



© 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



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

Sub Judul :

Sistem Kontrol Suhu Tangki Kondensor Menggunakan Kontrol PID pada  
Alat Destilasi Bioetanol

SKRIPSI

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

MUHAMMAD FADIL SHOLAHUDDIN

2003431011

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 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 Tangki Kondensor Menggunakan Kontrol PID pada Alat Destilasi Bioetanol**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**MUHAMMAD FADIL SHOLAHUDDIN**

**2003431011**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Muhammad Fadil Sholahuddin**

**NIM : 2003431011**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 9 Agustus 2024**

**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





## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Muhammad Fadil Sholahuddin  
NIM : 2003431011  
Program Studi : Instrumentasi Dan Kontrol Industri  
Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol Suhu Tangki Kondensor Menggunakan Kontrol PID 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**

Depok, 23 Agustus 2024

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



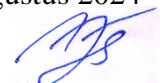
## KATA PENGANTAR

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 Tangki Kondensor Menggunakan Kontrol PID 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. Rivaldo Aryanto dan Thoriq Aziefan, teman satu kelompok 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 dan rekan-rekan IKI-20 serta teman-teman Kons IKI 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, 9 Agustus 2024



Penulis





## Sistem Kontrol Suhu Tangki Kondensor menggunakan Kontrol PID pada Alat Destilasi Bioetanol

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu pada tangki kondensor menggunakan kontrol PID. Pengendalian suhu air pada tangki kondensor sangat mempengaruhi proses kondensasi bioetanol. Sistem kontrol Proportional-Integral-Derivative (PID) dipilih karena kemampuannya dalam menyesuaikan parameter kontrol secara otomatis berdasarkan nilai error atau kesalahan terukur, sehingga menghasilkan respons yang cepat dan stabil. Tuning PID dilakukan menggunakan metode Cohen-Coon, dengan parameter PID yang diperoleh sebagai berikut:  $K_p = 51.444123$ ,  $T_i = 1100.058$ , dan  $T_d = 171.756$ . Hasil pengujian pertama dengan kontrol PID selama 3 jam menunjukkan nilai rise time ( $t_r$ ) selama 1246 detik, delay time ( $t_d$ ) selama 464 detik, overshoot  $\pm 5.93\%$ , settling time ( $t_s$ ) selama 8346 detik, dan peak time ( $t_p$ ) selama 5881 detik. Hasil pengujian kedua dengan kontrol PID selama 6 jam menunjukkan nilai rise time ( $t_r$ ) selama 8924 detik, delay time ( $t_d$ ) selama 7012 detik, overshoot sebesar  $\pm 3.28\%$ , settling time ( $t_s$ ) selama 14009 detik, peak time ( $t_p$ ) selama 18197 detik. Pada pengujian selama 3 jam kontrol PID terbukti efektif dalam menjaga suhu kondensor pada pengujian dengan setpoint  $31^\circ\text{C}$  menghasilkan volume bioetanol sebanyak 460 ml, yang lebih tinggi dibandingkan metode open loop dan kondisi tanpa kontrol. Pada suhu  $50.76^\circ\text{C}$ , volume bioetanol yang dihasilkan adalah 380 ml, sedangkan pada suhu  $33.84^\circ\text{C}$ , volume meningkat menjadi 450 ml. Kemudian dengan kontrol PID pada setpoint  $31^\circ\text{C}$ , volume bioetanol yang dihasilkan mencapai 460 ml. Pengujian menunjukkan bahwa volume bioetanol yang dihasilkan sangat bergantung pada suhu tangki kondensor, semakin tinggi suhu, semakin rendah volume bioetanol yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** Kontrol PID, destilasi bioetanol, sistem kontrol suhu, kondensor, tuning Cohen-Coon.

