



© 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



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN  
MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS  
PLC**

**Sub Judul :**

**SISTEM MONITORING DAN ALARM PADA ALAT  
DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC DENGAN  
INTEGRASI HMI DAN SCADA**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**SKRIPSI**

**ISNAINI BUDI RAHARJO**

**2203431015**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL  
INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2026**



© 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



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN  
MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS  
PLC**

**Sub Judul :**

**SISTEM MONITORING DAN ALARM PADA ALAT  
DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC DENGAN  
INTEGRASI HMI DAN SCADA**

**SKRIPSI**

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

**ISNAINI BUDI RAHARJO  
2203431015**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL  
INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2026**



**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

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

**Nama : Isnaini Budi Raharjo**

**NIM : 2203431015**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 07 Juli 2026**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Isnaini Budi Raharjo  
NIM : 2203431015  
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri  
Judul Skripsi : Sistem Monitoring dan Alarm pada Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC dengan Integrasi HMI dan SCADA

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada 23 Juni 2026, dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing

Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.  
NIP. 197011142006122001

()

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, 06 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



  
Dr. Marie Dwiyaniti, S.T., M.T.  
NIP. 197803312003222002



**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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Sistem Monitoring dan Alarm pada Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC dengan Integrasi HMI dan SCADA” dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi;
4. Muhammad Rabbani Haswi, selaku rekan satu tim yang telah memberikan dukungan, kerja sama, dan bantuan selama pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian skripsi;
5. Orang tua serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, motivasi, dan bantuan material selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi;
6. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2022, kakak tingkat prodi IKI, serta rekan-rekan kontrakan IKI (KONIKI) yang telah memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama menjalani perkuliahan dan penyusunan skripsi.



**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

## Sistem Monitoring dan Alarm pada Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC dengan Integrasi HMI dan SCADA

### Abstrak

*Proses distilasi metanol-air memerlukan sistem monitoring yang mampu menyajikan informasi proses secara akurat dan real-time guna mendukung pengoperasian yang aman dan efektif. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan alarm pada alat distilasi metanol-air berbasis PLC yang terintegrasi dengan HMI dan SCADA. Sistem dikembangkan menggunakan PLC Easycon FX3U-16MT sebagai pengendali utama, HMI GS2107-WTBD yang dirancang menggunakan MELSOFT GT Designer3, serta Haiwell Cloud SCADA untuk fungsi monitoring, alarm, keamanan pengguna, dan data logging. Parameter yang dimonitor meliputi suhu pada tangki boiler dan bukaan motor stepper sebagai aktuator pengatur intensitas pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring berhasil menampilkan parameter proses secara real-time dengan rata-rata waktu respons sebesar 0,45 detik. Fitur alarm juga berhasil diimplementasikan dengan rata-rata waktu respons sebesar 1,95 detik pada HMI dan 0,75 detik pada SCADA, sehingga mampu memberikan peringatan dini ketika terjadi kondisi abnormal pada sistem. Selain itu, proses data logging pada HMI dan SCADA menunjukkan nilai data loss sebesar 0%, yang menandakan proses pencatatan data berlangsung secara konsisten dan andal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi PLC, HMI, dan SCADA berhasil direalisasikan sehingga mampu mendukung fungsi monitoring, alarm, keamanan pengguna, dan pencatatan data pada alat distilasi metanol-air secara andal serta dapat mendukung proses pengoperasian, pengawasan, dan evaluasi kinerja alat distilasi secara berkelanjutan.*

**Kata kunci:** alarm, distilasi metanol-air, HMI, monitoring, PLC, SCADA

**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

*Monitoring and Alarm System for a PLC-Based Methanol-Water Distillation Unit with HMI and SCADA Integration*

**Abstract**

*The methanol-water distillation process requires a monitoring system capable of providing accurate and real-time process information to support safe and efficient operation. This study aims to design and implement a PLC-based monitoring and alarm system for a methanol-water distillation unit integrated with a Human-Machine Interface (HMI) and Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). The system was developed using an Easycon FX3U-16MT PLC as the main controller, a GS2107-WTBD HMI designed with MELSOFT GT Designer3, and Haiwell Cloud SCADA to provide monitoring, alarm management, user security, and data logging functions. The monitored process variables include the boiler temperature and the stepper motor opening, which regulates the burner intensity. The experimental results demonstrate that the monitoring system successfully displays real-time process parameters with an average response time of 0.45 seconds. The alarm function was also successfully implemented, achieving average response times of 1.95 seconds on the HMI and 0.75 seconds on the SCADA system, enabling early detection of abnormal operating conditions. Furthermore, the data logging process on both the HMI and SCADA achieved a data loss value of 0%, indicating consistent and reliable data acquisition and storage. The results confirm that the integration of the PLC, HMI, and SCADA systems was successfully realized, providing reliable monitoring, alarm management, user security, and data logging functions while supporting the operation, supervision, and performance evaluation of the methanol-water distillation unit.*

**Key words:** *alarm, HMI, methanol-water distillation, monitoring, PLC, SCADA*

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

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

**DAFTAR ISI**

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL.....</b>                  | <b>i</b>   |
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                  | <b>i</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b> | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>      | <b>iii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                  | <b>iv</b>  |
| <i>Abstrak.....</i>                         | <i>v</i>   |
| <i>Abstract.....</i>                        | <i>vi</i>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                      | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                   | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                  | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                | <b>xiv</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>               | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                    | 1          |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                  | 2          |
| 1.3 Batasan Masalah.....                    | 3          |
| 1.4 Tujuan.....                             | 3          |
| 1.5 Luaran.....                             | 4          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>         | <b>5</b>   |
| 2.1 State of The Art .....                  | 5          |
| 2.2 Landasan Teori .....                    | 10         |
| 2.2.1 Sistem Dinamika Proses.....           | 10         |
| 2.2.2 Metanol.....                          | 11         |
| 2.2.3 Monitoring .....                      | 13         |
| 2.2.4 Alarm .....                           | 14         |
| 2.2.5 HMI.....                              | 14         |
| 2.2.6 Database.....                         | 14         |
| 2.2.7 Data Logging .....                    | 14         |
| 2.2.8 MELSOFT GT Designer3 .....            | 15         |
| 2.2.9 Haiwell Cloud SCADA .....             | 15         |
| 2.3 Komponen .....                          | 15         |
| 2.3.1 PLC Easycon FX3U-16MT .....           | 15         |
| 2.3.2 HMI Mitsubishi GS2107-WTBD .....      | 16         |
| 2.3.3 RTD PT-100.....                       | 17         |



