



© 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



PNJ – BADAK LNG

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT
PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH
MENJADI LILIN AROMATERAPI
BERBASIS ARDUINO**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Ahmad Adifani
NIM.1902322012

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

AGUSTUS, 2022



© 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



PNJ – BADAK LNG

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT
PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH
MENJADI LILIN AROMATERAPI
BERBASIS ARDUINO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

**Ahmad Adifani
NIM.1902322012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

AGUSTUS, 2022



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater”

© 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 mengumunkan 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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH
MINYAK JELANTAH MENJADI LILIN AROMATERAPI
BERBASIS ARDUINO

Oleh:
Ahmad Adifani
NIM.1902322012
Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing Tugas Akhir
Politeknik Negeri Jakarta

Hasvienda M. Ridlwan, S.T., M.T.
NIP. 19901216201803 1001

Pembimbing Tugas Akhir
Badak LNG

DocuSigned by:

B4B9EEA865BF435...

Ir. Vernida Mufidah, ST, MBA, IPM
NIP. 132435

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Konversi Energi

Yuli Mafendro DES, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013



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 PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH
MINYAK JELANTAH MENJADI LILIN AROMATERAPI
BERBASIS ARDUINO

Oleh:
Ahmad Adifani
NIM.1902322012
Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 09 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.	Penguji 1		31/8/2022
2.	Yuli Mafendro DES, S.Pd., M.T.	Penguji 2		21/8/2022
3.	Ir. Rivon Tridesman, ST, IPM	Penguji 3		01/09/2022
4.	Ir. Charles Tampubolon, ST, IPM	Penguji 4		01/09/2022

Bontang, 30 Agustus 2022

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
NIP. 197707142008121005



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Adifani

NIM : 1902322012

Program Studi : Diploma III Teknik Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 29 Agustus 2022



Ahmad Adifani
NIM. 1902322012





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

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH MENJADI LILIN AROMATERAPI BERBASIS ARDUINO

Ahmad Adifani¹⁾, Hasvienda Ridlwan¹⁾, Vernida Mufidah²⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok. 16424

²⁾PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: ahmadadifani@gmail.com

ABSTRAK

Dewasa ini, pengetahuan manusia untuk meningkatkan efisiensi suatu pekerjaan semakin berkembang. Proses manual dapat terus dioptimalkan dengan sistem otomatisasi. Arduino merupakan sebuah papan sirkuit yang terintegrasi dengan mikrokontroler seperti Atmega 328p. Terdapat pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi pada mitra binaan Badak LNG, yaitu SALIN SWARA yang menggunakan metode manual. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem kontrol pada pompa, solenoid valve, servo, motor, dan heater supaya unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi dapat memproduksi lilin aromaterapi dengan baik. Heater pada *mixer column* dikontrol dengan kontrol PID dengan metode penalaan ziegler-nichols tipe 2 demi mengoptimalkan proses produksi seperti yang sudah dilakukan pada skala laboratorium.

Kata kunci: Otomatisasi, Arduino, PID, Kontrol, Lilin Aromaterapi.



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

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AUTOMATION SYSTEMS ON THE UNIT FOR THE PROCESSING OF WASTE WASTE OIL INTO AROMATHERAPY CANDLES Arduino BASED

Ahmad Adifani¹⁾, Hasvienda Ridlwan¹⁾, Vernida Mufidah²⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok. 16424

²⁾PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: ahmadadifani@gmail.com

ABSTRACT

Nowadays, human knowledge to improve the efficiency of a job is growing. Manual processes can be continuously optimized with automation systems. Arduino is a circuit board that is integrated with a microcontroller such as the Atmega 328p. There is processing of used cooking oil waste into aromatherapy candles for Badak LNG's fostered partners, namely SALIN SWARA, which uses the manual method. The purpose of this study is to design a control system for the pump, solenoid valve, servo, motor, and heater so that the waste cooking oil processing unit into aromatherapy candles can produce aromatherapy candles properly. The heater on the mixer column is controlled by PID control with the Ziegler-Nichols type 2 tuning method in order to optimize the production process as has been done on a laboratory scale.

Keywords: Automation, Arduino, PID, Control, Aromatherapy Candle.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, dan karunianya sehingga penulis dapat menuntaskan laporan tugas akhir berjudul **"Rancang Bangun Sistem Otomasi Pada Unit Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Lilin Aromaterapi Berbasis Arduino"**. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh petunjuk, bimbingan, dan masukan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Johan Anindito Indriawan selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Ir. Kusumo Adhi Putranto. S.T., M.B.A., I.P.M., C.M.R.P selaku Wakil Direktur LNG Academy Bidang Akademik.
4. Bapak Hasvienda Mohammad Ridlwan, S.T., M.T. selaku Pembimbing I tugas akhir dari Politeknik Negeri Jakarta.
5. Ibu Vernida Mufidah selaku Pembimbing II tugas akhir dari Badak LNG.
6. Bapak Ir. Eko Wahyu Susilo, S.T, I.P.M selaku Ketua Jurusan konsentrasi Listrik dan Instrumentasi yang telah memberikan bantuan pengarahaan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
7. CSR Badak LNG yang telah memberikan dukungan berupa bantuan pendanaan.
8. Deriza Sesiawan Zulhaq dan Hibatullah Elang Ramadhan selaku teman satu tim Penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
9. Pandu Nugroho, Hadekha Erfadila Fitra, Jerry Farhan selaku rekan satu konsestrasi listrik instrumentasi.
10. Teman-teman LNG Academy Angkatan 9 yang telah memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran pengerjaan tugas akhir.

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



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

11. Pihak Badak LNG dan segenap civitas LNG Academy yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Seluruh pihak yang ikut berkontribusi dalam ketuntasan tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu.
13. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa sangat mungkin jika masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis berharap kepada pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang membangun agar dapat dijadikan acuan hingga menjadi lebih baik lagi. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis namun juga bagi pembaca sekalian.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Bontang, 30 Agustus 2022

Ahmad Adifani
NIM. 1902322012



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	IV
HALAMAN PENGESAHAN.....	V
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	VI
ABSTRAK.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
KATA PENGANTAR.....	IX
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR TABEL.....	XV
DAFTAR GAMBAR.....	XVI
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
2.1. Tujuan.....	3
2.2. Batasan Masalah.....	3
2.3. Lokasi Objek Tugas Akhir	4
2.4. Metode Penyelesaian Laporan Tugas Akhir.....	4
2.4.1. Sumber Data.....	4
2.4.2. Metode Pengumpulan Data.....	4
2.5. Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	5
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Limbah Minyak Jelantah.....	6
2.2. Lilin Aromaterapi	6
2.3. Sistem Instrumentasi	6
2.3.1. Elemen – Elemen Sistem Instrumentasi.....	7
2.3.2. Peralatan Instrumentasi	8
2.4. Sistem Kontrol.....	13
2.4.1. Sistem Kontrol Kalang Terbuka (<i>Loop</i> Terbuka)	13
2.4.2. Sistem Kontrol Kalang Tertutup (<i>Loop</i> Tertutup)	15
2.4.3. Sistem Kontrol Sekuensial	17
2.5. Pengontrol Proses	18

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

2.5.1.	Kontrol <i>on-off</i>	18
2.5.2.	Kontrol Proporsional.....	19
2.5.3.	Kontrol Derivatif.....	21
2.5.4.	Kontrol Integral.....	23
2.5.5.	Kontrol PID (Proporsional – Integral – Derivatif).....	25
2.6.	Penalaan PID (<i>tunning PID</i>).....	27
2.6.1.	Metode manual.....	27
2.6.2.	Metode Zigler Nichols	27
2.6.3.	Metode Cohen-Coon.....	30
2.7.	Respon Sistem	32
2.8.	Arduino.....	34
2.8.1.	<i>Power Supply</i>	35
2.8.2.	Input dan Output	37
2.8.3.	Komunikasi	37
2.8.4.	Proteksi Arduino Mega 2560	38
2.8.5.	Arduino Uno	38
2.8.6.	Software	39
2.9.	Zero Crossing	41
2.10.	TRIAC (<i>TRI</i> ode for Alternating Current)	42
2.11.	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	43
2.12.	Sistem Kelistrikan.....	44
2.12.1.	Motor Listrik (<i>Electric Motor</i>) AC.....	44
2.12.2.	Elemen Pemanas (Heater)	46
2.12.3.	<i>Power Supply</i>	47
2.13.	Sistem Proteksi Listrik.....	48
2.13.1.	Miniature Circuit Breaker (MCB).....	48
3	BAB III METODE PENELITIAN.....	49
3.1.	Prosedur Kerja.....	49
3.2.	Pengumpulan Data dan Informasi	50
3.3.	Eksperimen Skala Laboratorium	50
3.4.	Teknis Perancangan Sistem.....	51
3.4.1.	Gambaran Umum Unit.....	51



© 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

3.4.2.	Process And Flow Diagram (PFD)	53
3.4.3.	Rancangan Sistem Kontrol.....	54
3.4.4.	Rancangan Sistem Proteksi.....	57
3.5.	Pengadaan Material	57
3.6.	Fabrikasi Sistem	58
3.7.	Pengujian Sistem	59
3.8.	Pengambilan Dan Pengumpulan Data.....	59
3.9.	Analisis Data	60
3.10.	Kesimpulan dan Saran	60
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1.	Deskripsi Proses	61
4.1.1.	Deskripsi Proses Pada <i>Mixer Column</i>	63
4.2.	Sistem Kontrol.....	64
4.2.1.	Sistem Kontrol Sekuensial.....	64
4.2.2.	Urutan Proses Pembuatan Lilin Aromaterapi	70
4.2.3.	Sistem Kontrol Motor Pengaduk.....	72
4.2.4.	Sistem Kontrol Temperatur <i>Heater</i>	77
4.3.	Pengujian	84
4.3.1.	Pengujian Pompa DC 12V	84
4.3.2.	Pengujian Termokopel tipe K	84
4.3.3.	Pengujian Solenoid Valve 220V ½ Inch	85
4.3.4.	Pengujian <i>Time Delay</i> Solenoid Valve Pewangi.....	86
4.3.5.	Pengujian <i>Time Delay</i> Pewarna	87
4.3.6.	Pengujian <i>Time Delay</i> Minyak Jelantah.....	88
4.3.7.	Pengujian <i>Time Delay</i> Stearic acid	89
4.3.8.	Pengujian Motor dan Zero Coss.....	90
4.4.	Pemodelan Sistem Kontrol PID Pada Heater	92
4.5.	Penalaan PID (<i>Tunning PID</i>)	93
4.5.1.	Penalaan Metode Ziegler-Nichols tipe 2.....	93
4.5.2.	Analisis Respon Sistem Menggunakan Metode Ziegler-Nichols tipe 2	95
4.5.3.	Penalaan Metode Cohen-Coon.....	96



