

UJI KUALITAS SINYAL AUDIO DENGAN METODE FOURIER DAN METODE WAVELET

Khairunnisa¹⁾, Sarifudin²⁾, dan Zaiyan Ahyadi³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjend Hasan Basri,
Banjarmasin, 70123
E-mail: khairunnisa@poliban.ac.id

Abstract

In this research, two methods will be analyzed to determine their performance on audio signal quality, namely the Fourier method and the wavelet method. The performance of each method is expressed as signal-to-noise ratio (SNR). The steps of the research are taking audio signal data in wav file format, reading the sound file, then the audio signal is analyzed by fourier and wavelet methods. Fourier analysis includes the Short Time Fourier Transform (STFT) process which consists of a windowing mechanism and a Fast Fourier Transform (FFT). Next, take the power signal and Inverse Fast Fourier Transform (IFFT). Signal analysis using the wavelet method includes the process of inputting the signal, adding noise to the input signal, decomposing the noise signal with Discrete Wavelet Transform (DWT), performing thresholding process, reconstructing the signal resulting from thresholding with Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT). The actual SNR of the audio signal is 35 dB. With the Fourier method and the wavelet method, respectively, the SNR of ± 45 dB and ± 35 dB are obtained, so the wavelet method is a more effective method used to determine the quality of the audio signal than the Fourier Method.

Keywords: *fourier method, wavelet method, audio signal, SNR*

Abstrak

Pada penelitian ini akan dianalisis dua metode untuk mengetahui kinerjanya terhadap kualitas sinyal audio, yaitu metode fourier dan metode wavelet. Kinerja dari setiap metode dinyatakan sebagai signal-to-noise ratio (SNR). Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah, mengambil data sinyal audio dalam format file.wav, membaca file suara, selanjutnya sinyal audio dianalisis dengan metode fourier dan wavelet. Analisis fourier meliputi proses Short Time Fourier Transform (STFT) yang terdiri dari mekanisme windowing dan Fast Fourier Transform (FFT). Selanjutnya pengambilan power sinyal dan Inverse Fast Fourier Transform (IFFT). Analisis sinyal dengan metode wavelet meliputi proses menginputkan sinyal, menambahkan derau pada sinyal masukan, melakukan dekomposisi pada sinyal berderau dengan Discrete Wavelet Transform (DWT), melakukan proses thresholding, merekonstruksi sinyal hasil thresholding dengan Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT). SNR sinyal audio sebenarnya adalah 35 dB. Dengan metode Fourier dan metode wavelet berturut-turut diperoleh SNR ± 45 dB dan ± 35 dB, sehingga Metode Wavelet adalah metode yang lebih efektif digunakan untuk menentukan kualitas sinyal audio daripada Metode Fourier.

Kata Kunci: *metode fourier, metode wavelet, sinyal audio, SNR*

PENDAHULUAN

Sinyal audio adalah salah satu bentuk sinyal informasi yang kualitasnya dapat dipengaruhi derau (*noise*). Derau menyebabkan kualitas sinyal informasi menurun

karena dapat mengganggu kenyamanan, konsentrasi, dan menyebabkan terjadinya kesalahan persepsi ketika kita sedang menyimak suatu informasi dari sinyal audio.

Metode yang umum digunakan untuk analisis kualitas sinyal adalah metode wavelet dan fourier. Penelitian yang pernah membahas tentang usaha untuk mengurangi dan menghilangkan derau pada sinyal, umumnya hanya menggunakan satu metode tanpa membandingkan dengan metode yang lain. Walaupun metode wavelet dirancang sebagai teknik untuk menutupi kekurangan metode fourier, karakteristik kualitas sinyal dengan kedua metode tersebut tidak bisa dilihat hanya dengan membandingkan persamaan dan algoritmanya.

Penelitian tentang peningkatan kualitas sinyal audio dengan tahapan *sampling*, *frame blocking*, proses pengkodean, *windowing* dan *fourier transform*, sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pardede (2013) menggunakan metode *Nonlinear Spectral Substraction* pada sinyal ucapan menggunakan *Hamming window*, Syaifuddin (2014) menguji sinyal suara Doppler ultrasonic dengan menggunakan FFT untuk melihat domain frekuensi sinyal menggunakan pemrograman Matlab pada komputer.

