



© 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



**SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DESTILASI
BIOETANOL BERBASIS PLC**

SUB JUDUL:

**SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN TEKANAN TANGKI
BOILER MENGGUNAKAN METODE *CASCADE CONTROL*
PADA ALAT DESTILASI BIOETANOL BERBASIS PLC**

**POLITEKNIK
NEGERI
SKRIPSI
JAKARTA**

**FADILLA VIKRY AKBAR
2103431021**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



© 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



**SISTEM KONTROL DAN MONITORING ALAT DESTILASI
BIOETANOL BERBASIS PLC**

SUB JUDUL:

**SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN TEKANAN TANGKI
BOILER MENGGUNAKAN METODE *CASCADE CONTROL*
PADA ALAT DESTILASI BIOETANOL BERBASIS PLC**

SKRIPSI

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

**FADILLA VIKRY AKBAR
2103431021**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



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 ORISINILITAS

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

Nama : Fadilla Vikry Akbar

NIM : 2103431021

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2025

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Fadilla Vikry Akbar

NIM : 2103431021

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Sistem Pengendalian Suhu dan Tekanan Tangki Boiler Menggunakan Metode *Cascade Control* Pada Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada 26 Juni 2025, dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Dian Figana, S. T., M. T.

NIP. 198503142015041002

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 4 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga Skripsi berjudul “Sistem Pengendalian Suhu dan Tekanan Tangki Boiler Menggunakan Metode *Cascade Control* Pada Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan. Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, baik selama masa studi maupun dalam proses penyelesaian laporan. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

1. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Dian Figana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Muhammad Fathur Robbani, selaku rekan satu tim dalam pelaksanaan penelitian ini yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Soraya Putri Aulia selaku kekasih penulis yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan pendengar keluh kesah selama penulis menjalankan masa skripsi dan menyelesaikan laporan skripsi;
7. Teman-teman Teknik Elektro 2021, para rekan kontrakan IKI, dan seluruh IKI 2021 A yang saling mendukung dan berjuang dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi selama masa kuliah.

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

Depok, 26 Juni 2025

Penulis



Hak Cipta :

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

Sistem Pengendalian Suhu Dan Tekanan Tangki Boiler Menggunakan Metode Cascade Control Pada Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC

Abstrak

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil mendorong perlunya pengembangan energi alternatif, salah satunya adalah bioetanol. Produksi bioetanol melalui proses fermentasi dan destilasi memerlukan kontrol suhu dan tekanan yang presisi untuk mendapatkan kadar alkohol yang tinggi. Namun, proses destilasi sering mengalami ketidakstabilan suhu dan tekanan, yang berdampak pada kualitas hasil akhir. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler menggunakan metode cascade control berbasis PLC agar dapat meningkatkan efisiensi produksi dan kestabilan proses. Sistem dikendalikan dengan algoritma tuning SIMC-PI, dengan parameter optimal: kontrol suhu (primary loop) $K_c=1,255$, $T_i=600$; kontrol tekanan (secondary loop) $K_c=0,04$, $T_i=30$. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem cascade memberikan respons lebih stabil dibandingkan kontrol single-loop suhu, dengan rise time 655 detik, settling time 1109 detik, delay time 772 detik, peak time 1757 detik, dan overshoot 0,5%. Implementasi pengembangan sistem ini menurunkan waktu proses destilasi untuk menghasilkan bioetanol mengalir dari 3 jam menjadi ± 20 menit untuk mencapai target kadar alkohol 70%. Sistem juga dilengkapi fitur safety berupa float switch dan proteksi suhu maksimum 100°C . Dengan integrasi SCADA dan HMI berbasis Haiwell Cloud, sistem ini mampu memantau dan mengendalikan proses secara real-time dan efisien. Hasil pengembangan menunjukkan peningkatan signifikan dalam kestabilan proses, kecepatan waktu respons, dan efisiensi energi.

Kata Kunci: bioetanol, destilasi, tuning SIMC-PI, cascade control, kontrol suhu, kontrol tekanan, PLC

**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

Temperature And Pressure Control System Of Boiler Tank Using Cascade Control Method On PLC-Based Bioethanol Distillation Equipment

Abstract

The dependence on fossil fuels has driven the need to develop alternative energy sources, one of which is bioethanol. The production of bioethanol through fermentation and distillation processes requires precise control of temperature and pressure to achieve high alcohol concentration. However, the distillation process often experiences instability in temperature and pressure, which negatively affects the final product quality. This research aims to design a temperature and pressure control system for the boiler tank using a PLC-based cascade control method to improve production efficiency and process stability. The system is controlled using the SIMC-PI tuning algorithm, with optimal parameters: temperature control (primary loop) $K_c=1.255$, $T_i=600$; pressure control (secondary loop) $K_c=0.04$, $T_i=30$. Test results show that the cascade system provides a more stable response compared to single-loop temperature control, with a rise time of 655 seconds, settling time of 1109 seconds, delay time of 772 seconds, peak time of 1757 seconds, and an overshoot of 0.5%. The implementation of the system reduced the distillation time required to produce flowing bioethanol from 3 hours to approximately 20 minutes to reach the target alcohol concentration of 70%. The system is also equipped with safety features such as a float switch and over-temperature protection at 100°C. With the integration of SCADA and HMI based on Haiwell Cloud, the system is capable of real-time monitoring and efficient process control. The development results demonstrate significant improvements in process stability, response speed, and energy efficiency..

Keywords: *bioethanol, distillation, SIMC-PI tuning, cascade control, temperature control, pressure control, PLC*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>Abstrak</i>	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Luaran.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Bioetanol	9
2.3 Destilasi.....	11
2.3.1 Boiler.....	11
2.3.2 Kondensor	16
2.4 Sistem Pengendalian.....	16
2.4.1 Sistem Kendali <i>Open Loop</i> (Loop Terbuka).....	16
2.4.2 Sistem Kendali <i>Closed Loop</i> (Loop Tertutup).....	17
2.5 Kendali PI (Proportional – Integral).....	17
2.5.1 Perancangam Sistem Pengendalian.....	19
2.5.2 <i>Process Reaction Curve</i> (PRC).....	20
2.5.3 <i>First Order Plus Dead Time</i> (FOPDT)	21
2.5.4 Metode Skogestad <i>Internal Model Control</i> (SIMC) PID.....	22
2.6 Respons Transien Sistem.....	24



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, 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

2.7	<i>Cascade Control</i>	26
2.8	<i>HaiwellHappy PLC Software</i>	27
2.9	<i>Haiwell Cloud SCADA</i>	28
2.10	<i>Temperature Transmitter</i> RTD PT-100	28
2.11	<i>Pressure Transmitter</i>	30
2.12	<i>Motorized Control Valve (MCV)</i>	31
2.13	<i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	33
2.14	<i>Float Switch</i>	33
2.15	<i>Motor DC</i>	34
2.16	<i>Burner</i>	37
2.17	<i>LPG (Liquefied Petroleum Gas)</i>	37
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI		39
3.1	<i>Perancangan Sistem</i>	39
3.1.1	<i>Deskripsi Alat</i>	40
3.1.2	<i>Cara Kerja Alat</i>	42
3.1.3	<i>Spesifikasi Alat</i>	45
3.1.4	<i>Diagram Blok</i>	48
3.1.5	<i>Perancangan Mekanis Alat</i>	53
3.2	<i>Realisasi Alat</i>	56
3.2.1	<i>Realisasi Pembuatan Alat</i>	56
3.2.2	<i>Flowchart Subsisitem</i>	61
3.2.3	<i>Skematik Rangkaian</i>	63
3.2.4	<i>Scaling Sensor dan Aktuator</i>	64
BAB IV PEMBAHASAN		66
4.1	<i>Pengujian</i>	66
4.1.1	<i>Deskripsi Pengujian</i>	67
4.1.2	<i>Daftar Alat Dan Bahan Pengujian</i>	67
4.1.3	<i>Prosedur Pengujian</i>	68
4.1.4	<i>Data Pengujian Temperature Transmitter</i>	69
4.1.5	<i>Data Pengujian Pressure Transmitter</i>	71
4.1.6	<i>Data Pengujian Motorized Control Valve</i>	72
4.1.7	<i>Data Hasil Pengujian Open Loop Sistem Destilasi Bioetanol</i>	74
4.2	<i>Analisis Data Hasil Pengujian</i>	78
4.2.1	<i>Pemodelan Matematika</i>	78
4.2.2	<i>Perancangan Kontrol PI Metode SIMC</i>	82
4.2.3	<i>Pengujian Simulasi Respons SIMC-PI</i>	84



