

Penggunaan Tapis Adaptif Dalam Proses *Editing* suara Pada Pembuatan Film Layar Lebar

Bambang Sudarmono
Achmad Hidayatno
Budi Setiyono

Abstrak – Permasalahan yang timbul ketika melakukan pengambilan suara pada saat pembuatan film, terutama di lingkungan terbuka adalah adanya suara-suara latar yang ikut terekam. Suara latar ini akan mengurangi kualitas hasil dari proses perekaman itu sendiri. Meskipun suara latar ini diperlukan, tetapi bila terlalu kuat akan membuat rekaman suara tersebut tidak mampu untuk diolah dengan baik pada proses editing.

Salah satu cara atau metode untuk menekan suara latar tersebut adalah dengan menggunakan tapis adaptif. Metode yang digunakan menggunakan dua buah sensor. Sensor pertama digunakan untuk merekam suara pemain dan latar. Sensor kedua digunakan untuk merekam suara latar. Pada tugas akhir ini, algoritma yang digunakan adalah Least Mean Square (LMS) diimplementasikan dengan menggunakan komputer pribadi (PC) untuk mengatur bobot – bobot (Weights).

Pengujian dilakukan dengan memasukan data suara dalam bentuk *.wav yang memiliki frekuensi pencuplikan sebesar 8 khz (dua kali frekuensi tertinggi suara manusia) dan 44,1 khz. Suara yang digunakan adalah suara mono dan stereo. Parameter yang diubah untuk memperoleh nilai MSE dalam pengujian adalah panjang tapis dan stepsize tapis tersebut. Panjang tapis yang digunakan adalah 2, 4, 8, 16 dan 32. Sedangkan stepsize yang digunakan adalah 0,1, 0,05 dan 0,01. Hasil yang diperoleh dari pengujian menunjukkan bahwa nilai MSE akan berkurang dengan bertambahnya nilai stepsize. Sedangkan waktu pemrosesan akan bertambah lama untuk sinyal stereo dan sinyal yang memiliki frekuensi pencuplikan yang tinggi.

Kata kunci: LMS, MSE, stepsize, panjang tapis, frekuensi pencuplikan.

Pada pembuatan film layar lebar, proses *editing* suara dan gambar dilakukan secara terpisah. Proses *editing* sendiri bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari sinyal suara diantaranya dengan cara menghilangkan atau mengurangi suara latar yang ikut terekam dalam proses pengambilan adegan.

Suara latar (angin, air terjun, kendaraan) diperlukan untuk menegaskan lokasi tempat dilakukannya dialog dalam sebuah film. Permasalahan akan timbul bila suara latar tersebut terlalu kuat, sehingga mengganggu dialog yang dilakukan oleh para pemain dan tentunya proses perekaman tidak dapat dilakukan dengan baik. Hal ini tentu menyulitkan dalam proses *editing*.

Untuk suara latar yang tidak terekam pada waktu yang bersamaan dengan suara pemain, penekanan suara latar dapat dilakukan dengan metode yang telah tersedia seperti dengan menurunkan amplitude suara latar tersebut. Tetapi untuk suara latar yang terekam pada waktu yang bersamaan dengan suara dialog, tidak dapat diturunkan atau dihilangkan dengan metode

tersebut. Bila dipaksakan, suara pemain akan ikut hilang.

Dalam situasi seperti ini, dilakukan proses perekaman ulang untuk suara latar dan dialog secara terpisah. Untuk melakukan perekaman dialog, tidaklah semudah memasukan suara latar. Hal ini dilakukan dengan melihat adegan yang sedang terjadi. Kesulitan yang dihadapi saat melakukan perekaman dialog adalah ketepatan waktu antara dialog yang akan direkam dengan gerakan bibir dari para pemainnya. Hal ini memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Sehingga membutuhkan waktu perekaman yang lama.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memecahkan persoalan ini, yaitu dengan menggunakan tapis adaptif yang dikendalikan dengan algoritma *Least Mean Square* (LMS) yang berbasis tapis *Finite Impuls Response* (FIR). Pemilihan metode ini bertujuan agar tanggapan yang dihasilkan berhingga (*finite*).

