

Perancangan Audio Watermarking Stereo Dengan Sinkronisasi Menggunakan Metode Hybrid Dwt Dan Smm Berbasis Fft

Zahra Zettira Zukhrifuljannah¹, Gelar Budiman², Ledy Novamizanti³

S1 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom^{1,2,3}
zahrazettira3@gmail.com¹

Abstrak

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin pesat memudahkan manusia dalam melakukan pertukaran data dan informasi. Semakin mudahnya seseorang melakukan pertukaran data dan informasi, maka semakin besar potensi manipulasi multimedia data seperti audio, gambar, video, text, dan lain-lain. Watermarking memberikan solusi terhadap masalah keaslian data tersebut serta melindungi konten digital untuk mencegah pelanggaran hak cipta. Watermarking merupakan suatu teknik penyembunyian atau penanaman data/info pada suatu media berupa audio/gambar/video/text/lain-lain ke dalam suatu data digital lainnya dan harus tahan terhadap serangan. Audio watermarking merupakan pengimplementasian dari watermarking untuk melindungi keaslian dan hak cipta multimedia pada file audio. Pada penelitian ini pemakalah akan merancang audio watermarking stereo yang sudah melalui proses sinkronisasi, dimana pada proses embedding dan extractionnya dilakukan dengan metode *Hybrid Discrete Wavelet Transform* dan *Statistical Mean Manipulation* berbasis *Fast Fourier Transform*. Hasil yang diharapkan pada makalah ini harus menunjukkan bahwa usulan metode watermarking sangat tahan dan kuat terhadap berbagai jenis serangan. Hasil yang diharapkan pada makalah ini harus meningkatkan kualitas watermarking audio yang dinilai *robustness*, *embedded capacity*, dan *transparency*.

Kata Kunci : *Audio Watermarking Stereo, Discrete Wavelet Transform, Fast Fourier Transform, Sinkronisasi, Statistical Mean Manipulation.*

1. Pendahuluan

Perkembangan terbaru dari dunia digital telah berperan dalam manipulasi multimedia data seperti audio, gambar, *text* ataupun video. Kemudahan dalam mengakses serta menduplikasi data multimedia telah menyebabkan masalah serius untuk perlindungan hak cipta. Oleh karena itu diperlukan teknik untuk melindungi konten digital untuk mencegah pelanggaran hak cipta tersebut. Solusi yang tepat untuk melindungi hak cipta dari sinyal audio digital tersebut adalah adanya *watermark* berupa *copyright* beserta dengan kunci yang mana *watermark* tersebut *invertible*. Dan dalam waktu yang sama *watermark* pada audio file tersebut memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan yang baik. *Watermarking* merupakan teknik untuk penyembunyian atau penanaman data/informasi pada suatu media pada suatu media berupa audio/gambar/video/text/lain-lain ke dalam suatu data digital lainnya dan harus tahan terhadap serangan. *Audio watermarking* adalah pengimplementasian dari teknik *watermarking* untuk melindungi keaslian dan hak cipta multimedia pada file audio. Data yang akan disisipkan disebut *watermark* sedangkan data digital dalam audio yang tersisipi disebut *host*.

Penyisipan informasi kedalam data digital dilakukan sedemikian rupa agar tanpa merusak kualitas data yang disisipi. Data *watermark* tersebut harus dapat diekstrak kembali dan mirip dengan aslinya agar tidak terdeteksi oleh indra penglihatan disebut *human visual system* (HVS) atau indra pendengaran disebut *human auditory system* (HAS) [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, skema audio watermarking telah dikembangkan. Berikut adalah beberapa penelitian terkait yang telah diajukan. Dalam beberapa makalah, seperti [2], [3], dan [4] menunjukkan bahwa metode yang diusulkan memberikan kualitas yang lebih baik pada *watermark audio* dan kuat terhadap serangan MP3. Menurut hasil tes subjektif dan kualitas audio SNR, data *watermark* relatif baik, tetapi masih ada ruang untuk perbaikan. Pada [5] menunjukkan bahwa metode yang diusulkan memiliki *imperceptibility* baik dan kuat terhadap serangan pemrosesan sinyal. Di domain waktu, metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) diterapkan untuk mengubah host audio ke beberapa band sebelum memilih setiap subbands untuk proses embedding selanjutnya. Neha et.al [13] mengusulkan metode lebih baik dengan

