

# ANALISIS KETAHANAN *AUDIO WATERMARKING* PADA FORMAT *AUDIO* MENGGUNAKAN METODE *FREQUENCY MASKING*

## *ANALYSIS OF RESISTANCE AUDIO WATERMARKING ON FORMAT AUDIO USING FREQUENCY MASKING*

Andhika Yoga<sup>1</sup>, Ir. Jangkung Raharjo, M.T.<sup>2</sup>, I Nyoman Apraz R., S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>andhikayogakusuma@gmail.com <sup>2</sup>jkr@btp.or.id , <sup>3</sup>ramatyana@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

*Audio Watermarking* merupakan teknik penyembunyian data informasi pada *file audio* yang berfungsi memberikan tanda keaslian dan hak cipta. Penelitian ini menggunakan metode *frequency masking* untuk menentukan letak penyisipan dari bit *watermark*. Pengujian dilakukan untuk menguji ketahanan metode terhadap perubahan format audio (*convert audio*), yaitu ketika *file audio* yang sudah disisipkan, selanjutnya diubah formatnya menjadi format yang berbeda dari sebelumnya, setelah itu diambil kembali data yang telah disisipkan. Apakah data informasi yang disisipkan dapat kembali dengan baik dan utuh atau tidak, dengan mengecek nilai BER dan CER yang di dapat.

**Kata Kunci :** *Audio watermarking, File audio, Frequency masking, Convert audio*

---

### Abstract

*Audio Watermarking* is a technique of concealment of information data on audio files that serve to give marks of authenticity and copyright. This study uses the method of *frequency masking* to determine the location of the insertion of the watermark bit. Testing is done to test the method resistance to the change of audio format (*convert audio*), when the audio file that has been inserted, then changed the format into a different format than before, after it is taken back data that has been inserted. Is the inserted information data able to return properly and whole or not, by checking the value of BER and CER.

**Keywords :** *Audio watermarking, File audio, Frequency masking, Convert audio*

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan internet yang pesat telah memberikan banyak manfaat salah satunya yaitu dengan kemudahan yang didapat dalam mengakses berbagai informasi dalam format digital, berupa gambar, audio, maupun video. Seharusnya hal tersebut memiliki banyak nilai positif, namun ada saja beberapa oknum yang memanfaatkan hal tersebut untuk melakukan hal negatif yaitu berupa duplikasi atau sering disebut pembajakan hak cipta (*copyright piracy*), tentu hal tersebut merugikan bagi pemilik hak cipta seperti lagu atau musik yang dapat dengan mudahnya diduplikat oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Maka dari itu dibutuhkanlah suatu teknik untuk melindungi karya dari hak cipta tersebut, dari ketiga media berupa gambar, audio, maupun video, riset ini akan fokus terhadap media audio atau suara.

*Audio Watermarking* merupakan teknik yang akan digunakan dalam perlindungan hak cipta (*copyright piracy*) dalam media suara tersebut, dengan proses penyisipan data informasi, yang bertujuan untuk membuktikan atau menandai suatu kepemilikan, *Watermarking* pun dilakukan sebaik mungkin sehingga informasi yang disisipkan tidak merusak data asli atau

karya yang ingin disisipkan tersebut, dan juga tidak dapat diketahui oleh indera pendengaran manusia pada umumnya.

Pada riset ini akan diuji suatu ketahanan *Audio Watermarking* pada pembajakan data berupa musik dengan cara disisipkan suatu informasi menggunakan *software* MATLAB dengan metode *Frequency Masking* dimana penyisipan setiap frame berada di domain frekuensi, disimpan dengan format awal .mp3 yang kemudian diubah atau *convert* menjadi .wav, begitu pula dari .wav menjadi .mp3 dan hasil format audio tersebut akan dilihat hasil analisisnya dari dua poin, yang pertama yaitu perbandingan dari segi suara sebelum dan sesudah proses *watermarking*, yang kedua yaitu analisa dari data BER, CER, dan data yang disisipkan apakah masih utuh atau tidak.