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

4.2.4	Pengujian <i>Single Loop Control</i> SIMC-PI Sistem Destilasi Bioetanol	88
4.2.5	Pengujian <i>Cascade Control</i> SIMC-PI Sistem Destilasi Bioetanol .	91
4.2.6	Perbandingan SIMC-PI Suhu Dan SIMC-PI <i>Cascade Control</i>	93
4.2.7	Analisis Karakteristik Alat Dan Hasil Pembuatan Destilasi Bioetanol	94
BAB V	PENUTUP	99
5.1	Kesimpulan	99
5.2	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN		107





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Respons Kontrol PI Terhadap Perubahan Parameter Kp dan Ki pada Sistem <i>Loop</i> Tertutup	19
Tabel 2. 3 Rumus <i>Tuning</i> IMC-PI-PID FOPDT	23
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Temperatur RTD PT-100.....	30
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>Pressure Transmitter</i>	31
Tabel 2. 6 Spesifikasi <i>Motorized Control Valve</i>	32
Tabel 2. 7 Spesifikasi Pompa DC <i>Nonsubmersible</i>	36
Tabel 2. 8 Spesifikasi <i>Fan</i> DC	37
Tabel 3. 1 Spesifikasi Mekanis	45
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen Hardware.....	46
Tabel 3. 3 Tabel Keterangan Gambar Tampak Samping Alat.....	56
Tabel 3. 4 Tabel Keterangan Gambar Tampak Depan Panel Kontrol	57
Tabel 3. 5 Tabel Keterangan Gambar Tampak Dalam Panel.....	58
Tabel 4. 1 Daftar Peralatan Pengujian.....	67
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Suhu	69
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Tekanan.....	71
Tabel 4. 4 Pengujian <i>Motorized Control Valve</i>	73
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Open <i>Loop</i>	75
Tabel 4. 6 Nilai Parameter PI Tekanan	83
Tabel 4. 7 Nilai Parameter PI Suhu.....	84
Tabel 4. 8 Perbandingan SIMC-PI Suhu dan SIMC-PI <i>Cascade Control</i>	94

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Tulang Ikan Penelitian	9
Gambar 2. 2 Sistem Kendali <i>Loop</i> Terbuka	17
Gambar 2. 3 Sistem Kendali <i>Loop</i> Tertutup	17
Gambar 2. 4 Diagram Blok <i>PI Controller</i>	18
Gambar 2. 5 (a) <i>Process Reaction Curve – Method I</i> ; (b) <i>Process Reaction Curve – Method II</i>	20
Gambar 2. 6 Grafik Kurva <i>S-Shape</i>	24
Gambar 2. 7 Karakteristik Respons Transien	25
Gambar 2. 8 Diagram Blok <i>Cascade Control</i>	27
Gambar 2. 9 HaiwellHappy PLC Software	27
Gambar 2. 10 Software Haiwell Cloud SCADA	28
Gambar 2. 11 Sensor Suhu RTD PT-100	29
Gambar 2. 12 <i>Pressure Transmitter</i>	31
Gambar 2. 13 <i>Motorized Control Valve</i>	32
Gambar 2. 14 PLC Haiwell AC12M0R 12 <i>Channel With Analog I/O</i>	33
Gambar 2. 15 <i>Float Switch</i>	34
Gambar 2. 16 Pompa DC <i>Nonsubmersible</i>	35
Gambar 2. 17 <i>Fan 12V DC</i>	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perancangan Alat	40
Gambar 3. 2 P&ID Sistem Kontrol Cascade Suhu dan Tekanan	42
Gambar 3. 3 Flowchart Cara Kerja Alat	44
Gambar 3. 4 Desain dan Dimensi Alat	45
Gambar 3. 5 Diagram Blok Alat	49
Gambar 3. 6 Diagram Blok Subsistem	51
Gambar 3. 7 Diagram Blok Feedback Cascade Control Closed Loop	52
Gambar 3. 8 Desain 3D Mekanis Alat	54
Gambar 3. 9 Desain 3D Mekanis Alat Tampak Samping	54
Gambar 3. 10 Desain 3D Mekanis Alat Tampak Atas	55
Gambar 3. 11 Tampak Samping Alat	56
Gambar 3. 12 Tampak Depan Panel Kontrol Alat	57
Gambar 3. 13 Tampak Dalam Panel Alat Destilasi Bioetanol	58
Gambar 3. 14 Tangki Boiler	59
Gambar 3. 15 Flowchart Subsistem	62
Gambar 3. 16 Skematik Rangkaian Alat	64
Gambar 3. 17 Nilai Scaling Temperature Transmitter	65
Gambar 3. 18 Nilai Scaling Pressure Transmitter	65
Gambar 3. 19 Nilai Scaling Motorized Control Valve	65
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Sensor Suhu RTD PT-100 Terhadap Resistansi ..	70
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Sensor Suhu RTD PT-100 Terhadap Arus	70
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Sensor Tekanan Terhadap Arus	72
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian <i>Motorized Control Valve</i> Terhadap Arus	74
Gambar 4. 5 Grafik Suhu Cairan Bahan Baku Pengujian <i>Open Loop</i>	76
Gambar 4. 6 Grafik Tekanan Uap Bahan Baku Pengujian <i>Open Loop</i>	76
Gambar 4. 7 Grafik Step Respons <i>Motorized Control Valve</i> 15%–20%	77
Gambar 4. 8 Grafik <i>Transfer Function</i> Tekanan	80



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. 9 Grafik <i>Transfer Function</i> Suhu	82
Gambar 4. 10 Grafik Simulasi Respons Sistem Kontrol SIMC-PI Tekanan	85
Gambar 4. 11 Grafik Simulasi Respons Sistem Kontrol SIMC-PI Suhu.....	86
Gambar 4. 12 Grafik Simulasi Respons Sistem Kontrol SIMC-PI <i>Cascade</i>	87
Gambar 4. 13 Grafik Respons <i>Single Loop</i> Tekanan Sistem Destilasi Bioetanol	88
Gambar 4. 14 Grafik Respons <i>Single Loop</i> Suhu Sistem Destilasi Bioetanol	90
Gambar 4. 15 Grafik Respons <i>Cascade Control</i> Sistem Destilasi Bioetanol	92
Gambar 4. 16 Grafik Respons SIMC-PI Suhu dan SIMC-PI <i>Cascade Control</i> ...	94
Gambar 4. 17 Hasil Bioetanol Pada Suhu 90°C	96
Gambar 4. 18 Hasil Bioetanol Pada Suhu 95°C	97





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

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	107
Lampiran 2 Dokumentasi Alat	108
Lampiran 3 Program <i>Ladder</i> PLC	109
Lampiran 4 Lanjutan Program <i>Ladder</i> PLC	110
Lampiran 5 Program Python Simulasi Respons Transien.....	111
Lampiran 6 Lanjutan Program Python Simulasi Respons Transien	112
Lampiran 7 <i>Datasheet</i> RTD PT-100	113
Lampiran 8 Lanjutan <i>Datasheet</i> RTD PT-100.....	114
Lampiran 9 <i>Datasheet Pressure Transmitter</i>	115
Lampiran 10 Lanjutan <i>Datasheet Pressure Transmitter</i>	116
Lampiran 11 <i>Datasheet Motorized Control Valve</i>	117
Lampiran 12 Lanjutan <i>Datasheet Motorized Control Valve</i>	118
Lampiran 13 <i>Datasheet</i> PLC Haiwell AC12M0R	119

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterbatasan sumber energi menjadi salah satu faktor krusial dalam mendukung keberlanjutan suatu negara. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, kebutuhan dan konsumsi energi terus meningkat, mendorong upaya pencarian solusi untuk mencukupi kebutuhan tersebut. Energi sendiri merupakan elemen fundamental dalam kehidupan di bumi karena menunjang berbagai aktivitas vital, baik dalam sektor rumah tangga, industri, transportasi, maupun pertanian. Saat ini, pemenuhan energi sebagian besar masih bergantung pada sumber energi fosil, terutama Bahan Bakar Minyak (BBM), yang memainkan peran sentral sebagai sumber energi utama untuk kendaraan bermotor, pembangkit listrik, dan mesin-mesin industri. Namun, BBM merupakan sumber daya yang tidak terbarukan dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terbentuk kembali. Di Indonesia, ketersediaan BBM semakin menipis akibat tingginya permintaan dan eksploitasi yang terus berlangsung. Ketergantungan tinggi terhadap energi fosil ini memperbesar risiko krisis energi di masa depan. Oleh karena itu, pengembangan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi sangat diperlukan sebagai solusi jangka panjang bagi ketahanan energi nasional. Salah satu alternatif yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pengganti BBM adalah bioetanol (Setiawan, 2018).

Bioetanol adalah senyawa kimia yang kini memegang peranan penting dalam berbagai bidang kehidupan. Pemanfaatannya telah menjadi hal yang vital, terutama di sektor transportasi, bioetanol dipandang sebagai solusi alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan bahan bakar fosil yang harganya terus meningkat dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu keunggulan bioetanol sebagai bahan bakar adalah emisi karbon monoksida yang dihasilkannya sekitar 19–25% lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar minyak (Tanaiyo, Antu, & Akuba, 2022).

**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 produksi bioetanol melibatkan dua tahap utama, yaitu fermentasi dan destilasi. Pada tahap fermentasi, dihasilkan alkohol dengan konsentrasi yang masih rendah. Setelah proses fermentasi selesai, langkah berikutnya adalah destilasi. Destilasi merupakan metode pemisahan komponen cair dalam suatu campuran berdasarkan perbedaan titik didih atau volatilitasnya. Dalam proses ini, cairan dipanaskan hingga mencapai titik didih, lalu uap yang terbentuk dialirkan ke kondensor untuk didinginkan dan dikondensasi kembali menjadi cairan (Setiawan, 2018).

Selama proses destilasi, suhu memainkan peran penting dalam menentukan kadar alkohol yang dihasilkan. Etanol murni memiliki titik didih sekitar 78°C, sedangkan air mendidih pada suhu 100°C dalam kondisi standar (Marlina & Hainun, 2020). Jika suhu destilasi melebihi titik didih etanol, maka komponen lain dalam campuran juga bisa ikut menguap dan melewati kondensor, yang akhirnya menyebabkan penurunan konsentrasi etanol yang diperoleh. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi dalam sistem produksi bioetanol agar dapat memenuhi kebutuhan energi alternatif yang semakin meningkat di tengah masyarakat saat ini.

Penelitian oleh Rivaldo Aryanto (2024) yang berjudul *“Sistem Kontrol Suhu Boiler Menggunakan Fuzzy Logic pada Alat Destilasi Bioetanol”* menunjukkan bahwa alat yang dirancang telah mampu memenuhi kriteria proses destilasi bioetanol. Namun, sistem tersebut masih belum optimal dalam hal produksi uap pada boiler, aspek keselamatan (safety), serta belum sepenuhnya memaksimalkan keandalan kontroler dan antarmuka dengan operator. Oleh karena itu, perancangan dan spesifikasi alat perlu mendapat perhatian serius karena sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembuatan sistem tersebut (Aryanto, 2024).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fathan Edi Purwanto (2022) dengan judul *“Rancang Bangun dan Uji Kinerja Destilator Elektrik untuk Destilasi Bioetanol dari Rumput Laut (Eucheuma cottonii)”*, diperoleh bahwa proses destilasi berhasil menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol sebesar 39%. Hasil fermentasi bahan baku selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam secara berturut-turut menghasilkan bioetanol dengan kadar masing-masing sebesar 42%, 31%, dan 45%. Destilator yang memanfaatkan pemanas elektrik mampu digunakan 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

memanaskan tangki boiler dengan waktu operasi selama 159 menit (Purwanto, Soekarno, Dharmawan, Harsono, & Marhaenanto, 2022).

Dalam penelitian Fasriyah Julia Alam (2021) yang berjudul “*Sistem Kontrol Suhu pada Alat Penyulingan Bioetanol Menggunakan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Mikrokontroler*”, diketahui bahwa penerapan sistem pengendalian suhu pada alat penyulingan telah berhasil. Sistem ini bekerja dengan mengatur nyala dan mati pemanas (heater) berdasarkan perubahan suhu. Jika suhu melebihi titik didih etanol, maka kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses penyulingan cenderung menurun (Alam, 2021).

Berdasarkan sejumlah penelitian terdahulu, penulis melakukan pengembangan lebih lanjut dengan merancang “*Sistem Kontrol dan Monitoring pada Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC*”. Dalam sistem ini, variabel suhu dan tekanan pada tangki boiler akan dikendalikan menggunakan metode *cascade control*, dengan tujuan untuk memperoleh bioetanol berkadar alkohol tinggi, yaitu sebesar 70%. Target tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas hasil destilasi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dan HMI (Human Machine Interface) guna mendukung pengoperasian alat yang lebih efisien dan optimal. Bahan baku dalam proses destilasi ini berasal dari singkong yang telah difermentasi hingga menjadi air tape sebagai substrat beralkohol berkadar lebih rendah. Singkong merupakan sumber energi terbarukan yang dapat diperoleh secara berkelanjutan, sementara pengukuran kadar alkohol dilakukan menggunakan alkoholmeter.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengoptimalkan produksi uap bahan baku destilasi bioetanol dari tangki boiler untuk mencapai kadar alkohol sebesar 70%



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

pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC?

2. Bagaimana merancang sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler menggunakan metode *cascade control* pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC?
3. Bagaimana mengintegrasikan pemrograman sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler menggunakan metode *cascade control* pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC dengan *software* HaiwellHappy?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, ditetapkan batasan masalah guna memastikan pembahasan lebih terfokus dan terarah. Batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Hanya melakukan perhitungan sederhana terhadap perancangan mekanis dan proses yang terjadi pada tangki boiler.
2. Pembahasan berfokus kepada pengontrolan suhu cairan dan tekanan uap bahan baku menggunakan metode SIMC-PI pada tangki boiler destilasi bioetanol.
3. Parameter yang dibaca pada alat ini adalah suhu dan level pada tangki boiler.
4. Menggunakan sensor suhu RTD PT-100 dan sensor tekanan (pressure transmitter) .
5. Sensor *floatswitch* hanya membaca batas bawah ketinggian cairan bahan baku sebagai sistem *safety* batas minimum ketinggian kerja alat.
6. Tangki kondensor hanya dikontrol secara *on/off* untuk menyalakan kipas dan pompa.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



© 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

1. Mengoptimalkan produksi uap pada tangki boiler guna mencapai kadar alkohol sebesar 70% pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC.
2. Merancang pengembangan sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler menggunakan metode *cascade control* pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC.
3. Mengintegrasikan pemrograman sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler menggunakan metode *cascade control* pada Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC dengan *software* HaiwellHappy.
4. Mampu merancang pengembangan Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol Berbasis PLC yang menghasilkan bioetanol untuk kepentingan di masyarakat.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Laporan Tugas Akhir
2. Publikasi jurnal.
3. Purwarupa Model Sistem Kontrol dan Monitoring Alat Destilasi Bioetanol 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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan serangkaian pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Pengoptimalan dan efisiensi waktu produksi uap bahan baku destilasi bioetanol pada tangki boiler dengan kadar alkohol 70% dilakukan dengan cara memodifikasi tangki boiler dan mengganti elemen elektrik *heater* menjadi *burner* (tungku kompor) yang dikendalikan dengan aliran gas oleh *motorized control valve*.
- Perancangan sistem pengendalian suhu dan tekanan pada tangki boiler dilakukan dengan menerapkan metode *cascade control*, suhu sebagai variabel utama dikendalikan melalui *primary loop* dan tekanan uap sebagai variabel pendukung dikendalikan melalui *secondary loop*. Proses perancangan diawali dengan pemodelan sistem menggunakan pendekatan FOPDT (First Order Plus Dead Time) berdasarkan data *open loop*, yang selanjutnya dilakukan *tuning* parameter kontrol menggunakan metode SIMC-PI. Hasil *tuning* optimal pada *primary loop* diperoleh nilai $K_c=1,255$ dan $T_i=600$, sedangkan pada *secondary loop* diperoleh $K_c=0,04$ dan $T_i=30$. Sistem ini menunjukkan kinerja respons transien dengan *delay time* 772 detik, *rise time* 665 detik, *overshoot* sebesar 0,5%, *peak time* 1757 detik, dan *settling time* 1109 detik. Dengan *setpoint* suhu sebesar 90 °C, sistem mampu mencapai dan mempertahankan suhu proses dengan *steady-state error* sebesar 0,5 °C
- Integrasi pemrograman sistem pengendalian suhu dan tekanan tangki boiler dengan metode *cascade control* berhasil dilakukan menggunakan *software* HaiwellHappy pada platform PLC Haiwell. Pemrograman dirancang menggunakan bahasa *ladder diagram* dan *function block*, dengan konfigurasi dua *loop* kontrol: suhu sebagai *primary loop* dan



