

OPTIMALISASI SISTEM KENDALI PADA MESIN *ROASTING* OTOMATIS DAN PENGEMBANGAN SISTEM NOTIFIKASI VIA *EMAIL*

Tugas Akhir

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

Oleh

Muhammad Ihsan Rahmatullah

219441017



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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Optimalisasi Sistem Kendali pada Mesin *Roasting* Otomatis dan Pengembangan Sistem Notifikasi via *Email*

Oleh:

Muhammad Ihsan Rahmatullah

219441017

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

Bandung, 16 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng

NIP. 196810301995121005

M Nursyam Rizal, M.Sc.

NRP. 221409009

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Suharyadi Pancono, Dipl.Ing.HTL.,

M.T. NIP.196701171990031004

Dr.Ing. Yuliadi Erdani,M.Sc.

NIP.196807021997021001

Abyanuddin Salam, S.S.T., M.Eng.

NIP. 198910042010121007

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Muhammad Ihsan Rahmatullah
NIM	:	219441017
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Optimalisasi Sistem Kendali pada Mesin <i>Roasting</i> Otomatis dan Pengembangan Sistem Notifikasi via <i>Email</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 : 16 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhammad Ihsan Rahmatullah)
NIM. 219441017

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Muhammad Ihsan Rahmatullah
NIM : 219441017
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Optimalisasi Sistem Kendali pada Mesin *Roasting* Otomatis dan Pengembangan Sistem Notifikasi via *Email*

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 : 16 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhammad Ihsan Rahmatullah)
NIM. 219441017

MOTO PRIBADI

Jangan menunda-nunda hal kecil,
karena masa depan kita tergantung dengan apa yang kita lakukan hari ini

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: “Optimalisasi Sistem Kendali pada Mesin *Roasting* Otomatis dan Pengembangan Sistem Notifikasi via *Email*”.

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, ST., 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 M Nursyam Rizal, M.Sc. yang telah membimbing penulis dalam setiap proses penyelesaian tugas akhir ini.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Suharyadi Pancono, Dipl.Ing.HTL., Bapak Dr.Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc. dan Bapak Abyanuddin Salam, S.S.T., M.Eng.
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 Poppy Monalisa S dan Bapak Budiono E Rahardjo 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 dan teman – teman kelas 4AEC terutama kang Adiyatma AE18 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, 16 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Kopi merupakan minuman dengan rasa dan aroma yang khas, kualitas biji sangat mempengaruhi minuman kopi itu sendiri, namun ada proses yang dapat mengubah biji kopi mentah menjadi kopi yang beraroma dan aroma yang khas yaitu proses pemanggangan. *Roasting* adalah proses memanggang biji kopi untuk memunculkan rasa dan aroma khas dari biji kopi tersebut. Mesin roasting otomatis sudah banyak berada dipasaran tetapi masih ada masalah dalam menstabilkan dan mengoptimalkan suhu pada mesin roasting. Mesin roasting dioperasikan oleh roaster dan apabila ada masalah atau kerusakan pada mesin, roaster harus segera melaporkan kepada pihak teknisi supaya kerusakan atau masalah pada mesin bisa teratasi. Berangkat dari permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan hawa panas dan mempercepat turunnya suhu dengan integrasi bukaan servo terhadap temperature dan integrasi airflow terhadap tekanan. Integrasi bukaan servo bertujuan untuk mengeluarkan hawa panas dan memasukkan hawa dingin kedalam mesin untuk menstabilkan temperature pada mesin roasting supaya menghasilkan biji kopi yang berkualitas. Integrasi airflow bertujuan untuk mengoptimalkan api yang dikeluarkan dari pengapian menuju drum / tempat biji kopi di roasting dimana mengatur persentase blower supaya berbanding lurus dengan tekanan gas sehingga hawa panas bisa mengalir dengan optimal dan biji kopi bisa matang dengan sempurna. Selain itu, dibuat sistem notifikasi otomatis berupa email untuk mempermudah komunikasi operator dengan teknisi apabila ada masalah atau kendala pada mesin. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “*Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses Roasting Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan Input Database Profiling*”.

