

## ACTIVE NOISE CONTROL (ANC) MENGGUNAKAN FILTERED-X LEAST MEAN SQUARE PADA NOISE REDUCTION

Dewi Marnis Junita<sup>1</sup>, Tjokorda Agung Budi Wirayuda<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Noise merupakan masalah sebagian besar aplikasi yang berhubungan dengan audio. Ada banyak sinyal yang masuk pada mikrofon pada proses input audio, umumnya terkontaminasi oleh kebisingan. Akibatnya, sinyal mikrofon harus dibersihkan dengan alat pemrosesan sinyal digital sebelum disimpan, dianalisis, ditransmisikan, atau dimainkan. Sehingga dianggap perlu melakukan pemrosesan terhadap sinyal suara yang masuk untuk mengurangi noise yang ada.

Salah satu Metode noise reduction yang berkembang saat ini adalah ANC (Active Noise Control). ANC berkerja dengan cara melakukan filter adaptif untuk mengurangi kebisingan. Pada prinsipnya ANC mengurangi noise frekuensi rendah dan menciptakan zona tenang dengan tujuan meningkatkan kualitas suara.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Marco Jennifer Patrick [12] FXLMS lebih baik dalam melakukan noise reduction di banding LMS karena algoritma ini bekerja sebagai stochastic gradient-based algorithms dengan menggunakan vector gradient dari bobot filter tap weights yang konvergen ke solusi optimal dengan melewati masalah perhitungan fixed step maksimum pada iterasinya.

Pada tugas akhir ini akan diimpletasikan algoritma FXLMS (Filtered-X LMS) dimana data yang diujikan merupakan gabungan antara cleanspeech dan background noise. Hasil tugas akhir ini adalah meningkatkan SNR dan PSNR yang merupakan hasil dari filter ANC menggunakan algoritma FXLMS dan LMS.

Kata Kunci : noise reduction, filtered-X Least Mean Square. LMS

---

### Abstract

Noise is a most problem of the applications that related to audio. There are a lot of incoming signals at microphones at input audio process, generally contaminated by noise. As a result, the microphone signal should be cleaned with digital signal processing tools before it is stored, analyzed, transmitted, or played. So it is considered necessary to perform signal processing incoming sound to reduce the existing noise.

One of noise reduction method developed at this time is ANC (Active Noise Control). ANC works by means of adaptive filters to reduce noise. In principle, the ANC reduce low frequency noise and create a quiet zone with the aim of improving the quality of the sound.

Based on previous studies Marco Jennifer Patrick [12] FXLMS is better than LMS algorithm at noise reduction on appeal because the works as a stochastic gradient-based algorithms using gradient vector of the weight of the filter tap weights converge to an optimal solution by passing the maximum step calculation problem fixed the iteration.

In this thesis would implemented FXLMS algorithm (Filtered-X LMS) where the data test is a combination between clean speech and background noise. Result of this thesis is increase the SNR and PSNR which is result of ANC filter using algorithms FXLMS and LMS.

Keywords : noise reduction, filtered-X Least Mean Square. LMS

---

# BAB I Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan alat komunikasi saat ini semakin berkembang pesat, Perangkat komunikasi seperti *hand-phone*, *hands-free* komunikasi, voice over IP (VoIP), dan telekonferensi / telepresence / telecollaboration sistem mulai menjadi kebutuhan utama bagi penggunanya. Pada alat komunikasi sinyal suara yang tertangkap oleh perangkat, dapat menjadi rusak karena adanya latar belakang kebisingan. Kebisingan (*noise*) menjadi masalah sebagian besar dari aplikasi yang berhubungan dengan audio terutama yang menggunakan perangkat. Secara umum, latar belakang kebisingan broadband dan non-stasioner, diukur berdasarkan *signal-to-noise rasio* (SNR). *noise* menyebabkan degradasi sinyal suara berkurang secara substansial dan kinerjanya hal ini juga terjadi misalnya pada perangkat sistem pengenalan suara atau pada saat melakukan komunikasi informasi yang disampaikan tidak jelas. sehingga dibutuhkan sesuatu yang dapat mengolah sinyal suara, agar dapat melakukan pengurangan kebisingan atau *noise reduction* terhadap sinyal yang tidak diinginkan.