**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

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 2.3.4 Transmitter PT-100 .....     | 18 |
| 2.3.5 Water Level Switch.....      | 18 |
| 2.3.6 Microstep Driver DM542 ..... | 19 |
| 2.3.7 Motor Stepper NEMA 23 .....  | 19 |
| 2.3.8 Burner .....                 | 20 |
| 2.3.9 Power Supply .....           | 21 |
| 2.3.10 Pompa DC 24V .....          | 21 |
| 2.3.11 Igniter.....                | 22 |
| 2.3.12 Solenoid Valve .....        | 23 |
| 2.3.13 Relay .....                 | 23 |
| 2.3.14 Emergency Switch .....      | 24 |
| 2.3.15 Kipas DC 24V .....          | 24 |
| 2.3.16 MCB .....                   | 25 |

**BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI..... 26**

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.1 Rancangan Alat.....              | 26 |
| 3.1.1 Deskripsi Alat .....           | 27 |
| 3.1.2 Cara Kerja Alat .....          | 30 |
| 3.1.3 Spesifikasi Alat .....         | 33 |
| 3.1.4 Diagram Blok.....              | 36 |
| 3.1.5 Perancangan Mekanis Alat ..... | 40 |
| 3.2 Realisasi Alat .....             | 41 |
| 3.2.1 Realisasi Pembuatan Alat ..... | 42 |
| 3.2.2 Flowchart Sub-Sistem.....      | 45 |
| 3.2.3 Skematik Rangkaian .....       | 47 |
| 3.2.4 Perancangan HMI .....          | 48 |
| 3.2.5 Perancangan SCADA .....        | 64 |

**BAB IV PEMBAHASAN..... 81**

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Pengujian Performa Sistem Monitoring.....                          | 81 |
| 4.1.1 Uraian Pengujian Performa Sistem Monitoring.....                 | 81 |
| 4.1.2 Daftar Peralatan Pengujian Performa Sistem Monitoring .....      | 82 |
| 4.1.3 Tahapan Pengujian Performa Sistem Monitoring .....               | 82 |
| 4.1.4 Analisis Hasil Pengujian Performa Sistem Monitoring .....        | 83 |
| 4.2 Pengujian <i>Screen Security</i> pada HMI.....                     | 84 |
| 4.2.1 Uraian Pengujian <i>Screen Security</i> pada HMI .....           | 85 |
| 4.2.2 Daftar Peralatan Pengujian <i>Screen Security</i> pada HMI ..... | 85 |
| 4.2.3 Tahapan Pengujian <i>Screen Security</i> pada HMI.....           | 85 |



