

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SUHU UNTUK
MESIN PENDING BIIH PLASTIK DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC***

Tugas Akhir

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

Oleh

Muhammad Hafidz Rizqi Anggoro

219441015



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SUHU UNTUK MESIN PENGERING BIJIH PLASTIK DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Oleh:

Muhammad Hafidz Rizqi Anggoro

NIM 219441015

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

Bandung, *9 Agustus* 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Ismail Rokhim, S.T., M.T.

NIP. 197002161993031001

Pembimbing II,



Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.

NIP. 198804242018032001

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Aris Budiyarto,

S.T., M.T.

NIP.

197012301995121001

Penguji II,



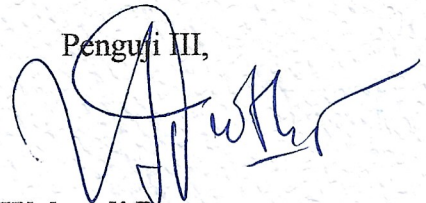
Nur Wisma Nugraha,

S.T., M.T.

NIP.

197406092003121002

Penguji III,



Wahyudi Purnomo,

S.T., M.T.

NIP.

197001061995121002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Hafidz Rizqi Anggoro
NIM : 219441015
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Untuk
Mesin Pengering Biji Plastik dengan Metode
Fuzzy Logic

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 Mei 2024

Yang Menyatakan,

(Muhammad Hafidz R.A.)

NIM 219441015

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Muhammad Hafidz Rizqi Anggoro
NIM : 219441015
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Untuk
Mesin Pengering Bijih Plastik dengan Metode
Fuzzy Logic

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 : 13 Mei 2024

Yang Menyatakan,

(Muhammad Hafidz R.A.)

NIM 219441015

MOTO PRIBADI

Jangan bilang
“bisa, tapi sulit”
lebih baik bilang
“sulit, tapi bisa”

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 Kendali Suhu Untuk Mesin Pengering Biji Plastik dengan Metode *Fuzzy Logic*”.

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:

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., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T., Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiarto, S.T., M.T., Bapak Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T., dan Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.

6. Panitia tugas akhir Bapak Rizqi Aji Pratama, M.Pd., Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.Pd., Bapak Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Mohammad Harry Khomas Saputra, S.T., M.TI, Bapak M. Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Ibu Anggraeni Mulyadewi, S.Si., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Restu Amaliyah dan Wahyudi Anggoro yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk Alm. Nenek saya Sri Sundar Tri Astuti yang merawat saya dengan penuh kasih sayang selama hidupnya.
9. Untuk Paman dan Bibi saya Mulyadiarto dan Tery Agumawaty yang telah menjaga dan merawat saya ketika jauh dari Orang Tua kandung saya.
10. Untuk Ibu sambung saya Romy Setiyadi yang turut mendukung dan memberikan motivasi untuk terus menjalankan kuliah.
11. Untuk adik saya Muhammad Jourdan Ramaditya Anggoro yang telah meringankan beban saya untuk berjuang demi keluarga.
12. Untuk Fatimah Dzia'ul Fauziah yang selalu mendorong saya untuk tidak menyerah pada keadaan.
13. Untuk rekan-rekan seperjuangan Tugas Akhir Jurusan AE kelas AEA dan AEB 2020.
14. Untuk rekan-rekan Mahasiswa Program Studi TRO kelas AEC dan AED 2019. Yang telah berjuang bersama saya ketika merintis kehidupan awal di Polman dan memberikan tuntunan Tugas Akhir.
15. Untuk adik tingkat saya kelas AEC (AEB-1) 2021, yang selalu bersedia membantu saya ketika mengalami kepahitan masa kuliah.
16. Untuk Bapak & Ibu Kos serta teman-teman Ahsan Kost, yang telah menjaga saya untuk tetap ceria dan waras selama kuliah.

