

Studi dan Analisis Teknik-Teknik Steganografi Dalam Media Audio

Pudy Prima - 13508047

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

if18047@students.if.itb.ac.id

Abstract—Steganografi adalah teknik penyisipan pesan ke dalam media lain sedemikian sehingga keberadaan pesan tersebut tidak mudah disadari dan dideteksi. Pesan rahasia dapat disisipkan pada media audio. Tiga teknik utama yang umum digunakan untuk melakukan audio steganografi adalah low-bit encoding, spread spectrum, dan echo data hiding. Setiap teknik memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Pada low-bit encoding, penyisipan pesan mudah dilakukan namun menghasilkan banyak noise yang mudah disadari oleh pihak lain. Pada spread spectrum, pesan disisipkan dalam bentuk noise sehingga tidak mudah disadari keberadaannya. Dalam echo data hiding, dihasilkan gema yang tak terdengar oleh telinga manusia.

Index Terms—Steganografi, audio, low-bit encoding, spread spectrum, echo data hiding

I. PENDAHULUAN

Steganografi merupakan ilmu yang mempelajari teknik penyembunyian pesan rahasia di dalam suatu media sedemikian rupa sehingga keberadaan pesan rahasia tadi di dalam media lain tersebut tidak mudah disadari. Media penyimpanan pesan rahasia tadi dapat berupa media teks, gambar, audio, video, maupun media lainnya. Steganografi tidak sama dengan kriptografi maupun watermarking. Dalam kriptografi, pesan rahasia dinyatakan dalam representasi atau ekspresi lain yang sulit dimengerti oleh pihak lain, sedangkan steganografi menyembunyikan pesan rahasia di dalam pesan atau media tertentu sehingga pihak lain tidak menyadari bahwa ada pesan rahasia di dalam media yang sedang ia perhatikan. Dalam watermarking, yang ditekankan adalah masalah ketangguhan data, yaitu agar pesan yang disimpan tidak mudah dimodifikasi oleh pihak lain, dan bukan masalah jika pesan tersebut diketahui isinya oleh pihak lain, sedangkan steganografi berusaha agar pesan yang disimpan tidak mudah diketahui keberadaannya.

Algoritma steganografi memiliki tiga karakteristik penting, yaitu transparency (transparansi), capacity (kapasitas), serta robustness (ketangguhan). Transparency (transparansi) yaitu kemampuan penyisipan pesan dalam suatu media sedemikian sehingga media tersebut tetap dikenali sebagai media asli yang tidak dimodifikasi. Algoritma steganografi yang baik harus memperhatikan

kuualitas akhir media yang disisipkan pesan. Capacity (kapasitas) adalah kemampuan media untuk menampung informasi pesan sehingga perubahan yang terjadi terhadap media tidak terlalu signifikan. Nilai kapasitas ini biasanya dihitung dalam satuan persen (%), bit per detik, dan sebagainya, dan merupakan perbandingan besarnya informasi pesan rahasia terhadap besar media yang digunakan. Karakteristik ketiga yang dimiliki oleh algoritma steganografi adalah robustness (ketangguhan), yaitu kemampuan data hasil penyisipan pesan rahasia untuk bertahan dari serangan yang disengaja maupun yang tidak disengaja.

II. PEMBAHASAN

A. Steganografi pada media audio

Steganografi dapat diimplementasi pada media audio digital. Namun saat ini, teknik penyembunyian pesan di dalam media audio dirasa masih kurang efektif dibandingkan dengan penyembunyian pesan dalam media teks maupun citra. Hal ini disebabkan pendengaran manusia jauh lebih sensitif dibandingkan penglihatannya. Jika mata manusia bisa dikelabui oleh perubahan warna yang kecil, telinga manusia belum tentu dapat tertipu oleh perubahan suara walaupun sedikit. Karena alasan inilah penyisipan pesan melalui media audio cukup jarang dipilih. Padahal, audio merupakan media file yang memiliki banyak kelebihan, misalnya dapat menyimpan banyak byte tanpa membuat ukuran bertambah terlalu besar, serta dapat digenerate dengan cepat dan mudah sehingga tidak perlu menyimpan file asli di disk penyimpanan.

Ketika berurusan dengan transmisi sinyal audio, ada dua hal utama yang harus diperhatikan, yaitu bentuk representasi audio digital dan media transmisi yang digunakan.