**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

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.4 Analisis Hasil Pengujian Screen <i>Security</i> pada HMI.....           | 86         |
| 4.3 Pengujian Respons Alarm pada HMI .....                                    | 88         |
| 4.3.1 Uraian Pengujian Respons Alarm pada HMI.....                            | 89         |
| 4.3.2 Daftar Peralatan Pengujian Respons Alarm pada HMI .....                 | 89         |
| 4.3.3 Tahapan Pengujian Respons Alarm pada HMI .....                          | 90         |
| 4.3.4 Analisis Hasil Pengujian Respons Alarm pada HMI .....                   | 91         |
| 4.4 Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan HMI .....                    | 94         |
| 4.4.1 Uraian Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan HMI .....           | 95         |
| 4.4.2 Daftar Peralatan Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan HMI ..... | 95         |
| 4.4.3 Tahapan Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan HMI.....           | 96         |
| 4.4.4 Analisis Hasil Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan HMI.....    | 97         |
| 4.5 Pengujian SCADA <i>User Security</i> .....                                | 98         |
| 4.5.1 Uraian Pengujian SCADA <i>User Security</i> .....                       | 98         |
| 4.5.2 Daftar Peralatan Pengujian SCADA <i>User Security</i> .....             | 99         |
| 4.5.3 Tahapan Pengujian SCADA <i>User Security</i> .....                      | 99         |
| 4.5.4 Analisis Hasil Pengujian SCADA <i>User Security</i> .....               | 100        |
| 4.6 Pengujian Respons Alarm pada SCADA .....                                  | 103        |
| 4.6.1 Uraian Pengujian Respons Alarm pada SCADA.....                          | 103        |
| 4.6.2 Daftar Peralatan Pengujian Respons Alarm pada SCADA.....                | 103        |
| 4.6.3 Tahapan Pengujian Respons Alarm pada SCADA .....                        | 104        |
| 4.6.4 Analisis Hasil Pengujian Respons Alarm pada SCADA .....                 | 105        |
| 4.7 Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan SCADA .....                  | 108        |
| 4.7.1 Uraian Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan SCADA.....          | 109        |
| 4.7.2 Daftar Peralatan Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan SCADA     | 109        |
| 4.7.3 Tahapan Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan SCADA .....        | 110        |
| 4.7.4 Analisis Pengujian <i>Data Logging</i> antara PLC dan SCADA.....        | 110        |
| 4.8 Analisis Produk Hasil Pengujian Alat Distilasi Metanol-Air .....          | 112        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                                                    | <b>115</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                           | 115        |
| 5.2 Saran .....                                                               | 116        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                    | <b>117</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                          | <b>120</b> |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2.1 Tabel Referensi Penelitian 1 .....                                  | 5   |
| Tabel 2.2 Tabel Referensi Penelitian 2 .....                                  | 6   |
| Tabel 2.3 Tabel Referensi Penelitian 3 .....                                  | 7   |
| Tabel 2.4 Tabel Referensi Penelitian 4 .....                                  | 8   |
| Tabel 2.5 Tabel Referensi Penelitian 5 .....                                  | 9   |
| Tabel 2.6 Karakteristik Metanol Murni .....                                   | 12  |
| Tabel 2.7 Hubungan Kadar Alkohol dan Densitas .....                           | 13  |
| Tabel 2.8 Karakteristik RTD PT-100 .....                                      | 17  |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Mekanis .....                                           | 33  |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Komponen Hardware .....                                 | 34  |
| Tabel 3.3 Keterangan Gambar Alat Distilasi Metanol-Air .....                  | 42  |
| Tabel 3.4 Keterangan Gambar Bagian Depan Panel Kontrol .....                  | 43  |
| Tabel 3.5 Keterangan gambar dalam Panel Kontrol .....                         | 44  |
| Tabel 4.1 Daftar Peralatan Pengujian Performa Sistem Monitoring .....         | 82  |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Waktu Respons Motor Stepper .....                   | 83  |
| Tabel 4.3 Daftar Peralatan Pengujian Screen Security HMI .....                | 85  |
| Tabel 4.4 Daftar Peralatan Pengujian Respons Alarm pada HMI .....             | 89  |
| Tabel 4.5 Hasil Uji alarm HIGH-Temp pada HMI .....                            | 91  |
| Tabel 4.6 Hasil Uji alarm HiHi-Temp pada HMI .....                            | 92  |
| Tabel 4.7 Hasil Uji alarm Bad-Connection pada HMI .....                       | 92  |
| Tabel 4.8 Hasil Uji alarm Fully Closed Actuator pada HMI .....                | 92  |
| Tabel 4.9 Hasil Uji alarm Fully Opened Actuator pada HMI .....                | 92  |
| Tabel 4.10 Hasil Uji alarm Travelling Actuator pada HMI .....                 | 93  |
| Tabel 4.11 Hasil Uji alarm LOW-Level pada HMI .....                           | 93  |
| Tabel 4.12 Hasil Uji alarm Emergency Button pada HMI .....                    | 93  |
| Tabel 4.13 Hasil Uji alarm ESD pada HMI .....                                 | 94  |
| Tabel 4.14 Daftar Peralatan Pengujian Data Logging antara PLC dan HMI .....   | 95  |
| Tabel 4.15 Hasil Pengujian Data Logging antara PLC dan HMI .....              | 97  |
| Tabel 4.16 Daftar Peralatan Pengujian SCADA User Security .....               | 99  |
| Tabel 4.17 Daftar Peralatan Pengujian Respons Alarm pada SCADA .....          | 104 |
| Tabel 4.18 Hasil Uji alarm HIGH-Temp pada SCADA .....                         | 106 |
| Tabel 4.19 Hasil Uji alarm HiHi-Temp pada SCADA .....                         | 106 |
| Tabel 4.20 Hasil Uji alarm Bad-Connection pada SCADA .....                    | 106 |
| Tabel 4.21 Hasil Uji alarm Full Closed Actuator pada SCADA .....              | 107 |
| Tabel 4.22 Hasil Uji alarm Fully Opened Actuator pada SCADA .....             | 107 |
| Tabel 4.23 Hasil Uji alarm Travelling Actuator pada SCADA .....               | 107 |
| Tabel 4.24 Hasil Uji alarm LOW-Level pada SCADA .....                         | 107 |
| Tabel 4.25 Hasil Uji alarm Emergency Button pada SCADA .....                  | 108 |
| Tabel 4.26 Hasil Uji alarm ESD pada SCADA .....                               | 108 |
| Tabel 4.27 Daftar Peralatan Pengujian Data Logging antara PLC dan SCADA ..... | 109 |
| Tabel 4.28 Hasil Pengujian Data Logging antara PLC dan SCADA .....            | 111 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 PLC Easycon FX3U-16MT.....                              | 16 |
| Gambar 2.2 Mitsubishi Electric GS2107-WTBD .....                   | 17 |
| Gambar 2.3 Sensor RTD PT-100.....                                  | 18 |
| Gambar 2.4 Transmitter PT-100.....                                 | 18 |
| Gambar 2.5 Water Level Switch .....                                | 19 |
| Gambar 2.6 Microstep Driver DM542.....                             | 19 |
| Gambar 2.7 Motor Stepper NEMA 23 .....                             | 20 |
| Gambar 2.8 Burner.....                                             | 21 |
| Gambar 2.9 Power Supply 24VDC 10A WDR-240-24V .....                | 21 |