© 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

4.5.4.	Analisis Respon Sistem Menggunakan Metode Cohen-Coon	99
5	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	100
5.1.	Kesimpulan.....	100
5.2.	Saran.....	100
6	DAFTAR PUSTAKA	101
7	LAMPIRAN 1 <i>Source code</i> Sistem Kontrol Sekuensial.....	103
8	LAMPIRAN 2 <i>source code</i> Sistem Kontrol Motor Pengaduk.....	109
9	LAMPIRAN 3 <i>source code</i> Sistem Kontrol PID Temperatur <i>Heater</i>	111
10	LAMPIRAN 4 <i>Source code</i> Input Step Metode Cohen-Coon.....	115
11	LAMPIRAN 5 Realisasi Rancang Bangun Alat	118
12	LAMPIRAN 6 Instruksi Kerja	119



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Tabel jenis-jenis termokopel.....	9
Tabel 2.2: Tabel Parameter PID.....	27
Tabel 2.3: Tabel Pengaturan Ziegler Nichols 1	29
Tabel 2.4: Tabel Pengaturan Ziegler-Nichols 2	30
Tabel 2.5: Tabel Pengaturan Cohen-Coon	32
Tabel 2.6: Tabel spesifikasi arduino mega 2560.....	35
Tabel 2.7: Tabel pin arduino mega 2560	37
Tabel 2.8: Tabel Spesifikasi Arduino Uno	38
Tabel 3.1: Rancangan Komponen Sistem Kontrol.....	55
Tabel 3.2: Tabel penentuan rating circuit breaker	57
Tabel 4.1: Tabel Spesifikasi Arduino Uno	74
Tabel 4.2: Tabel spesifikasi zero-cross ac dimmer.....	75
Tabel 4.3: Tabel Spesifikasi Motor AC	77
Tabel 4.4: Tabel spesifikasi termokopel	80
Tabel 4.5: Tabel spesifikasi heater.....	82
Tabel 4.6: Tabel spesifikasi LCD dan I2C driver	83
Tabel 4.7: Tabel pengujian termokopel	84
Tabel 4.8: Tabel time delay pewangi	86
Tabel 4.9: Tabel pengujian time delay pewarna	88
Tabel 4.10: Tabel pengujian pompa minyak jelantah	88
Tabel 4.11: Tabel pengujian stearic acid.....	90
Tabel 4.12: Tabel speed motor.....	91
Tabel 4.13: Tabel Pengaturan Ziegler-Nichols 2	94
Tabel 4.14: Tabel tuning Cohen-Coon.....	98

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Sistem Instrumentasi	6
Gambar 2.2: Termokopel	8
Gambar 2.3: Solenoid Valve	9
Gambar 2.4: Motor Servo	10
Gambar 2.5: Pompa DC	11
Gambar 2.6: Liquid Crystal Display (LCD)	12
Gambar 2.7: I2C Driver LCD	12
Gambar 2.8: Sistem Kontrol Kalang Terbuka	13
Gambar 2.9: Sistem Kontrol Kalang Tertutup	15
Gambar 2.10: Sistem Kontrol Sekuensial	17
Gambar 2.11: Kontrol On-Off	18
Gambar 2.12: Kontrol Proporsional	19
Gambar 2.13: Kontrol Derivatif	21
Gambar 2.14: Kontrol Proporsional Derivatif	22
Gambar 2.15: Kontrol Integral	23
Gambar 2.16: Kontrol Proporsional Integral	24
Gambar 2.17: PID Block	25
Gambar 2.18: Sinyal Uji	28
Gambar 2.19: Grafik Reaksi Proses	28
Gambar 2.20: Block Proportional Controller	29
Gambar 2.21: Menentukan Nilai Pcr Pada Respon	30
Gambar 2.22: Respon terhadap input step	31
Gambar 2.23: Respon Sistem Terhadap Unit Step	33
Gambar 2.24: Arduino Uno	34
Gambar 2.25: Arduino Uno	38
Gambar 2.26: Tampilan program arduino	40
Gambar 2.27: Zero cross ac dimmer	41
Gambar 2.28: Sinyal PWM	43
Gambar 2.29: Motor Listrik 220 V	44
Gambar 2.30: Elemen Pemanas (Heater)	46
Gambar 2.31: Power Supply	47
Gambar 2.32: Miniature Circuit Breaker (MCB)	48
Gambar 3.1: Alur Kerja Pengerjaan Tugas Akhir	49
Gambar 3.2: Flow Chart Unit Pembuatan Lilin Aromaterapi	51
Gambar 3.3: PFD Unit Pembuatan Lilin Aromaterapi	53
Gambar 3.4: Rancangan Kontrol	54
Gambar 4.1: Unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi	61
Gambar 4.2: PFD Unit Pembuatan Lilin Aromaterapi	61
Gambar 4.3: PFD Mixer Column	63
Gambar 4.4: Rancangan Kontrol Sekuensial	65
Gambar 4.5: Servo pada custom valve	66
Gambar 4.6: Solenoid valve	68



© 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 4.7: Urutan Logika	70
Gambar 4.8: Sistem Kontrol Motor Pengaduk.....	73
Gambar 4.9: Arduino Uno R3.....	74
Gambar 4.10: Motor Pengaduk	76
Gambar 4.11: Sistem Kontrol Temperatur Heater	78
Gambar 4.12:Zero cross ac dimmer	79
Gambar 4.13: Termokopel tipe K	80
Gambar 4.14: MAX 6675	81
Gambar 4.15: Heater	82
Gambar 4.16: LCD.....	83
Gambar 4.17: Pengujian Solenoid Valve	85
Gambar 4.18: Pengujian Pewangi	86
Gambar 4.19: Pengujian pewarna	87
Gambar 4.20: custom valve untuk stearic acid	89
Gambar 4.21: Menampung stearic acid saat pengujian	89
Gambar 4.22: Grafik Pengujian Motor	92
Gambar 4.23: Grafik osilasi berkesinambungan\.....	94
Gambar 4.24: Grafik respon sistem metode ziegler Nichols	95
Gambar 4.25: Respon terhadap input step	96
Gambar 4.26: Input step daya 35%.....	97
Gambar 4.27: Grafik respon sistem metode cohen-coon.....	99

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng bekas pemakaian, baik dalam kebutuhan rumah tangga, kebutuhan restoran, kebutuhan pedagang kaki lima, maupun kebutuhan lainnya. Di lingkungan Badak LNG, terdapat limbah minyak jelantah yang dihasilkan oleh mitra binaan Badak LNG, misalnya catering. Limbah yang dihasilkan oleh catering mitra binaan PT Badak NGL cukup banyak, yaitu berkisar dua puluh lima sampai dengan lima puluh liter pada setiap minggu. Hal tersebut sejalan dengan pesanan makanan yang hampir selalu ada pada setiap harinya.

Jika tidak dikelola dengan baik, limbah minyak jelantah yang dihasilkan ini akan mengotori lingkungan apabila hanya dibuang ke selokan, parit, tanah, dan sebagainya. Perlu adanya pengelolaan limbah yang baik agar kelestarian alam dapat terjaga dengan baik. Ada beberapa opsi untuk pengolahan limbah minyak jelantah agar tidak terbuang percuma, misalnya diolah menjadi bahan bakar biodiesel, lilin aromaterapi, sabun cuci, pembersih lantai, pupuk, dan sebagainya.

Opsi pengolahan limbah minyak jelantah yang paling relevan adalah diolah menjadi produk lilin aromaterapi. Lilin aromaterapi merupakan lilin yang mengandung bahan pewangi yang dapat digunakan sebagai media penyegaran tubuh, bersantai, menghilangkan stress, dan menghilangkan kecemasan. Lilin aromaterapi menawarkan kenyamanan bagi siapa saja yang berada di dekatnya. Selain itu, lilin aroma terapi juga memiliki fungsi sebagai media penerangan seperti fungsi lilin pada umumnya. Jika kita berada di sebuah ruangan yang terdapat lilin aromaterapi, musik yang menenangkan, maka kita akan merasakan kenyamanan yang dapat menyegarkan pikiran.

Lilin aromaterapi memiliki nilai di pasar yang cukup baik, berdasarkan riset telah dilakukan di beberapa pasar online dan UD. Tani di kota Bontang. Adanya permintaan yang cukup banyak terhadap lilin aromaterapi di pasaran menyiratkan

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

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

peluang bahwa pengolahan limbah minyak jelantah menjadi produk lilin aromaterapi akan memiliki nilai ekonomis yang baik dan layak untuk dilanjutkan.

Badak LNG melalui Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat) selaku mitra binaan telah melakukan percobaan pembuatan lilin aromaterapi dengan memanfaatkan limbah minyak jelantah dalam skala kecil. Namun, dalam percobaan pembuatan lilin aromaterapi dari limbah minyak jelantah ditemukan beberapa kendala, yaitu proses produksi hanya dalam skala kecil 600 mL, proses pemanasan dan pengadukan dilakukan secara manual, serta kualitas produk yang dihasilkan kurang konsisten. Dengan kendala tersebut, diperlukan sebuah unit khusus yang dirancang untuk mengolah limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi supaya Salin Swara dapat membuat lilin aromaterapi dengan lebih mudah dan efektif yaitu mesin otomatis. Mesin otomatis bertujuan untuk mempercepat proses kegiatan dengan mengubah suatu kegiatan yang bersifat manual menjadi otomatis.