Simangunsong (2013) melakukan proses reduksi derau (*denoising*) untuk memperbaiki nilai SNR sinyal berderau dengan menggunakan metode wavelet. SNR diukur dengan membandingkan energi sinyal berderau dan sinyal hasil *denoising*, dimana masing-masing sinyal dibandingkan dengan energi dari sinyal informasi. Metode wavelet digunakan oleh Ramadhan (2014) dalam proses *denoising* pada suara dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dari rekaman suara yang tercampur dengan derau.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dianalisis dua metode untuk mengetahui kinerjanya terhadap kualitas sinyal audio, yaitu metode fourier dan metode wavelet. Unjuk kerja (*performance*) dari setiap metode dinyatakan sebagai *signal-to-noise ratio* (SNR) atau rasio sinyal terhadap derau.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Mengambil dan Membaca File Suara Audio

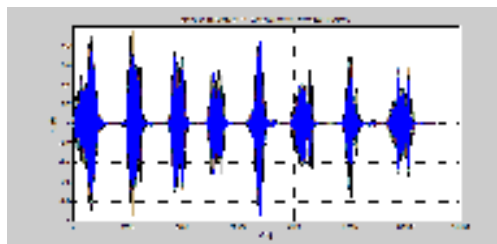
- a. Mengambil data suara audio dalam format file *wav*.

Sinyal audio yang digunakan sebagai objek penelitian adalah sinyal audio yang berasal dari Matlab

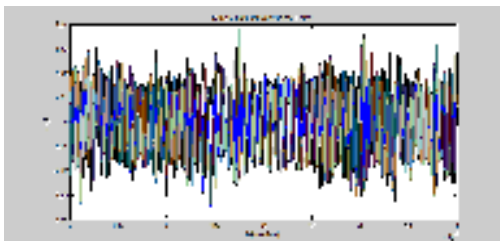
b. Membaca file suara.

Pada Gambar 1, frekuensi sampling data sinyal audio yang diambil adalah 8000 cuplikan/detik, sehingga untuk perekaman selama 5 detik akan kita dapatkan sinyal audio sebanyak 40.000 cuplikan (Gambar 2).

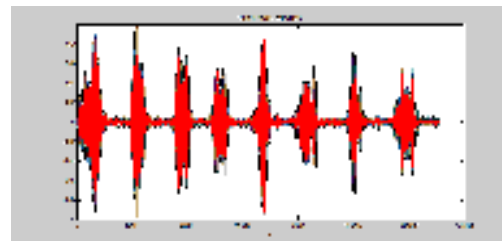
c. Membangkitkan sinyal audio berderau dengan menambahkan 'white gaussian noise' ke sinyal audio (Gambar 3).



Gambar 1. Sinyal audio.wav internal PC dengan frekuensi sampling 8000 cuplikan/detik



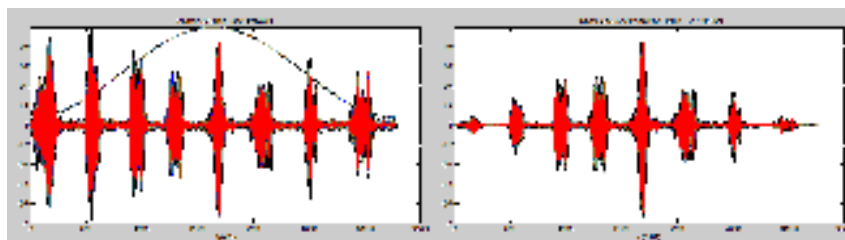
Gambar 2. Sinyal audio.wav internal PC selama 5 detik



Gambar 3. Sinyal audio.wav berderau

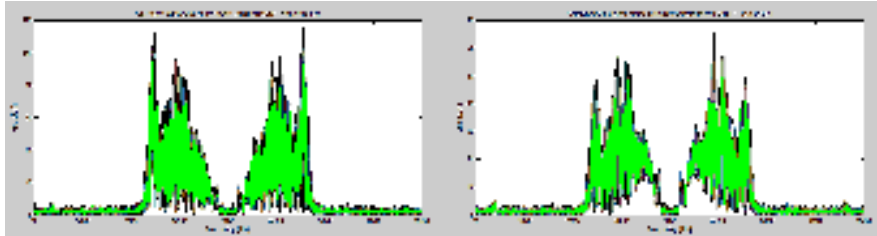
2. Menganalisis Sinyal dengan Metode Fourier

a. *Windowing* dengan Hamming Window (Gambar 4), setiap frame hasil *windowing* di transformasi ke domain frekuensi dengan FFT.