menggunakan konsep DWT dan teknik *Least Significant Bit* (LSB). Dengan mengambil frekuensi yang lebih tinggi dari DWT dan menggunakan teknik LSB mendapatkan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Dalam frekuensi domain, metode *Fast Fourier Transform* (FFT) diterapkan untuk mengkonversi sinyal domain waktu ke sinyal domain frekuensi. Kami membandingkan domain waktu dengan domain frekuensi, domain frekuensi lebih kompleks dan kuat terhadap berbagai serangan [14]. Mehdi et.al [15] menggunakan FFT berdasarkan angka Fibonacci. Metode ini mengusulkan bahwa jika frekuensi band diperbesar, kapasitas dan distorsi akan meningkat dan perlawanan akan berkurang. Kemudian, jika ukuran bingkai meningkat kemudian ketahanan akan meningkat dan dapat menurunkan kapasitas. Hasil simulasinya adalah kesalahan rata-rata untuk setiap sampel adalah 25%, kapasitas tinggi, dan mencapai nilai ODG -1 yang menyediakan ketidaksempurnaan dan ketahanan yang baik. *Quantization Index Modulation* (QIM) merupakan salah satu metode kuantisasi untuk menanamkan informasi. QIM adalah proses pemetaan nilai amplitudo sinyal sampel oleh pembulatan menjadi angka terdekat "0" dan "1" [16] atau menyisipkan bit *watermark* ke sinyal host sedemikian rupa sehingga sinyal host mengalami perubahan amplitudo. Jong et.al [17] mengusulkan untuk menggunakan QIM sebagai metode *embedding* yang menghasilkan kualitas audio dengan SNR di atas 20 dB dan kinerja yang baik terhadap berbagai serangan. Selain itu, QIM juga dapat dikatakan metode teknik yang sangat sederhana dan dapat mencapai ketahanan, kapasitas, dan tingkat distorsi sinyal yang baik. Pada penelitian [23], hasil pengujian modulasi multicarrier menunjukkan bahwa informasi tersembunyi di host audio dapat mencapai hingga 40 bps dan tingkat imperceptibility masih dapat diterima, karena MOS hasilnya adalah lebih dari 4. Hasil prosedur testbed memberikan ketahanan sempurna dalam penambahan serangan noise. Dan kekokohan audio watermarking ini masih dapat diterima dengan serangan kompresi MP3 dan penyaringan untuk memotong frekuensi hingga 16 kHz, karena BER kurang dari 10%. Membandingkan dengan metode lain yang saat ini, metode ini diusulkan memiliki ketahanan sempurna atau BER nol ketika jenis serangan yang digunakan kompresi 128 kbps MP3. Pada penelitian [24], penggunaan *Genetics algorithm* (GA) pada DCT 2D berbasis *image watermarking* memiliki peranan penting untuk menentukan nilai parameter yang optimal serta menghasilkan kombinasi yang dapat dikontrol diantaranya ketahanan, *invisibility*, dan kapasitas. Dengan demikian, GA dapat meningkatkan metode dengan menentukan nilai yang tepat dari parameter tersebut untuk mencapai nilai BER, PSNR dan

payload. Pada penelitian [25], penambahan dekomposisi DWT dalam DCT berbasis *image watermarking* dioptimalkan oleh GA yang telah meningkatkan kinerja *image watermarking*. *Imperceptibility* atau ketahanan telah ditingkatkan untuk kinerja yang signifikan. Hasil dari lima serangan: JPEG 50%, *resize* 50%, pemerataan histogram, *salt-pepper* dan penambahan noise dengan varian 0,01, ketahanan dalam metoda yang diusulkan telah mencapai *watermark* yang sempurna dengan kualitas BER=0. Dan kualitas *image watermark* oleh parameter PSNR juga meningkat sekitar 5 dB dari kualitas *image watermark* dari metode sebelumnya.