## 2. Watermarking

*Watermark* merupakan suatu teknik yang biasa disebut *Steganography* yaitu ilmu yang mempelajari tentang menyembunyikan suatu data pada data lain. Dan pada *Digital Watermarking* data yang disisipkan ke dalam suatu media berupa sinyal digital, tujuan utama dari sistem *watermarking* yaitu untuk mencapai ketahanan terhadap serangan yang bersifat merusak atau menghilangkan informasi yang disisipkan, dikhususkan untuk perlindungan hak cipta, berbeda dengan tujuan dari *steganography* yang justru menyisipkan informasi sebanyak mungkin dan untuk mengkomunikasikan informasi digital, dan juga tidak harus memiliki ketahanan terhadap serangan yang bersifat merusak, oleh karena itu jika tujuan utama untuk perlindungan data digital, metode *digital watermarking* lebih layak digunakan.

Ada beberapa syarat karakteristik yang harus dipenuhi untuk dapat mengoptimalkan sistem *digital watermarking*, berikut sedikit dari banyak karakteristik yang harus dipenuhi, yaitu [1]:

- 1) *Percetual Transparency* : kebutuhan utama dari *watermarking*, informasi yang telah disisipkan seharusnya tidak menurunkan kualitas dari *host-data* yang disisipkan. Tidak boleh terdengar oleh telinga atau terlihat oleh mata (*imperceptible*).
- 2) *Robustness* (ketahanan) : informasi yang disisipkan harus mempunyai ketahanan terhadap beberapa jenis serangan pada *watermark*, dan informasi tersebut harus dapat diterima kembali di *decoder* dengan benar.
- 3) *Security* (keamanan) : informasi yang disisipkan sulit untuk dilepaskan dari *host-data* bahkan setelah mengalami berbagai macam serangan.
- 4) *Data Rate / Payload / Bit Rate* : *watermark* harus mampu memverifikasi dan menyediakan bukti yang terpercaya untuk membuktikan suatu produk [2].

Dan memiliki tujuan penggunaan yang paling sering dilakukan antara lain :

- 1) *Copyright Protection / proof of ownership* : untuk membuktikan hak cipta sesuatu.
- 2) *Tamper Detection* : untuk mendeteksi apakah perusakan pada data asli (pemalsuan).
- 3) *Copy Protection* : untuk mengontrol hak peng-*copy* an suatu data dan mencegah pembajakan ilegal.
- 4) *Finger Printing* : untuk melacak file yang di-*copy* secara ilegal.
- 5) *Broadcast Monitoring* : untuk memantau atau memonitoring suatu sinyal yang di *broadcast*.
- 6) *Information Carrier* : *watermark* digunakan sebagai pembawa informasi.

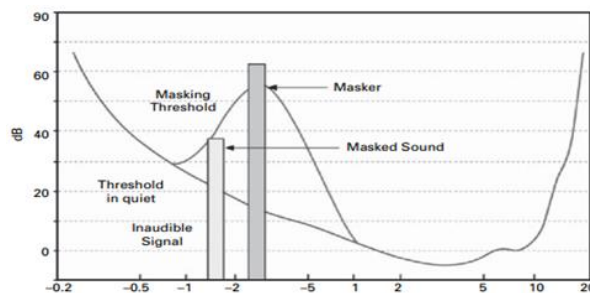
### 2.1 *Frequency Masking* [6]

Berdasarkan domain penyisipannya, teknik *watermarking audio* dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *temporal watermarking* dan *spectral watermarking*. *Temporal watermarking* melakukan penyisipan data pada *audio host* dalam domain waktu, sedangkan

*spectral watermarking* terlebih dulu melakukan proses transformasi dari domain waktu ke dalam domain frekuensi, sehingga penyisipannya dilakukan pada elemen-elemen frekuensi.

*Spectral watermarking* melibatkan proses transformasi frekuensi seperti DWT (*Discrete Wavelet Transform*) atau DCT (*Discrete Cosine Transform*) kepada *audio host* untuk memperoleh komponen *audio* dalam domain frekuensi, kemudian menyisipkan sinyal *watermark* ke dalam *audio host* tersebut, dan selanjutnya melakukan invers transformasi frekuensi untuk mendapatkan *audio* yang telah diberi *watermark* (*audio watermarked*). Proses *spectral watermarking* dapat digambarkan sebagai berikut :

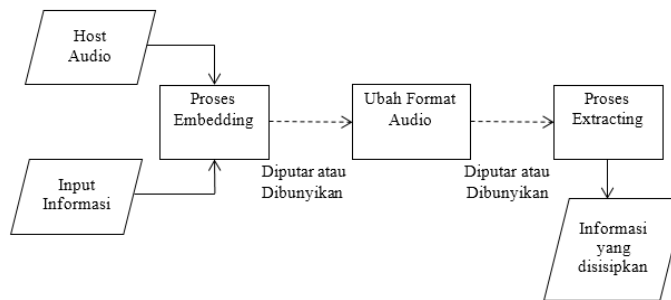
*Frequency masking* merupakan metode yang memanfaatkan kelamahan pendengaran manusia yang tidak dapat mendengar pada frekuensi tertentu. *Masking model* yang digunakan adalah model yang didefinisikan pada ISOMPEG *Audio Psychoacoustic Model*. Fenomena frekuensi domain dimana sinyal *low level* dapat dibuat tidak terdengar merupakan masking terbesar yang dalam *critical band* dan *masking* ini efektif untuk sebuah *lesser degree* dalam *neighboring bands* [7].



Gambar 1 *Frequency Masking Method* pada suatu sinyal *audio* [7]

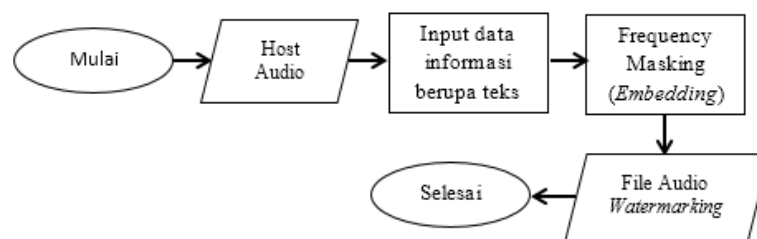
**2.1 Deskripsi Perancangan Kerja**

Perancangan *audio watermarking* ini memiliki dua tahap yang penting, yaitu *embedding* (proses penyisipan) yang menggunakan metode *frequency masking*, data yang disisipkan berupa *text* pada *audio* sehingga *audio* tersebut terdapat informasi di dalamnya dan *extracting* (proses pengambilan informasi) dimana *audio* yang telah disisipkan data tadi dipisahkan kembali antara suara asli dengan informasi yang disisipkan sebelumnya. Tahapan-tahapan yang dilalui secara umum dapat dilihat pada blok diagram yang terlihat pada gambar 3.1 :



Gambar 2 Skenario Pengujian Sistem

**2.2 Proses Penyisipan (*Embedding*)**

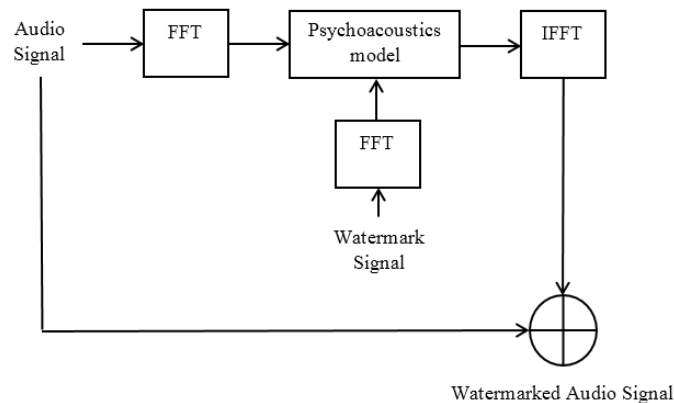


Gambar 3 Diagram alur proses *Embedding*

- a) Host Audio : file audio yang digunakan berdurasi 10 detik, dengan format “.wav”.
- b) Input data : data informasi yang digunakan berupa teks.
- c) *Embedding* : metode *frequency masking* digunakan, dengan mengubah teknik penyisipan dari domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan FFT.
- d) File audio *watermarking* : yaitu file yang sudah di-*watermark*.

