

DEREVERBERASI SINYAL SUARA MANUSIA MENGGUNAKAN METODE ENVELOPE FILTERING DAN ANALISIS CEPSTRAL

Ega Aridian Gusfita¹, Bambang Hidayat², Gelar Budiman³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Pada perkembangan teknologi di Indonesia sekarang ini, ilmu akustik ruang sangat dibutuhkan dalam perancangan suatu ruangan seperti gedung konser. Akustik dimaksudkan untuk mempertahankan bunyi atau suara dalam suatu ruang tertutup agar tetap nyaman didengar atau dalam beberapa situasi seperti menyangkut performa musik, menjadi lebih baik. Hal ini dilakukan karena didalam ruang tertutup suara cenderung mengalami reverberasi (pantulan), dan persepsi manusia atas suatu bunyi maupun suara tergantung dari waktu reverberasi (reverberation time) suatu suara.

Reverberasi adalah fenomena bercampurnya sinyal suara asli dengan sinyal pantulan sehingga menghasilkan suatu efek akibat suara yang dipantulkan di dalam suatu ruangan. Efek ini bisa mengakibatkan perbaikan dan juga penurunan kualitas suara pada pendengaran manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode agar efek reverberasi ini tidak merusak hasil suara, yaitu dengan cara dereverberasi yang akan meminimalisir efek pantulan pada suara tersebut.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas, yaitu dengan mengurangi efek reverberasi pada suatu suara agar lebih nyaman didengar seperti suara aslinya yang tidak mengandung efek pantulan. Metode dereverberasi yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode envelope filtering dan analisis cepstral. Pada metode ini, akan dilakukan proses analisis sintesis dengan menggunakan konsep DFT, logaritma dalam domain frekuensi, dan juga IDFT. Dari simulasi ini diharapkan bisa didapat output suara yang efek reverberasinya telah diminimalkan sehingga suara terdengar lebih jelas dan nyaman didengar walaupun suara tersebut sebelumnya telah terkena efek reverberasi ruangan.

Kata Kunci : reverberasi, akustik, envelope filtering, analisis cepstral

Abstract

On the technological developments in Indonesia today, the science of room acoustics is required in the design of a room like a concert hall. Acoustic is intended to maintain sound or speech in an enclosed space to stay comfortable hearing or in some circumstances concerning the performance of music, to be better. This is done because in an enclosed space, voice prone has reverberation (reflection), and human perception of a sound or speech is dependent of the reverberation time of a voice.

Reverberation is a phenomenon that mixing the original voice signals with the reflected signal so it produced an effect due to the reflected sound in a room. This effect can improve and also degrade the quality of sound on the human's hearing. Therefore, a method is needed to overcome the effect of reverberation so it will not damage the sound, i.e. by dereverberation that will minimize the effects of reverberation on the sound.

In this final task will be done a research to overcome problems that mentioned above, namely by reducing the effect of sound reverberation so that sounds more pleasant to hear like the original sound which does not contain the reverberation effect. Dereverberation method that will be used in this final task are envelope filtering and cepstral analysis. In this method, the analysis synthesis will be done using the concept of DFT, the logarithm in the frequency domain, and IDFT. From this simulation is expected to obtain output that the reverberation sound effects have been minimized so that the voice sounded more clear and pleasant voice, although it previously had been degraded by the effects of room reverberation.

Keywords : reverberation, acoustics, envelope filtering, cepstral analysis

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Reverberasi (*multiple echo*) adalah sinyal noise akustik yang muncul dalam suatu ruang tertutup akibat adanya superposisi dari suara pantulan *multiple* dan difraksi dari dinding dan objek-objek yang ada di dalam ruangan tersebut. Ketika ada seseorang berbicara dalam suatu ruangan, efek reverberasi tadi akan berdampak pada terdegradasinya sinyal suara asli dan juga karakteristik spektrumnya. Suara yang terdegradasi karena reverberasi ruangan akan mengganggu persepsi dari pendengar. Teknik dereverberasi sangat dibutuhkan untuk mendapatkan kejelasan dan kejernihan suara dari sumber suara yang terdegradasi atau terreverberasi akibat *Room Impulse Response (RIR)*.

Efek penting dari reverberasi terhadap suara yang harus diperhatikan adalah adanya superposisi spektral antara sumber suara asli dengan spektral sinyal reverberasi. Energi spektral dari sinyal yang tercampur reverberasi akan mengaburkan spektral dari sinyal suara asli tersebut. Akibatnya suara yang diterima pendengar menjadi kabur dan kurang jelas.

Sinyal yang terreverberasi merupakan masalah kompleks yang sulit dicari solusinya karena sinyal suara asli bercampur dengan efek reverberasi. Melalui analisis cepstral, dapat kita lakukan pemotongan envelope cepstrum dari sinyal suara yang terreverberasi sehingga didapat spektral sinyal suara yang mirip dengan asli.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian proses pengurangan efek pantulan atau disebut juga dereverberasi menggunakan metoda "*Envelope Filtering and Cepstral Analysis*." Metode ini terdiri dari 3 proses utama yaitu proses analisa dengan cara *Discrete Fourier Transform (DFT)* pada sinyal suara input, lalu dilakukan logaritma spektrum dalam domain frekuensi, dan diakhiri dengan *Invers Discrete Fourier Transform (IDFT)* untuk mendapatkan cepstrum sinyalnya dan kembali ke domain waktu. Setelah proses analisis, dilakukan proses pencarian algoritma koreksi cepstral, lalu proses sintesa yang merupakan kebalikan dari proses analisa. Dari serangkaian proses tersebut diharapkan akan menghasilkan sinyal suara yang dampak reverberasinya telah diminimalkan.

Dereverberasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

Bab I Pendahuluan

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana memperbaiki kualitas suara yang terreverberasi akibat *Room Impulse Response*.
2. Bagaimana pengaruh *Room Impulse Response* dari setiap ruangan yang digunakan sebagai model penelitian dengan ukuran dan materi yang berbeda, yang akan memberikan efek reverberasi pada sinyal suara bersih.
3. Bagaimana penerapan proses *Envelope Filtering and Cepstral Analysis* untuk mendapatkan sinyal suara yang efek reverberasinya telah diminimalkan.
4. Mencari nilai parameter *cepstral averaging* (μ) yang paling efektif agar didapat sinyal suara hasil dereverberasi dengan kualitas suara yang lebih baik dan mirip dengan sinyal suara bersihnya.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh sinyal suara yang lebih jelas dari sinyal suara yang terreverberasi akibat impuls repons ruangan melalui metode *envelope filtering* dan analisis cepstral.
2. Mendapatkan parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kejelasan suara hasil dereverberasi, yaitu :
 - 1) Parameter subjektif, berupa *Mean Opinion Score* (MOS) dengan range nilai dari 1 sampai 5.
 - 2) Parameter objektif, berupa *Mean Square Error* (MSE) yang didapat dari hasil perbandingan korelasi antara sinyal suara bersih (asli) dengan sinyal suara hasil dereverberasi.
 - 3) Metode pengukuran RT60, yaitu mengukur *reverberation time* (T_r) dari RIR baru yang terbentuk dari sinyal hasil dereverberasi saat turun 60 dB lalu dibandingkan dengan T_r saat sinyal aslinya turun 60 dB.

1.4. Batasan Masalah

1. Untuk pemrosesan digunakan input sinyal suara manusia, terdiri dari 4 orang wanita dan 4 orang pria yang masing-masing memiliki 3 variasi input yaitu pidato, menyanyi dan percakapan sehingga terdapat 20 jenis input suara dengan durasi masing-masing 10 detik.

Dereverberasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

Bab I Pendahuluan

2. Sinyal suara yang diproses tidak memperdulikan noise ($\text{noise}=0$), hanya reverberasi.
3. Frekuensi sampling 8000Hz, file suara disimpan dalam format *.wav, tipe suara adalah mono.
4. Simulasi $h(n)$ yang digunakan untuk penelitian ada tiga jenis, yaitu ruangan berukuran kecil (*small*), sedang (*medium*), dan besar (*large*) yang masing-masing memiliki nilai koefisien absorpsi dan waktu reverberasi yang berbeda.
5. Ukuran window dihitung sesuai frekuensi sampling sinyal suara input sehingga didapat jumlah sampel tiap frame.
6. Suara bersih (asli) yang akan diproses didapat dari hasil rekaman yang dilakukan pemotongan selama 10 detik.
7. Proses simulasi dereverbervasi menggunakan *toolbox RIR* dan *toolbox signal processing* pada software Matlab 7.4.0.
8. Tidak membahas mendalam mengenai proses sintesa sinyal.

1.5. Metode Penyelesaian Masalah

Untuk menyelesaikan penelitian ini, metode yang digunakan adalah :

1. Studi Literatur
Mempelajari teori - teori yang dibutuhkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini melalui berbagai referensi dan jurnal yang terkait.
2. Studi Analisis dan Perancangan Simulasi
Melakukan analisa dan perancangan blok simulasi dengan menggambarkan diagram blok simulasi sistem secara umum dengan metode terstruktur.
3. Pembuatan Blok Simulasi
 - a. Mensimulasikan impuls respons ruangan dengan ukuran ruangan yang berbeda yaitu *small*, *medium*, dan *large*.
 - b. Membuat blok simulasi analisa sintesa dengan input sinyal suara bersih yang akan terreverberasi akibat impuls respons, dilanjutkan dengan proses *envelope filtering* sehingga didapat sinyal output yang dampak reverberasinya telah dikurangi sampai dengan standar persepsi normal.

Dereverbervasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

Bab I Pendahuluan

4. Evaluasi dan Analisis

Melakukan proses evaluasi dan analisis dari hasil simulasi dengan cara membandingkan sinyal suara asli dan sinyal hasil dereverberasi dengan melihat hasil MSE (*Mean Square Error*), pengukuran RT60, dan evaluasi subjektif MOS (*Mean Opinion Score*).

5. Pengambilan kesimpulan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas teori mengenai reverberasi dan dereverberasi, akustik ruang, *Room Impulse Response* (RIR) dan *Reverberation Time* (Tr), karakteristik sinyal suara, *Fast Fourier Transform* (FFT), konsep cepstrum dan invers cepstrum.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas proses perancangan sistem dereverberasi sinyal suara menggunakan metode analisis dan sintesis *Cepstral Analysis*.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini berisi hasil dari penelitian dan menguraikan hasil analisis dari metode dereverberasi sinyal suara yang digunakan pada Tugas Akhir ini, yaitu metode *envelope filtering* dan analisis cepstral.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan-pengembangan lebih lanjut.

Dereverberasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, sebagai berikut :

1. Sistem dereverberasi dengan metode *envelope filtering* dan analisis cepstral dengan input sinyal suara dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas suara dengan mengurangi pantulan yang terjadi akibat *room impulse response* (RIR) sehingga didapat sinyal hasil dereverberasi dengan kualitas lebih baik.
2. Parameter *cepstral averaging* (μ) berpengaruh terhadap nilai MSE (*Mean Square Error*), dimana saat nilai $0.7 \leq \mu \leq 0.9$ adalah nilai μ terbaik yang menghasilkan nilai MSE terkecil untuk ruangan kecil, sedang, dan besar.
3. Parameter *cepstral averaging* (μ) berpengaruh terhadap nilai RT (*Reverberation Time*) dari sinyal suara hasil dereverberasi, dimana saat nilai $0.7 \leq \mu \leq 0.9$ adalah nilai μ terbaik yang menghasilkan nilai RT terkecil untuk ruangan kecil, sedang, dan besar.
4. Nilai MOS (*Mean Opinion Score*) terhadap DCR (*Degradation Coefficient Rating*) dengan skala 1 – 5 menyatakan kualitas suara hasil dereverberasi *good*.
5. Pada algoritma ini, nilai MSE minimum yang didapatkan untuk sinyal suara hasil dereverberasi dengan kualitas paling optimum pada tiap ruang adalah :
 - Small : 0.00870181
 - Medium : 0.00867736
 - Large : 0.00858468
6. Pada algoritma ini, nilai MSE minimum yang didapatkan untuk sinyal suara hasil dereverberasi dengan kualitas paling optimum pada tiap jenis suara input adalah :

Dereverberasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

Bab V Penutup

- Menyanyi pria : 0.007212725
 - Menyanyi wanita : 0.006563075
 - Pidato pria : 0.008364225
 - Pidato wanita : 0.0054439
 - Diskusi : 0.015137433
7. Dari perbandingan antara parameter MSE, RT, dan MOS terhadap kelima jenis sinyal suara input, dapat disimpulkan bahwa pada algoritma ini untuk semua jenis input suara akan memiliki kualitas hasil dereverberasi yang paling baik pada ruang *large*. Jika dilihat dari segi ukuran ruangan, untuk ruang *small*, *medium*, dan *large* akan lebih efektif pada jenis input pidato wanita.

5.2 Saran

Berikut saran yang penulis ajukan guna pengembangan sistem dereverberasi dengan metode *envelope filtering* berdasarkan analisis cepstral :

- Suara yang digunakan untuk input sebaiknya adalah suara yang direkam dalam ruangan *anechoic chamber* agar suara benar-benar terbebas dari efek noise dan pantulan sehingga hasil dereverberasi akan lebih akurat.
- Gunakan overlap saat pemrosesan agar hasilnya lebih akurat.
- Gunakan metode pengukuran akustik yang lebih baik dari RT60, misalnya RT50, RT40, atau *Rapid Speech Transmission Index* (RASTI).
- Pada saat memproses sinyal lakukan secara *real time, frame by frame* dengan dibatasi berapa jumlah frame yg mau diambil untuk tiap iterasi pemrosesan atau bisa juga dibatasi berdasarkan berapa *second* dari sinyal suara tersebut untuk tiap iterasi pemrosesan. Hal ini dimaksudkan agar hasil keluaran sinyal dereverberasinya lebih *real time*, karena simulasi proses dereverberasi ini pada dasarnya digunakan untuk keperluan *teleconference*, sehingga memerlukan pemrosesan yang bersifat *real time*.

Dereverberasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Envelope Filtering dan Analisis Cepstral

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Stephenne, B.Champagne. 1995. "Cepstral Prefiltering for Time Delay Estimation in Reverberant Environments". Proc. IEEE Internat. Conf. Acoust. Speech Signal Process.
- [2] Furui, Sadaoki. 1989. "Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition". Dekker, New York and Basel.
- [3] Rowden, Chris. 1992. "Speech Processing". McGraw-Hill, England.
- [4] B.P. Bogert, M.J. R. Healy, J.W. Tukey. 1963. "The Quefrency Analysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Psuedo-Autocovariance, Cross-cepstrum and Saphe Cracking", Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis, M. Rosenblat, Ed., Wiley, NY.
- [5] A.V. Oppenheim, R.W. Schafer. 1975. "Digital Signal Processing". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [6] M. Tohyama, R.H. Lyon, T. Koike. 1993. "Source Waveform Recovery in a Reverberant Space by Cepstrum Dereverberation". Proc. IEEE Internat. Conf. Acoust. Speech Signal Process.
- [7] K.Paliwal, K.Wojcicki. 2008, "Effect of Analysis Window Duration on Speech Intelligibility". ". Proc. IEEE Internat. Conf. Acoust. Speech Signal Process.
- [8] <http://merthayasa.wordpress.com>
- [9] <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/int/article/view/16870/16848>