



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM PENGENDALIAN OTOMATIS TINGKAT
KEMATANGAN BIJI KOPI PADA MESIN SANGRAI
BERBASIS MIKROKONTROLER DAN *WEBSERVER***

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Nauval Ar Rachman

1803321064

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



APLIKASI SENSOR TERMOKOPEL SEBAGAI PENGUKUR TEMPERATUR PADA PROSES SANGRAI KOPI

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Nauval Ar Rachman

1803321064

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Nauval Ar Rachman

NIM : 1803321064

Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 Agustus 2021

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Nauval Ar Rachman
NIM : 1803321064
Program Studi : Teknik Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Pengendalian Otomatis Tingkat
Kematangan Biji Kopi pada Mesin Sangrai
berbasis Mikrokontroler dan Web Server
Sub Judul Tugas Akhir : Aplikasi Sensor Termokopel Sebagai
Pengukur Temperatur pada Proses
Sangrai Kopi

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 16 Agustus 2021 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing : Drs. Latif Mawardi, S.T., M.Kom.
NIP 195806011983031005

Depok,

Disahkan oleh
.....
Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP. 1963 0503 199103 2 001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Sistem Pengendalian Otomatis Tingkat Kematangan Biji Kopi pada Mesin Sangrai Berbasis Mikrokontroler dan Webserver”** dan dengan sub judul **“Aplikasi Sensor Termokopel Sebagai Pengukur Temperatur pada Proses Sangrai Kopi”**. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Drs. Latif Mawardi, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini;
3. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Teman-teman di Program Studi Elektronika Industri angkatan 2018, khususnya kelas EC6C yang telah memberikan dukungan semangat, moral, serta doa sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 2021

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

Aplikasi Sensor Termokopel Sebagai Pengukur Temperatur pada Proses Sangrai Kopi

Abstrak

Proses menyangrai kopi adalah proses perpindahan panas tanpa media seperti minyak atau pasir untuk mendapatkan citarasa tertentu. Proses menyangrai kopi menjadi proses yang penting karena pada proses ini karakter dari tiap biji kopi dimunculkan. Biji kopi yang masih hijau atau biasa di sebut green bean akan dipanggang pada tingkat kematangan yang berbeda. Tingkat kematangan biji kopi bervariasi yaitu ligh roast, medium roast, dan dark roast. Suhu menjadi salah satu faktor penentu tingkat kematangan. Untuk lebih akurat para roaster juga melakukan penginderaan aroma dan juga melihat warna secara manual saat proses pemanggangan. Pada penelitian ini dibuatlah sistem untuk penyangraian secara otomatis pada mesin penyangrai kopi tipe drum dengan menggunakan thermocouple tipe k dan driver max6675 sebagai pembacaan suhu dan sumber panas dari gas LPG. Penyangraian pada 500gr biji kopi robusta dampit malang. Tahap roasting penyangraian dilakukan selama 15 menit berada ditemperatur akhir 172°C. Proses sangrai pada penelitian menghasilkan biji kopi dampit malang dengan kriteria medium. Hasil sangrai memiliki warna medium konsisten dan mengeluarkan aroma nutty serta cocoa.

Kata Kunci: Thermocouple tipe k, Proses menyangrai kopi, Temperatur, Max6675

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Application of the Thermocouple Sensor as a Temperature Measurer in the Coffee Roast Process

Abstract

The coffee roasting process is a heat transfer process without a medium such as oil or sand to get a certain taste. The process of roasting coffee becomes an important process because in this process the character of each coffee bean is raised. Coffee beans that are still green or commonly called green beans will be roasted at different levels of maturity. The maturity level of coffee beans varies, namely light roast, medium roast, and dark roast. Temperature is one of the determining factors for the level of maturity. To be more accurate, roasters also sense aroma and also see color manually during the roasting process. In this study, a system for automatic roasting was made on a drum-type coffee roaster using a type k thermocouple and driver max6675 as a temperature reading and heat source from LPG gas. Roasting on 500gr of Malang Dampit Robusta coffee beans. The roasting stage was carried out for 15 minutes at a final temperature of 170°C. The roasting process in this study produced poor dampit coffee beans with medium criteria. The roast has a consistent medium color and gives off a nutty and cocoa aroma.