Gambar 4. Sinyal Audio Berderau sebelum windowing (kiri) Sinyal Audio Berderau setelah windowing SNR = ± 35 dB (kanan)

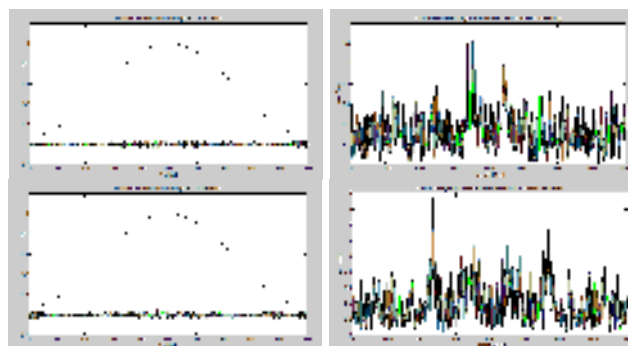
- b. Transformasi sinyal audio dan noise dari kawasan waktu ke kawasan frekuensi dengan mekanisme FFT untuk mendapatkan spektrum frekuensi (Gambar 5).



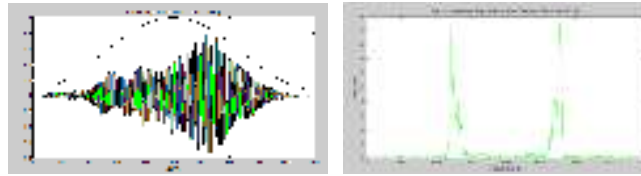
Gambar 5. Spektrum frekuensi sinyal audio berderau SNR = 41.4559 dB (kiri)
Spektrum frekuensi sinyal audio berderau setelah windowing,
panjang window = length (sinyal audio), SNR = 32.8232 dB (kanan)

- c. Mengambil power sinyal dengan mengambil nilai magnitude dari spektrum dan mengkuadratkannya.
- d. Menghitung SNR. Pada pengujian noise, dengan metode NSS, didapatkan SNR Sinyal tanpa window, pada domain waktu adalah 35 dB dan pada domain frekuensi 41.3669 dB. SNR sinyal setelah windowing dengan ukuran window 13129 (panjang sinyal audio), pada domain frekuensi adalah 32.8232 dB.

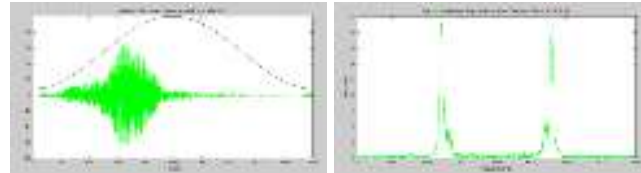
Langkah-langkah (a) sampai dengan (d) diulangi untuk panjang window yang berbeda.



Gambar 6. Magnitude Short Time Fourier Transform pada ukuran window 1000, pada titik sampling (1000 : 2000) dan (4000 : 5000)



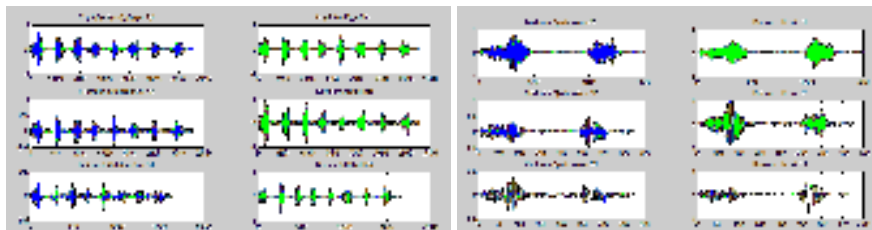
Gambar 7. STFT pada ukuran window (1:1000)



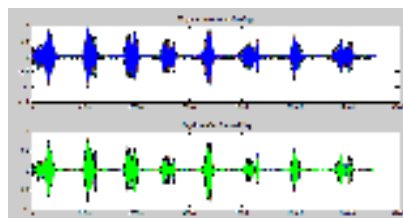
Gambar 8. STFT pada ukuran window (1:2000)