| Gambar 2.10 Maxpump Pompa DC 24V .....                             | 22 |
| Gambar 2.11 Igniter MDK DKL-01 .....                               | 22 |
| Gambar 2.12 Solenoid Valve 24 VDC .....                            | 23 |
| Gambar 2.13 Relay Omron MY4N 24VDC .....                           | 23 |
| Gambar 2.14 Emergency Switch.....                                  | 24 |
| Gambar 2.15 Kipas Aksial 24 VDC .....                              | 24 |
| Gambar 2.16 MCB 2 Pole.....                                        | 25 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Alat.....                      | 26 |
| Gambar 3.2 P&ID Sistem Kontrol Singe Loop Suhu .....               | 30 |
| Gambar 3.3 Flowchart Cara Kerja Alat.....                          | 32 |
| Gambar 3.4 Diagram Blok Alat .....                                 | 37 |
| Gambar 3.5 Diagram Blok Sub-Sistem.....                            | 39 |
| Gambar 3.6 Tampak Depan Alat.....                                  | 40 |
| Gambar 3.7 Tampak Belakang Alat .....                              | 40 |
| Gambar 3.8 Foto alat tampak samping .....                          | 42 |
| Gambar 3.9 Komponen Bagian Depan Panel Kontrol.....                | 43 |
| Gambar 3.10 Komponen dalam Panel .....                             | 44 |
| Gambar 3.11 Flowchart Sub Sistem pada HMI .....                    | 45 |
| Gambar 3.12 Flowchart Sub Sistem pada SCADA .....                  | 46 |
| Gambar 3.13 Skema Rangkaian Alat .....                             | 47 |
| Gambar 3.14 Pengaturan Komunikasi antara PLC dan HMI.....          | 48 |
| Gambar 3.15 New Project Wizard GT Designer3.....                   | 49 |
| Gambar 3.16 Screen Design HMI GT Designer3 .....                   | 50 |
| Gambar 3.17 Tampilan saat edit visualisasi pada GT Designer3 ..... | 50 |
| Gambar 3.18 Layar Cover pada HMI .....                             | 51 |
| Gambar 3.19 Layar Main Menu pada HMI .....                         | 52 |
| Gambar 3.20 Layar Profil pada HMI .....                            | 52 |
| Gambar 3.21 Layar Tangki Boiler pada HMI .....                     | 53 |
| Gambar 3.22 Layar Tangki Boiler dengan PID pada HMI .....          | 53 |
| Gambar 3.24 Layar Tangki Kondensor pada HMI.....                   | 54 |
| Gambar 3.23 Layar Tangki Boiler dengan grafik pada HMI .....       | 54 |
| Gambar 3.25 Layar Alarm pada HMI .....                             | 55 |
| Gambar 3.26 Layar Data pada HMI.....                               | 55 |
| Gambar 3.27 Tampilan saat koneksi antara PC dan HMI berhasil ..... | 56 |
| Gambar 3.28 Tampilan komunikasi antara PC dan HMI .....            | 57 |
| Gambar 3.29 Pengaturan Comment pada GT Designer3 .....             | 58 |
| Gambar 3.30 Konfigurasi Comment pada GT Designer3 .....            | 58 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3.31 Pengaturan Alarm pada GT Designer3.....                                          | 59  |
| Gambar 3.32 Konfigurasi User Alarm Observation pada GT Designer3 .....                       | 59  |
| Gambar 3.33 Pengaturan Screen Security GT Designer3 .....                                    | 61  |
| Gambar 3.34 Konfigurasi Screen Security pada GT Designer3 .....                              | 61  |
| Gambar 3.35 Security Level pada layar Main Menu .....                                        | 62  |
| Gambar 3.36 Operator Management HMI Mitsubishi GS Series .....                               | 63  |
| Gambar 3.37 Mode Operator Edit.....                                                          | 64  |
| Gambar 3.38 Konfigurasi Runtime Platform Haiwell Cloud SCADA .....                           | 65  |
| Gambar 3.39 Pengaturan Komunikasi antara PLC dan SCADA.....                                  | 65  |
| Gambar 3.40 Struktur Proyek SCADA pada Haiwell Cloud SCADA.....                              | 66  |
| Gambar 3.41 Pengaturan Properti tampilan layar SCADA .....                                   | 67  |
| Gambar 3.42 Pembuatan Antarmuka Visual SCADA.....                                            | 67  |
| Gambar 3.43 Layar Cover pada SCADA.....                                                      | 68  |
| Gambar 3.44 Layar Main Menu pada SCADA.....                                                  | 69  |
| Gambar 3.45 Layar Profil pada SCADA .....                                                    | 69  |
| Gambar 3.46 Layar Tangki Boiler pada SCADA .....                                             | 70  |
| Gambar 3.47 Layar Tangki Boiler dengan grafik pada SCADA .....                               | 70  |
| Gambar 3.48 Layar Tangki Kondensor pada SCADA.....                                           | 71  |
| Gambar 3.49 Layar Alarm pada SCADA .....                                                     | 71  |
| Gambar 3.50 Layar Data pada SCADA.....                                                       | 72  |
| Gambar 3.51 Pengaturan Data group Tangki Boiler.....                                         | 73  |
| Gambar 3.52 Kumpulan Data group untuk SCADA Distilasi Metanol-Air .....                      | 74  |
| Gambar 3.53 Konfigurasi Historical data report table untuk data logging.....                 | 74  |
| Gambar 3.54 Konfigurasi Tendency chart untuk visualisasi grafik.....                         | 75  |
| Gambar 3.55 Konfigurasi alarm HIGH-Temp .....                                                | 76  |
| Gambar 3.56 Kumpulan alarm pada Alarm variable manager.....                                  | 76  |
| Gambar 3.57 Tampilan New alarm table pada Haiwell Cloud SCADA.....                           | 77  |
| Gambar 3.58 Konfigurasi user group Engineer .....                                            | 78  |
| Gambar 3.59 Kumpulan user group pada user group manager.....                                 | 79  |
| Gambar 3.60 User pada user group Engineer .....                                              | 79  |
| Gambar 3.61 Konfigurasi user group Engineer .....                                            | 80  |
| Gambar 3.62 Penerapan authority user group pada layer Main Menu SCADA... ..                  | 80  |
| Gambar 3.63 Penerapan user password untuk tombol PID .....                                   | 80  |
| Gambar 4.1 Perekam data sensor dan aktuator pada tabel data logging HMI ..                   | 84  |
| Gambar 4.2 Grafik parameter tangki boiler pada HMI.....                                      | 84  |
| Gambar 4.3 Tampilan HMI saat verifikasi login sesuai.....                                    | 86  |
| Gambar 4.4 Tampilan HMI saat verifikasi login tidak sesuai.....                              | 87  |
| Gambar 4.5 Tampilan HMI saat akses ke layar belum terverifikasi .....                        | 88  |
| Gambar 4.6 Tampilan HMI melakukan verifikasi ulang login .....                               | 88  |
| Gambar 4.7 Tampilan layar Alarm saat beberapa alarm/event aktif.....                         | 94  |
| Gambar 4.8 Tampilan autentikasi user group pada SCADA .....                                  | 100 |
| Gambar 4.9 Tampilan SCADA saat verifikasi login user group sesuai .....                      | 100 |
| Gambar 4.10 Tampilan SCADA saat user group login tidak sesuai .....                          | 101 |
| Gambar 4.11 Tampilan autentikasi username pada SCADA .....                                   | 101 |
| Gambar 4.12 Daftar username user group Engineer pada SCADA.....                              | 102 |
| Gambar 4.13 Tampilan SCADA saat verifikasi login username sesuai.....                        | 102 |
| Gambar 4.14 (a) Massa Piknometer; (b) Massa Metanol Hasil Pengujian Kontrol<br>SIMC-PI ..... | 112 |



