

LAPORAN TUGAS AKHIR
Perancangan Kalibrator Termometer Digital
Media Basah Berbasis ATmega328p



Oleh :

YOGA PRABOWO

P27838018017

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA
SURABAYA
2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

Perancangan Kalibrator Termometer Digital Media

Basah Berbasis ATmega328p

Karya Tulis Ilmiah Ini Adalah Salah Satu Syarat

Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan

Diploma III Teknologi Elektro-medis

Jurusan Teknologi Elektro-medis

Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya

Oleh :

YOGA PRABOWO

P27838018017

PROGRAM STUDI DIPLOMA III

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS

POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA

SURABAYA

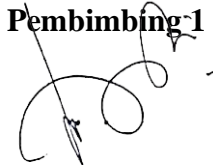
2021

LEMBAR PERSETUJUAN
Perancangan Kalibrator Termometer Digital Media
Basah Berbasis ATmega328p

Karya Tulis Ilmiah adalah Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma III Teknologi Elektro-medis
Jurusan Teknologi Elektro-medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya

Menyetujui,

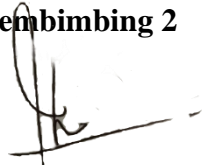
Pembimbing 1



Dyah Titisari, ST, M.Eng

NIP. 19800611 20051 2 004

Pembimbing 2



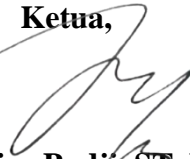
Syaifudin, ST, MT

NIP. 19740801 200112 1 003

Mengetahui,

Jurusan Teknologi Elektro-medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya

Ketua,



(H. Andjar Pudji, ST, MT.)

NIP. 19650517 198903 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Perancangan Kalibrator Termometer Digital Media Basah Berbasis ATmega328p


Telah Diuji dan Disahkan sebagai Persyaratan Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
Teknologi Elektro-medis Pada Bulan April Tahun 2021

1. Ketua Penguji

Nama : Dr. I Dewa Gede Hari Wisana, ST, MT

NIP : 19750402 199903 1 002

Tanda tangan :



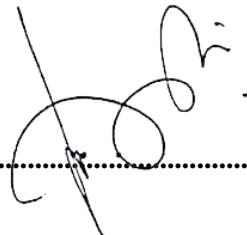
.....

2. Anggota Penguji I

Nama : Dyah Titisari, ST. M.Eng

NIP : 19800611 200501 2 004

Tanda tangan :



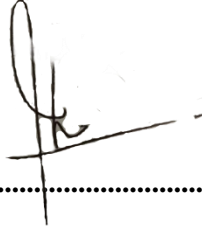
.....

3. Anggota Penguji II

Nama : Syifudin, ST, MT

NIP : 19740801 200112 1 003

Tanda tangan :



.....

4. Anggota Penguji III

Nama : Hj. Endang Dian Setioningsih, ST, MT

NIP : 19760727 199803 2 001

Tanda tangan :




.....

5. Anggota Penguji IV

Nama : Hj. Her Gumiwang Ariswati, ST, MT

NIP : 19591128 198401 2 001

Tanda tangan :



.....

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 Media Basah Berbasis ATmega328p"

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

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Ibu, Ayah, Kakak 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 Teknologi Elektro-medis yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.

4. Ibu Dyah Titisari, ST, M.Eng selaku Ketua Program Studi Diploma Tiga Teknologi Elektro-medis yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
5. Ibu Dyah Titisari, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing I yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
6. Bapak Syaifudin, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
7. Para Dosen dan Karyawan/Wati Program Studi Diploma Tiga Teknologi Elektro-medis yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan bantuannya kepada penulis dalam proses belajar.
8. Rekan EM-24 yang telah mendukung dan membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini serta telah menemani baik suka maupun duka.
9. Mbak Ardelina dan Mbak Rifika terima kasih banyak sudah memberikan masukan dan saran, berbagi pengalaman, serta support kepada penulis.
10. Chika Cantika Dewi terima kasih sudah banyak membantu, mensupport, dan selalu memberikan

semangat penulis selama proses penelitian, Selalu mendukung mental, mengembalikan suasana hati menjadi ceria.

