



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Metodologi Penelitian .....	2
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Efek Audio Digital .....	8
3.1.1 Efek <i>Echo</i> .....	8
3.1.2 Efek <i>Reverb</i> .....	9
3.1.3 Efek <i>Flanger</i> .....	10
3.2 <i>Comb Filter</i> .....	12
3.2.1 <i>Feedforward Comb Filter</i> .....	13
3.2.2 <i>Feedback Comb Filter</i> .....	14
3.2.3 <i>Universal Comb Filter</i> .....	15
3.3 <i>Allpass Filter</i> .....	16
3.4 <i>Field Programmable Gate Array</i> .....	16
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	18
4.1 Analisis Rancangan Sistem .....	18
4.2 Perancangan Sistem.....	18



4.3	Perancangan Simulasi MATLAB Simulink .....	20
4.4	Perancangan Implementasi FPGA .....	20
4.5	Rencana Pengujian dan Analisis .....	21
BAB V	IMPLEMENTASI.....	24
5.1	Implementasi Efek Audio pada Simulink .....	24
5.1.1	Implementasi <i>Variable Delay</i> .....	24
5.1.2	Implementasi Efek <i>Echo</i> .....	28
5.1.3	Implementasi Efek <i>Flanger</i> .....	29
5.1.4	Implementasi Efek <i>Reverb</i> .....	31
5.1.5	Implementasi Efek Audio Secara keseluruhan .....	34
5.2	Implementasi dan Pengujian Sistem pada FPGA.....	35
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
6.1	Hasil Pengujian Efek Audio .....	38
6.1.1	<i>Variable Delay</i> .....	38
6.1.2	Efek <i>Echo</i> .....	39
6.1.3	Efek <i>Flanger</i> .....	43
6.1.4	Efek <i>Reverb</i> .....	46
6.2	Analisis Latensi Sistem .....	50
6.3	Analisis Penggunaan Sumber Daya FPGA .....	52
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN .....	56
7.1	Kesimpulan.....	56
7.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	.....	57



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram blok efek audio digital (Zolzer, 2011).....	8
Gambar 3.2 Diagram blok efek <i>echo</i> .....	9
Gambar 3.3 Diagram blok efek <i>flanger</i> (Orfanidis, 2010) .....	10
Gambar 3.4 Diagram blok <i>delay line</i> .....	11
Gambar 3.5 Struktur <i>circular buffer</i> .....	11
Gambar 3.6 Diagram blok <i>reverberator</i> SATREV (Smith, 2010) .....	12
Gambar 3.7 Blok diagram <i>feedforward comb filter</i> dan respon <i>magnitude</i> -nya (Zolzer, 2011) .....	13
Gambar 3.8 Blok diagram <i>feedforward comb filter</i> dan respon <i>magnitude</i> -nya (Zolzer, 2011) .....	14
Gambar 3.9 Blok diagram <i>universal comb filter</i> .....	15
Gambar 3.10 Tabel parameter <i>universal comb filter</i> .....	15
Gambar 3.11 Blok diagram filter <i>allpass</i> (Smith, 2010).....	16
Gambar 3.12 Ilustrasi struktur FPGA (Brown, 1992).....	17
Gambar 4.1 Diagram blok rancangan sistem efek gitar digital .....	19
Gambar 4.2 Blok simulasi pada Simulink .....	20
Gambar 4.3 Diagram blok pengujian sistem pada perangkat keras .....	22
Gambar 5.1 True Dual Port RAM.....	24
Gambar 5.2 Jendela pengaturan Dual Port RAM .....	25
Gambar 5.3 Potongan deklarasi port script RAM Controller .....	26
Gambar 5.4 Blok RAM Controller .....	27
Gambar 5.5 Rangkaian blok <i>variable delay</i> .....	27
Gambar 5.6 Blok diagram efek <i>echo</i> .....	28
Gambar 5.7 Jendela pengaturan DDS Compiler .....	30
Gambar 5.8 Blok rancangan LFO <i>signal generator</i> .....	30
Gambar 5.9 Blok rancangan efek <i>flanger</i> .....	31
Gambar 5.10 Diagram blok efek reverberasi schroeder (Smith, 2010) .....	31
Gambar 5.11 Blok rancangan feedback comb filter .....	32
Gambar 5.12 Susunan blok filter <i>comb</i> .....	33
Gambar 5.13 Blok rancangan filter <i>allpass</i> .....	33



Gambar 5.14 Blok rancangan efek <i>reverb</i> .....	34
Gambar 5.15 Blok sistem efek gitar pada Simulink .....	34
Gambar 5.16 Jendela token XSG .....	35
Gambar 5.17 Proses XFlow selesai .....	36
Gambar 5.18 Blok <i>Audio Effect</i> .....	37
Gambar 5.19 Rangkaian simulasi efek audio .....	37
Gambar 6.1 Sinyal luaran <i>variabel delay</i> .....	38
Gambar 6.2 Grafik sinyal masukan dan luaran efek <i>echo</i> .....	39
Gambar 6.3 Spectrogram data suara masukan .....	40
Gambar 6.4 Spectrogram sinyal luaran efek <i>echo</i> pada FPGA.....	41
Gambar 6.5 Spectrogram sinyal luaran efek <i>echo</i> pada Audacity .....	41
Gambar 6.6 Pengaruh variasi parameter <i>gain</i> pada keluaran efek <i>echo</i> .....	42
Gambar 6.7 Pengaruh variasi parameter <i>delay</i> pada keluaran efek <i>echo</i> .....	42
Gambar 6.8 Grafik sinyal sinusoid yang dihasilkan oleh DDS Compiler .....	43
Gambar 6.9 Grafik sinyal hasil pengujian respon impuls efek <i>flanger</i> .....	44
Gambar 6.10 Spektrogram (a) sinyal masukan (b) sinyal luaran efek <i>flanger</i> .....	44
Gambar 6.11 Spektrogram hasil pengujian pengaruh variasi parameter frekuensi pada keluaran efek <i>flanger</i> .....	45
Gambar 6.12 Spektrogram hasil pengujian pengaruh variasi parameter <i>gain</i> pada keluaran efek <i>flanger</i> .....	45
Gambar 6.13 Spektrogram hasil pengujian pengaruh variasi parameter <i>delay</i> pada keluaran efek <i>flanger</i> .....	46
Gambar 6.14 Grafik respon impuls efek <i>reverb</i> dengan waktu reverberasi (a) 0 detik, (b) 0,5 detik, dan (c) 2 detik.....	47
Gambar 6.15 Grafik respon impuls efek <i>reverb</i> pada perangkat lunak Audacity dengan waktu reverberasi 2 detik .....	48
Gambar 6.16 Spektrogram sinyal hasil pengolahan (a) <i>reverberator</i> SATREV pada FPGA (b) <i>reverberator</i> pada perangkat lunak Audacity .....	49
Gambar 6.17 Grafik hasil pengujian variasi parameter pada efek <i>reverb</i> .....	50
Gambar 6.18 Grafik sinyal luaran sistem yang di- <i>bypass</i> dan melalui efek.....	51
Gambar 6.19 Implementasi desain efek gitar digital pada perangkat keras.....	55



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Perbandingan Penelitian yang Ditinjau .....	6
Tabel 6.1 Laporan penggunaan sumber daya pada FPGA.....	52
Tabel 6.2 Tabel penggunaan memori sebagai <i>variable delay</i> .....	53
Tabel 6.3 Perbandingan penggunaan sumber daya antara optimasi kecepatan dan optmasi area .....	54