Saat ini perkembangan penelitian akan *noise reduction* semakin berkembang, muncul berbagai metode salah satunya adalah *Active Noise Control* (ANC). Metode ANC memiliki ide dasar yaitu menemukan sebuah *filter* mampu mengurangi kebisingan secara adaptif. Umumnya ANC mengurangi *noise frequency* rendah dan menciptakan zona tenang untuk meningkatkan kualitas suara. ANC ini masih cukup berkembang saat ini, contoh dari pengembangan ANC adalah algoritma *Least Mean Square* (LMS). Algoritma LMS merupakan jenis *filter* adaptif yang dikenal sebagai *stochastic gradient-based* algoritma yang menggunakan nilai gradient vektor tap *filter* untuk menuju di solusi optimal. Menurut Hansen & Snyder LMS cukup dikenal dan banyak digunakan karena komputasi yang sederhana. Namun LMS sendiri pada tahapan prosesnya pengontrol sinyal hasil langsung di *subtracted* dari gangguan. Dalam kenyataannya antara sinyal pengendali digital dan dunia fisik, terdapat D/A converter, daya *amplifier*, elemen aktuator dan konstruksi. Sehingga LMS belum mendekati filter fisiknya. Maka dikembangkan LMS yang juga menghitung sinyal pengendali digital untuk menggantikan fungsi controller seperti D/A converter, daya *amplifier* dan elemen actuator konstruksi. Pengembangan metode ini menghasilkan *filtered-X LMS*<sup>[2]</sup>.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang diteliti antara lain:

- Bagaimana melakukan teknik *filtering* digital yang mendekati filter fisiknya untuk menghasilkan sinyal suara yang lebih baik?
- Bagaimana proses yang dilakukan untuk membangun sistem *filtering* menggunakan metode *filtered-x LMS* pada *noise reduction*?
- Bagaimana performansi dari *Filtered-X Least Mean Square* ditinjau dari sinyal hasil filter yang diukur dengan parameter PSNR, SNR dan MSE?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Inputan sinyal terdiri atas 2 yaitu; pertama adalah sinyal suara manusia tanpa background noise dan kedua adalah sinyal noise yang akan menjadi background saat digabung dengan suara clean speech.
- b. Format penyimpanan *file* suara berbentuk *wave format (\*.wav)*.
- c. *Noise* yang akan disimulasikan berupa *white noise* dengan sample 8000Hz. Dimana noise dengan *amplitude* -1 sampai 1. Pada saat di mix akan digunakan 0.1 dari noise yang ada. Untuk mencegah merusak keseluruhan sinyal suara.
- d. Bersifat *non-realtime*.
- e. Simulasi menggunakan *toolbox matlab 2011*.

### 1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan teknik *filtering* terhadap sinyal suara yang dikenai *noise* dengan menggunakan dengan menggunakan *Filtered-X Least Mean Square* agar menghasilkan *filtering* yang mendekati fisiknya.
- b. Menentukan proses dan parameter yang mempengaruhi *filtering* dalam *filtered-x LMS* pada *noise reduction*
- c. Menghitung performansi *filter* berdasarkan hasil sinyal *filtering* dari *Filtered-X Least Mean Square* ditinjau dari PSNR, SNR dan MSE.

### 1.5 Hipotesis

Algoritma *Filtered-X LMS(FXLMS)* akan memberikan hasil yang lebih baik dalam melakukan teknik *filtering* suara yang tercampur dengan *background noise* dibandingkan dengan algoritma LMS. Karena filter menggunakan FXLMS mendekati filter fisiknya yang menghitung fungsi jalur sekunder sebagai pengendali digital.

