakter A sampai Z memiliki kesamaan, yaitu tiga bit pertama yang selalu diawali dengan "010". Hal yang sama juga dapat dilihat pada representasi biner dari karakter a sampai z. Tiga bit pertama selalu diawali dengan "011".

Berdasarkan sifat karakter alfabet di atas, konversi string biner dapat dipercepat dengan cara mengurangi panjang string biner. Panjang string biner dikurangi berdasarkan karakteristik isi pesan (apakah menggunakan alfabet *lowercase* atau alfabet *uppercase*). String biner yang telah dikurangi kemudian dikonversi menjadi karakter alfabet dengan algoritma brute force yang telah dibahas pada Bagian A di atas, dengan sedikit modifikasi.

Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan kompresi string biner. Diasumsikan bahwa pesan hasil ekstraksi hanya terdiri dari karakter alfabet dan setiap karakter merupakan karakter dengan tipe yang sama (seluruhnya *uppercase* atau seluruhnya *lowercase*).

1. Bagi string biner ke dalam beberapa bagian yang masing-masing terdiri dari n string biner sepanjang 8 bit.
2. Untuk setiap n string, hapus tiga bit pertama, sehingga panjang setiap n string berkurang menjadi 5 bit.
3. Gabungkan seluruh n string yang sudah berkurang panjangnya menjadi sebuah string biner kembali.

C. Modifikasi Algoritma Brute Force

Dengan metode kompresi yang sudah diterapkan pada string biner, algoritma brute force yang sudah dibahas pada bagian sebelumnya dapat disesuaikan. Modifikasi terdapat pada bagian pengambilan n string dan persamaan konversi n string menjadi bilangan ASCII. Berikut adalah langkah-langkah yang menggambarkan modifikasi algoritma brute force untuk string biner yang telah dimodifikasi. Syarat yang harus dipenuhi tetap sama, yaitu pesan hasil ekstraksi hanya terdiri dari karakter alfabet dan setiap karakter merupakan karakter dengan tipe yang sama (seluruhnya *uppercase* atau seluruhnya *lowercase*).

1. Ambil lima bit pertama dari string biner.
2. Lakukan konversi biner menjadi bilangan ASCII (bertipe integer) dengan persamaan

$$\text{ascii} = (2^4 \times B_1) + (2^3 \times B_2) + (2^2 \times B_3) + (2^1 \times B_4) + (2^0 \times B_5)$$

dengan *ascii* menyatakan bilangan ASCII hasil konversi, dan B_i menyatakan bit biner ke- i , dengan $1 \leq i \leq 5$.

3. Jika tipe karakter alfabet yang digunakan adalah *uppercase*, tambah nilai ASCII hasil konversi dengan 64. Jika tipe karakter tersebut adalah *lowercase*, tambah nilai ASCII hasil konversi dengan 96.
4. Ubah bilangan ASCII hasil perhitungan pada langkah 3 menjadi karakter alfabet yang bersesuaian dengan bilangan ASCII tersebut.
5. Ulangi langkah 1, 2, 3, dan 4 untuk lima bit berikutnya, hingga seluruh string biner dikonversi menjadi karakter alfabet.

D. Implementasi Analisis

Berdasarkan dua algoritma brute force yang telah dijelaskan di atas dapat dibuat program sederhana yang mengimplementasikan kedua algoritma brute force tersebut. Kemudian diperoleh hasil konversi string biner normal menggunakan algoritma brute force biasa, yang