Secara umum, file audio digital memiliki dua karakteristik utama, yaitu sample quantization method (metode kuantisasi) dan temporal sampling rate. Metode kuantisasi menyatakan representasi sampel audio berdasarkan kualitas digitalnya, misalnya format WAV (Windows Audio Visual) dan format AIFF. Temporal sampling rate yaitu kecepatan yang dapat dihitung untuk melakukan sampling (pengambilan sampel) audio secara

periodic. Temporal sampling rate untuk audio biasanya bernilai 8kHz, 9.6kHz, 10kHz, 12kHz, 16kHz, 22.05kHz dan 44.1kHz.

Media transmisi sinyal audio adalah lingkungan yang dilalui sinyal audio untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain, misalnya dari encoder to decoder. Ada empat media transmisi yang umum digunakan, yaitu sebagai berikut :

- Digital end-to-end environment : yaitu perpindahan sinyal audio secara langsung dari mesin ke mesin. Sinyal hasil perpindahan akan sama antara sumber dengan tujuan.
- Increased/decreased resampling environment : yaitu perpindahan sinyal digital disertai perubahan sampling rate, namun tetap dalam representasi digital.
- Analog transmission and resampling : yaitu perpindahan sinyal digital dengan sebelumnya diubah ke dalam representasi analog dan dilakukan resampling.
- Over the air environment : yaitu perpindahan sinyal audio melalui udara, dengan cara memainkan sinyal audio tadi dan ditangkap oleh mikrofon.

Ada tiga metode yang sering digunakan untuk melakukan penyisipan data dalam media audio, yaitu low bit encoding, spread spectrum, serta echo data hiding.

B. Low-bit Encoding

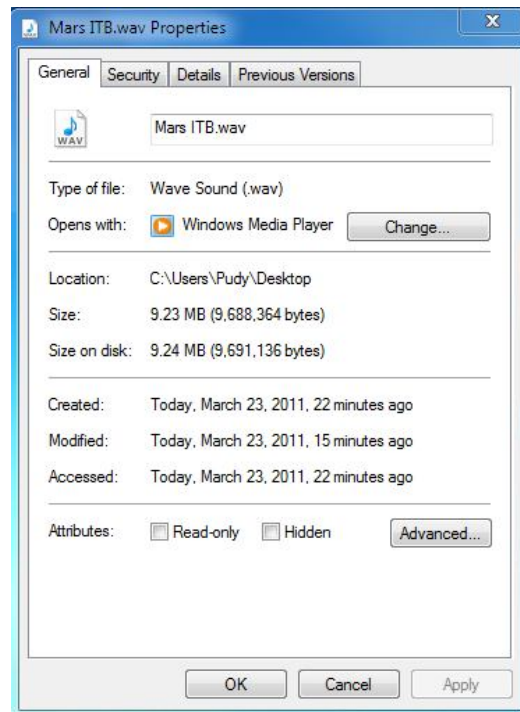
Pada dasarnya, metode steganografi low bit encoding pada audio sama saja dengan metode steganografi least significant bit (LSB) pada image (citra). Pada metode ini, sebagian bit pada file audio diubah menjadi nilai lain dalam representasi biner. Perubahan dapat dilakukan dengan berbagai cara dan algoritma, misalnya mengubah nilai biner 0 menjadi 1 atau sebaliknya, melakukan operasi XOR antara nilai biner pada file dengan nilai biner pada kunci. Karena dalam representasi biner, maka perubahan yang mungkin terjadi adalah nilai biner 1 menjadi 0, atau nilai biner 0 menjadi 1. Tidak semua bit dikenai operasi, melainkan hanya bit-bit yang dirasa kurang penting keberadaannya dalam file, yaitu bit-bit terakhir dalam suatu range tertentu. Ketika bit tersebut diubah, nilai perubahannya hanya berkisar 1 bit dan tidak memberikan perubahan yang berarti terhadap keseluruhan data.

Suatu file audio dapat memiliki satu channel (mono) atau dua channel (stereo). Secara umum, kapasitas satu channel adalah sebesar 1 kbps per kilohertz. Karena ukuran channel dapat mencapai 44000 byte, maka kapasitas maksimal yang dapat ditampung oleh satu channel adalah 44 kbps per kilohertz.

