

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KONTROL PID
PADA MESIN *ROASTING* KOPI**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Aufarizal Kahrabi

220341025



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KONTROL PID PADA
MESIN ROASTING KOPI**

Oleh:

Aufarizal Kahrabi

220341025

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 24 Juli 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.

NIP. 196810301995121005

Pembimbing II,



Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd.

NIP. 197506122005012005

Disahkan,

Penguji I,



Adhitya Sumardi Sunarya,
S.Si., M.Si.

NIP. 198110052009121005

Penguji II,



Wahyu Adhie Candra, S.T.,
M.Sc.

NIP. 197701092023211004

Penguji III,



Ega Mardoyo, M.Kom.

NIP. 198612032009121006

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AUFARIZAL KAHRABI
NIM : 220341025
Jurusan : Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekanika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekanika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kontrol PID pada Mesin *Roasting* Kopi

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 24 – 07 – 2025
Yang Menyatakan,

(AUFARIZAL KAHRABI)
NIM 220341025

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aufarizal Kahrabi
NIM : 220341025
Jurusan : Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekanika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekanika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kontrol PID pada Mesin *Roasting* Kopi

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 24 – 07 – 2025
Yang Menyatakan,

(Aufarizal Kahrabi)
NIM 220341025

MOTO PRIBADI

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan. Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kontrol PID pada Mesin *Roasting* Kopi”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekanika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekanika, Bapak Ridwan, S.ST., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekanika, Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.

4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng., dan Ibu Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd. yang telah membimbing penulis dalam setiap proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si., Bapak Wahyu Adhie Chandra S.T., M.Sc, dan Bapak Ega Mardoyo, M.Kom.
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.PD., M.T. dan rekan – rekan panitia tugas akhir yang lain.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Khairunnisak dan Bapak Moh. Ghazali yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik saya yang telah mendukung dalam bentuk apapun
9. Buat sahabat – sahabat saya AE20 dan AE21
10. Untuk Pak Indra Djodi selaku penasihat dalam penulisan karya tulis ilmiah ini yang banyak memberikan wawasan kepada penulis.
11. Untuk Suji Experience Bar, CV Pudak Scientific, KOZI Coffee HQ & Roastery, dan Toko Kopi Lajeng yang telah menyediakan media bagi penulis untuk berdiskusi untuk mendalami lebih dalam dunia kopi khusus nya *roastery*.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 24 Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Industri kopi terus berkembang seiring meningkatnya minat konsumen terhadap kualitas kopi. Salah satu tantangan utama dalam proses roasting adalah menjaga konsistensi suhu dan tekanan untuk menghasilkan kopi dengan kualitas seragam. Kontribusi saya pada penelitian ini memperkenalkan inovasi sistem kontrol cascade PID yang mengintegrasikan pengaturan simultan suhu (thermocouple type K) dan tekanan (Omron ESCC Pressure Transmitter), berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada kontrol suhu tunggal. Sistem dirancang menggunakan Arduino Mega untuk kapasitas pemrosesan tinggi dan dihubungkan ke Artisan Roaster Scope melalui protokol Modbus RTU. Pengujian sensor menunjukkan akurasi tinggi dengan error maksimal 2% untuk suhu (ET dan BT) dan 5% untuk tekanan. Kontrol cascade PID diuji dengan dua loop terpisah (suhu dan tekanan), menghasilkan respons lebih stabil terhadap fluktuasi dibandingkan sistem PID tunggal pada penelitian sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan antarmuka Artisan mampu menampilkan data real-time seperti suhu, tekanan, dan kecepatan putar drum dengan akurasi tinggi. Profil roasting manual berhasil direkam dan dijadikan acuan untuk mode otomatis, dengan konsistensi suhu biji kopi (BT) yang mendekati setpoint. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menggunakan motor stepper atau proportional valve guna mengatasi fluktuasi tekanan.

Kata kunci: Mesin Roasting Kopi, Kontrol Cascade PID, Artisan Roaster Scope, *Pressure Transmitter*, Modbus RTU.