17. Untuk rekan-rekan kelas jurusan Teknik Otomasi Industri SMKN 2 Depok Sleman, yang selalu mendorong saya untuk membuktikan bahwa nasib dan keadaan dapat diubah menjadi lebih baik.

18. Serta seluruh pihak lain yang turut membantu dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

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, 2024

Penulis

ABSTRAK

Kadar air tinggi pada biji plastik dapat menyebabkan cacat pada produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi risiko kecacatan produk plastik akibat kadar air, dengan memanfaatkan PLC, HMI, dan logika fuzzy. Sistem Kendali logika fuzzy mengolah *error* dan *delta error* untuk menghasilkan nilai keluaran berupa nilai frekuensi *blower* dan *duty cycle* pemanas untuk mengontrol suhu pengering. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan logika fuzzy kedalam pemrograman PLC, dan dapat memberikan kestabilan suhu dengan rata-rata *error steady state* dibawah 2%.

Kata kunci: Kadar Air, Logika Fuzzy, Respon Sistem, Kendali Suhu, Kendali, PLC

ABSTRACT

High moisture content in plastic pellets can cause defects in the final product. This study aims to reduce the risk of defects in plastic products due to moisture content by utilizing PLC, HMI, and fuzzy logic. The fuzzy logic control system processes the error and delta error to generate output values in the form of blower frequency and heater duty cycle to control the dryer temperature. This study successfully implemented fuzzy logic into PLC programming and was able to provide temperature stability with an average steady-state error below 2%.

Keywords: *Moisture Content, Fuzzy Logic, System Response, Temperature Control, PLC*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SIMBOL & SINGKATAN	xx
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-4
I.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Plastik	II-1
II.1.2 Perpindahan Panas/Kalor	II-7
II.1.3 Kelembaban	II-8

II.1.4	Sistem Kendali	II-9
II.1.5	<i>Fuzzy Logic</i>	II-12
II.1.6	Sistem Pneumatik.....	II-13
II.1.7	<i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	II-14
II.1.8	<i>Human-Machine Interface (HMI)</i>	II-19
II.1.9	<i>ModBus Protocol</i>	II-19
II.2	Tinjauan Alat	II-19
II.2.1	PLC Omron CP1H-XA40DT-D.....	II-19
II.2.2	HMI Omron NB7W-TW01B	II-21
II.2.3	Catu Daya DC Omron SV8K-C12024.....	II-21
II.2.4	<i>Pressure Blower</i> Elektror D-4.....	II-22
II.2.5	VFD Mitsubishi 220V 1 PHASE FR-D720S-0.75K	II-23
II.2.6	<i>Tubular Heater</i> 3,5 KW x 2	II-24
II.2.7	<i>Thermocouple Type-K</i> (Termokopel).....	II-25
II.2.8	<i>Temperature Controller</i> Omron E5CC	II-26
II.2.9	<i>Air Service Unit</i>	II-26
II.2.10	<i>Solenoid Valve</i> Burkert 420-G 3.0	II-27
II.2.11	Silinder Pneumatik Motan.....	II-28
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-28
BAB III	METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.2	Analisis Kebutuhan Sistem.....	III-3
III.2.1	Gambaran Umum Sistem	III-3
III.2.2	Gambaran Umum Sistem Pengeringan Motan MD-11C	III-4
III.2.3	Kebutuhan Sistem	III-8
III.3	Perancangan Sistem	III-13

