

REDUKSI BACKGROUND NOISE PADA REKAMAN KULIAH ONLINE MENGUNAKAN ADAPTIVE FILTER LEAST MEAN SQUARE (LMS)

Background Noise Reduction on Online Lecture Recording using Adaptive Filter Least Mean Square (LMS)

Amin A. Maggang¹⁾, Beby H. A. Manafe²⁾, Sarlince O. Manu³⁾, Johanis F. M. Bowakh⁴⁾

^{1, 2, 3, 4)}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jln. Adi Sucipto Penfui Kupang

¹⁾e-mail: amin_maggang@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Proses rekaman video kuliah online yang dilakukan oleh dosen ketika mengajar online biasa terdistorsi oleh background noise. Hal ini karena keterbatasan alat rekam atau proses rekaman tidak dilakukan di studio rekaman. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasi filter adaptif menggunakan algoritma LMS untuk mereduksi background noise tersebut. Adaptif filter mampu mengupdate koefisien bobot filter secara langsung untuk mereduksi background noise. Audio sinyal yang digunakan adalah hasil rekaman video yang kemudian diambil audionya dan ditambahkan dengan background noise dengan level daya tertentu. Data atau sinyal audio inilah yang kemudian difilter dan tingkat keberhasilannya diukur dengan nilai Mean Square Error (MSE) dan Signal to Noise Ratio (SNR). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa filter adaptif dengan algoritma LMS mampu mereduksi background noise tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai SNR setelah filter yang lebih besar dari nilai SNR sebelum dilakukan filter. Kami juga menemukan bahwa nilai step-size dan orde filter sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal setelah filter. Semakin besar nilai step-size dan semakin panjang koefisien filter, maka nilai SNR akan semakin besar dan nilai MSE semakin kecil.

Kata Kunci: Reduksi Noise, Adaptive Filter, LMS, Kuliah online

ABSTRACT

The recording process of online lecturing videos by lecturers when teaching online is usually distorted by background noise. This issue is due to limited recording equipment, or the recording process is not carried out in a recording studio. Therefore, this study aims to implement an adaptive filter using the LMS algorithm to reduce the background noise. An adaptive filter can update the filter weight coefficient directly to reduce background noise. The audio signal used results from a video recording which was then taken the audio and added with background noise with a certain power level. This data or audio signal was then filtered, and the success rate was measured by the Mean Square Error (MSE) and Signal to Noise Ratio (SNR) values. The results showed that the adaptive filter with the LMS algorithm was able to reduce the background noise. The SNR value indicated noise reduction after the filter, which was greater than the SNR value before applying the filter. We also found that the step size and filter order greatly affected the signal quality. The larger the step-size value and the longer the filter coefficient, the larger the SNR value and the smaller the MSE value.

Keywords: Noise Reduction, Adaptive Filter, LMS, Online Lecturing

PENDAHULUAN

Proses perekaman video yang dilakukan menggunakan laptop atau Personal Computer (PC) pada saat memberikan kuliah online, webinar, atau pada saat proses perekaman video kuliah, sangat mudah sekali diinterferensi oleh *background noise*. Bunyi “hiss” dari fan komputer yang ikut masuk

dalam proses perekaman merupakan salah satu *background noise* yang paling sering terjadi. Suara anak kecil, atau bunyi kendaraan, hujan, dan lain-lain pun bisa menjadi *background noise* apabila ruangan yang digunakan untuk proses perekaman tidak kedap suara. Hal ini membuat kualitas perekaman menjadi buruk dan sangat mengganggu pendengar.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain suatu Adaptive Filter untuk mereduksi *background noise* pada sinyal *audio/video* yang direkam pada Personal Computer (PC) atau laptop. Adaptive filter ini akan didesain menggunakan algoritma Least Mean Square (LMS). Algoritma LMS merupakan algoritma yang sangat populer dan sangat sederhana serta dapat digunakan untuk beberapa aplikasi pemrosesan sinyal, antara lain masalah penghapusan derau, gema, dan interferensi (Li Tan & Jean Jiang, 2013).

