

PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA MESIN PENGERING BIJI KOPI BERBASIS MIKROKONTROLER

Tugas Akhir

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

Oleh

Aggy Mufqi Syabana

219441027



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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
**Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Mesin Pengering Biji
Kopi Berbasis Mikrokontroler**

Oleh:
Aggy Mufqi Syabana
219441027

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

Bandung, 23 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T
NIP. 198611052019031009

Pembimbing II,



Ir. Bolo Dwiartomo, M. Eng.
NIP. 196810301995121001

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Aris Budiyarto,
S.T., M.T
NIP.

197012301995121001

Penguji II,



Nur Wisma Nugraha,
S.T., M.T
NIP.

197406092003121002

Penguji III,



Nur Jamiludin
Ramadhan, S.Tr., M.T.
NIP.

199402272020121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Aggy Mufqi Syabana
NIM	:	219441027
Jurusan	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Program Studi	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler

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 : 23 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Aggy Mufqi Syabana)
NIM 219441027

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Aggy Mufqi Syabana
NIM : 219441027
Jurusan : Teknologi Rekayasa Otomasi
Program Studi : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada
Mesin Pengering Biji Kopi Berbasis
Mikrokontroler

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 Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 23 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Aggy Mufqi Syabana)
NIM 219441027

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 sembahyan 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: “Pengendalian Suhu dan Kelembaban untuk Pengeringan Biji Kopi berbasis Mikrokontroler”.

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.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T dan Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M. Eng,

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiyarto, S.T., M.T, Bapak Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T, dan Bapak Nur Jamiludin Ramadhan, S.Tr., M.T.
6. Panitia tugas akhir Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Mamah Ai Sumiyati dan Papah Mulyono yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pokoknya TERIMA KASIH PAPAH MAMAH TELAH MENJADI TEMPAT CURHAT.
8. Untuk kakak – kakak penulis Cania Mithasari, Fauzan Ramadhan, Rangga Mulky, Ambarwati yang selalu menyemangati, memberikan ide dalam menulis KTI ini. Terima kasih dari penulis kepada kaka kaka ku, selalu mensupport dan menghibur penulis.
9. Buat pemilik NIM 002 prodi TRO pada kelas AEC'19. Penulis berterima kasih atas segala sesuatu yang anda korbankan demi kelulusan penulis. Pengorbanan anda berarti bagi penulis, mulai dari doa, waktu, tenaga, semangat, bahkan senyuman. Terima kasih 219441002 telah menjadi partner terbaik.
10. Kepada teman – teman rooftop yang selalu menemani malam – malam dalam mengerjakan TA.
11. Kepada AE'19 terima kasih atas masukan dalam mengerjakan TA 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. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

Proses pengeringan biji kopi merupakan salah satu langkah dalam pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan kadar air dan mencegah kerusakan biji kopi. Standar mutu menyatakan bahwa kadar air biji kopi maksimal 12,5%. Musim hujan dan musim kemarau adalah dua musim di Indonesia, namun perubahan iklim menyebabkan ketidakpastian dalam pola cuaca. Petani kopi bergantung pada sinar matahari sebagai sumber panas untuk pengeringan biji kopi, yang hanya tersedia selama musim panas. Kondisi pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan mutu biji kopi dan berpotensi menyebabkan pertumbuhan jamur, mengakibatkan kerugian bagi petani. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah mesin pengering yang dapat beroperasi tanpa tergantung pada sinar matahari, sehingga pengeringan dapat dilakukan baik pada musim hujan maupun musim panas. Mesin ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai otak sistem, memungkinkan pengontrolan otomatis yang efisien. Sensor DHT22 digunakan untuk memonitor kondisi ruang pengeringan dengan tingkat akurasi di atas 97%. Sistem juga menerapkan metode Fuzzy Logic untuk pengendalian suhu dan kelembaban, yang terbukti berhasil menyesuaikan dan mempertahankan kelembaban pada *setpoint* yang diinginkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses pengeringan biji kopi dapat berlangsung dengan optimal dan konsisten.