III.3.1	Perancangan Sistem Mekanik	III-13
III.3.2	Perancangan Sistem Elektrik.....	III-13
III.3.3	Perancangan Sistem Elektro-Pneumatik	III-14
III.3.4	Perancangan Sistem Kendali.....	III-15
III.3.5	Perancangan Sistem Informatika.....	III-30
III.4	Perencanaan Pengujian Sistem	III-35
III.4.1	Perencanaan Pengujian Sistem Komunikasi ModBus RTU	III-35
III.4.2	Perencanaan Pengujian Sensor.....	III-35
III.4.3	Perencanaan Pengujian Input Fisik & Aktuator.....	III-36
III.4.4	Perencanaan Pengujian Sistem Kendali	III-38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Hasil Implementasi Perancangan Sistem Mekanik dan Elektrik	IV-1
IV.1.1	Hasil Implementasi Perancangan Sistem Mekanik	IV-1
IV.1.2	Hasil Implementasi Perancangan Sistem Elektrik	IV-3
IV.1.3	Hasil Implementasi Perancangan Sistem Elektro-Pneumatik	IV-6
IV.1.4	Hasil Implementasi Perancangan Sistem Kendali.....	IV-8
IV.2	Hasil Pengujian Sistem Komunikasi ModBus RTU	IV-11
IV.2.1	Hasil Pengujian Pembacaan Data Suhu Melalui ModBus RTU	IV-12
IV.2.2	Hasil Pengujian Pengiriman Data Frekuensi ke VFD.....	IV-12
IV.3	Hasil Pengujian Sensor	IV-14
IV.3.1	Hasil Pengujian Sensor Suhu	IV-14
IV.3.2	Hasil Kalibrasi Sensor Suhu	IV-16
IV.4	Hasil Pengujian Input Fisik & Aktuator	IV-17
IV.4.1	Hasil Pengujian Input Fisik.....	IV-17
IV.4.2	Hasil Pengujian Aktuator	IV-17
IV.5	Hasil Pengujian Sistem Kendali	IV-18

IV.5.1 Hasil Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> (Sugeno) pada PLC	IV-18
IV.5.2 Hasil Pengujian Keluaran PLC dan Matlab	IV-22
IV.5.3 Hasil Pengujian Respon Sistem <i>Fuzzy Logic</i>	IV-24
BAB V PENUTUP	V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xxi
LAMPIRAN	xxviii

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi PLC CP1H[39].....	II-20
Tabel II.2 Spesifikasi HMI Omron[46].....	II-21
Tabel II.3 Spesifikasi PSU Omron[49]	II-22
Tabel II.4 Spesifikasi Blower[50]	II-23
Tabel II.5 Spesifikasi Solenoid Valve Burkert[60].....	II-27
Tabel II.6 Penelitian Terdahulu.....	II-28
Tabel III.1 Kebutuhan Sensor	III-9
Tabel III.2 Kebutuhan <i>Temperature Controller</i> ModBus RTU.....	III-9
Tabel III.3 Kebutuhan Kontroler	III-9
Tabel III.4 Kebutuhan Ekstensi PLC	III-10
Tabel III.5 Kebutuhan Saklar	III-11
Tabel III.6 Kebutuhan Indikator	III-11
Tabel III.7 Kebutuhan Aktuator	III-12
Tabel III.8 Kebutuhan Antarmuka	III-12
Tabel III.9 Kebutuhan Piranti Hub.....	III-13
Tabel III.10 Tabel Basis Aturan <i>Fuzzy Logic</i>	III-19
Tabel III.11 Konversi Rancangan Fuzifikasi <i>Error</i>	III-22
Tabel III.12 Konversi Rancangan Fuzifikasi $\Delta Error$	III-26
Tabel III.13 Pengujian <i>Input</i> Fisik	III-37
Tabel III.14 Pengujian Aktuator	III-37
Tabel III.15 Derajat Keanggotaan <i>error</i> di Matlab.....	III-39
Tabel III.16 Derajat Keanggotaan <i>derror</i> di Matlab.....	III-40
Tabel III.17 Derajat Keanggotaan <i>Speed</i> di Matlab.....	III-41
Tabel III.18 Derajat Keanggotaan <i>Power</i> di Matlab.....	III-41
Tabel IV.1 Hasil Komunikasi Temperature Control Melalui ModBus RTU...IV-12	
Tabel IV.2 Hasil Pengiriman Data Frekuensi dengan Sinyal Analog.....IV-13	
Tabel IV.3 Hasil Pengiriman Data Frekuensi dengan ModBus RTU	IV-14
Tabel IV.4 Tabel Nilai Pembacaan Suhu Sebelum Kalibrasi	IV-15
Tabel IV.5 Tabel Nilai Pembacaan Suhu Sesudah Kalibrasi	IV-16
Tabel IV.6 Hasil Pengujian <i>Input</i> Fisik	IV-17

