



POLITEKNIK NEGERI  
CILACAP

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ALAT SANGRAI KOPI MENGGUNAKAN  
SISTEM KENDALI PID**

***DESIGN OF A COFFEE ROASTING EQUIPMENT USING  
PID CONTROL SYSTEM***

Oleh :

**NAZILA KURNIA RAMADHANI**  
NIM. 19.02.01.036

DOSEN PEMBIMBING :

**HERA SUSANTI, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198604092019032011

**HENDI PURNATA, S.Pd., M.T.**  
NIP. 199211132019031009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
2022**





**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ALAT SANGRAI KOPI  
MENGUNAKAN SISTEM PID**

***DESIGN OF A COFFEE ROASTING  
EQUIPMENT USING PID SYSTEM***

Oleh :

**NAZILA KURNIA RAMADHANI**

**NIM. 19.02.01.036**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**HERA SUSANTI, S.T., M.Eng**

**NIP. 198604092019032011**

**HENDI PURNATA, S.Pd., M.T.**

**NIP. 199211132019031009**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PERANCANGAN ALAT SANGRAI KOPI  
MENGUNAKAN SISTEM PID**

Oleh :

**NAZILA KURNIA RAMADHANI**  
NPM. 19.02.01.036

**Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)  
di  
Politeknik Negeri Cilacap**

Disetujui oleh

Penguji Tugas Akhir :

Pembimbing Tugas Akhir :



1. **Suprivono, S.T., M.T.**  
NIP. 198408302019031003



1. **Hera Susanti, S.T., M.Eng**  
NIP. 198604092019032011

an.  


2. **Novita Asma Ilahi, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 199211052019032021



2. **Hendi Purnata, S.Pd., M.T.**  
NIP. 199211132019031009

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektronika



**Galih Mustiko Aji, ST., MT**  
NIP. 198509172019031005

## **LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nazila Kurnia Ramadhani  
NIM : 19.02.01.036

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul: “**PERANCANGAN ALAT SANGRAI KOPI MENGGUNAKAN SISTEM PID**” beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap  
Pada tanggal : 14 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Nazila Kurnia Ramadhani  
NIM. 19.02.01.036

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan laporan Tugas Akhir berdasarkan tugas akhir, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), daftar *program*, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap, 14 Agustus 2022  
Yang menyatakan,



Nazila Kurnia Ramadhani  
NIM. 19.02.01.036

## ABSTRAK

Biji kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan tradisional yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia. Peran tersebut antara lain sebagai sumber perolehan devisa, penyedia lapangan kerja, dan sebagai sumber pendapatan bagi petani biji kopi maupun pelaku ekonomi lainnya yang terlibat dalam budi daya, pengolahan, maupun dalam mata rantai pemasaran. Di dunia perbijikopian internasional, posisi Indonesia dinilai cukup strategis di mana Indonesia merupakan negara pengeksport biji kopi terbesar ketiga setelah Vietnam dan Brazil. Produktivitas biji kopi Indonesia sebesar 11.250 ton pertahun cukup rendah bila dibandingkan dengan negara produsen biji kopi di dunia seperti Brazil (50.826 ton pertahun) dan Vietnam (22.000 ton pertahun). Indonesia sendiri menempati urutan posisi ketiga sebagai produsen kopi dan pengeksport kopi terbesar di dunia setelah Brazil dan Vietnam. *Roasting* adalah memasak atau membakar biji kopi, dasarnya *roasting* adalah proses dimana mengeluarkan air yang ada didalam biji kopi, mengeringkan dan mengembangkan biji kopi, memberikan aroma pada biji kopi tersebut. Saat biji kopi dimasak ada reaksi kimia yang mengubah karakter biji kopi tersebut. Bila lebih lama dimasukkannya biji kopi tersebut, semakin banyak bahan kimia yang mengubah karakteristiknya. Pada saat *roasting* biji kopi mulai berubah warna menjadi berwarna cokelat. Pada proses sangrai citarasa akan banyak ditentukan disini oleh karena itu proses *roasting* sangat penting. Secara umum sangrai biji kopi tergantung pada suhu, waktu, dan tingkat sangrai kopi tersebut berupa warna. Sangrai dilakukan mengurangi kadar air 20%, mengubah zat gula pada biji kopi menjadi CO<sub>2</sub> untuk memberikan aroma biji kopi. Analisa keseluruhan pada alat sangrai biji kopi terlihat bahwa saat melakukan pemanasan pada elemen panas sensor akan membaca suhu. Setelah terbaca oleh sensor akan menunjukkan suhu yang diinginkan. Pada saat pengujian kenaikan suhu membutuhkan waktu yang cukup lama dan terdapat selisih waktu pada saat pengujian berlangsung. Pada penelitian pada alat sangrai biji kopi menggunakan sistem kendali PID dengan menggunakan sensor *thermocouple*. Sistem kendali digunakan untuk mempertahankan suhu pada saat menyangrai. Hasil waktu yang dihasilkan pada suhu saat berjalan memiliki selisih yang tidak terlalu banyak.

