

**PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI DAN OPTIMALISASI
PROSES *ROASTING* KOPI DENGAN PENGGABUNGAN
KONVENSIONAL KONTROL DAN *INPUT DATABASE*
PROFILING**

Tugas Akhir

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

Oleh

Adiyatma Sani Lysandra

218441026



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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI DAN OPTIMALISASI PROSES
ROASTING KOPI DENGAN PENGGABUNGAN KONVENSIONAL
KONTROL DAN *INPUT DATABASE* PROFILING**

Oleh:

Adiyatma Sani Lysandra

218441026

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

Bandung, 13 Januari 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Sc.

NIP. 196810301995121001

Pembimbing II,

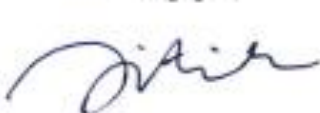


Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.

NIP. 197001061995121002

Disahkan,

Penguji I,



Fitria Survatini, S.Pd., M.T.

NIP. 198824042018032001

Penguji II,



Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.

NIP. 196807021997021001

Penguji III,



Nuryanti, S.T., M.Sc.

NIP. 197604262009122002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Adiyatma Sani Lysandra
NIM	:	218441026
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses <i>Roasting</i> Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan <i>Input Database Profiling</i>

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 : 13 – 01 – 2023
Yang Menyatakan,

(Adiyatma Sani Lysandra)
NIM. 218441026

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Adiyatma Sani Lysandra
NIM : 218441026
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses *Roasting* Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan *Input Database Profiling*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/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 : 13 – 01 – 2023
Yang Menyatakan,

(Adiyatma Sani Lysandra)
NIM. 218441026

MOTO PRIBADI

Tidak perlu khawatir dengan masa depan, sebab setiap orang memiliki cara dan waktunya masing-masing.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, 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. Barangsiapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barangsiapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sesembahan 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: “Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses *Roasting* Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan *Input Database Profiling*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi 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 Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., MT.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Sc. dan Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dalam setiap proses penyelesaian tugas akhir ini.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd.,M.T, Bapak Dr.Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc. dan Ibu Nuryanti, S.T.,M Sc.
6. Panitia tugas akhir Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.T., M.T., dan Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.,
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Ana Rumiya dan Bapak Suhendar yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Buat sahabat – sahabat saya 3B dan teman – teman kelas 4AED yang telah banyak membantu saya dalam segala hal, dan memberikan motivasi dan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

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. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 13 Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

Kopi merupakan minuman dengan cita rasa dan aroma yang khas, kualitas dari biji kopi sangat berpengaruh bagi minuman kopi itu sendiri, namun terdapat salah satu proses yang dapat menjadikan biji kopi mentah menjadi kopi dengan rasa dan aroma yang khas yaitu proses *roasting*. *Roasting* adalah proses pemanggangan pada biji kopi yang bertujuan untuk memunculkan cita rasa dan aroma yang khas pada biji kopi. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk melakukan proses *roasting*, yaitu metode tradisional dan metode modern. Metode modern seringkali digunakan untuk saat ini pada proses *roasting* kopi, karena mampu memaksimalkan hasil dari proses *roasting* sehingga biji kopi yang digunakan akan mengeluarkan rasa dan aroma yang lebih baik. Metode modern dilakukan menggunakan mesin *roasting* kopi yang dirancang agar mampu melakukan proses *roasting* kopi secara maksimal dengan mengatur setiap aspek yang berpengaruh pada proses tersebut. Berdasarkan permasalahan diatas maka diusulkan penelitian ini yang bertujuan untuk mengatur sistem kendali pada mesin *roasting* kopi yang mampu dikontrol secara konvensional dan otomatis. Sehingga dibuatlah suatu sistem kendali dengan menggunakan kontrol PID dan kontrol Cascade yang dikendalikan oleh PLC dan Arduino. Terdapat beberapa parameter yang dapat dikendalikan yaitu kecepatan *Blower*, kecepatan *Drum*, Buka-an *Burner*, Buka-an 3 motor servo dan Silinder *Output*. Proses mesin *roasting* kopi secara otomatis dimulai dari proses pembacaan database kemudian database akan diubah menjadi setpoint *temperature* oleh PID Loop master, output dari PID Loop master akan diubah menjadi setpoint pada PID Loop slave, lalu output dari PID Loop slave akan menggerakkan Proportional Valve untuk mengatur tekanan gas pada mesin *roasting* kopi.