## **© 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 4.15 Kadar Alkohol Hasil Pengujian Kontrol SIMC-PI.....                            | 113 |
| Gambar 4.16 (a) Massa Piknometer; (b) Massa Metanol Hasil Pengujian Kontrol SIMC-PI ..... | 113 |
| Gambar 4.17 Kadar Alkohol Hasil Pengujian Kontrol SIMC-PI Anti-Windup...                  | 114 |





**Hak Cipta :**

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

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                   |                                    |     |
|-------------------|------------------------------------|-----|
| <b>Lampiran 1</b> | Daftar Riwayat Hidup Penulis ..... | 120 |
| <b>Lampiran 2</b> | Dokumentasi Alat .....             | 121 |
| <b>Lampiran 3</b> | Tampilan layar pada HMI .....      | 122 |
| <b>Lampiran 4</b> | Tampilan layar pada SCADA .....    | 123 |



**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

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pesat di berbagai sektor manufaktur, seperti industri kimia, farmasi, dan kosmetik, secara langsung meningkatkan permintaan terhadap bahan kimia dasar. Salah satu komoditas penting adalah metanol, yang memiliki peran strategis karena kegunaannya yang luas sebagai pelarut, bahan baku perantara (*chemical intermediate*), serta komponen dalam berbagai produk bernilai tinggi. Oleh karena itu, ketersediaan metanol dengan kualitas dan kemurnian yang terjaga menjadi aspek penting dalam mendukung keberlanjutan rantai pasok industri modern (Naufal Yudha Utama et al., 2024).

Metanol merupakan alkohol sederhana dengan volatilitas tinggi dan titik didih sekitar  $64,7^{\circ}\text{C}$  pada tekanan atmosfer. Perbedaan titik didih dengan air ( $100^{\circ}\text{C}$ ) menjadi dasar pemisahan melalui distilasi fraksinasi. Berdasarkan prinsip *Vapor-Liquid Equilibrium* (VLE), pemanasan terkontrol membuat metanol lebih cepat menguap dibandingkan air. Oleh karena itu, pengendalian suhu sangat penting karena ketidakstabilan suhu dapat menurunkan kemurnian produk distilat (Angestine & Wibowo, 2023; Tiarawati & Mustain, 2025).

Validasi kinerja sistem kontrol pada kolom distilasi membutuhkan fluida uji dengan sifat termodinamika yang stabil dan dapat diprediksi. Oleh karena itu, sistem biner metanol–air banyak digunakan sebagai model pengujian untuk menggantikan campuran multikomponen, sehingga pengaruh gangguan akibat variasi komposisi dapat diminimalkan. Selain itu, pasangan metanol–air dikenal sebagai sistem referensi karena memiliki data kesetimbangan uap-cair (VLE) yang telah terverifikasi secara luas. Ketersediaan data VLE ini memungkinkan evaluasi kinerja sistem dilakukan secara objektif melalui perbandingan antara hasil eksperimen dan model teoritis, sehingga penyimpangan yang terjadi lebih merepresentasikan performa sistem kontrol dibandingkan faktor ketidakpastian sifat bahan (Putri et al., 2023).

Sebagian penelitian terdahulu yang dijadikan rujukan menggunakan sistem distilasi etanol, mengingat kesamaan karakteristik fisik dan sifat termodinamika yang dimilikinya mirip dengan metanol. Penelitian oleh (Wahid & Rikimata, 2021)



**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

menerapkan kontrol multi-loop PI terdesentralisasi berbasis model FOPDT pada kolom distilasi metanol-air (MIMO 2x2). Dengan pairing *Reflux Rate* komposisi puncak dan *Reboiler Duty* komposisi bawah, hasil validasi IAE menunjukkan sistem mampu meredam gangguan dengan respon stabil, *overshoot* kecil, dan *steady-state error* mendekati nol. Penelitian oleh (Akbar, 2025) mengembangkan sistem kendali *cascade* suhu dan tekanan berbasis PLC dengan metode *tuning* SIMC-PI. Hasilnya menunjukkan *overshoot* rendah (0,5%) dan waktu produksi yang lebih cepat, dari 3 jam menjadi 20 menit untuk menghasilkan bioetanol 70% pada suhu 90°C.

Pada penelitian oleh (Bahriawan et al., 2024) menunjukkan kontrol On-Off histeresis menghasilkan suhu yang tidak stabil dengan osilasi dan *overshoot* tinggi serta respon lambat. Kemudian penelitian (Prihantoro et al., 2021) menggunakan kontrol *Fuzzy Logic* mampu mencapai kadar alkohol tinggi, namun memiliki respon lambat akibat inersia termal yang besar. Penelitian oleh (Tanaiyo et al., 2022) menunjukkan sistem distilasi *batch* yang fungsional, namun mengalami instabilitas suhu dan penurunan kualitas akibat operatoran kendali manual (*open-loop*).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penulis mengembangkan sistem distilasi metanol-air berbasis PLC yang dilengkapi kontrol dan monitoring. Suhu pada tangka *boiler* dikendalikan dengan metode PI untuk menghasilkan metanol dengan densitas 0,7918 g/mL dan kadar alkohol 45–85% sebagai indikator peningkatan efisiensi. Sistem juga didukung monitoring berbasis HMI dan SCADA, dengan bahan baku metanol-air rasio 1:1, serta pengukuran menggunakan piknometer dan alkoholmeter.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang alat distilasi metanol-air untuk memisahkan metanol dan air dengan nilai densitas sebesar 0,7918 g/mL dan kadar 45% - 85% alkohol dari tangki *boiler* pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC?



**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. Bagaimana merancang sistem monitoring dan alarm dengan HMI dan SCADA pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring dan alarm dengan HMI dan SCADA pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC menggunakan software GT Designer3 dan Haiwell Cloud SCADA?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan masalah agar pembahasan dapat lebih terfokus dan terarah. Batasan tersebut meliputi:

1. Sistem mencakup fungsi monitoring HMI dan SCADA
2. Variabel yang diamati meliputi suhu pada tangki *boiler* serta posisi bukaan *motor stepper*.
3. HMI yang digunakan adalah Mitsubishi GS2107-WTBD dengan *software* GT Designer3 dan *software* SCADA yang digunakan adalah Haiwell Cloud SCADA.

### 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mampu merancang alat distilasi metanol-air untuk untuk memisahkan metanol dan air dengan nilai densitas sebesar 0,7918 g/mL dan kadar 45% - 85% alkohol dari tangki boiler pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC.
2. Mampu merancang sistem monitoring dan alarm dengan HMI dan SCADA pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC.
3. Mampu mengintegrasikan sistem monitoring dan alarm dengan HMI dan SCADA pada Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC menggunakan *software* GT Designer3 dan Haiwell Cloud SCADA.



## © 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

### 1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk skripsi ini sebagai berikut.

1. Laporan skripsi.
2. Publikasi jurnal.
3. Purwarupa model pengembangan Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring pada Alat Distilasi Metanol-Air Berbasis PLC



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

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring berbasis PLC dengan integrasi HMI dan SCADA yang telah dilakukan pada alat distilasi metanol-air, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan alat untuk mengoptimalkan proses pemisahan metanol dan air pada tangki *boiler* berhasil *direalisasikan* sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, yaitu kadar alkohol awal 45%–85% dan densitas target 0,7918 g/mL. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan *burner* sebagai sumber pemanas utama, dengan pengaturan aliran gas dilakukan melalui motor *stepper* yang mengendalikan posisi *knob* secara otomatis.
- Integrasi antara PLC, HMI, dan SCADA pada alat distilasi metanol-air berbasis PLC berhasil *direalisasikan* dengan baik. Komunikasi antara PLC Easycon FX3U-16MT dan HMI GS2107-WTBD menggunakan antarmuka RS-422 melalui protokol *proprietary* Mitsubishi, sedangkan komunikasi antara PLC dan *Haiwell Cloud SCADA* menggunakan protokol Modbus RTU berbasis RS-485. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki kinerja yang responsif dengan rata-rata waktu respons terhadap perintah dari HMI sebesar 0,45 detik. Selain itu, proses *data logging* pada HMI maupun SCADA menunjukkan nilai *data loss* sebesar 0%, yang menandakan bahwa proses komunikasi, pencatatan, dan penyimpanan data berlangsung dengan sangat baik dan andal.
- Sistem monitoring pada alat distilasi metanol-air berbasis PLC berhasil dirancang menggunakan *software* MELSOFT GT Designer3 untuk HMI dan *Haiwell Cloud SCADA* untuk SCADA sebagai antarmuka operator. Sistem yang dikembangkan mampu menampilkan visualisasi parameter suhu serta posisi bukaan motor *stepper* secara *real-time*, dilengkapi dengan fitur *data logging* dalam format CSV dan mekanisme keamanan berbasis hak akses pengguna untuk mendukung pengoperasian sistem yang lebih aman dan efektif.

### 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

- Sistem alarm pada alat distilasi metanol-air berbasis PLC berhasil dirancang menggunakan MELSOFT GT Designer3 dan Haiwell Cloud SCADA. Sistem yang dikembangkan mampu memberikan notifikasi secara *real-time* ketika terjadi kondisi abnormal pada proses, seperti suhu yang melebihi batas yang ditentukan, perubahan nilai bukaan motor *stepper*, maupun volume level cairan yang tidak sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur alarm pada HMI memiliki rata-rata waktu respons sebesar 1,95 detik, sedangkan pada SCADA sebesar 0,75 detik, sehingga keduanya mampu menyampaikan informasi gangguan kepada operator secara cepat dan responsif.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan dan disempurnakan pada penelitian selanjutnya. Oleh karena itu, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem adalah sebagai berikut:

- Pengembangan sistem selanjutnya disarankan menggunakan motor *stepper* yang dilengkapi sensor umpan balik posisi (*position feedback*) sehingga posisi aktual aktuator dapat diketahui secara akurat. Dengan adanya informasi posisi tersebut, pengaturan bukaan aliran gas pada *burner* dapat dilakukan secara lebih presisi dan konsisten, sehingga kinerja pengendalian suhu pada proses distilasi dapat ditingkatkan.
- Mengingat sistem menggunakan burner berbahan bakar gas yang dilengkapi pemantik otomatis, disarankan untuk menambahkan sensor pendeteksi kebocoran gas guna meningkatkan aspek keselamatan operasional. Sensor tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi adanya akumulasi atau kebocoran gas di sekitar sistem sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat untuk mengurangi risiko terjadinya kecelakaan selama proses distilasi.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. V. (2025). Sistem Pengendalian Suhu dan Tekanan Tangki Boiler Menggunakan Metode Cascade Control Pada Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC [D4, Politeknik Negeri Jakarta]. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/28271/>
- Angestine, F., & Wibowo, A. A. (2023). PENENTUAN TEKANAN FEED OPTIMUM DALAM PEMURNIAN METANOL BERBASIS CHEMCAD. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 76–81. <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.95>
- Bahriawan, F., Murtono, A., & Budi, E. S. (2024). Sistem Kendali Suhu Pada Proses Destilasi Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 3(1), 16–22. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v3i1.3567>
- Bakhtar, H., Alsahafi, N., Almeahmadi, M., Ahmed, M., Ismail, M., Alzahrani, R., Magadmi, A., Bawazeer, S., Alhazmi, H., Aloufi, B., Hijji, H. H., & Alhazmi, M. W. (2024). Flow-induced noise and vibration in axial fan: A case study. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 15(4), 591–608. <https://doi.org/10.1007/s43995-024-00079-9>
- Bujaeromy, B., & Sari, D. A. (2024). STUDI PERGANTIAN MATERIAL TUBE DARI CARBON STEEL MENJADI 309 STAINLESS STEEL PADA PENUKAR PANAS KONDENSER SHELL AND TUBE. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(2), 12–18. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v5i2.1555>
- Cheng, J. J., & Timilsina, G. R. (2011). Status and barriers of advanced biofuel technologies: A review. *Renewable Energy*, 36(12), 3541–3549. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.04.031>
- Fahmi, I., Soelistyo, T., Maulani, M., Sasongko, N. A., & Yoesgiantoro, D. (2022). MANUFAKTURING DAN ANALISIS PENGUJIAN MATERIAL BURNER KOMPOR BERBAHAN BAKAR BIOETANOL. *TNI Angkatan Udara*, 1(3). <https://doi.org/10.62828/jpb.v1i3.7>
- Gunterus, Frans. (1994). *Falsafah Dasar : Sistem Pengendalian Proses*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Komalasari, A., & Saragih, Y. (2024). SISTEM KONTROL TEMPERATURE TRANSMITTER PADA REAKTOR AP-545 DI PT. SINTAS KURAMA PERDANA. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 6(1), 27–34. <https://doi.org/10.30604/jti.v6i1.161>
- Luyben, W. L. (2013). *Distillation Design and Control Using Aspen Simulation*. John Wiley & Sons.
- Naufal Yudha Utama, Agus Setiyono, & Zami Furqon. (2024). PENGEMBANGAN INDUSTRI METANOL DALAM NEGERI DARI GAS ALAM DENGAN TEKNOLOGI STEAM REFORMING. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 4(1), 398–411. <https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.141>
- Oktavialdi, M. (2023). Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Temperatur Cat Pada Proses Pengecatan Rangka Sepeda Motor Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i1.001>



**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

- Popy Vitria Eviolina, Yudi Kristyawan, & Edi Prihartono. (2025). Sistem Deteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Arduino di Universitas Dr. Soetomo Surabaya. *Router : Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, 3(2), 184–196. <https://doi.org/10.62951/router.v3i2.620>
- Prihantoro, B., Safitri, H. K., & Subali, T. (2021). Implementasi Kontrol Suhu pada Proses Penyulingan Pembuatan Bioetanol Berbahan Ecenggondok Menggunakan Fuzzy Logic. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v7i1.174>
- Punuh, E. M., & Johanis, J. O. A. (2024). Rancangan HMI & Kontrol PLC Pada Tripper Car & Belt Conveyor 3B PLTU 2 SULUT 2 X 25 MW. (01).
- Putri, Z. P., Lusiani, C. E., & Zhishan, Z. (2023). STUDY ON DOUBLE-EFFECT DISTILLATION PROCESS FOR SEPARATING METHANOL-WATER USING ASPEN PLUS V10. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(2), 418–430. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i2.384>
- Rahadian, H., & Heryanto, M. A. (2020). Pengembangan Human Machine Interface (HMI) pada Simulator Sortir Bola sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri. *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(2), 84. <https://doi.org/10.25077/jnte.v9n2.766.2020>
- Ramadhan, L. A. P., & Irawan, D. (2025). Design and Implementation of a Web-Based SCADA for Closed-Loop PID Control Optimized by AI with PLC Integration: A Multi-Layer Architecture Integrating Real-Time Monitoring, Intelligent PID Tuning, and Industrial Automation. *Jurnal Edukasi Elektro*, 9(2), 159–169. <https://doi.org/10.21831/jee.v9i2.88868>
- Raytama, R. R., Hartanto, Y., & Santoso, H. (2021). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Distilasi Ekstraktif Aseton-Metanol. *JURNAL INTEGRASI PROSES*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.36055/jip.v10i1.9643>
- Saidah, K., Barus, D. S., & Razak, A. (2022). ANALISIS PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA BOILER DENGAN KAPASITAS 40 TON/JAM DI PKS AEK LOBA PT. SOCFIN INDONESIA. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 45–54. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v3i1.704>
- Sundana, T., Aditya Johari, F., & Al Ariiq, F. (2022). Sistem Monitoring Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis SCADA. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(1), 74–86. <https://doi.org/10.36418/jist.v3i1.328>
- Tambunan, C., Widjajanto, D., & Setiana, H. (2024). Implementasi Haiwell Cloud Scada Pada Sistem Monitoring Sorting by weight. 10.
- Tanaiyo, D., Antu, E. S., & Akuba, S. (2022). Rancang Bangun Alat Destilasi Bioetanol Berbahan Dasar Nira Aren. *JTPG (Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo)*, 7(1), 22–26. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v7i1.905>
- Tiarawati, S., & Mustain, A. (2025). PREDIKSI KESETIMBANGAN UAP-CAIR SISTEM BINER TERT-BUTANOL+ISOAMIL ALKOHOL PADA BERBAGAI TEKANAN MENGGUNAKAN MODEL UNIFAC. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 11(3), 417–426. <https://doi.org/10.33795/distilat.v11i3.7219>
- Tsai, P.-S., Wu, T.-F., Chen, J.-Y., & Teng, P.-T. (2023). Micro-Stepping Motor for Instrument Panel Using PWM Drive Method. *Processes*, 11(2), 329. <https://doi.org/10.3390/pr11020329>

**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

- Utomo, L., Marfin, M., & Setiawan, D. (2024). Purwarupa Sistem Kendali Suhu Ruang Kelas Universitas Pamulang Berbasis PLC Mitsubishi FX3U-24MR. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 7(1), 70–79. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.40223>
- Wahid, A., & Rikimata, M. (2021). Methanol–Water Purification Control Using Multi-Loop PI Controllers Based on Linear Set Point and Disturbance Models. *ChemEngineering*, 5(4), 70. <https://doi.org/10.3390/chemengineering5040070>
- Wahyudiani, B., Muzada, A. H., & Najmurrokhman, A. (2025). Analisis Efisiensi Sistem SCADA Dalam Monitoring Dan Data Logging Pada Plant Water for Injection (WFI) di Large Volume Parenteral (LVP) PT. Sanbe Farma. 23(2).
- Wankat, P. C. (2022). *Separation Process Engineering: Includes Mass Transfer Analysis*. Pearson.