Kata kunci: Integrasi Servo & Airflow, Mesin *Roasting*, Sistem Notifikasi, Kontrol PID.

ABSTRACT

Coffee is a beverage with a unique taste and aroma, and the quality of the beans greatly affects the taste of the coffee. Roasting is a process that can transform raw coffee beans into coffee with a unique aroma and taste. Although there are many automatic roasting machines available in the market, there are still problems in stabilizing and optimizing the temperature in the roasting machine. The roasting machine is operated by a roaster, and if there is a problem or damage to the machine, the roaster must immediately report it to the technician so that the problem can be resolved. This research aims to optimize the heat flow and accelerate the cooling process by integrating servo openings with temperature and airflow integration with pressure. The servo opening integration aims to release hot air and introduce cold air into the machine to stabilize the temperature in the roasting machine to produce high-quality coffee beans. The airflow integration aims to optimize the flame emitted from the ignition towards the drum/roasting place where the percentage of the blower is adjusted to be proportional to the gas pressure so that the hot air can flow optimally and the coffee beans can be perfectly roasted. In addition, an automatic notification system in the form of an email is created to facilitate communication between the operator and technician in case of problems or obstacles in the machine. This research is a development of previous research entitled "Pengembangan Sistem Kendali dan Optimalisasi Proses Roasting Kopi dengan Penggabungan Konvensional Kontrol dan Input Database Profiling".

Keywords: *Servo & Airflow Integration, Roasting Machine, Notification System, PID Control.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
I BAB I PENDAHULUAN	15
I.1 Latar Belakang	15
I.2 Rumusan Masalah	16
I.3 Batasan Masalah	16
I.4 Tujuan dan Manfaat	17
I.5 Sistematika Penulisan	17
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
II.1 Tinjauan Teori	Error! Bookmark not defined.
II.1.1 Proses <i>Roasting</i> pada Kopi	Error! Bookmark not defined.
II.1.2 Sistem Kontrol PID	Error! Bookmark not defined.
II.1.3 Cascade Kontrol	Error! Bookmark not defined.
II.1.4 Proses <i>Monitoring</i>	Error! Bookmark not defined.
II.1.5 Open <i>Platform</i> Communication Unified Architecture	Error! Bookmark not defined.
II.1.6 Simple Mail Transfer <i>Protocol</i>	Error! Bookmark not defined.
II.1.7 Regresi <i>Linear</i> Sederhana	Error! Bookmark not defined.
II.2 Tinjauan Alat	Error! Bookmark not defined.
II.2.1 <i>Programmable Logic Controller</i> Beckhoff....	Error! Bookmark not defined.
II.2.2 Arduino Uno	Error! Bookmark not defined.
II.2.3 Arduino Mega	Error! Bookmark not defined.
II.2.4 <i>Pressure</i> Transmitter	Error! Bookmark not defined.
II.2.5 Thermocouple	Error! Bookmark not defined.
II.2.6 Motor Induksi	Error! Bookmark not defined.

