

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI AUDIO WATERMARKING DENGAN MENGUNAKAN METODA TIME BASE MODULATION ANALYSIS AND IMPLEMENTATION AUDIO WATERMARKING USING TIME BASE MODULATION METHOD

Wendi Puja Rahayu¹, Fazmah Arief Yulianto², -³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Time Base Modulation adalah sebuah metoda baru yang diperkenalkan untuk menyembunyikan suatu informasi di dalam berbagai data digital seperti pada audio, citra ataupun video, dengan suatu kerumitan tertentu yang bekerja pada domain waktu. Penempatan, pemampatan serta perluasan pada daerah waktu akan menyandi informasi di dalam file host yang dimodifikasi tersebut. Dengan membandingkan file yang telah diubah dengan suatu file acuan, pemampatan dan perluasan daerah waktu dapat diketahui untuk proses pendeteksian data tersembunyinya.

Pada Tugas Akhir ini mencoba untuk mengimplementasikan metoda Time Base Modulation ini pada audio watermarking dengan pendekatan metoda Phase Vocoder untuk proses modifikasi skala waktunya. Kemudian dengan menggunakan metoda-metoda penilaian kualitas tertentu seperti MOS (Mean Opinion Score), PBE (Persentase Bit Error) serta SNR (Signal To Noise Ratio) akan dilakukan proses pengujian dan melakukan analisis terhadap parameter kualitas suatu sistem watermarking yaitu menguji tingkat ketahanan data watermarknya setelah terkena attack dan tingkat hidden-nya. Untuk pengimplementasiannya akan menggunakan pemrograman Matlab versi 7.0. Dari hasil pengujian dan analisis pada metoda ini didapat hasil bahwa tingkat ketahanannya sangat buruk pada level byte tetapi cukup baik jika di pandang pada level biner, tingkat recoverynya bisa mencapai diatas 50 % terhadap attack terberat sekalipun seperti kompresi MP3. Untuk tingkat hiddennya, rata-rata dinilai cukup baik. Distorsi secara audible akan terasa hal ini disebabkan karena masih adanya titik atau area diskontinuitas antar segmen yang cukup besar, namun jika diterapkan pada audio dengan katategori bertempo cepat atau musik keras (hard music) distorsi ini tidak begitu terasa. Hal ini masih bisa diperbaiki yaitu dengan pendekatan metoda pendukung lain atau dengan mencari algoritma time scalling tertentu yang dapat memberikan rasio kompresi dan ekspansi dengan skala yang sangat kecil.

Kata Kunci : watermarking, time base modulation, file audio, kompresi, time scale modification, phase vocoder ,MOS, PBE, SNR

Abstract

Time Base Modulation is a new method which introduced to hide an information in various digital data like audio, image and video, with laboring certain complication at time domain. Location, compression and also extension at time area will encode information in host file modified. By comparing file which have been altered with an reference, compression and expansion of time area can know for the process to detection of data hidden.

At this final duty will try to analyse and implementation this method at audio watermarking with approach Phase Vocoder method for process time scale modification. Then by using methods assessment of certain quality like MOS (Mean Oppinion Score), PBE (Percentage of Bit of Error) and also SNR (Signal To Noise Ratio) will examination and analyse to parameter quality of watermarking that is testing its robustness level after attack and its hidden level. For tools implementation will use Matlab version 7.0.

From analysis and examination at this method got that its recovery storey is bad at byte level but fair if in approach at binary level, its recovery storey level can reach above 50 % to heaviest attack like MP3 compression. For the level of hidden storey is fair. Distortion by audible will felt, this matter is caused by there is still dot of big discontinuity area between segment, but if applied at audio with catergy have a quick tempo or hard music this distortion do not so felt. This matter still can improve to repair with approach of other supporter method or with searching algorithm of certain time scalling that able to give very small ratio of scale compression and expansion.

Keywords : watermarking, time base modulation, audio, compression, time scale modification, phase vocoder, MOS, PBE, SNR

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital semakin meningkat, ini mengakibatkan mudahnya *user* dalam melakukan proses penggandaan dan pertukaran data seperti pada *text*, citra, *audio* maupun *video*. Pada sistem digital, penggandaan data dapat menghasilkan data baru yang hampir menyerupai data asli, untuk itu di perlukan suatu sistem perlindungan terhadap data tersebut.

Perlindungan data pada sistem digital dapat berupa metoda *criptography* yaitu metoda pengacakan data menggunakan suatu kunci *criptography*, dalam hal ini *criptography* memusatkan kepada keamanan data, dimana jika seorang *user* yang tidak dikehendaki ingin mendapatkan data maka *user* tersebut akan terhalang oleh kunci *criptography*-nya, atau perlindungan data menggunakan metoda *watermarking* yang menyisipkan data dengan suatu data *watermark*.