Kata kunci: Cascade, Mesin Roasting, PLC Beckhoff, Kontrol PID.

ABSTRACT

Coffee is a drink with a distinctive taste and aroma, the quality of the coffee beans is very influential for the coffee drink itself, but there is one process that can make raw coffee beans into coffee with a distinctive taste and aroma, namely the roasting process. Roasting is a process of roasting coffee beans that aims to bring out the distinctive taste and aroma of coffee beans. There are several methods used to perform the roasting process, namely traditional methods and modern methods. Modern methods are often used today in the coffee roasting process, because they are able to maximize the results of the roasting process so that the coffee beans used will give off a better taste and aroma. The modern method is carried out using a coffee roasting machine designed to be able to carry out the coffee roasting process optimally by regulating every aspect that affects the process. Based on the above problems, this research is proposed which aims to set up a control system on a coffee roasting machine that can be controlled conventionally and automatically. So that a control system is made using PID control and Cascade control controlled by PLC and Arduino. There are several parameters that can be controlled, namely Blower speed, Drum speed, Burner opening, 3 servo motor opening and Output Cylinder. The process of the coffee roasting machine automatically starts from the database reading process then the database will be converted into a temperature setpoint by the PID Loop master, the output of the PID Loop master will be converted into a setpoint on the PID Loop slave, then the output of the PID Loop slave will move the Proportional Valve to regulate the gas pressure in the coffee roasting machine.

Keywords: *Cascade, Roasting Machine, Beckhoff PLC, PID Control.*

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	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Roasting Kopi	II-1
II.1.2 Sistem Kontrol PID	II-2
II.1.3 Cascade Kontrol	II-2
II.1.4 Cupping Test Kopi	II-3
II.2 Tinjauan Alat	II-4
II.2.1 Programmable Logic Kontroler	II-4
II.2.2 <i>Temperature</i> Kontroler.....	II-5
II.2.3 Solenoid Kontrol Valve.....	II-6
II.2.4 Katup Pneumatic	II-7
II.2.5 Silinder Pneumatic	II-8
II.2.6 Motor AC 3 phase	II-8
II.2.7 Motor Servo	II-9
II.2.8 Arduino Mega	II-10

II.2.9	Arduino Uno	II-11
II.2.10	Pressure Transmitter	II-12
II.2.11	Termokopel	II-12
II.2.12	Inverter	II-13
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-14
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1.	Gambaran Umum Sistem	III-1
III.2.	Metode Perancangan VDI 2206	III-1
III.3.	Penerapan VDI 2206	III-3
III.3.1	Penjabaran Tugas	III-3
III.3.2	Perancangan Sistem.....	III-3
III.3.3	Implementasi sistem element	III-5
III.3.4	Pengintegrasian Sistem.....	III-21
III.3.5	Validasi.....	III-21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1.	Hasil Implementasi Rancangan	IV-1
IV.2.	Implementasi Sistem Mekanik.....	IV-3
IV.3.	Implementasi Sistem Elektrik.....	IV-6
IV.3.1.	Implementasi Sistem Elektrik Panel Daya	IV-6
IV.3.2.	Implementasi Sistem Elektrik Panel Sensor.....	IV-7
IV.3.3.	Implementasi Sistem Elektrik Motor Servo	IV-8
IV.3.4.	Implementasi Sistem Elektrik Pintu Panel Kontrol.....	IV-9
IV.3.5.	Implementasi Sistem Elektrik Panel Kontrol	IV-10
IV.4.	Implementasi Sistem Pneumatik.....	IV-12
IV.5.	Implementasi Sistem Otomatis	IV-13
IV.7.	Validasi	IV-21
IV.7.1.	Data Kalibrasi Sensor Termokopel	IV-21
IV.7.2.	Pengujian Sensor Termokopel.....	IV-22
IV.7.3.	Pengujian Motor Servo.....	IV-25
IV.7.4.	Pengukuran <i>Air Flow</i> pada Mesin Roasting.....	IV-29
IV.7.5.	Pengukuran Buka-an Proportional Valve	IV-35
IV.7.6.	Pengujian <i>Pressure Transmitter</i>	IV-37
IV.7.7.	Pengujian Kecepatan Putaran <i>Drum</i>	IV-38
IV.7.8.	Pengujian Fungsional HMI PLC Beckhoff	IV-39
IV.7.8.	Pengujian Nilai PID.....	IV-40
BAB V PENUTUP.....		V-1

