

## DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	13
1.3 Rumusan Masalah	14
1.4 Tujuan Penelitian	14
1.5 Manfaat Penelitian	16
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Pustaka	18
1.2.1 Infrared Thermometer	18

1.2.2 Suhu	21
1.2.3 PID	27
2.2 Teori Dasar	33
2.2.1 Pengukuran	33
2.2.2 Pengertian Kalibrasi	35
2.2.3 Prinsip Kerja Infrared Thermometer	39
2.3 Komponen Alat	41
2.3.1 Arduino Nano	41
2.3.2 Elemen Pemanas Peltier	44
2.3.3 Sensor Suhu DS18B20	49
2.3.4 LCD Karakter	52
2.3.5 Plat Tembaga	57
2.4 Penggunaan Software Arduino	59

### BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok	60
3.2 Diagram Alir	61
3.3 Diagram mekanis	64
3.4 Alat dan Bahan	65
3.5 Metode Penelitian	66
3.6 Variabel Penelitian	67
3.7 Definisi Operasional Variabel	67

3.8 Teknik Analisis Data	69
3.8.1 Rata-rata	70
3.8.2 Standard Deviasi	70
3.8.3 Error (%)	71
3.8.4 Ketidakpastian (UA)	72
3.8.5 Koreksi	72
3.9 Peralatan Standard Pemanding	73
3.10 Prosedur Kalibrasi Infrared Thermometer	75
3.11 Urutan Kegiatan	78
3.12 Tempat dan Jadwal Kegiatan Penelitian	86
3.12.1 Tempat Penelitian	86
3.12.2 Jadwal Kegiatan Penelitian	87

## **BAB 4 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS**

4.1 Hasil Pengukuran Suhu dgn Sistem On/Off	90
4.1.1 Tujuan	90
4.1.2 Prosedur Pengukuran	90
4.1.3 Hasil Pengujian	91
4.2 Hasil Pengukuran Suhu dengan Sistem PID	96

4.3 Hasil dan Analisis Perbandingan Modul dengan Termometer Terkalibrasi	104
4.3.1 Tujuan	104
4.3.2 Prosedur Pengujian	104
4.3.3 Peralatan Pengujian	106
4.3.4 Hasil dan Analisis Pengujian	107
<b>BAB 5 PEMBAHASAN</b>	
5.1 Rangkaian	109
5.2 Program	110
5.3 Sistem ON/OFF dan PID	113
5.4 Kinerja Sistem Keseluruhan	118
<b>BAB 6 PENUTUP</b>	
6.1 Kesimpulan	121
6.2 Saran	122
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	123

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Lama Pemanasan dan Variasi Suhu Stabil	25
2.2	Ilustrasi pengukuran temperature dengan IR	40
2.3	Board Arduino Nano	42
2.4	Pin Pada Arduino Nano	43
2.5	Elemen Peltier TEC1-12706	45
2.6	Termo-Electric	47
2.7	Sensor suhu DS18B20	52
2.8	LCD Karakter 2x16	53
2.9	Logo Arduino IDE	59
3.1	Gambar Diagram Blok	60
	Rancang Bangun Kalibrator Thermometer	64
3.2	Infrared	
3.3	Blackbody yang umum digunakan.	65
4.1	Respon Sistem On-Off pada Setting 37 °C	91
4.2	Respon Sistem On/Off setting suhu 38°C	92
4.3	Respon Sistem On/Off setting suhu 39°	93
4.4	Respon Sistem On/Off setting suhu 40°C	94
4.5	Respon Sistem On/Off setting suhu 41°C	95
4.6	Respon Sistem PID setting suhu 37°C	98
4.7	Respon Sistem PID setting suhu 38°C	99

4.8	Respon Sistem PID setting suhu 39°C	100
4.9	Respon Sistem PID setting suhu 40°C	101
4.10	Respon Sistem PID setting suhu 41°C	102
5.1	Rangkaian Keseluruhan	107
5.2	Risetime kontrol ON/OFF dan PID	113
5.3	Perbandingan Overshoot Kontrol On-Off dan PID	115
5.4	Perbandingan Error Kontrol On-Off dan PID	116

## DAFTAR TABEL

2.1	Suhu Normal Pada Tempat Yang Berbeda	25
2.2	Pin pada LCD 2x16	55
2.3	Plat Tembaga	58
3.1	Definisi Operasional Variabel	69
3.2	Pengambilan Nilai Kalibrasi Thermometer IR dengan Kalibrator standart	79
3.3	Pengambilan Nilai Thermometer IR dengan UUT	80
3.4	Membandingkan Nilai UUT-On/Off Dengan Thermometer IR.	81
3.5	Pengambilan DataMode On/Off	82
3.6	Pengambilan Data Mode PID	83
3.7	Overshoot dan Risetime sistem On/Off	83
3.8	Nilai Kp, Ki, Kd	84
3.9	Overshoot dan Risetime PID	84
3.10	Urutan Kegiatan	89
4.1	Overshoot dan Risetime sistem On/Off	96
4.2	Overshoot dan Risetime sistem PID	103
4.3	Hasil Pengukuran menggunakan Sistem PID	107

4.4	Hasil Pengukuran menggunakan Sistem On-Off	108
5.1	Hasil koreksi Overshoot On-Off	114
5.2	Hasil koreksi Overshoot PID	114
5.3	Hasil Nilai Error Kontrol On-Off dan PID	116