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

tekanan sebagai *secondary loop*. Setiap *loop* dikendalikan oleh blok PID terpisah, yang masing-masing disesuaikan berdasarkan parameter hasil *tuning* metode SIMC-PI. Sistem ini terhubung dengan antarmuka HMI dan SCADA Haiwell Cloud untuk memudahkan proses monitoring dan pengendalian secara *real-time*. Selain itu, fitur *safety* seperti batas kerja suhu maksimum, dan *float switch* juga diintegrasikan dalam logika program untuk mendukung keselamatan proses. Pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol dan monitoring bekerja secara otomatis, responsif, dan mampu menjaga suhu dan tekanan sesuai *setpoint* yang ditentukan. Dengan demikian, integrasi antara kontrol *cascade* dan sistem monitoring melalui *software* HaiwellHappy berjalan efektif dan mendukung keberhasilan proses destilasi bioetanol secara efisien.

- Berdasarkan hasil pengujian, metode kontrol SIMC-PI *cascade* menghasilkan pengendalian suhu lebih akurat dan stabil dengan *overshoot* 0,5 % serta *steady-state error* 0,5 °C, walaupun responsnya lebih lambat dengan *delay time* 772 detik dan *settling time* 1109 detik. SIMC-PI suhu merespons lebih cepat *delay time* 498 detik, *settling time* 1233 detik, dan *peak time* 964 detik, tetapi kurang stabil karena *overshoot* 2,67 % dan *steady-state error* 1 °C. Metode SIMC-PI *cascade* unggul dalam akurasi dan kestabilan, sedangkan Metode SIMC-PI suhu unggul dalam kecepatan respons.
- Sistem hasil pengembangan menunjukkan peningkatan efisiensi waktu yang signifikan dalam proses pembangkitan tekanan uap bioetanol. Waktu

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

semula dibutuhkan sekitar 3 jam berhasil dipangkas menjadi 20 menit, dengan penghematan waktu sebesar $\pm 88,89\%$. Peningkatan ini menunjukkan bahwa modifikasi sistem dan optimalisasi proses berhasil meningkatkan kinerja, mempercepat siklus kerja, serta berpotensi menurunkan konsumsi energi dan meningkatkan produktivitas.

- Suhu memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kadar alkohol dalam bioetanol. Semakin tinggi suhu pada tangki boiler, maka kadar alkohol yang dihasilkan cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh kenaikan suhu yang mendekati titik didih air, atau dalam proses destilasi dikenal sebagai residu. Berdasarkan hasil pengujian, pada suhu 90°C diperoleh kadar alkohol sebesar 70%, sedangkan pada suhu 95°C kadar alkohol menurun menjadi 60%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, berikut disampaikan beberapa rekomendasi untuk peneliti selanjutnya dalam pengembangan sistem pengendalian suhu dan tekanan pada tangki boiler alat destilasi bioetanol:

- Ditujukan untuk peneliti selanjutnya memodifikasi rancangan mekanis tangki boiler dengan menambahkan kolom destilasi guna meningkatkan efisiensi pemisahan alkohol dan air. Penambahan ini memungkinkan pemanfaatan suhu di atas titik didih air untuk menghasilkan tekanan uap yang lebih besar, sekaligus menjaga efektivitas pengendalian suhu dan tekanan dalam sistem.
- Jika modifikasi tangki boiler dengan kolom destilasi tidak dilakukan, disarankan mengganti aktuatur *motorized control valve* dengan motor *stepper* yang mengatur putaran *knob* pada tungku pembakar, karena lebih merepresentasikan besar dan kecilnya nyala api.
- Jika tidak melakukan penggantian aktuatur dengan motor *stepper*, Disarankan untuk peneliti selanjutnya melakukan modifikasi pada tungku



© 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

pembakar atau *burner* agar tetap dapat menyala meskipun aliran gas berada di bawah 15% bukaan *motorized control valve*.





DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, L., & Suryantoro, W. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SEMI OTOMATIS PINTU AIR*. *Jurnal Elektro*, 12(2), 201.
- Akbar, M. L., Wati, D. A., Pramitasari, R. E., & Rosadi, M. (2023). *PENGEMBANGAN ALAT DESTILASI BIOETANOL LIMBAH AMPAS TAHU : PENGEMBANGAN ALAT DESTILASI BIOETANOL LIMBAH AMPAS TAHU*. *Jurnal MOTION (Manufaktur, Otomasi, Otomotif, Dan Energi Terbarukan)*, 1(2), 14-20.
- Alam, F. J. (2021). *Sistem Kontrol Suhu Pada Alat Penyulingan Bioetanol Menggunakan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Mikrokontroller*. Politeknik Negeri Padang.
- Aryanto, R. (2024). *Sistem Kontrol Suhu Boiler Menggunakan Fuzzy Logic Pada Alat Destilasi Bioetanol*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Åström, K. J., & Murray, R. M. (2021). *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Bahriawan, F., Murtono, A., & Budi, E. (2024). *Sistem Kendali Suhu Pada Proses Destilasi Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang*. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 3(1), 15-24.
- Bastomi, M., Faisal, M., & Asrul, A. (2023). *Rancang Bangun Burner Peleburan Logam Tipe Gun Berbahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG)*. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 87-91. doi:<https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5286>
- Çengel, Y. A., Boles, M. A., & Kanoglu, M. (2024). *Thermodynamics: An Engineering Approach* (10th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Dwinanda, A., Mufarida, N. A., & Finali, A. (2019). *Pengaruh Variasi Debit Aliran Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi LPG Dan CNG*. *J-Proteksion*, 3(2), 11-14.
- Eka Maulana, R., Aryanto, R., & Syahputra, R. (2020). *Perancangan Alat Destilasi Bioetanol Skala Laboratorium*. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 8(2), 110-116.

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

- Fatimah, L. A., & Hidayat, R. (2024). *Analisis Hasil Studi Kasus Kalibrasi Pressure Transmitter Dengan Metode Zero Calibration*. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(1), 21–29.
- Flynn, A. M., Akashige, T., & Theodore, L. (2019). *Kern's Process Heat transfer* (2nd ed.). Weinheim: Wiley-VCH.
- Gerhart, A. L., Hochstein, J. I., & Gerhart, P. M. (2020). *Fundamentals Of Fluid Mechanics* (9th ed.). Hoboken: Wiley.
- Grimholt, C., & Skogestad, S. (2018). *Optimal PI And PID Control Of First-Order Plus Delay Processes And Evaluation Of The Original And Improved SIMC Rules*. *Journal Of Process Control*, 70, 30-46.
- Hibbeler, R. C. (2022). *Engineering Mechanics: Statics And Dynamics* (15th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hidayat, M. N., Nursal, E. C., Ronilaya, F., & Hakim, M. F. (2023). *Perencanaan Control Valve Pada Head Tank PLTA Tulungagung Menggunakan PLC*. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(2), 130-135. doi:<https://doi.org/10.33795/elposys.v10i2.2676>
- Hidayatulloh, I. (2018). *Pengukuran Kesetimbangan Uap-Cair (VLE) Sistem Biner Etanol(1) + Eugenol(2) Pada Tekanan 400 Dan 760 mmHg*. Tesis Magister, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Retrieved from <https://repository.its.ac.id/55407/>
- Hughes, A., & Drury, B. (2019). *Electric Motors And Drives: Fundamentals, Types And Applications* (5th ed.). Oxford: Newnes/Elsevier.
- Ismail, R. F., & Wijaya, W. (2022). *Analisa laju Aliran Fluida Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kawasan Kampus ITB Ganesha Dengan Metode Hardy-Cross*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 40-47.
- Kirk, F. W., Weedon, T. A., & Kirk, P. (2019). *Instrumentation And Process Control* (7th ed.). Orland Park: American Technical Publishers.
- Lovisia, E. (2022). *Bioetanol Dari Singkong Sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Science, and Physics Education Journal (SPEJ)*, 6(1), 8–14. doi:<https://doi.org/10.31539/spej.v6i1.5007>