ABSTRACT

The coffee industry continues to grow alongside increasing consumer demand for quality coffee. One of the main challenges in the roasting process is maintaining consistent temperature and pressure to produce uniform coffee quality. The contribution of this study introduces an innovative cascade PID control system that simultaneously regulates temperature (type K thermocouple) and pressure (Omron ESCC Pressure Transmitter), unlike previous studies that focused solely on single-parameter temperature control. The system is designed using Arduino Mega for high processing capacity and connected to Artisan Roaster Scope via the Modbus RTU protocol. Sensor testing demonstrated high accuracy, with maximum errors of 2% for temperature (ET and BT) and 5% for pressure. The cascade PID control, tested with two separate loops (temperature and pressure), showed more stable responses to fluctuations compared to single PID systems in previous studies. Test results confirmed that the Artisan interface successfully displayed real-time data—including temperature, pressure, and drum rotation speed—with high accuracy. Manual roasting profiles were recorded and used as references for automatic mode, achieving bean temperature (BT) consistency close to the setpoint. For future development, the use of stepper motors or proportional valves is recommended to further minimize pressure fluctuations.

Keywords: *Coffee Roasting Machine, PID Control, Artisan Roaster Scope, Pressure Transmitter, Modbus RTU.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
I BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5 Sistematika Penulisan	I-3
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 Proses <i>Roasting</i> pada Kopi	II-1
II.1.2 Kontroler PID.....	II-2

II.1.3	<i>Cascade Kontrol</i>	II-3
II.1.4	Proses Monitoring	II-3
II.1.5	Komunikasi Modbus	II-4
II.1.6	Artisan Roaster Scope	II-4
II.2	Tinjauan Alat.....	II-6
II.2.1	Arduino Mega	II-6
II.2.2	Pressure Transmitter.....	II-7
II.2.3	Thermocouple	II-7
II.2.4	Motor Induksi.....	II-8
II.2.5	Motor Servo	II-8
II.2.6	<i>RS485 to TTL</i>	II-9
II.2.7	<i>Digital Controller Omron E5CC</i>	II-10
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-11
III BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metodologi Penelitian	III-1
III.1.1	<i>Requirements List</i>	III-3
III.1.2	<i>System Design</i>	III-4
III.1.3	<i>Domain Spesific Design</i>	III-5
III.1.4	<i>System Integration</i>	III-15
III.1.5	<i>Validation</i>	III-15
III.2	Perancangan Analisis Data.....	III-17
III.2.1	Perancangan Pengujian Sensor	III-17
III.2.2	Perancangan Pengujian Monitoring	III-18
IV BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1

IV.1	Hasil Implementasi Rancangan.....	IV-1
IV.1.1	Implementasi Sistem Mekanik.....	IV-1
IV.1.2	Implementasi Sistem Elektrik	IV-2
IV.1.3	Implementasi Sistem Kontrol.....	IV-4
IV.1.4	Implementasi Sistem Monitoring.....	IV-5
IV.2	Pengujian Sensor.....	IV-6
IV.2.1	Themocouple Type K	IV-6
IV.3	Pengujian Sistem Monitoring dan Kendali	IV-15
IV.3.2	Pengujian Sistem Monitoring.....	IV-15
IV.3.3	Pengujian Sistem Kendali	IV-17
V	BAB V PENUTUP	V-1
IV.1	Kesimpulan	V-1
IV.2	Saran.....	V-1
VI	DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
VII	LAMPIRAN	xix

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Efek kontroler PID pada <i>loop</i> tertutup	II-2
Tabel II.2 Spesifikasi Arduino Mega	II-6
Tabel II.3 Penelitian Terdahulu.....	II-11
Tabel II.4 Perbandingan Aspek Penelitian.....	II-14
Tabel III.1 <i>Requirements List</i>	III-3
Tabel III.2 Daftar I/O Wiring Motor dan Kontrol Panel.....	III-6
Tabel III.3 Rincian Pengujian Sistem	III-16
Tabel III.4 Contoh Tabel Pengujian Sensor Suhu dan Tekanan	III-18
Tabel III.5 Contoh Tabel Pengujian Sistem Monitoring.....	III-19
Tabel IV.1 Pengujian Sensor Suhu (ET).....	IV-7
Tabel IV.2 Pengujian Sensor Suhu (BT).....	IV-8
Tabel IV.3 Pengujian Sensor Suhu dari Jurnal [4].....	IV-10
Tabel IV.4 Pengujian Sensor Tekanan	IV-12
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Sensor Tekanan Jurnal [17].....	IV-14
Tabel IV.6 Hasil Pengujian Sistem Monitoring.....	IV-15
Tabel IV.7 Hasil Pengujian PID	IV-20
Tabel IV.8 Hasil Pengujian Tuning pada Jurnal [14]	IV-20