#### 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



## Condenser Tank Temperature Control System using PID Control on Bioethanol Distillation Equipment

### Abstract

This research aims to develop and implement a temperature control system in the condenser tank using PID control. Controlling the water temperature in the condenser tank greatly affects the bioethanol condensation process. The Proportional-Integral-Derivative (PID) control system was chosen because of its ability to automatically adjust the control parameters based on the measured error value, resulting in a fast and stable response. PID tuning is performed using the Cohen-Coon method, with the PID parameters obtained as follows:  $K_p = 51.444123$ ,  $T_i = 1100.058$ , and  $T_d = 171.756$ . The first test results with PID control for 3 hours showed the value of rise time ( $t_r$ ) for 1246 seconds, delay time ( $t_d$ ) for 464 seconds, overshoot  $\pm 5.93\%$ , settling time ( $t_s$ ) for 8346 seconds, and peak time ( $t_p$ ) for 5881 seconds. The second test results with PID control for 6 hours showed the value of rise time ( $t_r$ ) for 8924 seconds, delay time ( $t_d$ ) for 7012 seconds, overshoot of  $\pm 3.28\%$ , settling time ( $t_s$ ) for 14009 seconds, peak time ( $t_p$ ) for 18197 seconds. In the test for 3 hours PID control proved effective in maintaining the condenser temperature in the test with a setpoint of  $31^\circ\text{C}$  produces a volume of bioethanol as much as 460 ml, which is higher than the open loop method and the condition without control. At  $50.76^\circ\text{C}$ , the volume of bioethanol produced was 380 ml, while at  $33.84^\circ\text{C}$ , the volume increased to 450 ml. Then with PID control at a setpoint of  $31^\circ\text{C}$ , the volume of bioethanol produced reached 460 ml. The test shows that the volume of bioethanol produced is highly dependent on the temperature of the condenser tank, the higher the temperature, the lower the volume of bioethanol produced.

**Keywords:** PID control, bioethanol distillation, temperature control system, condenser, Cohen-Coon tuning.

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





## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
<i>Abstrak</i> .....	vi
<i>Abstract</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Destilasi.....	4
2.3.1 Boiler .....	5
2.3.2 Tangki Kondensor .....	5
2.3.3 Bioetanol .....	5
2.3 Sistem Kontrol Otomatis.....	6
2.3.1 Sistem Kontrol Loop Terbuka (Open Loop Control System).....	6
2.3.2 Sistem Kontrol Loop Tertutup (Close Loop Control System).....	7
2.4 Kendali PID (Proportional Integral Derivative).....	7
2.4.1 Perancangan Sistem Pengendalian .....	9
2.4.2 <i>Process Reaction Curve (PRC)</i> .....	9
2.4.3 <i>First Order Plus Dead Time</i> .....	10
2.4.4 Metode Cohen-Coon.....	11
2.5 Respons Transien Sistem .....	12
2.6 LabVIEW .....	14
2.6.1 PID LabVIEW .....	14