**Kata Kunci :** sistem PID, biji kopi, sangrai

## **ABSTRACT**

*Coffee beans are one of the traditional plantation commodities that have an important role in the Indonesian economy. These roles include being a source of foreign exchange earnings, providing employment opportunities, and as a source of income for coffee bean farmers and other economic actors involved in cultivation, processing, and in the marketing chain. In the world of international coffee beans, Indonesia's position is considered quite strategic where Indonesia is the third largest coffee bean exporting country after Vietnam and Brazil. The productivity of Indonesian coffee beans is 11,250 tons per year, which is quite low when compared to coffee bean producing countries in the world such as Brazil (50,826 tons per year) and Vietnam (22,000 tons per year). Indonesia itself ranks third as the largest coffee producer and exporter in the world after Brazil and Vietnam. Roasting is cooking or burning coffee beans, basically roasting is a process wherein removing the water in the coffee beans, drying and expanding the coffee beans, giving the coffee beans an aroma. When coffee beans are cooked there is a chemical reaction that changes the character of the coffee beans. The longer the coffee beans are cooked, the more chemicals will change their characteristics. At the time of roasting the coffee beans begin to change color to brown. In the roasting process, the taste will be largely determined here, therefore the roasting process is very important. In general, the roasting of coffee beans depends on the temperature, time, and the degree of roasting the coffee is in the form of color. Roasting is done to reduce the water content by 20%, changing the sugar in the coffee beans into CO<sub>2</sub> to give the coffee bean aroma. Overall analysis of the coffee bean roaster shows that when heating the heat element the sensor will read the temperature. Once read by the sensor will show the desired temperature. At the time of testing the increase in temperature takes a long time and there is a time difference when the test takes place. In research on the coffee bean roaster using a PID control system using a thermocouple sensor. The control system is used to maintain the temperature during roasting. The results of the time generated at the temperature when running has a difference that is not too much.*

**Keywords:** *PID system, coffee beans, roast*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul

**“SISTEM PENGAMANAN BRANKAS MENGGUNAKAN  
SENSOR SIDIK JARI DAN OTP (ONE TIME PASSWORD)  
MELALUI SMS (SHORT MESSAGE SERVICE)”**

Tugas Akhir disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi D3 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap dan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md).

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan dan perancangan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

*Wassamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.*

Cilacap,  
(Penulis)



Nazila Kurnia Ramadhani

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dari Bapak Arif Sumardiono, S.Pd., M.T dan Ibu Artdhita Fajar Pratiwi, S.T., M.Eng. Begitu banyak waktu, tenaga, dan pikiran yang dikorbankan untuk membimbing dan memberi pengarahannya dengan sabar, tulus dan ikhlas. Tiada kata yang diucapkan kepada Beliau, kecuali terima kasih, semoga ilmu yang diberikan selalu bermanfaat.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Kedua orang tua Bapak Komarudin dan Ibu Waidah serta nenek saya Ibu Surni yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa.
- 3) Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika.
- 4) Hera Susanti, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- 5) Hendi Purnata, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- 6) Seluruh Dosen Prodi Teknik Listrik dan Elektronika, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 7) Rekan-rekan mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektronika, Teknik Mesin, dan Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap, yang selalu menemani perjalanan dalam pembelajaran mencari ilmu untuk kebaikan masa depan.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.2.1. Tujuan .....	2
1.2.2. Manfaat .....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Tugas Akhir .....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Dasar Teori .....	9
2.2.1. Biji Kopi .....	9
2.2.2. Penyangraian ( <i>Roasting</i> ).....	10
2.2.3. Arduino Mega 2560 .....	12
2.2.4. Modul Dimmer .....	12
2.2.5. LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	13
2.2.6. Sensor <i>Thermocouple</i> Tipe-K MAX6657 .....	13
2.2.7. Motor Driver BTS7960.....	14

2.2.8. Motor <i>Power Window</i> .....	15
2.2.9. <i>Push Button</i> .....	15
2.2.10. Elemen Pemanas.....	16

**BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN**

3.1 Analisis Kebutuhan .....	17
3.1.1. Kebutuhan Perangkat Keras .....	17
3.1.2. Kebutuhan Perangkat Lunak .....	17
3.2 Diagram Blok .....	18
3.3 Diagram Alir.....	19
3.4 Perancangan Tugas Akhir.....	20
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras .....	20
3.4.2 Perancangan Rangkaian Elektrik.....	22
3.4.3 Kontrol PID .....	27

**BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Mekanik .....	29
4.2 Hasil Tampilan Data pada LCD .....	30
4.3 Hasil Pengujian Kontrol Suhu .....	30
4.3.1. Hasil Pengujian Sangrai Kopi Percobaan 1 .....	32
4.3.2. Hasil Pengujian Sangrai Kopi Percobaan 2 .....	38
4.3.3. Hasil Pengujian Sangrai Kopi Percobaan 3 .....	42
4.4 Analisa Keseluruhan.....	48