Pada tahap penyisipan (*embedding*) menggunakan metode *frequency masking* memiliki diagram alur seperti di atas, dalam proses *frequency masking* sinyal audio asli yang berdurasi 10 detik akan di-*framing* terlebih dahulu menjadi 500 *frame* dengan panjang tiap *frame* berdurasi 20 ms, tiap *frame* berisikan data sebanyak 885 bit yang akan diproses dengan FFT untuk diubah dari domain waktu ke domain frekuensi sebanyak jumlah *frame* dan sebanyak data tiap *frame*, setelah memilih *host audio*, dilakukan proses pemasukan teks informasi yang berfungsi utama pada proses *embedding* ini. Setelah itu dilakukan proses *frequency masking* dan penghitungan BER (*Bit Error Rate*) pada *file audio* yang sudah disisipkan informasi atau disebut juga sebagai *watermark signal*.

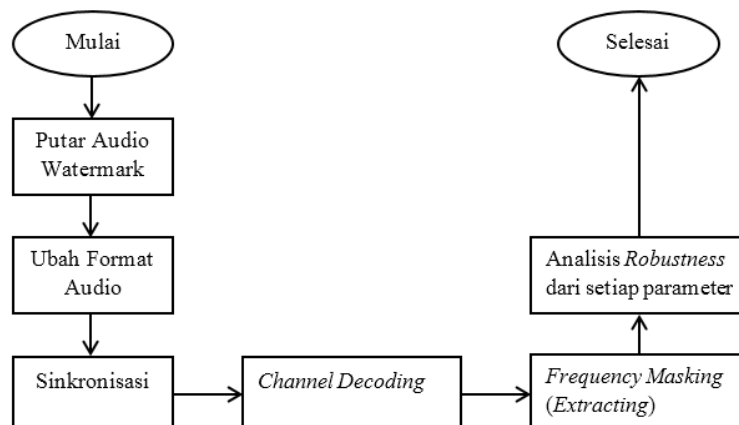
Proses penyisipan dan pendeteksian *watermark* tersebut dapat dilihat prosesnya dalam gambar berikut :



Gambar 4 Proses *Watermarking* dengan metode *Frequency Masking* [8]

### 2.3 Proses Pemisahan (*Extraction*)

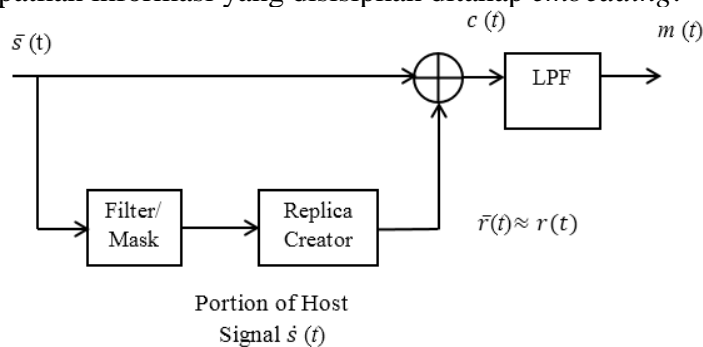
Pada *extracting* atau pengambilan data ini, audio yang berhasil disisipkan informasi atau disebut sinyal *watermark* akan diputar dan didengarkan. Setelah itu diubah formatnya dengan menggunakan *online-convert* dari “.mp3” menjadi “.wav” dan dari “.wav” menjadi “.mp3”, diagram alur dari proses ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5 Diagram alur proses *Extraction*

- a) Putar *audio watermark* : untuk mendengarkan kembali kualitas suara file audio yang sudah di-*watermark*.
- b) Ubah format audio : proses mengubah format dari “.wav” menjadi “.mp3” dan juga dari “.mp3” menjadi “.wav”.
- c) Sinkronisasi : sinkronisasi dilakukan untuk membandingkan file audio asli dengan yang sudah diberi *watermark*.
- d) *Channel decoding* dan *frequency masking* : proses ini dilakukan untuk mendapatkan kembali data informasi yang berupa teks, untuk dibandingkan keutuhan teks yang sudah disisipkan pada proses *embedding*.
- e) Analisis *robustness* : dalam tahap ini dilakukan proses analisa untuk melihat nilai BER dan CER dari file audio yang sudah di-*watermark*.

Setelah dilakukan proses ubah format audio dengan *online-convert*, audio yang dihasilkan akan masuk ke dalam proses sinkronisasi terlebih dahulu, setelah itu dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan informasi yang disisipkan ditahap *embedding*.



Gambar 6 Proses Ekstraksi [3]

### 3. Analisa dan Pengujian Sistem

Sebagian besar produk digital seperti gambar, suara, ataupun video merupakan suatu karya seseorang yang dilindungi hak cipta, banyak dan mudahnya penggandaan atau duplikasi suatu media, membuat pemegang hak cipta dirugikan. Berbagai cara telah dilakukan demi menjaga karya dan keaslian suatu produk tersebut, jika media gambar dilindungi dengan menggunakan teknik *image processing*, sedangkan suara menggunakan teknik *audio watermarking*, fokus terhadap *audio watermarking*. *Audio watermarking* itu sendiri merupakan suatu teknik penyisipan atau penyembunyian suatu informasi ke dalam suatu *file audio*. dan dengan menggunakan metode *frequency masking*, dimana metode tersebut memanfaatkan kelemahan pendengaran manusia yang tidak dapat mendengar pada frekuensi tertentu, yang diharapkan dapat memberikan ketahanan terhadap *file audio* yang telah disisipkan.

*Frequency masking* ini pun dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *temporal watermarking* dan *spectral watermarking*. *Temporal watermarking* itu melakukan penyisipan data pada *audio host* dalam domain waktu, sedangkan *spectral watermarking* harus melakukan proses transformasi terlebih dahulu dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga nantinya penyisipan dilakukan pada elemen-elemen frekuensi. Untuk merubah dari domain waktu ke domain frekuensi membutuhkan metode FFT (*Fast Fourier Transform*).

#### 3.1 Pengujian Sistem

Pengukuran hasil *watermark* dilakukan dengan cara objektif dan subjektif pada beberapa pengujian, yaitu :

- Mengukur hasil penyisipan pesan yang sama ke dalam 5 *file audio* yang berbeda jenis nya berdasarkan nilai SNR.
- Mengukur hasil dari salah satu *host audio* yang telah disisipkan beberapa teks dengan jumlah karakter minimal dan maksimal yang bisa disisipkan berdasarkan nilai SNR.
- Mengukur hasil tingkat ketahanan dari salah satu *file audio* yang telah dilakukan pengubahan format audio dengan menggunakan *online-convert* berdasarkan nilai BER, CER, dan keutuhan data informasi yang telah disisipkan.
- Mengukur kualitas suara atau *file audio* dari hasil sebelum di *watermark* dan setelah di *watermark* dari setiap jenis *file audio* yang berbeda-beda.

Penilaian dilakukan pada 5 jenis *file audio* yang berbeda dengan sebagai audio host yang telah disisipkan data informasi berupa teks. Berikut ini 5 jenis *file audio* :

Tabel 1 Berkas Audio dan Jenisnya

Audio	Jenis Audio
Jazz_first.wav	Lagu dengan nada pelan
Metal_first.wav	Lagu dengan nada keras
Slow_first.wav	Lagu dengan nada pelan
Vocal_first.wav	Suara pembicaraan
Movie_first.wav	Suara film

### 3.2 Analisis secara Objektif

Pengujian pada tahap ini dilakukan terhadap 5 *file host audio* yang nantinya akan disisipkan informasi rahasia berupa teks dengan kata “Telkom University 1st”, pengujian secara objektif ini pertama dilakukan pada kondisi normal tanpa tambahan gangguan apapun, kedua dilakukan pada salah satu *file audio* yang disisipkan dengan jumlah karakter maksimal yang dapat disisipkan, ketiga itu diuji dengan mengubah format menggunakan *online-convert* dari “.mp3” menjadi “.wav” begitu pula “.wav” menjadi “.mp3” dan diambil kembali data informasi yang telah disisipkan (*extraction*) kemudian pengukuran dilakukan berdasarkan parameter nilai BER, CER, serta utuh atau tidaknya data informasi yang telah disisipkan sebelumnya.

#### 3.2.1 Analisis perbandingan nilai SNR dengan jenis *file audio* yang berbeda

Berdasarkan hasil pengujian sistem *audio watermarking* yang dilakukan terhadap salah satu jenis *file audio* yaitu *Movie\_first.wav* dengan menyisipkan jumlah karakter minimal dan maksimal dari 1 karakter sampai dengan jumlah karakter yang paling banyak, dengan parameter pengujian tersebut, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Perbandingan nilai SNR terhadap jumlah karakter

Jenis Audio	Jumlah Karakter	Hasil SNR (dB)	Tingkat Akurasi SNR
Movie	Karakter Minimum		
	1 karakter	37.4456	Baik
	Karakter Maksimum		
	63 karakter	20.3290	Cukup Baik



### Gambar 7 Perbandingan nilai SNR terhadap jumlah karakter

Pada tabel 4.3 berupa hasil perbandingan antara nilai SNR pada *audio watermarking* terhadap jumlah karakter minimum dan maksimum yang dapat disisipkan, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah karakter yang disisipkan (teks), maka semakin kecil pula nilai SNR dari *file audio watermarking* tersebut, dari *file audio* Movie dengan panjang audio 10 detik, hal itu dikarenakan semakin banyak jumlah karakter yang disisipkan, maka semakin banyak pula bit yang disisipkan pada setiap frekuensi menggunakan metode ini, dengan begitu tingkat *noise* atau serangan pun akan semakin besar dan mengakibatkan nilai SNR yang semakin kecil pula.

### 3.2.2 Analisis ketahanan data informasi terhadap perubahan format menggunakan *online-convert*

Berdasarkan hasil pengujian sistem *audio watermarking* yang dilakukan terhadap salah satu jenis *file audio* yaitu *Vocal\_first.wav* dengan menyisipkan data informasi berupa “Telkom University 1st” dan mengubah formatnya menjadi *Vocal\_first.mp3*, dengan menggunakan *online-convert*, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3 Ketahanan data informasi terhadap perubahan format (*online-convert*)

Jenis Audio	Proses format yang diubah	Sebelum ubah format menggunakan <i>converter</i>		Setelah ubah format menggunakan <i>converter</i>		
		Data yang disisipkan ( <i>embedding</i> )	Nilai SNR (dB)	Data yang diekstrak ( <i>extracting</i> )	Nilai BER	Nilai CER
Vocal_first,wav	.mp3 menjadi .wav	Telkom University 1st	28.3236	Telkom University 1st	0	0
Vocal_first,wav	.wav menjadi .mp3	Telkom University 1st	28.3236	ü?ÿ¿«	0.5357	1

