

# ANALISIS OPTIMASI METODE *DISCRETE WAVELET TRANSFORM* PADA *AUDIO WATERMARKING* BERBASIS *CEPSTRUM* DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Shafa Meisan Fadhilah <sup>1)</sup>, Tyassari kusumaningsih <sup>2)</sup>, Gelar Budiman <sup>3)</sup>,  
Irma Safitri <sup>4)</sup>

<sup>1),2),3),4)</sup>Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom  
Jl. Teknik Telekomunikasi no 1, Bandung  
Email : Meisanshafa27@gmail.com

**Abstrak .** Untuk melindungi suatu kepemilikan sehingga menghindari penyalinan secara legal dari audio digital diperlukan solusi teknik watermarking. Sudah banyak sekali penelitian tentang audio watermarking salah satunya metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Cepstrum pada penelitian tersebut dilakukan penyisipan dengan metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Cepstrum yang menghasilkan watermarked audio, watermark tersebut dilakukan pengujian untuk diuji ketahanannya sehingga diperlukan banyak kombinasi penentuan parameter tersebut, yang dapat dioptimalkan menggunakan algoritma genetika (genetic algorithm), salah satu algoritma yang digunakan pada penelitian kali ini. Pada penelitian ini dilakukan pengujian algoritma genetika untuk mengoptimalkan parameter penyisipan yang terbaik dari segi imperceptibility, robustness dan capacity.

**Kata kunci:** watermarking, discrete wavelet transform, cepstrum, genetic algorithm.

## 1 Pendahuluan

Salah satu cara untuk melindungi media atau informasi dari penyalinan secara ilegal adalah dengan memberikan *copyright* terhadap informasi tersebut [1]. *Watermarking* merupakan teknik penyisipan suatu data atau informasi yang membuat pengamanan suatu kepemilikan dalam bentuk multimedia digital. *Watermarking* memiliki 2 proses yaitu *embedding* dan *extraction* [2][3][4].

*Audio watermarking* merupakan sinyal khusus yang disisipkan kedalam digital audio. *Audio Watermarking* memanfaatkan ketidak sempurnaan pendengaran manusia [5]. *Payload*, *Robustness*, dan *Transparency* adalah parameter-parameter yang harus diperhatikan dalam menerapkan dalam *audio watermarking*. Prinsip utama dari penyisipan informasi dengan menggunakan teknik digital *audio watermark* adalah data yang disisipkan tidak boleh terdengar atau disadari oleh pengguna [5][6].

Penelitian ini dibuat untuk melihat hasil *watermarking* dengan menggunakan DWT level dekomposisi pada *audio watermarking* berbasis *cepstrum* dan ini adalah teknik ekstraksi ciri yang paling efektif dalam identifikasi audio, transformasi ke dalam *domain Cepstrum* menunjukkan bahwa hanya ada sedikit serangan terhadap sinyal yang diakibatkan oleh varians dan terkait dengan fitur serangan-invarian metode ini banyak digunakan sebagai pilihan oleh para peneliti saat ini [7] dengan optimasi *genetic algorithm* yang menjaga ketahanan terbaik pada populasi dan kualitas yang baik pada *audio watermarked*, dan fungsi *fitness* dari *algorithm genetic* solusi untuk mencari parameter yang paling optimum[8][12].

## 2 Pembahasan

*Watermarking* yang berbasis wavelet adalah pendekatan yang populer karena kekuatannya melawan *malicious attack*. DWT yang membagi sebuah dimensi sinyal menjadi dua bagian, yaitu frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, atau disebut dekomposisi. Sebuah sinyal dilewatkan melalui *highpass filter* untuk menganalisis frekuensi tinggi, dan dilewatkan melalui *lowpass filter* untuk menganalisis frekuensi rendah. Keluaran dari *highpass filter* dan *lowpass filter* ini, menghasilkan koefisien DWT, dengan menggunakan koefisien ini citra asli dapat direkonstruksi. Proses rekonstruksi ini disebut *Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT)*[9].

Analisis *Cepstrum* adalah suatu teknik pemrosesan sinyal nonlinear dengan berbagai aplikasi dalam bidang-bidang seperti *speech*. Konsep dari analisis *Real Cepstrum* (RC). Dalam rangka meningkatkan kehandalan dan *inaudibility* dari penyisipan *watermark*, maka *watermark* disisipkan pada koefisien komponen cepstral yang telah dirubah koefisiennya menggunakan transformasi cepstrum kompleks. Misalkan  $c(n)$  adalah koefisien *cepstral* kompleks dari  $z(n)$ [10][9]. Sehingga defenisi dari transformasi cepstrum kompleks (CCT) dan invers transformasinya adalah sebagai berikut:

$$c(n) = F_1^{-1} \{ \ln F_1 [z(n)] \}, \quad (1)$$

$$z(n) = F_1^{-1} \{ \exp F_1 [c(n)] \}. \quad (2)$$

Transformasi Fourier dan inversnya dilambangkan dengan  $F_1$  dan  $F_1^{-1}$ .