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat aplikasi untuk menekan suara latar (yang dianggap sebagai derau) berlebih menjadi suara latar yang sesuai dengan kebutuhan.

TAPIS DIGITAL

Tapis FIR

Tapis *Finite Impulse Response* (FIR) merupakan salah satu tapis digital yang mempunyai tanggapan yang berhingga. Karakteristik dasar dari tapis FIR menurut persamaan berikut :

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)x(n-k) \quad \dots(1)$$

$$H(z) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)z^{-k} \quad \dots(2)$$

dengan :

$x(n)$ = sinyal masukan tapis

$y(n)$ = sinyal keluaran tapis

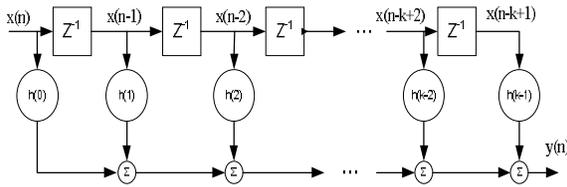
$h(k)$, $k = 0, 1, \dots, N-1$ adalah koefisien tanggapan tapis

$H(z)$ adalah fungsi sistem

N adalah panjang tapis

Persamaan diatas merupakan persamaan beda dari tapis FIR dalam kawasan waktu dan merupakan bentuk nonrekursif tapis FIR. Keluaran $y(n)$ merupakan fungsi dari nilai yang dulu dan nilai sekarang dari masukan $x(n)$.

Blok diagram tapis yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini. Sinyal $x(n)$ merupakan masukan dari tapis dan sinyal $y(n)$ merupakan keluaran dari tapis.



Gambar 1. Blok digram tapis FIR.

Sistem Adaptif

Sistem adaptif merupakan suatu sistem yang mampu menyesuaikan dan dapat beradaptasi langsung dengan kondisi lingkungannya. Setiap perubahan dari kondisi lingkungan akan selalu diikuti perubahan bobot dari tapis tersebut hingga diperoleh pendekatan derau sama dengan derau yang terdapat pada sinyal masukan.

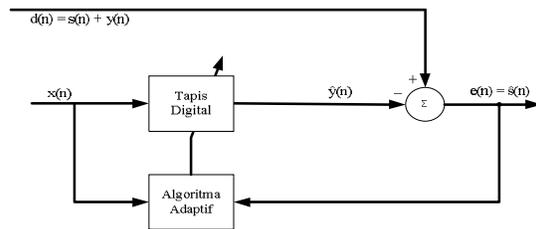
Berdasarkan pada gambar 2, bila diperoleh nilai pendekatan derau sama dengan derau yang terdapat pada sinyal masukan ($\hat{y}(n)=y(n)$), maka sinyal keluaran tapis adaptif tersebut sama dengan sinyal informasi ($\hat{s}(n)=s(n)$) yang terdapat pada sinyal masukan $d(n)$. Saat sinyal masukan $d(n)$ bebas dari derau, dalam hal ini $x(n)=0$ dan $y(n)=0$, maka dengan sendirinya sistem adaptif akan

berhenti bekerja dengan cara mengubah seluruh nilai bobotnya sama dengan nol.

Suatu sistem adaptif memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Dapat secara otomatis beradaptasi (*self-optimize*) terhadap data yang masuk.
2. Dapat meramalkan kemungkinan suatu perilaku model untuk berhubungan dengan situasi baru setelah dilatih pada suatu waktu tertentu dan sering juga sejumlah kecil pola pelatihan sinyal.

Salah satu contoh dari sistem adaptif adalah tapis adaptif. Tapis adaptif terdiri dari dua bagian, yaitu tapis digital yang memiliki koefisien yang dapat diubah, dan suatu algoritma adaptif yang digunakan untuk mengubah atau memperbaharui koefisien dari tapis digital tersebut. Blok diagram dari tapis digital dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Blok diagram tapis adaptif.