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

- Marlina, L., & Hainun, W. N. (2020). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI AIR KELAPA MELALUI FERMENTASI DAN DESTILASI-DEHIDRASI DENGAN ZEOLIT*. *Jurnal TEDC*, 14(3), 255-260. doi:<http://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/425>
- Nasution, ., & Napid, . (2022). *APLIKASI BOILER SEBAGAI PEMBANGKIT UAP DALAM MENENTUKAN EFISIENSI*. *Buletin Utama Teknik*, 17(3).
- Petruszella, F. D. (2022). *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Prabowo, Y. A., Ashidiqi, H., Fathammubina, M., & Fahrudi, A. (2022). *Analisis Respons Transien Cascade Control Temperature Dan Pressure Pada Furnace PT Z Menggunakan Metode Direct Synthesis*. *Jurnal Elektroteknik & Teknik Komputer (E-Komtek)*, 6, 1-14. doi:<https://doi.org/10.37339/e-komtek.v6i1.893>
- Purwanto, F. E., Soekarno, S., Dharmawan, A., Harsono, S. S., & Marhaenanto, B. (2022). *Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Destilator Elektrik Untuk Destilasi Bioetanol Dari Rumput Laut (Eucheuma Cottonii)*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(2), 130-135. doi:<https://doi.org/10.25077/jtpa.26.2.130-135.2022>
- Rahmani, M. S., Wibowo, F. A., & Prasetyo, A. (2023). *Pengendalian Suhu Menggunakan Metode PI Controller Berbasis Arduino*. *Jurnal Teknik Elektro dan Otomasi*, 11(1), 22-29.
- Ramadhanty, A. M. (2021). *Sistem Pengaturan Level Tangki Terhadap Laju Aliran*. 1-23.
- Rubianto, B., Winarso, R., & Wibowo, R. (2018). *Rancang Bangun Kondensor Pada Destilator Bioetanol Kapasitas 5 Liter/Jam Dengan Skala UMKM*. *Jurnal Crankshaft*, 1(1), 29-36. doi:<https://doi.org/10.24176/crankshaft.v1i1.2587>
- Satriawan, I. P., Setiadi, I. M., Saputra, I. P., Wisesa, W. N., Dewi, D. A., Widharma, I. G., . . . Sugiarta, I. N. (2022). *Sistem Kontrol Otomatis Dan Monitoring Temperatur Ruangan Menggunakan ESP-32 Untuk Mengendalikan Motor DC Pada Motorized Valve*. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 3, 99-103. doi:<https://doi.org/10.31940/jametechn.v3i3.99-103>
- Setiawan, I. (2008). *Kontrol PID Untuk Proses Industri*. Semarang: PT. Elex Media Komputindo.



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

Setiawan, T. (2018). *Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan Bahan Baku Batang Pisang*. *Jurnal Media Teknologi*, 19(2), 2621–3362.

Solihin, E., & Sukardi, S. (2022). *Pengaruh Penerapan Sistem Control Valve Cooler 1 Berbasis Microcontroller ATmega 2560 Terhadap Moisture Pakan After Mixing Dengan Bagging Off di PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Unit Padang*. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 6(2). doi:<https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108549>

Suryatini, E., & Firasanti, L. (2018). *Pengendalian Suhu Otomatis Dengan PI Controller Pada Sistem Pemanas Air*. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi (SENIT)*.

Susmiati, Y., Nuruddin, M., & Nursalim, A. (2022). *Pemurnian Bioetanol Dengan Distilasi Rektifikasi Tipe Sieve Tray Untuk Menghasilkan FGE*. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 17(1), 1-8.

Sutarna, N., & Purwanti, B. S. (2020). *Metode Tuning Operating Range Fuzzy PID Controller Pada Sistem Orde Tiga*. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 33-39. doi:<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6023482/?view=garuda#!>

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

Wardhana, A. P. (2016). *Simulasi Kendali Suhu Ruangan Berbasis PI Controller Dengan MATLAB/Simulink*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Yaws, C. L. (2015). *Yaws' Transport Properties Of Chemicals And Hydrocarbons*. Houston: Gulf Professional Publishing.

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

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

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



Penulis bernama lengkap Fadilla Vikry Akbar, anak keempat dari enam bersaudara. Lahir di Jakarta, 9 Desember 2001. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah sekolah dasar di SDN Kalapa Kembar lulus pada tahun 2014. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di Mts Negeri 14 Jakarta lulus pada tahun 2017. Kemudian melanjutkan sekolah menengah di SMA Negeri 9 Jakarta lulus pada tahun 2020. Lalu penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta jurusan Teknik Elektro program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2021.

Email: fadillavikryy@gmail.com

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 2 Dokumentasi Alat

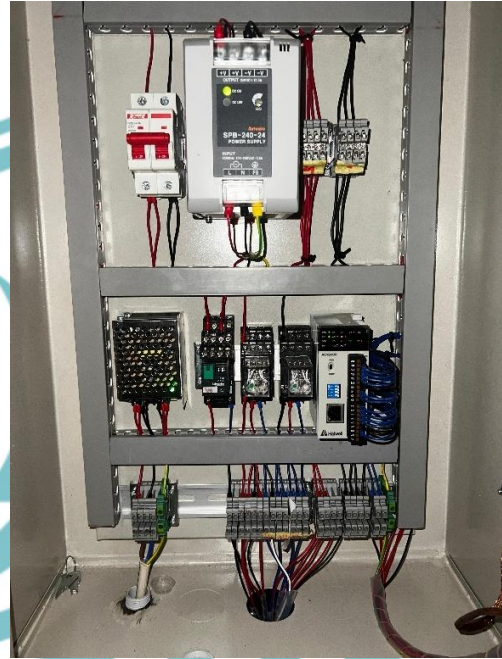
Alat Destilasi Bioetanol



Panel Kontrol



Wiring Panel



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

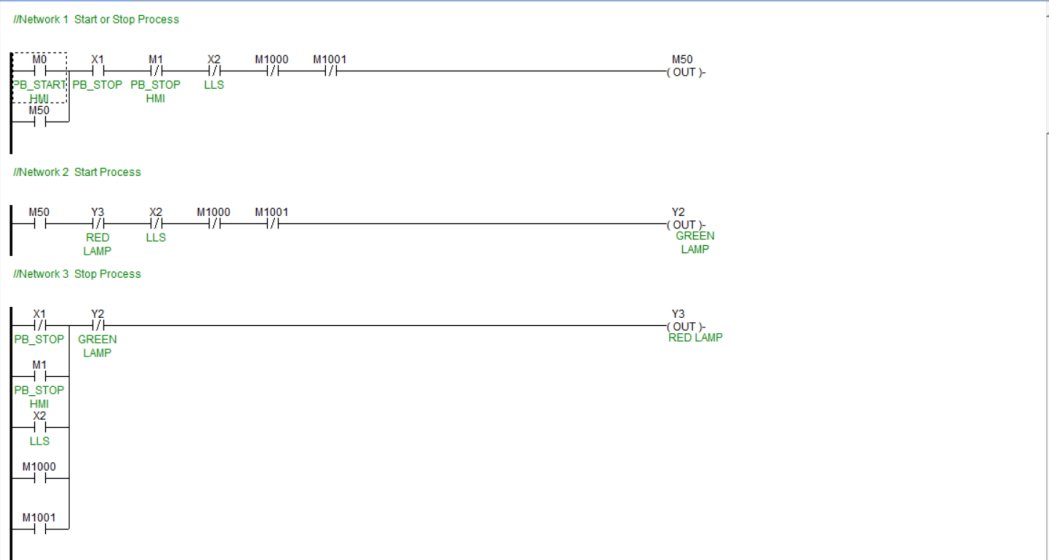
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



