

**IMPLEMENTASI PCM (*PULSE CODE MODULATION*)  
SEBAGAI PENGOLAH SINYAL PADA SISTEM  
PENDETEKSI MUSIK UNTUK APLIKASI ROBOT**

**S K R I P S I**

**KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**ALBAR RIZKA BAHAR**

**NIM. 0910630029-63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2013**

## ABSTRAK

**ALBAR RIZKA BAHAR, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2013, Implementasi PCM (pulse code modulation) sebagai pengolah sinyal pada sistem pendeteksi musik untuk aplikasi robot, Dosen Pembimbing : Ir. Wahyu Adi Priyono, MT., dan Ali Mustofa, ST., MT.**

Dalam kontes robot seni Indonesia, setiap robot diharuskan menari pada saat musik dimainkan, kemudian berhenti menari ketika musik tidak dimainkan, sehingga robot membutuhkan sistem pendeteksi suara yang tepat. *Pulse code modulation* (PCM) adalah metode modulasi yang dapat digunakan sebagai pengolah sinyal suara yang dihasilkan *microphone* melalui proses filterisasi (*lowpass filter* dengan frekuensi *cutoff* dibawah 4kHz), penyamplingan (frekuensi sinyal penyampling 8 kHz), proses kuantisasi 10 bit ADC dan pengkodean NRZ(*non return to zero*) 1 bit. Lagu uji yang digunakan dalam penelitian adalah *jiyuu e no shotai*. Hasil pengujian menunjukkan sistem yang dibuat telah dapat mengenali musik dan menyalakan LED biru ketika lagu uji dimainkan serta menyalakan LED merah ketika musik tidak dimainkan atau lagu yang dimainkan bukan lagu uji, sehingga dapat disimpulkan prinsip PCM dapat diimplementasikan sebagai pengolah sinyal dalam sistem pendeteksi musik untuk robot seni.

Kata Kunci: PCM, Musik, Robot Penari, Pengolah Sinyal, *Microphone*.

DAFTAR ISI

	halaman
<b>PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Umum .....	5
2.2 Sinyal .....	5
2.3 <i>Pulse Code Modulation</i> (PCM) .....	7
2.3.1 Filterisasi.....	7
2.3.2 Penyamplingan.....	12
2.3.3 Kuantisasi.....	13
2.3.4 Pengkodean .....	14
2.4 Mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 .....	14
2.5 <i>Microphone</i> .....	19
2.6 <i>Signal To Noise Rasio</i> (SNR) .....	20
<b>BAB IIIMETODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Penentuan Spesifikasi Alat.....	22
3.2 Pengambilan Data .....	23
3.3 Pembahasan.....	24
3.3.1 Perencanaan Alat.....	24
3.3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat.....	24





3.3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> )...	25
3.3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Algoritma Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	25
3.3.3 Pengujian Alat.....	28
3.4 Pengambilan Kesimpulan .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Umum .....	33
4.2 Perencanaan Alat.....	33
4.3 Perancangan Alat .....	34
4.3.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	34
4.3.1.1 <i>Microphone</i> .....	34
4.3.1.2 <i>Low Pass Filter</i> .....	35
4.3.1.3 Rangkaian Mikrokontroler .....	37
4.3.2 Perancangan Algoritma <i>Software</i> .....	40
4.3.2.1 Penyamplingan .....	40
4.3.2.2 Kuantisasi .....	41
4.3.2.3 Pengkodean.....	41
4.4 Pembuatan Alat.....	48
4.5 Pengujian Alat.....	48
4.5.1 Pengujian <i>Microphone</i> .....	49
4.5.2 Pengujian LED Indikator .....	51
4.5.3 Pengujian Detektor Musik .....	52
4.5.3.1 Pengujian <i>Filter</i> .....	52
4.5.3.2 Pengujian Mikrokontroler ATmega8 .....	56
4.5.3.3 Pengujian Penyamplingan .....	60
4.5.3.4 Pengujian Kuantisasi .....	62
4.5.3.5 Pengujian Pengkodean Sinyal .....	65
4.5.4 Pengujian Keseluruhan Sistem .....	67
4.5.5 Pengujian SNR.....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>73</b>
5.1 Kesimpulan .....	73

5.2 Saran .....74

**DAFTAR PUSTAKA.....75**

**LAMPIRAN..... 76**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Contoh Sinyal Suara .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Alir Proses PCM.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Respon Sinyal <i>Low Pass Filter</i> .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Rangkaian <i>High Pass Filter</i> .....	10
<b>Gambar 2.6</b> Respon Sinyal <i>Band Pass Filter</i> .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Respon Sinyal <i>Filter Butterworth</i> , <i>Chebyshev</i> dan <i>Elliptic</i> .....	12
<b>Gambar 2.8</b> Penyamplingan Sinyal .....	12
<b>Gambar 2.9</b> Sinyal Hasil Kuantisasi.....	13
<b>Gambar 2.10</b> Sinyal Hasil Pengkodean NRZ.....	14
<b>Gambar 2.11</b> Konfigurasi Pin ATmega8 Model TQFP.....	15
<b>Gambar 2.12</b> Jendela <i>Code Wizard</i> .....	17
<b>Gambar 2.13</b> Pemilihan Jenis <i>Chip</i> .....	17
<b>Gambar 2.14</b> Pengaturan <i>Port C</i> Sebagai <i>Input</i> .....	18
<b>Gambar 2.15</b> Aktifkan ADC dari Mikrokontroler.....	18
<b>Gambar 2.16</b> Pengaturan Tegangan Referensi ADC dan <i>Clock</i> ADC .....	18
<b>Gambar 2.17</b> <i>Condenser Microphone</i> .....	19
<b>Gambar 2.18</b> Rangkaian Dalam dari <i>Electret Condenser Microphone</i> .....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penyusunan Penelitian .....	22
<b>Gambar 3.2</b> Blok Diagram Perencanaan Alat .....	24
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Proses Perancangan dan Pembuatan Alat .....	25
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Blok <i>Hardware</i> Sistem.....	25
<b>Gambar 3.5</b> Algoritma Proses Pendeteksian Musik .....	26
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Alir Perhitungan SNR.....	28
<b>Gambar 3.7</b> Diagram Alir Proses Pengujian <i>Microphone</i> .....	29
<b>Gambar 3.8</b> Diagram Alir Pengujian <i>Filter</i> .....	29
<b>Gambar 3.9</b> Diagram Alir Pengujian Kondisi Mikrokontroler ATmega8 .....	30
<b>Gambar 3.10</b> Diagram Alir Pengujian Penyamplingan .....	30
<b>Gambar 3.11</b> Diagram Alir Pengujian Proses Kuantisasi ATmega8.....	31
<b>Gambar 3.12</b> Diagram Alir Pengujian Proses Pengkodean.....	31



<b>Gambar 3.13</b> Diagram Alir Pengujian Keseluruhan Sistem.....	31
<b>Gambar 4.1</b> Perencanaan Alat.....	33
<b>Gambar 4.2</b> Rangkaian <i>Microphone</i> .....	34
<b>Gambar 4.3</b> Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> Sistem.....	36
<b>Gambar 4.4</b> Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8.....	37
<b>Gambar 4.5</b> Rangkaian OP-AMP Sinyal.....	38
<b>Gambar 4.6</b> Rangkaian Penguat Sebelum <i>Input</i> Mikrokontroler.....	39
<b>Gambar 4.7</b> Program Pengaturan Penyamplingan ADC ATmega8.....	40
<b>Gambar 4.8</b> Algoritma Proses Kuantisasi.....	41
<b>Gambar 4.9</b> Algoritma Pengkodean Sinyal.....	42
<b>Gambar 4.10</b> Diagram Alir Mencari Koefisien Fungsi Alih <i>Filter</i> .....	43
<b>Gambar 4.11</b> Diagram Alir Mencari Persamaan $Y[0]$ .....	44
<b>Gambar 4.12</b> Struktur Persamaan (4-2).....	45
<b>Gambar 4.13</b> Persamaan $Y[0]$ Dalam CV AVR.....	46
<b>Gambar 4.14</b> Diagram Alir Pengkodean Tahap 2.....	46
<b>Gambar 4.15</b> Diagram Alir Pengkodean Tahap 3.....	47
<b>Gambar 4.16</b> Diagram Alir Pengujian Sistem Pendeteksi Musik.....	48
<b>Gambar 4.17</b> Blok Diagram Pengujian <i>Microphone</i> .....	49
<b>Gambar 4.18</b> Pengujian <i>Microphone</i> .....	50
<b>Gambar 4.19</b> Diagram Blok Pengujian LED Indikator.....	51
<b>Gambar 4.20</b> Pengujian LED Indikator.....	52
<b>Gambar 4.21</b> Blok Diagram Pengujian Filter.....	53
<b>Gambar 4.22</b> Grafik Hasil Pengujian <i>Filter</i> .....	54
<b>Gambar 4.23</b> Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Perancangan <i>Filter</i> ... ..	56
<b>Gambar 4.24</b> Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler.....	57
<b>Gambar 4.25</b> Pengujian Masukan Mikrokontroler.....	58
<b>Gambar 4.26</b> Pengujian <i>Write</i> ke Mikrokontroler.....	58
<b>Gambar 4.27</b> Pengujian <i>Read</i> dari Mikrokontroler.....	58
<b>Gambar 4.28</b> Pengujian <i>Erase</i> Memori Mikrokontroler.....	59
<b>Gambar 4.29</b> Pengujian Keluaran Mikrokontroler.....	59
<b>Gambar 4.30</b> Diagram Blok Pengujian Penyamplingan.....	60
<b>Gambar 4.31</b> Pengujian Frekuensi Sinyal Penyampling.....	61