Tabel IV.7 Hasil Pengujian Aktuator	IV-17
Tabel IV.8 Pengujian Keluaran PLC dan Matlab	IV-22
Tabel IV.9 Hasil Respon Sistem Percobaan 1	IV-24
Tabel IV.10 Hasil Respon Sistem Percobaan 2	IV-25
Tabel IV.11 Hasil Respon Sistem Percobaan 3	IV-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Metode Pengeringan Material Plastik[24]	II-4
Gambar II-2 Rotary Dryer[24]	II-5
Gambar II-3 Hopper Dryer[24]	II-5
Gambar II-4 Pneumatic-Conveyor Dryer[24]	II-6
Gambar II-5 Indeks Pengeringan Bijih Plastik[26].....	II-7
Gambar II-6 PLC Compact[39]	II-14
Gambar II-7 PLC Modular[40]	II-15
Gambar II-8 Blok Susunan PLC[40].....	II-15
Gambar II-9 PLC Modular[40]	II-15
Gambar II-10 Bahasa Pemrograman PLC[42]	II-18
Gambar II-11 PLC CP1H[39]	II-20
Gambar II-12 HMI Omron[46]	II-21
Gambar II-13 Power Supply Omron[49]	II-22
Gambar II-14 Blower[50]	II-22
Gambar II-15 VFD Mitsubishi[52]	II-23
Gambar II-16 Arti Nomor Seri Inverter[52]	II-24
Gambar II-17 Tubular Heater[55]	II-25
Gambar II-18 Thermocouple Type-K	II-25
Gambar II-19 Omron E5CC[57]	II-26
Gambar II-20 Air Service Unit[59].....	II-26
Gambar II-21 Solenoid Valve Burkert[60]	II-27
Gambar II-22 Silinder Pneumatik	II-28
Gambar III-1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	III-1
Gambar III-2 Gambaran Umum Sistem	III-3
Gambar III-3 Bagian-bagian pengering Mesin Motan MD-11C	III-4
Gambar III-4 Aliran Udara saat Proses Regeneration.....	III-6
Gambar III-5 Aliran Udara saat Proses Cooling	III-7

Gambar III-6 Aliran Udara saat Proses Drying.....	III-8
Gambar III-7 Omron CP1W-CIF41	III-10
Gambar III-8 Omron CP1W-CIF11	III-10
Gambar III-9 Switch-Hub Ethernet.....	III-13
Gambar III-10 Skema Jaringan sistem Pneumatik.....	III-14
Gambar III-11 Blok Diagram Sistem Kendali	III-15
Gambar III-12 Fuzifikasi Masukan <i>Error</i>	III-16
Gambar III-13 Fuzifikasi Masukan <i>Delta Error</i>	III-17
Gambar III-14 Fuzifikasi Keluaran <i>Speed</i>	III-18
Gambar III-15 Fuzifikasi Keluaran <i>Power</i>	III-19
Gambar III-16 Kategori $\mu(Error)$	III-22
Gambar III-17 Kategori $\mu (\Delta Error)$	III-25
Gambar III-18 Topologi ModBus TCP/IP	III-31
Gambar III-19 Skema pengkabelan komunikasi ModBus RTU	III-31
Gambar III-20 <i>Main Screen</i>	III-32
Gambar III-21 <i>Auto Screen</i>	III-32
Gambar III-22 <i>Monitoring Screen</i>	III-32
Gambar III-23 <i>Graph Screen</i>	III-33
Gambar III-24 <i>Settings Screen</i>	III-33
Gambar III-25 <i>Alarm Screen</i>	III-33
Gambar III-26 Diagram Alir Proses Sekuens Mesin	III-34
Gambar III-27 Termometer Lutron TM-946.....	III-36
Gambar III-28 Yokogawa CA-550	III-36
Gambar III-29 Pengaturan Anteseden dan Konsekuen <i>Fuzzy Logic</i>	III-38
Gambar III-30 <i>Membership Function</i> Input <i>error</i>	III-39
Gambar III-31 <i>Membership Function</i> Input <i>derror</i>	III-40
Gambar III-32 <i>Membership Function</i> <i>Speed</i>	III-40
Gambar III-33 <i>Membership Function</i> <i>Power</i>	III-41
Gambar IV-1 Hasil Pengerjaan pintu panel	IV-1
Gambar IV-2 Hasil pemasangan panel pada mesin	IV-1
Gambar IV-3 Hasil Fabrikasi Saluran <i>Drying</i> /Pengering	IV-2
Gambar IV-4 Hasil Fabrikasi Saluran <i>Exhaust</i>	IV-2