Kata kunci: Pengering, Kopi, Mikrokontroler, Fuzzy, Kelembaban

ABSTRACT

The process of drying coffee beans is one of the steps in processing that aims to reduce the moisture content and prevent damage to coffee beans. Quality standards state that the maximum moisture content of coffee beans is 12.5%. The rainy season and dry season are the two seasons in Indonesia, but climate change causes uncertainty in weather patterns. Coffee farmers depend on sunlight as a heat source for drying coffee beans, which is only available during the summer season. Improper drying conditions can cause a decrease in the quality of coffee beans and potentially lead to mold growth, resulting in losses for farmers. Therefore, a drying machine is needed that can operate without depending on sunlight, so that drying can be done both in the rainy season and summer. This machine uses an Arduino Mega 2560 microcontroller as the brain of the system, allowing for efficient automatic control. A DHT22 sensor is used to monitor the condition of the drying room with an accuracy rate above 97%. The system also applied the Fuzzy Logic method for temperature and humidity control, which proved successful in adjusting and maintaining humidity at the desired setpoint. The results of this study show that the drying process of coffee beans can take place optimally and consistently.

Keywords: Drying, Coffee, Microcontroller, Fuzzy, Humidity.

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	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Kopi.....	II-1
II.1.2 Pengeringan.....	II-4
II.1.3 Psikometrik	II-9
II.1.4 Fuzzy	II-10
II.2 Tinjauan Alat.....	II-10
II.2.1 Arduino Mega 2560	II-10
II.2.2 DHT 22	II-11
II.2.3 LCD 20x4.....	II-12
II.2.4 Blower	II-13
II.2.5 Motor Servo	II-13
II.2.6 Load Cell.....	II-14
II.2.7 Burner	II-14
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-15
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1

III.1	Metode Pengembangan Sistem.....	III-1
III.2	Analisa Kebutuhan.....	III-2
III.2.1	Pendefinisian Tugas dan Tuntutan.....	III-2
III.2.2	Analisis Tuntutan Sistem	III-2
III.3	Desain Sistem	III-3
III.3.1	Gambaran Umum Sistem	III-3
III.3.2	Diagram Alir Sistem	III-6
III.3.3	Perancangan Mekanik	III-9
III.3.4	Perancangan elektrik	III-12
III.3.5	Perancangan Interface	III-18
III.3.6	Perancangan Fuzzy.....	III-21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Implementasi Rancangan.....	IV-1
IV.1.1	Implementasi Mekanik.....	IV-1
IV.1.2	Implementasi Elektrik	IV-4
IV.1.3	Implementasi Sistem Fuzzy	IV-7
IV.1.4	Implementasi Interface.....	IV-8
IV.2	Pengujian Sistem.....	IV-11
IV.2.1	Pengujian Sensor DHT22 (Suhu).....	IV-11
IV.2.2	Pengujian Sensor DHT22 (Kelembaban).....	IV-15
IV.2.3	Pengujian Sensor LoadCell	IV-17
IV.2.4	Pengujian Fuzzy Logic.....	IV-19
IV.3	Hasil Pengujian Sistem Pengeringan	IV-22
IV.3.1	Hasil Sistem Pengeringan Manual dengan Matahari	IV-22
IV.3.2	Hasil Sistem Pengeringan Auto Mesin	IV-25
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		xxix

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Arduino Mega	II-11
Tabel II. 2 Spesifikasi DHT22	II-12
Tabel II. 3 Spesifikasi LCD 20x4	II-12
Tabel II. 4 Penelitian terdahulu	II-15
Tabel III. 1 Tuntuan Sistem	III-3
Tabel III. 2 <i>Input Output</i> Komponen pada pintu panel	III-14
Tabel III. 3 <i>Input Output</i> kompoen pada dalam panel	III-15
Tabel III. 4 <i>Input Output</i> komponen pada Sensor dan Aktuator	III-17
Tabel III. 5 <i>Fuzzy Rules</i>	III-31
Tabel IV. 1 Pengujian ke-1 Sensor (Suhu) dengan Alat ukur QFM2160	IV-12
Tabel IV. 2 Pengujian ke-2 Sensor (Suhu) dengan Alat ukur QFM2160	IV-13
Tabel IV. 3 Pengujian ke-1 Sensor (Kelembaban) dengan Alat ukur QFM2160	IV-15
Tabel IV. 4 Pengujian ke-2 Sensor (Kelembaban) dengan Alat ukur QFM2160	IV-16
Tabel IV. 5 Pengujian massa pada <i>loadcell</i>	IV-18
Tabel IV. 6 Data Perbandingan keluaran Solenoid 33 di Matlab dan Arduino	IV-19
Tabel IV. 7 Data Perbandingan keluaran Solenoid 66 di Matlab dan Arduino	IV-20
Tabel IV. 8 Data Perbandingan keluaran Servo masuk di Matlab dan Arduino..	IV-20
Tabel IV. 9 Data Perbandingan keluaran Servo sirklus di Matlab dan Arduino..	IV-21
Tabel IV. 10 Data Perbandingan keluaran Servo buang di Matlab dan Arduino	IV-21

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Biji kopi Arabika dan Robusta	II-1
Gambar II. 2 Hasil pengeringan proses natural.....	II-2
Gambar II. 3 Hasil pengeringan proses <i>honey</i>	II-3
Gambar II. 4 Hasil pengeringan proses <i>fullwash</i>	II-4
Gambar II. 5 Proses terjadinya perpindahan massa	II-6
Gambar II. 6 Grafik laju pengeringan	II-8
Gambar II. 7 Psychrometric chart	II-9
Gambar II. 8 Komponen Arduino Mega	II-10
Gambar II. 9 Komponen DHT22	II-11
Gambar II. 10 Komponen LCD 20x4	II-12
Gambar II. 11 Komponen Motor Servo	II-13
Gambar II. 12 Komponen <i>LoadCell</i>	II-14
Gambar III. 1 Skema metode penyelesaian Waterfall	III-1
Gambar III. 2 Gambaran sistem.....	III-3
Gambar III. 3 Gambaran Umum Singkat.....	III-4
Gambar III. 4 Gambaran Umum Keseluruhan.....	III-5
Gambar III. 5 Diagram Alir Sistem.....	III-6
Gambar III. 6 Diagram Alir Mode Sistem	III-7
Gambar III. 7 Diagram Alir Fuzzy Sistem.....	III-8
Gambar III. 8 Alir penyimpanan data	III-9
Gambar III. 10 Desain mesin pengering	III-10
Gambar III. 11 Desain Katup aliran udara masuk dan buang.....	III-11
Gambar III. 12 Desain Katup aliran udara Sirkulasi.....	III-11
Gambar III. 13 Desain Panel Box	III-12
Gambar III. 14 HMI pada kontrol panel	III-12
Gambar III. 16 Wiring Pintu panel	III-13
Gambar III. 17 Wiring dalam panel	III-15
Gambar III. 18 Wiring sensor dan aktuator	III-17
Gambar III. 20 Perncangan tampilan utama interface	III-19
Gambar III. 21 Pembuatan Connction interface.....	III-19
Gambar III. 22 Pembuatan tampilan data sensor dan aktuator	III-20

Gambar III. 23 Pembuatan grafik untuk interface	III-20
Gambar III. 24 Pembuatan data histori interface	III-21
Gambar III. 26 Tampilan aplikasi MatLab untuk fuzzy designer.....	III-22
Gambar III. 27 Tampilan MatLab himpunan kelembaban.....	III-23
Gambar III. 28 Tampilan MatLab himpunan <i>error</i> kelembaban	III-25
Gambar III. 29 Tampilan MatLab himpunan solenoid <i>valve</i> 33.....	III-26
Gambar III. 30 Tampilan MatLab himpunan solenoid <i>valve</i> 66.....	III-27
Gambar III. 31 Tampilan MatLab himpunan servo masuk.....	III-28
Gambar III. 32 Tampilan MatLab himpunan servo sirkulasi.....	III-29
Gambar III. 33 Tampilan MatLab himpunan servo buang	III-30
Gambar III. 34 Tampilan MatLab <i>Rules</i> fuzzy	III-31
Gambar IV. 1 Mesin Pengering Biji Kopi	IV-1
Gambar IV. 2 Ruang Pengeringan	IV-1
Gambar IV. 3 <i>Burner</i>	IV-2
Gambar IV. 4 Saluran Udara.....	IV-3
Gambar IV. 5 Selang Transfer Udara	IV-3
Gambar IV. 6 Tampak panel kontrol dari depan.....	IV-4
Gambar IV. 7 Tampak panel kontrol dari samping.....	IV-4
Gambar IV. 8 Tampak tombol kontrol.....	IV-5
Gambar IV. 9 Tampak komponen dalam panel	IV-5
Gambar IV. 10 Tampak belakang pintu panel	IV-6
Gambar IV. 11 Tampilan LCD Aktuator	IV-6
Gambar IV. 12 Tampilan LCD Data.....	IV-6
Gambar IV. 13 Himpunan fuzzy pada arduino	IV-7
Gambar IV. 14 <i>Rules</i> fuzzy pada arduino	IV-7
Gambar IV. 15 Defuzifikasi pada arduino	IV-7
Gambar IV. 16 Icon pada Desktop.....	IV-8
Gambar IV. 17 Tampilan utama interface.....	IV-8
Gambar IV. 18 Tampilan grup box connection pada interface.....	IV-8
Gambar IV. 19 Tampilan grup box data pada interface.....	IV-9
Gambar IV. 20 Tampilan grup box kontrol pada interface.....	IV-9
Gambar IV. 21 Tampilan data histori pada interface.....	IV-10

Gambar IV. 22 Tampilan grafik pada interface	IV-10
Gambar IV. 23 Hasil gambar grafik yang sudah disimpan.....	IV-11
Gambar IV. 24 Hasil data histori yang sudah di ekspor ke excel	IV-11
Gambar IV. 25 Alat ukur suhu QFM2160	IV-12
Gambar IV. 26 Perbandingan (suhu) DHT22 dengan QFM2160	IV-15
Gambar IV. 27 Alat ukur kelembaban QFM2160	IV-15
Gambar IV. 28 Perbandingan (Kelembaban) DHT22 dengan QFM2160	IV-17
Gambar IV. 29 Alat ukur massa.....	IV-18
Gambar IV. 30 Perbandingan (massa) <i>LoadCell</i> dengan NANKAI.....	IV-19
Gambar IV. 36 Laju suhu dan kelembaban dihari 1 pengeringan matahari.....	IV-22
Gambar IV. 37 Laju suhu dan kelembaban dihari 2 pengeringan matahari.....	IV-23
Gambar IV. 38 Laju suhu dan kelembaban dihari 3 pengeringan matahari.....	IV-23
Gambar IV. 39 Laju penurunan massa per hari pengeringan matahari.....	IV-24
Gambar IV. 31 Laju suhu dan kelembaban dihari 1 pengeringan mesin	IV-25
Gambar IV. 32 Laju suhu dan kelembaban dihari 2 pengeringan mesin	IV-25
Gambar IV. 33 Laju suhu dan kelembaban dihari 3 pengeringan mesin	IV-26
Gambar IV. 34 Laju suhu dan kelembaban dihari 4 pengeringan mesin	IV-26
Gambar IV. 35 Laju penurunan massa per hari pengeringan mesin	IV-27