Watermarking merupakan suatu bentuk dari *Steganography* (Ilmu yang mempelajari bagaimana menyembunyikan suatu data pada data yang lain) dengan suatu metoda penyisipan data informasi melalui media *watermark* berupa *text*, *audio*, citra, ataupun *video*. Pada sistem *watermarking*, data *watermark* berfungsi sebagai penanda, penanda ini merupakan suatu bukti otentik terhadap perlindungan hak cipta seseorang.

Ada banyak sekali berbagai teknik transformasi pada *watermarking*, seperti *FFT* (*Fast Fourier Transform*), *DCT* (*Discrete Cosine Transform*), *Wavelet Transform*, dsb. yang masing-masing bekerja pada domain frekwensi, *spatial* ataupun data. Penerapan pada berbagai jenis data digital dengan berbagai transformasi akan dapat mempengaruhi beberapa parameter penting dalam *watermarking* (*bitrate*, *invisible*, dan *robustness*). Dalam tugas akhir ini akan digunakan sebuah metoda *watermarking* yang beroperasi pada domain waktu yang dinamakan *Time Base Modulation*. Dalam hal ini data *watermark* akan di modulasi bersama dengan fungsi waktu, yaitu dengan cara sinyal yang berjalan pada fungsi waktu akan di atur skala waktunya (*time scale modification*) dengan melakukan pemampatan dan perluasan, sehingga dari proses pemampatan dan perluasan daerah waktu tersebut dapat menyandi *bit* data *watermark*. Hal ini memanfaatkan kelemahan indera manusia, indera manusia tidak dapat mendeteksi suatu perubahan dalam skala waktu yang sangat kecil.

Selama ini *hidden watermarking* memiliki *robust* yang rendah, dengan kata lain tidak tahan terhadap derau. Dengan pendekatan pada domain waktu ini diharapkan data hasil *watermarking* akan mempunyai tingkat *hidden* yang tinggi serta akan lebih tahan terhadap berbagai jenis kompresi yang sifatnya menghilangkan (*lossy compression*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka masalah yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana mentransformasi *file audio* menjadi sebuah sinyal yang berjalan pada fungsi waktu.
2. Bagaimana menyisipkan *watermark* ke dalam data *audio* dengan menggunakan pendekatan metoda *Time Base Modulation* .
3. Bagaimana kualitas *audio* yang dihasilkan setelah disisipkan informasi berupa *file text*.
4. Bagaimana proses penyisipan *watermark* ini harus memiliki ketahanan terhadap pemrosesan sinyal secara digital yang terjadi pada *audio* hasil *watermarking*.

1.3 Tujuan

Secara umum tujuan penulisan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan *audio watermarking* menggunakan perangkat lunak dengan menggunakan metode *Time Base Modulation*.
2. Menguji kualitas *audio* hasil *watermarking* secara objektif dengan menggunakan nilai *SNR (Signal to Noise Ratio)*.
3. Menguji kualitas *audio* hasil *watermarking* secara subjektif berdasarkan *Mean Opinion Score (MOS)* sebanyak 20 orang *sampling*.
4. Menguji ketahanan data *watermark* dengan *PBE (Persentase Bit Error)* terhadap gangguan *resampling* dan kompresi *MP3* untuk mengetahui tingkat kehandalannya.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini akan dibatasi pada beberapa batasan masalah, yaitu:

1. *File audio* asli yang akan diberi watermark adalah *file audio* dengan format *.WAV* dengan spesifikasi format kompresi *PCM (Pulse code Modulation)*, mono, 8 bit dan pada *sample rate* 11025 Hz.
2. Data yang akan disisipkan berupa *file text*.
3. Metode *Time Base Modulation* di pakai pada *audio watermark*.
4. Penyisipan watermark dilakukan secara sekuensial.
5. Pengujian kehandalan *audio* hasil *watermarking* dilakukan setelah *audio* terkena *resampling* dan juga kompresi *MP3*.
6. Teknik *watermarking* diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Matlab versi 7.0.
7. Untuk proses kompresi dan *resampling file audio* menggunakan aplikasi-aplikasi yang telah ada.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan dalam tugas akhir ini mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Mengumpulkan bahan-bahan referensi yang akan menunjang proses penelitian, seperti jurnal-jurnal tentang *time base modulation*, metode *time scale modification* pada *audio*, transformasi sinyal *audio* dan semua yang berkaitan dengan *watermarking*. Selain dari jurnal-jurnal tersebut, penulis juga mengumpulkan bahan dari TA terdahulu yang membahas *watermarking*.
2. Studi literatur tentang *watermarking*, *time scale modification* pada *audio*, transformasi sinyal *audio* yang merupakan tahap pendalaman materi.
3. Identifikasi permasalahan yang akan muncul pada saat melakukan penelitian ini, seperti *time scale modification* pada sinyal *audio* dalam pemrograman dan kesulitan menerapkan teori-teori dalam proses penelitian nantinya.
4. Menentukan data *audio host* yang berbeda berdasarkan kualitas serta karakteristik suaranya.
5. Menentukan beberapa data *watermark* dengan ukuran (N) yang berbeda.
6. Membuat rancangan sistem untuk melakukan proses *watermarking* dengan metode *Time Base Modulation*.
7. Menyusun algoritma program yang digunakan pada proses penyisipan *watermark* yang berupa data *text* dengan metode *Time Base Modulation*, kemudian mendeteksi kembali data *watermark*.
8. Merancang program berdasarkan algoritma yang telah dibuat dan mengimplementasikannya kedalam bahasa pemrograman Matlab versi 7.0.
9. Melakukan pengujian *watermarking* dengan menggunakan aplikasi yang telah dibuat terhadap beberapa *sample audio* yang telah dipilih.
10. Melakukan analisis dari hasil pengujian *watermarking* dengan metode *Time base Modulation*, untuk mengetahui tingkat *hidden* dan ketahanannya (*robustness*).
11. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian *watermarking* dengan metode *Time Base Modulation*.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