Gambar IV-5 Hasil Penggantian Selang Hawa.....	IV-3
Gambar IV-6 Hasil <i>Wiring</i> Panel Elektrik	IV-3
Gambar IV-7 Instalasi Pintu Panel.....	IV-4
Gambar IV-8 Hasil Pemasangan Lampu Andon.....	IV-4
Gambar IV-9 Hasil Pemasangan Termokopel	IV-5
Gambar IV-10 Hasil Instalasi <i>Heater</i>	IV-5
Gambar IV-11 Hasil Instalasi <i>Blower</i> dan Area Dalam Mesin.....	IV-5
Gambar IV-12 Hasil Instalasi <i>Air Service Unit</i>	IV-6
Gambar IV-13 Hasil Instalasi <i>Solenoid Valve</i>	IV-6
Gambar IV-14 Hasil Instalasi Silinder Pneumatik Bagian Atas	IV-7
Gambar IV-15 Hasil Instalasi Silinder Pneumatik Bagian Bawah	IV-7
Gambar IV-16 <i>Function Block Diagram Fuzzy Logic</i>	IV-8
Gambar IV-17 <i>Screen HMI Main Menu</i>	IV-8
Gambar IV-18 <i>Screen HMI Auto Mode</i>	IV-9
Gambar IV-19 <i>Screen HMI Manual Mode 1</i>	IV-9
Gambar IV-20 <i>Screen HMI Manual Mode 2</i>	IV-9
Gambar IV-21 <i>Screen HMI Manual Mode 3</i>	IV-10
Gambar IV-22 <i>Screen HMI Monitoring</i>	IV-10
Gambar IV-23 <i>Screen HMI Parameter Settings</i>	IV-11
Gambar IV-24 <i>Screen HMI Alarm</i>	IV-11
Gambar IV-25 <i>Screen Grafik</i>	IV-11
Gambar IV-26 Blok Diagram <i>Fuzzy PLC</i>	IV-18
Gambar IV-27 Hasil Fuzifikasi <i>Sampling error</i>	IV-19
Gambar IV-28 Hasil Fuzifikasi <i>Sampling delta error</i>	IV-19
Gambar IV-29 Hasil implikasi <i>fuzzy Sugeno</i> pada PLC	IV-20
Gambar IV-30 Hasil Keluaran <i>Fuzzy PLC</i>	IV-22
Gambar IV-31 Grafik Respon Sistem Percobaan 1	IV-24
Gambar IV-32 Grafik Respon Sistem Percobaan 2	IV-25
Gambar IV-33 Respon Sistem Percobaan 3.....	IV-26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Drawing</i> perancangan Panel Listrik
Lampiran 2	Rancangan Penggantian Selang Hawa
Lampiran 3	Rancangan Fabrikasi Saluran Hawa
Lampiran 4	<i>Wiring</i> Instalasi Daya 3Ph dan 1Ph
Lampiran 5	<i>Wiring</i> Instalasi Kendali DC 24V

DAFTAR SIMBOL & SINGKATAN

Δ	Delta
μ	Derajat Keanggotan Fuzzy
$^{\circ}$	Derajat
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
VFD	<i>Variable Frequency Drive</i>
KW	Kilo Watt
PB	<i>Push Button</i>
ST	<i>Structure Text</i>
FBD	<i>Function Block Diagram</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
PSU	<i>Power Supply</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
AC	<i>Alternate Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
SSR	<i>Solid State Relay</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu bahan manufaktur yang paling serbaguna dalam industri. Permintaan plastik saat ini sangat dibutuhkan dalam sektor-sektor kunci seperti elektronik[1], furnitur[2], transportasi[3], medis[4], mainan[5], dan sebagainya[6]. Salah satu metode pengolahan plastik yang paling umum digunakan yaitu *Injection Molding* (IM). IM adalah suatu daur proses pembentukan plastik ke dalam bentuk yang diinginkan dengan cara menekan plastik cair ke dalam sebuah cetakan[7]. Dalam menerapkan metode IM, salah satu proses yang penting adalah proses pengeringan material bijih plastik[8], [9], dikarenakan bijih plastik yang akan diolah masih mengandung kadar air yang nantinya akan mempengaruhi hasil akhir dari produk plastik tersebut[10]. Kadar air atau kelembaban yang tinggi pada bijih plastik, dapat menyebabkan produk akhir menjadi cacat. Kecacatan yang dapat terjadi antara lain degradasi polimer, munculnya garis-garis putih atau perak di permukaan produk, menimbulkan bekas seperti terbakar, gelembung udara, dan penurunan kualitas permukaan yang buruk, serta penurunan transparansi permukaan produk, yang dapat dilihat langsung oleh mata[11].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ahmad Fadhillah tahun 2012, proses pengeringan bijih plastik sudah dilakukan dengan menggunakan mesin pengering Motan MD-11c untuk menghilangkan kelembaban pada bijih plastik dengan metode pengeringan secara konveksi memanfaatkan media udara yang dihembuskan melewati pemanas menuju bak penampungan material plastik. Hal ini ditujukan untuk membuat kandungan air yang ada pada bijih plastik menguap[12]. Penelitian mesin pengering untuk tujuan yang lain juga telah dilakukan oleh M. Rizal dengan judul Sistem Kendali Suhu Oven Pengering Gabah Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis *Internet Of Things* pada tahun 2022, di mana telah berhasil menerapkan *Fuzzy Logic* untuk mengatur suhu pengering gabah[13]. Kemudian penelitian Implementasi *Fuzzy Logic Control* Pada Alat Pengering Cengkeh

Otomatis yang dilaksanakan oleh Agustina Dwi Cahyani tahun 2023, yang berhasil menjaga *setpoint* suhu mesin pengering cengkeh yang menghasilkan produk cengkeh berkualitas[14], lalu ada penelitian tahun 2020 oleh Dwi Santoso yang berhasil mengatur kestabilan suhu pada mesin pengering biji-bijian[15]. Penelitian mesin pengering juga sudah dilakukan pada tahun 2018 oleh Hendra dengan menggunakan kontrol PLC, namun untuk mengeringkan karet[16], selanjutnya untuk penelitian mesin pengering gabah menggunakan PLC sudah dilakukan oleh Leo Hermansyah di tahun 2019[17], dan untuk penelitian *monitoring* suhu dan getaran turbin uap dengan menggunakan antarmuka HMI telah dilakukan oleh Yohana Eunike Stefi Situmorang pada tahun 2023[18]. Meskipun sudah banyak dilakukan penelitian tentang mesin pengering, dan bahkan menggunakan PLC dan HMI untuk pelaksanaannya, namun belum dilakukan penelitian untuk mengeringkan bijih plastik yang dapat menghilangkan kandungan air pada bijih plastik dengan kombinasi kendali suhu menggunakan *Fuzzy Logic*, kendali proses menggunakan PLC, dan pengaturan serta pemantauan menggunakan HMI. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini akan akan mengkombinasikan hasil positif yang dapat diambil dari penelitian-penelitian tersebut untuk mewujudkan sistem pengeringan bijih plastik yang optimal.

Pada Tugas Akhir ini, diusulkan sistem yang ditingkatkan untuk mengendalikan suhu pada mesin pengering bijih plastik. Sistem yang akan diterapkan nantinya akan menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk memberikan nilai kecepatan hembusan angin agar suhu pengering dapat terkontrol, sehingga menghasilkan bijih plastik sesuai indeks parameter[19],[8], [9]. Penggunaan PLC dan HMI diharapkan mampu menjalankan fungsi pengendalian sekuens yang lebih sistematis dan pengawasan proses yang lebih akurat. Secara ringkas, penelitian ini meningkatkan stabilitas pengendalian suhu, kemudahan operasi, dan kepraktisan dalam pengawasan sistem[13], [14].

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang sistem kendali suhu mesin pengering bijih plastik yang stabil dan mampu memenuhi standar indeks pengeringan bijih plastik?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah didapatkan, agar dapat dibahas dengan lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah seperti berikut :

- 1) Basis mesin yang akan dikembangkan untuk mengeringkan bijih plastik adalah mesin pengering Motan MD-11C lansiran tahun 1986 milik Polman Bandung.
- 2) Fokus jenis plastik yang akan dikeringkan adalah plastik jenis ABS.
- 3) Indeks Pengeringan Bijih Plastik berdasar dari standar yang terdapat pada buku manual Mesin Motan MD-11C.
- 4) Kontroler yang digunakan adalah PLC Omron seri CP1H-XA40DT-D.
- 5) Antarmuka mesin menggunakan HMI Omron seri NB7W-TW11B.
- 6) Suplai tegangan DC pada mesin dihasilkan dari *DC Power Supply*.
- 7) Parameter yang dikendalikan adalah panas *heater*, frekuensi motor 3 fasa, dan durasi proses.
- 8) *Monitoring* yang dilakukan meliputi *monitoring* suhu dan tahapan proses mesin yang sedang berjalan.
- 9) Sensor suhu yang digunakan adalah thermocouple tipe-K.
- 10) Pengendalian suhu dilakukan dengan mengatur kecepatan hembusan angin dari *blower* dan pemanasan dari *heater*.
- 11) Suplai hembusan angin pada proses dihasilkan menggunakan *Blower* 3 fasa.
- 12) Pengaturan kecepatan motor diatur menggunakan *Variable Frequency Drive* (VFD) Mitsubishi 220V 1 PHASE FR-D720S-0.75K.
- 13) Jenis pemanas yang digunakan adalah pemanas tipe *tubular* dengan daya 3500W berjumlah 2 unit.
- 14) Pengendalian *Heater* dilakukan menggunakan bantuan *Solid State Relay* (SSR).
- 15) Notifikasi yang dimunculkan pada antarmuka yaitu notifikasi *error*, notifikasi dimulai dan dihentikannya proses, notifikasi ditekannya tombol *emergency*.
- 16) Proses mesin yang sedang berjalan (*Regenerating/Cooling/Drying*) akan diindikasikan oleh lampu LED yang terdapat pada panel.

- 17) Status mesin (*Standby, Running, Stopped*) akan diindikasikan oleh lampu andon.
- 18) Kendali *Fuzzy Logic* difokuskan untuk proses *Drying*.
- 19) Proses mesin tidak dilengkapi dengan fitur tunda, di mana proses dapat dihentikan ditengah sekuens dan dapat dilanjutkan lagi dengan perintah pengguna melalui antarmuka HMI.
- 20) Suhu setpoint dikhususkan untuk plastik jenis ABS dengan kebutuhan pemanasan 80°C.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk membangun sistem kendali suhu yang dapat mengatur suhu mesin pengering bijih plastik dengan stabil.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal 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 dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk peneliti berikutnya.