Perlu dilakukan uji coba skala laboratorium guna meninjau lebih lanjut proses pembuatan lilin aromaterapi dari limbah minyak jelantah. Selain itu, uji coba skala laboratorium perlu dilakukan guna meningkatkan kualitas mutu produk lilin aromaterapi yang dihasilkan. Dalam percobaan skala laboratorium yang telah dilakukan, ditemukan beberapa kendala dalam proses pembuatan lilin aromaterapi diantaranya adalah kurang maksimalnya kualitas lilin aromaterapi yang dihasilkan karena proses homogenisasi tidak berjalan dengan baik. Selain itu, proses pemanasan campuran membutuhkan waktu lama. Di samping itu, proses pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi yang cukup Panjang, diperlukan sistem otomasi yang memudahkan proses produksi. Penulis juga telah melakukan kajian literatur terkait sistem kontrol suhu pada heater. Ditemukan bahwa jika dikontrol menggunakan sistem kontrol on-off akan terjadi respon yang fluktuatif, sehingga penulis meyakini bahwa perlu dilakukan pengontrolan berbasis PID.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk menyelesaikan kendala-kendala tersebut dengan membuat rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan



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

limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi sehingga pembuatan lilin aromaterapi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efektif. Sistem otomasi dirancang agar pengguna dapat melakukan proses produksi lilin aromaterapi dengan mudah, aman, dan efisien. Sistem otomasi tersebut mengacu pada kontrol motor pengaduk, elemen pemanas, valve, pompa, dan sekuensialnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengolah limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi yang berkualitas dengan lebih mudah dan efisien.

Rancang bangun yang dihasilkan dalam penelitian ini nantinya akan diserahkan kepada masyarakat melalui Salin Swara. Sebelum diserahkan, akan dilakukan pembekalan terkait pengoperasian dan perawatan alat yang telah dibuat.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi?
2. Bagaimana proses menerapkan sistem kontrol berbasis pengontrol PID untuk pengendalian suhu mixer melalui *electric heater*

2.1. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem otomasi yang dapat menghasilkan 10,5 L lilin aromaterapi pada setiap operasi
2. Menerapkan sistem kontrol berbasis pengontrol PID untuk pengendalian suhu mixer melalui *electric heater*.

2.2. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini berfokus pada sistem kontrol elemen pemanas (*heater*), motor pengaduk, pompa, dan valve pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi.



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

2. Penentuan komponen pada rancang bangun yang dibuat dibatasi oleh kompatibilitas dan kapabilitas arduino, ketersediaan di pasaran, perhitungan, dan pertimbangan biaya.

2.3. Lokasi Objek Tugas Akhir

Lokasi objek Tugas Akhir berada di lingkungan Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat) kelurahan Telihan, Workshop Badak Learning Center, dan Seksi Electrical & Instrument Badak LNG, Bontang, Kalimantan Timur.

2.4. Metode Penyelesaian Laporan Tugas Akhir

Metode penyelesaian laporan yang digunakan agar rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi ini dapat terwujud adalah sebagai berikut:

2.4.1. Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada laporan tugas akhir ini diperoleh dari beberapa sumber antara lain:

- a. Studi literatur meliputi buku, jurnal, karya ilmiah, dan situs web terkait dengan konsep PID, on-off, dimmer, zero cross beserta komponen penunjangnya.
- b. Studi lapangan meliputi hasil survey ke Salin Swara, pengujian komponen, *troubleshooting*, dan pengaruh penggunaan sistem otomasi terhadap produksi lilin aromaterapi.

2.4.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang relevan sebagai dasar penyusunan laporan diperoleh dengan beberapa metode, yaitu:

- a. Metode Percobaan, yaitu dengan melakukan percobaan terhadap kinerja komponen dan alat yang dirancang.
- b. Metode Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan objek secara langsung berkaitan dengan hasil produksi lilin aromaterapi dengan sistem otomasi dibandingkan dengan tanpa sistem otomasi.



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Metode Dokumentasi, yaitu dengan mengumpulkan sumber data yang dapat melengkapi hasil penelitian berupa pencatatan data dan pengambilan gambar.

2.5. Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

BAB 1 PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, manfaat yang akan didapat, serta metode penyelesaian dan sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB 3 METODE PELAKSANAAN

Menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil dan analisis data, perhitungan-perhitungan perancangan atau analisis, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan/penelitian. Isi kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir disertai saran-saran atau opini yang berkaitan dengan tugas akhir.

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 II TINJAUAN PUSTAKA

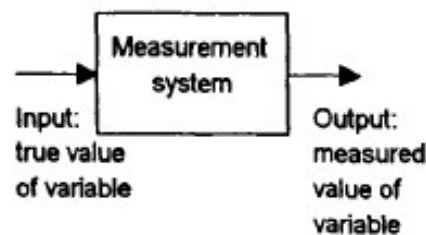
2.1. Limbah Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng bekas pemakaian, baik dalam kebutuhan rumah tangga, kebutuhan restoran, kebutuhan pedagang kaki lima, maupun kebutuhan lainnya. Limbah ini berasal dari minyak sawit dan segala jenis minyak goreng yang telah digunakan pada proses penggorengan. Jika dilihat dari komposisi kimianya, minyak goreng bekas mengandung senyawa karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan. Sehingga penggunaan minyak goreng bekas yang digunakan berkali-kali, dapat merusak kesehatan tubuh kita, misalnya timbul berbagai penyakit seperti kanker.

2.2. Lilin Aromaterapi

Lilin aromaterapi merupakan lilin yang mengandung bahan pewangi yang dapat digunakan sebagai media penyegaran tubuh, bersantai, menghilangkan stress, dan menghilangkan kecemasan. Lilin aromaterapi menawarkan kenyamanan bagi siapa saja yang berada di dekatnya. Selain itu, lilin aroma terapi juga memiliki fungsi sebagai media penerangan seperti fungsi lilin pada umumnya[15].

2.3. Sistem Instrumentasi



Gambar 2.1: Sistem Instrumentasi

Sistem Instrumentasi merupakan sistem yang digunakan untuk melakukan pengukuran dengan memberikan suatu nilai numerik yang sesuai dengan variabel



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

yang diukur. Misalnya, thermometer dapat digunakan untuk memberikan suatu nilai numerik dari sebuah cairan yang diukur[2].

Sistem Instrumentasi yang digunakan untuk melakukan pengukuran memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur, dan keluaran berupa nilai yang terukur.

2.3.1. Elemen – Elemen Sistem Instrumentasi

Sistem instrumentasi/pengukuran terdiri dari beberapa elemen yang digunakan untuk menjalankan beberapa fungsi tertentu[2]. Elemen-elemen fungsional ini adalah sebagai berikut:

a) Sensor

Sensor merupakan elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. Sederhananya, sensor merupakan bagian yang berfungsi untuk melakukan pengukuran dan memberikan nilai yang dapat dimengerti oleh prosesor sinyal[2].

b) Prosesor Sinyal

Prosesor Sinyal merupakan elemen lanjutan dari elemen sensor. Elemen ini akan mengambil keluaran dari sensor dan mengubah keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan atau transmisi selanjutnya dalam beberapa sistem kontrol[2].

c) Penampil Data

Penampil Data merupakan elemen yang sangat penting bagi pengamat. Elemen ini menampilkan nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat yakni melalui sebuah alat penampil (*display*). Misalnya,

Hak Cipta :

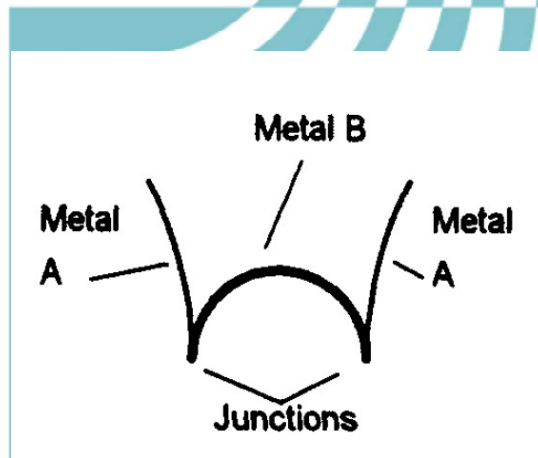
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

sebuah jarum penunjuk (pointer) yang bergerak di sepanjang skala suatu alat ukur, atau bisa juga berupa informasi pada unit penampil visual (VDU, *visual display unit*)[2].

2.3.2. Peralatan Instrumentasi

Termokopel (*thermocouple*)

Jika dua buah logam yang berbeda jenis digabungkan, maka akan terjadi beda potensial pada sambungan logam-logam tersebut. Besarnya perbedaan potensial ini bergantung pada jenis logam yang digunakan dan suhu sambungan tersebut.



Gambar 2.2: Termokopel

Apabila kedua sambungan logam berada pada suhu yang sama, maka beda potensial di antara keduanya akan saling meniadakan sehingga tidak ada resultan g.g.l. Namun, apabila terdapat beda suhu di antara keduanya sambungan logam tersebut maka terdapat resultan g.g.l. Termokopel tipe K berarti berbahan logam aluminium-krom[1].

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

Tabel 2.1: Tabel jenis-jenis termokopel

Materials	Range °C	Sensitivity mV/°C
E Chromel-constantan	0 to 980	63
J Iron-constantan	-180 to 760	53
K Chromel-alumel	-180 to 1260	41
R Platinum-platinum/rhodium 13%	0 to 1750	8
T Copper-constantan	-180 to 370	43

Solenoid Valve 220V AC ½ Inch



Gambar 2.3: Solenoid Valve

Solenoid valve adalah valve/katup yang dikendalikan secara elektrik. Valve ini memiliki solenoida, yang merupakan kumparan listrik dengan inti feromagnetik

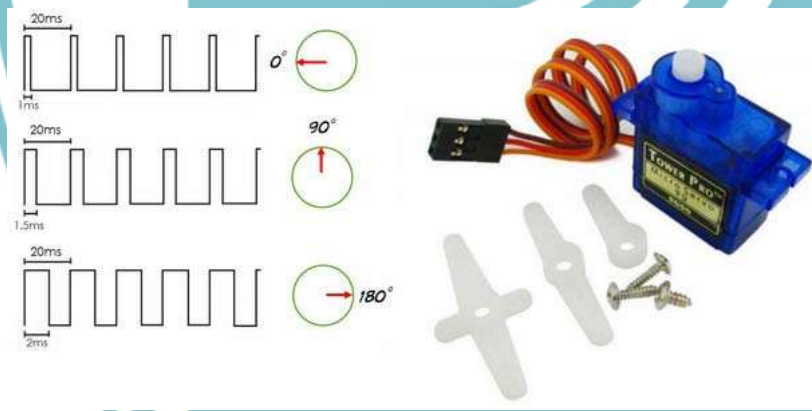
Hak Cipta :

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

(pendorong) yang dapat bergerak di tengahnya. Dalam posisi istirahat, plunger menutup lubang kecil. Arus listrik melalui kumparan menciptakan medan magnet. Medan magnet memberikan gaya ke atas pada pendorong yang membuka lubang. Ini adalah prinsip dasar yang digunakan untuk membuka dan menutup solenoid valve.

Solenoid valve merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan pada sistem fluida, baik cair maupun gas. Terdapat berbagai jenis solenoid valve bergantung pada kegunaan, misalnya 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran, dan sebagainya. Terdapat juga ukuran misalnya ¼ inch, ½ inch, 1 inch, dan sebagainya. Pada penelitian ini digunakan solenoid valve dengan jenis 2 saluran dengan ukuran ½ inch serta *normally close (energize to open)*.

Motor Servo



Gambar 2.4: Motor Servo

Motor servo merupakan motor dc dengan sistem umpan balik tertutup yang sudut putarnya dapat dikontrol sesuai dengan sudut yang diinginkan. Misalnya sudut 45, 90, dan 180. Motor servo berukuran kecil seringkali dipakai pada sistem robotika dan arduino. Pada penelitian ini digunakan sebuah motor servo DC SG90S dikarenakan kompatibel dengan arduino dan memiliki harga yang murah.

Pompa 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.5: Pompa DC

Pompa DC merupakan pompa yang menggunakan motor dc sebagai penggerak dan tegangan dc sebagai sumber tenaganya. Ketika pompa diberikan tegangan, motor akan berputar pada satu arah, dan apabila polaritas tegangannya dibalik maka arah putaran motor juga akan terbalik. Pompa DC memiliki 3 bagian dasar yaitu bagian stationer, bagian berputar, dan gear box.

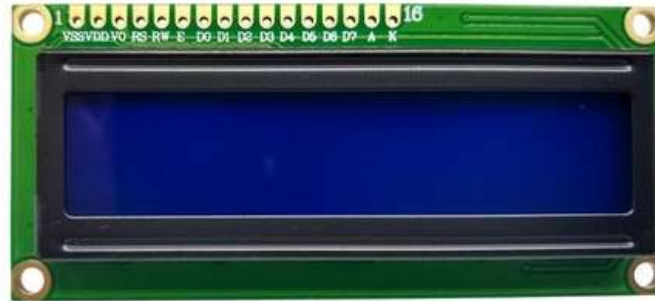
Pompa bertenaga DC menggunakan arus searah dari motor, baterai, atau tenaga surya untuk memindahkan cairan dalam berbagai cara. Pompa bermotor biasanya beroperasi pada 6, 12, 24, atau 32 volt daya DC.

Keuntungan utama pompa DC (arus searah) dibandingkan pompa AC (arus bolak-balik) adalah pompa dapat beroperasi langsung dari baterai, membuatnya lebih nyaman dan portabel. Mereka lebih mudah dioperasikan dan dikendalikan, karena sistem AC biasanya memerlukan pengontrol untuk mengatur kecepatan. Pompa DC juga cenderung lebih efisien. Namun, pompa AC biasanya dirancang untuk kecepatan yang lebih tinggi dan semburan daya yang lebih besar. Biasanya pompa AC juga memiliki umur kerja yang lebih lama daripada pompa 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

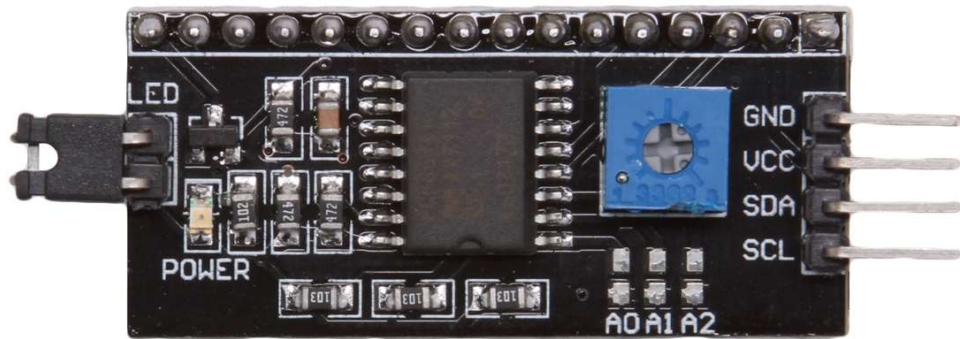
Liquid Crystal Display (LCD)



Gambar 2.6: Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan media yang digunakan untuk menampilkan data yang dapat dilihat oleh pengamat. LCD umumnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair).

I2C



Gambar 2.7: I2C Driver LCD

I2C LCD Driver merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk menyederhanakan kabel komunikasi antara arduino dengan LCD. Hal tersebut karena jika menggunakan I2C, hanya diperlukan 2 kabel saja untuk



Hak Cipta :

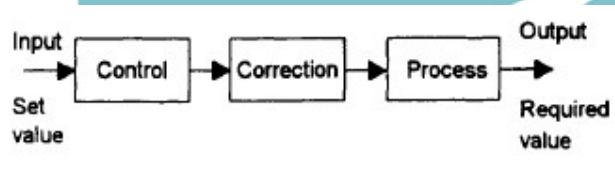
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

mengkomunikasikan arduino dengan LCD. Berbeda jika tanpa I2C, arduino memerlukan hingga enam kabel untuk berkomunikasi dengan LCD [4].

2.4. Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan sistem yang digunakan untuk mengontrol output agar mencapai beberapa nilai tertentu dengan memvariasikan variable-variabel tertentu yang dipilih. Sistem kontrol juga dapat diartikan sebagai pengukuran nilai dari variabel sistem yang dikontrol dan menerapkan variabel yang dimanipulasi ke sistem untuk mengoreksi atau membatasi penyimpangan (*error*) nilai yang diukur dari nilai yang dikehendaki. Sistem kontrol membandingkan nilai yang ingin dikontrol (*Process Variabel*) dengan nilai penyimpangan (*error*). Sistem kontrol biasanya memiliki variabel yang diubah – ubah (*Manipulated Variable*) untuk mencapai nilai yang diinginkan (*Set Point*)[1].

2.4.1. Sistem Kontrol Kalang Terbuka (*Loop Terbuka*)



Gambar 2.8: Sistem Kontrol Kalang Terbuka

Dalam sistem kontrol loop terbuka, output dari sistem memiliki karakteristik, yaitu tidak berpengaruh pada sinyal input ke Plant atau Porcess. Output ditentukan hanya oleh pengaturan awal. Pada sistem pengendalian loop terbuka tidak terdapat umpan balik (*feedback*) sehingga output-nya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan dengan nilai yang diinginkan (*set point/set value*) [4].

Akurasi dari sistem ini hanya bergantung pada kalibrasi. Ketika terjadi gangguan, sistem kontrol loop terbuka tidak dapat menjalankan tugasnya dengan baik. Contoh dari sistem kontrol loop terbuka adalah sistem yang menggunakan waktu sebagai basis operasinya, misalnya mesin cuci.



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

Kelebihan sistem kontrol loop terbuka:

- a. Sederhana.
- b. Murah.

Kekurangan sistem kontrol loop terbuka:

- a. Gangguan dan perubahan kalibrasi mengakibatkan error sehingga keluaran tidak sesuai dengan yang diinginkan.
- b. Tidak akurat karena tidak ada koreksi terhadap eror
- c. Harus dilakukan kalibrasi secara berkala agar dapat mempertahankan kualitas keluaran.

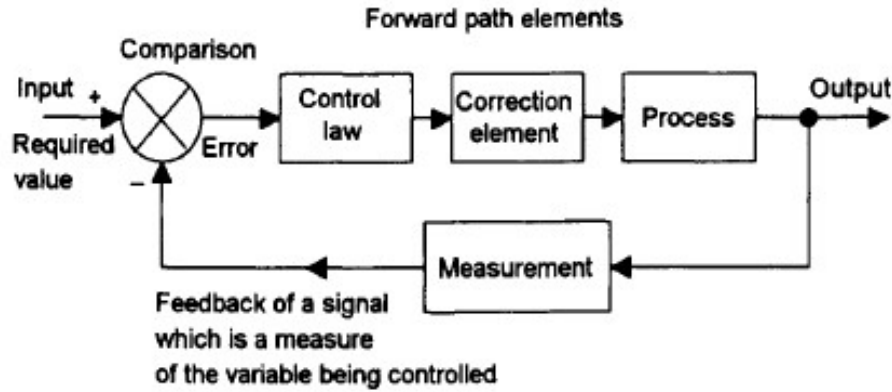
Elemen dasar sistem kontrol loop terbuka terdiri dari 3 elemen dasar, yaitu:

- a. Elemen kontrol
Elemen ini akan menentukan aksi atau tindakan yang harus dilakukan sebagai akibat dari diberikannya masukan berupa sinyal dengan nilai yang diinginkan ke dalam sistem.
- b. Elemen koreksi
Elemen ini menerima masukan dari pengontrol dan menghasilkan keluaran berupa aksi/tindakan untuk mengubah variabel yang sedang dikontrol.
- c. Proses
Merupakan proses dimana suatu variabel sedang dikontrol.

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

2.4.2. Sistem Kontrol Kalang Tertutup (*Loop* Tertutup)



Gambar 2.9: Sistem Kontrol Kalang Tertutup

Dalam sistem kontrol *loop* tertutup, output dari sistem memiliki karakteristik, yaitu memiliki pengaruh pada sinyal input. Sistem ini mempertahankan nilai *output* dengan cara membandingkan dengan nilai acuan (*set point*). Data nilai *output* diambil dengan sensor kemudian dibandingkan nilainya, perbedaan nilai dua hal tersebut disebut *error*. Sistem kontrol *loop* tertutup berupaya untuk mencapai nilai *error* yang sangat kecil atau bahkan bernilai nol.[2].

Pada sistem *loop* terbuka, *output* dari sistem tidak memiliki efek pada sinyal masukan terhadap proses yang sedang berjalan. Keluaran sepenuhnya ditentukan berdasarkan pengaturan awal. Sedangkan dalam sistem kontrol *loop* tertutup, *output* memiliki efek pada sinyal masukan yang akan memodifikasinya untuk mempertahankan sinyal keluaran pada nilai yang diinginkan.

Keuntungan sistem kontrol *loop* tertutup:

- a. Lebih akurat karena terdapat koreksi terhadap eror yang terjadi sehingga keluaran diupayakan sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan.

Kerugian sistem kontrol *loop* tertutup:

- a. Lebih mahal.



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

- b. Lebih kompleks.
- c. Lebih banyak peluang kerusakan karena lebih banyak komponen di dalamnya.

Elemen dasar sistem kontrol loop tertutup adalah sebagai berikut:

- a. Elemen pembanding (*comparison*)

Elemen pembanding berfungsi untuk membandingkan nilai yang diinginkan dari variabel yang sedang dikontrol dengan nilai terukur yang diperoleh dan memproduksi sinyal error.

$$\text{Error} = \text{sinyal dengan nilai yang diinginkan (set point)} - \text{sinyal dengan nilai sebenarnya yang diukur.}$$

Sistem kontrol mengupayakan agar sinyal error tidak ada, sehingga tidak ada sinyal yang diumpankan untuk memulai kontrol.

- b. Elemen implementasi kontrol (*control law*)

Elemen kontrol merupakan elemen yang menentukan aksi atau tindakan apa yang akan diambil jika diterima sebuah sinyal error. Kontrol yang dilakukan, yaitu *on-off*, *proportional*, *integral*, dan *derivative*.

Pengontrol (*controller*) biasanya juga digunakan untuk menyatakan gabungan antara elemen pembanding dan elemen implementasi kontrol.

- c. Elemen koreksi (*correction element*)

Elemen koreksi menghasilkan suatu perubahan di dalam proses. Elemen koreksi bertujuan mengoreksi atau mengubah kondisi yang dikontrol. Biasanya digunakan istilah aktuator untuk menyatakan elemen dari unit koreksi yang membangkitkan daya untuk menjalankan tindakan kontrol.

- d. Proses (*process*)

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

Proses merupakan sistem yang di dalamnya terdapat sebuah variabel yang dikontrol.

e. Elemen pengukuran (*measurement*)

Elemen pengukuran berfungsi untuk menghasilkan sinyal yang berhubungan dengan kondisi variabel dari proses yang sedang dikontrol, misalnya sensor suhu.

2.4.3. Sistem Kontrol Sekuensial



Gambar 2.10: Sistem Kontrol Sekuensial

Sistem Kontrol/Pengendalian Sekuensial merupakan sistem kontrol yang melakukan beberapa operasi kontrol secara berurutan sesuai dengan urutan yang telah ditentukan. Biasanya pengendalian sekuensial hanya melaksanakan perintah yang mempunyai dua keadaan (*state*) secara berurutan, misalnya *start/stop*, *up/down*, *tutup/buka*, sinyal *on/off*, dan sebagainya.

Pengendalian sekuensial dapat dibagi menjadi 3 kategori sebagai berikut:

- a) Sistem melakukan urutan berikutnya jika kondisi yang ditentukan sebelumnya terpenuhi (*conditional control*).

Hak Cipta :

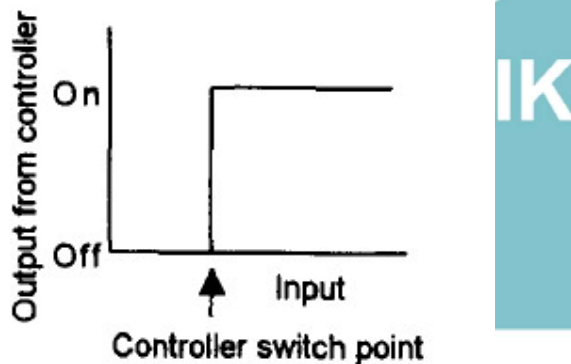
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

- b) Sistem melaksanakan urutan berikutnya jika telah mencapai waktu yang telah ditentukan (*time schedule control*).
- c) Sistem di mana waktu pelaksanaan atau interval waktu tidak penting, hanya urutan operasi yang telah ditetapkan yang dipentingkan (*executive control*).

2.5. Pengontrol Proses

Pengontrol proses (*process controller*) merupakan komponen-komponen sistem kontrol yang pada dasarnya memiliki sebuah masukan berupa sinyal eror dan keluaran berupa sinyal untuk memodifikasi keluaran sistem. Cara kontrol bereaksi terhadap perubahan dikenal dengan mode kontrol atau bisa juga disebut kontrol saja. Terdapat dua bentuk kontrol yang sering digunakan dalam dunia industry, yaitu pengontrol *on-off*, dan pengontrol tiga mode atau pengontrol PID. Ketiga mode kontrol dasar ini adalah Proporsional (P), Integral(I), dan Derivatif(D)[2].

2.5.1. Kontrol *on-off*



Gambar 2.11: Kontrol On-Off

Pada sistem kontrol *on-off*, keluaran dari pengontrol hanya mempunyai dua nilai yang dimungkinkan, yaitu kondisi *on* dan *off*. Oleh karena itu, kontrol *on-off* seringkali disebut sebagai pengontrol dua langkah. Kontrol *on-off* merupakan kontrol yang mudah dan sederhana, serta sering kali digunakan di mana osilasi dapat direduksi/diredam hingga level yang dapat diterima sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan[2].

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

peluang bahwa pengolahan limbah minyak jelantah menjadi produk lilin aromaterapi akan memiliki nilai ekonomis yang baik dan layak untuk dilanjutkan.

Badak LNG melalui Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat) selaku mitra binaan telah melakukan percobaan pembuatan lilin aromaterapi dengan memanfaatkan limbah minyak jelantah dalam skala kecil. Namun, dalam percobaan pembuatan lilin aromaterapi dari limbah minyak jelantah ditemukan beberapa kendala, yaitu proses produksi hanya dalam skala kecil 600 mL, proses pemanasan dan pengadukan dilakukan secara manual, serta kualitas produk yang dihasilkan kurang konsisten. Dengan kendala tersebut, diperlukan sebuah unit khusus yang dirancang untuk mengolah limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi supaya Salin Swara dapat membuat lilin aromaterapi dengan lebih mudah dan efektif yaitu mesin otomatis. Mesin otomatis bertujuan untuk mempercepat proses kegiatan dengan mengubah suatu kegiatan yang bersifat manual menjadi otomatis.

Perlu dilakukan uji coba skala laboratorium guna meninjau lebih lanjut proses pembuatan lilin aromaterapi dari limbah minyak jelantah. Selain itu, uji coba skala laboratorium perlu dilakukan guna meningkatkan kualitas mutu produk lilin aromaterapi yang dihasilkan. Dalam percobaan skala laboratorium yang telah dilakukan, ditemukan beberapa kendala dalam proses pembuatan lilin aromaterapi diantaranya adalah kurang maksimalnya kualitas lilin aromaterapi yang dihasilkan karena proses homogenisasi tidak berjalan dengan baik. Selain itu, proses pemanasan campuran membutuhkan waktu lama. Di samping itu, proses pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi yang cukup Panjang, diperlukan sistem otomasi yang memudahkan proses produksi. Penulis juga telah melakukan kajian literatur terkait sistem kontrol suhu pada heater. Ditemukan bahwa jika dikontrol menggunakan sistem kontrol on-off akan terjadi respon yang fluktuatif, sehingga penulis meyakini bahwa perlu dilakukan pengontrolan berbasis PID.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk menyelesaikan kendala-kendala tersebut dengan membuat rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan

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

limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi sehingga pembuatan lilin aromaterapi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efektif. Sistem otomasi dirancang agar pengguna dapat melakukan proses produksi lilin aromaterapi dengan mudah, aman, dan efisien. Sistem otomasi tersebut mengacu pada kontrol motor pengaduk, elemen pemanas, valve, pompa, dan sekuensialnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengolah limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi yang berkualitas dengan lebih mudah dan efisien.

Rancang bangun yang dihasilkan dalam penelitian ini nantinya akan diserahkan kepada masyarakat melalui Salin Suara. Sebelum diserahkan, akan dilakukan pembekalan terkait pengoperasian dan perawatan alat yang telah dibuat.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi?
2. Bagaimana proses menerapkan sistem kontrol berbasis pengontrol PID untuk pengendalian suhu mixer melalui *electric heater*

5.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem otomasi yang dapat menghasilkan 10,5 L lilin aromaterapi pada setiap operasi
2. Menerapkan sistem kontrol berbasis pengontrol PID untuk pengendalian suhu mixer melalui *electric heater*.

5.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini berfokus pada sistem kontrol elemen pemanas (*heater*), motor pengaduk, pompa, dan valve pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi.



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

2. Penentuan komponen pada rancang bangun yang dibuat dibatasi oleh kompatibilitas dan kapabilitas arduino, ketersediaan di pasaran, perhitungan, dan pertimbangan biaya.

5.3 Lokasi Objek Tugas Akhir

Lokasi objek Tugas Akhir berada di lingkungan Salin Swara (Sampah Keliling Swadaya Masyarakat) kelurahan Telihan, Workshop Badak Learning Center, dan Seksi Electrical & Instrument Badak LNG, Bontang, Kalimantan Timur.

5.4 Metode Penyelesaian Laporan Tugas Akhir

Metode penyelesaian laporan yang digunakan agar rancang bangun sistem otomasi pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi ini dapat terwujud adalah sebagai berikut:

2.4.1. Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada laporan tugas akhir ini diperoleh dari beberapa sumber antara lain:

- a. Studi literatur meliputi buku, jurnal, karya ilmiah, dan situs web terkait dengan konsep PID, on-off, dimmer, zero cross beserta komponen penunjangnya.
- b. Studi lapangan meliputi hasil survey ke Salin Swara, pengujian komponen, *troubleshooting*, dan pengaruh penggunaan sistem otomasi terhadap produksi lilin aromaterapi.

2.4.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang relevan sebagai dasar penyusunan laporan diperoleh dengan beberapa metode, yaitu:

- a. Metode Percobaan, yaitu dengan melakukan percobaan terhadap kinerja komponen dan alat yang dirancang.
- b. Metode Observasi, yaitu dengan melakukan pengamatan objek secara langsung berkaitan dengan hasil produksi lilin aromaterapi dengan sistem otomasi dibandingkan dengan tanpa sistem otomasi.

- c. Metode Dokumentasi, yaitu dengan mengumpulkan sumber data yang dapat melengkapi hasil penelitian berupa pencatatan data dan pengambilan gambar.

5.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

BAB 1 PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, manfaat yang akan didapat, serta metode penyelesaian dan sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB 3 METODE PELAKSANAAN

Menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil dan analisis data, perhitungan-perhitungan perancangan atau analisis, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan/penelitian. Isi kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir disertai saran-saran atau opini yang berkaitan dengan tugas akhir.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Telah dibuat rancang bangun sistem kontrol sekuensial pada unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi dengan kapasitas produksi 10,5 L untuk setiap kali unit *running*. Ditemukan *losses* yang diakibatkan penguapan dan pembekuan pada dinding *mixer column* dan *tubing output mixer column*, sehingga produk lilin aromaterapi yang dihasilkan berkurang hingga 200 – 400 mL.
2. Telah dibuat rancang bangun sistem kontrol temperatur *heater* dengan sistem PID. Metode penalaan PID yang dipilih adalah metode Ziegler-Nichols tipe 2 dengan nilai $K_p = 247,5$ dan $K_i = 1,104$ karena memberikan respon yang cukup baik, yaitu nilai *rise time* sebesar 22,95 menit, *overshoot* maksimum 2,85% dan *dead time* sebesar 510 detik.

5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pembersihan pada bagian *tubing output mixer column* sebelum dilakukan proses operasi dikarenakan sering kali terjadi penyumbatan pada area tersebut pada proses pengeluaran produk.
2. Sebaiknya memilih ukuran pipa yang digunakan pada kontrol *servo* dengan diameter yang lebih besar dari ½ inch. Juga, Mengurangi jumlah elbow yang digunakan. Dengan demikian, diharapkan laju *stearic acid* menjadi lancar dan tidak timbul sumbatan.
3. Sebaiknya menggunakan level *switch* sebagai sensor level untuk mengurangi jumlah penggunaan tombol pada unit.
4. Sebaiknya nilai PID yang didapatkan dari metode Ziegler Nichols dilakukan *tunning ulang* untuk mendapatkan nilai *rise time* yang lebih cepat.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Bolton, *Instrumentation and Control Systems*. Penerbit: Elsevier Science & Technology Books, 2004.
- [2] W. Bolton, *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol (Translation of: Instrumentation and Control System)*, Jakarta: 2006.
- [3] Wibowo, P., Kartoraharjo, S., Agustina, Y., Y. (2012). *Motor Penggerak Listrik*.
- [4] Ridhyo S.P., Ellingga, RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PADA UNIT PEMBUATAN SABUN CAIR CUCI TANGAN BERBASIS ARDUINO. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta. (2021).
- [5] K. Ogata, *Modern Control Engineering*, Fifth Edit. 2010.
- [6] Fauziansyah, Fauzan. *Desain Kendali PID dengan Metoda Ziegler-Nichols dan Cohen-Coon Menggunakan Matlab dan Arduino Pada Plant Level Air*. Laporan Mata Kuliah Sistem Kendali Digital. Politeknik Negeri Bandung (2015).
- [7] Robotshop, "Arduino Mega 2560 Datasheet," Power, pp. 1–7, 2015.
- [8] Gultom, Golfrid, *Implementasi Pengiriman Data Sensor Suhu Ke Database Pada Sistem Heating-Holding Pemanas Bertingkat VCO*. Politeknik Negeri Kimia Industri.
- [9] Wendri, Nyoman, *ALAT PENCATAT TEMPERATUR OTOMATIS MENGGUNAKAN TERMOKOPEL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana (2012).

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

- [10] Ekayana, Anak Agung, RANCANG BANGUN PENGAMAN POWER SUPPLY BERBASIS ZERO CROSSING DETECTOR PADA LABORATORIUM KOMPUTER. STMIK STIKOM Indonesia (2018).
- [11] I. Sinclair and J. Dunton, Practical Electronics Handbook, Sixth.
- [12] Dewi, Kartika, Implementasi Zero Crossing Pada Kontrol Unit untuk pengaturan iluminasi Lampu Pijar dan Kipas Angin Berbasis Nuvoton. Politeknik Negeri Ujung Pandang (2016).
- [13] Opticontrols, Cohen-Coon Tuning Rules. Available from: <https://blog.opticontrols.com/archives/383>.
- [14] Youtube: Electronoobs, AC 220V Heater Temperature PID and TRIAC control. Available from <https://www.youtube.com/watch?v=P6mbBJDlvxI>
- [15] Balitro, Lilin Aromaterapi. Available from http://balitro.litbang.pertanian.go.id/?page_id=5144&lang=en
- [16] Guru, Electro. AC Dimmer with Arduino | RobotDyn AC dimmer. Available from <https://www.youtube.com/watch?v=3hAzLrYsE7A>
- [17] Electronoobs. 220V AC HEATER PID TEMPERATURE CONTROL. Available from http://electronoobs.com/eng_arduino_tut39.php

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 PENULIS



Nama : Ahmad Adifani

NIM : 1902322012

Email : ahmadadifani@gmail.com

Penulis merupakan anak tunggal. Lahir di Tuban pada tanggal 30 Januari 2001. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar pada tahun 2013 di SDN Sukolilo 2 Tuban, Tuban. Pada tahun 2016, penulis menyelesaikan jenjang Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 5 Tuban. Pada tahun 2019, penulis menyelesaikan jenjang Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Tuban.

Penulis bertempat tinggal di Gang Balai Kelurahan RT 002 RW 004 Kelurahan Sukolilo Kecamatan Tuban Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur.

Gelar Diploma (D3) diperoleh pada tahun 2022 dari Konsentrasi Teknik Listrik dan Instrumentasi Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta dan Badak LNG. Penyelesaian Tugas Akhir menjadi syarat dalam mendapatkan gelar tersebut.

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

LAMPIRAN 2

Source code Sistem Kontrol Sekuensial

```
//mendefinisikan pin yang digunakan
const int input_minyak_stearic = 8;
const int output_minyak = 6;
const int output_stearic = 13;
const int indicator_minyak = 7;

const int input_pewangi_a = 9;
const int output_pewangi_a = 2;

const int input_pewangi_b = 10;
const int output_pewangi_b = 3;

const int input_pewarna_a = 11;
const int output_pewarna_a = 5;

const int input_pewarna_b = 12;
const int output_pewarna_b = 4;

#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 0 ;

// constants won't change. They're used here to set pin numbers:
const int buttonPin1 = 8; // the number of the pushbutton pin
const int buttonPin2 = 9; // the number of the pushbutton pin
const int buttonPin3 = 10; // the number of the pushbutton pin

// Variables will change:
int buttonState1; // the current reading from the input pin
int buttonState2; // the current reading from the input pin
int buttonState3; // the current reading from the input pin
int lastButtonState1 = HIGH; // the previous reading from the input pin
int lastButtonState2 = HIGH; // the previous reading from the input pin
int lastButtonState3 = HIGH; // the previous reading from the input pin

// the following variables are unsigned longs because the time, measured in
// milliseconds, will quickly become a bigger number than can be stored in an int.
unsigned long lastDebounceTime1 = 0; // the last time the output pin was toggled
unsigned long lastDebounceTime2 = 0; // the last time the output pin was toggled
unsigned long lastDebounceTime3 = 0; // the last time the output pin was toggled
unsigned long debounceDelay = 500; // the debounce time; increase if the output flickers
```




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

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buttonPin1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(buttonPin2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(buttonPin3, INPUT_PULLUP);

  pinMode(input_minyak_stearic, INPUT_PULLUP);
  pinMode(input_pewangi_a, INPUT_PULLUP);
  pinMode(input_pewangi_b, INPUT_PULLUP);
  pinMode(input_pewarna_a, INPUT_PULLUP);
  pinMode(input_pewarna_b, INPUT_PULLUP);

  pinMode(output_minyak, OUTPUT);
  pinMode(output_stearic, OUTPUT);
  pinMode(output_pewangi_a, OUTPUT);
  pinMode(output_pewangi_b, OUTPUT);
  pinMode(output_pewarna_a, OUTPUT);
  pinMode(output_pewarna_b, OUTPUT);
  pinMode(indicator_minyak, OUTPUT);

  myservo.attach(13);

  // set initial LED state
  digitalWrite(output_minyak, HIGH);
  digitalWrite(output_stearic, HIGH);
  digitalWrite(output_pewangi_a, HIGH);
  digitalWrite(output_pewangi_b, HIGH);
  digitalWrite(output_pewarna_a, HIGH);
  digitalWrite(output_pewarna_b, HIGH);
  digitalWrite(indicator_minyak, HIGH);
}

void loop() {
  // read the state of the switch into a local variable:
  int reading1 = digitalRead(buttonPin1);