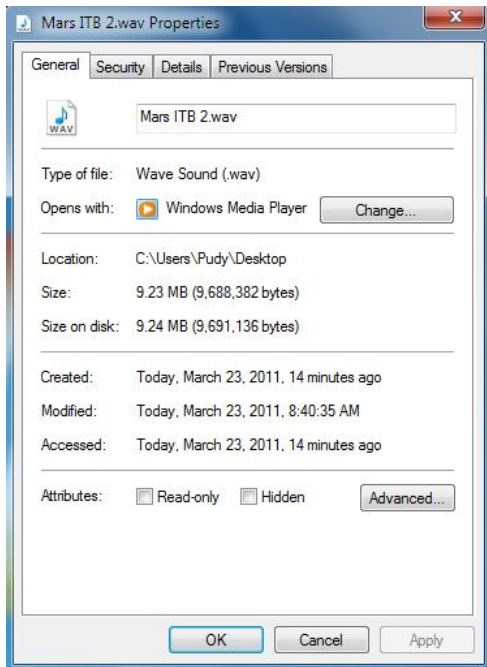
Implementasi low-bit encoding dilakukan dengan cara yang relatif sama dengan yang dilakukan pada pengerjaan tugas besar 1 Kriptografi. Pertama-tama, file pesan, kunci, dan file audio yang akan disisipkan pesan diubah ke dalam representasi bit array. Setelah itu, setiap bit di file pesan dioperasikan dengan bit di file audio

dengan memanfaatkan kunci. Sebenarnya penggunaan kunci dimaksudkan untuk memudahkan penyisipan serta ekstraksi pesan serta untuk memudahkan komunikasi antar pemberi dan penerima pesan. Bagian header dari file audio tidak ikut dimodifikasi, sehingga file audio masih tetap dapat dikenali dan dapat dimainkan kembali.

Pada studi kali ini, saya membuat program console sederhana yang melakukan enkripsi file pesan ke dalam suatu file audio. Hasil penyisipan pesan menyebabkan perubahan pada atribut file audio. File audio yang telah disisipi pesan ternyata memiliki ukuran yang lebih besar daripada ukuran file audio sebelum disisipi pesan. Hal ini sebenarnya tidak sesuai harapan, karena secara teori, seharusnya ukuran file sebelum dan sesudah disisipi pesan tetap sama karena isi pesan dapat dikatakan hanya menggantikan posisi bit-bit yang ada pada file audio. Namun demikian, berdasarkan fakta yang terjadi di lapangan, berubahnya ukuran file audio mungkin disebabkan karena banyak bit bernilai 0 yang tergantikan oleh bit bernilai 1, sehingga perubahan yang terjadi cukup memengaruhi ukuran file, yaitu menambah ukuran file sehingga menjadi lebih besar dari sebelumnya. File pesan yang disisipi ke dalam file audio merupakan file teks yang berukuran 128 byte.

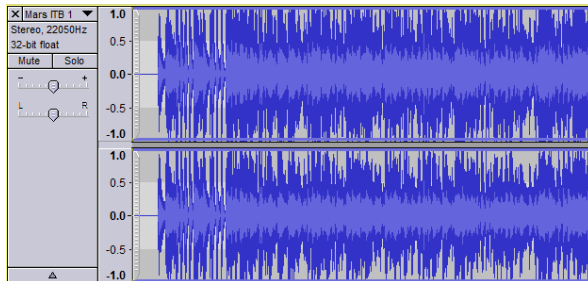


Gambar 1 Atribut file audio sebelum disisipi pesan

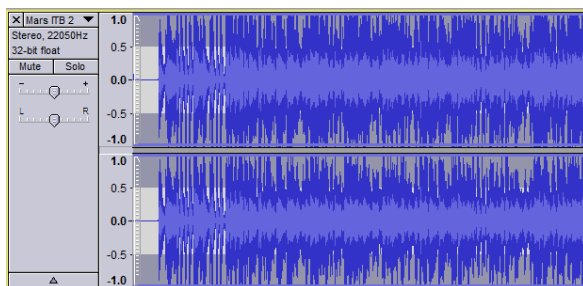


Gambar 2 Atribut file audio sesudah disisipi pesan

Hasil spektrum frekuensi secara garis besar juga tidak menunjukkan perubahan yang berarti.



Gambar 3 Spektrum audio sebelum disisipi pesan



Gambar 4 Spektrum audio sesudah disisipi pesan

Berdasarkan spektrum sinyal yang terlihat, kedua file audio tidak banyak menunjukkan perbedaan. Namun, saat didengarkan dengan seksama, terdapat perbedaan yang terdengar. File audio yang telah disisipi pesan terdengar memiliki lebih banyak noise daripada file audio yang belum disisipi pesan. Struktur program yang dibuat adalah sebagai berikut.

```
namespace Steganografi
{
    class AudioEditing
    {
        public byte[] audio;
        public Bitmap b;
        public Bitmap bAfter;

        public AudioEditing() {}

        public void ConvertAudioToByte(string Path)
        { /* Convert Audio to Byte dengan method get pixel */ }

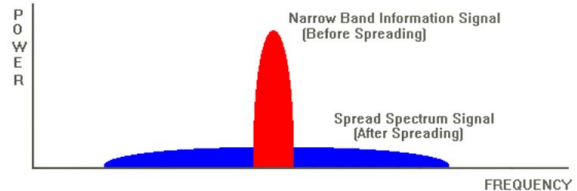
        public void ConvertByteToImage(String path)
        { /* Convert Byte To Image dengan method getpixel */ }

        public void SisipILSB(BitArray message, int[] randomNumber)
        { /* Menyisipkan message pesan ke dalam audio dengan metode 1 bit LSB */ }
    }
}
```