### 1.6 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metodologi yang digunakan dalam memecahkan masalah di atas adalah dengan menggunakan langkah-langkah berikut:

1. Studi literatur  
Pencarian referensi dan sumber-sumber yang berhubungan dengan *preprocessing data* yang menggunakan *Least Mean Square* dan *filtered-x Least Mean Square* dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Pengumpulan data  
Mengambil sample *speech* (rekaman suara tanpa *noise*), kemudian akan di mix dengan *white noise*.
3. Analisis dan perancangan sistem  
Melakukan analisis dan perancangan terhadap sistem yang dibangun, menganalisis metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan, termasuk menentukan bahasa pemrograman yang digunakan, arsitektur, fungsionalitas, dan antarmuka sistem. Input sistem berupa sinyal suara input, proses, dan sinyal suara input. Output dari sistem adalah sinyal suara yang sudah mengalami proses *noise reduction*.
4. Implementasi dan pembangunan sistem

Membangun sistem *noise reduction* dengan mengimplementasikan , *filtered-x Least Mean Square* berdasarkan analisis dan perancangan yang dibuat, dengan tahapan:

- Membuat *noise* acak berupa *white noise*, dengan sample 8Khz 16bit.
  - Memproses sinyal suara yang telah di campur dengan *white noise*,
  - Melakukan teknik *filtering* dengan metode FXLMS
  - Membandingkan hasil dengan sinyal suara tanpa *noise*.
  - Menghitung PSNR, SNR, dan MSE
5. Pengujian dan analisis  
Pengujian dan analisis dilakukan oleh penulis tanpa melibatkan pihak lain. Pengujian sinyal suara yang sudah melalui *filter* menggunakan metode *Filtered-X Least Mean Square* dengan menghitung SNR, dan MSE.
6. Pengambilan kesimpulan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.



## Bab V Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan beberapa analisis dan tujuan yang ingin dicapai terhadap pengujian simulasi untuk *Noise Reduction* pada alat bantu digital, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Teknik *filtering* ANC dengan algoritma FXLMS dapat dilakukan untuk mengurangi noise pada frekuensi 8000Hz dengan amplitude 0.1 sampai -0.1 dengan background *white noise* sinyal yang digabungkan dengan *clean speech*. Proses peniruan jalur sekunder pada saat melakukan teknik *filtering* tidak dibutuhkan yang sama persis pada saat proses *learning*, karena dapat menurunkan SNR, hal ini disebabkan sinyal inputan gabungan butuh penyesuaian untuk pada proses *filtering*, sehingga sebaiknya ada penyesuaian path sekunder tiruan  $S'(z)$  dengan inputan. Agar sinyal yang baru ketika masuk filter dapat menyesuaikan dengan filter. FXLMS pada frekuensi 8000Hz efektif pada noise yang besar.
2. Parameter yang mempengaruhi Hasil *filtering* adalah step size ( $\mu$ ), dimana semakin kecil nilai  $\mu$  semakin naik nilai SNR. Namun waktu eksekusi akan berjalan lambat karena update step size akan lama menuju konvergen. Semakin kecil step size maka semakin kecil amplitude yang dihasilkan. Pada hasil pengujian didapatkan parameter yang optimum batas atas step size  $\mu = 0.0001$  dan batas bawah  $\mu = 0.000000001$ .
3. Performasi *filter* pada kasus ini berdasarkan hasil pengujian adalah berada skenario E, dimana Nilai SNR Cenderung naik, filter mampu mereduksi 2 sampai 5dB, untuk PSNR terjadi peningkatan dengan range 2-5dB bergantung pada hasil Sinyal inputan sebelum filter dan besar noise yang diberikan. Filter ini pada frekuensi 8Khz hanya efektif pada noise yang besar. Dari hasil pengujian MSE cukup kecil berada pada range 0.001 sampai 0.007 bergantung pada sinyal inputannya.

