



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU PADA PROSES
PASTEURISASI SUSU MENGGUNAKAN PENGENDALI PID
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE*) BERBASIS ARDUINO UNO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh:

Farhan Akmal

NIM. 40040619650034

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU PADA PROSES
PASTEURISASI SUSU MENGGUNAKAN PENGENDALI PID
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE*) BERBASIS ARDUINO UNO

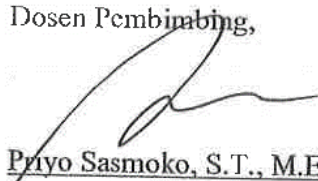
Diajukan oleh:

Farhan Akmal

NIM. 40040619650034

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

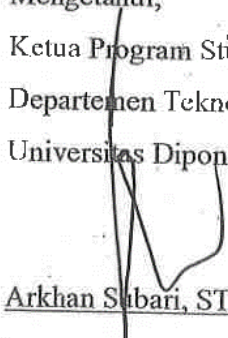
Dosen Pembimbing,


Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Tanggal: Rabu, 20-12-2023

Mengetahui,


Ketua Program Studi STR Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Arkhan Sabari, ST,M.Kom

NIP. 197710012001121002

Tanggal: Kamis, 11-01-2024

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU PADA PROSES
PASTEURISASI SUSU MENGGUNAKAN PENGENDALI PID
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE*) BERBASIS ARDUINO UNO

Oleh :

Farhan Akmal

NIM. 40040619650034

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada,


Hari : Kamis

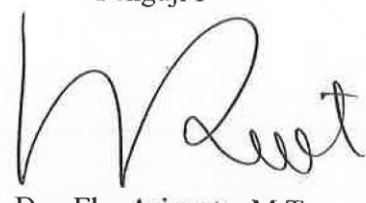
Tanggal : 28-12-2023

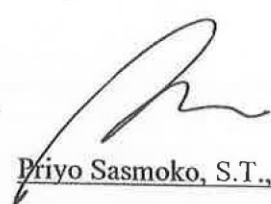
Ketua Penguji

Penguji I

Penguji II


Arkhan Subari, S.T. M.Kom.


Drs. Eko Ariyanto, M.T


Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.


NIP. 197710012001121002

NIP. 196004051986021001

NIP. 197009161998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Farhan Akmal

NIM : 40040619650034

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU
PADA PROSES PASTEURISASI
SUSUMENGGUNAKAN PENGENDALI PID
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE*)
BERBASIS ARDUINO UNO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 27 November 2023

Yang membuat pernyataan

Materai
10000

Farhan Akmal

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada Papa “Rafiudin” yang telah membimbing dan memberikan semangat, serta Mama “Tuti Yuliani” yang telah melahirkan, membesarkan, menyayangi dan mendidik sehingga anakmu mampu berproses sampai titik akhir untuk mendapat gelar sarjana. Atas doa dan ridho yang kalian panjatkan, Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap langkah.

Tugas Akhir ini juga penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran.
2. Orang tua dan Kakak yang selalu memberikan dukungan semangat maupun materil.
3. Bapak Prof. Dr. Ir, Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah membimbing dan memberi arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
6. Seluruh jajaran dosen dan karyawan Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi ilmu dan membantu penulis selama perkuliahan.
7. Teman – teman Teknik Listrik Industri angkatan 2019 yang telah memberi dukungan, semangat, dan bantuan selama perkuliahan berlangsung.
8. Seluruh pihak yang senantiasa mendoakan dan membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Anak balita tentunya memerlukan asupan gizi dan vitamin yang baik untuk mendukung tumbuh kembangnya, sehingga tidak terjadi kekurangan gizi. Pasteurisasi merupakan proses memanaskan produk (dalam hal ini, susu) dibawah titik didihnya, dengan tujuan untuk membunuh semua mikroorganisme patogen. Kualitas susu harus dijaga sedemikian rupa karena susu merupakan salah satu minuman pendukung Pedoman Gizi Seimbang (PGS). Susu memiliki kandungan yang dapat mempengaruhi tumbuh kembang balita.