Berdasarkan pada gambar 2 terdapat dua buah sinyal masukan, yaitu $d(n)$ dan $x(n)$. $d(n)$ berfungsi sebagai sinyal masukan yang terdiri dari sinyal informasi (suara) $s(n)$ yang tercampur dengan derau $y(n)$. Sedangkan $x(n)$ adalah derau yang akan diproses untuk mendapatkan nilai pendekatan $\hat{y}(n)$ dari derau yang terdapat pada sinyal $d(n)$ sehingga derau yang terdapat pada $d(n)$ dapat dikurangi atau dihilangkan. Sehingga berlaku persamaan berikut

$$\begin{aligned} \hat{s}(n) &= d(n) - \\ &= s(n) + y(n) - \end{aligned} \quad \dots(3)$$

dengan $\hat{s}(n)$ sinyal keluaran dari tapis

$s(n)$ = sinyal masukan tanpa derau

$d(n)$ = sinyal masukan yang terdiri dari sinyal informasi dan derau

$\hat{y}(n)$ = nilai derau pendekatan

$y(n)$ = derau yang terdapat pada sinyal masukan

Algoritma LMS

Algoritma adaptif yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah algoritma LMS yang

dikembangkan oleh Widrow dan Hoff (1960). Setiap koefisien bobot dari tapis digital diperbaharui dengan menggunakan algoritma adaptif yang berdasarkan pada setiap data masukan.

Pengaturan besarnya koefisien bobot ini bertujuan untuk memperoleh nilai koefisien bobot yang optimal sehingga dapat memperkecil nilai MSE (*Mean Square Error*) atau nilai rerata kuadrat kesalahan. Besarnya MSE dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$MSE = \sum_{n=1}^m \frac{(|e(n)|^2)}{m} \quad \dots (4)$$

Dengan $e(n)$ = sinyal keluaran dari tapis adaptif
 $n = 0, 1, 2, \dots, m-1, m$, panjang kata dari sinyal

$$n = Fs \times t$$

Dengan Fs = frekuensi pencuplikan
 t = durasi sinyal

Langkah-langkah perhitungan dari algoritma LMS, adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi, yaitu menentukan koefisien bobot awal,

Untuk setiap urutan data yang masuk, ulangi langkah-langkah (2) hingga (4) berikut:

2. Menghitung keluaran dari tapis digital

$$\hat{y}_n = \sum_{i=0}^{N-1} w_n(i) x_{n-i} \quad \dots (5)$$

Dengan \hat{y}_n = derau pendekatan hasil penapisan,

w_n = koefisien bobot tapis

x_n = derau masukan

l = panjang tapis

3. Menghitung nilai kesalahan (pendekatan)

$$e_n = u_i \quad \dots (6)$$

Dengan e_n = sinyal keluaran dari sistem adaptif

d_n = sinyal masukan pada sistem adaptif

\hat{y}_n = nilai pendekatan derau yang terdapat pada sinyal masukan

4. Memperbaharui nilai koefisien bobot untuk data selanjutnya

$$w_{n+1}(l) = w_n(l) + 2\mu e_i \quad \dots (7)$$

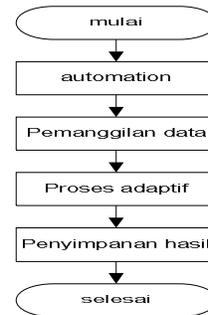
Dengan w_{n+1} = bobot tapis ke $n+1$

w_n = bobot tapis ke n

= *stepsize* tapis

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Dalam perancangan sistem digunakan dua bahasa pemrograman yaitu Matlab 7 dan Visual Basic 6. Matlab 7 digunakan untuk proses penapisan dan Visual Basic 6 digunakan sebagai tampilan utama program untuk memanggil Matlab. Secara garis besar, jalannya program dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir urutan program

Metode Automation

Matlab 7 dan Visual Basic 6 merupakan dua bahasa pemrograman yang saling terpisah satu sama lain, sehingga dibutuhkan sebuah metode untuk menghubungkan kedua bahasa pemrograman tersebut. Metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini ialah metode *Automation*.

Automation merupakan protokol COM (*Component Object Model*) yang memungkinkan suatu aplikasi yang bertindak sebagai *client* untuk mengatur jalannya aplikasi lain yang bertindak sebagai *server*. Dalam perancangan Tugas Akhir ini, Visual Basic 6 bertindak sebagai *client* sedangkan Matlab 7 bertindak sebagai *server*. Setelah hubungan terbentuk, maka dapat dijalankan rutin – rutin perhitungan selanjutnya.