Pada penelitian [22], [23], dan [24] merupakan penelitian kami sebelumnya, sehingga pada makalah ini melanjutkan pengembangan penelitian dari penelitian tersebut. Dalam makalah ini, kami mengusulkan audio *watermarking* stereo dengan sinkronisasi menggunakan metode *hybrid* DWT dan SMM berbasis metode FFT. Transformasi wavelet [18] [19] adalah salah satu teknik transformasi yang dapat mengurangi kebisingan, kemampuan multi resolusi yang baik dan mendapatkan representasi sinyal audio yang lebih baik dalam frekuensi domain waktu. Metode transformasi yang digunakan dalam makalah ini adalah DWT dan penyisipannya menggunakan metode SMM. DWT merupakan multi resolusi skema dekomposisi untuk sinyal input [15]. Kualitas yang dihasilkan oleh metode DWT memiliki persepsi yang baik dan tahan terhadap banyak serangan [20] [21]. Dalam metode kami, DWT pertama kali diterapkan untuk mengubah host audio ke beberapa subband, kami dapat memilih subband yang akan digunakan melalui proses penyisipan [2]. Selanjutnya, proses *embedding* bit sinkronisasi menggunakan metode SMM. Bit sinkronisasi digunakan untuk mendapatkan posisi watermark dalam proses ekstraksi [6]. Metode FFT digunakan untuk mengubah sinyal domain waktu ke sinyal domain frekuensi. Setelah proses FFT kami memilih sampel tertentu dalam domain frekuensi yang akan digunakan untuk menyembunyikan *watermark*. Dengan menggunakan metode tersebut, kami dapat meningkatkan *robustness*, *imperceptibility* dan kapasitas *watermark*.

Makalah ini dideskripsikan sebagai berikut: pada bagian 1 menjelaskan pendahuluan yang meliputi hasil studi makalah yang menjelaskan penelitian terkait. Pada bagian 2 mendeskripsikan landasan teori mengenai audio *watermarking*. Pada bagian 3 menjelaskan model audio *watermarking*, seperti tahapan-tahapan dan model sistem yang digunakan pada makalah ini. Kemudian, pada bagian 4 menjelaskan hasil dan analisis beberapa parameter kinerja, sedangkan kesimpulannya adalah pada bagian 5.

2. Landasan Teori

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai jenis metode yang digunakan pada makalah ini, seperti rincian metode, pengumpulan data dan metode analisis data yang digunakan.

2.1 Metode Pengumpulan Data

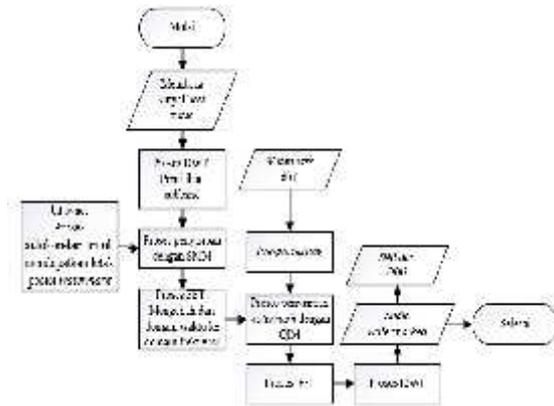
Metode pertama yang digunakan adalah pengumpulan studi literatur tentang *Audio Watermarking*, *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, *Statistical Mean Manipulation (SMM)*, *Fast Fourier Transform (FFT)*, dan *Quantization Index Modulation (QIM)* dimana literatur yang kami gunakan adalah berupa jurnal penelitian, buku referensi dan sumber terkait lainnya. Lalu dilakukan implementasian audio watermarking dengan menggunakan metode DWT, SMM, dan FFT. Penggunaan metode tersebut dikarenakan pada penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan penggabungan dari metode tersebut dengan secara detail dan menyeluruh, serta setelah dibaca dari beberapa paper sebelumnya masing-masing dari metode tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan yang berbeda-beda, selain itu memiliki hasil yang kurang maksimal. Implementasi tersebut dilakukan dengan menggunakan matlab R2015a. Kemudian, dilakukan analisis nilai SNR, ODG dan BER, untuk mengetahui seberapa tahan file tersebut terhadap serangan dan seberapa bagus kualitas dari file tersebut untuk membuktikan bahwa metode yang digunakan adalah metode yang terbaik. Dan yang terakhir, dilakukan analisis perbandingan serta penarikan kesimpulan dari hasil perbandingan tersebut dan ditulis dalam bentuk makalah.