Keywords: *Thermocouple k-type Coffee roasting process, Temperature, Max6675*



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI.....	i
PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Luaran	2
BAB II Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark not defined.
2.1. Mesin Sangrai Kopi	Error! Bookmark not defined.
2.2. Proses Sangrai Kopi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Arduino mega 2560	Error! Bookmark not defined.
2.4. Sensor Termokopel.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Max 6675 K-Type Termokopel.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III Perancangan dan Realisasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.1. Perancangan Alat/Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Perancangan Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2 Perancangan Program Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Realisasi Alat.....	Error! Bookmark not defined.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 3.2.1 Bagian-Bagian Mesin Sangrai Kopi **Error! Bookmark not defined.**
- 3.2.2 Skematik Rangkaian Driver Termokopel dengan Arduino Mega 2560 **Error! Bookmark not defined.**
- 3.2.3 Pemrograman Sistem Kontrol pada Arduino . **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.1. Kalibrasi Sensor Termokopel.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1. Deskripsi Percobaan	Error! Bookmark not defined.
4.1.2. Deskripsi Peralatan	Error! Bookmark not defined.
4.1.3. Prosedur Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.1.4. Pengambilan Data Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.1.5. Analisa Hasil Data Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V Penutup	35
DAFTAR PUSTAKA	36

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen-Komponen Rancangbangun..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Alat dann Bahan Percobaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Data Pengujian Penyangraian Biji Kopi Robusta Dampit pada set point 160°C dan final temperature 172°C	Error! Bookmark not defined.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Sangrai Tipe Drum.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Perubahan Warna Selama Proses Roasting	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Warna Sangrai Kopi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Arduino Mega 2560	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Pin Atmega 2560	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Sensor Termokopel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Max6675	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Diagram Alir Cara Kerja Alat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Blok Diagram	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Kendali	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Diagram Alir Program	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 Bagian Bagian Dari Mesin Sangrai Kopi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Driver Termokopel dengan Arduino Mega 2560	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Program inialisasi variable pin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 program setup driver termokopel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 Inialisasi Variabel Untuk Proses Deteksi Termokopel menjadi Temperatur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 fungsi untuk menghasilkan nilai temperature ruang drum.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 fungsi untuk menghasilkan nilai temperature biji kopi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Penggunaan program fungsi termokopel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Time Temperature Profile	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Hasil biji kopi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1.1 Tampak Depan Alat.....	L-4
Gambar 1.2 Tampak Belakang Alat	L-4
Gambar 1.3 Tampak Samping Alat	L-5



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis	L-1
Lampiran 2 Program	L-2
Lampiran 3 Foto Alat.....	L-4





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Coffee Roasting atau sangrai kopi adalah proses pemanggangan biji kopi yang masih mentah (*green bean*) hingga menjadi matang sampai kematangan yang di inginkan. Penyangraian merupakan salah satu tahapan penting dari proses produksi kopi untuk konsumsi. Proses ini merupakan tahapan yang dapat membentuk aroma dan citarasa khas kopi yang akan dikeluarkan dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas dan dipengaruhi oleh lamanya proses penyangraian. Aroma dan citarasa kopi yang baik dapat dihasilkan dengan tahapan penyangraian menggunakan suhu yang tepat pada masing-masing tingkatan sangrai, sehingga produk kopi yang dihasilkan dapat mengeluarkan aroma yang diinginkan dan citarasa yang disukai oleh konsumen (Muslimin, Salengke, & Iqbal, 2017).

Tingkat kematangan biji kopi mempengaruhi karakter rasa dari minuman kopi terdapat macam-macam tingkat kematangan kopi yaitu *light roast*, *medium roast*, *dark roast*. Pada tingkat kematangan *light roast* suhu pemanggangan biji kopi berada pada kisaran 180°C hingga 200°C. Pada tingkat kematangan *medium roast* suhu pemanggangan 200°C hingga 220°C. Pada tingkat kematangan *dark roast* 230°C hingga 245°C (Sasongko & Rivai, 2018).

Tidak ada aturan resmi mengenai cara pemanggangan biji kopi, setiap *roaster* memiliki cara sendiri-sendiri dalam memanggang biji kopi. Namun terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan saat proses memanggang. Suhu menjadi salah satu faktor penentu tingkat kematangan. Untuk lebih akurat para *roaster* juga melakukan penginderaan aroma dan juga melihat warna secara manual saat proses pemanggangan (Sasongko & Rivai, 2018).

Mesin penyangrai kopi ini memakai sumber panas dari gas elpiji dan

infrared burner sebagai tempat pembakaran. Untuk mendapatkan sistem automasi pada proses penyangraian kopi diperlukan sistem pengendalian temperatur agar memenuhi proses penyangraian tersebut. Pada Tugas Akhir ini penulis merancang sistem pengendalian temperatur otomatis menggunakan *solenoid valve* pada mesin penyangrai kopi tipe drum dengan sumber panas dari gas LPG.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaplikasian sensor termokopel pada drum mesin sangrai kopi

1.3. Tujuan

Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah mengatur temperatur suhu didalam drum sesuai karakteristik biji kopi.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada laporan ini adalah:

- a. Pengujian dibatasi pada jenis kopi Robusta Dampit Malang 500gr dengan kualitas G1 dan hasil pengujian yang dibahas adalah *medium roast*.