V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		1
LAMPIRAN.....		4

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi PLC Beckhoff	II-5
Tabel II. 2 Spesifikasi Solenoid Kontrol Valve	II-6
Tabel II. 3 Spesifikasi Katup Pneumatic.....	II-7
Tabel II. 4 Spesifikasi Motor Servo	II-9
Tabel II. 5 Spesifikasi Arduino Mega	II-10
Tabel II. 6 Spesifikasi Arduino Uno	II-11
Tabel II. 7 Macam - macam Termokopel [23]	II-13
Tabel II. 8 Studi Penelitian Terdahulu	II-14
Tabel III. 1 Tuntutan Perancangan Sistem.....	III-4
Tabel IV. 1 Ketercapaian Tuntutan Alat	IV-1
Tabel IV. 2 I/O Arduino Mega dan PLC Beckhoff.....	IV-11
Tabel IV. 3 Data Kalibrasi Sensor <i>Temperature Bean</i>	IV-21
Tabel IV. 4 Data Kalibrasi Sensor <i>Temperature Drum</i>	IV-22
Tabel IV. 5 Tabel Pengujian Termokopel <i>Temperature Bean</i>	IV-23
Tabel IV. 6 Tabel Pengujian Termokopel <i>Temperature Drum</i>	IV-24
Tabel IV. 7 Tabel Pengujian Motor Servo <i>Gate 1</i>	IV-26
Tabel IV. 8 Tabel Pengujian Motor Servo <i>Gate 2</i>	IV-27
Tabel IV. 9 Tabel Pengujian Motor Servo <i>Gate 3</i>	IV-28
Tabel IV. 10 Tabel Pengukuran <i>Air Flow Gate 3.1</i>	IV-30
Tabel IV. 11 Tabel Pengukuran <i>Air Flow Gate 3.2</i>	IV-31
Tabel IV. 12 Tabel Pengukuran <i>Air Flow Gate 1.1</i>	IV-32
Tabel IV. 13 Tabel Pengukuran <i>Air Flow Gate 1.2</i>	IV-34
Tabel IV. 14 Tabel Pengukuran Proportional Valve.....	IV-35
Tabel IV. 15 Tabel Pengujian Pressure Transmitter	IV-37
Tabel IV. 16 Tabel Pengujian Kecepatan Putar <i>Drum</i>	IV-38
Tabel IV. 17 Tabel Pengujian Fungsi Silinder.....	IV-40
Tabel IV. 18 Tabel Pengujian Fungsi HMI.....	IV-40
Tabel IV. 19 Tabel Karakteristik Nilai PID Loop 1.....	IV-42
Tabel IV. 20 Tabel Karakteristik Nilai PID Loop 2.....	IV-44