Secara umum proses penelitian yang dilakukan mencakup tiga tahapan, tahapan rekaman video perkuliahan, Desain dan implementasi Adaptive filter LMS, dan pengujian parameter filter LMS. Algoritma LMS yang digunakan dalam Adaptive Filter akan diimplementasikan untuk mereduksi *background noise* pada video kuliah yang direkam menggunakan aplikasi Snagit atau Open Broadcast System (OBS). Kedua aplikasi ini sangat populer digunakan, misalnya oleh para youtuber karena fitur nya yang lengkap dan memiliki versi tak berbayar. Untuk melihat kualitas sinyal yang dihasilkan setelah melalui proses filter dengan LMS, maka nilai Signal to Noise Ration (SNR) dan Mean Square Error (MSE) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan algoritma LMS di dalam mereduksi noise (Anita Nardiana & Sari Sujako Sumaryono, 2011)

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan rekaman dan simulasi. Untuk rekaman, digunakan dua buah microphone, satu audio interface, Kabel XLR, Laptop Dell AMD Ryzen 5 dengan RAM 16GB yang sudah diinstal aplikasi Audacity. Software Matlab 2016b digunakan untuk proses perancangan dan simulasi filter adaptive dengan algoritma LMS.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi: (1) proses rekaman video kuliah; (2) proses coding algoritma LMS pada Matlab; (3) Pengujian Sistem; (4) Analisis data.

Proses Reduksi Noise dengan Algoritma LMS

Tahapan pada proses reduksi noise menggunakan Algoritma LMS adalah sebagai berikut:

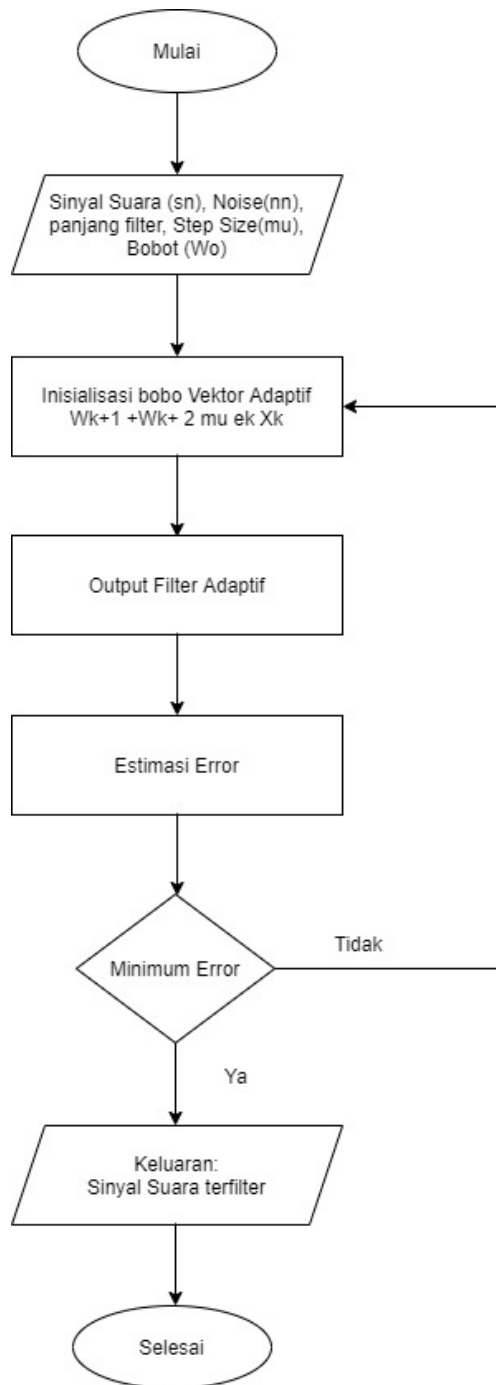
1. Pembacaan berkas suara dengan frekuensi sampling 44.1 kHz yang telah disimpan dalam format mp4. Pada tahap ini dilakukan pemilihan sinyal yang bersih tanpa noise dan background noise dengan level tertentu.
2. Penggabungan antara berkas suara tanpa noise dan noise yang telah dipilih sehingga diperoleh isyarat berderau yang merupakan masukan dari sistem.
3. Penentuan metode yang ingin digunakan, algoritma *Least Mean Square Adaptive Filter*.
4. Penentuan nilai panjang tapis (L) dan konstanta ukuran langkah adaptasi (μ).
5. Perhitungan Keluaran Algoritma LMS dapat diringkas dalam table berikut (Behrouz F-B, 2013):

