

REALISASI ACTIVE NOISE REDUCTION MENGGUNAKAN ADAPTIVE FILTER DENGAN ALGORITMA LEAST MEAN SQUARE (LMS) BERBASIS MIKROKONTROLER LM3S6965

Nama : Wito Chandra

NRP : 0822081

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH No. 65, Bandung, Indonesia.

Email : wito.c.91@gmail.com

ABSTRAK

Noise merupakan sinyal yang mengganggu sinyal informasi. Pada Tugas Akhir ini, *noise* dihasilkan oleh loudspeaker, dan dideteksi oleh *condenser* microphone. Ada beberapa teknik untuk meredam *noise* salah satunya adalah dengan membangkitkan sinyal yang berkebalikan fasa dengan sinyal *noise*.

Pada Tugas Akhir ini, *active noise reduction* dibuat dengan menggunakan *adaptive* filter. *Adaptive filter* memiliki kemampuan untuk merubah koefisien-koefisien filter nya sendiri sesuai dengan algoritma adaptif yang digunakan. Salah satu algoritma adaptif adalah Least-Mean-Square. Algoritma Least-Mean-Square dipilih karena algoritma tersebut tidak terlalu kompleks untuk direalisasikan pada mikrokontroler LM3S6965. Mikrokontroler ini hanya sanggup untuk merealisasikan *adaptive filter* dengan orde maksimum 32 untuk frekuensi *sampling* 2 KSPS. Frekuensi *noise* yang akan dibangkitkan tidak akan melebihi 1 KHz, karena frekuensi *sampling* yang direalisasikan adalah 2 KSPS. Soundcard Scope digunakan untuk membangkitkan *noise* dan menampilkan spektrum frekuensi sinyal. Sedangkan MATLAB digunakan untuk menganalisa koefisien-koefisien filter.

Dari hasil pengamatan, maksimum redaman yang dapat dicapai oleh *active noise reduction* sebesar 21,14 dB. Filter dengan orde 32 dapat meredam *noise* lebih cepat dari pada filter dengan orde 4 dan 8.

Kata kunci: *adaptive filter, Least-Mean-Square, Active Noise Reduction*

LM3S6965 MICROCONTROLLER BASED ACTIVE NOISE REDUCTION REALIZATION USING ADAPTIVE FILTER WITH LEAST MEAN SQUARE (LMS) ALGORITHM

Name : Wito Chandra

NRP : 0822081

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Maranatha Christian University, Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH No. 65,
Bandung, Indonesia

Email : wito.c.91@gmail.com

ABSTRACT

Noise is a signal that interfere information signal. In this final project, noise is generated by loudspeaker and detected by condenser microphone. There are many method to reduce noise, one of them is by generating opposite phase signal with noise.

In this final project, active noise reduction is made using adaptive filter. Adaptive filter has an ability to change its own filter coefficients according to its adaptive algorithm. One of the adaptive algorithm is Least-Mean-Square. Least-Mean-Square algorithm is chosen because that algorithm is not too complex to be realized on LM3S6965 microcontroller . In this research, adaptive-filter function is to reduce noise signals, which is called Active Noise Reduction. This microcontroller is only able to realize adaptive filter with maximum order 32 for sampling frequency 2 KSPS. Noise frequency should not be generated more than 1KHz, because sampling frequency is 2KSPS. Soundcard Scope is used to generate noise and displays signal frequency spectrum. MATLAB is used to analyze filter coefficeints.

From the observation results, the maximum reduction that can be achieved from active noise reduction is 21,14 dB. Filter with order 32 can reduce noise faster than filter with order 4 and 8.

Keywords: Adaptive filter, Least-Mean-Square, Active Noise Reductio

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB 2 TEORI DASAR	4
2.1 Filter	4
2.1.1 <i>Low-pass filter</i>	6
2.1.2 <i>High-pass filter</i>	6
2.1.3 <i>Band-pass filter</i>	7
2.1.4 <i>Band-stop filter</i>	8
2.1.5 <i>All-pass filter</i>	9
2.2 Sistem waktu diskrit	10
2.2.1 <i>Static – dynamic systems</i>	11
2.2.2 <i>Time-variant – time invariant systems</i>	11
2.2.3 <i>Linear – nonlinear systems</i>	12
2.2.4 <i>Stable – unstable systems</i>	12
2.2.5 <i>Causal – noncausal systems</i>	12
2.3 Implementasi sistem waktu diskrit	12
2.3.1 <i>Finite impulse response (FIR)</i>	13
2.3.1 <i>Infinite impulse response (IIR)</i>	14
2.4 <i>Adaptive filter</i>	15