### 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





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

2.7	Arduino IDE.....	15
2.8	Komponen.....	15
<b>BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI .....</b>		<b>24</b>
3.1	Perancangan Alat.....	24
3.1.1	Deskripsi Alat.....	25
3.1.2	Cara Kerja Alat.....	27
3.1.3	Spesifikasi Alat .....	29
3.1.4	Diagram Blok Keseluruhan Sistem Alat Destilasi Bioetanol .....	30
3.1.5	Perancangan Mekanik Alat.....	32
3.1.6	Diagram Blok Subsistem .....	34
3.2	Realisasi Alat.....	36
3.2.1	Realisasi Rancang Bangun Alat.....	36
3.2.2	Flowchart Sistem .....	38
3.3	Realisasi Program.....	40
3.1.1	Program Arduino.....	40
3.1.2	Program Kontrol PID pada <i>software</i> LabVIEW .....	42
3.1.3	Tampilan HMI pada <i>software</i> LabVIEW .....	43
3.1.4	Validasi <i>Output</i> PWM yang diterima Arduino dari LabVIEW .....	44
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>46</b>
4.1	Pengujian.....	46
4.2	Deskripsi Pengujian.....	46
4.3	Prosedur Pengujian.....	46
4.4	Data Hasil Pengujian .....	47
4.4.1	Data Hasil Pengujian dengan PWM Pompa <i>off</i> .....	48
4.4.2	Data Hasil Pengujian <i>Open Loop</i> .....	49
4.4.3	Pemodelan Matematika PID Suhu .....	51
4.4.4	Data Hasil Pengujian dengan Kontrol PID .....	54
4.4.5	Analisa Data Hasil Pengujian.....	62
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>66</b>
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>lxx</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i> .....	6
Gambar 2. 2 Sistem Kontrol <i>Close Loop</i> .....	7
Gambar 2. 3 Diagram Blok PID Controller .....	8
Gambar 2. 4 Grafik PRC .....	9
Gambar 2. 5 Ilustrasi Kurva S Shaped Tuning Metode Cohen-Coon .....	12
Gambar 2. 6 Karakteristik respon transien .....	12
Gambar 2. 7 PID.vi LabVIEW .....	14
Gambar 2. 8 Arduino Mega 2560 .....	15
Gambar 2. 9 Sensor RTD PT100 .....	16
Gambar 2. 10 Transmitter RTD PT100 .....	17
Gambar 2. 11 <i>Element Heater</i> .....	18
Gambar 2. 12 <i>Solid State Relay</i> .....	18
Gambar 2. 13 Pompa air .....	19
Gambar 2. 14 Modul Mosfet .....	20
Gambar 2. 15 <i>Temperatur Controller XH-W3001</i> .....	20
Gambar 2. 16 Kipas DC .....	21
Gambar 2. 17 Modul Relay .....	22
Gambar 2. 18 Modul Stepdown LM2596 .....	23
Gambar 2. 19 <i>Level Limit Switch</i> .....	23
Gambar 3. 1 Flowchart perancangan alat .....	24
Gambar 3. 2 Diagram Blok Keseluruhan Sistem Alat Destilasi Bioetanol .....	30
Gambar 3. 3 Rancangan 3D Alat Destilasi Bioetanol .....	33
Gambar 3. 4 Desain Alat .....	34
Gambar 3. 5 Diagram Blok Subsistem .....	34
Gambar 3. 6 Diagram Blok Kontrol Suhu Kondensor menggunakan Kontrol PID .....	36
Gambar 3. 7 Tampak depan panel .....	37
Gambar 3. 8 Komponen dalam panel .....	37
Gambar 3. 9 Bentuk alat .....	38
Gambar 3. 10 Flowchart Subsistem .....	39
Gambar 3. 11 Program Pendeteksian Sensor Suhu .....	41
Gambar 3. 12 Program Pengiriman Data Arduino .....	41
Gambar 3. 13 Program Parsing Data Arduino .....	42
Gambar 3. 14 Program PID pada LabVIEW .....	43
Gambar 3. 15 Tampilan Halaman Utama pada LabVIEW .....	44
Gambar 3. 16 Tampilan HMI kontrol suhu kondensor pada LabVIEW .....	44
Gambar 3. 17 Tampilan sinyal PWM di Oscilloscope .....	45
Gambar 4. 1 Grafik Hasil pengujian selama 3 jam dengan Pompa off .....	49
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian selama 3 jam dengan Open Loop .....	50
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengujian selama 3 jam dengan kontrol PID .....	55
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian selama 6 jam dengan kontrol PID .....	59
Gambar 4. 5 Hasil Destilasi Bioetanol open loop selama 3 jam .....	63
Gambar 4. 6 Hasil Bioetanol dengan Kontrol PID selama 3 jam .....	64

**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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 7 Hasil Bioetanol dengan Kontrol PID selama 6 jam..... 64  
Gambar 4. 8 Hasil Bioetanol dengan pompa off selama 3 jam..... 65  
Gambar 4. 9 Pipa output dengan banyak uap yang tidak terkondensasi..... 65  
Gambar 4. 10 Pipa output dengan uap yang terkondensasi ..... 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan parameter .....	8
Tabel 2. 2 Parameter kontrol PID berdasarkan metode Chohen-Coon .....	11
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul Mosfet.....	20
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>Temperature Controller</i> XH-W3001.....	21
Tabel 3. 1 Komponen yang digunakan .....	33
Tabel 3. 2 Keterangan Gambar Tampak Depan .....	37
Tabel 3. 3 Keterangan Gambar Dalam Panel.....	38
Tabel 3. 4 Validasi Output PWM Arduino dari LabVIEW .....	45
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan.....	46
Tabel 4. 2 Keterangan Bahan .....	47
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian selama 3 jam dengan Pompa off.....	48
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian selama 3 jam dengan Open Loop .....	49
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian selama 3 jam dengan Kontrol PID.....	54
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian selama 6 jam dengan Kontrol PID.....	58

### 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

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



© 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

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup .....	lxx
Lampiran 2 Pengujian Alat .....	lxxi
Lampiran 3 Program Arduino .....	lxxii
Lampiran 4 Program LabVIEW .....	lxxv
Lampiran 5 Tampilan sinyal PWM pada Oscilloscope.....	lxxvi



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

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keterbatasan energi menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang keberlangsungan suatu negara. Kebutuhan dan konsumsi 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 difermentasikan, tahap selanjutnya adalah proses destilasi. Destilasi adalah 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 (kondensor) dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair (Setiawan, 2018).