  // check to see if you just pressed the button
  // (i.e. the input went from LOW to HIGH), and you've waited long enough
  // since the last press to ignore any noise:

  // If the switch changed, due to noise or pressing:
  if (reading1 != lastButtonState1) {
    // reset the debouncing timer
    Serial.println("tertekan pin8");
    lastDebounceTime1 = millis();
  }
}

```

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 ((millis() - lastDebounceTime1) > debounceDelay) {

  // whatever the reading is at, it's been there for longer than the debounce
  // delay, so take it as the actual current state:

  // if the button state has changed:
  if (reading1 != buttonState1) {
    buttonState1 = reading1;

    // only toggle the LED if the new button state is HIGH
    if (buttonState1 == LOW) {
      Serial.println("Memasukkan Stearic Acid");
      digitalWrite(indicator_minyak, LOW);
      for(pos = 0; pos < 180; pos +=1)
      {
        myservo.write(pos);
        delay(15);
      }
      delay(210000);

      for(pos = 180; pos >=1; pos-=1)
      {
        myservo.write(pos);
        delay(15);
      }
      delay(500);

      Serial.println("Memasukkan Minyak Jelantah");

      digitalWrite(output_minyak, LOW);
      delay(100000); //pompa minyak jelantah menyala selama 100 detik
      digitalWrite(output_minyak, HIGH);
      delay(3000);
      Serial.println("Minyak Telah Dimasukkan");
      digitalWrite(indicator_minyak, HIGH);

    }
  }

}

// set the LED:

```

```

// digitalWrite(ledPin, ledState);

// save the reading. Next time through the loop, it'll be the lastButtonState:
lastButtonState1 = reading1;

////////////////////////////////////

// read the state of the switch into a local variable:
int reading2 = digitalRead(buttonPin2);

// check to see if you just pressed the button
// (i.e. the input went from LOW to HIGH), and you've waited long enough
// since the last press to ignore any noise:

// If the switch changed, due to noise or pressing:
if (reading2 != lastButtonState2) {
  // reset the debouncing timer
  Serial.println("tertekan pin9");
  lastDebounceTime2 = millis();
}

if ((millis() - lastDebounceTime2) > debounceDelay) {

  // whatever the reading is at, it's been there for longer than the debounce
  // delay, so take it as the actual current state:

  // if the button state has changed:
  if (reading2 != buttonState2) {
    buttonState2 = reading2;

    // only toggle the LED if the new button state is HIGH
    if (buttonState2 == LOW) {
      Serial.println("Memasukkan Pewangi A");
      digitalWrite(output_pewangi_a, LOW);
      delay(6000); //Solenoid Valve Pewangi A terbuka Selama 6 detik
      digitalWrite(output_pewangi_a, HIGH);
      delay(1000);
      Serial.println("Pewangi A Telah Dimasukkan");
      Serial.println("Memasukkan Pewarna A");
      digitalWrite(output_pewarna_a, LOW);
      delay(3050); //Solenoid Valve Pewarna A terbuka Selama 3050 ms
      digitalWrite(output_pewarna_a, HIGH);
      delay(1000);
      Serial.println("Pewarna A Telah Dimasukkan");
    }
  }
}

```

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

```

}

// set the LED:
// digitalWrite(ledPin, ledState);

// save the reading. Next time through the loop, it'll be the lastButtonState:
lastButtonState2 = reading2;

////////////////////////////////////

// read the state of the switch into a local variable:
int reading3 = digitalRead(buttonPin3);

// check to see if you just pressed the button
// (i.e. the input went from LOW to HIGH), and you've waited long enough
// since the last press to ignore any noise:

// If the switch changed, due to noise or pressing:
if (reading3 != lastButtonState3) {
  // reset the debouncing timer
  Serial.println("tertekan pin10");
  lastDebounceTime3 = millis();
}

if ((millis() - lastDebounceTime3) > debounceDelay) {

  // whatever the reading is at, it's been there for longer than the debounce
  // delay, so take it as the actual current state:

  // if the button state has changed:
  if (reading3 != buttonState3) {
    buttonState3 = reading3;

    // only toggle the LED if the new button state is HIGH
    if (buttonState3 == LOW) {
      Serial.println("Memasukkan Pewangi B");
      digitalWrite(output_pewangi_b, LOW);
      delay(6000); //Solenoid Valve Pewangi B terbuka Selama 6 detik
      digitalWrite(output_pewangi_b, HIGH);
      delay(1000);
      Serial.println("Pewangi B Telah Dimasukkan");
      Serial.println("Memasukkan Pewarna B");
      digitalWrite(output_pewarna_b, LOW);
      delay(3050); //Solenoid Valve Pewarna B terbuka Selama 3050 ms
      digitalWrite(output_pewarna_b, HIGH);
      delay(1000);
    }
  }
}

```

```
Serial.println("Pewarna B Telah Dimasukkan");
    }
}

// set the LED:
// digitalWrite(ledPin, ledState);

// save the reading. Next time through the loop, it'll be the lastButtonState:
lastButtonState3 = reading3;
}
```



© 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





LAMPIRAN 3

source code Sistem Kontrol Motor Pengaduk

/*

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PADA UNIT PENGOLAHAN
LIMBAH MINYAK JELANTAH MENJADI LILIN AROMATERAPI

AHMAD ADIFANI NIM 1902322012

ELECTRICAL & INSTRUMENTATION CONCENTRATION - ENERGY
CONVERSION STUDY PROGRAM

LNG ACADEMY - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

BADAK LNG, BONTANG 2022

KOMPONEN YANG DIPERLUKAN

Arduino Uno ==> 1 buah [mikrokontroler]
Dimmer AC Zero Crossing ==> 1 buah [Sebagai Dimmer Motor]
LCD dan I2C ==> 1 buah [Untuk menampilkan Data]
MOTOR [AC 220V] ==> 1 buah [Sebagai penggerak pengaduk]
Kabel Jumper ==> - buah [Untuk meneruskan sinyal]
Power Supply ==> 1 buah [Mengkonversi 220 V AC ke 12 V DC
sebagai daya untuk arduino]
Circuit Breaker ==> 5 buah [Sebagai pengaman dari overload dan
short circuit]
dst

*/

/* Library yang diperlukan */

```
#include <RBDdimmer.h>//
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#define USE_SERIAL Serial
```

/* Mendefinisikan input dan output AC Dimmer */

```
#define PWM 12
```

```
#define ZC 2
```

/* Mendefinisikan input dan output AC Dimmer */

```
/* i2c LCD Module ==> Arduino
```

```
* SCL ==> A5
```

```
* SDA ==> A4
```

```
* Vcc ==> Vcc (5v)
```

```
* Gnd ==> Gnd */
```

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

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 kritisk atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
//Finish LCD
```

```
//dimmerLamp dimmer(outputPin, zerocross); //initialase port for dimmer for
ESP8266, ESP32, Arduino due boards
dimmerLamp dimmer(PWM); //initialase port for dimmer for MEGA, Leonardo,
UNO, Arduino M0, Arduino Zero
```

```
int Speed = 0;
```

```
void setup() {
  USE_SERIAL.begin(9600);
  dimmer.begin(NORMAL_MODE, ON); //dimmer initialisation:
  name.begin(MODE, STATE)
}
```

```
void loop()
{
  Speed = map(500, 1, 1024, 0, 100); // analogRead(analog_pin), min_analog,
max_analog, 100%, 0%);
  dimmer.setPower(Speed); // name.setPower(0%-99%)
}
```

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

LAMPIRAN 4

source code Sistem Kontrol PID Temperatur Heater

```

/* Max6675 Module ==> Arduino
 * CS           ==> D10
 * SO           ==> D9
 * SCK          ==> D13
 * Vcc          ==> Vcc (5v)
 * Gnd          ==> Gnd   */

//LCD config
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); //sometimes the adress is not 0x27. Change to
0x3f if it doesn't work.

/* i2c LCD Module ==> Arduino
 * SCL          ==> A5
 * SDA          ==> A4
 * Vcc          ==> Vcc (5v)
 * Gnd          ==> Gnd   */

//Inputs and outputs
int firing_pin = 3;
int zero_cross = 8;
int thermoDO = 9;
int thermoCS = 10;
int thermoCLK = 13;

//Start a MAX6675 communication with the selected pins
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

//Variables
int last_CH1_state = 0;
bool zero_cross_detected = false;
int firing_delay = 7400;

////////////////////////////////////
int maximum_firing_delay = 7400;
/*Later in the code you will see that the maximum delay after the zero detection
 * is 7400. Why? Well, we know that the 220V AC voltage has a frequency of
 around 50-60HZ so

```

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

* the period is between 20ms and 16ms, depending on the country. We control the firing
 * delay each half period so each 10ms or 8 ms. To amke sure we wont pass thsoe 10ms, I've made tests
 * and the 7400us or 7.4ms was a good value. Measure your frequency and chande that value later */

```
////////////////////////////////////
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long currentMillis = 0;
int temp_read_Delay = 500;
float real_temperature = 0;
int setpoint = 70;
```

```
//PID variables
```

```
float PID_error = 0;
float previous_error = 0;
float elapsedTime, Time, timePrev;
int PID_value = 0;
//PID constants
float kp = 6.4472; float ki= 0.00014105; float kd = 0;
float PID_p = 0; float PID_i = 0; float PID_d = 0;
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
  // wait for MAX chip to stabilize
  delay(500);
  //Define the pins
  pinMode (7, OUTPUT);
  pinMode (firing_pin,OUTPUT);
  pinMode (zero_cross,INPUT);
  PCICR |= (1 << PCIE0); //enable PCMSK0 scan
  PCMSK0 |= (1 << PCINT0); //Set pin D8 (zero cross input) trigger an interrupt
  on state change.
  PCMSK0 |= (1 << PCINT3); //Set pin D11 (increase button) trigger an interrupt
  on state change.
  PCMSK0 |= (1 << PCINT4); //Set pin D12 (decrease button) trigger an interrupt
  on state change.
  lcd.init(); //Start the LC communication
  lcd.backlight(); //Turn on backlight for LCD
}
```

```
void loop() {
```

```
  digitalWrite(7, HIGH);
  currentMillis = millis(); //Save the value of time before the loop
  /* We create this if so we will read the temperature and change values each
  "temp_read_Delay"
```




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

```

* value. Change that value above if you want. The MAX6675 read is slow. This
will affect the
* PID control. I've tried reading the temp each 100ms but it didn't work. With
500ms worked ok.*/
if(currentMillis - previousMillis >= temp_read_Delay){
  previousMillis += temp_read_Delay; //Increase the previous time for
next loop
  real_temperature = thermocouple.readCelsius()-3; //get the real temperature in
Celsius degrees

  PID_error = setpoint - real_temperature; //Calculate the pid ERROR

  PID_p = kp * PID_error; //Calculate the P value
  PID_i = PID_i + (ki * PID_error); //Calculate the I value
  timePrev = Time; // the previous time is stored before the actual time
read
  Time = millis(); // actual time read
  elapsedTime = (Time - timePrev) / 1000;
  PID_d = kd*((PID_error - previous_error)/elapsedTime); //Calculate the D
value
  PID_value = PID_p + PID_i + PID_d; //Calculate total PID value

//We define firing delay range between 0 and 7400. Read above why 7400!!!!!!
if(PID_value < 0)
  { PID_value = 0; }
if(PID_value > 7400)
  { PID_value = 7400; }
//Printe the values on the LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Set: ");
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print(setpoint);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Real temp: ");
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print(real_temperature);
Serial.print(real_temperature);
Serial.print(",");
Serial.println();
previous_error = PID_error; //Remember to store the previous error.
}

//If the zero cross interruption was detected we create the 100us firing pulse
if (zero_cross_detected)
  {

```

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

```

    delayMicroseconds(maximum_firing_delay - PID_value); //This delay controls
the power
    digitalWrite(firing_pin,HIGH);
    delayMicroseconds(100);
    digitalWrite(firing_pin,LOW);
    zero_cross_detected = false;
}
}
//End of void loop
// |
// |
// |
// v
//See the interruption vector
//This is the interruption routine (pind D8(zero cross), D11(increase) and
D12(decrease))
//-----
ISR(PCINT0_vect){
    //Input from optocoupler
    if(PINB & B00000001){
        //We make an AND with the state register, We verify if pin D8 is HIGH???
        if(last_CH1_state == 0){ //If the last state was 0, then we have a state change...
            zero_cross_detected = true; //We have detected a state change! We need both
falling and rising edges
            last_CH1_state = 1; //Store the current state into the last state for the next loop
        }
        else if(last_CH1_state == 1){ //If pin 8 is LOW and the last state was HIGH then
we have a state change
            zero_cross_detected = true; //We haev detected a state change! We need both
falling and rising edges.
            last_CH1_state = 0; //Store the current state into the last state for the next loop
        }
    }
}
//End of interruption vector for pins on port B: D8-D13

```



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

Source code Input Step Metode Cohen-Coon

```

/* Max6675 Module ==> Arduino
 * CS           ==> D10
 * SO           ==> D9
 * SCK          ==> D13
 * Vcc          ==> Vcc (5v)
 * Gnd          ==> Gnd   */

//LCD config
#include <RBDdimmer.h>
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //sometimes the address is not 0x27. Change to
0x3f if it doesn't work.

/* i2c LCD Module ==> Arduino
 * SCL          ==> A5
 * SDA          ==> A4
 * Vcc          ==> Vcc (5v)
 * Gnd          ==> Gnd   */

//Inputs and outputs
#define firing_pin 3

#define zero_cross 2

int thermoDO = 9;
int thermoCS = 10;
int thermoCLK = 13;

//Start a MAX6675 communication with the selected pins
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

//Start a MAX6675 communication with the selected pins
dimmerLamp dimmer(firing_pin);

//Variables

////////////////////////////////////
/*Later in the code you will see that the maximum delay after the zero detection

```


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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

* is 7400. Why? Well, we know that the 220V AC voltage has a frequency of around 50-60HZ so
 * the period is between 20ms and 16ms, depending on the country. We control the firing
 * delay each half period so each 10ms or 8 ms. To amke sure we wont pass thsoe 10ms, I've made tests
 * and the 7400us or 7.4ms was a good value. Measure your frequency and chande that value later */

```
////////////////////////////////////
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long currentMillis = 0;
unsigned long PrevDimDelay = 0;
int temp_read_Delay = 500;
float real_temperature = 0;
```

```
//Define Variables we'll be connecting to
double Setpoint, Input, Output=35;
//Specify the links and initial tuning parameters
```

```
void setup() {
  //Define the pins
  pinMode (7, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  dimmer.begin(NORMAL_MODE, ON);

  dimmer.setPower(0);

  real_temperature = thermocouple.readCelsius();
}

void loop() {
  digitalWrite(7, HIGH);
  currentMillis = millis();
  if(currentMillis - previousMillis >= temp_read_Delay){
    previousMillis = currentMillis;          //Increase the previous time for next
  }
  loop
  real_temperature = thermocouple.readCelsius()-3; //get the real temperature
  in Celsius degrees
  Serial.print(Output, 2);
  Serial.print(",");
  Serial.println(real_temperature, 2);
  Output = 35;
  dimmer.setPower(Output);
}
}
```

LAMPIRAN 6

Realisasi Rancang Bangun 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





LAMPIRAN 7 Instruksi Kerja

Petunjuk keselamatan kerja

1. Gunakan alat pelindung diri, meliputi sarung tangan, baju lengan panjang, dan sepatu/sandal karena akan mengoperasikan peralatan listrik.
2. Pastikan bahwa tidak memasukkan tangan ke dalam *mixer column* saat kondisi menyala.
3. Disarankan menggunakan kacamata pelindung, mengingat terdapat proses pemanasan dan pengadukan.
4. Matikan unit dan cabut steker jika unit tidak sedang digunakan.
5. Letakkan unit pada area yang terlindungi dari air.

Prosedur *treatment* minyak jelantah

1. Potong kulit pisang dengan ukuran 1 cm
2. Cuci bersih kulit pisang menggunakan air mengalir
3. Panaskan kulit pisang dalam over ($T = 100$ derajat Celsius) atau pada sinar matahari ($t = 3$ hari).
4. Saring minyak jelantah pada *treatment column* menggunakan kain blacu.
5. Masukkan kulit pisang ke dalam *treatment column* dengan bantuan koja karang ikan 0,25 mm dan rendam selama 3 hari.
6. Aktifkan unit pengolahan limbah minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi dengan steker yang telah disediakan.
7. Alirkan minyak jelantah yang sudah di-*treatment* tersebut ke dalam *feed storage* dengan menggunakan bantuan pompa. (aktifkan toggle switch 1)
8. Lakukan sampling minyak jelantah yang sudah di-*treatment* melalui drain valve *feed storage*.

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

9. Apabila belum memenuhi uji organoleptic aroma kembali pada langkah 5

Prosedur Pembuatan Lilin Aromaterapi

1. Aktifkan *toggle switch* 1 untuk mengalirkan minyak jelantah menuju ke *feed storage*. Matikan *toggle switch* 1 ketika minyak jelantah telah memenuhi *feed storage*.
2. Tekan *push button* 1 dan tahan setidaknya selama 0,5 detik. Tindakan tersebut akan memicu minyak jelantah yang berasal dari *feed storage* mengalir ke dalam *mixer column* melalui pompa dc. Pompa dc tersebut akan otomatis mati ketika sudah mencapai volume yang dibutuhkan. Setelah itu, servo motor akan membuka katup *custom valve* sehingga stearic acid dapat mengalir ke dalam *mixer column*. Servo motor akan otomatis menutup kembali katup *custom valve* ketika sudah mengalirkan sejumlah volume yang diinginkan.
3. Operator membuat pilihan produk varian A atau B sesuai dengan yang diinginkan.
4. Tekan *push button A* dan tahan setidaknya selama 0,5 detik untuk mengalirkan pewangi A dan Pewarna A ke dalam *mixer column*. Ketika *push button A* ditekan, solenoid valve pewangi A dan pewarna A yang berada di atas *mixer column* akan terbuka sehingga cairan tersebut dapat mengalir.
5. Tekan *push button B* dan tahan setidaknya selama 0,5 detik untuk mengalirkan pewangi B dan Pewarna B ke dalam *mixer column*. Ketika *push button B* ditekan, solenoid valve pewangi B dan pewarna B yang berada di atas *mixer column* akan terbuka sehingga cairan tersebut dapat mengalir.
6. Aktifkan *toggle switch* 2 untuk mengaktifkan *mixer column*. Pada tahap ini heater akan aktif memanaskan bahan-bahan. Motor pengaduk tidak diaktifkan di tahap ini dikarenakan kemungkinan bahan-bahan masih

terlalu berat sehingga motor pengaduk belum mampu untuk mengaduk bahan-bahan.

7. Aktifkan motor pengaduk dengan menekan tombol on pada motor jika dirasa larutan sudah tidak terlalu menggumpal.
8. Proses homogenisasi akan berlangsung kurang lebih 45 menit hingga keseluruhan bahan tercampur dengan baik. LCD akan menampilkan suhu *realtime mixer column*. *Set point* suhu yang diinginkan adalah 70 derajat.
9. Operator memastikan bahwa bahan-bahan sudah tercampur melalui pengamatan secara visual pada *mixer column*.
10. Jika dirasa sudah tercampur dengan baik, buka manual valve yang berada di bawah *mixer column*. Terdapat dua buah manual valve di area tersebut. Pastikan untuk membuka manual valve 1 terlebih dahulu. Diberikan dua buah manual valve dikarenakan untuk mengalur laju alir produk.
11. Jika terjadi sumbatan pada *tubing* di awal-awal mengalirkan produk, panaskan *tubing* dengan sumber panas eksternal seperti lilin.
12. Tampung produk yang diinginkan pada gelas/wadah yang telah ditentukan.

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