- BAB I Pendahuluan
Bab ini berisi tentang latar belakang dilakukannya penelitian *watermarking* dengan metode *Time Base Modulation*, perumusan masalah yang akan dianalisa, pembatasan masalah selama melakukan penelitian, tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini, metodologi pemecahan masalah dan sistematika penulisan laporan.

- BAB II** Dasar Teori
Bab ini memuat penjelasan mengenai digital *watermarking*, metode yang dapat digunakan untuk penyisipan *watermark* dengan pendekatan *Time Base Modulation* dan proses ekstraksi *watermark* serta metode pendukung yang digunakan seperti *Phase Vocoder* untuk proses *Time Scale Modification (TSM)* serta *Dynamic Time Warping (DTW)* untuk proses ekstraksi watermarknya.
- BAB III** Perancangan dan Implementasi
Bab ini menjelaskan mengenai proses perancangan penyisipan data *watermark* dengan metoda *Time Base Modulation* terhadap *file audio*, proses ekstraksi data *watermark* beserta implementasinya.
- BAB IV** Pengujian dan Analisa
Pada bab ini memuat tentang metode dan prosedur pengujian serta analisa terhadap kualitas *audio* hasil *watermarking* secara objektif dengan menghitung nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)*, dan juga secara subjektif dengan menggunakan *Mean Opinion Score (MOS)* serta menganalisa ketahanan data *watermark* pada *file audio* dengan menghitung nilai *PBE (Persentase Bit Error)*.
- BAB V** Penutup
Bagian ini menguraikan kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir ini, yaitu Analisis dan Implementasi Audio Watermarking Dengan Menggunakan Metoda *Time Base Modulation*. Selain itu, terdapat saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut mengenai *watermarking* dengan metode-metode perbaikan lainnya

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian terhadap metode ini dapat disimpulkan :

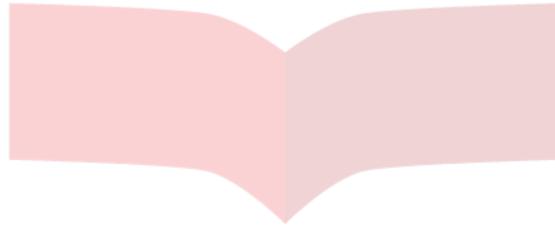
1. Secara umum metoda ini cukup bagus, dikarenakan metode ini masih memungkinkan untuk *improve*, banyak sekali celah perbaikan baik dalam hal proses programingnya maupun dalam hal proses penggunaan metoda pendukungnya seperti dalam hal *Time Scale Modification*, serta dari cara penyisipan dan ekstraksinya.
2. Dari hasil pengujian *SNR* ternyata didapatkan hasil rata-rata 40 dB untuk penyisipan 1 byte watermark hal ini bergantung pula pada ukuran *segmen per-bit* serta *time scalling factor (a)* yang digunakan, dan nilai ini akan mempunyai kecenderungan untuk turun seiring dengan perubahan besarnya jumlah data yang disisipkan, semakin banyak jumlah data yang disisipkannya maka nilai *SNR* akan semakin menurun.
3. Nilai *time scalling factor (a)* dan ukuran *segmen per-bit* akan berpengaruh terhadap tingkat distorsi secara *audible*. Semakin besar selisih nilai *a (scalling factor)* dengan 1 maka noise secara *audible* akan semakin terasa. Sedangkan pengaruh ukuran *segmen per bit* yaitu semakin kecil ukuran *segmen per-bit* maka distorsi akan semakin terasa tetapi hal ini bergantung pula pada metoda *time scalling* yang digunakan serta nilai *time scalling factor (a)* yang dipakai.
4. Untuk tingkat *hidden* secara umum dinilai cukup berdasarkan hasil pengujian subjektif dengan *MOS*, bahkan pada *audio* yang berkategori tempo cepat atau musik-musik keras, *noise* atau distorsi yang disebabkan karena titik diskontinuitas segmen tidak terasa sama sekali, apalagi jika permasalahan pada titik diskontinuitas ditangani, hal ini akan memungkinkan *noise* atau distorsi tidak ada sama sekali.
5. Dari hasil analisis ketahanannya ternyata hasilnya sangat buruk jika di pandang pada *level byte*, tetapi jika dilihat dari *level biner*, hasilnya cukup baik, hal ini dapat dibuktikan dari hasil beberapa kali pengujian ternyata rata-rata tingkat *recovery*-nya bisa mencapai diatas 50 % terhadap *attack* yang sangat berat sekalipun.