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tingkat kematangan biji kopi	II-1
Gambar II. 2 Sistem Kontrol PID	II-2
Gambar II. 3 Cascade kontrol	II-2
Gambar II. 4 Cupping Form.....	II-4
Gambar II. 5 PLC Beckhoff EK1100.....	II-4
Gambar II. 6 <i>Temperature</i> Kontroler	II-5
Gambar II. 7 Solenoid Kontrol Valve	II-6
Gambar II. 8 Katup Pneumatic.....	II-7
Gambar II. 9 Silinder Pneumatic.....	II-8
Gambar II. 10 Motor AC 3 Phase	II-8
Gambar II. 11 Motor Servo	II-9
Gambar II. 12 Arduino Mega.....	II-10
Gambar II. 13 Gambar Arduino Uno R3	II-11
Gambar II. 14 Pressure Transmitter	II-12
Gambar II. 15 Termokopel.....	II-12
Gambar II. 16 Inverter.....	II-13
Gambar III. 1 Gambaran Umum Sistem secara keseluruhan	III-1
Gambar III. 2 V-Model VDI 2206	III-2
Gambar III. 3 Rancangan Mekanik Keseluruhan.....	III-5
Gambar III. 4 Rancangan Mekanik Bracket Servo Tampak Depan.....	III-6
Gambar III. 5 Rancangan Mekanik Bracket Servo Tampak Atas.....	III-6
Gambar III. 6 Rancangan Mekanik Bracket Servo Tampak 3D	III-7
Gambar III. 7 Rancangan Mekanik Bracket Silinder Tampak Depan	III-7
Gambar III. 8 Rancangan Mekanik Bracket Silinder Tampak Atas	III-8
Gambar III. 9 Rancangan Mekanik Bracket Silinder Tampak 3D	III-8
Gambar III. 10 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak Atas	III-9
Gambar III. 11 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak Depan	III-9
Gambar III. 12 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak 3D	III-10
Gambar III. 13 Gambaran Umum Sistem Elektrik.	III-10
Gambar III. 14 Wiring Panel Sensor.....	III-11
Gambar III. 15 Wiring Motor Servo	III-12

Gambar III. 16 Wiring Selenoid Valve	III-13
Gambar III. 17 Flow Chart Manual Mode	III-14
Gambar III. 18 Flow Chart Manual Mode HMI	III-15
Gambar III. 19 Flow Chart Auto Mode HMI.....	III-16
Gambar III. 20 Diagram Blok Sistem Otomatis.....	III-18
Gambar III. 21 P&ID Mesin Roasting Kopi	III-19
Gambar III. 22 Rancangan <i>Design</i> HMI PLC Mode Manual	III-19
Gambar III. 23 Rancangan <i>Design</i> HMI PLC Mode Auto	III-20
Gambar IV. 1 Integrasi Sistem Mesin Roasting Kopi	IV-2
Gambar IV. 2 Implementasi Bracket Motor Servo 1	IV-3
Gambar IV. 3 Implementasi Bracket Motor Servo 2	IV-3
Gambar IV. 4 Implementasi Bracket Motor Servo 3	IV-4
Gambar IV. 5 Implementasi Bracket Silinder.....	IV-5
Gambar IV. 6 Implementasi Dudukan Panel Kontrol.....	IV-5
Gambar IV. 7 Implementasi Sistem Elektrik Panel Daya.....	IV-6
Gambar IV. 8 Implementasi Sistem Elektrik Panel Sensor	IV-7
Gambar IV. 9 Implementasi Sistem Elektrik Motor Servo.....	IV-8
Gambar IV. 10 Implementasi Sistem Elektrik Pintu Panel Kontrol	IV-9
Gambar IV. 11 Implementasi Sistem Elektrik Panel Kontrol.....	IV-10
Gambar IV. 12 Implementasi Sistem Pneumatik.....	IV-12
Gambar IV. 13 Modul Terminal PLC Beckhoff	IV-13
Gambar IV. 14 HMI PLC Beckhoff.....	IV-14
Gambar IV. 15 <i>Design</i> 3D Mesin Roasting Kopi	IV-14
Gambar IV. 16 Indikator Mode.....	IV-15
Gambar IV. 17 Indikator Suhu dan Tekanan Gas	IV-16
Gambar IV. 18 Kontrol Manual HMI	IV-16
Gambar IV. 19 Kontrol Otomatis HMI.....	IV-17
Gambar IV. 20 Tampilan HMI Manual Mode OFF.....	IV-18
Gambar IV. 21 Tampilan HMI Manual Mode ON	IV-18
Gambar IV. 22 Tampilan HMI Auto Mode OFF	IV-19
Gambar IV. 23 Tampilan HMI Auto Mode ON	IV-19
Gambar IV. 24 Tampilan LCD Panel Kontrol	IV-20