Bertindak sebagai *client*, Visual Basic 6 harus mengenali aplikasi Matlab sebagai sebuah objek.

Pemanggilan Data

Proses pemanggilan data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman matlab. Selanjutnya sebelum memulai proses adaptif, dilakukan pemeriksaan panjang data dari sinyal dan derau masukan yang dipergunakan.

Proses Adaptif

Proses selanjutnya adalah proses penapisan dengan menggunakan algoritma adaptif LMS yang berbasis FIR. Tahap pertama dari pemrosesan ini

adalah dengan menentukan panjang tapis serta *stepsize* dari tapis yang akan digunakan. Langkah selanjutnya setelah ditentukan nilai *stepsize* dan panjang tapis adalah memproses data masukan berdasarkan pada jenisnya, dalam hal ini mono atau stereo.

Pada pemrosesan data stereo, sinyal suara diproses untuk masing masing kanal atau saluran secara terpisah tetapi menggunakan algoritma yang sama secara berurutan.

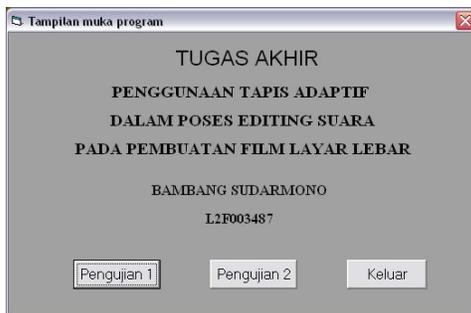
Penyimpanan Hasil

Hasil keluaran tapis adaptif yang diperoleh disimpan dalam bentuk berkas *.wav. Proses penyimpanan didasarkan pada frekuensi pencuplikan dari data tersebut. Pemberian nama berkas mengacu pada nama berkas yang telah dituliskan pada menu untuk menjalankan program.

PENGUJIAN

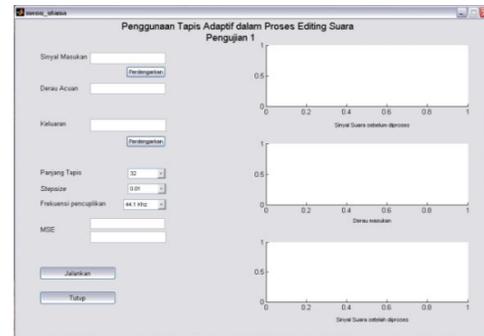
Jalannya Program

Program dijalankan dari TugasAkhir.exe. Saat dijalankan, program akan menuju jendela muka. Pada jendela muka terdapat tiga pilihan, yaitu pengujian 1, pengujian 2 dan keluar. Tampilan dari jendela muka dapat dilihat pada gambar 4.1.

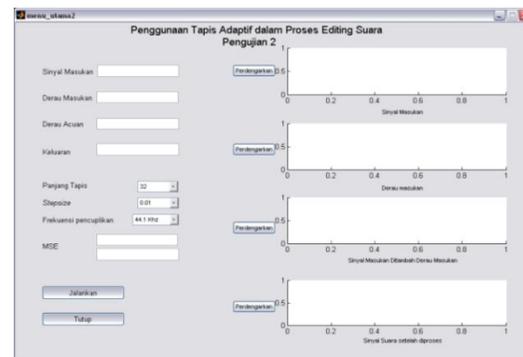


Gambar 4. Jendela muka program

Pilihan pertama adalah pengujian 1. Jika tombol ditekan, maka akan ditampilkan jendela menu_utama. Tombol berikutnya adalah untuk masuk ke dalam pengujian 2. Pilihan ketiga merupakan tombol untuk keluar dari program.



Gambar 5. Jendela menu utama program pengujian 1



Gambar 6. Jendela menu utama program pengujian 2

Kinerja Sistem

Pengujian dibagi dalam dua tahap, yaitu pengujian untuk sinyal suara yang telah tercampur dengan deraiu yang terdiri dari pengujian berdasarkan jenis suara (mono 8 khz, stereo 8 khz dan stereo 44,1 khz). Sedangkan pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan satu masukan sinyal suara dan dua masukan deraiu.