Analisis Cepstrum juga memiliki transformasi kompleks yang merupakan pusat dari teori dan penerapan *system homomorphic*, yaitu *system* yang mematuhi aturan umum superposisi[5][7][10].

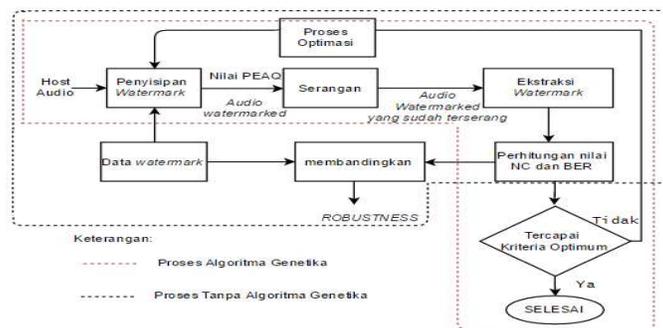
Dibutuhkan metode optimasi untuk menentukan nilai parameter yang digunakan yaitu: *subband*, *nframe*, *level dwt* dan *alpha* yang digunakan pada DWT dan *Cepstrum*, karena jika tidak menggunakan metode optimasi, maka diperlukan bermacam-macam kombinasi untuk mendapatkan nilai optimal dari skema percobaan.

Metode yang dapat menjadi solusi sebagai metode optimasi adalah metode Algoritma genetika yang dapat mencari kombinasi terbaik dari sebuah metode untuk mendapatkan nilai parameter optimal, sehingga didapatkan nilai *fitness* sebagai ukuran performansi kromosom yang telah mengalami berbagai uji serangan. Dalam evolusi alam, individu yang memiliki nilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup[8][11]. Begitu pula dalam proses optimasi yang dilakukan pada penelitian ini, kromosom yang memiliki nilai *fitness* tinggi adalah kandidat kromosom yang baik berikut persamaan *fitness function*:

$$FF = 1 - BER + \frac{ODG}{4} \quad (3)$$

Sehingga pada persamaan diatas disimpulkan nilai mendekati maksimum 1 dan nilai mendekati minimum 0 pada hasil parameter ODG dan BER yang optimal. Untuk mendapatkan nilai yg optimal diperlukan pengecekan kriteria terminasi yaitu ketika kromosom tersebut memiliki nilai *fitness* yang tertinggi sehingga dihasilkan parameter penyisipan yang baik. Jika kriteria terminasi belum tercapai maka sistem akan melakukan iterasi dengan menginputkan parameter baru dan mengulang proses yang telah ada. Setelah kriteria terminasi tercapai maka nilai yang optimal tersebut akan disimpan. Setelah dilakukan penyimpanan nilai parameter yang optimal, maka akan dilakukan proses penyisipan berdasarkan parameter-parameter tersebut. Dengan demikian audio watermarking final telah dihasilkan dan proses selesai. Sehingga metode tersebut memiliki segi *impercebillity*, *robustness* dan *capacity* yang terbaik[11].

## 2.1 Skema perancangan sistem



Gambar 1. Perancangan Sistem

Proses penyisipan:

1. **Persiapan watermark:** Sebuah *image citra black&white* digunakan sebagai data *watermark*. Kemudian ubah *binary image* dua dimensi di *convert* menjadi satu dimensi.
2. **Frame:** Sinyal *Host audio* di sampling pada frekuensi 44,100 Hz, dibagi menjadi *frame* yang tidak *overlapping* sebanyak *n samples*. Setiap *bit watermark* disisipkan kedalam setiap *frame*. Namun semua *sample* pada *frame* tidak boleh terdistraksi saat proses penyisipan *bit watermark*.
3. **Sub-frames:** Selanjutnya, setiap *frame* dibagi menjadi dua buah *sub frame* yang sama dan tidak *overlapping*, *sub-frame* tersebut masing masing memiliki nilai *sample* sebesar  $n/2$
4. **Discrete Wavelet Transform:** Di tahap ini sinyal di *dekomposisi* (*membagi ke frekuensi rendah atau tinggi*). Sinyal akan dilewatkan melalui *highpass filter* untuk menganalisis frekuensi tinggi, dan dilewatkan melalui *lowpass filter* untuk menganalisis frekuensi rendah.
5. **Cepstrum Transform :** Pada tahap ini, masing masing *sub frame* diubah menjadi *cepstrum domain* yang merubah domain sinyal audio ke dalam domain frekuensi dengan menggunakan proses Fast Fourier Transform (FFT), untuk menanamkan watermark kedalam koefisien cepstral dari invers Transformasi Fourier. setelah selesai melakukan FFT, kemudian sinyal audio dalam domain frekuensi tersebut di lakukan proses logaritma.
6. **Inverse Cepstrum:** Kedua *sub frame* akan dikonversi kembali menjadi *domain waktu* menggunakan *inverse cepstrum transformation* dan akan digabungkan kembali.
7. **Inverse Discrete Wavelet Transform:** Keluaran dari *highpass filter* dan *lowpass filter* ini, menghasilkan koefisien DWT, sehingga dengan menggunakan koefisien ini citra asli dapat direkonstruksi dan menghasilkan *watermarked audio*.

