

PERANCANGAN TEKNIK CS DAN SINKRONISASI PADA AUDIO WATERMARKING STEREO BERBASIS LWT DENGAN METODE HYBRID CEPSTRUM DAN HISTOGRAM

Muhammad Iqbal Rabbani¹, Gelar Budiman², Ledya Novamizanti³

*SI Teknik Telekomunikasi, Telkom University^{1,2,3}
Rabbaniiqbal@gmail.com*

Abstrak

Digital watermarking adalah salah satu solusi untuk menghadapi aktivitas pembajakan terhadap data digital yang saat ini sedang marak terjadi baik itu distribusi ilegal, pelanggaran hak cipta dan *Sharing elligitimate*. Audio watermarking adalah salah satu implementasi dari digital watermarking. Pada dasarnya, audio watermarking digunakan untuk menyisipkan sebuah identitas yang bisa berupa logo, suara, ataupun gambar dari pencipta audio kedalam suatu karya yang ingin dilindungi. Metode yang digunakan dalam makalah ini adalah Lifting Wavelet Transform (LWT), Cepstrum dan Histogram untuk metode penyisipannya. Pertama, audio host didekomposisi oleh LWT untuk memilih subband frekuensi, output dari LWT akan ditransform oleh Cepstrum, dimana akan dilakukan pengubahan domain, dari domain frekuensi ke domain cepstrum. Sebelum proses penyisipan, watermark tersebut akan dikompresi oleh CS akuisisi dan ditambahkan bit sinkronisasi ke watermark. Setelah itu watermark yang sudah ditambah bit sinkronisasi akan disisipkan kedalam host audio menggunakan teknik histogram. Hasil yang diharapkan pada makalah ini harus menunjukkan bahwa usulan metode watermarking sangat tahan dan kuat terhadap berbagai jenis serangan.

Keywords : Audio Watermarking, Lifting Wavelet Transform, Cepstrum, Histogram, Compressive Sampling.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi di Indonesia saat ini berkembang dengan sangat pesat. Hal ini ditandai dengan banyaknya proses pengaksesan, pengiriman dan penyebaran media digital dalam bentuk audio, image, video, teks dll. Akan tetapi berkembangnya teknologi informasi tidak berbanding lurus dengan perkembangan keamanan dunia digital. Hal ini ditandai dengan maraknya pembajakan terhadap data digital. Oleh karena itu perlu suatu cara untuk melindungi suatu data digital dari pembajakan. Digital Watermarking menjadi solusi yang tepat untuk masalah tersebut. Lebih jauh lagi, digital watermarking berguna untuk membuktikan kepemilikan, *tamper profing*, *copyright protection*, *fingerprinting*, otentikasi, *distribution tracing*, dan sebagainya [3]. Dimana Watermarking memiliki persyaratan utama sebagai berikut [8]: *imperceptibility* yang baik untuk menjaga kualitas dari file audio, ketahanan/ *robustness* yang kuat terhadap berbagai macam serangan dan keamanan yang tinggi untuk mencegah pengaksesan oleh pihak yang tidak diperlukan. *Imperceptibility* dari watermark juga sangat penting untuk menjaga kualitas dari file yang telah terwatermark agar pengguna tidak merasa terganggu dan dapat menikmatinya [2]. Watermarking memiliki syarat agar terlaksana, yaitu media penampung dan pesan. Media penampung yang umumnya digunakan sekarang dapat berupa gambar,

video, teks, ataupun suara. Sedangkan pesan yang disembunyikan dapat berupa gambar, teks, ataupun pesan lainnya [1]. Dan pada penelitian ini, logo dipilih sebagai watermark dikarenakan bentuk citra yang berupa logo dari sebuah instansi atau perusahaan lebih menjamin segi autentikasinya [7].

Terdapat beberapa penelitian terkait tentang audio watermarking dengan salah satu metode transformasi seperti LWT, Cepstrum, dan Histogram yang akan dijelaskan pada bagian ini. Makalah pertama berjudul *A Dual Digital Audio Watermarking Algorithm Based on LWT* dimana pada makalah tersebut dijelaskan dapat menahan jenis serangan, seperti suara garam dan lada, resampling, noise Gaussian, filter low-pass, kompresi. Metode ini dapat mengamankan hak cipta dan menghasilkan integritas sinyal audio selain itu kekurangan dari makalah ini adalah tidak dijelaskannya bagaimana hasil dari BER sebelum dan sesudah disisipi oleh watermark [5]. Makalah lain diusung oleh Wang X.Y., dimana Wang [12] mengusulkan sebuah metode algoritma berdasarkan LWT. Dimana sinyal watermark disisipkan kedalam koefisien subband menggunakan metode kuantisasi. Hal ini menunjukkan bahwa deteksi watermark dapat dilakukan secara cepat tanpa sinyal asli, akan tetapi metode ini tidak membuktikan sangat kuat, hal ini karena saat begitu posisi hilang secara acak, maka watermark yang terdeteksi tidak dapat dideteksi dengan cara yang sederhana. Penelitian selanjutnya tentang metode Cepstrum. Makalah ini menyimpulkan

tentang bagaimana hubungan antara domain waktu dan koefisien arus searah pada domain cepstrum yang kompleks, kriteria evaluasi distorsi kualitas audio gabungan, *deduced expression* antara perubahan koefisien langsung kompleks cepstrum dan sinyal audio watermark SNR. Akan tetapi hasil penelitian menyimpulkan bahwa algoritma ini ternyata rapuh [13]. Penelitian selanjutnya menjelaskan bahwa hasil percobaannya memiliki ketahanan yang cukup bagus akan tetapi makalah ini tidak menunjukkan hasil dari BER, hanya menunjukkan hasil dari *normalized correlation* [11]. Xiang [14]-[15] menerapkan spesifikasi histogram dengan sukses dalam watermarking audio. Dengan invarian mean statistik dan tiga blok berturut-turut dalam histogram, algoritma domain waktu yang diusulkan bisa sangat kuat terhadap serangan TSM $\pm 30\%$. Namun, menjadi lemah dalam pemrosesan LPF dan MP3 kurang dari 7k dan hanya cocok untuk distribusi normal dengan nilai nol rata-rata. Pada paper selanjutnya dijelaskan bahwa percobaan menunjukkan bahwa skema yang diusulkan dapat tahan terhadap pemrosesan sinyal biasa secara efektif terutama ketahanan terhadap pemotongan secara random. Meskipun metode ini terbukti kuat terhadap serangan biasa, namun metode ini lemah terhadap serangan sinkronik seperti TSM [16]. Pada makalah selanjutnya, metode yang diusulkan meningkatkan ketahanan terhadap kompresi data dan beberapa jenis serangan sinkronisasi seperti pitch-shifting, MP3, dan sampel potong. Meskipun metode ini meningkatkan ketahanan akan tetapi perkiraan nilai kapasitas terbatas karena adanya poin stabilitas yang menonjol [4]. Pada makalah selanjutnya hasil BER yang didapat cukup besar, akan tetapi menjadi lebih baik saat dilakukan optimasi [9].

Dalam makalah ini, metode LWT-Cepstrum-Histogram dipilih untuk mendapatkan hasil yang lebih baik serta kemampuan *imperceptibility* yang lebih tinggi sehingga hasil kualitas audio akan semakin meningkat dan ketahanan terhadap serangan juga semakin membaik. Proses watermarking sendiri dibagi menjadi 2 proses, yaitu proses *embedding* dan *extracting* dimana pada saat *embedding* akan dilakukan proses memasukkan bit *watermark* kedalam host audio. Host audio akan diproses oleh metode LWT untuk memilih subband frekuensi, lalu output dari proses LWT akan diolah kembali menggunakan metode cepstrum untuk mengubah domain frekuensi menjadi domain cepstrum. Sebelum dilakukan proses *embedding*, pada sisi *watermark* akan dilakukan proses kompresi oleh *compressive sampling* akuisisi dan akan ditambah bit sinkronisasi pada *watermark*. Lalu akan dilakukan proses *embedding* menggunakan metode histogram. Dimana sinyal audio yang akan disisipi pada awalnya akan menjadi rentang pilihan untuk proses penyisipan. Setiap sampel audio akan dibagi dan dimasukkan kedalam beberapa wadah dengan ukuran yang sama, kemudian setelah itu akan dilakukan peregangkan sinyal sehingga setiap bit bit *watermark* dapat dimasukkan ke dalam wadah tersebut untuk disisipkan. Dan pada tahap ekstraksi akan dilakukan proses pengambilan bit *watermark* pada audio yang telah diberi *watermark*. Sebelum itu, *watermarked* audio akan dibaca. Setelah itu prosesnya akan sama seperti proses *embedding* sampai tahap ekstraksi yang menggunakan proses histogram. Lalu bit sinkronisasi akan diaplikasikan dan hasilnya akan

dilanjutkan proses rekonstruksi CS dan akhirnya akan didapatkannya kembali *watermark* yang tadi telah disisipkan. Dengan metode gabungan ini, diharapkan dapat melindungi hak cipta, menjaga kualitas audio, lebih tahan terhadap serangan, dan kekurangan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

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

2. Landasan Teori

Pada Bagian ini akan dijelaskan mengenai jenis metode yang digunakan, seperti metode analisis data yang digunakan, rincian metode dan pengumpulan data

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pertama yang digunakan adalah pengumpulan studi literatur tentang *Audio Watermarking*, *Lifting Wavelet Transform* (LWT), Cepstrum, Histogram dimana literatur yang kami gunakan adalah berupa jurnal penelitian, buku referensi dan sumber terkait lainnya. Lalu dilakukan implementasian audio watermarking dengan menggunakan metode LWT, Cepstrum dan Histogram. Penggunaan gabungan dari metode ini dikarenakan belum adanya penelitian yang menggunakan metode tersebut baik secara mendetail maupun secara menyeluruh. Dan setelah kami membaca penelitian-penelitian sebelumnya terdapat beberapa kelemahan atau hasil yang kurang maksimal. Implementasi tersebut dilakukan menggunakan aplikasi Matlab 2015A, Dan untuk yang terakhir akan ditarik sebuah kesimpulan dan ditulis dalam bentuk makalah

2.2 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah dengan memperhatikan nilai BER, SNR dan ODG. Untuk mengetahui nilai-nilai tersebut harus dilakukan proses *embedding* dan ekstraksi sinyal audio, karena nilai tersebut akan didapatkan saat kita membandingkan hasil dari sinyal yang telah di ekstraksi dan sebelum diekstraksi. Mengenai proses *embedding* dan ekstraksi akan dijelaskan di bab selanjutnya.

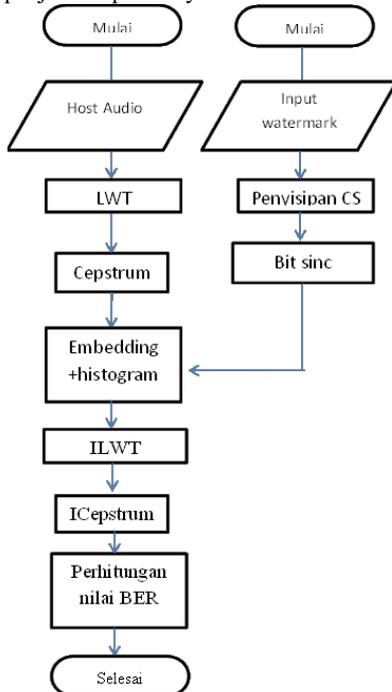
3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dijelaskan perancangan skema audio watermarking dengan metode Lifting Wavelet Transform, Cepstrum, Histogram serta penyisipan CS pada watermark dan sinkronisasi. Skenario watermarking ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu proses penyisipan / *Embedding* dan

proses penguraian / ekstraksi, berikut adalah penjelasan dari kedua proses tersebut :

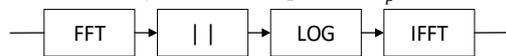
3.1 Proses embedding

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



Gambar 1 Proses *Embedding*

- Step 1: Membaca sinyal host audio ($x(n)$) kedalam matriks satu dimensi.
- Step 2: Dilakukan proses LWT untuk menentukan subband frekuensi ($x_p(n)$) subband frekuensi tersebut akan dilakukan proses *embedding*.
- Step 3: Dilakukan proses Cepstrum, dimana proses ini adalah untuk mengubah dimain frekuensi menjadi domain cepstrum ($X_p(k)$).

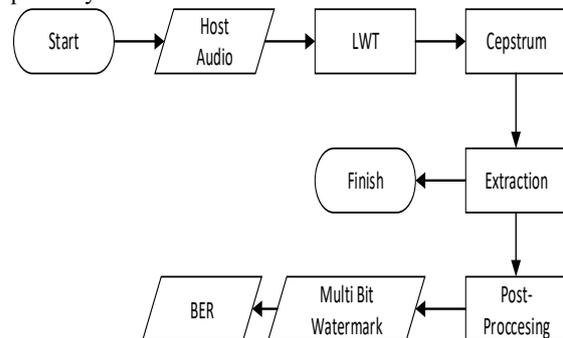


Gambar 2. Proses Cepstrum

- Step 4: Akan dilakukan proses pengkompresian watermark dengan CS akuisisi
- Step 5: Dilakukan penambahan bit sinkronisasi pada *watermark*
- Step 6: Dilakukan proses penyisipan watermark kedalam host audio sehingga menghasilkan $\hat{x}_p(k)$.
- Step 7: Dilakukan proses Icepstrum, dimana proses ini untuk mengembalikan domain menjadi semula yaitu dari domain cepstrum ke domain frekuensi $\hat{x}_p(n)$
- Step 8: Dilakukan proses ILWT untuk mengembalikan sinyal menjadi seperti semula sebelum disisipi watermark, hasil dari proses ini adalah watermarked audio $\hat{x}(n)$.
- Step 9: Menghitung Bit Error Rate setelah mendapatkan sinyal $\hat{x}(n)$.

3.2 Proses Ekstraksi

Host audio yang telah disisipi oleh *watermark* harus dilakukan proses pengambilan kembali *watermark* yang sudah disisipi, hal ini untuk mengetahui bagaimana kualitas yang didapatkan dari metode yang diusulkan. Berikut ini adalah penjelasan prosesnya :



Gambar 3. Proses ekstraksi

- Step 1: Membaca sinyal *watermarked audio* $\hat{x}(n)$ dalam matriks satu dimensi.
- Step 2: Dilakukan proses LWT untuk menentukan subband frekuensi mana yang akan digunakan untuk proses ekstraksi, dan frekuensi yang kami gunakan adalah frekuensi rendah, hasil dari proses ini adalah matriks $\hat{x}_p(n)$
- Step 3: Dilakukan proses Cepstrum, fungsi dari proses ini sama seperti yang dilakukan pada proses *embedding*.
- Step 4: Dilakukan proses penguraian untuk mengambil watermark dari dalam host audio, hasil dari proses ini menghasilkan $\hat{w}_c(n)$
- Step 5: Dilakukan proses CS reconstruction.
- Step 6: Dilakukan penambahan bit sinkronisasi untuk mengetahui letak bit awal dari sinyal tersebut lalu dilakukan proses pre-processing lalu diambil *watermark* kembali $\hat{w}(n)$
- Step 8: Dilakukan perhitungan untuk Objective Different Grade (ODG) value.

3.3 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).

3.3.1 SNR

SNR adalah parameter yang memiliki nilai tingkat kebisingan suatu audio. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh International Federation of the Phonographic Industry (IFPI) bahwa nilai SNR sebuah sinyal audio yang normal adalah diatas 20 dB [15].

3.3.2 BER

BER adalah sebuah parameter pengukuran objektif yang digunakan untuk mengukur kesamaan

data hasil dari proses ekstraksi *watermark* yang disisipkan pada file host audio dengan cara menghitung jumlah persentase bit *error* atau salah dari hasil ekstraksi dengan bit keseluruhan sebelum dilakukan penyisipan. Pada dasarnya, nilai BER dapat diketahui dengan menghitung menggunakan persamaan 3.1 [6]:

$$BER = \frac{\text{Jumlah Bit Error}}{\text{Jumlah keseluruhan bit yang ditransmisikan}} \quad (3.1)$$

Jika tidak dalam bentuk persen, nilai BER memiliki range antara 0 sampai dengan 1. Semakin menuju ke 0 maka nilai BER semakin kecil yang berarti tidak ada bit yang *error*.

3.3.3 ODG

ODG merupakan parameter yang dihasilkan dari perbandingan sinyal audio asli dengan audio yang diberi *watermark*. Penilaian dari ODG ini berkisar dari 0.0 sampai -4.0 seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2. Nilai ODG merupakan salah satu nilai output yang didapatkan dari teknik perhitungan Perceptual Evaluation of Audio Quality (PEAQ) yang ditetapkan dalam ITU-R BS.1387 standar (International Telecommunication Union-Radio-communication Sector)[16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas, hasil penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan SNR>30, dan BER yang mendekati 0, ODG>-1. Audio watermarking yang diuji dengan serangan seperti noise, resampling, low pass filter, pitch shifting, time scale modification, stereo to mono dan speed change 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. Abi dan Umi 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 telah memberikan kesempatan 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

Budiman, Gelar., and Novamizanti, Ledy., "White Space Steganography on Text By Using Lzw-Huffman Double Compression," International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) vol. 7, No. 2, March

2015

- Budiman, G., Novamizanti, L. and Iwut, I (2017). Genetics Algorithm Optimization of DWT-DCT Based Image. *Journal of Physics: Conference Series*, vol.795.
- Budiman, G., Shin, D.H., and Suksmono, A., A Multicarrier Modulation Audio Watermarking System, in *ICEEI 2015*, Bali, 2015.
- C.T. Hsieh, P.Y. Tsou, "Blind cepstrum domain audio watermarking based on time energy features," *International Conference on Digital Signal Processing, DSP.*, vol. 2, pp. 705-708, 2002
- C. Xuesong, C. Haiman, and W. Fenglee, "A Dual Digital Audio Watermarking Algorithm Based on LWT," Proceedings of 2012 International Conference on Measurement, Information and Control., vol. 2 no. Mic, pp. 721-725, 2012.
- G. Zeng and Z. Qiu. "Audio watermarking in DCT; Embedding Strategy and Algorithm", in Proceedings of 9th International Conference on Signal Processing, (ISP'09), pp 2193-2196. 2008
- H. Hannan., Budiman, G., dan Novamizanti, L., 2016. "Implementasi Teknik Watermarking Menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) Sebagai Sistem Perlindungan Hak Cipta Pada Data Audio". *Jurnal Elkomika.*, vol. 4, no. 1, 2016
- N. Cvejic., and T. Seppanen (eds.), Digital Audio Watermarking Techniques and Technologies: Applications and Benchmarks (*Information Science Reference*, Hershey, 2008). pp. 2, 2008.
- Sulistiyawan, Vera N., Karina, Y., dan Budiman, Gelar. "Optimasi Audio Watermarking Berbasis DWT Dan Histogram Menggunakan Algoritma Genetika ". Prosiding SENIATI, vol. 3, no. 1, 2017.
- S. Wu, J. Huang, D. Huang, and Y. Q. Shi. "Efficiently, self-synchronized audio watermarking for assured audio data transmission," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. 51, no. 1, pp. 69-76, 2005 Mar.
- V. Bhat K, Indranil Sengupta, and Abhijit Das, "Audio watermarking based on mean quantization in cepstrum domain", Proceedings of the 2008 16th International Conference on Advanced Computing and Communications, ADCOM 2008, 2008
- Wang X.Y. et al. Content-based adaptive digital audio watermarking algorithm in wavelet domain, *Mini-Micro Systems*, 26, 8, 1354-1357. 2005.
- X.huang," A complex cepstrum fragile audio watermarking algorithm based on quantization," *3rd International Conference on Genetic and Evolutionary Computing*, WGEC 2009
- Xiang S., Huang, J., and Yang, R., "Time-scale Invariant Audio Watermarking Based on the Statistical Features in Time Domain," Proc. of the 8th Information Hiding Workshop, 2006.
- Xiang S., Kim HJ. (2007) Geometrically Invariant Image Watermarking in the DWT Domain. In: Kim S., Yung M., Lee HW. (eds) Information Security Applications. WISA 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4867. Springer, Berlin, Heidelberg

- Z. Tao, H.-M. Zhao, J.Wu, J.-H. Gu, Y.-S. Xu, and D.Wu, "A lifting wavelet domain audio watermarking algorithm based on the statistical characteristics of sub-band coefficients," *Arch. Acoust.*, vol. 35, pp. 481–491, 2010