Pengujian Tahap Pertama

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan data masukan mono dan stereo dengan frekuensi pencuplikan 8 khz (dua kali frekuensi tertinggi suara manusia), serta suara stereo 44,1 khz. Pengujian tahap pertama dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh besarnya panjang tapis dan *stepsoze* terhadap nilai mse yang diperoleh. Variasi nilai l dan mu berturut-turut adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Variasi nilai l dan mu yang akan digunakan

Panjang tapis (l)	<i>Stepsize</i> (mu)
2	0,1
	0,05
	0,01
4	0,1
	0,05

	0,01
8	0,1
	0,05
	0,01
16	0,1
	0,05
	0,01
32	0,1
	0,05
	0,01

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 2, 3 dan 4 berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian suara mono 8 khz

Pengujian	<i>l</i>	<i>mu</i>	mse
suara A	2	0,01	$4,75258 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,6757 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,66475 \times 10^{-3}$
	4	0,01	$4,75064 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,67644 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,66485 \times 10^{-3}$
	8	0,01	$4,7511 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,67388 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,66087 \times 10^{-3}$
	16	0,01	$4,74563 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,66578 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,65199 \times 10^{-3}$
32	0,01	$4,72255 \times 10^{-3}$	
	0,05	$4,63401 \times 10^{-3}$	
	0,1	$4,61465 \times 10^{-3}$	

Tabel 3. Hasil pengujian suara stereo 8 khz

Pengujian	<i>l</i>	<i>mu</i>	mse 1	mse 2
suara B	2	0,01	$4,3874 \times 10^{-3}$	$5,32558 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,31236 \times 10^{-3}$	$5,24566 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,3015 \times 10^{-3}$	$5,23447 \times 10^{-3}$
	4	0,01	$4,38343 \times 10^{-3}$	$5,32583 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,3127 \times 10^{-3}$	$5,24551 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,30167 \times 10^{-3}$	$5,23279 \times 10^{-3}$
	8	0,01	$4,38408 \times 10^{-3}$	$5,3211 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,31184 \times 10^{-3}$	$5,23509 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,29939 \times 10^{-3}$	$5,2208 \times 10^{-3}$
	16	0,01	$4,38407 \times 10^{-3}$	$5,29387 \times 10^{-3}$
		0,05	$4,31072 \times 10^{-3}$	$5,20216 \times 10^{-3}$
		0,1	$4,29751 \times 10^{-3}$	$5,18658 \times 10^{-3}$
32	0,01	$4,38278 \times 10^{-3}$	$5,19287 \times 10^{-3}$	
	0,05	$4,30539 \times 10^{-3}$	$5,08339 \times 10^{-3}$	
	0,1	$4,28771 \times 10^{-3}$	$5,05909 \times 10^{-3}$	

Tabel 4. Hasil pengujian suara stereo 44,1 khz

Pengujian	<i>l</i>	<i>mu</i>	mse 1	mse 2	
suara C	2	0,01	$3,4239 \times 10^{-3}$	$3,42416 \times 10^{-3}$	
		0,05	$3,41683 \times 10^{-3}$	$3,41708 \times 10^{-3}$	
		0,1	$3,41564 \times 10^{-3}$	$3,41589 \times 10^{-3}$	
	4	0,01	$3,42241 \times 10^{-3}$	$3,42266 \times 10^{-3}$	
		0,05	$3,41622 \times 10^{-3}$	$3,41647 \times 10^{-3}$	
		0,1	$3,41536 \times 10^{-3}$	$3,41647 \times 10^{-3}$	
	8	0,01	$3,42188 \times 10^{-3}$	$3,42214 \times 10^{-3}$	
		0,05	$3,41602 \times 10^{-3}$	$3,41627 \times 10^{-3}$	
		0,1	$3,41517 \times 10^{-3}$	$3,41542 \times 10^{-3}$	
	16	16	0,01	$3,42141 \times 10^{-3}$	$3,42166 \times 10^{-3}$
			0,05	$3,41589 \times 10^{-3}$	$3,41615 \times 10^{-3}$
			0,1	$3,41492 \times 10^{-3}$	$3,41517 \times 10^{-3}$
32		0,01	$3,42124 \times 10^{-3}$	$3,42149 \times 10^{-3}$	
		0,05	$3,4153 \times 10^{-3}$	$3,41556 \times 10^{-3}$	
		0,1	$3,41398 \times 10^{-3}$	$3,41423 \times 10^{-3}$	

Berdasarkan pada ketiga hasil pengujian pertama diatas, diperoleh nilai MSE terkecil diperoleh pada saat panjang tapis 32 dan *stepsize* 0,1. Sedangkan untuk nilai MSE terbesar diperoleh pada hasil pengujian pertama, yaitu pada saat panjang tapis 2 dan *stepsize* 0,01.

Nilai MSE akan bernilai kecil bila panjang tapis besar dan *stepsize* yang digunakan besar juga. Dari pengujian yang dilakukan, nilai MSE terkecil yang diperoleh adalah $4,61465 \times 10^{-3}$ yaitu pada saat nilai *stepsize* sebesar 0,1 dan panjang tapis adalah 32.

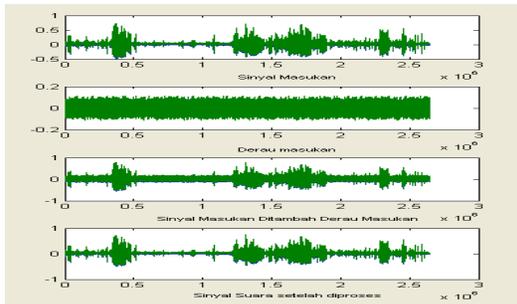
Pengujian Tahap Kedua

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan satu masukan sinyal suara dan dua masukan derau. Pada bagian pertama, kedua buah derau memiliki perbedaan amplitude dan pada bagian kedua masing-masing derau memiliki perbedaan amplitude dan fasa tetapi dari sumber yang sama. Pengujian tahap kedua dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan amplitude dan fasa terhadap kemampuan program yang telah dibuat.

Pada pengujian tahap kedua ini, panjang tapis yang digunakan adalah 32 dan *stepsize* yang digunakan adalah 0,1.

Tabel 5. Hasil pengujian menggunakan dua derau yang memiliki perbedaan amplitude

No	Sinyal masukan	mse 1 ($\times 10^{-3}$)	mse 2 ($\times 10^{-3}$)
1	Suara 1	4,46381	5,36344
2	Suara 2	7,79733	8,69074
3	Suara 3	1,13382	1,22393

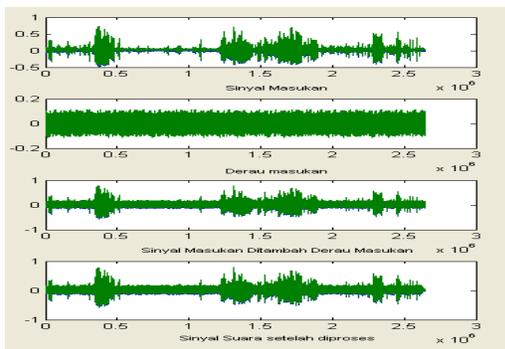


Gambar 7. Hasil pengujian dengan menggunakan dua derau yang memiliki perbedaan amplitude

Pengujian pertama bagian kedua dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan besarnya amplitude dari dua derau yang digunakan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perbedaan amplitude dari kedua derau mampu diatasi oleh tapis adaptif yang telah dibuat. Sehingga sinyal keluaran dari tapis tersebut memiliki nilai yang sangat mendekati nilai sinyal masukannya. Hal ini seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Tabel 6. Hasil pengujian menggunakan dua derau yang memiliki perbedaan amplitude dan fasa

No	Sinyal masukan	mse 1 ($\times 10^{-3}$)	mse 2 ($\times 10^{-3}$)
1	Suara 1	8,2306	9,60857
2	Suara 2	1,15318	1,28988
3	Suara 3	1,50752	1,64529



Gambar 8. Hasil pengujian dengan menggunakan dua derau yang memiliki perbedaan amplitude dan fasa

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data yang menunjukkan bahwa tapis adaptif yang telah dibuat tidak mampu untuk mengatasi perbedaan fasa dan amplitude dari kedua derau yang digunakan. Dengan kata lain, perbedaan waktu perekaman derau tidak dapat diatasi oleh tapis yang telah dibuat. Hal ini ditunjukkan pada gambar 8 diatas.