**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

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



Penulis bernama Isnaini Budi Raharjo, lahir di Bogor pada tanggal 08 September 2002, dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Puspanegara 03 dan lulus pada tahun 2015. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Citeureup dan lulus pada tahun 2018, kemudian melanjutkan pendidikan menengah kejuruan di SMK Negeri 1 Cibinong dan lulus pada tahun 2022. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sarjana Terapan (S.Tr.T.) di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Selama masa perkuliahan, penulis aktif mempelajari bidang instrumentasi, sistem kontrol, otomasi industri, serta teknologi monitoring berbasis PLC, HMI, dan SCADA. Penulis dapat dihubungi melalui (e-mail): [isnainibudi54@gmail.com](mailto:isnainibudi54@gmail.com)

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## Lampiran 2 Dokumentasi Alat



### © 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 milik Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 3 Tampilan layar pada HMI

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

**Alat Distilasi Metanol Air**

**SCOP Pengoperasian Alat**

1. Nyalakan pompa reservoir tangki kondensat dan atur kecepatan pompa sesuai kebutuhan melalui kontrol panel.
2. Pilih mode Manual, kemudian aktifkan burner ignition dan atur nilai tekanan gas (GVR M-01) pada rentang 20%-40%.
3. Pilihlah sistem ke mode Auto, lalu masukkan parameter kontrol berupa setpoint, K<sub>i</sub>, T<sub>i</sub>, T<sub>d</sub>, T<sub>s</sub>, dan pengaturan Anti Windup.
4. Aktifkan burner ignition dan jalankan proses distilasi.
5. Lakukan data logging dengan menggunakan data sebelumnya (Clear) dan menekan tombol Start Log.
6. Setelah proses distilasi selesai, tekan Stop Log dan ekspor data hasil pencatatan.
7. Tunggu hingga proses pendinginan selesai, kemudian atur media penyimpanan dan matikan burner ignition.

**MAIN MENU**

**CONTROL PANEL OVERVIEW**

**Trend Graph Tank Boiler**

**ALARM/EVENT CHRONICLE**

**ALARM/EVENT CONTROL PANEL**

**HISTORICAL DATA**

**LOGGING CONTROL PANEL**

**PID TUNING**

**CONTROL PANEL OVERVIEW**

#### 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 4 Tampilan layar pada SCADA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

00:37  
03/06/2026

**Alat Distilasi Metanol-Air**

**SOP Pengoperasian Alat**

1. Nyalakan pompa reservoir tangki kondensor dan after kesepatu pompa sesuai kebutuhan melalui kontrol panel.
2. Pilih mode Manual, kemudian alihkan burner ignition dan after nilai bukaan gas (RV M-01) pada rentang 30%-40%.
3. Pindahkan sistem ke mode Auto, lalu masukkan parameter kontrol berupa Setpoint, Kc, Ti, Td, Tc, dan pengalasan Anti-Windup.
4. Aktifkan burner ignition dan jalankan proses distilasi.
5. Lakukan data logging dengan menghapus data sebelumnya (Clear) dan revalidasi tombol Start Log.
6. Setelah proses distilasi selesai, tekan Stop Log dan ekspor data hasil pencatatan.
7. Tunggu hingga proses penyimpanan selesai, kemudian ambil media penyimpanan dan matikan burner ignition.

MENU  
PROFIL

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

19:01  
03/06/2026

**MAIN MENU**

COVER  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

19:07  
03/06/2026

**PROFIL MAHASISWA**

Nama : Nami Budi Raharjo  
NIM : 2203431015

Nama : Muhammad Rizki Hani  
NIM : 2203431024

Dosen Pembimbing  
Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.  
NIP. 197011142006122001

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

17:12  
03/06/2026

**CONTROL PANEL OVERVIEW**

| TT-01    | BURNER IGNITION | ANTI WINDUP OFF |
|----------|-----------------|-----------------|
| MAN      | ON              | OFF             |
| SV TT-01 | DEGC            | STATE           |
| SV IM-01 | 888.88          | OFF             |
| SV IM-01 | 888             | OFF             |

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

16:38  
03/06/2026

**TREND GRAPH TANK BOILER**

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

19:25  
03/06/2026

**CONTROL PANEL OVERVIEW**

| P-01 | MAN | STATE |
|------|-----|-------|
| P-01 | ON  | OFF   |

Back to Tank Boiler

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

19:38  
03/06/2026

**ALARMEVENT CHRONICLE**

| Alarm time       | The current value | Alarm text | Alarm type |
|------------------|-------------------|------------|------------|
| 03/06/2026 19:38 | 100               | Alarm text | Alarm type |

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DISTILASI METANOL-AIR BERBASIS PLC**

21:01  
03/06/2026

**HISTORICAL DATA**

| Time                | RV T-01 (°C) | RV T-02 (°C) | RV M-01 (%) |
|---------------------|--------------|--------------|-------------|
| 2024-06-03 21:00:00 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:05 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:10 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:15 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:20 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:25 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:30 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:35 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:40 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:45 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:50 | 0.00         | 0.00         | 0           |
| 2024-06-03 21:00:55 | 0.00         | 0.00         | 0           |

COVER  
MENU  
PROFIL  
DISTILLATION PROCESS  
ALARM  
DATA

### 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