3. Menganalisis Sinyal dengan Metode Wavelet

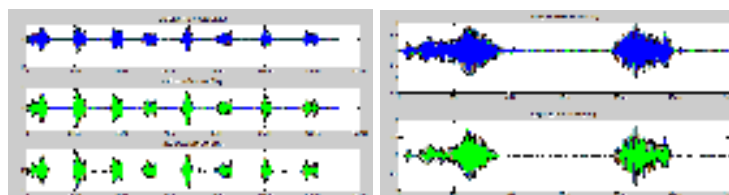
a. Dekomposisi pada sinyal berderau

Gambar 9. Dekomposisi Wavelet Haar
Level 1 s/d 3 (Kiri) Level 1 s/d 3 pada titik sampling (1 : 3000) (Kanan)

b. Melakukan proses *thresholding*

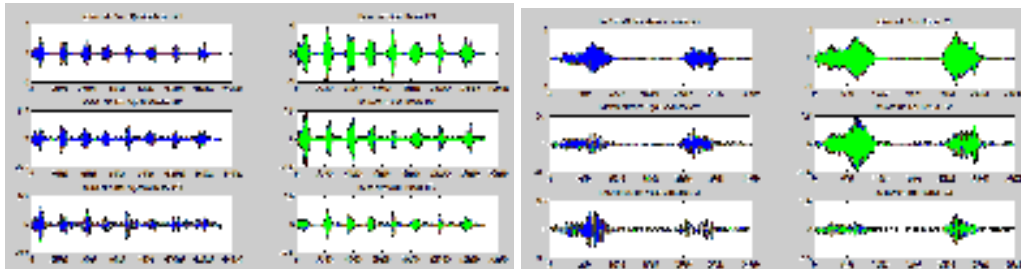


Gambar 10. Sinyal Audio sebelum dan sesudah thresholding

Gambar 11. Thresholding sinyal pada wavelet haar level 1 s/d 3 (Kiri)
Thresholding sinyal pada titik sampling (1 : 3000) (Kanan)

c. Rekonstruksi Sinyal

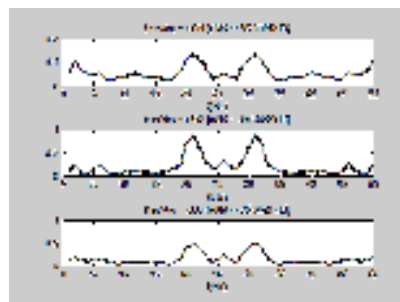
Merekonstruksi sinyal dengan transformasi wavelet balik (IDWT).



Gambar 12. Rekonstruksi sinyal, pada level 1 s/d 3 (Kiri)
Rekonstruksi sinyal (S1:S2), pada level 1 s/d 3 (Kanan)

d. Menghitung SNR

Hasil analisis berupa tampilan grafik spectrum sinyal setelah proses wavelet dengan nilai SNR (gambar 13).



Gambar 13. Spektrum sinyal detail wavelet haar level 1 s/d 3
pada titik sampling (1 : 50)

Langkah-langkah (a) sampai dengan (d) di atas, diulangi lagi pada sinyal dengan detail yang lebih selektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan Hasil Pengukuran SNR pada Metode Fourier dan Metode Wavelet

Hasil pengukuran SNR sinyal dengan Metode Fourier dan Metode Wavelet dicantumkan kembali dalam satu tabel.

Tabel 1

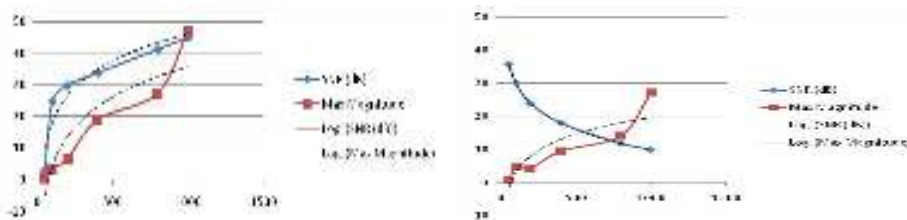
SNR Sinyal audio dengan variasi panjang window pada range sinyal (1 : 1000)

Panjang Window	Metode Fourier			Range Selektif Sinyal	Metode Wavelet		
	SNR (dB)	Rata-rata Magnitude	Max Magnitude		SNR (dB)	Rata-rata Magnitude	Max Magnitude
50	3.000	0.1103	0.4437	1 : 50	35.8340	0.1893	0.6430
100	24.7625	0.3202	3.5376	1 : 100	29.9913	0.5129	4.8217
200	29.9331	0.5349	6.6729	1 : 200	23.8714	0.5956	4.2248
400	33.8859	0.9548	19.0251	1 : 400	17.9367	1.0543	9.5813
800	41.3470	2.0024	27.3700	1 : 800	11.9165	1.3593	14.1437
1000	45.0670	2.5487	46.7694	1 : 1000	9.9882	1.9627	27.1691