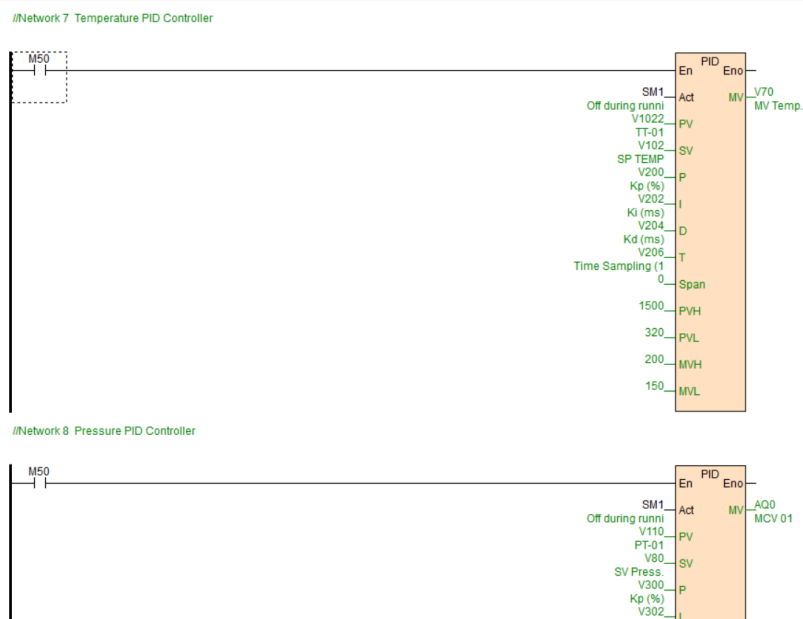


Lampiran 3 Program *Ladder* PLC

Program *Ladder* Main Process (1)



Program *Ladder* Main Process (2)

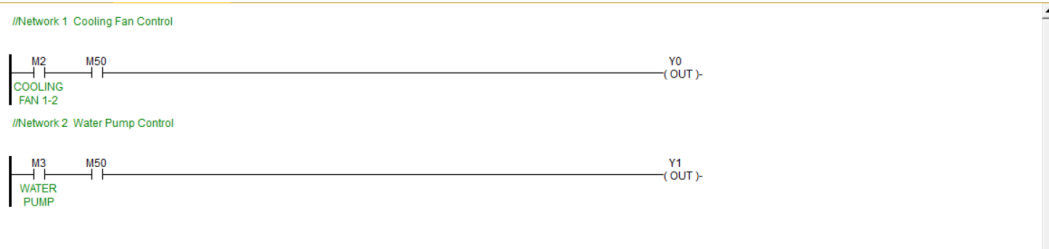


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan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

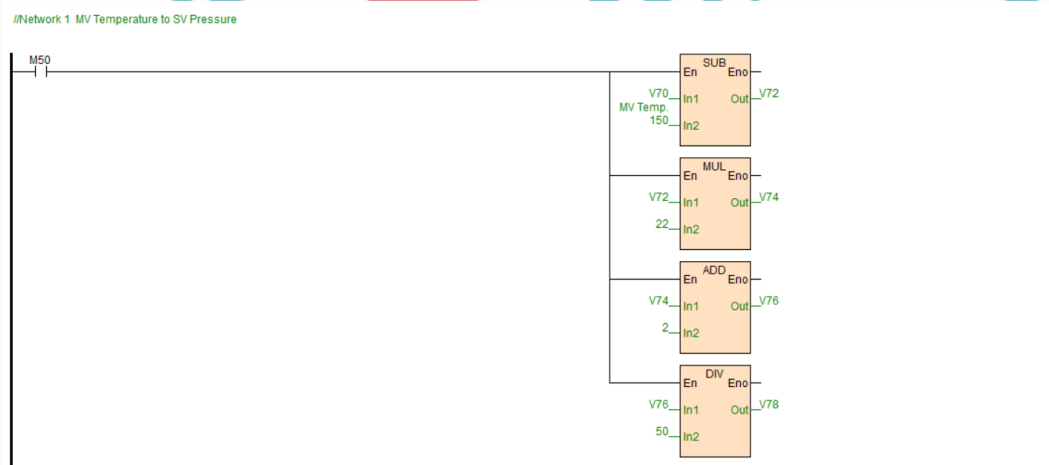


Lampiran 4 Lanjutan Program *Ladder* PLC

Program *Ladder* Condenser



Program *Ladder* Scaling Output Temperature PI Controller to Input/Setpoint Pressure PI Controller



Hak Cipta :

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 5 Program Python Simulasi Respons Transien

Program Simulasi Respons Transien Suhu

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from control import tf, feedback, step_response, pade

# === Parameter Plant ===
K = 1.366
tau = 600
theta = 175

# === IMC Tuning Parameter (Metode Skogestad) ===
tau_c = theta
Kc = tau / (K * (tau_c + theta))
Ti = min(tau, 4 * (tau_c + theta))

print(f"IMC-PI Parameters: Kc = {Kc:.4f}, Ti = {Ti:.1f}")

# === Transfer Function Plant dengan Dead Time (Pade Approx.) ===
Gp_nominal = tf([K], [tau, 1])
num_delay, den_delay = pade(theta, 1) # Orde 1 agar halus di awal
delay_tf = tf(num_delay, den_delay)
Gp = Gp_nominal * delay_tf

# === PI Controller ===
Gc = Kc * tf([Ti, 1], [Ti, 0])

# === Prefilter (Opsional) ===
tau_f = 0.1 * tau
F = tf([1], [tau_f, 1])

# === Sistem Loop Tertutup ===
G_open = Gc * Gp
G_cl = feedback(F * G_open, 1)

# === Simulasi Step Response ===
t = np.linspace(0, 10000, 10000)
t, y = step_response(G_cl, t)

# === Analisis Kinerja Transien ===
y_final = y[-1]
overshoot = (np.max(y) - y_final) / y_final * 100
peak_time = t[np.argmax(y)]

# Settling time: saat sinyal masuk ±2% dari steady-state
settling_idx = np.where(np.abs(y - y_final) <= 0.02 * y_final)[0]
settling_time = t[settling_idx[0]] if len(settling_idx) > 0 else np.nan

# Delay & rise time
delay_time = t[np.where(y >= 0.5 * y_final)[0][0]]
tr_start = np.where(y >= 0.1 * y_final)[0][0]
tr_end = np.where(y >= 0.9 * y_final)[0][0]
rise_time = t[tr_end] - t[tr_start]

steady_state_error = abs(1 - y_final)

# === Plot ===
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(t, y, 'b-', linewidth=2, label='Respons SIMC-PI Suhu')
plt.axhline(1, color='red', linestyle='--', linewidth=1.5, label='Step')

plt.title("SIMC-PI Suhu", fontsize=14)
plt.xlabel("Time (s)")
plt.ylabel("Amplitudo")
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.6)
plt.xlim(0, max(t))
plt.ylim(0, max(1.1, np.max(y) + 0.05))

# === Info Kinerja Sistem ===
info_text = '\n'.join((
    f"Rise Time      : {rise_time:.2f} s",
    f"Delay Time     : {delay_time:.2f} s",
    f"Peak Time      : {peak_time:.2f} s",
    f"Overshoot      : {overshoot:.2f} %",
    f"Settling Time   : {settling_time:.2f} s",
    f"Steady-State Err: {steady_state_error:.4f}"
))

plt.text(0.65 * max(t), 0.2, info_text,
        fontsize=10,
        bbox=dict(boxstyle="round,pad=0.5", fc="white", ec="black", lw=1.5))

plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

```

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 6 Lanjutan Program Python Simulasi Respons Transien

Program Simulasi Respons Transien Tekanan

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from control import tf, feedback, step_response, pade

# === Parameter Plant ===
K = 0.38      # Gain proses
tau = 30      # Konstanta waktu proses
theta = 989   # Dead time (detik)

# === IMC Tuning Parameter ===
tau_c = theta # Sedikit lebih lembut dari /5
Kc = tau / (K * (tau_c + theta))
Ti = min(tau, 4 * (tau_c + theta)) # Integral time tidak boleh terlalu besar

# === Transfer Function Plant dengan Delay (Pade Orde 1) ===
Gp_nominal = tf([K], [tau, 1])
num_delay, den_delay = pade(theta, 1) # Orde 1 agar respons awal halus
delay_tf = tf(num_delay, den_delay)
Gp = Gp_nominal * delay_tf

# === PI Controller ===
Gc = Kc * tf([Ti, 1], [Ti, 0])

# === Prefilter (Opsional) ===
tau_f = 0.1 * tau # Prefilter untuk memuluskan input
F = tf([1], [tau_f, 1]) # F(s) = 1 / (tf s + 1)

# === Sistem Loop Tertutup dengan Prefilter ===
G_open_loop = Gc * Gp
G_cl = feedback(F * G_open_loop, 1)

# === Simulasi Step Response ===
t = np.linspace(0, 10000, 10000)
t, y = step_response(G_cl, t)

# === Analisis Respons Transien ===
y_final = y[-1]
overshoot = (np.max(y) - y_final) / y_final * 100
peak_time = t[np.argmax(y)]

settling_idx = np.where(np.abs(y - y_final) <= 0.02 * y_final)[0]
settling_time = t[settling_idx[0]] if len(settling_idx) > 0 else np.nan

delay_time = t[np.where(y >= 0.5 * y_final)[0][0]]
tr_start = np.where(y >= 0.1 * y_final)[0][0]
tr_end = np.where(y >= 0.9 * y_final)[0][0]
rise_time = t[tr_end] - t[tr_start]

steady_state_error = abs(1 - y_final)

# === Plotting ===
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(t, y, label="Respons SIMC-PI Tekanan", linewidth=2, color='blue')
plt.axhline(1, color='red', linestyle='--', linewidth=1.5, label='Step')

plt.title("SIMC-PI Tekanan", fontsize=14)
plt.xlabel("Time(s)")
plt.ylabel("Amplitudo")
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.6)
plt.xlim(0, max(t))
plt.ylim(0, max(1.1, np.max(y) + 0.05))

# === Tampilkan info kinerja sistem ===
info_text = '\n'.join((
    f"Rise Time      : {rise_time:.2f} s",
    f"Delay Time      : {delay_time:.2f} s",
    f"Peak Time       : {peak_time:.2f} s",
    f"Overshoot       : {overshoot:.2f} %",
    f"Settling Time   : {settling_time:.2f} s",
    f"Steady-State Err: {steady_state_error:.4f}"
))

plt.text(0.65 * max(t), 0.25, info_text,
        fontsize=10,
        bbox=dict(boxstyle="round,pad=0.5", fc="white", ec="black", lw=1.5))

plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
```

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

Lampiran 7 Datasheet RTD PT-100

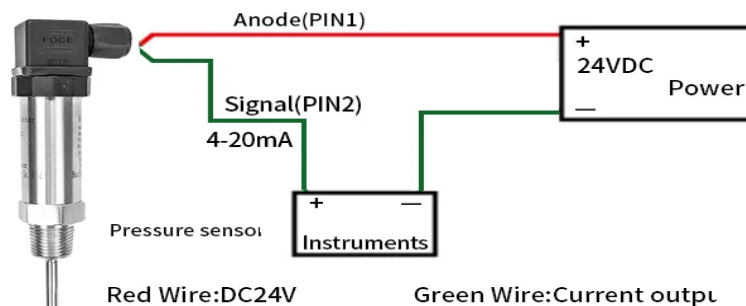
PRODUCT PARAMETERS

Technical performance

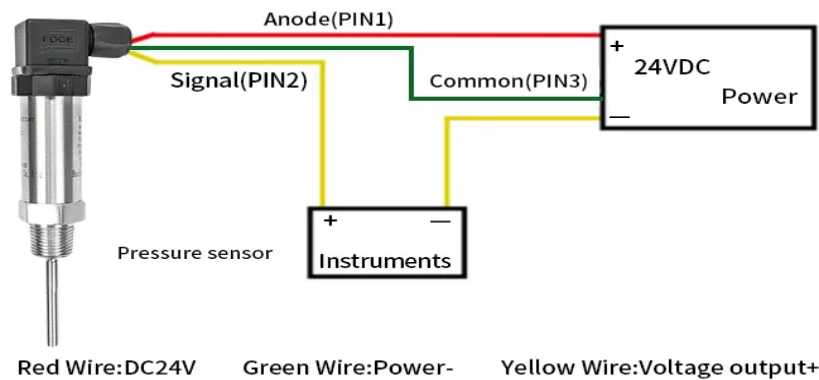
Model	HDL500
Power supply	12VDC 24VDC
Output	4 ~ 20mA
Measuring range	-200~600°C
Compensation temperature	-10~70°C
Ambient temperature	-20~85°C
sensor type	PT100
Comprehensive precision	0.2 level 0.5 level optional
Protection level	IP65

WIRING DIAGRAM

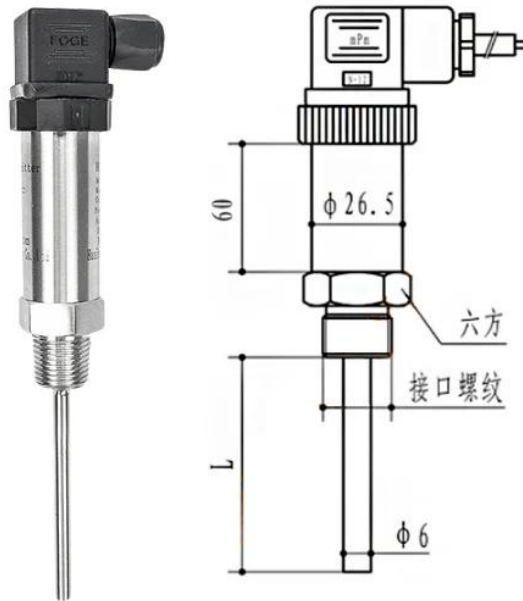
2-wire current output wiring diagram



3-wire voltage output wiring diagram



PRODUCT SIZE



**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

Lampiran 9 Datasheet Pressure Transmitter



© 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



PRESSURE TRANSMITTER

MODEL: WPT




- Measured gauge / absolute / sealed gauge.
- Accuracy: $\pm 0.5\%$ with FS.
- Long term stability: $\leq \pm 0.1\%$ FS/year.
- Thermal error: $\leq \pm 0.2\%$ (FSO) / 10°C .
- Hysteresis, repeatability: $\leq 0.1\%$ FS.
- Response time: $< 35\text{ms}$ for air and gas, $< 4\text{ms}$ for fluid viscosity $< 100\text{ cSt}$.
- Thermal compensation range: $-10 \sim +80^\circ\text{C}$.
- Storage temperature range (ambient temperature): $-40 \sim +100^\circ\text{C}$.

- Medium temperature range: $-30 \sim +85^\circ\text{C}$.
- Output signal: 4.....20mA, 2 wires or 0.....10V.
- Power supply: 11.....36VDC.
- Pressure range: $-1 \sim 0 \sim +400\text{ Barg}$ (G1/4").
- Wet parts material: SS316L (standard).
- Process connection: G1/4" (BSP).
- Transmission range: 1200m.
- Housing: DIN plug, 43650, IP65.
- G1/2" available with bushing adapter.

Control & Measurement



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

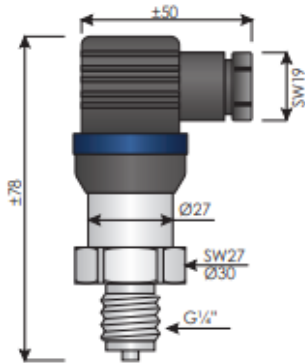
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 10 Lanjutan Datasheet Pressure Transmitter

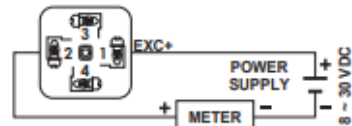
DESCRIPTION

Wingel WPT pressure transmitter uses a high stability, high reliability piezoresistive sensing element. With many pressure range choices and SS316L material, making it suitable for measured liquids, gas, oil, in machine manufacturing, petrochemical, hydraulic, pneumatic, energy, or water treatment industry.