2.2 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah dengan menghitung nilai BER, SNR dan ODG. Untuk mengetahui nilai-nilai tersebut harus dilakukan proses embedding dan ekstraksi sinyal audio, karena nilai tersebut akan didapatkan saat kami membandingkan hasil dari sinyal sebelum dan sesudah di ekstraksi. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai proses *embedding* dan ekstraksi.

2.2.1 Proses *embedding*

Embedding adalah proses penyisipan *watermark* ke dalam host sinyal audio. Berikut ini merupakan penjelasan prosesnya :



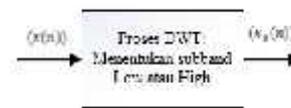
Gambar 1 Proses *Embedding*

Step 1: Membaca sinyal host audio ($x(n)$) kedalam matriks satu dimensi.



Gambar 2 Proses membaca sinyal host audio

Step 2: Dilakukan proses DWT untuk mentransformasikan host audio ke dalam beberapa *subband* ($x_p(n)$), *subband* tersebut akan dilakukan proses *embedding*.



Gambar 3 Proses DWT

Sampel dilewatkan melalui *Low Pass Filter (LPF)* dengan respon impuls dalam persamaan :

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

Sinyal didekomposisi secara bersamaan menggunakan *High Pass Filter (HPF)*. HPF berfungsi untuk meloloskan frekuensi tinggi. Berdasarkan teori Nyquist, setengah frekuensi dari sinyal HPF akan diredam. Keluaran sinyal ($x_p(n)$) maka diperoleh dari persamaan :

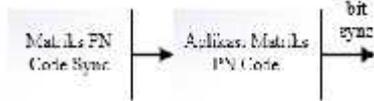
$$y_{low}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]g[2n-k]$$

$$y_{high}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[2n-k]$$

terbagi menjadi dua resolusi waktu yang hanya terurai setengah dari karakteristik keluaran sinyal [5].

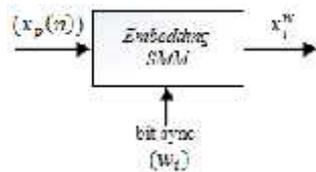
Step 3: Pada bit sinkronisasi dilakukan proses autokorelasi untuk mendapatkan letak posisi *watermark*, sehingga saat diekstraksi tidak hancur *watermark*nya.

Pada proses ini pengirim maupun penerima sudah mempunyai kode referensi. Kode referensi/bit sinkronisasi merupakan kode pn code yang dibangkitkan. Berikut diagram alir proses penambahan bit sinkronisasi pada Gambar. 4.



Gambar 4 Proses penambahan bit sync

Step 4: Dilakukan proses penyisipan dengan SMM ditambahkan bit sinkronisasi. Pada proses penyisipan dengan SMM melalui beberapa tahap. Tahapan ini terkait dalam diagram alir pada Gambar. 5.



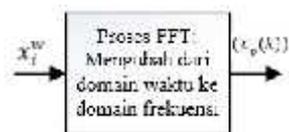
Gambar 5 Proses penyisipan pada SMM

Keluaran sinyal x_i^w maka diperoleh dari persamaan :

$$x_i^w = x_i - \mu_i + \alpha \cdot w_i$$

dimana i adalah segmen atau frame yang memiliki range : $0 \leq i < N$, N adalah jumlah sampel per segmen atau $Nframe$ yang diproses pada setiap penyisipan bit watermark, x_i adalah sinyal dalam domain DWT pada level ke- i sebelum disisipkan, x_i^w adalah sinyal dalam domain DWT pada level ke- i setelah disisipkan, μ_i adalah rata-rata sinyal x_i , α adalah faktor modifikasi rata-rata pada SMM, dan w_i adalah watermark bit sync.

Step 5: Dilakukan proses transformasi FFT, dimana proses ini merupakan proses transformasi dari domain waktu ke domain frekuensi $(\bar{x}_p(k))$.



Gambar 6 Proses FFT

Pada proses FFT dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$(\bar{x}_p(k)) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j \frac{2\pi kn}{N}} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn}$$

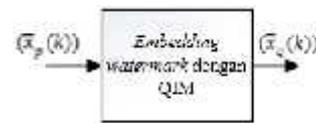
$$k = 0, 1, \dots, N-1$$

$$W_N = e^{-j \frac{2\pi}{N}}$$

Keluaran dari FFT berupa sinyal frekuensi rendah.

Step 6: Watermark $(w_p(n))$ dilakukan proses pre-processing. Pre-processing merupakan proses perubahan matriks dari matriks dua dimensi kedalam matriks satu dimensi. Watermark berupa image, biner yang terbaca sebagai tipe *return to zero* (RZ) atau angka 0 dan 1, harus dikonversi dulu ke tipe *non return to zero* (NRZ) atau 1 dan -1 agar dapat dilakukan penyisipan.

Step 7: Dilakukan proses penyisipan QIM sehingga menghasilkan $(\bar{x}_q(k))$.



Gambar 7 Proses penyisipan pada QIM

Keluaran sinyal $(\bar{x}_q(k))$ maka diperoleh dari persamaan :

$$F'(0) = \begin{cases} A_k, & \text{if } w = 1 \text{ dan } \arg \min |F(0) - A_k| \\ B_k, & \text{if } w = 0 \text{ dan } \arg \min |F(0) - B_k| \end{cases}$$

$$A_k = \Delta \left(2 + \frac{1}{2} \right) \text{ and } B_k = \Delta \left(2 - \frac{1}{2} \right)$$

with $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Step 8: Dilakukan proses IFFT, dimana proses ini merupakan proses transformasi untuk mengkonversi atau mengubah bit yang berupa matriks tersebut dari domain frekuensi ke domain waktu. Hasil dari proses ini berupa matriks. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$$x(b) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \bar{x}(k) e^{j \frac{2\pi kb}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \bar{x}(k) W_N^{-kb} \quad b = 0, 1, \dots, N-1$$

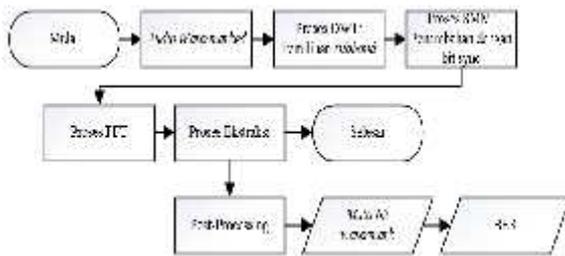
Step 9: Dilakukan proses IDWT untuk mengembalikan sinyal menjadi seperti semula sebelum disisipi watermark, hasil dari proses ini adalah watermarked audio $\hat{x}(n)$.

Step 10: Menghitung Bit Error Rate setelah mendapatkan sinyal $\hat{x}(n)$. Untuk pengujian sinkronisasi dilihat dari parameter *Bit Error Rate* (BER).