II.2.7	Motor Servo	Error! Bookmark not defined.
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
III.1	Gambaran Umum Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
III.2	Metode Perancangan VDI 2206.....	Error! Bookmark not defined.
III.3	Penerapan VDI 2206.....	Error! Bookmark not defined.
III.3.1	Penjabaran Tugas (<i>Requirements Elicitation</i>)	Error! Bookmark not defined.
III.3.2	Perancangan Sistem (<i>System Architecture and Design</i>)	Error! Bookmark not defined.
III.3.3	Implementasi sistem <i>element</i> (<i>Implementation of System Element</i>)	Error! Bookmark not defined.
III.3.4	Pengintegrasian Sistem (<i>System Integration and Verification</i>)	Error! Bookmark not defined.
III.3.5	Validasi (<i>Validation and Transition</i>)	Error! Bookmark not defined.
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
IV.1	Hasil Implementasi Rancangan	Error! Bookmark not defined.
IV.2	Implementasi Sistem Mekanik.....	Error! Bookmark not defined.
IV.3	Implementasi Sistem Elektrik.....	Error! Bookmark not defined.
IV.4	Implementasi Sistem Otomatis	Error! Bookmark not defined.
IV.5	Pengintegrasian Sistem	Error! Bookmark not defined.
IV.6	Implementasi Sistem <i>Monitoring</i>	Error! Bookmark not defined.
IV.7	Validasi	Error! Bookmark not defined.
IV.7.1	Data Kalibrasi Sensor Termokopel ..	Error! Bookmark not defined.
IV.7.2	Pengujian Sensor Termokopel	Error! Bookmark not defined.
IV.7.3	Pengujian Sensor <i>Pressure Transmitter</i>	Error! Bookmark not defined.
IV.7.4	Pengujian Fungsional HMI	Error! Bookmark not defined.
IV.7.5	Pengujian Integrasi Servo dan <i>Airflow</i> pada sistem PID	Error! Bookmark not defined.
IV.7.6	Pengujian Setpoint manual dan berdasarkan database profiling	Error! Bookmark not defined.
IV.7.7	Pengujian Nilai PID	Error! Bookmark not defined.
IV.7.8	Perbandingan Sistem Kendali Terintegrasi dengan Servo dan Tanpa Servo.	Error! Bookmark not defined.
IV.7.9	Hasil <i>Roasting</i> Otomatis	Error! Bookmark not defined.

