

PEMBUATAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA KULIAH TEKNIK KONTROL ADAPTIF SUB POKOK BAHASAN PENGHAPUSAN DERAU

*Instructional Media Creation on Subjects of Adaptive Control Engineering
In Sub Subject of Noise Canceling*

Arif Johar Taufiq^{1*}, M. Taufiq Tamam¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl.Raya Dukuh Waluh PO BOX 202 Purwokerto 53182
Telp; (0281) 636751 ext 130. Fax. (0281) 637239
email : arifjt@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan media pembelajaran pada mata kuliah teknik kontrol adaptif pada sub pokok bahasan penghapusan derau dengan program GUI Matlab dan didapat hasil program berjalan dengan baik dapat memberikan gambaran yang jelas dalam bentuk grafik, suara dan data kuantitatif sebagai hasil dari proses penghapusan derau. Pengguna dapat berinteraksi dengan program untuk mengubah parameter algoritma dan melihat hasil proses serta dapat membandingkan unjuk kerja algoritma FxLMS dan FxAFA dalam proses penghapusan derau

Kata kunci : Media pembelajaran, Kontrol Adaptif, FxLMS, FxAFA

ABSTRACT

Have been done on instructional media learning in subjects of adaptive control in sub-subject noise canceling with Matlab GUI program and obtained results of the program running properly can provide a response graphic, quantitative data and outputs the sound as a result of the noise removal process. Also the user can change the parameters to try it self to see the results of the process and be able to compare the performance of FxLMS algorithm and FxAFA the noise removal process.

.Key-words: *linstructional media, Adaptive Control, FxLMS, FxAFA*

PENDAHULUAN

Salah satu mata kuliah wajib pada program studi teknik elektro adalah Teknik Kontrol Adaptif, mata kuliah ini membahas tentang aplikasi sistem adaptif untuk tujuan pengendalian secara umum. Berdasarkan data hasil nilai ujian semesteran tahun 2011 s/d 2012 program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan usulan dalam perkuliahan, dibutuhkan contoh nyata penerapan sistem adaptif agar dapat lebih memahami materi kuliah secara nyata.

Untuk itu diperlukan sebuah contoh kongkrit penerapan nyata salah satu materi dalam perkuliahan Teknik Kontrol Adaptif dalam bentuk sebuah media pembelajaran yang mudah dimengerti oleh mahasiswa karena

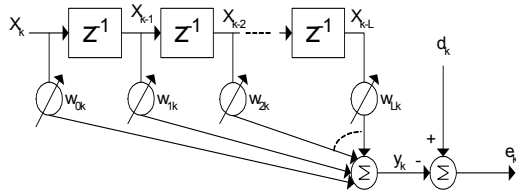
secara riil hasilnya dapat diketahui secara kuantitatif maupun dalam bentuk grafik dan suara.

Berdasarkan penelitian Rifai (2012), Setiawan (2012), Handoko (2012), Darmana (2012) bahwa media pembelajaran audio, video dapat mempercepat pemahaman pengetahuan bagi peserta didik. Maka diperlukan pengembangan media pembelajaran audio video yang dikemas dalam bentuk program komputer simulasi untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah Teknik Kontrol Adaptif sub pokok bahasan penghapusan derau.

Sistem adaptif adalah sistem yang dapat menyesuaikan diri dengan kondisi luar maupun di dalam sistem, sehingga kerjanya tetap dapat sebaik-baiknya (Widrow, 1985). Secara

sederhana elemen dasar sistem adaptif adalah penggabung linier (tapis transversal) dapat berbentuk masukan tunggal (*single input*) atau berupa masukan paralel (*multiple input*).

Elemen sistem salah satunya adalah penggabung linier seperti terlihat pada Gambar 1, jika ditambahkan respon yang diinginkan (d_k) maka dapat diturunkan proses adaptasi dengan penurunan persamaan fungsi unjuk kerja (ξ) atau MSE (*Mean Square Error*) dan dicari MSE minimum.