2.2.2 Proses ekstraksi

Host audio yang telah disisipi oleh watermark harus dilakukan proses ekstraksi yaitu proses pengambilan kembali watermark yang sudah disisipi, hal ini untuk mengetahui bagaimana kualitas yang didapatkan dari metode yang

diusulkan. Proses dari ekstraksi tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Proses ekstraksi

- Step 1: Membaca sinyal *watermarked audio* $\bar{x}(n)$ dalam matriks satu dimensi.
- Step 2: Dilakukan proses DWT untuk menentukan subband mana yang akan digunakan untuk proses ekstraksi. Hasil dari proses ini adalah matriks $\bar{x}_p(n)$
- Step 3: Mendeteksi bit sinkronisasi dengan SMM dari *subband* keluaran DWT. Meratakan sinyal pada satu segmen, jika hasilnya diatas 0 maka watermark yang dideteksi adalah bernilai "1", namun jika hasil rata-ratanya di bawah 0 maka watermark yang dideteksi adalah bernilai "0", sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$w_i = \begin{cases} 1, & \mu_i \geq 0 \\ 0, & \mu_i < 0 \end{cases}$$

Sehingga tidak diperlukan konversi dari NRZ ke RZ karena hasil akhir sudah diperoleh tipe bilangan RZ sesuai watermark aslinya.

- Step 4: Dilakukan proses FFT, lakukan proses yang sama seperti yang dilakukan pada proses *embedding*. Pada proses ini dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$x(b) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(d) e^{j \frac{2\pi b n}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(d) W_N^{bn}$$

$n = 0, 1, \dots, N-1$

- Step 5: Dilakukan proses ekstraksi *watermark* dari komponen tersebut.
- Step 6: Dilakukan proses *pre-processing*. Proses *pre-processing* merupakan proses perubahan dari matriks satu dimensi kedalam matriks dua dimensi.
- Step 7: Kemudian diambil kembali *watermarknya* $\bar{w}(n)$.
- Step 8: Dilakukan perhitungan untuk nilai *Bit Error Rate* (BER)nya.

2.3 Parameter yang digunakan

Dalam makalah ini kami menguji audio dan watermark yang telah diekstraksi dimana

parameter yang kami gunakan adalah *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Bit Error Rate* (BER), *Objective Different Grade* (ODG).

2.3.1 SNR

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan suatu nilai yang menyatakan tingkat noise atas *audio* yang sudah disisipi pesan. Penggunaan SNR yaitu dalam pengukuran kualitas *audio* secara obyektif dan batas SNR yang ada. Nilai SNR dikatakan bagus jika *audio* > 20 dB, berikut persamaannya [4]:

$$SNR = 10 \times \log_{10} \left[\frac{\sum_{n=0}^{N-1} f^2(n)}{\sum_{n=0}^{N-1} (g(n) - f(n))^2} \right]$$

Dimana, N =panjang audio, $f(n)$ =sampel sinyal *audio* asli, $g(n)$ =sampel sinyal *audio watermark*.

2.3.2 BER

Bit Error Rate (BER) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur ketepatan data hasil ekstraksi pesan yang disisipkan pada *file audio*. Cara perhitungannya yaitu dengan menghitung persentase bit yang salah dari hasil yang sudah di ekstraksi dengan bit keseluruhan sebelum dilakukan *embedding*. Nilai BER dapat dihitung dengan persamaan [4]:

$$BER = \frac{\text{Jumlah Bit error}}{\text{Jumlah keseluruhan bit yang ditransmisikan}}$$

Jika tidak dalam bentuk persen, nilai BER memiliki range antara 0 sampai dengan 1. Semakin menuju ke 1 maka nilai BER semakin besar yang artinya semakin banyak bit yang error. Dalam Tugas Akhir ini bit yang dimaksud adalah bit watermark.

2.3.3 ODG

Objective Different Grade (ODG) adalah parameter pengukuran obyektif yang dihitung dengan evaluasi persepsi dari algoritma kualitas *audio* yang ditentukan dalam ITU-R BS. 1387-1 standar (*International Telecommunication Union-Radio-communication Sector*). Nilai ODG merupakan salah satu output yang didapatkan dari teknik perhitungan *Perceptual Evaluation of Audio Quality* (PEAQ). Penilaian ODG berkisar dari 0 sampai -4 seperti yang tertuang pada Tabel [4]:

Tabel 1 Skala ODG/PEAQ

Skala ODG/PEAQ	Deskripsi Kerasakan	Kualitas
0	Tidak terlihat	Baik sekali
-1	Terdapat, tapi mengganggu	Baik
-2	Sedikit mengganggu	Cukup
-3	Mengganggu	Buruk
-4	Sangat mengganggu	Sangat Buruk

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dijelaskan perancangan skema audio watermarking dengan metode

Discrete Wavelet Transform (DWT), Fast Fourier Transform (FFT) serta penyisipan *Statistical Mean Manipulation* (SMM) pada watermark dan sinkronisasi. Skenario watermarking ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu proses penyisipan dikatakan *embedding process* dan proses ekstraksi dikatakan *extraction process*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas, hasil penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan ODG>-1, SNR>30, dan BER yang mendekati 0. Audio watermarking yang diuji dengan serangan seperti low pass filter, noise, resampling, time scale modification, pitch shifting, stereo to mono dan ambien (rekaman) serta mendapatkan watermark yang baik dan kuat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini, karena berkat bantuan tersebut makalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Berikut ini adalah beberapa pihak yang terlibat dalam penyusunan makalah ini :

1. Keluarga dan sahabat yang selalu mendoakan dan mensupport agar terciptanya makalah ini.
2. Bapak Gelar Budiman S.T., M.T dan Ibu Ledy Novamizanti Ssi.,M.T selaku pembimbing 1 dan 2 yang telah membimbing penulis untuk mengerjakan makalah ini.
3. Panitia yang sudah memberikan kesempatan kali ini kepada penulis untuk mengikuti acara Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi dengan tema "Optimalisasi Riset Indonesia untuk Memperkokoh Kemandirian Bangsa dan Menjawab Tantangan Dinamika Asean Community " yang diselenggarakan di STTN Yogyakarta, 9 Desember 2017.

Daftar Pustaka

- [1] Kang, Xiangui Yang, Rui Huang, Jiwu, "Geometric invariant audio watermarking based on an LCM feature," *IEEE Transactions on Multimedia*, 2011.
- [2] Minamoto, Teruya Ogata, Yuji Sawai, Masahiro, "Visualization of digital audio watermarking based on the dyadic wavelet transform", Proceedings of the 9th International Conference on Information Technology, ITNG, 2012.
- [3] Chen, Brian, and Gregory Wornell. "Quantization Index Modulation Methods for Digital Watermarking and Information Embedding of Multimedia," *Journal of VLSI Signal Processing* 27, 7-33, 2001.
- [4] X. W. X. Wen, X. D. X. Ding, J. L. J. Li, L. G. L. Gao, and H. S. H. Sun, "An Audio Watermarking Algorithm Based on Fast

- Fourier Transform", *Int. Conf. Inf. Manag. Innov. Manag. Ind. Eng.*, vol. 1, pp. 363–366, 2009.
- [5] Huan Zhao et.al, "A Robust Audio Watermarking Algorithm Based on SVD-DWT," *ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA*, ISSN 1392-1215, Vol. 20, No. 1, 2014.
- [6] Xiong-hua Huang, "A Complex Cepstrum Fragile Audio Watermarking Algorithm Based on Quantization", *Genetic and Evolutionary Computing*, International Conference, 2009.
- [7] Yiqing Lin, Waleed H, Abdulla, "A Comprehensive Foundation Using MATLAB," *Springer International, Switzerland*, 2015.
- [8] Patil, M. & Chitode, J., "Improved Technique for Audio Watermarking Based on Discrete Wavelet Transform," *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(5), pp. 511-516, 2013.
- [9] G. Budiman, A. B. Suksmono, and D. Danudirdjo, "Fibonacci Sequence Based FFT and DCT Performance Comparison in Audio Watermarking," *Pertanika J. Sci. Technol*, 2017.
- [10] Singh, P. & Chadha, R. S., "A Survey of Digital Watermarking Techniques, Applications and Attacks," *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(9), pp. 165-175, 2013.
- [11] D. Tarun and J. Mishra, "Digital Signal Processing (Principles and Applications)," *India: S.K. Rastogi for KRISHNA Prakashan Media (P) Ltd.*, 2006.
- [12] B. Cohen and G. W. Wornell, "Quantization Index Modulation-A Class of Provably Good Methods for Digital Watermarking and Information Embedding," *Res. Lab. Electron. Dep. Electr. Eng. Comput. Sci. Massachusetts Inst. Technol.*, vol. June 25-30, p. 1, 2000.
- [13] Gupta, Neha, "DWT and LSB Based Audio Steganography," *International Conference on Reliability, Optimization and Information Technology*, 2014.
- [14] D. Ambika and V. Radha, "Speech Watermarking Using Discrete Wavelet Transform, Discrete Cosine Transform And Singular Value Decomposition," *Int. J. Comput. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 11, pp. 1089–1093, 2014.
- [15] M. Fallahpour and D. Megias, "Robust audio watermarking based on fibonacci numbers," *Proc. - 2014 10th Int. Conf. Mob. Ad-Hoc Sens. Networks, MSN 2014*, pp. 343–349, 2014.