Pada penelitian Bagus Aji Miftahudin (2021), yang berjudul “Implementasi Kontrol PID Untuk Pengendalian Suhu Pada Tangki Kondensor Dalam Proses Destilasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis” diketahui bahwa pada proses penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam destilasi minyak atsiri pada kulit jeruk



manis, salah satunya adalah suhu air pada tangki kondensor. Karena yang sering terjadi dilapangan adalah uap hasil perebusan biasanya mengalami *over heating* apabila air di kondensor tidak mampu menahan uap panas yang masuk. Akibatnya uap hasil perebusan tidak terproses menjadi minyak secara maksimal (Miftahudin et al., 2021).

Berdasarkan hal tersebut, dalam pembuatan tugas akhir ini maka akan dibuat rancang bangun sistem kontrol suhu tangki kodensor menggunakan kontrol PID pada alat destilasi bioetanol agar uap bioetanol yang melewati tangki kondensor dapat terkondensasi menjadi cairan bioetanol secara maksimal sehingga tidak ada uap bioetanol yang terbangun sia-sia.

### 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana merancang bangun alat destilasi bioethanol?
- b. Bagaimana merancang bangun sistem kontrol suhu tangki kondensor menggunakan kontrol PID?
- c. Bagaimana mengintegrasikan pemrograman sistem kontrol suhu tangki kondensor menggunakan kontrol PID dengan *software* LabVIEW?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

- a. Mampu merancang dan membangun alat destilasi bioetanol
- b. Mampu merancang dan membangun sistem kontrol suhu tangki kondensor menggunakan kontrol PID.
- c. Mampu mengintegrasikan pemrograman sistem kontrol suhu tangki kondensor menggunakan kontrol PID dengan *software* LabVIEW.

### 1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian

Hasil Tugas Akhir yaitu berupa alat destilasi bioethanol yang memiliki kontrol tangki kondensor menggunakan PID dan analisis yang ditulis pada Laporan Tugas Akhir. Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk



membuat alat destilasi dengan tangki kondensor yang dapat dikontrol sehingga dapat digunakan oleh mahasiswa Teknik Elektro sebagai sarana praktikum kontrol suhu pada program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri.



## © 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



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan data analisa dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data pengujian selama 10800 detik atau 3 jam yang dilakukan dengan kontrol PID menggunakan tuning dengan metode Cohen-Coon diperoleh nilai  $K_p = 51.414$ ,  $T_i = 1100.058$ , dan  $T_d = 171,756$ . Hasil pengujian mampu mencapai dan mempertahankan nilai *steady state* seperti yang ditampilkan pada grafik pengujian.
2. Berdasarkan data pengujian selama 10800 detik atau 3 jam dengan *setpoint* 31°C dan kontrol PID dengan nilai  $K_p = 51.414$ ,  $T_i = 1100.058$ , dan  $T_d = 171,756$  didapat respons transien kontrol PID yang dapat mencapai *rise time* selama 1246 detik, *delay time* selama 464 detik, *overshoot*  $\pm 5.93\%$ , *settling time* selama 8346 detik, dan *peak time* selama 5881 detik dan menghasilkan volume bioetanol terdestilasi sebanyak 460ml.
3. Berdasarkan data pengujian selama 21600 detik atau 6 jam dengan *setpoint* 29°C dan kontrol PID dengan nilai  $K_p = 51.414$ ,  $T_i = 1100.058$ , dan  $T_d = 171,756$  didapat respons transien kontrol PID yang dapat mencapai *rise time* (*tr*) selama 8924 detik, *delay time* (*td*) selama 7012 detik, *overshoot* sebesar  $\pm 3.28\%$ , *settling time* (*ts*) selama 14009 detik, *peak time* (*tp*) selama 18197 detik dan menghasilkan volume bioetanol terdestilasi sebanyak 930ml.
4. Suhu air pada tangki kondensor sangat mempengaruhi proses kondensasi bioetanol. Suhu yang lebih tinggi menghasilkan volume bioetanol yang lebih sedikit. Hasil pengujian, pada suhu 50.76°C volume yang dihasilkan adalah 380ml, sedangkan pada suhu 33.88°C volume meningkat menjadi 450ml. Kemudian dengan kontrol PID pada *setpoint* 31°C, volume bioetanol yang dihasilkan mencapai 460ml.
5. Pendinginan pada bak *reservoir* mempengaruhi sistem pendinginan pada tangki kondensor. Bak *reservoir* dengan volume bak reservoir 8.1 liter dan luas penampangnya 1080 cm<sup>2</sup> yang dilengkapi dengan 2 buah kipas DC

#### 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



proses pendinginan yang optimal hanya bertahan selama 3 jam karena setelah lebih dari 3 jam air pada bak *reservoir* mencapai 30°C sehingga ketika proses lebih dari 4 jam suhu pada kondensor melebihi *setpoint* 31°C, sedangkan menggunakan bak *reservoir* dengan volume 13.5 liter dan luas penampangnya 1800 cm<sup>2</sup> yang dilengkapi dengan 4 buah kipas DC pendinginan dapat optimal walaupun proses berjalan lebih dari 6 jam, suhu pada tangki kondensor dapat bertahan di *setpoint* 29°C.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Peletakan sensor suhu RTD PT100 di posisi yang strategis sangat penting untuk mendapatkan pendeteksian suhu yang akurat. Disarankan untuk meletakkan sensor suhu secara vertikal, bukan di bagian bawah kondensor dengan posisi horizontal, untuk memastikan bahwa pendeteksian suhu dapat mendeteksi suhu aktual cairan diseluruh bagian atas sampai bawah tangki kondensor. Karena ketika sistem berjalan, terdapat sedikit perbedaan perpindahan panas pada bagian atas dengan bagian bawah tangki kondensor, sehingga apabila sensor diletakkan dibagian bawah dengan posisi horizontal dapat mengakibatkan kontrol suhu yang tidak efektif.
2. Melakukan pengujian tekanan pada jalur uap supaya untuk memastikan bahwa jalur uap tidak bocor dan menjaga efisiensi proses destilasi, serta penggunaan bahan-bahan yang tahan panas dan korosi untuk sambungan dan segel untuk mencegah kebocoran.



### 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



## DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2024). *Arduino® Mega 2560 Rev3*. Arduino.  
<https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000067-datasheet.pdf>
- Ashari, A. B. (2020). Kontrol Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Metode Field Orientation Control (FOC) Berbasis Fuzzy-PID. *Jurnal Teknik Elektro*, 9, 763–772.
- Emzain, Z. F. dan, & Mashudi, I. (2020). *Oleh :Kontrol Otomatis*. 1–12.
- Fatimura, M. (2015). *JURNAL MEDIA TEKNIK*.
- Irhas, M., Iftitah, I., & Azizah Ilham, S. A. (2020). Penggunaan Kontrol Pid Dengan Berbagai Metode Untuk Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Dc. *JFT : Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 7(1), 78.  
<https://doi.org/10.24252/jft.v7i1.13846>
- Jhonprimen, H. ., Turnip, A., & Dahlan, M. H. (2012). Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 18(2), 43–51.
- Lovisia, E. (2022). Bioetanol dari Singkong sebagai Sumber Energi Alternatif. *Science, and Physics Education Journal (SPEJ)*, 6(1), 8–14.  
<https://doi.org/10.31539/spej.v6i1.5007>
- Megido, A., & Ariyanto, E. (2015). Water Temperature Control System Using Pid Control. and Water Volume in the Tank Water Heater Based on Arduino Uno. *Gema Teknologi*, 18(4), 21–28.
- Miftahudin, B. A., Siswoko, S., & Hariyadi, H. (2021). Implementasi Kontrol PID Untuk Pengendalian Suhu Pada Tanki Kondensor Dalam Proses Destilasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 7(1), 92. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v7i1.185>
- Muhardian, R., & Krismadinata, K. (2020). Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 328. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.108034>
- 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>
- Saravanakumar, G., Dinesh, S., Preteep, S., Sridhar, P., & Suresh, M. (2017). *Controller Tuning Method for Non-Linear Conical Tank System*. 1(2), 224–228.
- Sari, A., & Jusmi, F. (2020). Perancangan sistem kontrol pid dengan aplikasi scilab. *APCP (Applied Physics of Cokroaminoto Palopo)*, 1, 31–41.
- Setiawan, T. (2018). Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan

### 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



Bahan Baku Batang Pisang. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 119–128.