**Gambar 4.32** Perbandingan Periode Sinyal Uji dan Sinyal Penyampling.....62

**Gambar 4.33** Blok Diagram Pengujian Kuantisasi.....63

**Gambar 4.34** Pengujian Kuantisasi .....64

**Gambar 4.35** Blok Diagram Pengujian Pengkodean.....65

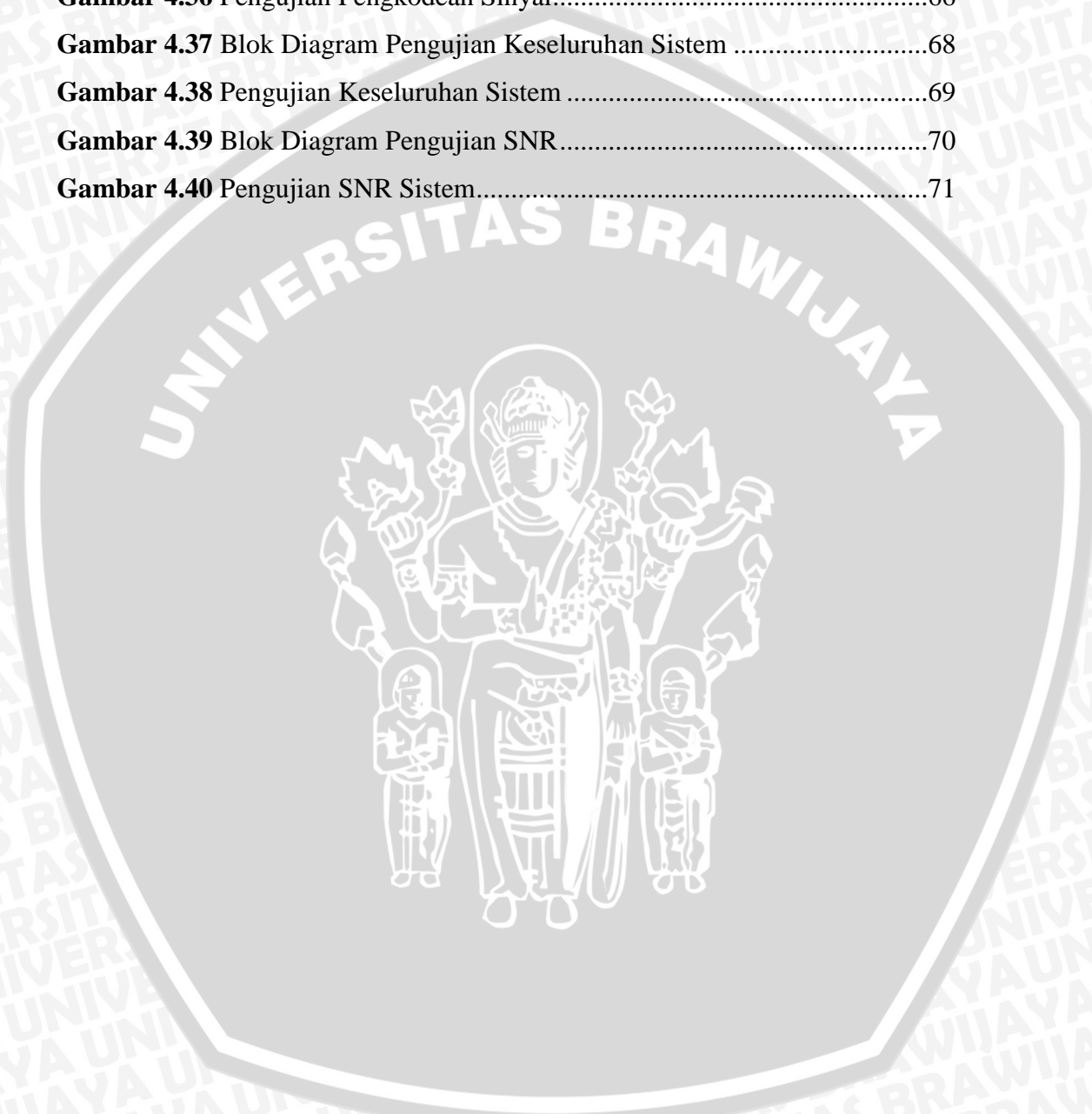
**Gambar 4.36** Pengujian Pengkodean Sinyal.....66

**Gambar 4.37** Blok Diagram Pengujian Keseluruhan Sistem .....68

**Gambar 4.38** Pengujian Keseluruhan Sistem .....69

**Gambar 4.39** Blok Diagram Pengujian SNR.....70

**Gambar 4.40** Pengujian SNR Sistem.....71





**DAFTAR TABEL**

**Tabel 4.1** Koefisien a dan b .....44

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian *Microphone* .....50

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian LED .....52

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Filter .....54

**Tabel 4.5** Perbandingan Hasil Perancangan dan Pengujian *Filter* .....55

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Mikrokontroler ATmega8 .....59

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Kuantisasi .....64

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Pengkodean .....67

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem .....69

**Tabel 4.10** Hasil Pengujian SNR Sistem .....71