Tabel 1. Ringkasan Algoritma LMS

Inputs	x = proses delay $x(n-n_0)$ untuk estimasi $d(n)$ d = desired signal $d(n)$
Outputs	y = filter output $y(n)$ w = Bobot vector yang terupdate
Parameters	P = filter order μ = step-size : $0 < \mu < 2/\lambda_{max}$
Initialization	$W_0 = 0$
Komputasi	1. Filtering: $y(n) = x(n)$ 2. Error Estimation: $e(n) = d(n) - y(n)$ 3. Bobot Vektor Adaptif: $W_{n+1} = w_n + \mu e(n) * x(n)$

Sumber: (Tanja Lampl, 2020)

Secara keseluruhan system adaptif filter dengan Algoritma LMS yang diimplementasikan untuk mereduksi noise pada rekaman audio kuliah dapat digambarkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Filter

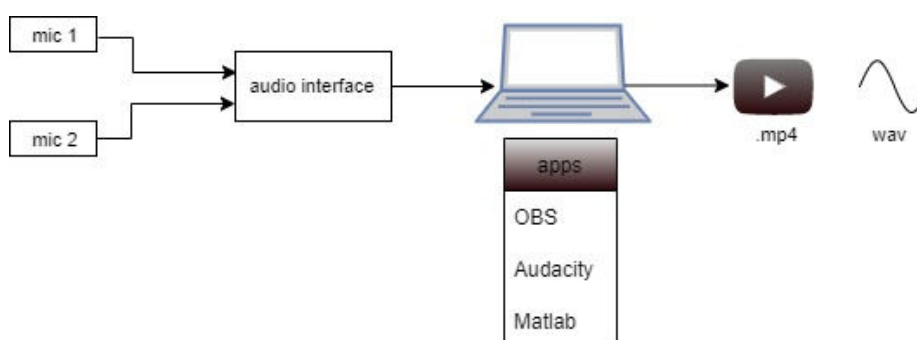
Diagram alir menjelaskan input pada system filter yang dibangun adalah sinyal suara, noise, Panjang filter, step size, dan bobot. Bobot filter W_k akan terus diupdate untuk mendapatkan nilai error yang paling minimum. μ atau step size mempunya pengaruh terhadap cepat dan lambatnya proses iterasi yang terjadi. Semakin besar μ maka iterasi juga akan lebih cepat berakhir.

Analisis Data dilakukan setelah diperoleh hasil sinyal keluaran yang sudah difilter. Analisis data dilakukan untuk mencari tahu: 1) kemampuan algoritma LMS sebagai filter adaptif dalam mereduksi derau, dan 2) pengaruh Step Size μ dan Panjang Filter (orde) terhadap nilai SNR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Rekaman Video Kuliah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data audio dari hasil proses perekaman video kuliah menggunakan aplikasi OBS. Proses perekamannya dapat diilustrasikan pada Gambar 8 dibawah ini.