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

SNI = Standar Nasional Indonesia

HMI = *Human Machine Interface*

S-Kering = Semi Kering

S-Basah = Semi Basah

S-Tutup = Semi Tutup

S-Buka = Semi Buka

V33 = Selenoid Valve 33%

V66 = Selenoid Valve 66%

S1 = Servo Masuk

S2 = Servo Sirkulasi

S3 = Servo Buang

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen biji kopi terbesar keempat di dunia. Per Desember 2021, produksi biji kopi Indonesia mencapai 774.689 ton [1]. Pada tahun 2021, Indonesia mengekspor kopi dalam bentuk biji kering ke 10 negara besar di dunia, yaitu Amerika Serikat, Mesir, Jepang, Spanyol, Malaysia, Belgia, Italia, India, Jerman, dan Inggris [2]. Kopi Indonesia dikenal di luar negeri karena kualitas dan rasanya yang khas [3]. Kualitas biji kopi dapat dipengaruhi oleh cara pengolahannya [4], salah satunya adalah pengeringan biji kopi. Pengeringan biji kopi adalah proses untuk menurunkan kadar air dalam biji kopi [5], sehingga biji kopi tidak mudah rusak. Badan Standardisasi Nasional merujuk pada SNI 01-2907-2008 yang menyatakan bahwa syarat mutu umum kadar air pada biji kopi maksimal senilai 12,5% [6]. Musim hujan dan musim kemarau adalah dua musim di Indonesia [7]. Perubahan iklim di akhir – akhir ini semakin terasa, banyak bulan – bulan yang tidak sesuai dengan prediksi. Petani Indonesia hanya mengandalkan matahari sebagai sumber panas untuk pengeringan biji kopi, hanya mungkin terjadi pada musim panas [8]. Pengeringan yang tidak tepat akan mengakibatkan penurunan mutu biji kopi dan biji kopi berjamur, hal itu yang akan berdampak buruk bagi petani dan menimbulkan kerugian [9]. Maka diperlukan sebuah mesin pengering agar pengeringan bisa dilakukan pada musim hujan maupun musim panas tanpa adanya sinar matahari. Untuk pembuatan mesin pengering ini dibutuhkan pengendalian suhu dan kelembaban agar memiliki kualitas biji kopi yang baik.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian yang dilakukan oleh Fitria yang menyatakan bahwa penggunaan *greenhouse* sebagai media pengeringan biji kopi lebih efektif dibanding pengeringan biji kopi secara konvensional. Penggunaan *greenhouse* dipilih karena dapat menahan panas dari matahari, sehingga penguapan air dari biji kopi lebih cepat menguap [10]. Selanjutnya, dilakukan pembaharuan terhadap penggunaan *greenhouse* sebagai media pengeringan biji kopi oleh Afdhalul Ahmar dan kawan-kawan. Penelitian ini menambahkan lilin sebagai

media penyimpan panas, sehingga panas yang tertahan pada *greenhouse* lebih lama dibandingkan *greenhouse* biasa. Penggunaan media lilin sebagai penyimpan panas pada GHE *vent dryer* mampu mempertahankan suhu pada ruang pengering selama 4 sampai 5 jam [11]. Raida Agustina dan kawan-kawan juga melakukan penelitian yang mengkaji alat pengering biji kopi dengan menggunakan tungku sekam kopi dan kolektor surya sebagai sumber pemanas. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa temperatur di dalam mesin lebih besar dari pada temperatur lingkungan, dan kelembaban relatif di dalam lebih kecil dibandingkan kelembaban relatif lingkungan. Dengan hasil tersebut, proses pengeringan menjadi lebih cepat [12]. Terakhir, dilakukan penelitian oleh Rahma Guslinda Sari dan Elfizon yang berfokus pada pengontrolan dan monitoring mesin pengering. Pengontrolan tersebut dapat mempertahankan suhu di 70°C dan ketika kelembabannya <16%, maka sistem akan berhenti yang menandakan proses pengeringan telah selesai. Dari hasil penelitian tersebut, didapat kesimpulan bahwa penggunaan sistem pengontrolan yang otomatis menjadikan proses pengeringan lebih cepat dan mudah [13].