PENUTUP

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: *Pertama*, Proses adaptif yang dilakukan pada setiap data masukan akan menghasilkan nilai MSE yang berbeda untuk masing-masing panjang tapis yang digunakan.

Kedua, Tingkat keberhasilan penapisan ditentukan oleh nilai MSE. Semakin besar nilai MSE, maka derau yang terdapat pada sinyal keluaran tapis adaptif semakin besar pula.

Ketiga, Nilai MSE terkecil dari pengujian diperoleh pada saat *stepsize* yang digunakan sebesar 0,1. Hal ini disebabkan oleh tanggapan dari tapis tersebut yang lebih cepat dalam mengaktualisasi bobotnya jika dibandingkan dengan *stepsize* sebesar 0,05 ataupun 0,01.

Keempat, Nilai MSE yang kecil menunjukkan bahwa nilai pendekatan dari derau yang diperoleh mendekati nilai derau yang terdapat pada sinyal masukan.

Kelima, Proses penapisan akan efektif bila derau acuan yang digunakan bersumber dari satu sumber derau yang sama dan direkam pada waktu yang bersamaan dengan proses perekaman sinyal suara.

Keenam, Nilai MSE dipengaruhi juga oleh l (panjang tapis). MSE yang diperoleh pada saat menggunakan l sebesar 32 lebih kecil bila dibandingkan dengan pada saat menggunakan l sebesar 2, 4, 8 dan 16.

Ketujuh, Dari pengujian yang telah dilakukan, nilai MSE terkecil untuk masing – masing sinyal masukan diperoleh pada saat l bernilai 32 dan μ bernilai 0,1.

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut: *Pertama*, Penggunaan algoritma tapis adaptif LMS dapat dikembangkan untuk aplikasi lainnya, seperti pada sinyal komunikasi.

Kedua, Pengembangan dari aplikasi ini diantaranya adalah dengan mengganti algoritma adaptif sehingga diperoleh keluaran yang lebih baik.

Ketiga, Pengambilan data berupa sinyal suara dan derau sebaiknya menggunakan alat yang memiliki spesifikasi yang sama dan dilakukan dalam rentan waktu yang sama sehingga diperoleh nilai derau pendekatan yang lebih mendekati nilai derau yang terdapat dalam sinyal masukan.

Daftar pustaka

Kuc R, *Introduction To Digital Signal Processing*, McGraw-Hill Book company, 1988.

- Haykin S., *Adaptive Filter Theory*, McMaster University, prentice hall Englewood cliffs, NJ 07632, 1991.
- Ifeachor J. C. and Jervis B. W., *Digital Signal Processing A Practical Approach*, Addison-Wessley, 1993.
- Jackson L. B., *Digital Filters and Signal Processing Third Edition*, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- DeFatta D. J. and Lucas J. G., *Digital Signal Processing*, John Wiley and Sons , 1988.
-, *LMS Adaptive Filter*,
<http://www.latticesemi.com>, desember
 2006.
- Elhossini A., et al. *An FPGA Implementation of the LMS Adaptive Filter for Audio Processing*,
<http://deimos.eos.uoguelph.ca>, 2006.
- Firdaus, *Pemrograman Database dengan Visual Basic 6.0 untuk orang awam*, Maxikom, 2006.



Bambang Sudarmono, terlahir di kota Tasikmalaya pada 16 Februari 1985. Telah menjalani pendidikan di Taman Kanak-kanak Pertiwi Tasikmalaya, Sekolah Dasar Negeri Pengadilan III Tasikmalaya, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 2 Tasikmalaya, Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Tasikmalaya. Dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I, Dosen Pembimbing II,

Achmad Hidayatno, ST,
MT
 NIP. 132 137 933

Budi Setiyono, ST, MT
 NIP. 132 283 184