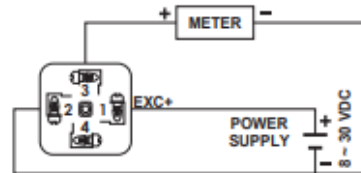
HOUSING & PROCESS CONNECTION



Wiring Diagram, 4-20 mA output, 2 wires



Wiring Diagram, 0-10 Vdc output, 3 wires



ORDERING CODE

Model	Description				
WPT-G1/4	2 or 3 wires pressure transmitter, SS316 material with G1/4" process connection				
Code #2	Process Connection				
G1/4	Process connection G1/4" BSP				
Code #3	Press Range (Bar)	Code #3	Press Range (Bar)	Code #3	Press Range (Bar)
0010N	-1 ~ 0	0016	0 ~ 1.6	0400	0 ~ 40
001N1	-1 ~ +1	0025	0 ~ 2.5	0600	0 ~ 60
001N6	-1 ~ +6	0040	0 ~ 4	1000	0 ~ 100
001N10	-1 ~ +10	0060	0 ~ 6	1600	0 ~ 160
00035	0 ~ 0.35	0100	0 ~ 10	2000	0 ~ 200
00060	0 ~ 0.60	0160	0 ~ 16	2500	0 ~ 250
0010	0 ~ 1	0250	0 ~ 25	4000	0 ~ 400
Code #4	Signal Output				
0	4 ~ 20 mA				
V	0 ~ 10 V				
1/2	G1/2" Adapter				

WPT-G1/4-0010-0	Example
-----------------	---------

WPT-G1/4-0010-0 Example

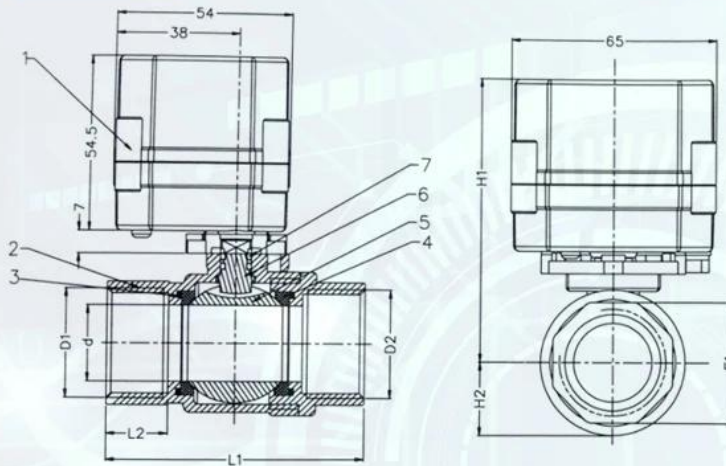


PT. WINGEL INSTRUMEN INDONESIA

Control & Measurement

Citra 8 - Aerolink Blok L03 no. 25 - Citra Garden City, Jakarta Barat
(62)-21-56955637, 56955638
info@wingel.id / www.wingel.id

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. PT. Wingel Instrumen Indonesia does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document. We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilisation of its contents - in whole or in parts - is forbidden without prior written consent of PT. Wingel Instrumen Indonesia.
Copyright© 2024 PT. Wingel Instrumen Indonesia All rights reserved.

Lampiran 11 *Datasheet Motorized Control Valve*Technical
drawing

Main components material:

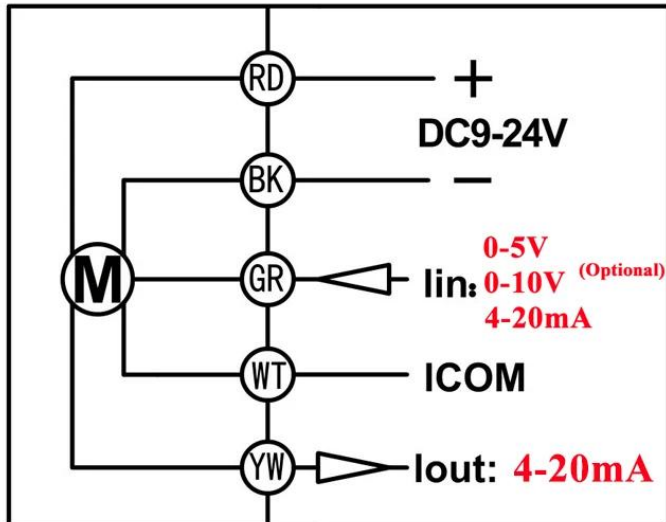
No.	Name	Material	Qty
1	Actuator	PPO	1
2	Body cover	Brass	1
3	O-ring	EPDM	2
4	Sealing	PTFE	2
5	Ball	Brass	1
6	Steam	Brass	2
7	O-ring	NBR	2

Electric Valve Dimension:

Size (mm)	D1/D2	d	L1	L2	E1	H1	H2
TF8(1/4") Electric valve	1/4"	8	49	12	20.5	80.5	12
TF10(3/8") Electric valve	3/8"	10	49	12	20.5	80.5	12
TF15(1/2") Electric valve	1/2"	15	56	13	25	84	16
TF20(3/4") Electric valve	3/4"	20	66	15	31	87	19
TF25(1") Electric valve	1"	24	71	15	38	89	22
TF32(1 1/4") Electric valve	1 1/4"	29	79	20	46	91	25

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 12 Lanjutan *Datasheet Motorized Control Valve***4-20mA Output wiring diagram**

1. RD(red cable) connects DC9-24V positive pole
2. BK(black cable) connects DC9 ~ 24V-negative pole
3. GR(green cable) connects position input /control current +/- control voltage +4-20mA
4. WT(white cable) connects common signal input and output signal' s negative
5. YW(yellow cable) connects position feedback positive, output 4-20mA as feedback signal

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



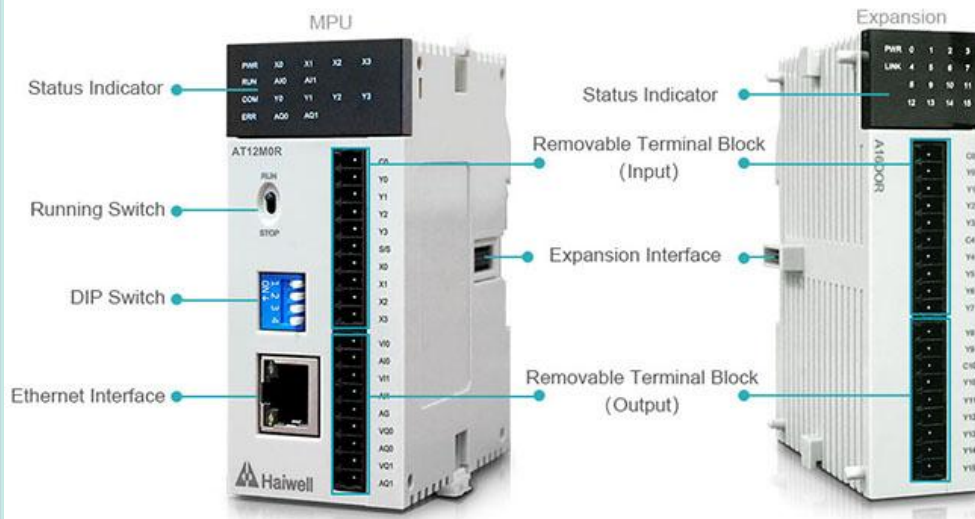
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



Lampiran 13 Datasheet PLC Haiwell AC12M0R



Model	Specification									Dimension WxHxD(mm)
24VDC	DI	DO	AI	AO	Pulse Input	Pulse Output	COM Port	Power	Exp.	
AC10S0R	6	4 Relay					TCP+485	<4.8W	3	 40×95×65
AC10S0T	6	4 Transistor NPN					TCP+485	<4.8W	3	
AC10S0P	6	4 Transistor PNP					TCP+485	<4.8W	3	
AC16S0R	8	8 Relay					TCP+485	<4.8W	3	
AC16S0T	8	8 Transistor NPN					TCP+485	<4.8W	3	
AC16S0P	8	8 Transistor PNP					TCP+485	<4.8W	3	
AC12M0R	4	4 Relay	2	2			TCP+485	<3.6W	3	
AC12M0T	4	4 Transistor NPN	2	2			TCP+485	<3.6W	3	
AC12M0P	4	4 Transistor PNP	2	2			TCP+485	<3.6W	3	

*AC Series does not support A01RS Module

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