Proses pasteurisasi ini menggunakan kompor listrik karena dinilai lebih efisien dan steril. Terbatasnya alat yang dapat menjaga dan mengatur nilai suhu khususnya untuk susu formula balita menjadi permasalahan yang sering dihadapi. Maka dari itu, dilakukan pengendalian suhu berbasis Arduino Uno menggunakan metode kontrol PID. Metode kontrol ini dipilih karena memiliki karakteristik respon yang cepat serta nilai *error* yang kecil.

Rangkaian alat ini menggunakan sumber AC 220V untuk kompor listrik dan DC 5V menggunakan konektor USB untuk rangkaian alat. Komponen penyusunnya yaitu modul MAX6675 serta sensor termokopel tipe K, modul AC *dimmer*, Arduino Uno R3, dan LCD 16x2 serta modul I2C. Sistem ini nantinya akan diinterkoneksi dengan *Human Machine Interface (HMI)*.

Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian alat, dilakukan pengujian kontrol PID tanpa dan dengan gangguan. Selain itu, dilakukan juga perhitungan daya dan *duty cycle* pada modul *dimmer* AC untuk mengetahui tingkat kinerja alat.

Kata Kunci: Pasteurisasi, Susu, Kompor Listrik, Pengendali PID

ABSTRACT

Children under five certainly need good nutritional and vitamin intake to support their growth and development, so that nutritional deficiencies do not occur. Pasteurization is the process of heating a product (in this case, milk) below its boiling point, with the aim of killing all pathogenic microorganisms. The quality of milk must be maintained in such a way because milk is one of the drinks that supports the Balanced Nutrition Guidelines (PGS). Milk contains ingredients that can affect the growth and development of toddlers.

The pasteurization process uses an electric stove because it is considered more efficient and sterile. The limited equipment that can maintain and regulate temperature values, especially for toddler formula milk, is a problem that is often faced. Therefore, temperature control based on Arduino Uno was carried out using the PID control method. This control method was chosen because it has fast response characteristics and small error values.

This series of tools uses an AC 220V source for the electric stove and DC 5V using a USB connector for the tool series. The constituent components are the MAX6675 module and type K thermocouple sensor, AC light dimmer module, Arduino Uno R3, and 16x2 LCD and I2C module. This system will later be interconnected with the Human Machine Interface (HMI).

Based on the results of manufacturing and testing the tool, PID control testing was carried out without and with interference. Apart from that, power and duty cycle calculations were also carried out on the AC dimmer module to determine the level of equipment performance.

Keywords: *Pasteurization, Milk, Electric Stove, PID Controller*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas berkah dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu pada Proses Pasteurisasi Susu menggunakan Pengendali PID (*Proportional Integral Derivative*) Berbasis Arduino Uno”. Adapun penyusunan Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini tentunya penulis mendapatkan pengetahuan, dukungan, pengalaman, masukan, serta bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang Tua dan adik – adik yang telah memberikan doa, perhatian, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
2. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing penulis yang telah mendukung dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Rafi, Rashif, Cheyla, Candra, Fathur, Perdana, Dimas, Fika, Ibnu selaku teman penulis, terima kasih telah memberikan ilmu dan membantu memberikan wawasan terhadap penyusunan Tugas Akhir penulis.
6. Teman – teman Teknik Listrik Industri serta seluruh pihak yang telah memberi bantuan, semangat, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Semua pihak yang terlibat dan membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan, demi penyusunan laporan yang lebih baik lagi kedepannya. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk penulis sendiri, dan para pembaca.