Gambar IV. 25 Tampilan LCD Panel Kontrol Switch Auto	IV-20
Gambar IV. 26 Grafik Pengujian Termokopel <i>Temperature Bean</i>	IV-24
Gambar IV. 27 Grafik Pengujian Termokopel <i>Temperature Drum</i>	IV-25
Gambar IV. 28 Grafik Pengujian Motor Servo <i>Gate 1</i>	IV-27
Gambar IV. 29 Grafik Pengujian Motor Servo <i>Gate 2</i>	IV-28
Gambar IV. 30 Grafik Pengujian Motor Servo <i>Gate 3</i>	IV-29
Gambar IV. 31 Grafik Pengukuran <i>Air Flow Gate 3.1</i>	IV-31
Gambar IV. 32 Grafik Pengukuran <i>Air Flow Gate 3.2</i>	IV-32
Gambar IV. 33 Grafik Pengukuran <i>Air Flow Gate 1.1</i>	IV-33
Gambar IV. 34 Grafik Pengukuran <i>Air Flow Gate 1.2</i>	IV-35
Gambar IV. 35 Grafik Pengukuran Proportional Valve	IV-36
Gambar IV. 36 Grafik Pengujian Pressure Transmitter	IV-38
Gambar IV. 37 Grafik Pembacaan Kecepatan Putar <i>Drum</i>	IV-39
Gambar IV. 38 Pengujian Nilai Kp 100, Tn 2000, Tv 0, Td 0	IV-41
Gambar IV. 39 Pengujian Nilai Kp 10, Tn 3000, Tv 0, Td 0	IV-41
Gambar IV. 40 Pengujian Nilai Kp 8, Tn 3000, Tv 0, Td 0	IV-42
Gambar IV. 41 Pengujian Nilai Kp 15, Tn 3000, Tv 0, Td 0	IV-42
Gambar IV. 42 Pengujian Nilai Kp 100, Tn 100, Tv 0, Td 0	IV-43
Gambar IV. 43 Pengujian Nilai Kp 200, Tn 50, Tv 0, Td 0	IV-43
Gambar IV. 44 Pengujian Nilai Kp 700, Tn 50, Tv 0, Td 0	IV-44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skematik Rangkaian Panel Daya.....	4
Lampiran 2 Skematik Rangkaian Pintu Panel Kontrol	5
Lampiran 3 Skematik Rangkaian Panel Kontrol.....	6
Lampiran 4 Data Roasting Kopi Robusta 2,5Kg	7
Lampiran 5 Data Roasting Kopi Robusta 2,5Kg Low Gas.....	7
Lampiran 6 Data Roasting Kopi Arabica 1Kg.....	8
Lampiran 7 Data Roasting Kopi Robusta 1Kg Dark	8
Lampiran 8 Dokumentasi Pengujian Mesin Roasting Kopi Otomatis	9
Lampiran 9 Dokumentasi Hasil Roasting Kopi	9

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

AC = Alternating Current

DC = Direct Current

HMI = Human Machine Interface

mA = Miliampere

PWM = Pulse Width Modulation

PID = Proportional Integral Derivative

PLC = Programmable Logic Controller

RPM = Revolution Per Minute

SCAA = Specialty Coffee Asosiation Of America

UI = User Interface

VDC = Voltage Direct Current

W = Watt

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi menuntut kecanggihan dalam segala hal, tanpa terkecuali dalam penyajian makanan dan minuman cepat saji, salah satu minuman yang banyak disukai penduduk Indonesia adalah kopi, kopi dikemas dengan rasa dan aroma yang khas sehingga penikmatnya selalu ingin kembali mencicipinya [1]. Kopi juga merupakan salah satu komoditi dari subsektor perkebunan yang memegang peranan penting bagi perekonomian nasional khususnya sebagai sumber devisa, penyedia lapangan kerja dan sebagai sumber pendapatan bagi petani maupun bagi pelaku ekonomi lainnya yang terlibat dalam budidaya [2]. Kopi memiliki potensi di Indonesia sehingga perlu dilakukan prediksi bagaimana peningkatan produk serta kualitas kopi di Indonesia pada periode mendatang dan bagaimana strategi pengembangannya [3]. Salah satu proses untuk mendapatkan biji kopi yang berkualitas adalah proses sangrai pada awalnya sebelum ada mesin sangrai kopi. Proses penyangraian kopi secara manual tidak menghasilkan kopi yang berkualitas cukup baik dikarenakan suhu untuk penyangraian tidak stabil dan adukan masih secara manual serta kinerja yang dilakukan masih secara manual, sehingga adukan pada proses penyangraian tidak merata, pekerja juga cepat lelah dengan proses manual [4].

Pada beberapa penelitian sebelumnya, terdapat beberapa penelitian yang melakukan proses otomatis pada mesin *roasting* biji kopi. Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Rahman Arifuddin, Irfan Mujahidin, Subairi dan Respati Wikantiyoso yang menggunakan metode fuzzy logic mamdani sebagai sistem kontrol mesin *roasting* kopi, sensor Termokopel Max6675 sebagai pendeteksi suhu pada mesin *roasting*, Relay yang berfungsi untuk mengontrol elemen pemanas dan blower, lalu NodeMCU sebagai kontroler pada mesin *roasting* kopi [5]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Martin Fajar Waruwu dan Mufti yang menggunakan sensor Termokopel Type K sebagai pendeteksi suhu, relay sebagai kendali yang mengaktifkan arus listrik otomatis, motor dc berfungsi untuk memutar kurungan *roasting* kopi, dan Arduino Uno R3 sebagai kontroler untuk mesin *roasting* kopi

[6]. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Anilatul Bahroin dan Agung Prijo Budijono yang menggunakan Electrical Kontrol Unit sebagai kontroler pada mesin *roasting*, lalu pengontrol putaran menggunakan motor wiper dan potensio sebagai pengatur kecepatan motornya dan terdapat Termokopel sebagai alat pendeteksi suhu pada mesin *roasting* kopi [4]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hendra Adiguna Bintang Kusuma yang menggunakan Arduino Uno ATmega328 sebagai kontroler pada mesin *roasting* kopi, lalu Termokopel Type K sebagai sensor pendeteksi suhu dan LCD sebagai tampilan pada mesin *roasting* kopi [7].

Berdasarkan pengujian dengan beberapa metode berbeda. Maka dari itu permasalahan penelitian ini akan membahas mengenai pembuatan mesin *roasting* kopi dengan menggabungkan konvensional kontrol dan automatic kontrol berdasarkan *input* data base profiling pada proses *roasting* kopi untuk meningkatkan jumlah produksi dan konsistensi pada kualitas kopi dengan cara yang mudah, praktis, dan efisien. Perancangan alat ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat yang bekerja dibidang *roasting* kopi sehingga dapat meningkatkan hasil produksi, dan meningkatkan kualitas *roasting* kopi. Pada penelitian kali ini difokuskan pada pengembangan sistem kendali dan optimalisasi dari mesin *roasting* kopi dengan penggabungan metode konvensional dan *input* data base profiling.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tentang Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses *Roasting* Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan *input Database* Profiling di atas maka bisa dirumuskan beberapa masalah berikut ini:

- Bagaimana sistem kendali konvensional dan otomatis pada mesin *roasting* kopi dapat bekerja?
- Bagaimana sistem kendali suhu dan database profiling bekerja?
- Bagaimana komunikasi data dapat bekerja antara PLC Beckhoff dan Arduino sebagai kontroler pada mesin *roasting* kopi?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Sistem kendali menggunakan PLC Beckhoff sebagai kontroler dan Arduino sebagai perangkat pendukung penggerak servo.
2. Tampilan HMI yang digunakan melalui aplikasi TwinCAT 3.
3. Sistem kendali otomatis menggunakan sistem kontrol PID dan kontrol cascade dengan sensor *temperature* dan sensor tekanan sebagai umpan balik.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan sistem ini antara lain :

1. Mengembangkan mesin *roasting* kopi agar dapat dikendalikan secara konvensional dan otomatis.
2. Kontrol manual dibuat bertujuan untuk proses pengambilan *database* profiling pada mesin *roasting* kopi.
3. Kontrol otomatis dibuat bertujuan untuk pengendalian proportional valve secara otomatis agar dapat mengatur tekanan gas yang berdampak pada besar kecilnya *temperature* pada mesin *roasting* kopi.
4. Tampilan HMI dibuat untuk mempermudah *user* menggunakan mesin *roasting* kopi secara otomatis.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan 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 PENELITIAN, berisi metode penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian pada beberapa domain pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dari TA untuk penelitian selanjutnya.