Gambar 5 Struktur program low-bit encoding

C. Spread Spectrum

Teknik spread spectrum ini bekerja dengan menyembunyikan sekumpulan data di dalam sinyal lain yang area sebaranya lebih besar. File yang disembunyikan terlebih dulu dibagi ke dalam blok-blok dengan ukuran tertentu. Setiap blok tersebut nantinya akan ditempatkan secara acak di sinyal lain yang areanya lebih luasa tadi. Langkah kerjanya adalah dengan membuat noise dari suatu sinyal menggunakan noise generator. Nantinya, pesan akan disembunyikan di noise yang telah terbentuk tadi dan disebarkan ke berbagai spectrum dengan frekuensi sinyal yang berbeda-beda.



Gambar 6 Sebaran spektrum audio pada Spread Spectrum

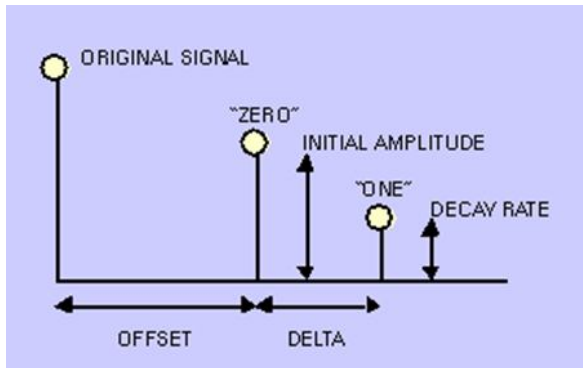
Implementasi dari program penyisipan pesan yang memanfaatkan spread spectrum ini tidak diimplementasikan karena keterbatasan waktu. Namun demikian, studi terhadap hasil penelitian yang pernah dilakukan sudah dikerjakan.

Berdasarkan hasil penelitian dan studi literatur, penyisipan data dengan cara spread spectrum mengubah data menjadi noise yang kemudian disisipkan ke frekuensi-frekuensi sinyal lain yang berbeda-beda. Jadi, data yang telah berbentuk noise tadi disebar ke frekuensi-frekuensi yang berbeda. Karena berbentuk noise yang terpisah-pisah, artinya untuk setiap frekuensi sinyal hanya memiliki sebagian pesan rahasia, maka keberadaan pesan rahasia di dalam frekuensi suatu sinyal sulit disadari maupun dideteksi.

D. Echo Data Hiding

Pada metode echo data hiding, menyembunyikan data dilakukan dengan menyembunyikan data tersebut ke dalam suatu file audio dalam representasi echo (gema).

Echo dibuat dalam parameter yang berbeda-beda. Parameter yang divariasikan dalam metode ini adalah amplitudo, decay rate, dan offset.



Gambar 7 Parameter dalam echo

Pada sinyal audio, gema muncul beberapa saat setelah bunyi asli keluar. Jika delay waktu antara bunyi asli dengan gema diperkecil, maka suara gema akan lebih sulit dipersepsikan oleh telinga manusia. Selain itu, gema juga dapat dibuat menjadi inaudible (tak terdengar) dengan memanfaatkan variasi dari parameter-parameter echo tadi. Prinsip-prinsip inilah yang digunakan dalam proses penyisipan pesan dengan cara echo data hiding.

Pengaturan parameter gema sehingga gema menjadi tak terdengar dapat dilakukan dengan beberapa cara., yaitu sebagai berikut :

- Mengatur offset atau delay dengan nilai yang relatif pendek sehingga gema yang terdengar tak dapat dipersepsi oleh telinga.
- Mengatur delay paling tinggi sebesar 1 ms
- Mengatur nilai inisialisasi amplitudo dan decay rate dengan nilai di bawah threshold dari pendengaran manusia, sehingga manusia tidak dapat mendengar gema yang dihasilkan.

Dalam proses encode penyisipan pesan dalam audio dengan cara echo data hiding, sinyal audio yang akan disisipi pesan harus dibagi-bagi menjadi beberapa blok/windows. Setelah itu, dua waktu delay digunakan untuk melakukan proses encode pesan. Misalnya, nilai $\text{delay} = \text{offset}$ digunakan untuk mengencode biner 0, dan nilai $\text{delay} = \text{offset} + \text{delta}$ digunakan untuk mengencode biner 1. Selain itu, beberapa fungsi serta teknik filter digunakan untuk melakukan proses encode. Persamaan FIR Filter merupakan filter yang umum digunakan untuk melakukan encode pesan ke dalam file audio. Dengan persamaan ini, diperoleh nilai delay dari sinyal audio. Ada dua pulsa yang digunakan di persamaan ini. Satu pulsa untuk menyalin sinyal asli, sedangkan pulsa lainnya digunakan untuk menciptakan echo yang tidak mudah dideteksi.

Implementasi untuk penyisipan pesan pada file audio menggunakan echo data hiding ini juga tidak sempat dilakukan karena keterbatasan waktu.

IV. ANALISIS

Dalam penyisipan pesan pada sinyal audio melalui teknik low bit encoding, proses penyisipan pesan dapat dilakukan dengan mudah. Proses ini memang paling sederhana untuk dilakukan karena hanya melibatkan bit array setiap data yang terlibat (file pesan, file audio, serta kunci). Selain itu, penggunaan low bit encoding memiliki kelebihan yaitu membuat file hasil penyisipan pesan rahasia tidak mudah dirusak, artinya jika dilakukan perubahan terhadap file audio yang telah disisipi pesan tadi, kemungkinan pesan yang disisipi ikut rusak adalah kecil, karena keberadaan data pesan dipecah dan disebar di dalam file audio. Keuntungan lain dari low bit encoding adalah bahwa file yang dihasilkan dari proses penyisipan data memiliki ukuran yang tidak terlalu berbeda dengan ukuran file audio asli. Namun demikian, teknik low bit encoding ini memiliki kekurangan, yaitu berubahnya isi data pada file audio sehingga tercipta noise pada file audio tersebut. Untuk ukuran pesan rahasia yang cukup kecil yang disisipkan pada file audio, noise yang terdengar cukup besar, sehingga mungkin mengundang pihak lain untuk mencurigai keberadaan pesan di dalam file audio tersebut. Oleh karena itu, walaupun sederhana dan mudah dilakukan, teknik low bit encoding kurang efisien untuk dilakukan.

Dalam penggunaan teknik spread spectrum pada penyisipan pesan di media audio, hasil penyisipan pesan dirasa sudah lebih baik dibandingkan teknik low bit encoding. Dengan menggunakan spread spectrum, pesan dipecah dan disebar dalam bentuk noise ke berbagai frekuensi sinyal. Karena berbentuk noise pada sinyal untuk frekuensi beragam, maka keberadaan pesan akan lebih aman, artinya tidak mudah disadari dan dideteksi.

Pada penggunaan echo data hiding, pesan berbentuk gema sehingga bisa diatur variasi parameternya, yaitu amplitudo, decay rate, dan offset. Dengan melakukan modifikasi terhadap parameter tersebut, dapat dihasilkan gema yang tak terdengar oleh pendengaran manusia.

V. KESIMPULAN

Steganografi adalah teknik penyisipan pesan rahasia di dalam pesan atau media lain sedemikian sehingga keberadaan pesan rahasia tadi tidak mudah diperkirakan maupun dideteksi. Media penyisipan data yang dapat digunakan meliputi teks, gambar, video, audio, dan sebagainya. Untuk steganografi pada media audio, ada tiga teknik utama yang umum digunakan, yaitu low bit encoding, spread spectrum, dan echo data hiding. Setiap teknik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Low bit encoding memodifikasi bit file yang kurang penting, sehingga perubahan yang terjadi tidak terlalu berarti. Kelemahan teknik ini adalah menghasilkan noise yang cukup besar sehingga keberadaan pesan mudah disadari. Untuk teknik spread spectrum, data rahasia dipecah dan disebar ke berbagai sinyal yang ada di udara dalam bentuk noise sehingga

tidak mudah disadari keberadaannya. Namun, proses penyisipan serta ekstraksi pesan cukup sulit dilakukan. Teknik ketiga yaitu echo data hiding, sudah cukup baik karena membuat pesan dalam bentuk gema yang bisa diatur parameternya dan dapat dihasilkan gema yang tak terdengar oleh telinga manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cvejic, Nedeljko. 2004. *Algorithms for Audio Watermarking and Steganography*. University of Oulu. W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123–135.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 23 Maret 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Pudy Prima', written over a horizontal line.

Pudy Prima
13508047