Proses ekstraksi:

1. **Frame:** Sinyal *audio* yang telah diwatermark dibagi menjadi *frame* yang tidak *overlapping* sebanyak *n samples*. Dengan membawa satu *watermark bit*.
2. **Sub frame:** Selanjutnya, setiap *frame* dibagi menjadi dua buah *sub frame* yang sama dan tidak *overlapping*, *sub-frame* tersebut masing masing memiliki nilai *sample* sebesar  $n/2$
3. **Discrete Wavelet Transform:** Pada tahap ini proses *Discrete Wavelet transform* berlaku seperti pada tahap penyisipan.
4. **Cepstrum transform:** Pada tahap ini proses Cepstrum berlaku seperti pada tahap penyisipan.
5. **Teknik Ekstraksi:** Nilai tengah dari kedua *sub-frame*,  $mean_f$  dan  $mean_l$  dihitung dan hubungan antara kedua nilai tersebut digunakan untuk menentukan watermark bit, watermark bit  $ebk$  dapat diketahui dari persamaan berikut

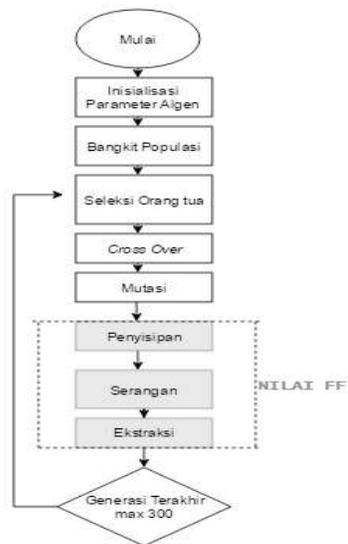
$$ebk = \begin{cases} 0 & \text{if}(mean_f < mean_l) \\ 1 & \text{if}(mean_f > mean_l) \end{cases}$$

Teknik penyisipan tidak akan menghitung jika nilai dari  $mean_f$  dan  $mean_l$  sama, namun pada teknik ekstraksi, hal tersebut akan diperhitungkan Kita memilih teknik penyisipan karena mayoritas pengolahan sinyal mengganti nilai tengah dari sub frame cepstrum tetapi tidak dapat mengganti hubungan nilai tersebut, yang hasilnya skema ini akan mencapai nilai robustness yang tinggi dari serangan apapun.

6. **Reform binary image:** Tahap terakhir yaitu meng-ekstraksi data *watermark*,  $ebk$ , dikonversi kembali menjadi *binary sequences* dua dimensi untuk mendapatkan ekstraksi *image* yang diinginkan.

Proses Algoritma Genetika

Setelah pengukuran nilai kualitas pada proses penyisipan dan ekstraksi selesai, setelah itu dilihat apakah nilai kualitas sudah memenuhi kriteria optimal atau belum. Jika belum terpenuhi maka digunakanlah algoritma genetika, *system* ini akan melanjutkan proses optimasi hingga mendapatkan nilai kualitas yang paling optimum.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Algen

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan yang ada dalam algoritma genetika yaitu: Mekanisme *encoding*: fungsi dari mekanisme encoding adalah memetakan setiap solusi dari permasalahan kedalam *unique binary string*, *Fitness Function*: variabel acuan akan kesuksesan setiap solusi yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah, *Selection*: pemilihan model diperlukan untuk memilih mekanisme yang paling cocok untuk setiap masalah, *Crossover*: dilakukan setelah proses seleksi dilaksanakan, setiap pasang *String* diambil untuk dijadikan subjek pada proses ini, *Mutation*: Proses mutasi dilakukan setelah dilakukan proses *crossover* pada setiap pasang *string*. Pada proses ini dilakukan pergantian bit 0 menjadi bit 1 dan sebaliknya, dan *Generational Cycle*: Digunakan untuk mencari *Fitness Value* yang paling besar[11]. Skema algen ini dapat menentukan parameter yang sangat optimal dan menemukan posisi proses penyisipan yang baik. Pada skema keseluruhan audio watermarking ini dipengaruhi oleh ketahanan proses penyisipan atau letak posisi penyisipan, sehingga skema algen ini dapat membantu mencari posisi penyisipan yang baik dan mendapatkan nilai parameter paling optimal yang akan digunakan pada proses penyisipan dan ekstraksi sesungguhnya.

### 3 Simpulan

Audio watermarking merupakan teknik yang menjaga perlindungan hak cipta pada data digital. Untuk meminimalisir plagiat tersebut maka diperlukan kolaborasi metode DWT dan Cepstrum yang meningkatkan *imperceptibility* dan *robustness* karena *watermark* yang disisipkan pada frekuensi yang memuat sedikit informasi dari audio juga meningkatkan kehandalan dan *inaudibility* dari penyisipan *watermark*. Penggunaan optimasi algoritma genetika membuat nilai parameter-parameter menjadi optimal, sehingga *watermark* aman, walaupun terkena berbagai jenis serangan. Optimasi algen memanfaatkan nilai *fitness function* mendekati minimal 0 dan maksimal 1 agar nilai optimal sehingga *host audio* tersebut memiliki ketahanan, *imperceptibility* dan *capacity* yang baik Hasil yang diharapkan peneliti yaitu pada proses penyisipan yang memanfaatkan kriteria pendegaran yang sulit membedakan antara audio asli dengan *audio watermarked* sehingga parameter yang berperan yaitu SNR di atas 50dB dan ODG diatas -1 dan diharapkan juga ketahanan watermark audio tidak memiliki kerusakan yang signifikan meskipun sudah mengalami serangan, audio tersebut dengan nilai parameter BER yang mendekati 0

### Daftar Pustaka

- [1]. M.Hemis and B.Boudraa, "Digital Watermarking in Audio for Copyright Protection," ICACSI, pp. 189–193, 2014.

- [2]. M. Lihua, "A New Algorithm for Digital Audio Watermarking Based on DWT," *Glob. Congr. Intell. Syst.*, pp. 1–5, 2009.
- [3]. C.Xu, J.Wu, Q.Sun, K.Ridge, and D. Labs, "Digital Audio Watermarking and Its Application in," *Fifth Int. Symp. Signal Process. its Appl. ISSPA '99*, Brisbane, Aust. 22-25 August, 1999 Organised by Signal Process. Res.Centre,QUT, Brisbane, Aust. Digit., pp. 22–25, 1999.
- [4]. S.-K. Lee and Y.-S. Ho, "Digital audio watermarking in the cepstrum domain" *Kwangju Inst. Sci. Technol.*, no. 1, pp. 334–335, 2000.
- [5]. X. Tang, Y. Niu, H. Yue, and Z. Yin, "A Digital Audio Watermark Embedding Algorithm," pp. 24–31.
- [6]. L.Boney, Ahmed H. Tewfik, and K. N Harndy, "Digital Watermarks for Audio Signals," *Radioelectron. Commun. Syst.*, vol. 54, no. 3, pp. 138–146, 2011.
- [7]. K. Chowdhury, Md. Ibrahim Khan, and Kaushik Deb, "a robust audio watermarking in cepstrum domain composed of sample's relation dependent embedding and computation all simple extraction phase,"
- [8]. C.Lu, M.Rossi, and J.Wetzel, *Multimedia Security : Techniques for Protection of Intellectual Property*.
- [9]. Evelyn Octari, *Digital Audio Watermarking dengan Algoritma Wavelet Transform dan Complex Cepstrum Transform*, Tugas akhir, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Bandung, 2011.
- [10]. A.Kumar Chowdury and Md. Ibrahim Khan, "A tutorial for audio watermarking in the cepstrum domain," *Departement of Computer Science&Engineering*, published October 31, 2013.
- [11]. M.Sadghzadeh and M.Taherbaghal, "A ne method for watermarking using genetic algorithms," *ICMLEME'2014*, pp. jan. 8-9, 2014 dubai (UAE).
- [12]. Gelar Budiman, Iwan Iwut, Ledy Novamizanti, "Optimization of Discrete Cosine Transform-Based Image Watermarking by Genetics Algorithm.