11. Rekan Kontrakan Fauzi, Fatih, Dandi, Arga, Rois, Amin, Lukman, dan Dodi terima kasih banyak atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
12. PLP *crew*, TTL *crew* yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
13. Untuk nama yang tidak akan saya sebutkan terima kasih telah mendoakan, memberikan dorongan semangat dan ikhlas menjadi pendengar keluh kesah selama penulis melakukan penelitian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Surabaya, Juni 2021

Yoga Prabowo

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------|-------|
| JUDUL | i |
| LAPORAN TUGAS AKHIR | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN..... | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Batasan Masalah | 5 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 6 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Studi Literatur | 9 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 10 |
| 2.2.1 Suhu..... | 10 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.2 | Termometer | 10 |
| 2.2.3 | Temperatur Kalibrator | 12 |
| 2.2.4 | Heater | 12 |
| 2.2.5 | ATmega328p | 13 |
| 2.2.6 | <i>Power Supply</i> | 18 |
| 2.2.7 | LCD 2 x 16 | 20 |
| 2.2.8 | Sensor Suhu DS18B20 | 22 |
| 2.2.9 | PID (Proportional-Integral- Derivative Controller) | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 31 |
| 3.1 | Diagram Blok..... | 31 |
| 3.1.1 | Cara Kerja Diagram Blok | 32 |
| 3.2 | Diagram Alir Program | 33 |
| 3.2.1 | Cara Kerja Diagram Alir Program | 34 |
| 3.3 | Diagram Mekanis Sistem..... | 34 |
| 3.4 | Alat dan Bahan..... | 35 |
| 3.4.1 | Alat | 35 |
| 3.4.2 | Bahan..... | 35 |
| 3.5 | Perancangan Penelitian | 36 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.6 | Variabel penelitian | 36 |
| 3.6.1 | Variabel Independent (Bebas) | 36 |
| 3.6.2 | Variabel Terikat..... | 36 |
| 3.6.3 | Variabel Terkendali (Kontrol)..... | 37 |
| 3.7 | Definisi Operasional | 37 |
| 3.8 | Teknik Analisis Data..... | 39 |
| 3.8.1 | Rata – rata..... | 39 |
| 3.8.2 | Standar Deviasi..... | 39 |
| 3.8.3 | Error (%)..... | 40 |
| 3.8.4 | Ketidakpastian (UA)..... | 40 |
| 3.9 | Tempat Pembuatan Modul..... | 40 |
| 3.10 | Waktu Pembuatan Modul | 40 |
| 3.11 | Jadwal penelitian..... | 41 |
| BAB IV HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS ... | | 43 |
| 4.1 | Hasil Pembuatan Modul Alat..... | 43 |
| 4.2 | Hasil Pengukuran Rangkaian | 46 |
| 4.3 | Pembacaan Suhu Real (T) pada Display LCD Terhadap <i>Set Point</i> (SP)..... | 47 |
| 4.4 | Perbandingan Suhu Termometer | |

| | |
|--|-----|
| Pembanding Yang Telah Dikalibrasi Terhadap Suhu Real (T) Pada Display LCD..... | 49 |
| 4.5 Pengukuran Pada Masing – Masing Termometer..... | 53 |
| BAB V PEMBAHASAN | 95 |
| 5.1 Pembahasan Rangkaian | 95 |
| 5.1.1 Rangkaian <i>Power Supply</i> | 95 |
| 5.1.2 Rangkaian LCD 2x16..... | 96 |
| 5.1.3 Rangkaian Minimum Sistem | 97 |
| 5.1.4 Rangkaian Driver Heater..... | 98 |
| 5.1.5 Rangkaian Sensor Suhu..... | 99 |
| 5.2 Cara Kerja Sistem Secara Keseluruhan . | 99 |
| 5.3 Listing Program Minimum Sistem..... | 100 |
| 5.3.1 Listing Program Pada Tampilan LCD..... | 100 |
| 5.3.2 Listing Program Set Point | 101 |
| 5.3.3 Listing Program Heater | 103 |
| 5.3.4 Listing Program DS18B20 | 104 |
| 5.4 Kelemahan / Kekurangan Sistem..... | 104 |

| | |
|----------------------|-----|
| BAB VI PENUTUP | 107 |
| 6.1 Kesimpulan | 107 |
| 6.2 Saran | 108 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 111 |
| LAMPIRAN | 115 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 2.1 Termometer Digital | 11 |
| 2.2 <i>Temperature</i> Kalibrator | 12 |
| 2.3 Heater..... | 13 |
| 2.4 ATmega328 | 18 |
| 2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 2 x 16..... | 21 |
| 2.6 Sensor Suhu DS18B20 | 23 |
| 2.7 Gambaran Sistem PID | 24 |
| 3.1 Diagram Blok Sistem | 31 |
| 3.2 Diagram Alir Program..... | 33 |
| 3.3 Diagram Mekanis Sistem | 34 |
| 4.1 Modul Alat..... | 43 |
| 4.2 Modul Alat Tampak Depan | 43 |
| 4.3 Modul Alat Tampak Atas | 44 |
| 4.4 Modul Alat Tampak Belakang | 44 |
| 4.5 Peletakan <i>Heater</i> | 45 |
| 4.6 Grafik Pengukuran Pada Termometer 1 | 55 |
| 4.7 Grafik Pengukuran Pada Termometer 2 | 59 |
| 4.8 Grafik Pengukuran Pada Termometer 3 | 63 |
| 4.9 Grafik Pengukuran Pada Termometer 4 | 67 |
| 4.10 Grafik PID Yang Digunakan Pada Modul..... | 71 |
| 4.11 Grafik PID Yang Telah Diubah..... | 72 |

| | |
|--|----|
| 4.12 Grafik Pengukuran Pada Termometer 1 Dengan Nilai PID Diubah..... | 75 |
| 4.13 Grafik Pengukuran Pada Termometer 2 Dengan Nilai PID Diubah..... | 79 |
| 4.14 Grafik Pengukuran Pada Termometer 3 Dengan Nilai PID Diubah..... | 83 |
| 4.15 Grafik Pengukuran Pada Termometer 4 Dengan Nilai PID Diubah..... | 87 |
| 5.1 Rangkaian <i>Power Supply</i> | 95 |
| 5.2 Rangkaian LCD 2x16..... | 96 |
| 5.3 Rangkaian Minimum Sistem | 97 |
| 5.4 Rangkaian <i>Driver Heater</i> | 98 |
| 5.3 Rangkaian Sensor Suhu | 99 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| 2.1 Spesifikasi Kaki LCD 2 x 16..... | 22 |
| 3.1 Definisi Operasional..... | 37 |
| 3.2 Jadwal Kegiatan..... | 41 |
| 4.1 Spesifikasi Modul Alat..... | 45 |
| 4.2 Pembacaan Suhu Real (T) Pada Display LCD Terhadap <i>Set Point</i> | 47 |
| 4.3 Hasil Pengukuran Kinerja..... | 50 |
| 4.4 Perbandingan Suhu Termometer Perbandingan Yang Telah Dikalibrasi Terhadap Suhu Real (T) Pada Display LCD..... | 51 |
| 4.5 Pengukuran Pada Termometer 1..... | 54 |
| 4.6 Pengukuran Pada Termometer 2..... | 58 |
| 4.7 Pengukuran Pada Termometer 3..... | 62 |
| 4.8 Pengukuran Pada Termometer 4..... | 66 |
| 4.9 Pengukuran Pada Termometer 1 Dengan Nilai PID Diubah..... | 74 |
| 4.10 Pengukuran Pada Termometer 2 Dengan Nilai PID Diubah | 78 |
| 4.11 Pengukuran Pada Termometer 3 Dengan Nilai PID Diubah | 82 |
| 4.12 Pengukuran Pada Termometer 4 Dengan Nilai PID | |

| | |
|--|----|
| Diubah | 86 |
| 4.13 Perbandingan Nilai Error Antara PID Yang Digunakan Dengan PID Yang Diubah Pada Termometer 1 | 90 |
| 4.14 Perbandingan Nilai Error Antara PID Yang Digunakan Dengan PID Yang Diubah Pada Termometer 2 | 90 |
| 4.15 Perbandingan Nilai Error Antara PID Yang Digunakan Dengan PID Yang Diubah Pada Termometer 3 | 91 |
| 4.16 Perbandingan Nilai Error Antara PID Yang Digunakan Dengan PID Yang Diubah Pada Termometer 4 | 92 |