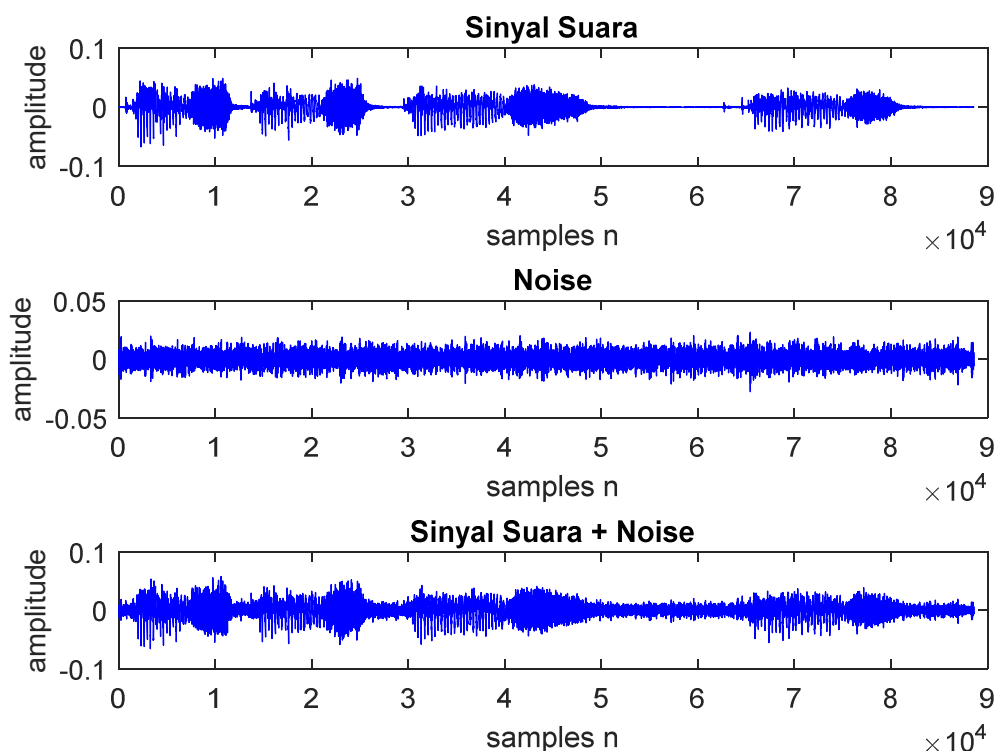
Gambar 2. Proses Perekaman

Gambar 2 menjelaskan proses perekaman video kuliah yang dilakukan yang mana outputnya digunakan sebagai data dalam bentuk audio untuk diproses dengan algoritma LMS. Mic 1 berfungsi untuk merekam suara pengajar, sedangkan mic 2 digunakan dalam penelitian ini untuk menginputkan *background noise* dengan level daya tertentu. Kedua sinyal input, suara dan noise dijumlahkan pada audio interface dan kemudian diinputkan ke laptop untuk dilakukan proses perekaman menggunakan aplikasi OBS. Keluaran dari OBS dalam bentuk video kuliah yang memiliki format .mp4. File .mp4 ini kemudian diambil audionya, yang diexport dengan format .wav. File ini yang kemudian digunakan sebagai data penelitian. Sistem filter LMS yang dibangun dan kemudian diuji kemampuannya menggunakan software Matlab.

Proses Reduksi Background Noise

Tahapan pertama dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil rekaman video kuliah yang diambil sinyal suaranya dan dijumlahkan dengan background noise. Gambar 3 menampilkan sinyal suara dan noise yang direkam dengan frekuensi sampling 44,1 kHz. Kedua sinyal direkam dalam dua menit tetapi hanya terdapat 88576 sampel yang digunakan untuk memudahkan proses analisis.

Terlihat bahwa sinyal suara pada awalnya bersih dari background noise. Tetapi setelah sinyal suara dijumlahkan dengan noise, dapat dilihat bahwa amplitude dimana tidak ada suara, mulai ditempati oleh background noise dengan level tertentu.



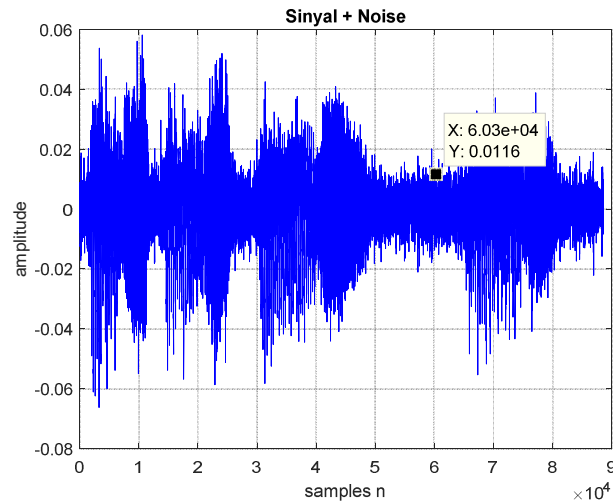
Gambar 3. Sinyal Suara + Noise

Perhitungan nilai daya rata-rata sinyal P_s dan daya noise P_n dilakukan untuk mengetahui nilai SNR (dB) awal sebelum dilakukan proses filter. $P_s = \sum \frac{s^2}{N^2}$. dimana s adalah sinyal suara, dan N adalah jumlah sampel. Berdasarkan perhitungan diperoleh $P_s = 1.0640 \times 10^{-4}$. Nilai tersebut dikonversi ke dalam satuan decibel dengan persamaan $P_s(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(P_s)$. Hasil yang diperoleh dalam decibel $P_s(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(1.0640 \times 10^{-4}) = -91.48 \text{ dB}$. Nilai daya sinyal suara sangat kecil karena volume suara dosen yang mengajar juga kecil level nya.

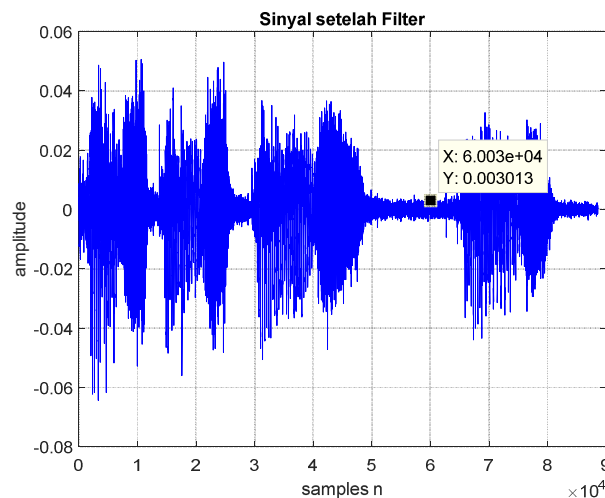
Sedangkan untuk perhitungan daya noise, $P_n = \sum \frac{n^2}{N^2}$. Dimana n adalah noise, dan N adalah jumlah sampel noise. Berdasarkan perhitungan diperoleh $P_n = 2.9233 \times 10^{-5}$. Jika dikonversi ke dalam decibel dengan persamaan $P_n(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(P_n)$, maka hasil yang diperoleh dalam decibel

$P_n \text{ (dB)} = 10 \cdot \log_{10}(2.9233 \times 10^{-5}) = -104.40 \text{ dB}$. Nilai *background noise* sangat kecil karena volume nya juga kecil.

Dengan demikian nilai SNR (dB) dari *noisy signal* (sinyal + noise) adalah SNR (dB) sebelum difilter $P_s(\text{dB}) - P_n(\text{dB}) = -91.48 \text{ dB} - (-104.40 \text{ dB}) = 12.9187 \text{ dB}$. Gambar 4 dan Gambar 5 adalah dua gambar yang menjelaskan sinyal sebelum dan setelah proses Filter.



Gambar 4. Sinyal Suara Sebelum Filter (sampel 6.03e+04)



Gambar 5. Sinyal Suara Setelah Filter (sampel 6.03e+04)

Hasil reduksi noise pada Gambar 5 adalah proses filter yang dilakukan dengan percobaan menggunakan orde filter = 5 dan step size $\mu = 0.5$. Gambar 5 adalah noisy signal yang telah difilter. Dapat dilihat bahwa amplitudo noise telah berhasil direduksi. Sebelum noisy signal difilter, amplitudo noise pada sampel ke- 6.003×10^4 adalah 0.0116 (Gambar 4). Setelah melalui proses filter, nilainya direduksi menjadi sudah menjadi 0.003013 (pada Gambar 13). Nilai amplitudo noise ini berkurang

dengan proses filter yang menggunakan parameter $\mu = 0.5$ dan orde filter adalah 5. Kedua parameter ini sangat berpengaruh pada nilai SNR.

Pengaruh Parameter μ dan Orde Filter terhadap nilai MSE dan SNR

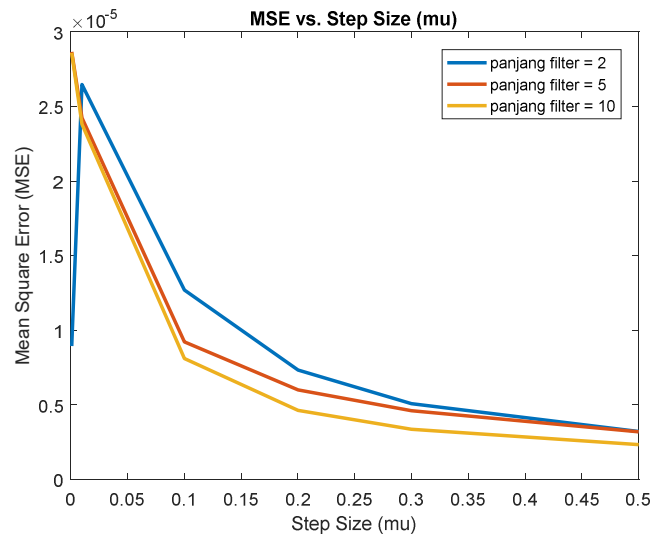
Pada bagian ini kami coba untuk menguji pengaruh nilai step size dan orde filter terhadap kualitas filter LMS dalam mereduksi noise yang diukur dalam MSE dan SNR. Nilai step size μ yang digunakan adalah 0.5, 0.3, 0.2, 0.1, 0.01, 0.001, yang mana nilai ini akan di uji untuk setiap Panjang filter 2, 5, dan 10. Hasil yang diperoleh di tampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 2. Pengaruh variasi step size μ dan orde filter terhadap nilai MSE dan SNR

Orde Filter	Step Size μ	MSE	SNR (dB)
2	0.5	3.2052e-06	35.02
	0.3	5.0868e-06	30.41
	0.2	7.3373e-06	26.74
	0.1	1.2689e-05	21.26
	0.01	2.6480e-05	13.91
	0.001	2.8941e-05	13.02
5	0.5	3.1914e-06	35.07
	0.3	4.6027e-06	31.41
	0.2	5.9936e-06	28.76
	0.1	9.2195e-06	24.45
	0.01	2.4232e-05	14.79
	0.001	2.8662e-05	13.12
10	0.5	2.3239e-06	38.24
	0.3	3.3625e-06	34.54
	0.2	4.6333e-06	31.34
	0.1	8.1101e-06	25.74
	0.01	2.3819e-05	14.96
	0.001	2.8601e-05	13.14

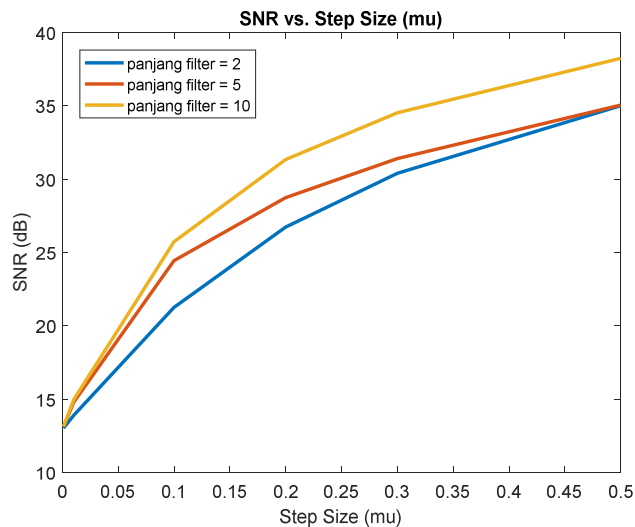
Sumber: Data asli yang diolah

Berdasarkan **Tabel 1**. Diketahui bahwa nilai Orde filter dan step size sangat berpengaruh kepada kualitas filter dalam mereduksi noise, yang mana dapat diukur dengan nilai MSE dan SNR. Gambar 6. dan Gambar 7. Memudahkan kita untuk memahami pengaruh kedua parameter terhadap kualitas reduksi noise yang dilakukan oleh Algoritma LMS.



Gambar 6. Pengaruh mu dan orde filter terhadap MSE

Gambar 6 menjelaskan bahwa semakin besar nilai step size, maka nilai Mean Square Error pun akan semakin mengecil. Hal ini karena nilai MSE yang kecil membuat koefisien korelasi semakin besar seperti yang ditemukan oleh (Sulamul Arif *et al*, 2011). Selain itu dapat dilihat juga bahwa semakin Panjang order filter, maka nilai MSE juga akan semakin kecil. Terlihat filter dengan panjang 10 menghasilkan nilai MSE terkecil untuk setiap nilai Step size.



Gambar 7. Pengaruh Step Size dan Orde Filter terhadap SNR

Selain berpengaruh terhadap MSE, step size dan orde filter juga berpengaruh terhadap rasio daya sinyal terhadap daya noise yang diukur dalam SNR. Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa nilai SNR berbanding lurus dengan nilai step size dan Panjang filter. Semakin besar nilai step size, maka nilai SNR juga semakin besar, yang artinya daya sinyal jauh lebih besar dari daya noise untuk pengujian dengan tiga jenis Panjang filter yang digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Filter adaptif yang dibangun menggunakan algoritma LMS telah mampu mereduksi background noise yang ada pada audio hasil rekaman video kuliah online. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan nilai SNR yang mana nilai SNR setelah difilter lebih besar dari SNR sebelum difilter.
2. Nilai parameter step size dan orde filter sangat berpengaruh terhadap nilai SNR. Semakin besar nilai step size dan orde filter, maka nilai SNR juga semakin. Sebaliknya MSE semakin kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterimakasih kepada pihak Universitas Nusa Cendana melalui Fakultas Sains dan Teknik telah mendukung penelitian ini dengan dana PNPB.

DAFTAR PUSTAKA

- Farhang-Boroujeny, B. 2013. Adaptive Filter: Teori and Applications 2nd Ed. John Willey & Sons, Ltd
- Nardiana, A. & Sumaryono, S. 2011. Adaptive Noise Cancelling Menggunakan Algoritma Least Mean Square (LMS). *Jurnal Teknik Elektro Vol.3. No.1*
- Sulamul Arif, 2011. Perbandingan Kinerja Algoritma LMS dan NLMS untuk Peredaman Derau. Secara Adaptif. Tesis. Univeritas Diponegoro
- Tan, L and Jiang. J. 2013. *Digital Signal Processing: Fundamental and Applications*. Elsevier., 225 Wyman Street Waltham, USA.
- Tanja Lampl, 2020. *Implementation of Adaptive filtering Algorithms for Noise Cancellation*. Student Thesis. University of Gavle