Gambar 1. Penggabung linier adaptif dan respon yang diinginkan d_k

Galat e_k dari Gambar 1 dapat dicari sbb:

$$e_k = d_k - y_k$$

$$e_k = d_k - \mathbf{X}_k^T \mathbf{W}_k = d_k - \mathbf{W}_k^T \mathbf{X}_k \quad (1)$$

Jika galat ini dikuadratkan untuk menghilangkan efek galat negatif dan positif dan dicari nilai harapannya, dengan asumsi e_k , d_k , X_k bersifat stasioner secara statistik dan \mathbf{W} bersifat menentu, maka MSE ditulis dalam bentuk ringkas sbb:

$$MSE = \xi = E[e_k^2] = E[d_k^2] + \mathbf{W}^T \mathbf{R} \mathbf{W} - 2\mathbf{P}^T \mathbf{W} \quad (2)$$

Nilai unjuk kerja MSE ini dapat dibuat minimum dengan mendiferensialkan ke vektor bobot \mathbf{W} dan menyamakan dengan nol, maka nilai \mathbf{W} yang didapat adalah \mathbf{W}^* (optimal).

$$\mathbf{W}^* = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{P} \quad (3)$$

dengan \mathbf{R} matriks nonsingular

Jadi bobot \mathbf{W} yang menyebabkan MSE minimum adalah $\mathbf{W}^* = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{P}$ disebut persamaan Wiener-Hopf.

Algoritma LMS pada dasarnya adalah penyelesaian bobot optimal $\mathbf{W}^* = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{P}$ yang

dilakukan secara iteratif sambil jalan berdasar runtun data isyarat masukan dan data yang diinginkan.

Algoritma penurunan tercuram (*steepest descent*) dirumuskan pencarian \mathbf{W} secara iteratif dari penggabung linier.

Galat e_k dapat dicari sbb:

$$e_k = d_k - \mathbf{X}_k^T \mathbf{W}_k \quad (4)$$

pada algoritma *steepest descent* peremajaan bobot dicari dengan koreksi gradien oleh Widrow dicari secara sederhana dengan mendiferensialkan langsung ke \mathbf{W} . maka didapatkan algoritma LMS sbb (Widrow, 1985):

$$\mathbf{W}_{k+1} = \mathbf{W}_k - \mu \hat{\nabla}_k$$

$$= \mathbf{W}_k + 2\mu e_k \mathbf{X}_k \quad (5)$$

Sedangkan Algoritma FxAFA dirumuskan sbb (Akhtar,dkk. 2005):

$$w_{k+1} = \overline{w}_k + \overline{\mu e_k x'_k} \quad (6)$$

dengan:

$$\overline{w}_k = \frac{1}{k} \sum_{m=1}^k w_m$$

$$(7) \overline{\mu e_k x'_k} = \frac{1}{k^\gamma} \sum_{m=1}^k \mu e_m x'_m \quad (8)$$

Persamaan (7) mencerminkan bahwa peremajaan (*updating*) bobot dihitung dari rata-rata bobot dan gradien. Penghitungan secara rekursif persamaan (7) dan (8) dicari dengan cara sbb:

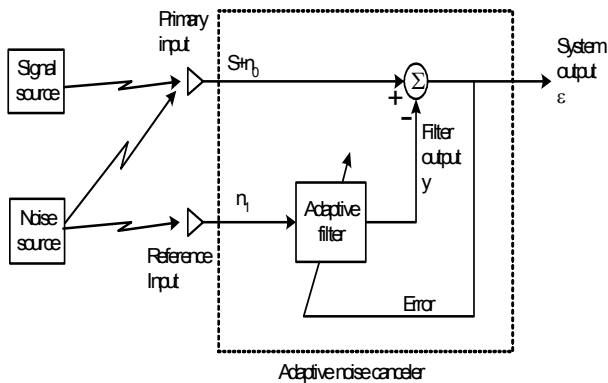
$$\overline{w}_k = \frac{1}{k} \left((k-1) \overline{w}_{k-1} + w_k \right) \quad (9)$$

$$\overline{\mu e_k x'_k} = \frac{1}{k^\gamma} \left((k-1)^\gamma \overline{\mu e_{k-1} x'_{k-1}} + \mu e_k x'_k \right) \quad (10)$$

α_k didefinisikan sebagai parameter penguatan rendah yang berubah terhadap waktu (*Slowly Varying Gain parameter*) sbb:

$$\alpha_k = \frac{1}{k^\gamma} \quad (11)$$

Struktur sistem adaptif untuk penghapusan derau (*Noise Cancellation*) digambarkan sebagai berikut (Widrow, 1985):



Gambar 2 Struktur dasar penghapus derau adaptif

Struktur penghapus derau adaptif Gambar 2 bekerja dengan mengubah-ubah bobot pada blok *adaptive filter* secara iteratif dengan algoritma adaptasi. Pada saat dicapai bobot optimal maka keluaran sistem mendekati nol, dan sistem adaptif menghasilkan keluaran y yang mengestimasi n_1 mendekati n_0 ($n_1 \approx n_0$) sehingga keluaran sistem (*error*) menghasilkan s (sinyal utama).