Dalam penelitian sebelumnya, fokus pada pengendalian suhu dan kelembaban telah menghasilkan pengeringan biji kopi yang lebih cepat. Namun, kekhawatiran muncul terkait kemungkinan pengeringan yang terlalu cepat dan pengaruhnya terhadap karakteristik biji kopi. Dalam pengeringan konvensional menggunakan sinar matahari, biji kopi memiliki waktu yang lebih lama untuk mengalami proses pembentukan senyawa kimia yang memberikan aroma dan cita rasa yang unik. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa mesin pengering berbasis mikrokontroler ini mampu memberikan hasil biji kopi yang setara dengan metode pengeringan konvensional. Pengendalian kelembaban yang optimal akan memastikan pengeringan yang tidak terlalu cepat sehingga senyawa kimia yang bertanggung jawab atas aroma dan cita rasa dapat terbentuk dengan baik. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian ini akan fokus pada pengembangan mesin pengering berbasis mikrokontroler yang mampu mengendalikan suhu dan kelembaban sesuai yang diinginkan, sehingga menghasilkan biji kopi yang mempertahankan aroma dan cita rasa yang khas. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas pengeringan biji kopi secara modern.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa rumusan masalah yaitu:
Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian kelembaban dan suhu pada ruang pengeringan biji kopi menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 agar mempertahankan kelembaban pada *setpoint*?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian kelembaban dan suhu pada ruang pengeringan biji kopi berbasis mikrokontroler menggunakan Arduino Mega 2560. Sistem ini akan mengatur kelembaban pada *setpoint* yang diinginkan dengan menggunakan metode Fuzzy Logic.
2. Sensor DHT22 sebagai sensor untuk memonitor kondisi kelembaban dan suhu dalam ruang pengeringan biji kopi.
3. Gas LPG sebagai sumber pemanas dalam proses pengeringan biji kopi. Penggunaan gas LPG akan diatur dengan sistem on/off, tanpa memperhatikan variabilitas tingkat pemanasan.
4. Mesin pengering ini akan memiliki kapasitas maksimal untuk mengeringkan biji kopi sebanyak 30 kg.
5. Sampel biji kopi yang digunakan memiliki massa 2kg. Massa biji kopi yang dikeringkan hingga mencapai 650 gram. Proses pengeringan dihentikan setelah berat biji kopi mencapai batas tersebut.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian suhu dan kelembaban berbasis mikrokontroler pada ruang pengeringan biji kopi menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sistem ini bertujuan untuk mencapai pengeringan biji kopi yang optimal dan konsisten dengan mempertahankan kelembaban pada *setpoint* yang diinginkan.

Adapun Manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengendalian suhu dan kelembaban yang akurat dan presisi akan membantu meningkatkan kualitas biji kopi. Dengan menjaga kelembaban pada *setpoint* yang tepat, biji kopi dapat mengalami proses pengeringan yang optimal, sehingga senyawa kimia yang memberikan aroma dan cita rasa khas dapat terbentuk dengan baik.
2. Dengan sistem pengendalian otomatis menggunakan mikrokontroler, proses pengeringan biji kopi dapat menjadi lebih efisien dalam penggunaan tenaga dan waktu.
3. Penggunaan sistem pengendalian berbasis mikrokontroler memungkinkan pengeringan biji kopi tanpa tergantung pada sinar matahari. Hal ini akan memberikan fleksibilitas bagi petani untuk melakukan pengeringan biji kopi sepanjang tahun, baik pada musim hujan maupun musim panas. Dengan demikian, dapat meningkatkan produktivitas dan ketersediaan biji kopi secara berkelanjutan.

I.5 Sistematika Penulisan

Bagian ini berisi penjelasan secara ringkas mengenai susunan laporan tugas akhir. 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 PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan