



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL DAN SAFETY PADA ALAT DESTILASI BIOETANOL

Sub Judul :

Sistem Kontrol Suhu *Boiler* Menggunakan *Fuzzy Logic* pada Alat Destilasi  
Bioetanol

SKRIPSI

POLITEKNIK  
NEGERI  
RIVALDO ARYANTO  
JAKARTA  
2003431013

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL DAN *SAFETY* PADA ALAT DESTILASI BIOETANOL

Sub Judul :

Sistem Kontrol Suhu *Boiler* Menggunakan *Fuzzy Logic* pada Alat Destilasi Bioetanol

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

RIVALDO ARYANTO

2003431013

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Rivaldo Aryanto**

**NIM : 2003431013**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 5 Agustus 2024**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



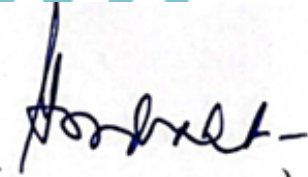
## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Rivaldo Aryanto  
NIM : 2003431013  
Program Studi : Instrumentasi Dan Kontrol Industri  
Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol Suhu *Boiler* Menggunakan Fuzzy  
*Logic* pada Alat Destilasi Bioetanol

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 9 Agustus 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

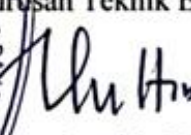
Pembimbing : Iwa Sudradjat, S.T., M.T.  
NIP.196106071986011002

  
(.....)

**POLITEKNIK  
NEGERI**

Depok, 23 Agustus 2024

Disahkan oleh  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Dr. Maric Dwiyanti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan, Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Skripsi ini berjudul “**Sistem Kontrol Suhu Boiler Menggunakan Fuzzy Logic pada Alat Destilasi Bioetanol**”. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan ilmu pengetahuan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Iwa Sudradjat, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai;
4. Muhammad Fadil Sholahuddin dan Thoriq Aziefan, teman satu Tim Tugas Akhir yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material dan moral; dan
6. Sahabat, Kontrakan IKI, dan rekan-rekan IKI-20 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 1 Agustus 2024

Penulis

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## Sistem Pengendalian Kontrol Suhu Tangki Boiler Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Alat Destilasi Bioetanol

### Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol suhu berbasis Logika Fuzzy Mamdani untuk destilasi bioetanol menggunakan temperature transmitter RTD PT100 yang terhubung dengan Arduino Mega 2560 dan LabView sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini mengendalikan heater melalui SSR dengan sinyal PWM dari Arduino untuk memanaskan bahan baku dalam Boiler. Fitur keselamatan termasuk pengendali suhu yang memutus aliran listrik jika suhu melebihi  $110^{\circ}\text{C}$  dan limit switch pada tangki boiler untuk mencegah level air rendah yang berbahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kontrol Logika Fuzzy dapat menjaga kestabilan suhu, terdapat delay time (1916 detik), rise time (3413 detik), dan settling time (5094 detik) pada setpoint suhu  $78^{\circ}\text{C}$ , dengan overshoot  $\pm 0,64\%$ . Nilai output PWM pada input Error = -8 dan dError = 0,19 dari perhitungan logika fuzzy dan uji sistem adalah 238,3 dan 239,3, dengan error sebesar  $\pm 0,41\%$ . Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar bioetanol lebih tinggi pada suhu  $84^{\circ}\text{C}$  (70%) dibandingkan suhu  $98^{\circ}\text{C}$  (50%). Sistem dapat digunakan untuk destilasi bioetanol, dengan potensi pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi proses.

**Kata kunci:** Destilasi bioetanol, Kontrol Suhu, Logika Fuzzy

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Boiler Tank Temperature Control System Using Fuzzy Logic Method in Bioethanol Distillation Equipment*

**Abstract**

*This research develops a temperature control system based on Mamdani Fuzzy Logic for bioethanol distillation using an RTD PT100 temperature transmitter connected to an Arduino Mega 2560 and LabView as the user interface. The system controls a heater through an SSR using a PWM signal from the Arduino to heat the raw material in the boiler. Safety features include a temperature controller that cuts off the power supply if the temperature exceeds 110°C and a limit switch on the boiler tank to prevent dangerously low water levels. Test results show that Fuzzy Logic control can maintain temperature stability, with a delay time of 1916 seconds, a rise time of 3413 seconds, and a settling time of 5094 seconds at a temperature setpoint of 78°C, with an overshoot of  $\pm 0.64\%$ . The PWM output values for an input Error of -8 and dError of 0.19 from the fuzzy logic calculation and system test are 238.3 and 239.3, respectively, with an error of  $\pm 0.41\%$ . The research also indicates that the bioethanol content is higher at a temperature of 84°C (70%) compared to 98°C (50%). The system can be used for bioethanol distillation, with potential for further development to improve the reliability and efficiency of the process..*

**Keywords:** *Bioetanol Distillation, Temperature Control, Fuzzy Logic*

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
<i>Abstrak</i> .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Luaran .....	3
BAB II.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Destilasi.....	6
2.2.1 <i>Boiler</i> .....	6
2.2.2 Kondensor .....	6
2.3 Bioetanol .....	7
2.4 Kontrol Logika Fuzzy dengan Metode MAMDANI.....	7
2.4.1 Fungsi Keanggotaan .....	9
2.4.2 Fuzzyfikasi .....	11
2.4.3 Fuzzy <i>rule</i> (Aturan Fuzzy).....	11
2.4.4 Metode Inferensi <i>MAX-MIN</i> Mamdani.....	12
2.4.5 Metode Defuzzyfikasi Cener of Grafity (COG).....	13
2.4.6 Metode MacVicar-Wheelan .....	14
2.5 LabVIEW .....	14
2.6 Komponen .....	15
BAB III.....	23
3.1 Rancangan Alat .....	23
3.1.1 Deskripsi Alat.....	24





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2	Cara Kerja Alat.....	25
3.1.3	Spesifikasi Alat.....	27
3.1.4	Diagram Blok .....	27
3.1.5	Perancangan Mekanik Alat .....	29
3.2	Realisasi Alat.....	31
3.2.1	Realisasi Rancang Bangun Alat .....	31
3.2.2	Flowchart Subsistem.....	33
3.2.3	Pembuatan Membership Function Input dan Output.....	34
3.2.4	Pembuatan <i>Rules</i> Fuzzy .....	36
3.2.5	Pengujian <i>Rules</i> Fuzzy .....	37
3.2.6	Realisasi Program.....	38
BAB IV	.....	43
4.1	Pengujian Destilasi Bioetanol .....	43
4.1.1	Deskripsi Pengujian .....	43
4.1.2	Prosedur Pengujian .....	43
4.1.3	Data Hasil Pengujian .....	44
4.1.4	Analisa Data Hasil Percobaan .....	50
BAB V	.....	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA	.....	68
LAMPIRAN	.....	xiv



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Representasi Linier Naik.....	9
Gambar 2. 2 Representasi Linier Turun.....	10
Gambar 2. 3 Representasi Kurva Segitiga .....	10
Gambar 2. 4 Representasi Kurva Trapesium.....	11
Gambar 2. 5 Metode Inferensi MAX-MIN Mamdani .....	13
Gambar 2. 6 Arduino Mega 2560.....	15
Gambar 2. 7 Sensor RTD PT100.....	16
Gambar 2. 8 Transmitter RTD PT100 .....	17
Gambar 2. 9 Element Heater .....	18
Gambar 2. 10 Temperature Controller XH-W3001.....	20
Gambar 2. 11 Kipas DC .....	21
Gambar 2. 12 Modul Relay.....	21
Gambar 2. 13 Modul Stepdown LM2596 (Sumber: dratek.cz).....	22
Gambar 2. 14 Level Limit Switch (Sumber: //www.grainger.comMADISON-Alternator-Closed-Liquid-Level-4YM32) .....	22
Gambar 3. 1 Flowchart Perancangan Alat .....	23
Gambar 3. 2 Flowchart Keseluruhan Alat.....	26
Gambar 3. 3 Diagram Blok .....	27
Gambar 3. 4 Diagram Blok Kontrol .....	28
Gambar 3. 5 Desain Mekanik Alat .....	29
Gambar 3. 6 Tampilan Depan Panel.....	31
Gambar 3. 7 Bentuk Alat .....	32
Gambar 3. 8 Panel Electrical Alat .....	32
Gambar 3. 9 Flowchart Sistem.....	33
Gambar 3. 10 Membership function.....	34
Gambar 3. 11 Membership Function Input delta Error.....	35
Gambar 3. 12 Menentukan membership function dari output yang berupa "PWM" .....	36
Gambar 3. 13 Hasil pembuatan rules fuzzy .....	37
Gambar 3. 14 Pengujian rules fuzzy pada software LabVIEW.....	38
Gambar 3. 15 Program Pembacaan Sensor Suhu .....	39
Gambar 3. 16 Program Pengiriman Data Arduino .....	39
Gambar 3. 17 Program Parsing Data Arduino.....	40
Gambar 3. 18 Program Boiler Safety pada LabVIEW .....	41
Gambar 3. 19 Program logika Fuzzy pada LabVIEW.....	41
Gambar 3. 20 Tampilan Utama HMI.....	42
Gambar 3. 21 Tampilan HMI Kontrol Boiler.....	42
Gambar 4. 1 Grafik Suhu Boiler Tanpa Kontrol .....	46
Gambar 4. 2 Grafik Suhu Boiler dengan Kontrol Logika Fuzzy.....	49



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 3 Derajat Keanggotaan Error.....	51
Gambar 4. 4 Derajat Keanggotaan dError.....	52
Gambar 4. 5 Output PWM berdasarkan Operator Fuzzy .....	59
Gambar 4. 6 Output PWM Dibagi menjadi beberapa bagian.....	61
Gambar 4. 7 Tampilan sinyal PWM di Oscilloscope .....	62
Gambar 4. 8 Hasil Destilasi Bioetanol di Suhu 4 .....	64
Gambar 4. 9 Hasil Bioetanol di Suhu 98°C .....	65





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 2. 2 Metode Kontrol Fuzzy.....	14
Tabel 2. 3 Function LabVIEW dan Keterangan.....	15
Tabel 2. 4 Karakteristik RTD PT100.....	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi Mekanikal Alat.....	29
Tabel 3. 2 Uji Coba Temperature Controller .....	30
Tabel 3. 3 Keterangan Gambar Tampilan Panel .....	31
Tabel 3. 4 Keterangan Gambar Dalam Panel.....	32
Tabel 3. 5 Rules Base menggunakan Mac Vicar-Whelan.....	37
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan.....	43
Tabel 4. 2 Keterangan Bahan .....	44
Tabel 4. 3 Uji Coba Tanpa Kontrol .....	45
Tabel 4. 4 Uji Coba dengan Kontrol Fuzzy .....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup.....	xiv
Lampiran 2	Pengujian Alat.....	xv
Lampiran 3	Program Arduino.....	xvi
Lampiran 4	Program LabVIEW.....	xix



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keterbatasan energi menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang keberlangsungan suatu negara. Kebutuhan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk menyebabkan pencarian solusi dalam pemenuhan energi. Sumber energi yang paling banyak digunakan dalam pemenuhan kebutuhan saat ini berasal dari sumber energi fosil. Sumber energi fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui apabila digunakan secara terus menerus, serta pembentukan kembali energi fosil membutuhkan waktu yang lama. Ketersediaan bahan bakar fosil seperti bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin berkurang dikarenakan kebutuhan yang tinggi, sehingga memerlukan suatu energi alternatif sebagai pengganti BBM. Produk alternatif yang dapat digunakan dan dikembangkan sebagai pengganti BBM adalah bioetanol. (Setiawan, 2018).

Dalam pembuatan bioetanol terdapat tahap fermentasi dan destilasi. Fermentasi akan menghasilkan kadar alkohol yang rendah. Setelah bahan baku yang telah dicampur di fermentasikan, tahap selanjutnya adalah proses destilasi. Destilasi adalah cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Dimana zat cair dipanaskan hingga titik didihnya, serta mengalirkan uap ke dalam alat pendingin dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair (Setiawan, 2018).

Pada saat proses destilasi, suhu sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya konsentrasi alkohol yang dihasilkan. Dimana titik didih etanol murni sebesar 78°C sedangkan air 100°C dalam kondisi standar (Marlina & Hainun, 2020). Pada saat suhu melebihi titik didih alkohol, kandungan lain juga akan ikut menguap melewati kondensor. Sehingga kandungan alkohol yang dihasilkan akan menurun. Oleh karena itu, sangat penting dalam menjaga suhu,

serta memastikan proses destilasi berlangsung dengan optimal untuk menghasilkan bioetanol, agar dapat memenuhi permintaan energi berbagai kebutuhan masyarakat sebagai sumber energi alternatif.

Pada penelitian Fasriyah Julia Alam (2021), yang berjudul “Sistem Kontrol Suhu pada Alat Penyulingan Bioetanol Menggunakan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Mikrokontroler” diketahui bahwa pengimplementasian sistem kontrol suhu pada alat penyulingan ini berhasil, perubahan suhu akan mengatur nyala matinya heater. Semakin tinggi suhu terhadap titik didih etanol akan mengurangi kadar hasil penyulingannya.

Pada penelitian Tia Setiawan (2018), yang berjudul “Pengembangan Alat Destilasi Uap Bioetanol dengan Bahan Baku Batang Pisang” diketahui bahwa alat yang telah dibuat dapat memenuhi kebutuhan industri skala kecil dan menengah. Perlunya memperhatikan desain dan spesifikasi alat yang akan digunakan, karena sangat mempengaruhi keberhasilan pembuatan alat.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dirancang bangun sistem kontrol suhu dan *safety tanki boiler* pada alat destilasi bioetanol, titik variabel suhu di tangki *boiler* akan dikontrol menggunakan metode fuzzy agar dapat menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi. Bahan baku yang digunakan dalam proses destilasi adalah cairan bioetanol dengan kadar kandungan alkohol kurang dari 20%, dan untuk pengukuran kadar alkohol bioetanol hasil destilasi yang dihasilkan menggunakan alat alkoholmeter.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama penelitian ini adalah :

- Bagaimana merancang bangun alat destilasi bioetanol?
- Bagaimana merancang sistem pengendalian kontrol suhu tangki *boiler* menggunakan metode fuzzy *logic*?
- Bagaimana mengintegrasikan pemrograman sistem pengendalian kontrol suhu menggunakan metode fuzzy *logic* pada alat destilasi bioetanol dengan *software* LabVIEW?



### Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

- a. Mampu merancang dan membangun alat destilasi bioetanol untuk menghasilkan bioetanol.
- b. Mampu merancang dan membangun sistem pengendalian kontrol suhu menggunakan *fuzzy logic* pada alat destilasi bioetanol.
- c. Mampu mengintegrasikan pemrograman sistem pengendalian kontrol suhu menggunakan *fuzzy logic* pada alat produksi bioethanol dengan *software* LabVIEW.

### 1.4 Luaran

Hasil Tugas Akhir ini berupa alat pengontrol suhu dan *safety* pada *boiler* untuk alat destilasi bioetanol dan analisis yang ditulis pada Laporan Tugas Akhir. Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membuat alat pengontrol suhu dan *safety* yang dapat digunakan oleh mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta sebagai sarana praktikum kontrol suhu pada studi Instrumentasi dan Kontrol Industri.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan analisa yang sudah dilakukan yaitu:

- Metode kontrol Logika Fuzzy dalam sistem ini menghasilkan karakteristik memiliki delay time 1916 detik, dan rise time selama 3413 detik, settling time selama 5094 detik dengan set point suhu bahan baku pada tangki sebesar 78°C, dan overshoot  $\pm 0,64\%$ .
- Nilai output PWM ketika input Error = -8 dan  $dError = 0,19$  dari masing-masing perhitungan logika fuzzy dan uji sistem adalah 238,3 dan 239,3 menghasilkan error sebesar  $\pm 0,41\%$ .
- Suhu sangat mempengaruhi kadar alkohol dari bioetanol. Semakin tinggi suhu boiler akan semakin rendah kadar alkohol dari bioetanol yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada suhu 84°C kadarnya 70%, pada suhu 98°C kadarnya 50%.

### 5.2 Saran

- Peletakan sensor suhu RTD PT100 sangat penting untuk mendapatkan pembacaan suhu yang akurat. Disarankan untuk meletakkan sensor suhu secara vertikal, bukan di atas heater, untuk memastikan bahwa pembacaan suhu mencerminkan suhu aktual cairan yang dipanaskan. Sensor yang terlalu dekat dengan sumber panas seperti heater dapat memberikan pembacaan yang lebih tinggi dari suhu sebenarnya, yang mengakibatkan kontrol suhu yang tidak efektif.
- Untuk mengatasi masalah perbedaan suhu di berbagai bagian boiler, disarankan untuk menggunakan *heat exchanger*. *heat exchanger* akan membantu mendistribusikan panas secara merata ke seluruh bagian boiler, sehingga mengurangi perbedaan suhu bahan baku. Dengan distribusi suhu yang merata, pembacaan sensor suhu akan lebih akurat, dan kontrol suhu akan lebih efektif.

- Lakukan pengujian tekanan pada jalur uap untuk memastikan tidak ada kebocoran. Untuk memastikan bahwa jalur uap tidak bocor dan menjaga efisiensi proses destilasi. Penggunaan bahan-bahan yang tahan panas dan korosi untuk sambungan dan segel juga sangat penting untuk mencegah kebocoran.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F. J. (2021). SISTEM KONTROL SUHU PADA ALAT PENYULINGAN BIOETANOL MENGGUNAKAN SENSOR SUHU DS18B20 BERBASIS MIKROKONTROLLER.
- Arundhani, W., Ginting, S. A. R., Charli, Alwi, R. H. A., Rabbani, A. B., & Ramadhan, M. A. (2020). *Teori Dasar Mosfet Serta Pendalamannya*. 1–24.
- Bollentin, J. W., & Wilk, R. D. (1996). Autoignition Characteristics of Ethanol.
- Cahya Handoko, F. F. (2023). SISTEM PENGENDALIAN LEVEL DAN ALIRAN AIR PADA MODUL LATIH RT 512 DAN RT 522
- I Ketut Suwintana. (2013). Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani Berbasis Web. *Jurnal Matrix*, 3(1), 39–45. <https://www.researchgate.net/publication/314214386>
- Madyanto, T. D., Santoso, I., & Setiawan, I. (2011). *Makalah Seminar Tugas Akhir Pengontrolan Suhu Menggunakan Metode Fuzzy-Pid Pada Model Sistem Hipertermia*. 1–9.
- Marlina, L., & Hainun, W. N. (2020). Pembuatan Bioetanol dari Air Kelapa Melalui Fermentasi dan Destilasi-Dehidrasi Dengan Zeolit. *Jurnal TEDC*, 14(3), 255–260.
- NH Saidi. (2020). *Tampilan Arduino Mega*. 2560, 1–23.
- Oliver Ken, J., Setiawan, I. N., & Sukerayasa, I. W. (2023). Desain Plts Off-Grid Berdasarkan Analisis Otonomi Baterai Lead Acid Opzv Di Adidaya Workshop, Jakarta Barat. *Jurnal SPEKTRUM*, 10(3), 12. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2023.v10.i03.p2>
- Rubianto, B., Winarso, R., & Wibowo, R. (2018). Rancang Bangun Kondensor Pada Destilator Bioetanol Kapasitas 5 Liter/Jam Dengan Skala Umkm. *Jurnal Crankshaft*, 1(1), 29–36. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v1i1.2587>
- Rusdi, A. P., Muslim, M. A., & Dwi, G. (2014). Sistem Pengendalian Suhu Pada Proses Distilasi Vakum Bioetanol Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. *Jurnal Publikasi*.
- Setiawan, T. (2018). Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan BahanBaku Batang Pisang. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 119–128.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siswanto, A., Sitepu, R., Lestariningsih, D., Agustine, L., Gunadhi, A., & Andyardja, W. (2020). Meja Tulis Adjustable Dengan Konsep Smart Furniture. *Scientific Journal Widya Teknik*, 19(2), 2621–3362.

Surbakti, R. R., & Sinaga, M. S. (2017). Penerapan Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan. *Penerapan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan*, 1(1), 8.

Taniyo, D., Antu, E. S., & Akuba, S. (2022). Rancang Bangun Alat Destilasi Bioetanol Berbahan Dasar Nira Aren. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(1), 22–26.  
<https://doi.org/10.30869/jtpg.v7i1.905>





## Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Rivaldo Aryanto anak pertama dari 3 bersaudara. Lahir di Klaten, 5 Oktober 2002. Lulus dari SD Negeri Tegalrejo tahun 2014, SMP Negeri 2 Pedan tahun 2017, dan SMA Negeri 1 Karangdowo pada tahun 2020, kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S.Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) (2020- Sekarang)

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 2 Pembuatan Alat



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



### Lampiran 3 Program Arduino

```
#define RED_PIN      41
#define YELLOW_PIN   39
#define GREEN_PIN    37
#define HEATER_PIN   6
#define TT01         A6
#define TT02         A7
#define PUMP_PIN     5
#define LS_PIN       51

String dataIn;
String dt[10];

float dataLabview1;
float dataLabview2;
bool dataLabview3;
bool dataLabview4;
bool dataLabview5;
float distance;
float PWMHeat;
float PWMPump;
float SUHU01;
float SUHU02;
int i;
boolean parsing=false;

void setup() {
  pinMode(HEATER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(GREEN_PIN, OUTPUT);
  pinMode(YELLOW_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LS_PIN, INPUT_PULLUP);

  dataIn="";
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  int numReads1 = 10;
  int senseSum1 = 0;
  for(int k = 0;k< numReads1; k++){
    senseSum1 += analogRead(TT01);
    delay(1);
  }
  int senseAve1 = senseSum1/ numReads1;
```

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
float mATT01 = map(senseAve1, 205, 1023, 400, 2000);
float SUHU01 = (((mATT01 - 400) / 1600) * 150);

int numReads2 = 10;
int senseSum2 = 0;
for(int p = 0;p< numReads2; p++){
    senseSum2 += analogRead(TT02);
    delay(1);
}
int senseAve2 = senseSum2/ numReads2;
float mATT02 = map(senseAve2, 205, 1023, 400, 2000);
float SUHU02 = ((mATT02 - 400) / 1600) * 200 ;

float LSStatus = digitalRead(LS_PIN);

PWMHeat = dataLabview1;
PWMPump = dataLabview2;

Serial.print(SUHU01); Serial.print(";");
Serial.print(SUHU02); Serial.print(";");
Serial.print(LSStatus); Serial.print(";");
Serial.print(dataLabview1); Serial.print(";");
Serial.print(dataLabview2);
Serial.println();
analogWrite(HEATER_PIN, dataLabview1);
analogWrite(PUMP_PIN, dataLabview2);
digitalWrite(YELLOW_PIN, dataLabview3);
digitalWrite(RED_PIN, dataLabview4);
digitalWrite(GREEN_PIN, dataLabview5);
}

if(Serial.available(>0)
{char inChar = (char)Serial.read();
dataIn +=inChar;
if(inChar == '\n') {parsing = true;}
}
if(parsing)
{parsingData();
parsing=false;
dataIn="";
}

//delay(1000);
}
void parsingData() {
int j=0;
dt[j]="";
```







## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
for (i = 0; i < dataIn.length(); i++)  
{if((dataIn[i] == ';'))  
{  
    j++;  
    dt[j]="";}  
else  
{dt[j] = dt[j]+dataIn[i];  
}  
dataLabview1 = dt[1].toInt();  
dataLabview2 = dt[2].toInt();  
dataLabview3 = dt[3].toInt() !=0;  
dataLabview4 = dt[4].toInt() !=0;  
dataLabview5 = dt[5].toInt() !=0;  
}  
}
```



Lampiran 4 Program LabVIEW

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