Pada tabel 4.4 didapatkan hasil sebagai berikut, data informasi yang sebelumnya disisipkan (*embedding*) dapat kembali secara utuh dan nilai BER dan CER nya pun bisa dikatakan layak dalam uji ketahanan, hal tersebut dikarenakan pada proses konversi menggunakan *online-convert*, saat mengubah dari “.Mp3” menuju “.Wav”, *file audio* akan mengalami peningkatan kualitas suara serta tidak adanya data yang dikompres, namun sebaliknya saat mengubah dari “.Wav” menuju “.Mp3”, maka *file audio* akan mengalami penurunan kualitas suara, dan berpengaruh pada hasil *converter* karena adanya pengompresan audio, pada tabel 4.4 dapat dilihat data yang disisipkan tidak kembali secara utuh, dengan nilai BER : 0.5357 dan CER : 1.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem *audio watermarking* sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Penyisipan jumlah karakter pada salah satu *file audio*, sangat berpengaruh terhadap nilai SNR, dari hasil pengujian *file audio* Movie memiliki batasan karakter maksimal yang dapat disisipkan yaitu 63 karakter, dengan nilai minimum SNR mencapai 20.3290. Hal tersebut terjadi karena setiap banyaknya karakter (teks) yang disisipkan, maka semakin banyak pula bit yang disisipkan pada setiap

frekuensi, dengan begitu akan berbanding terbalik dengan tingkat *noise* atau serangan, karena mengakibatkan nilai SNR yang semakin kecil pula.

- 2) Metode *Frequency Masking* dapat mencapai hasil *audio watermarking* yang sangat baik dan maksimal, hal tersebut dilihat dari nilai BER dan CER pada pengujian sistem tersebut dengan mengubah format menggunakan *online-convert* dari “.Mp3” menjadi “.Wav” didapatkan hasil BER : 0, dan CER : 0. Begitupun dengan data yang disisipkan berupa “Telkom University 1st” dapat kembali dengan utuh. Hal tersebut dikarenakan pada proses konversi dari .Mp3 menuju .Wav, mengalami peningkatan kualitas suara dan tidak adanya data yang dikompresi.
- 3) Data MOS menunjukkan sebagian besar penilaian *file audio* Vocal memiliki kualitas suara yang lebih baik dibandingkan dengan yang lain.

## Referensi

- [1] Hargtung, F., Kutter, M. 1998. “*Multimedia watermarking techninques*”, Proc. IEEE, Vol. 86, 1079-1107.
- [2] Chauhan, S., Rizvi, S. 2013. “*A Survey: Digital Audio Watermarking Techniques and Applications*”, 4th International Conference on Computer and Communication Technologies, 185-192.
- [3] Petrovic, R. 2001. “*Audio signal watermarking based on replica modulation*”, 5th International Conference TELSIKS'01, 227-234.
- [4] Julius, A.S. 2012 “*Analisis Watermark pada File Audio Berbasis Metode Phase Coding*”.
- [5] Otniel. 2010/2011. “*Digital Audio Watermarking dengan Fast Fourier Transform*”. Bandung.
- [6] Mirko Luca Lobina., Luigi Atzori., & Davide Mula. “*Masking Models and Watermarking: A Discussion on Methods and Effectiveness*” University of Cagliari, Italy., University Chair of Juridicual Informatics at LUISS Guido Carli, Italy.
- [7] Herianto “*Novel Digital Audio Watermarking*” Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung 40132, Email: [if14077@students.if.itb.ac.id](mailto:if14077@students.if.itb.ac.id)
- [8] DongHwan Shin. “*Introduction to Audio Watermarking*”. Seoul.
- [9] Eargle, John. (2005). *Handbook of Recording Engineering*. Springer
- [10] Hussein, S. 2015. “*Analisa Audio Watermarking Berbasis Metode Phase Coding pada Ambient Mode*”
- [11] Andini, N., Farda, E., Hidayat, B. 2014. “*Implementasi Metode Hidden Markov Model untuk Deteksi Tulisan Tangan*”
- [12] Marimoto, N., Bender, W., Gruhl, D., & Lu, A. 1996 . *Techniques for Data Hiding*. IBM Systems Journal vol.35 (3-4), 313-336.
- [13] Nurbani Yusuf (2015)“*Analisis Ketahanan Audio Watermarking di Domain Frekuensi pada Ambient Mode dengan Menggunakan Frequency Masking Method*” Jurusan Teknik Telekomunikasi Telkom University.