2.5 Algoritma <i>Least-Mean-Square</i>	17
2.6 Mikrokontroler LM3S6965	20
BAB 3 PERANCANGAN DAN REALISASI	23
3.1 <i>Sensor signal amplifier</i>	24
3.2 <i>Antialias filter</i>	25
3.3 <i>Analog-to-digital converter</i>	28
3.4 Pemrosesan digital.....	31
3.4.1 Inisialisasi mikrokontroler LM3S6965	32
3.4.2 Algoritma <i>Least-Mean-Square</i>	34
3.4.2 Algoritma menampilkan informasi pada modul OLED.....	35
3.5 <i>Digital-to-analog converter</i>	36
3.6 <i>Reconstruction filter</i>	37
3.7 <i>Audio amplifier</i>	38
3.8 Penentuan orde <i>adaptive filter</i>	39
BAB 4 ANALISIS DAN DATA PENGAMATAN	41
4.1 Respon frekuensi <i>antialias filter</i> dan <i>reconstruction filter</i>	41
4.2 Analisis <i>adaptive filter</i> untuk satu <i>noise</i> sinusoidal	42
4.2.1 Koefisien <i>adaptive filter</i> untuk satu <i>noise</i> sinusoidal	42
4.2.2 Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk satu <i>noise</i> sinusoidal	46
4.3 Analisis <i>adaptive filter</i> untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	50
4.3.1 Koefisien <i>adaptive filter</i> untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	50
4.3.2 Sepktrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	54
4.4 Analisis <i>adaptive filter</i> untuk <i>White-Gaussian-Noise</i>	56
4.5 Analisis <i>adaptive filter</i> untuk beberapa <i>noise</i> dengan sinyal informasi	57
4.5.1 Koefisien <i>adaptive filter</i> dengan sinyal informasi	58
4.5.2 Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan sinyal informasi	61
4.6 Kinerja <i>active noise reduction</i> dengan sinyal informasi suara untuk <i>noise</i> sinusoidal	63

4.7 Kinerja <i>active noise reduction</i> untuk beberapa orde filter	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	xi
LAMPIRAN A FOTO HASIL PERANCANGAN	
ACTIVE NOISE REDUCTION	
LAMPIRAN B RANGKAIAN ACTIVE NOISE REDUCTION	
LAMPIRAN C LISTING PROGRAM	
LAMPIRAN D DATASHEET	
LAMPIRAN E PENDEKATAN TRANSFER FUNCTION	
RANGKAIAN ANALOG	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Definisi <i>filter</i>	4
Gambar 2.2	Contoh respon frekuensi <i>low-pass filter</i>	6
Gambar 2.3	Contoh respon frekuensi <i>high-pass filter</i>	7
Gambar 2.4	Contoh respon frekuensi <i>band-pass filter</i>	8
Gambar 2.5	Contoh respon frekuensi <i>band-stop filter</i>	9
Gambar 2.6	Contoh respon fasa <i>all-pass filter</i>	10
Gambar 2.7	Realisasi <i>direct-form</i> sistem FIR	13
Gambar 2.8	Realisasi <i>direct-form</i> sistem IIR	15
Gambar 2.9	<i>Adaptive filter</i>	16
Gambar 2.10	Blok-diagram mikrokontroler LM3S6965	21
Gambar 3.1	Sistem pengolahan sinyal digital	23
Gambar 3.2	Blok diagram sistem <i>Active noise reduction</i>	23
Gambar 3.3	Rangkaian <i>sensor signal amplifier</i>	25
Gambar 3.4	Topologi Sallen-Key low-pass filter	26
Gambar 3.5	Sallen-Key <i>low-pass filter</i> orde 2	27
Gambar 3.6	Respon frekuensi <i>low-pass filter</i>	28
Gambar 3.7	Rangkaian <i>biasing</i>	28
Gambar 3.8	Blok diagram modul ADC	29
Gambar 3.9	Contoh penggunaan <i>sample sequencer</i>	30
Gambar 3.10	<i>Stellaris LM3S6965 Ethernet Evaluation Board layout</i>	31
Gambar 3.11	Diagram alir program utama	32
Gambar 3.12	Diagram alir prosedur <i>initialize</i>	33
Gambar 3.13	Diagram alir algoritma <i>Least-Mean-Square</i>	35
Gambar 3.14	Algoritma menampilkan layar pada modul OLED	36
Gambar 3.15	Diagram blok DAC0808	36
Gambar 3.16	Rangkaian DAC	37
Gambar 3.17	Rangkaian <i>reconstruction filter</i>	38
Gambar 3.18	Rangkaian <i>audio amplifier</i>	38
Gambar 3.19	Diagram alir perhitungan jumlah <i>clock cycle</i>	40