Syarat penghapus derau adaptif ini adalah adanya korelasi antara derau n_1 dan n_0 atau dari sumber derau yang sama. Isyarat utama s tidak berkorelasi dengan kedua derau n_0 maupun n_1 dan derau bersifat stasioner.

Pada saat adaptasi tercapai:

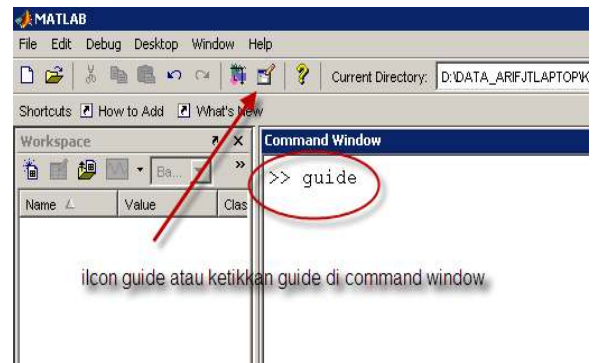
$$y = n_0$$

sehingga

$$\begin{aligned} e &= (s+n_0) - y \\ &= (s+n_0) - n_0 \\ &= s \end{aligned}$$

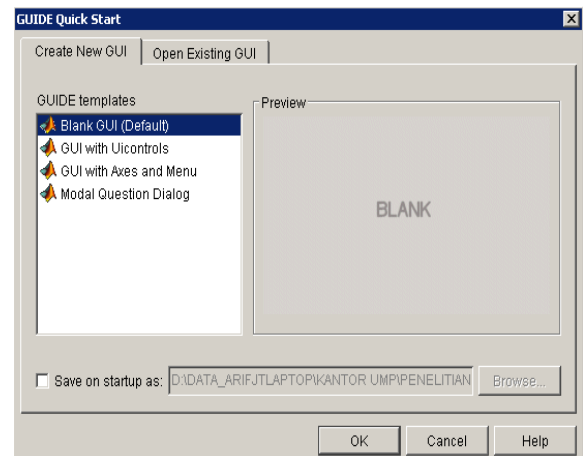
Untuk mendisain tampilan program aplikasi berbasis grafik layaknya program yang dibuat dengan bahasa pemrograman Visual Basic, Delphi atau lainnya. Maka dilingkungan program MATLAB telah disediakan aplikasi untuk mendisain *form*, *command button*, *listbox* dan lainnya melalui perintah GUIDE di *command*

window MATLAB atau bisa juga lewat *Icon* GUIDE, seperti terlihat pada Gambar 3.



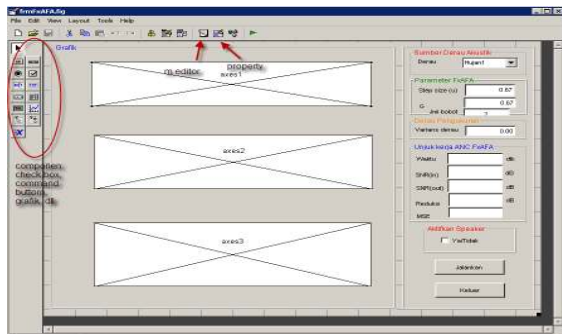
Gambar 3 Memanggil aplikasi GUI-nya Matlab

Aplikasi GUIDE memberikan keluwesan programmer untuk mendisain tampilan user interface sesuai yang diinginkan. Tampilan Guide seperti Gambar 4.



Gambar 4 Guide GUI-nya Matlab

Untuk proses disain dengan mudah dilakukan dengan cara klik dan drag ke tempat form yang diinginkan sesuai tata letak yang dikehendaki.



Gambar 5 Contoh form dan komponen GUI-nya Matlab

Sedangkan untuk masing-masing objek komponen memiliki pengaturan property dan script m-file seperti pada tanda panah pada Gambar 5.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Komputer dengan spesifikasi cukup:
 - a. Processor: Pentium Core 2 Duo
 - b. Mainboard: Intel DG33
 - c. RAM 2GB
 - d. HD 250 GB
 - e. DVD RW
 - f. Sound Card
2. Microprone dan Headset
4. MP3 player
5. Penguat Audio
6. *Software* pendukung:
 - a. Sistem operasi Windows XP SP2
 - b. Matlab
 - c. MsOffice
7. Peralatan pendukung lain: Printer Canon 1900

Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Ambil salah satu penerapan sistem adaptif, pada penelitian ini dipilih untuk proses penghapusan derau dari suara utama pembicara.
2. Jenis derau yang akan ditampilkan adalah suara hujan, suara pesawat take off, suara angin diterowongan, ombak, keramaian jalan kota.
3. Suara utama berupa suara orang dewasa
4. Rancangan program

Tampilan menu awal menu utama dengan program GUIDE pada MATLAB.

Menu utama: Keluar, Informasi, Penghapusan Derau dan Bantuan

Sub menu: Informasi: Struktur, Algoritma dan Visualisasi

Penghapusan Derau: Penghapusan Derau, Perbandingan Algoritma

Bantuan: tentang program

5. Algoritma yang akan digunakan adalah FxLMS dan FxAFA
6. Pengkodean penerjemahan algoritma ke bahasa program matlab
7. Uji coba hasil program dan tampilan
8. Perbaikan jika masih ada kesalahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran dibuat dengan program GUI Guide Matlab dengan tampilan awal seperti Gambar 6. yang dapat dijalankan dengan program Matlab dengan mengetikkan file MasterAnc di *command window* Matlab.



Gambar 6 Tampilan awal program

Di awal tampilan menginformasikan kepada pemakai atau mahasiswa dengan menu utama: Keluar, Informasi, Penghapusan derau dan Bantuan. Menu Keluar terdiri dari menu pilihan Ya atau Tidak untuk memberikan kesempatan pengguna untuk melanjutkan program atau keluar program. Menu Informasi terdiri dari sub menu: Struktur, Algoritman dan Visualiasi isyarat masukan.

Sub menu Struktur menjelaskan struktur blok diagram proses adaptif untuk penghapusan derau dan sub menu Algoritma menjelaskan langkah-langkah untuk proses penghapusan derau dengan algoritma yang dipakai yaitu FxLMS (*Filtered x Least Mean Square*) dan FxAFA (*Filtered x Adaptive Filtering with Averaging*). Sedangkan sub menu Visualisasi isyarat masukan menampilkan grafik dan suara dari isyarat masukan derau, suara utama dan suara utama yang tercampur dengan suara derau.

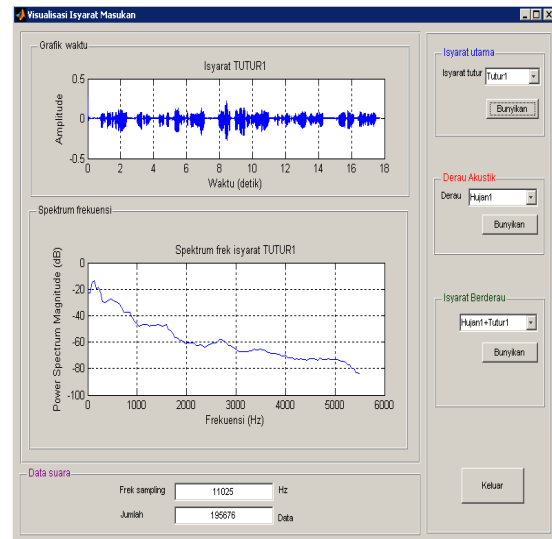
Untuk proses penghapusan dan unjuk kerja perbandingan dua algoritma dan variasi pemilihan jenis derau, setting parameter algoritma dan hasil tampilan grafik spektrum frekuensi serta hasil proses penghapusan yang dapat didengar dapat dilihat pada menu Penghapusan derau.

Visualisasi Isyarat Masukan

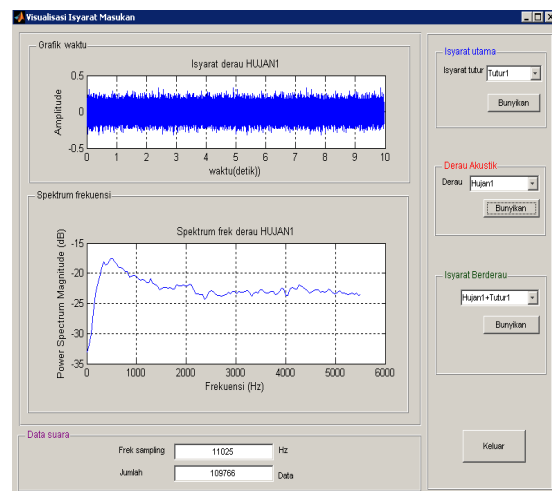
Visualisasi ini memberikan gambaran nyata kepada mahasiswa atau pemakai program dengan pilihan isyarat masukan derau, isyarat masukan suara utama pembicara dan suara utama pembicara yang terganggu dengan adanya suara derau atau campuran suara utama dan suara derau.

Isyarat ini dapat dilihat dalam bentuk visualisasi grafik waktu dan frekuensinya atau spektrum frekuensi dari isyarat masukan serta dapat didengar lewat pengeras suara komputer/laptop.

Berdasarkan grafik waktu akan terlihat dinamika isyarat masukan sedangkan karakteristik isyarat masukan dapat dilihat pada spektrum frekuensinya dengan rentang frekuensi yang dapat dilihat serta dominasi frekuensi yang ada.

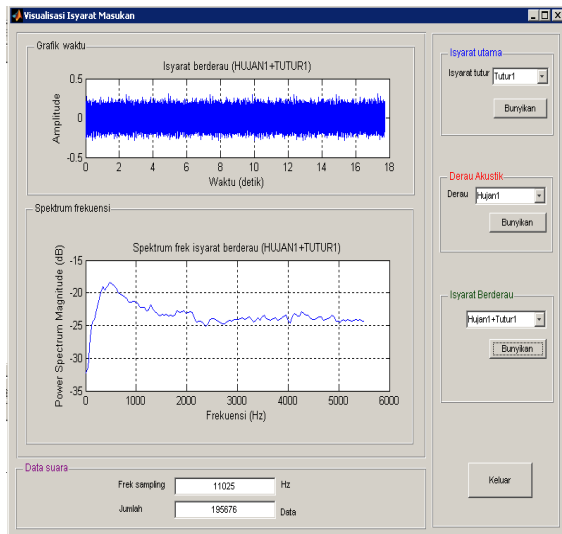


Gambar 7 Visualisasi isyarat masukan suara utama (tutur1)



Gambar 8 Visualisasi isyarat masukan suara derau (hujan1)

Pilihan visualisasi suara derau, suara utama dan suara utama yang tercampur derau dapat dipilih dengan mudah. Berikut ini tampilan suara utama yang tercampur dengan suara derau hujan.



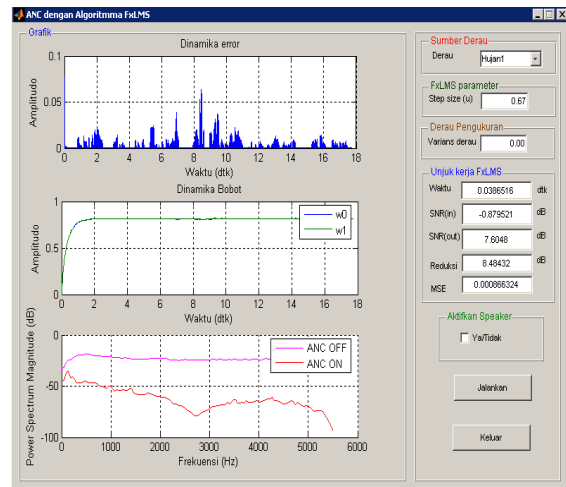
Gambar 9 Visualisasi isyarat masukan suara utama+derau

Dengan adanya visualisasi grafik dan suara ini sangat membantu imajinasi pengguna media ini atau mahasiswa yang bersangkutan, pemakai media dengan mudah melihat grafik, data suara dan suara nyata tersebut.

Penghapusan Derau

Proses penghapusan derau dilakukan pada Menu Penghapusan derau, disini ditampilkan grafik dinamika error, dinamika bobot dan perbandingan spektrum saat proses penghapusan sedang On (bekerja) dan saat Off (tidak bekerja) sehingga terlihat perbedaan spektrum saat penghapusan derau saat bekerja dimana SNR (*Signal to Noise Ratio*) akan naik.

Text box isian, pengguna program dapat memasukkan nilai parameter langkah adaptasi, besar gangguan pengukuran jika ada, kemudian menjalankannya dan langsung dapat dilihat hasilnya yang juga dapat dilihat besar galat MSE (*Mean Square Error*) juga perubahan suara dari suara utama yang tercampur bising menjadi suara utama yang bersih dari gangguan derau.



Gambar 10 Visualisasi grafik, data dan suara proses penghapusan derau.

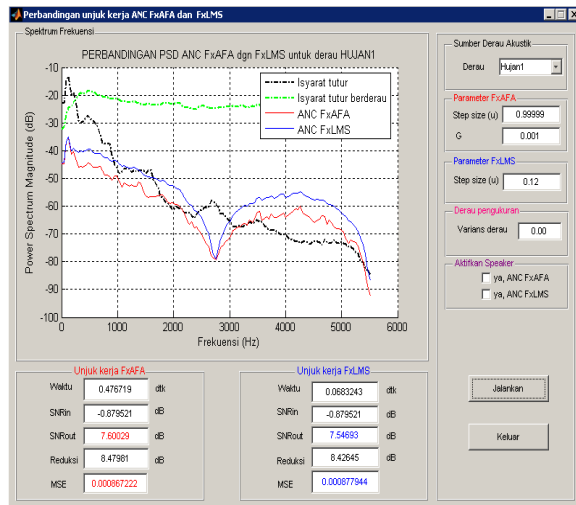
Sebagai variasi jenis gangguan juga dapat dipilih sumber derau dari suara hujan1, hujan2, *take off*, wind tunnel, ombak dan *city traffic* hal ini semua akan semakin memberikan gambaran nyata pemahaman akan aplikasi sistem adaptif untuk penghapusan derau.

Perbandingan Algoritma

Perbandingan penyelesaian proses penghapusan derau secara bersamaan dengan dua algoritma hasilnya dapat dilihat secara bersama seacara langsung pada menu Perbandingan Unjuk Kerja.

Pada menu ini proses penghapusan derau dengan dua algoritma yang berbeda dapat dibandingkan untuk dilihat unjuk kerjanya berdasarkan data SNR, MSE dan suara yang dihasilkan.

Proses interktif pemasukan nilai parameter untuk masing-masing algoritma juga diberikan untuk mencoba nilai parameter dan hasil yang diberikan.



Gambar 11 Perbandingan unjuk kerja algoritma FxLMS dan FxFAFA

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Program media pembelajaran telah bekerja sesuai rancangan
2. Visualisasi grafik, data dan suara telah dapat ditampilkan untuk memberikan penjelasan yang mudah bagi pengguna
3. Pengguna dapat berinteraksi dengan memasukkan nilai parameter dan hasil yang didapat.
4. Pengguna dapat membandingkan algoritma adaptif FxLMS dan FxFAFA untuk penyelesaian penghapusan derau serta dapat melihat unjuk kerjanya dalam bentuk data angka, grafik dan suara yang dihasilkan.

Saran yang dapat diberikan kepada peneliti lainnya adalah:

1. Media pembelajaran ini dapat ditambahkan jenis algoritma lain.
2. Perlu ditambahkan variasi jumlah bobot.

DAFTAR PUSTAKA

Akhtar, M. Tahir., Masahide Abe, Masayuki Kawamata., 2005, *Adaptive Filtering with Averaging-Based For Feedwad Active*

Noise Control System, IEEE Signal Processing Letter Vol 11 No 6 June, Hal 557-560.

Darmana, Satria., Samiyono Suryono., *Pembuatan Media (Trainer) Radio Pada Mata Kuliah Audio Video Di Teknik Elektro UNNES.*, Jurnal Teknik Elektro., Vol 4 No. 2 Juli-Desember 2012, ISSN 1411-0059., Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Handoko, Khotib Tri., Subiyanto, Setyabudi., 2013, *Efektifitas Media Interaktif Mata Pelajaran Merawat Peralatan Listrik Rumah Tangga.*, Jurnal Teknik Elektro hal 80 Vol 4 Nomor 1 Januari-Juni 2012., Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Rifai, Muchamand., Sugeng Purbawanto., 2012., *Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Pada Mata Kuliah Dasar Telekomunikasi Pokok Bahasan Sistem Modulasi Analog.*, Jurnal Teknik Elektro Vol 4 No. 1 Januari-Juni 2012 ISSN 1411-0059., Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Setiawan, Farly., Isdiyarto., Yohanes Primadiono., 2012, *Simulasi Prinsip Kerja Alat Pengaman Listrik Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Instalasi Penerangan dan Tenaga Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UNNES.*, Jurnal Teknik Elektro, hal 60 Vol 4 Nomor 1 Januari-Juni 2012., Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Taufiq, Arif Johar., 2007., *Penghapusan Adaptif Derau Akustik dengan Algoritma FxFAFA*, Tesis S2, UGM Yogyakarta

Widrow, Benard, Samuel D, Stearns., 1985, *Adaptive Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey