

# **LAPORAN SKRIPSI**

***PERANCANGAN KALIBRATOR TERMOMETER  
DIGITAL MENGGUNAKAN MEDIA AIR  
BERDASARKAN KONTROL PID DAN ON/OFF***



**Oleh :**

**Ardelina Ramadhani**

**P27838119042**

**SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA  
ELEKTRO-MEDIS  
JURUSAN TEKNIK ELEKTROMEDIK  
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA  
SURABAYA**

**2020**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barokahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“PERANCANGAN KALIBRATOR TERMOMETER DIGITAL MENGGUNAKAN MEDIA AIR BERDASARKAN KONTROL PID DAN ON/OFF”***

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik
2. Ibu, Ayah, Adik , dan keluarga besar yang telah dengan penuh ketulusan memberikan doa, dukungan dan menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan pendidikan tepat waktu.
3. Ibu Hj. Andjar Pudji,ST,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektromedik serta dosen pembimbing II

yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu bimbingan terbaik kepada penulis.

4. Ibu Sari Luthfiyah, S.Kp,M.kes selaku dosen pembimbing 1 yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu bimbingan terbaik kepada penulis.
5. Para Dosen Penguji yang telah berkenan menguji hasil penelitian penulis.
6. Bapak Ridho Ma'ruf, ST,M.Si. selaku ketua program studi DIV Teknik Elektromedik yang memberikan ilmu bimbingan terbaik kepada penulis
7. Para Dosen serta staf karyawan Program Studi D-IV Teknik Elektromedik yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
8. Rifika, Fuad, Mbak ailin, Husna, Kadek yang telah sabar dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Demtania, Naufi, Tujuh Bawang, Yosita, Hidot, selaku support team
10. Teman-teman AJ03 yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan

skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan untuk semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Surabaya, November 2020

Ardelina Ramadhani

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	<b>I</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>VII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>X</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XIV</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XX</b>

### **BAB I Pendahuluan**

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.4.1 Tujuan Umum .....	5
1.4.2 Tujuan Khusus .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	5
1.5.2 Manfaat Praktis .....	6

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

2.1 Studi Literatur .....	7
2.2 Dasar Teori .....	7

2.2.1 Termometer .....	7
2.2.2 Temperature Kalibrator .....	8
2.2.3 Heater .....	9
2.2.4 LCD 2x 16 .....	10
2.2.5 Arduino .....	12
2.2.6 LM35 .....	13
2.2.7 PID .....	15

### **BAB III Metodologi Penelitian**

3.1 Diagram Blok .....	26
3.2 Diagram Alir Program.....	28
3.3 Diagram Mekanis Sistem .....	29
3.4 Alat dan Bahan .....	29
3.5 Perancangan Penelitian.....	30
3.6 Variabel Penelitian .....	31
3.7 Definisi Operasional.....	32
3.8 Teknik Analisis Data .....	33
3.9 Tempat Pembuatan Modul .....	35
3.10 Waktu Pembuatan Modul.....	35
3.11 Jadwal Penelitian .....	36

### **BAB IV Hasil Pengukuran dan Analisis**

4.1 Hasil Pengukuran Sensor LM35.....	37
---------------------------------------	----

4.2	Analisis Pembacaan Suhu Real (T) pada display LCD Terhadap <i>Set Point</i> (SP) dengan kontrol PID dan kontrol <i>ON/OFF</i> .....	39
4.3	Analisa Perbandingan Suhu Termometer Pembanding Terhadap Pembacaan Suhu Real (T) pada display LCD kontrol PID.....	51
4.4	Analisa Perbandingan Suhu Termometer Pembanding Terhadap Termometer Puremed kontrol PID .....	60
4.5	Analisa Perbandingan Suhu Termometer Pembanding Terhadap Pembacaan Suhu Real (T) pada display LCD kontrol <i>ON/OFF</i> .....	71
4.6	Analisa Perbandingan Suhu Termometer Pembanding Terhadap Termometer Puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	80
4.7	Analisa Pengukuran Waktu Setting Pada Kontrol <i>PID</i> Dan Kontrol <i>ON/OFF</i> .....	91

## **BAB V Pembahasan**

5.1	Skema Rangkaian .....	99
5.2	Penjelasan Program .....	101
5.3	Pembahasan Kinerja Keseluruhan .....	109

## **BAB VI Penutup**

6.1	Kesimpulan .....	111
-----	------------------	-----

6.2 Saran. .... 112

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Termometer Klinis.....	8
Gambar 2.2 Temperature Kalibrator .....	9
Gambar 2.3 <i>Heater</i> .....	10
Gambar 2.4 LCD 2x16 .....	11
Gambar 2.5 Arduino nano .....	13
Gambar 2.6 Sensor Suhu LM35 .....	15
Gambar 2.7 Kurva respons terbentuk S.....	22
Gambar 3.1 Diagram blok .....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Program .....	27
Gambar 3.3 Diagram Mekanis Alat.....	28
Gambar 4.1 Rangkaian Sensor Suhu .....	37
Gambar 4.2 Pengukuran Output Sensor .....	38
Gambar 4.3 Pengambilan data setting suhu 35 pada display .....	40
Gambar 4.4 Pengambilan data setting suhu 36 pada display .....	40
Gambar 4.5 Pengambilan data setting suhu 37 pada display .....	41
Gambar 4.6 Pengambilan data setting suhu 38 pada display .....	42
Gambar 4.7 Pengambilan data setting suhu 39 pada display .....	43

Gambar 4.8 Pengambilan data setting suhu 40 pada display .....	44
Gambar 4.9 Pengambilan data setting suhu 35 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	52
Gambar 4.10 Pengambilan data setting suhu 36 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	53
Gambar 4.11 Pengambilan data setting suhu 37 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	53
Gambar 4.12 Pengambilan data setting suhu 38 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	54
Gambar 4.13 Pengambilan data setting suhu 39 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	55
Gambar 4.14 Pengambilan data setting suhu 40 pada termometer pembanding dan display alat kontrol PID .....	55
Gambar 4.15 Pengambilan data setting suhu 35 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID .....	61

Gambar 4.16 Pengambilan data setting suhu 36 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID.....	62
Gambar 4.17 Pengambilan data setting suhu 37 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID.....	63
Gambar 4.18 Pengambilan data setting suhu 38 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID.....	63
Gambar 4.19 Pengambilan data setting suhu 39 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID.....	64
Gambar 4.20 Pengambilan data setting suhu 40 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID.....	65
Gambar 4.21 Pengambilan data setting suhu 35 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	72
Gambar 4.22 Pengambilan data setting suhu 36 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	73

Gambar 4.23 Pengambilan data setting suhu 37 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	73
Gambar 4.24 Pengambilan data setting suhu 38 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	74
Gambar 4.25 Pengambilan data setting suhu 39 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	75
Gambar 4.26 Pengambilan data setting suhu 40 pada termometer pembanding dan display alat kontrol <i>ON/OFF</i> .....	75
Gambar 4.27 Pengambilan data setting suhu 35 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	81
Gambar 4.28 Pengambilan data setting suhu 36 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	82
Gambar 4.29 Pengambilan data setting suhu 37 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	83

Gambar 4.30 Pengambilan data setting suhu 38 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	83
Gambar 4.31 Pengambilan data setting suhu 39 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	84
Gambar 4.32 Pengambilan data setting suhu 40 pada termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	85
Gambar 4.33 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 35 .....	92
Gambar 4.34 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 36 .....	93
Gambar 4.35 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 37 .....	94
Gambar 4.36 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 38 .....	95
Gambar 4.37 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 39 .....	96
Gambar 4.38 Grafik pengukuran waktu pada setting suhu 40 .....	97
Gambar 5.1 Skematik rangkaian .....	99

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Spesifikasi kaki LCD 2x16.....	11
-----------	--------------------------------	----

Tabel 2.2	Cara penalaan Ziegler-Nichols berdasarkan respon oleh plant (menggunakan metode pertama).....	23
Tabel 2.3	Cara penalaan berdasarkan penguatan kritis $K_{cr}$ dan periode kritis $P_{cr}$ (menggunakan metode kedua) .....	23
Tabel 3.1	Definisi Operasional.....	31
Tabel 3.2	Jadwal Kegiatan.....	35
Tabel 4.1	Analisis Pembacaan Suhu Real (T) pada display LCD terhadap set point menggunakan kontrol PID. ....	45
Tabel 4.2	Analisis Pembacaan Suhu Real (T) pada display LCD terhadap set point menggunakan kontrol <i>ON/OFF</i> . ....	48
Tabel 4.3	Analisis perbandingan suhu thermometer pembanding terhadap suhu <i>real</i> .(T) pada display kontrol PID .....	57
Tabel 4.4	Analisis Perbandingan suhu termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID .....	66

Tabel 4.5	Analisis uji t-test antara termometer pembanding dan termometer puremed kontrol PID .....	68
Tabel 4.6	Analisis perbandingan suhu thermometer pembanding terhadap suhu <i>real.</i> (T) pada display kontrol <i>ON/OFF</i> .....	77
Tabel 4.4	Analisis Perbandingan suhu termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	86
Tabel 4.5	Analisis uji t-test antara termometer pembanding dan termometer puremed kontrol <i>ON/OFF</i> .....	88