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Proses <i>Roasting</i>	II-1
Gambar II.2 Block Diagram PID	II-2
Gambar II.3 <i>Software</i> Artisan	II-4
Gambar II.4 Mikrokontroler Arduino Mega	II-6
Gambar II.5 <i>Pressure Transmitter</i> [16]	II-7
Gambar II.6 <i>Thermocouple Type K</i>	II-7
Gambar II.7 Motor Induksi	II-8
Gambar II.8 Motor Servo	II-9
Gambar II.9 Modul <i>RS485 to TTL</i>	II-9
Gambar II.10 <i>Digital Controller</i> Omron E5CC.....	II-10
Gambar III.1 Metodologi Penelitian VDI2206	III-1
Gambar III.2 Gambaran Umum Sistem	III-4
Gambar III.3 Rancangan Panel Kontrol.....	III-5
Gambar III.4 Wiring untuk Motor 3 <i>Phase</i> dan Kontrol Panel.....	III-6
Gambar III.5 Diagram Alir Umum	III-7
Gambar III.6 Diagram Alir Manual	III-8
Gambar III.7 Diagram Alir Otomatis.....	III-9
Gambar III.8 Diagram Blok Sistem Kendali.....	III-10
Gambar III.9 Diagram Blok Loop 2.....	III-11
Gambar III.10 Rancangan Umum Sistem Monitoring.....	III-12
Gambar III.11 Menu Utama dari Artisan.....	III-13
Gambar III.12 <i>Scope</i> dari Artisan	III-13
Gambar III.13 Panel Kontrol dari Artisan.....	III-14

Gambar III.14 Panel Kontrol dari Artisan.....	III-14
Gambar III.15 Integrasi Sistem.....	III-15
Gambar IV.1 Implementasi Mekanik dan Intergasi Kontrol Panel.....	IV-1
Gambar IV.2 Inverter dan Motor	IV-2
Gambar IV.3 Panel Kontrol (depan)	IV-2
Gambar IV.4 Arduino dan Modul RS485 to TTL.....	IV-3
Gambar IV.5 Modul Optocoupler untuk Blower	IV-4
Gambar IV.6 Nilai PID dan Profile Roasting pada Arduino IDE.....	IV-4
Gambar IV.7 Antarmuka Artisan.....	IV-5
Gambar IV.8 <i>Library</i> Modbus	IV-6
Gambar IV.9 Inisiasi Komunikasi dengan Omron E5CC.....	IV-6
Gambar IV.10 Pembacaan Register Suhu.....	IV-7
Gambar IV.11 Inisiasi Pin Sensor pada Arduino	IV-11
Gambar IV.12 Kode Konversi Nilai ADC ke MiliBar	IV-11
Gambar IV.13 Kurva Kalibrasi	IV-13
Gambar IV.14 Proses <i>Roasting</i> Manual Pertama.....	IV-16
Gambar IV.15 Proses <i>Roasting</i> Manual Kedua	IV-17
Gambar IV.16 Percobaan Nilai PID (Kp:0.5, Ki:0, Kd:0).....	IV-18
Gambar IV.17 Percobaan Nilai PID (Kp:0.5, Ki:0.1, Kd:0).....	IV-19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Langkah menghubungkan Artisan dengan Device

Lampiran 2 Pengujian sensor termokopel tipe K (ET dan BT)

Lampiran 3 Program Arduino

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Daftar Singkatan:

PID : *Proportional–Integral–Derivative*

RPM : *Rotate Per Minute*

RTU : *Remote Terminal Unit*

BT : *Bean Temperature*

ET : *Environtmental Temperature*

VDI : *Verein Deutscher Ingenieure*

Daftar Simbol:

A_i : Nilai aktual

F_i : Nilai prediksi

x_i : Nilai data ke- i

\bar{x} : Rata rata data $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

n : Jumlah data

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri *roasting* kopi terus berkembang beriringan dengan meningkatnya minat konsumen terhadap kopi yang berkualitas [1]. Untuk biji kopi yang memiliki karakteristik yang konsisten dalam ukuran, berat jenis, tekstur, kadar air, dan struktur kimianya, maka pengendalian proses *roasting* dapat dilakukan dengan lebih mudah. Namun dalam kenyataannya, karakteristik biji kopi bervariasi secara signifikan, sehingga proses *roasting* menjadi suatu seni yang membutuhkan keterampilan dan pengalaman, sejalan dengan keinginan konsumen [2].