Sidabutar, A. (2021). *Sistem Kontrol Kelembaban Pada Kumbung Jamur Tiram*. 3–45.

Sutarna, N., & Purwanti, B. S. R. (2020). Metode Tuning Operating Range Fuzzy PID Controller pada Sistem Orde Tiga. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 33–39. <https://doi.org/10.15294/jte.v12i1.24050>

Winarso, R., Nugraha, B. S., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Kudus, U. M. (2015). *PENGEMBANGAN ALAT DEHYDRATOR BIOETANOL MODEL BATH*. 435–440.

Yuda, Y. P. (2019). Analisa Pengaruh PID Pada Pengendali Mrac dengan Penambahan Nilai Gamma Pada Sistem Pendingin Jamur Merang Untuk Mengendalikan Temperatur. *Jurusan Teknik Elektro UIN Suska Riau*.



## © 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







## Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Fadil Sholahuddin anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Purworejo, 11 Desember 2001. Lulus dari SD Negeri Muhammad Fadil Sholahuddin tahun 2014, SMP A-Huda Jetis, Kebumen tahun 2017, dan SMA Negeri 1 Kutowinangun 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).

#### Hak Cipta :

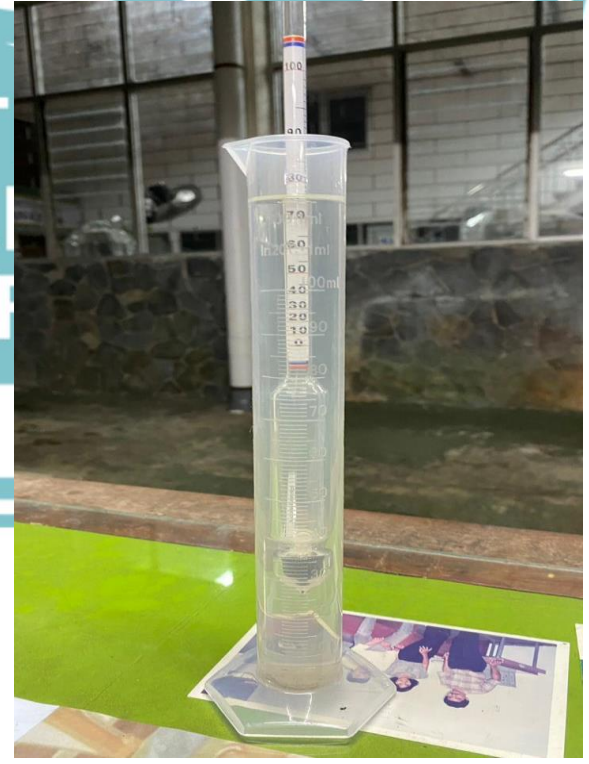
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

## Lampiran 2 Pengujian Alat

### 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







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

### 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;
  float mATT01 = map(senseAve1, 205, 1023, 400, 2000);
```





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 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]="";
    for (i = 0; i < dataIn.length(); i++)
```