Gambar 4.1	Respon frekuensi <i>antialias filter</i> dan <i>reconstruction filter</i>	42
Gambar 4.2	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 200 Hz	44
Gambar 4.3	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 300 Hz	45
Gambar 4.4	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 500 Hz	45
Gambar 4.5	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 700 Hz	45
Gambar 4.6	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 800 Hz	46
Gambar 4.7	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 200 Hz	47
Gambar 4.8	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 300 Hz	47
Gambar 4.9	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 500 Hz	48
Gambar 4.10	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 700 Hz	48
Gambar 4.11	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 800 Hz	49
Gambar 4.12	Sinyal pada <i>error mic</i> untuk <i>noise</i> 200 Hz	50
Gambar 4.13	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 200 & 300 Hz	52
Gambar 4.14	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 300 & 400 Hz	53
Gambar 4.15	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 600 & 700 Hz	53
Gambar 4.16	Respon frekuensi beberapa orde filter dengan <i>noise</i> 700 & 800 Hz	53
Gambar 4.17	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan <i>noise</i> 200 & 300 Hz	54
Gambar 4.18	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan <i>noise</i> 300 & 400 Hz	54
Gambar 4.19	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan <i>noise</i> 600 & 700 Hz	55
Gambar 4.20	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan <i>noise</i> 700 & 800 Hz	55
Gambar 4.21	Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan <i>White-Gaussian-Noise</i>	57
Gambar 4.22	Respon frekuensi filter dengan sinyal informasi 250 Hz untuk <i>noise</i> sinusoidal	60

Gambar 4.23 Respon frekuensi filter dengan sinyal informasi 250 Hz untuk <i>White-Gaussian-Noise</i>	60
Gambar 4.24 Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan sinyal informasi 250 Hz untuk <i>noise</i> sinusoidal 200 & 300 Hz	61
Gambar 4.25 Spektrum frekuensi pada <i>error mic</i> dengan sinyal informasi 250 Hz untuk <i>White-Gaussian-Noise</i>	62
Gambar 4.26 Sinyal pada <i>error mic</i> dengan sinyal informasi 250 Hz untuk sinyal <i>noise</i> 200 & 300 Hz	63
Gambar 4.27 Sinyal informasi (“HALO”)	63
Gambar 4.28 Hasil pem-filter-an dengan sinyal informasi suara	64
Gambar 4.29 Kinerja <i>active noise reduction</i> untuk beberapa orde filter	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah sampel tiap <i>sequencer</i>	30
Tabel 3.2 Register-register yang dibaca dan ditulis untuk prosedur <i>initialize</i>	34
Tabel 3.3 Tabel jumlah <i>clock cycle</i> untuk tiap orde filter	39
Tabel 4.1 Koefisien filter ternormalisasi orde 4 dengan 1 <i>noise</i> sinusoidal	42
Tabel 4.2 Koefisien filter ternormalisasi orde 8 dengan 1 <i>noise</i> sinusoidal	43
Tabel 4.3 Koefisien filter ternormalisasi orde 32 dengan 1 <i>noise</i> sinusoidal	43
Tabel 4.4 Hasil redaman satu <i>noise</i> sinusoidal	49
Tabel 4.5 Koefisien filter ternormalisasi orde 4 untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	51
Tabel 4.6 Koefisien filter ternormalisasi orde 8 untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	51
Tabel 4.7 Koefisien filter ternormalisasi orde 32 untuk dua <i>noise</i> sinusoidal	51
Tabel 4.8 Hasil redaman (dB) dua <i>noise</i> sinusoidal	56
Tabel 4.9 Koefisien filter ternormalisasi orde 4 dengan sinyal informasi 250 Hz	58
Tabel 4.10 Koefisien filter ternormalisasi orde 8 dengan sinyal informasi 250 Hz	58
Tabel 4.11 Koefisien filter ternormalisasi orde 32 dengan sinyal informasi 250 Hz	58