Tantangan dalam menjaga konsistensi dan kontrol proses *roasting* merupakan aspek krusial yang dapat memengaruhi hasil akhir [3]. Sistem kendali yang tidak adaptif pada mesin *roasting* memiliki keterbatasan responsivitas terhadap perubahan variabel, seperti tingkat kelembaban atau fluktuasi suhu lingkungan [4]. Oleh karena itu, perlu adanya pendekatan sistem kontrol yang lebih canggih, yang adaptif dalam memastikan proses *roasting* dapat diatur dengan optimal sehingga memberikan hasil yang memenuhi standar kualitas secara konsisten [5]. Oleh sebab itu penelitian mengenai kontrol adaptif pada mesin *roasting* kopi diperlukan. Dalam tugas akhir ini penulis akan mengintegrasikan mesin *roasting* dengan PC yang memiliki *software Artisan roaster scope*, sehingga monitoring dan control profiling biji kopi dapat dilakukan secara adaptif (sistem dapat menyesuaikan diri secara otomatis), sehingga hasil *roasting* kopi tetap konsisten sesuai dengan keinginan *user* [6].

Software Artisan roaster scope yang digunakan pada penelitian ini memiliki sifat *open source*, *software* dapat digunakan secara bebas (gratis) oleh kalangan industri kopi [7]. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip kontrol adaptif dalam mesin *roasting* kopi, tujuan utama dapat dicapai antara lain mengurangi variasi hasil *roasting*. Pada tahun 2021, M.D. Fahmi[7] melakukan penelitian mengenai Sistem Monitoring

dan Kendali Proses Roasting Menggunakan Artisan untuk menghasilkan kendali kecepatan motor DC melalui PWM dan solenoid valve untuk mengatur aliran gas ke kompor serta monitoring secara *real-time*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring dan kontrol yang menggunakan PID (proportional–integral–derivative) *controller* dari *software* Arduino yang tidak hanya berkontribusi pada kemajuan teknologi dalam proses *roasting* kopi, namun membawa dampak positif bagi industri kopi khususnya *user* yang langsung berhadapan dengan mesin, serta menyediakan solusi inovatif untuk meningkatkan konsistensi kualitas produk akhir. Dengan adanya penelitian sistem monitoring kontrol adaptif ini, diharapkan dapat mengisi kesenjangan dalam perkembangan industri kopi.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian kontrol adaptif pada mesin *roasting* kopi dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun sistem monitoring pada mesin *roasting* kopi agar dapat memonitoring secara *real-time*?
2. Bagaimana merancang sistem kontrol pada mesin *roasting* kopi agar dapat di monitoring secara *real-time*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diajukan, saya membatasi ruang lingkup penelitian dengan menentukan batasan masalah. Maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini perancangan sistem monitoring *roasting* kopi otomatis yang beradaptasi dengan berdasarkan parameter suhu biji (BT) dan tekanan yang ditentukan untuk dikendalikan.
2. Kapasitas *roasting* pada mesin yang dirancang maksimal 1kg.
3. Metode validasi *roasting* yang digunakan yaitu dinilai dari berdasarkan warna biji dan waktu tercapainya first crack.
4. Menggunakan metode tuning PID *Trial and Error*.

5. Jenis biji yang digunakan yaitu Robusta.
6. Penelitian ini menggunakan sensor *thermocouple type K* dan sensor *Pressure Transmitter*.
7. Kontroller yang digunakan pada penelitian adalah Arduino Mega.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh dari rancangan sistem monitoring *real-time* terhadap proses roasting.
2. Mengetahui pengaruh dari rancangan sistem kontrol PID cascade terhadap proses roasting yang di monitoring secara *real-time*.

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Memudahkan *user* untuk memantau proses *roasting* pada mesin.
2. Menghasilkan *bean temperature* (BT) yang nilai nya berimpitan dengan nilai proses yang telah dilakukan pada mode manual/setpoint yang dilakukan *user*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi uraian rinci tentang metode dan langkah-langkah penyelesaian masalah, bahan atau materi TA, alat yang digunakan, rancangan sistem, variabel TA, dan metode pengambilan data atau metoda analisis hasil.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil penelitian yang dirangkum dalal bentuk tabel dan gambar

BAB V KESIMPULAN, berisi kesimpulan TA.