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

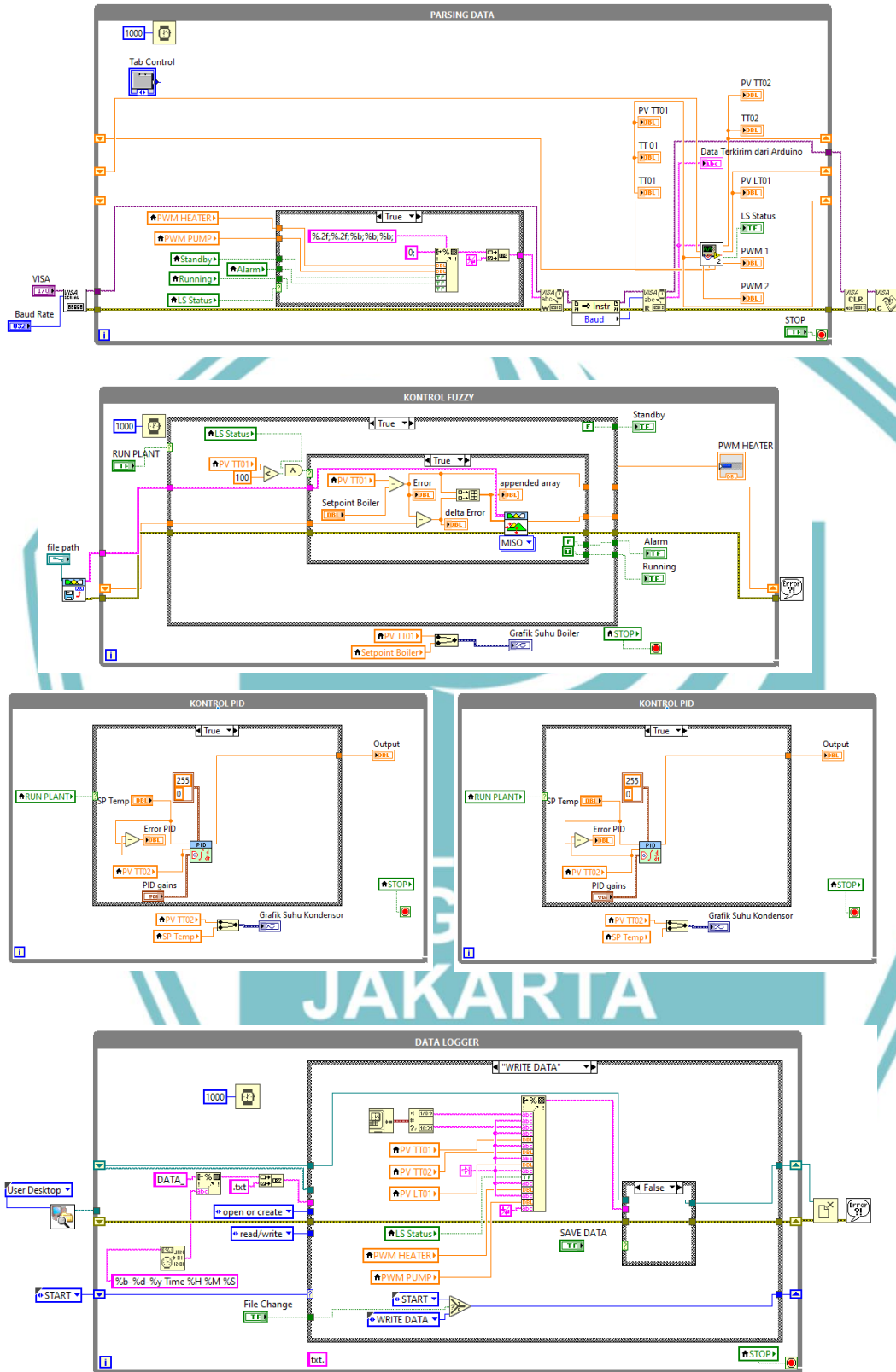
### Hak Cipta :

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

```
{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

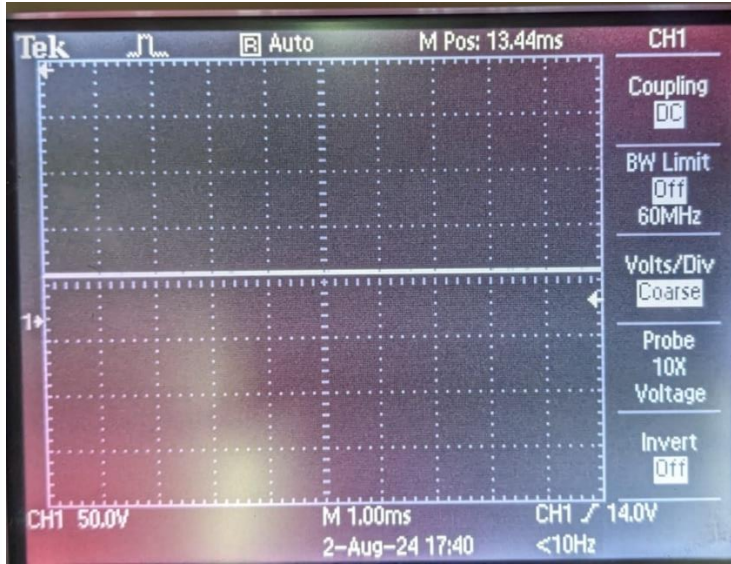


### Hak Cipta :

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



Lampiran 5 Tampilan sinyal PWM pada Ociloscope



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