

OPTIMASI AUDIO *WATERMARKING* BERBASIS *DISCRETE WAVELET TRANSFORM* (DWT) DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK M-ARY MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Tussy Pramesty¹⁾, Vivin Fauziah Ramadhani²⁾, Gelar Budiman³⁾, Azizah⁴⁾

^{1),2),3),4)}SI Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No. 1, Bandung
Email : tussymesty28@gmail.com

Abstrak . Berkembangnya teknologi informasi yang sangat pesat memudahkan manusia dalam melakukan penyebaran atau pertukaran informasi maupun data. Kemudahan penyebaran informasi melalui media digital memiliki sisi positif dan negatif terutama bagi pemilik informasi tersebut. Sisi negatifnya adalah jika tidak ada hak cipta yang berfungsi sebagai pelindung media yang disebarkan tersebut, maka media digital tersebut akan sangat mudah diakui kepemilikannya oleh pihak lain. *Watermarking* merupakan teknik penyembunyian data atau informasi tertentu kedalam suatu data digital lainnya, sehingga tidak terasa keberadaannya oleh indera manusia. Audio *watermarking* adalah suatu pengimplementasian dari teknik *watermarking* untuk melindungi hak cipta multimedia untuk suara. Pada penelitian ini akan dirancang suatu audio *watermarking* dengan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT), untuk penyisipannya menggunakan metode M-Ary, dan sistem ini akan dilakukan optimasi menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan hasil data yang lebih optimal. Algoritma genetika digunakan untuk menentukan parameter evaluasi kualitas yang akan dimodifikasi sehingga data *watermark* mampu memiliki *imperceptibility* dan *robustness* yang baik. Hasil akhir penelitian ini diharapkan data yang disisipkan tetap aman tanpa adanya kerusakan setelah diserang dan memperoleh nilai *PEAQ*, *MOS*, dan *BER* yang baik.

Kata kunci: *Watermarking*, Audio *Watermarking*, *Discrete Wavelet Transform*, M-Ary, Algoritma Genetika.

1. Pendahuluan

Dengan berkembangnya pertumbuhan teknologi komunikasi terutama pada proses pengiriman data, menyebabkan pengetahuan manusia mengenai teknologi komputer dan internet sudah sangat maju. Hal ini menyebabkan komputer dan internet menjadi *user friendly*, dimana sertiap orang dapat dengan mudah mengakses serta dapat saling bertukar informasi dalam bentuk media *digital*. Internet sendiri merupakan sarana yang sangat baik untuk pertukaran informasi karena tidak perlu mengeluarkan biaya dan proses pengiriman datanya bisa dikatakan sangat cepat. Tetapi, dibalik kemudahan itu seringkali disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Ditambah dengan pembajakan dan pengklaiman hak cipta di dunia maya marak terjadi.

Pembajakan tentu saja sangat merugikan bagi penciptanya. Untuk menanggulangi pelanggaran pemilik hak cipta seperti ini dibutuhkan cara untuk menandai suatu *file* agar *file* tersebut hanya dapat diakses oleh pemilik dan pihak-pihak yang sudah mendapat izin terlebih dahulu. Salah satu metode perlindungan hak cipta adalah dengan menggunakan teknik *watermark* yang disisipkan dalam suatu *host*. *Watermarking* merupakan teknik penyembunyian data atau informasi tertentu ke dalam suatu data *digital* lainnya. Audio *watermarking* adalah proses penyembunyian informasi ke dalam data *digital* dilakukan sedemikian rupa, sehingga tidak terasa keberadaannya oleh indera manusia dan dapat diekstraksi kembali dengan benar [1]. Berikut adalah blok diagram proses *watermarking* :

Teknik *watermarking* pada audio mempunyai beberapa metode yang bisa digunakan. Akan tetapi dalam jurnal ini penulis menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) berbasis M-Ary dengan teknik optimasi Algoritma Genetika. Metode DWT dapat menghasilkan kapasitas penyisipan yang lebih besar dan tingkat keamanan yang cukup tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode lain. Pada makalah yang telah dipublikasikan sebelumnya [2], telah dibuat *audio watermarking* dengan menggunakan metode *spread spectrum*. Makalah ini membahas teknik yang sama namun proses

penyisipannya diterapkan pada audio. Penggunaan DWT juga dapat digabungkan dengan teknik lain sehingga kinerja *watermarking* menjadi lebih baik seperti pada [3].

Pada jurnal ini, akan dilakukan implementasi sebuah sistem *watermarking* pada *file audio* dengan menyisipkan sebuah *watermark* berupa data (*bit*) ke dalam suatu audio yang bisa dijadikan kepemilikan hak cipta sebuah *file audio*. Untuk proses *embedding* menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan penyisipannya menggunakan metode M-Ary serta untuk proses *extracting* dan optimasi menggunakan algoritma genetika.

Implementasi DWT digunakan untuk mendapatkan representasi waktu dan skala pada sebuah sinyal yang relatif mudah. Sedangkan untuk metode penyisipan, M-Ary dapat meningkatkan ketahanan dan performansi sistem keseluruhan. Dan untuk mendapatkan solusi dan optimasi yang baik digunakan algoritma genetika pada proses *watermarking* ini.

Jurnal ini memiliki struktur penulisan berikut. Pada bagian II akan dijelaskan dasar teori mengenai konsep *watermarking*, *audio watermarking*, DWT, M-Ary, dan algoritma genetika. Pada bagian III diperlihatkan implementasi dari metode-metode yang digunakan sebagai pengaplikasian dari proses *watermarking* ini. Pada bagian IV, akan dijelaskan hasil dan analisis.

Audio Watermarking

Audio watermarking merupakan teknik menyisipkan data *digital* ke dalam *audio digital* yang digunakan sebagai bukti adanya hak cipta atau keaslian dari audio tersebut. Proses yang harus diperhatikan dalam *audio watermarking* adalah pengaruhnya pada sistem pendengaran manusia (HAS atau *Human Auditory System*) yang lebih *sensitive* dibandingkan sistem visual manusia [4].

HAS mampu bekerja pada keadaan jarak yang cukup luas, sehingga untuk mendapatkan suara yang tidak terdengar jauh lebih sulit dibandingkan dengan gambar yang tidak terlihat [5].

Pada *audio watermarking* terdapat beberapa metoda, antara lain [6]:

1. *LSB Coding*; implementasi mudah dan *bitrate* tinggi tetapi *robustness*-nya rendah.
2. *Echo Coding*; menyembunyikan label *watermark*.
3. *Phase Coding*; mendistribusikan fasa.
4. *Direct Sequence* dan *Frequency Hopped Spread*; mengadopsi teknik *spread spectrum*.
5. *Frequency Masking*; menggunakan kelemahan telinga manusia [7].

Transformasi Wavelet

Transformasi sinyal merupakan bentuk lain dari penggambaran sinyal yang tidak mengubah isi informasi dalam suatu sinyal tersebut. Pada awalnya, transformasi *wavelet* digunakan untuk menganalisis sinyal bergerak (*non-stationary signals*) [8].

Pembagian sinyal menjadi frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dalam filterisasi disebut sebagai dekomposisi [9]. Proses dekomposisi dimulai dengan melewati sinyal asal melewati *highpass filter* dan *lowpass filter*. DWT dari sebuah sinyal x dihitung dengan melewati serangkaian filter. Pertama, sampel dilewatkan terlebih dahulu melalui *lowpass filter* (LPF) dengan respon impuls g :

$$y[n] = (x * g)[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)g[n-k] \quad (1)$$

Sinyal juga didekomposisi secara bersamaan menggunakan *highpass filter* (HPF). Output dari sinyal x tersebut memberi koefisien detail (dari HPF) dan koefisien yang berdekatan (dari LPF). Yang terpenting adalah dua filter tersebut saling berhubungan dan dikenal sebagai *quadrature mirror filter*.

Proses dekomposisi ini dapat melalui satu atau lebih tingkatan. Dekomposisi satu tingkat ditulis dengan ekspresi matematika pada persamaan (2) dan (3) :

$$y_{tinggi}[k] = \sum_n x[n]h[2k-n] \quad (2.2)$$

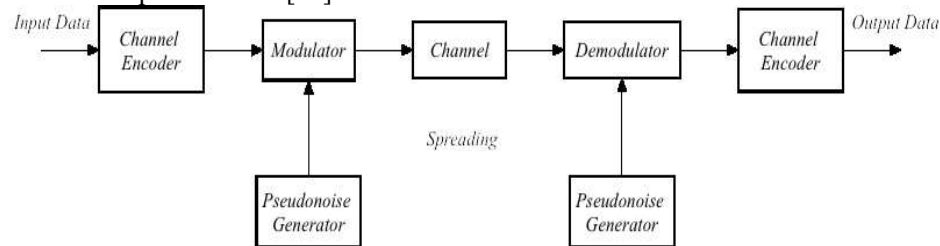
$$y_{rendah}[k] = \sum_n x[n]g[2k-n] \quad (2.3)$$

dimana, $y_{tinggi}[k]$ dan $y_{rendah}[k]$ yang merupakan hasil dari *highpass filter* dan *lowpass filter*, $x[n]$ merupakan sinyal asal, $h[n]$ merupakan *highpass filter* dan $g[n]$ merupakan *lowpass filter*.

M-Ary

Modulasi *m-ary* digunakan pada sebuah ekstensi populer untuk sinyal *binary*, yang biasanya menghasilkan peningkatan performa yang signifikan. Performa dari skema *watermarking m-ary* adalah teori analisis dan menghasilkan klarifikasi dari tes empirik. Pada umumnya, modulasi *m-ary*

menghasilkan performa yang signifikan untuk *value* dari $M > 4$ dan peningkatan performa tidak akan menurunkan *noise* seperti *distorsi* [10].



Gambar 1. Diagram blok karakteristik sistem *spread spectrum*^[11].

Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian yang pada dasarnya merupakan mekanisme seleksi alamiah dan genetika alamiah. Algoritma genetika pada awalnya digunakan untuk algoritma pencarian parameter-parameter optimal [11]. Pada generasi kromosom, akan dievaluasi nilai solusi yang terbaik sesuai permasalahan yang diselesaikan dengan fungsi objektif menggunakan ukuran yang disebut *fitness*. Selanjutnya akan ada proses seleksi, yang mana akan dipilih kromosom yang akan tetap dipertahankan pada generasi selanjutnya. Pada proses seleksi, kromosom menggunakan konsep aturan evolusi Darwin, yaitu kromosom yang memiliki nilai *fitness* yang tinggi akan memiliki peluang yang lebih besar untuk terpilihnya pada generasi selanjutnya [12].

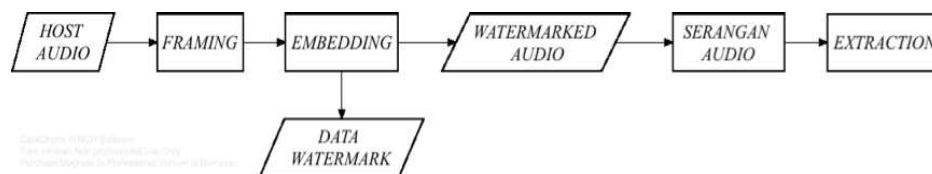
Didalam algoritma genetika terdapat delapan komponen diantaranya [13] :

1. Skema pengkodean (*encoding*); mengkonversi terlebih dahulu ke dalam bentuk individu yang diwakilkan oleh satu atau lebih kromosom.
2. Nilai *fitness*; evaluasi berdasarkan ukuran nilai *fitness*-nya.
3. Seleksi orang tua; melakukan secara proposional berdasarkan nilai-nilai *fitness*-nya.
4. Pindah silang (*crossover*); membentuk *offspring* dengan mengkombinasi dua bentuk kromosom.
5. Mutasi; mengembalikan informasi bit yang hilang akibat *crossover*.

2. Pembahasan

Perancangan Sistem dan Analisis

Pada penelitian ini, akan dirancang sebuah sistem *audio watermarking* dengan penyisipan menggunakan metode *m-ary* dengan optimasi algoritma genetika. Skenario *watermarking* dibagi menjadi empat bagian, yaitu proses penyisipan (*embedding*), proses ekstraksi (*extracting*), uji serangan dan proses optimasi. Proses optimasi menggunakan algoritma genetika berlangsung dari tahap awal hingga akhir dan akan berhenti jika telah mencapai nilai optimum dari PEAQ, MOS, dan BER.



Gambar 2. Diagram alir skema umum proses *audio watermarking*.

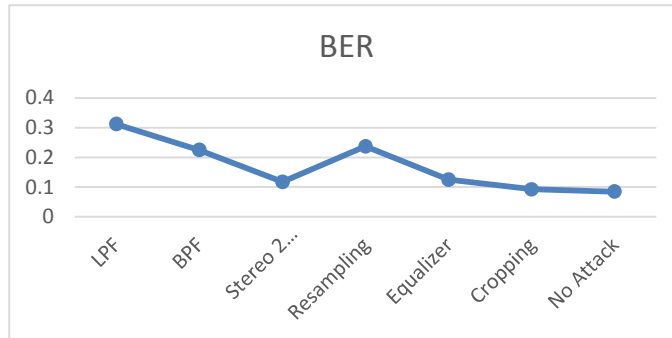
Gambar di atas merupakan skema umum perancangan yang akan dikerjakan pada penelitian ini. Proses pertama adalah *host audio* diambil terlebih dahulu. Kemudian setelah pengambilan *host audio*, dilakukan proses *framing* untuk mengetahui jumlah bit yang akan disisipkan. Setelah dilakukan proses *framing*, dilakukan proses *embedding*. Proses *embedding* merupakan proses penyisipan data *watermark* ke *host audio*, kemudian didapatkan *audio* yang sudah terwatermark. Lalu, *watermarked audio* akan diuji ketahanannya melalui beberapa serangan kemudian akan dilakukan proses ekstraksi untuk memeriksa seberapa besar pengaruh serangan terhadap pesan yang disisipkan.

Hasil dan Analisis

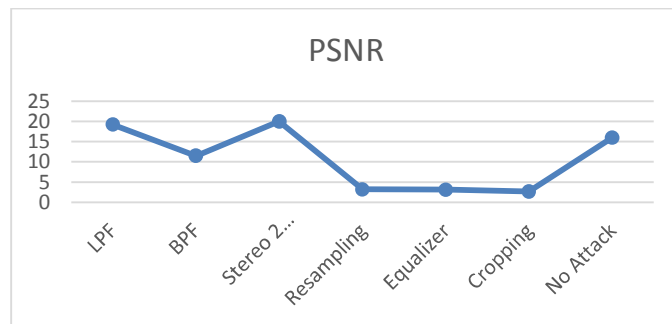
Berdasarkan implementasi pada program yang telah dirancang sebelumnya, maka didapatlah data hasil pengujian pada audio mono. Berikut ini adalah nilai yang memperlihatkan kualitas yang dihasilkan oleh audio setelah melalui proses *watermark*.

Tabel 1. Hasil analisis kualitas yang dihasilkan oleh audio setelah melalui proses *watermark*.

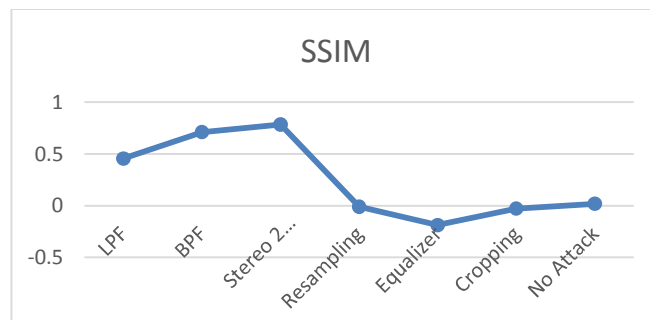
Attack	ODG	SNR	BER	PSNR	SSIM
LPF	-1.9124	15.3375	0.3125	19,244	0.4565
BPF	-1.9124	15.3375	0.2250	11.477	0.7115
Stereo 2 mono	-1.9124	15.3375	0.1175	20	0.7854
Resampling	-1.9124	15.3375	0.2375	3.1911	-0.0110
Equalizer	-1.9124	15.3375	0.1250	3.1355	-0.1882
Cropping	-1.9124	15.3375	0.0925	2,6774	-0.0278
No Attack	-1.9124	15.3375	0.0850	16	0.0191



Gambar 3. Grafik BER



Gambar 4. Grafik PSNR



Gambar 5. Grafik SSIM

Dari gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai BER yang didapat sekitar 0,7 – 0,3, ini menunjukkan kualitas *audio watermark* yang bervariasi. Nilai BER yang bernilai dibawah 0,1 menunjukkan kualitas audio yang cukup baik, sedangkan beberapa *audio watermark* lainnya memiliki kualitas yang kurang baik.

Nilai ODG yang dihasilkan berada pada nilai tengah dari rentang nilai yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan kualitas audio suara yang tidak cukup baik namun tidak terlalu buruk.

3. Simpulan

Berdasarkan implementasi program untuk sistem *watermarking audio* menggunakan metode m-ary dengan optimasi algoritma genetika, program ini membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan nilai BER dan ODG yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] S. H. Supangkat, "Watermarking sebagai Teknik Penyembunyian Label Hak Cipta pada Data Digital," vol. 6, no. 3, pp. 19–27, 2000.
- [2] Pratono Adrian Eka Fikri, Wahidah Ida , Budiman Gelar, "IMPLEMENTASI IMAGE WATERMARKING DENGAN METODE SPREAD SPECTRUM DAN DWT BERBASIS ANDROID,"
- [3] Budiman Gelar, Novamizanti Ledy and Iwut Iwan, "Genetics Algorithm Optimization of DWT-DCT Based Image Watermarking,"
- [4] G. Zeng and Z. Qiu, "Audio watermarking in DCT: Embedding strategy and algorithm," *Int. Conf. Signal Process. Proceedings, ICSP*, pp. 2193–2196, 2008.
- [5] W. Bender, N. Morimoto, and A. Lu, "Techniques for data," vol. 35, pp. 313–336, 1996.
- [6] A. Binny, "Hiding Secret Information Using LSB Based Audio Steganography," pp. 1–4, 2014.
- [7] J. D. Gordy and L. T. Bruton, "Performance Evaluation of Digital Audio Watermarking Algorithms," pp. 456–459, 2000.
- [8] S. Pogodda, "ANALISA DAN IMPLEMENTASI VIDEO WATERMARKING MENGGUNAKAN STANDAR H.751," p. 18571442, 2013.
- [9] A. R. Hakim, "Analisa Perbandingan Watermarking Image Menggunakan Discrete Wavelet Transform," 2012.
- [10] M. Kutter, "Performance Improvement of Spread Spectrum Based Image Watermarking Schemes Through M-ary Modulation."
- [11] "A New Method for intelligent Audio Watermarking Based on Genetic Algorithms."
- [12] Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Yogyakarta : Andi Offset.
- [13] Suyanto.(2007). *Artificial Intelligence*. Bandung: Informatika Bandung.