- [16] H. Kaur and U. Kaur, "Proposal Paper for improving SVD and Quantization Technique for Audio Watermarking," *Int. J. Curr. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 624–627, 2013.
- [17] J. Wang, M. Lai, K. Liang, and P. Chang, "Adaptive Wavelet Quantization Index Modulation Technique for Audio Watermarking," *Int. Comput. Symp.*, no. 1, 2006.
- [18] A. S. S. Y. D. Chincholkar, S. R. Ganorkar, "Implementation of Audio Watermarking Technique for Copyright Protection Using SWT Algorithm," *Int. J. Eng. Appl. Technol.*, pp. 42–48, 2016.
- [19] K. K. Kumar, "FPGA Implementation of Denoising Speech Signal using Stationary Wavelet Transform," *Int. J. Adv. Res. TRENDS Eng. Technol.*, vol. 3777, pp. 156–162, 2015.
- [20] Elshazly, A. R., & Nasr, M. E., "Secure and Robust High Quality DWT Domain Audio Watermarking Algorithm", Seventh International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES), 2012.
- [21] Zeng, W, "A Novel Audio Watermarking Algorithm Based on Chirp Signal and Discrete Wavelet Transform", 8th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 1-4, 2012.
- [22] I. Iwut, G. Budiman, and L. Novamizanti, "Optimization of Discrete Cosine Transform-Based Image Watermarking by Genetics Algorithm," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2016.
- [23] G. Budiman, A. B. Suksmono, and D. Danudirdjo, "A Modified Multicarrier Modulation Binary Data Embedding in Audio File," *International Journal on Electrical Engineering and Informatics - Volume 8, Number 4*, 2016.
- [24] G. Budiman, I. Iwut, and L. Novamizanti, "Genetics algorithm optimization of DWT-DCT based image Watermarking," *Journal of Physics: Conference Series*, 2017.



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281, Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

Nama Pemakalah : Zahra Zettira Zukhrifuljannah¹, Gelar Budiman², Ledy Novamizanti³
Judul Makalah : PERANCANGAN AUDIO WATERMARKING STEREO DENGAN SINKRONISASI MENGGUNAKAN METODE HYBRID DWT DAN SMM BERBASIS FFT

Pukul : 15.00 – 15.15
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : A.26
Moderator : Dulhadi, ST, MT
Notulen : Seli Novitasari, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : _____ orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dulhadi, ST, MT	 Zahra Zettira Zukhrifuljannah ¹ , Gelar Budiman ² , Ledy Novamizanti ³



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281, Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Zahra Zettira Zukhrifuljannah¹, Gelar Budiman², Ledy Novamizanti³
- Judul Makalah : PERANCANGAN AUDIO WATERMARKING STEREO DENGAN SINKRONISASI MENGGUNAKAN METODE HYBRID DWT DAN SMM BERBASIS FFT
- Pukul : 15.00 – 15.15
- Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
- Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
- Ruang : A.26

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugianto, MT	 Dulhadi, ST, MT	 Zahra Zettira Zukhrifuljannah ¹ , Gelar Budiman ² , Ledy Novamizanti ³