Semarang, 27 November 2023

Farhan Akmal

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	2
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Sistem Kendali	6
2.2.1. Teori PID	6
2.3 Komponen Utama	12
2.3.1. Arduino Uno	12
2.3.2. Sensor Thermocouple Type-K	15
2.3.3. Modul MAX6675	16
2.3.4. Modul Dimmer	17
2.3.5 LCD 16x2	20
2.3.6 Modul I2C	21
2.3.7 Kompor Listrik	22

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR	23
3.1 Blok Diagram	23
3.2 Rangkaian Masing-Masing Blok Diagram	24
3.2.1 Rangkaian Arduino Uno	24
3.3 Rangkaian Termokopel dan Modul MAX6675	25
3.3.1. Modul Light Dimmer dan Kompor Listrik	26
3.2.2 LCD 16X2	27
3.2.3 Flowchart	28
BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT	31
4.1 Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)	31
4.1.1. Pembuatan Perangkat Sistem	32
4.1.2. Proses Pemasangan Komponen	40
4.2. Pembuatan Perangkat Lunak (Software)	41
4.2.1. Pemrograman Arduino Uno	42
4.2.2. Pembuatan HMI Berbasis <i>Microsoft Visual Studio</i>	44
BAB V PENGUJIAN DAN ALAT	47
5.1 Prosedur Pengukuran dan Pengujian Alat	47
5.2 Hasil Pengukuran dan Pengujian Alat	49
5.3 Analisa Alat	55
5.3.1. Analisa Pengukuran	55
5.3.2. Analisa Pengujian	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	60
6.1. Kesimpulan	60
6.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Efek Pengontrolan Proposional, Integral, dan Derivatif pada Sistem Lup Tertutup.....	11
Tabel 2-2. Spesifikasi Arduino Uno	14
Tabel 2-3. Spesifikasi Arduino Uno (Lanjutan).....	14
Tabel 2-4. Spesifikasi Modul MAX6675.....	17
Tabel 2-5. Spesifikasi Modul Dimmer.....	20
Tabel 2-6. Spesifikasi LCD 16X2.....	21
Tabel 2-7. Spesifikasi Modul I2C	22
Tabel 3-1. Pengalamatan Sensor ke Arduino Uno	24
Tabel 4-1. Daftar Alat Keseluruhan	32
Tabel 4-2. Daftar Bahan Pembuatan Perangkat Sistem	33
Tabel 5-1. Data Hasil Pengukuran	49
Tabel 5-2. Pembacaan Tegangan Dimmer AC	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Masukan – Keluaran.....	6
Gambar 2.2. Block Diagram PID.....	7
Gambar 2.3. Rangkaian Mikroprosesor Arduino Uno.....	12
Gambar 2.4. Sensor Thermocupler Type-K.....	15
Gambar 2.5. Prinsip Kerja Sensor Thermocupler Type-K.....	15
Gambar 2.6. Modul MAX6675.....	16
Gambar 2.7. Schematic modul MAX6675.....	17
Gambar 2.8. Modul Dimmer.....	17
Gambar 2.9. Cara Kerja Triac untuk Mikrokontroller.....	18
Gambar 2.10. Besarnya Delay untuk Frekuensi AC 50hz.....	18
Gambar 2.11. Persentase Pengaturan Daya Listrik AC.....	19
Gambar 2.12. Rangkaian Modul Dimmer.....	19
Gambar 2.13. LCD 16x2.....	20
Gambar 2.14. Modul I2C.....	21
Gambar 2.15. Kompor Listrik 500 W.....	22
Gambar 3.1. Blok Diagram.....	23
Gambar 3.2. Rangkaian Sensor Thermocouple dengan modul MAX6675.....	25
Gambar 3.3. Rangkaian Modul Light Dimmer dengan Kompor Listrik.....	26
Gambar 3.4. Rangkaian LCD 16x2 dan I2C.....	27
Gambar 3.5. Flowchart Sistem Alat.....	28
Gambar 4.1. Desain Alat Keseluruhan.....	31
Gambar 4.2. Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	31
Gambar 4.3. Desain Perangkat Sistem.....	34
Gambar 4.4. Membuka Aplikasi Autocad Fusion 360.....	35
Gambar 4.5. Ukuran Tampak Bagian Atas dan Bawah.....	35
Gambar 4.6. Ukuran Tampak Depan dan Belakang.....	36
Gambar 4.7. Ukuran Desain Bagian Dalam dan Tampak Samping Kanan.....	36
Gambar 4.8. Memotong Kayu.....	37
Gambar 4.9. Merakit Bagian Box Control.....	38

Gambar 4.10. Pemasangan Mur Penutup.....	38
Gambar 4.11. Membuat Desain Layout PCB.....	39
Gambar 4.12. Pencetakan serta hasil papan PCB	39
Gambar 4.13. Pelarutan PCB Untuk Komponen	40
Gambar 4.14. Hasil Pelarutan PCB.....	40
Gambar 4.15. Wiring Diagram Alat.....	41
Gambar 4.16. Software Arduino IDE	42
Gambar 4.17. Pemilihan Board dan Port pada Project Baru.....	43
Gambar 4.18. Proses Verify Program	43
Gambar 4.19. Proses Upload Program.....	44
Gambar 4.20. New Project pada Microsoft Visual Studio.....	45
Gambar 4.21. Proses Upload Program pada Microsoft Visual Studio.....	45
Gambar 4.22. Tampilan HMI yang Telah Dibuat	46
Gambar 5.1. Multimeter Digital DT830B.....	48
Gambar 5.2. Digital Multimeter Dekko DM-148T.....	48
Gambar 5.3. Tang Ampere Mukava MT87.....	48
Gambar 5.4. Tampilan HMI Nilai Ki 0.....	51
Gambar 5.5. Grafik Nilai $K_p = 1$, $K_i = 0$, $K_d = 1$, dan $T_s = 1$	51
Gambar 5.6. Tampilan HMI Nilai Ki 1	52
Gambar 5.7. Grafik Nilai $K_p = 1$, $K_i = 1$, $K_d = 1$, dan $T_s = 0,01$	52
Gambar 5.8. Grafik Respon Sistem Ketika Diberi Gangguan	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Prototype	64
Lampiran 2. Desain Wiring Prototype	68
Lampiran 3. Program Arduino Uno	69
Lampiran 4. Datasheet Termokopel Tipe K.....	72
Lampiran 5. Datasheet Modul MAX6675	73
Lampiran 6. Datasheet Arduino Uno R3.....	81
Lampiran 7. Datasheet LCD 16x2	82
Lampiran 8. Bukti Fisik Laporan Tugas Akhir.....	90
Lampiran 9. Logbook Bimbingan Tugas Akhir.....	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, kelompok usia anak balita memiliki rentang usia 12 – 59 bulan [1]. Anak balita tentunya memerlukan asupan gizi dan vitamin yang baik untuk mendukung tumbuh kembangnya, sehingga tidak terjadi kekurangan gizi yang dapat mengakibatkan penurunan kemampuan pada anak tersebut.

Susu merupakan salah satu minuman pendukung Pedoman Gizi Seimbang (PGS). Hal ini karena susu memiliki beberapa kandungan yang mempengaruhi tumbuh kembang balita diantaranya yaitu DHA (*Docosahexaenoic Acid*), prebiotik-probiotik, laktoferin, omega (3 dan 6), protein, lemak, dan vitamin. Maka dari itu, kandungan tersebut tentunya harus dijaga sedemikian rupa agar tidak terjadi penurunan kualitas.

Pasteurisasi (yang dinamakan sesuai dengan penemunya, Louis Pasteur) adalah suatu proses memanaskan produk (dalam hal ini, susu) dibawah titik didihnya, dengan tujuan untuk membunuh semua mikroorganisme patogen. Selain membuat susu menjadi aman dikonsumsi manusia. Pasteurisasi efektif membunuh bakteri-bakteri yang berpotensi patogenik di dalam susu. [2].

Terbatasnya alat yang dapat menjaga suhu khususnya susu menjadi permasalahan yang sering dihadapi. Apabila pemanasan susu menggunakan *heater* maka dapat menyebabkan penurunan kualitas susu karena kurang steril. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan teknologi sebagai upaya dalam mengatasi permasalahan ini yaitu dengan cara penggunaan kompor listrik.

Berdasarkan penjabaran kondisi pada paragraf sebelumnya, tentunya pemanasan susu ini memiliki peranan yang penting dan harus dijaga sedemikian rupa. Oleh karena itu, penulis memutuskan untuk melakukan perancangan alat “Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu pada Proses Pasteurisasi Susu

menggunakan Pengendali PID (*Proportional Integral Derivative*) Berbasis Arduino Uno” sebagai bentuk antisipasi terjadinya penurunan kualitas susu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan pada sub bab sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat rancang bangun sistem pengendali suhu pada proses pasteurisasi susu menggunakan Pengendali PID (*Proportional Integral Derivative*) Berbasis Arduino Uno.
2. Bagaimana kerja modul dimmer dalam mengatur tegangan pada kompor.
3. Mengaplikasikan HMI Visual Studio sebagai sistem monitoring dan mengatur set point suhu pada alat pemanas susu.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Dapat merancang alat pengendali suhu pada susu agar tetap stabil sesuai dengan set point yang telah ditentukan.
2. Membuat dan mengetahui cara kerja sistem kontrol pada pemanas susu yang diinterkoneksi dengan HMI.
3. Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari Tugas Akhir ini antara lain yaitu:

1. Bagi Penulis:
 - a. Menerapkan ilmu dan teori yang diperoleh selama perkuliahan.
 - b. Mengerti dan memahami pengaplikasian komponen yang digunakan pada alat yang diciptakan.

- c. Memahami pemanfaatan implementasi komponen sesuai dengan datasheet ataupun standar yang berlaku untuk pembuatan.
2. Bagi Masyarakat:
 - a. Mengetahui tingkat kinerja pada pemanas susu.
 - b. Membantu masyarakat untuk meminimalisir penurunan kualitas susu yang berpotensi mengakibatkan tidak layak konsumsi.
 3. Bagi Penulis dan Pembaca:

Menjadi bahan belajar terkait pembuatan alat penstabil susu dan referensi bacaan khususnya bagi para mahasiswa Teknik Elektro ataupun Teknik Listrik Industri yang sedang menyusun Tugas Akhir dengan topik bahasan yang serupa.

1.5 Pembatasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang diterapkan dalam perancangan tugas akhir ini yaitu:

1. Pada alat pemanas ini hanya berfokus pada penstabilan suhu susu.
2. Pada alat ini tidak meneliti tentang kadar kandungan yang ada di dalam susu.
3. Dalam memproses pengendalian suhu susu menggunakan kompor listrik yang diatur melalui modul dimmer AC.
4. Nilai *set point* suhu yang diatur adalah 72°C karena suhu tersebut merupakan suhu standar dalam proses pasteurisasi.
5. Metode pengendali PID digunakan karena dinilai memiliki respon yang cepat serta nilai *error* yang kecil
6. Sistem *input* nilai K_p , K_i , K_d , dan T_s hanya berbasis *Human Machine Interface (HMI)* dengan metode penentuan konstanta PID yaitu *tuning manual*.
7. Kompor listrik berfungsi sebagai pemanas dan memiliki nilai daya sebesar 500 W.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Sistematika dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu :

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**HALAMAN PERSEMBAHAN****ABSTRAK*****ABSTRACT*****KATA PENGANTAR****DAFTAR ISI****DAFTAR GAMBAR****DAFTAR TABEL****DAFTAR LAMPIRAN****BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini akan menjelaskan mengenai beberapa hal yang melatar belakangi pembuatan Proposal Tugas Akhir, perumusan masalah, tujuan Proposal Tugas Akhir, dan manfaat Proposal Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang menjadi panduan pada pembuatan Proposal Tugas Akhir.

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini akan menjelaskan mengenai cara kerja dari alat sistem kontrol tersebut tersebut.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini akan menjelaskan mengenai bagaimana alat tersebut akan dibuat sehingga dapat berfungsi dengan normal tanpa ada kendala.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini akan menjelaskan mengenai besaran apa saja yang diukur dalam simulasi alat serta berapa nilai dari besaran tersebut. Selain itu, pada bab ini juga memaparkan mengenai pengujian apa saja yang dilakukan pada saat simulasi alat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang sekiranya dapat diambil dari simulasi serta pengujian alat.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**