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biji Kopi Robusta Temanggung .....	10
Gambar 2. 2 <i>Light Roast</i> .....	11
Gambar 2. 3 <i>Medium Roast</i> .....	11
Gambar 2. 4 <i>Drak Roast</i> .....	11
Gambar 2. 5 Arduino Mega 2560 .....	12
Gambar 2. 6 Modul Dimmer .....	13
Gambar 2. 7 LCD (Liquid Cristal Display).....	13
Gambar 2. 8 Sensor Thermocouple Tipe-K MAX6675 .....	14
Gambar 2. 9 Motor Drive BTS 7960.....	15
Gambar 2. 10 Motor Power Window .....	15
Gambar 2. 11 Push Button .....	16
Gambar 2. 12 Elemen Pemanas .....	16
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem .....	18
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem.....	19
Gambar 3. 3 Desain Mekanik Tampak Samping .....	20
Gambar 3. 4 Desain Mekanik Tampak Bawah.....	21
Gambar 3. 5 Desain Mekanik Tampak Depan .....	21
Gambar 3. 6 Rangkaian Elektrik Secara Keseluruhan .....	22
Gambar 3. 7 Rangkaian Elektrik Sensor Thermocouple .....	23
Gambar 3. 8 Rangkaian Elektrik Push Button .....	24
Gambar 3. 9 Rangkaian Elektrik LCD I2C 20x4 .....	24
Gambar 3. 10 Rangkaian elektrik Modul Dimmer .....	25
Gambar 3. 11 Rangkaian Elektrik Motor Power Window .....	26
Gambar 3. 12 Rangkaian Elektrik Motor Driver BTS7960 .....	27
Gambar 4. 1 Hasil Mekanik .....	29
Gambar 4. 2 Tampilan Data .....	30
Gambar 4. 3 Tampilan Grafik .....	31
Gambar 4. 4 Grafik Percobaan 1 .....	33
Gambar 4. 5 Grafik Pembacaan Suhu 100°C .....	33
Gambar 4. 6 Grafik Pembacaan 110°C .....	34
Gambar 4. 7 Grafik Pembacaan 150°C .....	35
Gambar 4. 8 Grafik Pembacaan Suhu Stabil 150°C .....	36
Gambar 4. 9 Grafik Pembacaan Suhu Stabil 155°C .....	37

Gambar 4. 10 Biji Kopi Light Roast.....	37
Gambar 4. 11 Grafik Percobaan 2 .....	39
Gambar 4. 12 Grafik Pembacaan Suhu 100°C.....	39
Gambar 4. 13 Grafik Pembacaan Suhu 150°C.....	40
Gambar 4. 14 Grafik Pembacaan Suhu 170°C.....	41
Gambar 4. 15 Biji Kopi Medium Roast.....	42
Gambar 4. 16 Grafik Percobaan 3 .....	43
Gambar 4. 17 Grafik Pembacaan Suhu 100°C.....	44
Gambar 4. 18 Grafik Pembacaan Suhu 150°C.....	44
Gambar 4. 19 Grafik Pembacaan Suhu 160°C.....	45
Gambar 4. 20 Grafik Pembacaan Suhu 170°C.....	46
Gambar 4. 21 Grafik Pembacaan Suhu 180°C.....	47
Gambar 4. 22 Biji Kopi <i>Dark Roast</i> .....	47

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Perangkat Lunak Yang Dibutuhkan .....	17
Tabel 3. 2 Konfigurasi Koneksi Sensor Thermocouple .....	23
Tabel 3. 3 Konfigurasi Koneksi Push Button.....	24
Tabel 3. 4 Konfigurasi Koneksi LCD I2C 20x4 .....	25
Tabel 3. 5 Konfigutasi Koneksi Modul Dimmer.....	26
Tabel 4. 1 Data Hasil Kontrol Suhu .....	31
Tabel 4. 2 Percobaan 1 .....	32
Tabel 4.3 Percobaan 2.....	38
Tabel 4. 4 Percobaan 3.....	42

## DAFTAR ISTILAH

<i>Roasting</i>	: Suatu kegiatan memanggang pada biji kopi
<i>Coffe beans</i>	: Biji kopi
<i>Coffea Connephora</i>	: Biji kopi robusta
<i>Coffea Arabika</i>	: Biji kopi arabika
<i>Light roast</i>	: Tingkat kematangan awal
<i>Medium roast</i>	: Tingkat kematangan sedang
<i>Dark roast</i>	: Tingkat kematangan akhir
<i>Famili Rubiaceae</i>	: Golongan kopi
<i>Sub Famili Cinchonoides</i>	: Golongan kopi
<i>Geneus Coffea L</i>	: Golongan kopi
<i>Sub Geneus Coffea</i>	: Golongan kopi



## DAFTAR SINGKATAN

GND	: <i>Ground</i>
VCC	: <i>Voltage Common Collector</i>
SDA	: <i>Serial Data</i>
SDL	: <i>Serial Clock</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
PWM	: <i>PulseWidth Modulation</i>