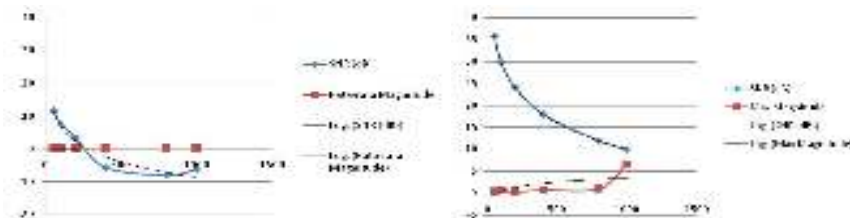
Tabel 2

SNR Sinyal audio dengan variasi panjang window pada range sinyal (1000 : 2000)

Panjang Window	Metode Fourier			Range Selektif Sinyal	Metode Wavelet		
	SNR (dB)	Rata-rata Magnitude	Max Magnitude		SNR (dB)	Rata-rata Magnitude	Max Magnitude
50	11.5514	0.1563	0.9709	1000 : 1050	35.8448	0.1094	0.3918
100	7.5407	0.1678	1.3135	1000 : 1100	29.7723	0.1492	0.5825
200	3.4138	0.2089	1.3634	1000 : 1200	24.1605	0.0844	0.3722
400	-5.7427	0.2102	0.9979	1000 : 1400	17.9804	0.1812	0.7376
800	-8.0052	0.2956	0.8579	1000 : 1800	11.9268	0.1544	1.0266
1000	-6.3318	0.3315	1.2114	1000 : 2000	9.9896	0.6596	6.7322



Gambar 14. SNR Sinyal audio pada metode STFT (kiri) dan wavelet (kanan) dengan variasi panjang window pada range sinyal (1 : 1000)



Gambar 15. SNR Sinyal audio pada metode STFT (kiri) dan wavelet (kanan) dengan variasi panjang window pada range sinyal (1000 : 2000)

KESIMPULAN

- Pada pengujian sinyal dengan Metode Fourier dengan mekanisme STFT, pada range sinyal (1 : 2000)

- Nilai SNR tertinggi diperoleh pada range sampling sinyal (1:1000), karena pada range tersebut magnitude sinyal memiliki nilai yang relatif besar.
 - Sebaliknya nilai SNR terendah diperoleh pada range sampling sinyal (1000 : 2000), karena pada range tersebut magnitude sinyal memiliki nilai yang relatif kecil.
 - Pada pengukuran pertama, ukuran window tidak dapat menentukan besarnya SNR yang didapatkan, tetapi tergantung pada posisi window.
 - Apabila window berada di range sinyal yang magnitude nya relatif besar, maka SNR yang diperoleh akan semakin besar, selanjutnya ukuran window bisa diperkecil/diperbesar untuk mendapatkan SNR yang lebih presisi.
 - Nilai SNR tertinggi adalah ± 45 dB, padahal SNR yang sebenarnya adalah 35 dB, sehingga Metode Fourier belum efektif digunakan untuk menentukan kualitas sinyal audio.
- b. Pada pengujian sinyal dengan Metode Wavelet, pada range sinyal (1 : 2000)
- Semakin kecil range selektif sinyal, nilai SNR yang didapatkan semakin presisi.
 - Nilai SNR yang presisi bisa langsung didapatkan dengan menentukan range selektif sinyal yang kecil walau pun posisi wavelet berada pada range magnitude yang kecil.
 - Nilai SNR tertinggi mendekati nilai SNR sebenarnya yakni ± 35 dB, sehingga Metode Wavelet adalah metode yang lebih efektif digunakan untuk menentukan kualitas sinyal audio daripada Metode Fourier.

DAFTAR PUSTAKA

- Pardede, H.F. (2013). Nonlinear Spectral Subtraction Berbasis Tsallis Statistics untuk Peningkatan Kualitas Sinyal Ucapan. *INKOM*, 7(1), Article 228.
- Ramadhan, R., & Putra, A.E. (2014). Perbandingan Mother Wavelet dalam Proses Denoising pada Suara. *International Journal of Computing and Cybernetics Systems (IJCCS)*, 8(1), 69-80.
- Simangunsong, D.S., Zahra, A. A., Hidayatno, A., (2013). Estimasi Perbaikan Nilai SNR (Signal to Noise Ratio) pada Proses Denoising Menggunakan Metode Wavelet Terhadap Suatu Sinyal Berderau. *Transient*, 2(4), 896-899.
- Syaifuddin, Arif & Suryono (2014). Fast Fourier Transform (FFT) untuk Analisis Sinyal Suara Doppler Ultrasonik. *Youngster Physics Journal*, 3(3), 181-188.