IV.7.10 Pengujian Waktu Pengiriman SMTP	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
V.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
V.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses <i>Roasting</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Sistem Kontrol PID	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Cascade kontrol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 OPC UA	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 OPC UA dalam segitiga otomasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 PLC Beckhoff.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Arduino Uno.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Arduino Mega	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 <i>Pressure</i> Transmitter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 Thermocouple.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 Motor Induksi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 Motor Servo.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Gambaran Umum Sistem secara keseluruhan.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 V-Model VDI 2206	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Rancangan Mekanik Keseluruhan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak Atas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak Depan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Rancangan Mekanik Dudukan Panel Kontrol Tampak 3D.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Gambaran Umum Sistem Elektrik.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Flow Chart Auto Mode HMI.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Diagram Block Otomatis.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Gambar grafik regresi linear pada sistem integrasi airflow	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11 Rancangan Design HMI PLC.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12 Gambar Umum Sistem Monitoring.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 13 OPC UA Server	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 14 Autentication OPC UA Server	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 15 Global Variabel Program	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 16 Setting Endpoint dan Port	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 17 Connect dengan OPC UA	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 18 Monitoring OPC UA	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 19 Monitoring OPC UA di Ignition	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 20 Rancangan Design Ignition	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Integrasi Sistem Mesin <i>Roasting</i> Kopi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Implementasi Dudukan Panel Kontrol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Implementasi Dudukan Panel Komunikasi Serial..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Implementasi Sistem Elektrik Panel Komunikasi..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 Kontrol Otomatis HMI.....	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 13 Tampilan HMI Auto Mode OFF**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 Tampilan HMI Auto Mode ON.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Tampilan Ignition.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Tampilan *Container Form* Laporan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 19 Tampilan *Email* yang Masuk pada *Form* Laporan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 20 Tampilan *Container Monitoring* Mesin *Roasting* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 21 Tampilan *Email* yang Masuk pada *Monitoring* Mesin *Roasting***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 22 Tampilan *Container Control* Mesin *Roasting***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 23 Grafik Pengujian Termokopel Temperature Bean**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 24 Grafik Pengujian Termokopel Temperature Drum **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 25 Grafik Pengujian *Pressure* Transmitter..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 26 Pengujian Nilai Kp 100, Tn 2000, Tv 0, Td 0**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 27 Pengujian Nilai Kp 10, Tn 3000, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 28 Pengujian Nilai Kp 50, Tn 3000, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 29 Pengujian Nilai Kp 100, Tn 2000, Tv 0, Td 0**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 30 Pengujian Nilai Kp 10, Tn 3000, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 31 Pengujian Nilai Kp 15, Tn 3000, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 32 Pengujian Nilai Kp 100, Tn 100, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 33 Pengujian Nilai Kp 200, Tn 50, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 34 Pengujian Nilai Kp 700, Tn 50, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 35 Pengujian Nilai Kp 10.000, Tn 0, Tv 0, Td 0 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 36 Pengujian Nilai Kp 20.000, Tn 0, Tv 0, Td 0 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 37 Pengujian Nilai Kp 30.000, Tn 0, Tv 0, Td 0 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 38 Pengujian Nilai Kp 90.000, Tn 3,436, Tv 0, Td 0 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 39 Pengujian Nilai Kp 562, Tn 214, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 40 Pengujian Nilai Kp 682, Tn 64, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 41 Pengujian Nilai Kp 3000, Tn 0, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 42 Pengujian Nilai Kp 2000, Tn 0, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 43 Pengujian Nilai Kp 1000, Tn 0, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 44 Pengujian Nilai Kp 1500, Tn 0, Tv 0, Td 0... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 45 Pengujian Nilai Kp 1350, Tn 33, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 46 Pengujian Nilai Kp 675, Tn 266, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 47 Pengujian Nilai Kp 337, Tn 532, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 48 Pengujian Nilai Kp 168, Tn 1064, Tv 0, Td 0**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 49 Pengujian Nilai Kp 84, Tn 2128, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 50 Pengujian Nilai Kp 42, Tn 3192, Tv 0, Td 0. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 51 Pengujian Nilai Kp: 30.0; Tn/Ki: 2,5; Tv/Kd: 0 Tanpa Servo **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 52 Pengujian Nilai Kp: 30.0; Tn/Ki: 2,5; Tv/Kd: 0 Integrasi Servo
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 53 Hasil Grafik *Roasting* Medium to Dark **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 54 Hasil *Roasting* Medium to Dark.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 55 Hasil Grafik *Roasting* Light to Medium **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 56 Hasil *Roasting* Light to Medium.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi PLC Beckhoff.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Mega.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 4 Spesifikasi Motor Servo.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1 Perbedaan <i>Protocol</i> SMTP dan HTTP..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Perbedaan Metode <i>Linear Regression</i> dan <i>Logistic Regression</i> ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Perbedaan <i>Software</i> Ignition dan Wonderware...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Perbedaan OPC UA dan Modbus.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5 Tuntutan Perancangan Sistem	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 6 Data Pembacaan <i>Pressure</i> dan Presentase <i>Blower</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 7 Perhitungan Regresi <i>Linear</i> untuk Integrasi Sistem <i>Airflow</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 8 Nilai <i>Airflow</i> Menggunakan Persamaan Regresi <i>Linear</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 9 Perhitungan Error Regresi <i>Linear</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Ketercapaian Tuntutan Alat	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Data Kalibrasi Sensor Temperature Bean.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data Kalibrasi Sensor Temperature Drum.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Pengujian Fungsional HMI	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Pengujian Gate pada Sistem PID	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Pengujian <i>Airflow</i> pada Sistem PID.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Pengujian Setpoint Manual	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Pengujian Setpoint Berdasarkan Database Profiling .	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Karakteristik Nilai PID Loop 1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Karakteristik Nilai PID Loop 1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Tabel Karakteristik Nilai PID Loop 2.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Ziegler Nichols Tuning Formula.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 13 Ziegler Nichols Tuning Formula.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 14 Pengujian Waktu Pengiriman SMTP ..	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

HMI	= <i>Human Machine Interface</i>
PID	= <i>Proportional Integral Derivative</i>
PLC	= <i>Programmable Logic Controller</i>
SMTP	= <i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
OPC UA	= <i>Open Platform Communication Unified Architecture</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kopi yang istilah latinnya *Coffea sp* adalah minuman yang terbuat dari penggilingan dan ekstraksi biji tanaman kopi. Kulit luar (exocarp), daging buah (mesocarp), kulit tanduk (parchment), dan biji (endosperm) adalah empat bagian dari buah kopi [1]. Kopi telah menjadi salah satu minuman populer yang konsumsi di seluruh dunia karena memiliki rasa khas untuk setiap area produksi sehingga memiliki penggemar mereka sendiri untuk rasa tertentu [2]. Dari luas lahan yang ada di Indonesia, 82,71% nya diperuntukan untuk pertanian. Kopi merupakan salah satu produk pertanian / perkebunan yang berperan bagi Indonesia sebagai produsen kopi keempat terbesar di dunia [3]. Banyak pihak yang mendukung keberhasilan agribisnis kopi di Indonesia meliputi proses produksi kopi, pengolahan dan pemasaran komoditas kopi. Proses *roasting* merupakan proses yang sangat mempengaruhi aroma dan cita rasa kopi berkualitas. Proses *roasting* dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Proses ini merupakan proses yang sangat penting disbanding semua tahapan pengolahan kopi karena proses ini sangat menentukan cita rasa kopi yang akan dinikmati [4]. Proses *roasting* dipengaruhi oleh lamanya waktu yang menyebabkan kematangannya menjadi *light*, *medium* atau *dark* terhadap *roasted bean*. Lalu terbentuklah masalah dalam bagaimana otomatisasi proses *roasting* biji kopi dan cara memantau suhu agar tetap stabil pada saat proses *roasting* serta pencatatan keakuratan laporan setiap proses *roasting* [5]. Proses *roasting* manual membutuhkan waktu yang cukup lama dan dapat menghabiskan waktu dimana waktu yang seharusnya bisa dimanfaatkan dengan baik akan terbuang sia-sia. Maka diperlukannya alternatif untuk menggantikan aktifitas yang membuang waktu sia-sia dan membuat mesin manual menjadi otomatis sehingga mempercepat proses kegiatan tersebut [6]. Pada saat ini teknologi sudah mencapai era digitalisasi yang mana kehidupan sehari-hari manusia jadi terdampak yang ditandai dengan adanya pemantauan otomatis yang tidak perlu dilakukan secara langsung dan dapat dilakukan melalui jarak jauh. Sistem tersebut di padukan kontroler seperti Arduino, PLC atau SCADA dan

pengoperasiannya berbasis internet atau yang dikenal dengan *Internet of Thing* [7]. Dikarenakan kondisi sekarang yang membutuhkan keefisienan sebuah alat yang dapat mempermudah suatu pekerjaan dan dapat dikendalikan melalui internet. Salah satunya adalah membuat sangrai kopi otomatis yang dapat dikendalikan melalui internet, menyimpan data sangrai kopi dan dapat mempermudah penggunaannya. Untuk pengaplikasiannya akan dibuat sebuah mesin sangrai kopi otomatis [8].

Berdasarkan permasalahan diatas, 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 menggunakan integrasi sistem ventilasi udara dan *airflow* dan juga pelaporan dari pihak operator kepada teknisi melalui *Email* menggunakan *protocol* SMTP.

I.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang diatas, dalam penelitian tugas akhir ini masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimana mengintegrasikan sistem ventilasi udara otomatis pada sistem kendali mesin *roasting*?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem *airflow* otomatis pada sistem kendali mesin *roasting*?
3. Bagaimana *memonitoring* suhu dan tekanan menggunakan *protocol* SMTP?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Mengoptimalkan sistem kendali PID pada mesin *roasting* dengan integrasi sistem ventilasi udara dan *airflow*.
2. Tuning sistem kendali PID dilakukan dengan metode *Trial & Error* dan Ziegler Nichols 2.
3. Setpoint otomatis berdasarkan profiling biji kopi dilakukan pada saat proses *Turnon* hingga kopi dikeluarkan dari mesin *roasting*.
4. *Email* yang dikirim adalah peringatan pada *temperature* tertentu, *temperature* dan *pressure* terkini, dan laporan apabila terjadi masalah pada mesin.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengoptimalkan kontrol otomatis pada mesin *roasting* dengan integrasi sistem ventilasi udara dan *airflow*.
2. Menghasilkan *temperature* yang tidak jauh berbeda dengan proses yang telah dilakukan sebelumnya pada mode otomatis.
3. Mempermudah komunikasi pada operator mesin dan pihak teknisi dalam hal kendala mesin 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.