### 5.2 Saran

1. Untuk kedepannya, sangat baik apabila sistem ini bisa dalam beberapa variasi frekuensi. Karena beberapa jenis noise berbeda frekuensi kerjanya.
2. Dapat dikembangkan untuk *filtering* selain *white noise*, misalnya berupa *background noise* pasar, kendaraan, kereta api, dan gong.
3. Sebaiknya pengujian dilakukan pada durasi waktu yang lebih lama dengan panjang noise yang sesuai dengan *clean speech*
4. Kedepannya program ini dibuat secara real time. Dengan memperhitungkan waktu eksekusi *filtering*.

## Daftar Pustaka

- [1] Anti-Noise, Quieting the Environment with Active Noise Cancellation Technology, *IEEE Potentials*, April 1992
- [2] Carme, Ch., et al. “A new generation of ANCHearsets”. *Proceedings of ACTIVE 9. August 21-23. BUDAPEST.1997*
- [3] Chassaing, Rulph. “*DSP Applications Using C and the TMS320C6x DSK*”. New York. John Wiley & Sons, Inc. 2002
- [4] <http://bagustris.blogspot.com/2011/10/menghitung-snr-dengan-matlab-octave.html> [diakses 12 juni 2013]
- [5] <http://www.almuhibbin.com/2011/10/note-suara-dan-audio-siskomdig-istn.html> [diakses 1 mei 2013]
- [6] <http://www.fluke.com/fluke/auen/support/library/signal-integrity.htm> [diakses 12 juni 2013]
- [7] [http://www.technologyuk.net/telecommunications/telecom\\_principles/noise.shtml](http://www.technologyuk.net/telecommunications/telecom_principles/noise.shtml) [diakses 12 juni 2013]
- [8] <http://www.utdallas.edu/~loizou/speech/noizeus/clean.zip>[diakses 1 juni 2013]
- [9] [http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/372357A-01/1vaftconcepts/aft\\_filteredx/](http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/372357A-01/1vaftconcepts/aft_filteredx/) [diakses 26 november 2012]
- [10] Kosko, Bart (2006). *Noise*. Viking Press. ISBN 0-670-03495-9.
- [11] Luiqi Pirrodi.2012.“Active Noise Control”. POLITECNICO MILANO.
- [12] Marco Jennifer Patrick, Hany Ferdinando, Resmana, “Active Noise Cancellation Control By *Filtered-X* Least Mean Square Method Using DSP Starter Kit TMS320C50P”, Petra Christian University Journal of Technology & Management. Surabaya – Indonesia. 2010
- [13] Matlab Tutorial, [2011]” Signal Detection in White Gaussian Noise. “ The MathWorks, Inc. Published with MATLAB® 7.13
- [14] Raghavendran, Srinivasaprasth.“*Implementation of an Acoustic Echo Canceller*”. Department of Electrical Engineering, University of South Florida. April 2012
- [15] SEN M. KUO AND DENNIS R. MORGAN.2010. *Active Noise Control: A Tutorial Review*, IEEE.
- [16] Sen M. Kuo, Ph.D., Issa Panahi, Ph.D., Kai M. Chung, Tom Horner, Mark Nadeski, Jas. Chyan. “*Design Of Active Noise Control Systems with the TMS320 Family*”. Texas Instrument 1996.
- [17] Simon Adams, dkk. *Ensiklopedia Populer Anak*. PT. Ichtiar Baru Van Hoeve, 1998.
- [18] Sivadasan Kottayil and Narayanan N.K., (2012)“*ANC System for Noisy Speech,*” *Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.3, No.3, June 2012*
- [19] Uhdar, Riksa. *PERANCANGAN SIMULASI DAN IMPLEMENTASI VOICE ACTIVITY DETECTION (VAD) PADA TMS320C6455*. Tugas Akhir IT Telkom. 2011
- [20] YOUNG & FREEDMAN,(2003) *UNIVERSITY PHYSICS*, EDISI kesepuluh /jilid 2, Translation copyright @ 2004 PT ERLANGGA.