

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
INTISARI .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.4 Sistematika Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
BAB III LANDASAN TEORI .....	10
3.1 Massa Jenis... .....	10
3.2 Gelombang Ultrasonik .....	12
3.3 Cepat Rambat Gelombang .....	13
3.4 Modul AD9850 DDS .....	13
3.5 Penguat Tegangan dan Penguat Daya (Op Amp) .....	14
3.5.1 Op-amp sebagai penguat pembalik .....	15
3.5.2 Op-amp sebagai penguat non pembalik .....	16

3.6 Op Amp LM386.....	16
3.7 Transduser Ultrasonik.....	17
<b>BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>18</b>
4.1 Analisis Sistem .....	18
4.2 Rancangan Perangkat Keras.....	21
4.2.1 Rancangan Board Arduino Mega 2560 dan Modul AD9850..	21
4.2.2 Rancangan Penguat Tegangan Pada <i>Transmitter</i> .....	22
4.2.3 Rancangan Sistem <i>Receiver</i> Transduser ultrasonik .....	24
4.2.4 Rancangan <i>Board</i> OpenCM9.04 dan Rangkaian <i>Receiver</i> .....	24
4.3 Perancangan Objek Uji dan Rancangan Pengujian.....	25
4.4 Perancangan Program Pada Bagian <i>Transmitter</i> .....	26
4.5 Perancangan Program Pada Bagian <i>Receiver</i> .....	29
<b>BAB V IMPLEMENTASI SISTEM .....</b>	<b>32</b>
5.1 Implementasi Perangkat Keras .....	32
5.1.1 Implementasi Board Arduino Mega 2560 .....	33
5.1.2 Implementasi Modul AD9850 DDS .....	34
5.1.3 Implementasi Penguat Tegangan Bagian <i>Receiver</i> .....	34
5.1.4 Implementasi Transduser Ultrasonik .....	35
5.1.5 Implementasi Board OpenCM9.04 .....	36
5.1.6 Implementasi Penguat Tegangan Bagian <i>Receiver</i> .....	36
5.2 Implementasi Objek Zat cair .....	37
5.3 Implementasi Program Pada bagian <i>Transmitter</i> .....	38
5.4 Implementasi Program Pada bagian <i>Receiver</i> .....	41
5.5 Implementasi Pengukuran Kecepatan Gelombang Ultrasonik .....	45
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
6.1 Pengujian Bagian <i>Transmitter</i> .....	47
6.1.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	47

6.1.2 Pengujian Modul AD9850 DDS .....	48
6.1.3 Pengujian Penguat Tegangan Op Amp LM386 .....	49
6.2 Pengujian bagian <i>Reciever</i> .....	51
6.2.1 Pengujian Pada Aquades .....	51
6.2.2 Pengujian Pada Minyak Goreng ( <i>Coconut Oil</i> ) .....	52
6.2.3 Pengujian Pada Sabun Cair .....	53
6.2.4 Pengujian Pada Larutan Sabun Cair 40% .....	54
6.2.5 Pengujian Pada Larutan Sabun Cair 70% .....	56
6.3 Analisis Data .....	57
6.3.1 Hasil Perhitungan Pada Objek Aquades .....	59
6.3.2 Hasil Perhitungan Pada Objek Minyak Goreng .....	60
6.3.3 Hasil Perhitungan Pada Objek Sabun Cair .....	62
6.3.4 Hasil Perhitungan Pada Objek Larutan Sabun Cair 40% .....	63
6.3.5 Hasil Perhitungan Pada Objek Larutan Sabun Cair 70% .....	65
6.4 Pembahasan .....	66
BAB VII PENUTUP .....	69
7.1 Kesimpulan .....	69
7.2 Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Massa jenis zat cair .....	10
Gambar 3.2 Diagram Blok Fungsi modul AD9850 DDS .....	13
Gambar 3.3 Konfigurasi <i>clock</i> pada frekuensi .....	14
Gambar 3.4 Simbol Op Amp .....	15
Gambar 3.5 Rangkaian Op Amp Pembalik .....	15
Gambar 3.6 Rangkaian Op Amp Non Pembalik .....	16
Gambar 3.7 Rangkaian Penguatan Sebesar 20 kali menggunakan LM386 .....	17
Gambar 3.8 Transduser Ultrasonik <i>waterproof</i> .....	17
Gambar 4.1 Diagram Blok Alat .....	18
Gambar 4.2 Diagram Keseluruhan Sistem .....	19
Gambar 4.3 Diagram sistem bagian <i>transmitter</i> ultrasonik .....	20
Gambar 4.4 Diagram sistem bagian <i>receiver</i> ultrasonik .....	20
Gambar 4.5 Konfigurasi Board Arduino Mega .....	22
Gambar 4.6 Rangkaian Op Amp <i>transmitter</i> .....	22
Gambar 4.7 Rangkaian Op Amp <i>receiver</i> .....	24
Gambar 4.8 Konfigurasi Pin I/O OpenCM9.04 .....	25
Gambar 4.9 Dimensi Wadah Pengukuran.....	25
Gambar 4.10 Diagram Alir Program Bagian <i>transmitter</i> .....	27
Gambar 4.11 Diagram Alir Program Bagian <i>Receiver</i> .....	29
Gambar 4.11 diagram alir pengkondisi pengukuran bagian receiver ..	30
Gambar 5.1 Keseluruhan rangkaian bagian <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> ..	32
Gambar 5.2 Arduino Mega 2560 dengan <i>shield</i> modul AD9850 DDS .....	33
Gambar 5.3 Modul AD9850 DDS .....	34
Gambar 5.4 Penguat Tegangan <i>transmitter</i> .....	35

Gambar 5.5 Transduser Ultrasonik <i>waterproof</i> .....	35
Gambar 5.6 Implementasi Board OpenCM9.04 .....	36
Gambar 5.7 Implementasi penguat tegangan pada bagian <i>receiver</i> ...	37
Gambar 5.8 Implementasi Objek Zat Cair untuk diuji .....	37
Gambar 5.9 Deklarasi variabel bagian <i>transmitter</i> .....	38
Gambar 5.10 Pengaturan Pin Bagian <i>transmitter</i> .....	38
Gambar 5.11 Program Utama <i>transmitter</i> .....	39
Gambar 5.12 Fungsi pembangkit sinnyal .....	40
Gambar 5.13 Interpretasi pembangkit sinyal 40KHz .....	41
Gambar 5.14 Deklarasi variabel bagian <i>receiver</i> .....	41
Gambar 5.15 Pengaturan awal bagian <i>reciever</i> .....	42
Gambar 5.16 Fungsi Pengukuran .....	42
Gambar 5.17 Fungsi waktu .....	43
Gambar 5.18 Program input koefisiean zat cair .....	44
Gambar 5.19 Potongn program mengosongkan nilai <i>error</i> .....	44
Gambar 5.20 Fungsi perhitungan massa jenis .....	45
Gambar 5.21 Pengkondisi variabel finished .....	46
Gambar 6.1 Serial Monitor Arduino IDE .....	48
Gambar 6.2 Pengujian Modul AD9850 DDs .....	48
Gambar 6.3 Hasil penguatan tegangan Op Amp LM386 .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Tinjauan Pustaka .....	8
Tabel 3.1 Massa jenis zat .....	11
Tabel 6.1 hasil Penguatan LM386 .....	50
Tabel 6.2 Hasil Pengukuran Waktu perambatan ultrasonik pada aquades	51
Tabel 6.3 Hasil Akhir pengukuran tanpa nilai <i>error</i> .....	52
Tabel 6.4 Hasil pengukuran waktu ultrasonik pada minyak goreng	53
Tabel 6.5 Pengukuran waktu ultrasonik pada sabun cair .....	54
Tabel 6.6 Hasil pengukuran sabun cair 40% awal dengan nilai <i>error</i>	55
Tabel 6.7 Hasil Pengukuran tanpa <i>error</i> .....	55
Tabel 6.8 Hasil pengukuran sabun cair 70% awal dengan nilai <i>error</i>	56
Tabel 6.9 Hasil Pengukuran tanpa <i>error</i> .....	57
Tabel 6.10 Hasil uji bahan penelitian .....	58
Tabel 6.11 Hasil 10 kali pengukuran pada Aquades .....	59
Tabel 6.12 Hasil 10 kali pengukuran pada Aquades .....	61
Tabel 6.13 Hasil 10 kali pengukuran pada Aquades .....	62
Tabel 6.14 Hasil 10 kali pengukuran pada Aquades .....	64
Tabel 6.15 Hasil 10 kali pengukuran pada Aquades .....	65
Tabel 6.16 Hasil Analisis Data .....	66