5.2 Saran

Dari keseluruhan proses pengujian secara keseluruhan ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

1. Untuk mengimplementasikan metoda ini diperlukan suatu teknik pemrograman yang cukup baik dikarenakan metode ini bekerja di level binary dalam proses penyisipan dan ekstraksi data *watermark*-nya, hal inilah yang menyebabkan untuk prosesnya akan memerlukan iterasi yang cukup banyak.

2. Selain itu juga perlu diperhatikan dengan baik dari segi metoda *time-scaling*-nya dikarenakan banyak sekali metoda-metoda yang dapat dipergunakan dalam hal ini, yang masing-masing mempunyai keunggulan serta kelemahan tertentu dan pemilihan kesemuanya itu harus disesuaikan dengan tujuan dalam hal penggunaan dan implementasi pada kasus yang sebenarnya.
3. Untuk mencegah diskontinuitas pada perpotongan segmen harus diperlukan trik-trik atau metoda-metoda pendukung lain untuk mengatasinya.



Telkom
University

Daftar Pustaka

- [1] Amir, A., D. Ponceleon, B. Blanchard, D. Petkovic, S. Srinivasan., 2000, "Using Audio Time Scale Modification for Video Browsing", IBM Haifa Research Laboratory MATAM- Advanced Technology Center.
- [2] Bassia, P., I. Pitas, "Robust Audio Watermarking In The Time Domain", Dept. of Informatic, University of Thessalonik.
- [3] Bernardini, Nicola, Amalia De Götzen, Daniel Arfib, 2000, "Traditional Implementations Of A Phase-Vocoder", Conference on Digital Audio Effects (DAFX-00), Verona, Italy.
- [4] Foote, Jonathan, John Adcock dan Andreas Girgensohn, "Time Base Modulation: A New Approach to Watermarking Audio", FX Palo Alto Laboratory, Inc.
- [5] Gunawan,Ibnu, Kartika Gunadi, 2005, "Pembuatan Perangkat Lunak WAVE Manipulator Untuk Memanipulasi File Wav", Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra.
- [6] Hammer, Florian, 2001, "Time-scale Modification using the Phase Vocoder", Institute for Electronic Music and Acoustics (IEM).
- [7] Hartung, Frank, Martin Kutter, 1999, "Multimedia Watermarking Techniques", IEEE.
- [8] H., Suhono, Supangkat, Juanda, Kuspriyanto, 2000, "Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital", Institut Teknologi Bandung.
- [9] Juanda, 2002, "Aplikasi Watermarking Untuk Data Video Digital", Institut Teknologi Bandung.
- [10] Malah, D., 1979, "Time-Domain Algorithms for Harmonic Bandwidth Reduction and Time Scaling of Speech Signals", IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing.
- [11] Moonen, Marc, "Speech & Audio Processing", Dept. E.E./ESAT, K.U.Leuven.
- [12] Mohanty, Saraju P., "Digital Watermarking", Dept of Comp Sc and Eng. University of South Florida.
- [13] Stan Salvador and Philip Chan, "Fast DTW: Toward Accurate Dynamic Time Warping in Linear Time and Space", Dept. of Computer Sciences, Florida Institute of Technology.
- [14] Uppgård, Stefan, 2001, "Implementation and Analysis of Pitch Tracking Algorithms", Report Master of Science Thesis Project at Clavia and KTH S3.
- [15] Utari, Dhini Widya, 2005, Analisa Perbandingan Performansi Chaotic Random Number Dengan Spread Spectrum pada Watermarking Dengan Menggunakan Citra Digital, STT TELKOM.
- [16] www.wikipedia.org, Short Time Fouroier Transform & Invers Short Time Fourier Transform, di download pada tanggal 1 Februari 2007.