1.5. Luaran

Luaran dari tugas akhir ini adalah:

- a. Sistem pengendalian otomatis tingkat kematangan biji kopi pada mesin sangrai berbasis mikrokontroler dan webserver yang digunakan oleh usaha kecil menengah
- b. Laporan Tugas Akhir



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V SIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan: nilai *set point preheat* 160°C dan *final temperature* 170°C telah memenuhi parameter proses penyangraian biji kopi dengan tingkat kematangan medium.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmawan, A., Cahyo, F., & Widyotomo, S. (2018). Determining Optimum Point of Robusta Coffee Bean Roasting Process for Taste Consistency. *Pelita Perkebunan*, 59-65.
- Handoyo, A. (2016). Rancangbangun Alat Penyangrai Biji Kopi Berbasis Arduino Mega 2560.
- Muslimin, I., Salengke, & Iqbal, M. (2017). Pengaruh Tingkatan Suhu Penyangraian (Roasting) Terhadap Karakteristik Aroma Kopi Arabika.
- Nurjannah, I. (2016). Rancangbangun Sistem Monitoring Temperatur Pada Mini Plant AC Refrigerant berbasis Arduino Mega.
- Sasongko, I. J., & Rivai, M. (2018). Mesin Pemanggang Biji Kopi dengan Suhu Terkendali Menggunakan Arduino Due. *Jurnal Teknik ITS vol. 7*.
- Vosloo. (2017). Heat and mass transfer model for a coffee roasting process.
- Wijaya, I. R., Harianto, & Wibowo, M. C. (2016). Rancangbangun Sistem Destilasi Limbah Thinner Menggunakan Metode Fuzzy.

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nauval Ar Rachman

Anak kedua dari tiga bersaudara, lahir di Surabaya, 13 November 1999.

Lulus pendidikan dasar di SD Jaya Suti Abadi tahun 2011, lulus pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Tambun Selatan pada tahun 2014, lulus pendidikan menengah atas di SMAN 5 Tambun Selatan pada tahun 2017. Penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang perkuliahan untuk mengambil gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Elektronika Industri (EI) pada tahun 2018 - sekarang.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 2 Program

```
120 // Thermocouple
121 const uint8_t PIN_MOSI_A = 51;
122 const uint8_t PIN_MISO_A = 50;
123 const uint8_t PIN_SCK_A = 52;
124 const uint8_t PIN_SS_A = 11;
125 const uint8_t PIN_SS_B = 12;
```

```
137 // Library Thermocouple
138 MAX6675 tc_room(PIN_SCK_A, PIN_SS_A, PIN_MISO_A);
139 MAX6675 tc_bean(PIN_SCK_A, PIN_SS_B, PIN_MISO_A);
140
```

```
C++ main.cpp
src > C++ main.cpp
425 uint8_t btn_lamp_auto = 0;
426 uint8_t btn_agitator_auto = 0;
427 uint8_t btn_motor_restart = 0;
428 uint8_t btn_motor_release = 0;
429
430
431
432
433
434
435 // Variable for Temperature
436 float set_point_temp_bean;
437 float set_point_temp_preheat;
438 float raw_temperature_bean;
439 float raw_temperature_room;
440 const int run_avg_count_tbean = 16;
441 const int run_avg_count_troom = 16;
442 float run_avg_buff_tbean[run_avg_count_tbean];
443 float run_avg_buff_troom[run_avg_count_troom];
444 int next_run_avg_tbean;
445 int next_run_avg_troom;
446 float run_avg_tbean;
447 float run_avg_troom;
448 float final_temp_bean;
449 float final_temp_room;
450
```

```
1060 void temperatureRoom() {
1061     raw_temperature_room = tc_room.readCelsius();
1062     run_avg_buff_troom[next_run_avg_troom++] = raw_temperature_room;
1063     if(next_run_avg_troom >= run_avg_count_troom) {
1064         next_run_avg_troom = 0;
1065     }
1066     run_avg_troom = 0;
1067
1068     for(int loop_troom = 0; loop_troom < run_avg_count_troom; ++loop_troom){
1069         run_avg_troom += run_avg_buff_troom[loop_troom];
1070     }
1071 }
1072
1073
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

1078 void temperatureBean() {
1079     raw_temperature_bean = tc_bean.readCelsius();
1080
1081     run_avg_buff_tbean[next_run_avg_tbean++] = raw_temperature_bean;
1082
1083     if(next_run_avg_tbean >= run_avg_count_tbean) {
1084         next_run_avg_tbean = 0;
1085     }
1086
1087     run_avg_tbean = 0;
1088
1089     for(int loop_tbean = 0; loop_tbean < run_avg_count_tbean; ++loop_tbean){
1090         run_avg_tbean += run_avg_buff_tbean[loop_tbean];
1091     }
1092
1093     final_temp_bean = run_avg_tbean /= run_avg_count_tbean;
1094 }
1095

```

```

1502 void loop() {
1503     // Read Temp
1504     temperatureRoom();
1505     temperatureBean();
1506 }
1507

```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 3 Alat

FOTO ALAT



Gambar L.1 Tampak Depan Alat



Gambar L.2 Tampak Belakang Alat

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Gambar L.3 Tampak Samping Alat

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA