



© 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



**IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN KONTROL
TEKANAN PIPA BERBASIS PLC-HMI PADA IPAL**

SKRIPSI

FADLI SYAKILAKSAH

2203411038

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK 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



**IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN KONTROL
TEKANAN PIPA BERBASIS PLC-HMI PADA IPAL**

SKRIPSI

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

FADLI SYAKIL AKSAH
2203411038
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



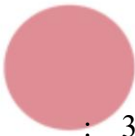
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : FADLI SYAKIL AKSAH
NIM : 2203411038
:

Tanda Tangan

Tanggal : 30 Juni 2026



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Fadli Syakil Aksah

NIM : 2203411038

Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri

Judul Tugas Akhir : Implementasi Sistem Monitoring dan Kontrol
Tekanan Pipa Berbasis PLC-HMI pada IPAL

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 2 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Imam Halimi, S.T., M.Si.
NIP. 197203312006041001

()

Pembimbing II : Dr., Isdawimah, S.T., M.T.
NIP. 196305051988112001

()

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro





Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Imam Halimi, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
2. Ibu Dr., Isdawimah, S.T., M. T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Sahabat TOLI 22 A yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

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

Depok, 30 Juni 2026

Fadli Syakil Aksah



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

ABSTRAK

Penelitian ini menjawab tantangan stabilitas tekanan pipa distribusi dan risiko kerusakan infrastruktur akibat efek *water hammer* pada sistem penyaluran air konvensional dengan merancang sistem monitoring dan kontrol berbasis otomasi industri. *Programmable Logic Controller* (PLC) Schneider Modicon TM221CE24R sebagai pusat kendali utama, sistem ini mengintegrasikan *Variable Frequency Drive* (VFD) Altivar ATV310 melalui protokol Modbus RTU untuk mengatur kecepatan motor pompa *booster* secara dinamis, serta modbus TCP/IP HMI untuk pengendalian dan pemantauan *real-time* melalui HMI. Logika kendali diimplementasikan menggunakan algoritma sekuensial berbasis pembacaan sensor *Pressure Transmitter* dan *Water Level Submersible*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem integrasi otomasi ini berhasil beroperasi dengan sangat baik, andal, dan stabil pada mode manual maupun otomatis. Penerapan metode *soft start* pada VFD terbukti efektif menghilangkan efek *water hammer*, sementara algoritma berhasil menjaga stabilitas tekanan pipa pada *setpoint* yang ditentukan dengan fluktuasi yang minimal. Selain itu, sistem proteksi *dry-run* mampu mencegah kerusakan pompa secara instan saat level air tangki berada di bawah batas aman 20%. Kesimpulannya, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa implementasi sistem otomasi terintegrasi berbasis PLC-HMI dan VFD mampu meningkatkan keandalan, efisiensi operasional, dan keselamatan infrastruktur pada sistem distribusi air modern.

Kata Kunci : HMI, Otomasi, Pompa, PLC, Water Hammer.



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

ABSTRACT

This research addresses the challenges of maintaining pressure stability in distribution pipes and the risk of infrastructure damage caused by water hammer effects in conventional water distribution systems by designing an industrial automation-based monitoring and control system. Schneider Modicon TM221CE24R Programmable Logic Controller (PLC) as the main control center, this system integrates an Altivar ATV310 Variable Frequency Drive (VFD) via the Modbus RTU protocol to dynamically regulate the speed of the booster pump motor, as well as an HMI for real-time control and monitoring. The control logic is implemented using a sequential algorithm based on readings from a pressure transmitter and a submersible water level sensor. Test results show that this integrated automation system operates very well, reliably, and stably in both manual and automatic modes. The application of the soft-start method on the VFD proved effective in eliminating the water hammer effect, while the algorithm successfully maintained pipeline pressure stability at the specified setpoint with minimal fluctuations. Additionally, the dry-run protection system is capable of instantly preventing pump damage when the tank water level falls below the 20% safety threshold. In conclusion, this study successfully demonstrated that the implementation of an integrated automation system based on PLC-HMI and VFD can enhance the reliability, operational efficiency, and safety of infrastructure in modern water distribution systems.

Keywords: HMI, Automation, Pump, PLC, Automation. Water Hammer.



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	4
2.1.1. Penelitian tentang Monitoring dan Kontrol Tekanan Pipa	4
2.1.2. Penelitian tentang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	5
2.2. Konsep atau Teori yang Relevan	5
2.2.1. Sistem Monitoring dan Kontrol.....	5
2.2.2. Sistem Operasi Pompa.....	6
2.2.3. Water Pressure Transmitter	6
2.2.4. Water Level Submersible	7
2.2.5. VFD (<i>Variable Frequency Drive</i>)	8
2.2.6. HMI (<i>Human Machine Interface</i>).....	9
2.2.7. Motor Pompa 5,5 KW	10
2.2.8. PLC.....	11
2.2.9. Jaringan Komunikasi Industri.....	12
2.2.10. Fenomena Water Hammer.....	14



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ALAT	15
3.1. Rancangan Alat	15
3.1.1. Deskripsi Alat	15
3.1.2. Cara Kerja Alat	17
3.1.3. Spesifikasi Alat	18
3.1.4. Diagram Blok	20
3.1.5. Diagram Alir Sistem	21
3.1.6. Diagram Pengawatan	24
3.2. Realisasi Alat	24
3.2.1. Pemrograman PLC	26
3.2.2. Parameter VFD	30
3.2.3. Pemrograman HMI	33
BAB IV PEMBAHASAN	38
4.1. Pengujian Mode Manual	38
4.1.1. Deskripsi Pengujian	38
4.1.2. Prosedur Pengujian	38
4.1.3. Hasil Pengujian	39
4.1.4. Analisa Data	40
4.2. Pengujian Mode Otomatis	41
4.2.1. Deskripsi Pengujian	41
4.2.2. Prosedur Pengujian	41
4.2.3. Hasil Pengujian	42
4.2.4. Analisa Data	43
4.3. Pengujian Kecepatan pompa <i>booster</i> menggunakan VFD	43
4.3.1. Deskripsi Pengujian	43
4.3.2. Prosedur Pengujian	44
4.3.3. Hasil Pengujian	45
4.3.4. Analisa Data	45
4.4. Pengujian Siklus Proses Pengendalian Pompa	46
4.4.1. Deskripsi Pengujian	46
4.4.2. Prosedur Pengujian	47
4.4.3. Hasil Pengujian	48
4.4.4. Analisa Data	48
4.5. Pengujian tekanan terhadap waktu	50



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

4.5.1. Deskripsi Pengujian	50
4.5.2. Prosedur Pengujian	50
4.5.3. Hasil Pengujian	51
4.5.4. Analisa Data.....	52
4.6. Analisis perbandingan Sistem Otomasi dengan Metode Konvensional.....	53
4.6.1. Deskripsi Pengujian	53
4.6.2. Prosedur Pengujian	53
4.6.3. Hasil Pengujian	54
4.6.4. Analisis Perbandingan	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	59
LAMPIRAN.....	60



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pressure Transmitter	7
Gambar 2.2 Water Level Submersible	8
Gambar 2.3 Variable Frequency Drive	9
Gambar 2.4 HMI (Human Machine Interface)	10
Gambar 2.5 Pompa Booster 5,5 KW	11
Gambar 2.6 PLC (Programmable Logic Controller)	12
Gambar 2.7 Modbus TCP/IP	13
Gambar 2.8 Modbus RTU	13
Gambar 2.9 Water Hammer	14
Gambar 3.1 Panel Kontrol	15
Gambar 3.2 Diagram Blok	20
Gambar 3.3 Flowchart Pompa 1	21
Gambar 3.4 Flowchart Pompa (Booster)	23
Gambar 3.5 Diagram Pengawatan Kontrol	24
Gambar 3.6 Panel Kontrol	25
Gambar 3.7 Program pemilihan mode kerja pompa	27
Gambar 3.8 Program untuk penyalan pompa	27
Gambar 3.9 Pengaturan IP Address PLC	30
Gambar 3.10 Parameter Altivar 310	31
Gambar 3.11 Parameter List Altivar 310	32
Gambar 3.12 Tampilan Halaman Home HMI	33
Gambar 3.13 Tampilan Halaman Kontrol Pompa Booster	34
Gambar 4.1 Grafik Tekanan Terhadap waktu 51	



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

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Spesifikasi komponen	18
Table 3.2 Mapping I/O PLC.....	26
Table 3.3 Pengaturan IP Address PLC	29
Table 3.4 Nameplate Motor	30
Table 3.5 Mapping alamat tag HMI	35
Table 3.6 Pengaturan IP Address HMI.....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Mode Manual.....	39
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Mode Otomatis	42
Tabel 4.3 Pengukuran Tegangan dan Arus Pompa Booster	45
Tabel 4.4 Pengukuran waktu menggunakan Pompa Booster.....	48
Tabel 4.5 Pengujian hasil proses pengendalian pompa.....	48
Tabel 4.6 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Pompa Booster	49
Tabel 4.7 Data Tekanan terhadap Waktu.....	51

Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan infrastruktur kritis yang menuntut kontinuitas operasional dan kestabilan sistem distribusi air agar proses pengolahan berjalan optimal. Parameter esensial seperti level debit air pada bak penampungan dan tekanan air pada instalasi perpipaan harus dikendalikan secara presisi. Tekanan yang tidak terkontrol tidak hanya mengganggu kontinuitas distribusi, tetapi juga berisiko merusak infrastruktur pipa akibat beban mekanis yang fluktuatif (Ayunda et al., 2026) (Iswanto et al., 2023).

Saat ini, sistem distribusi air di lokasi tersebut masih mengandalkan metode konvensional *Direct-On-Line* (DOL), sistem DOL juga memiliki keterbatasan dalam menangani kondisi low pressure. Metode ini memicu dua persoalan teknis utama yang berkaitan langsung dengan tekanan pipa. Pertama, meghidupkan dan mematikan pompa secara mendadak menimbulkan *water hammer* yang berisiko memecahkan sambungan pipa. Kedua, sistem tidak mampu menyesuaikan output tekanan terhadap fluktuasi kebutuhan beban (debit), sehingga sering terjadi *overpressure* saat permintaan rendah yang berdampak pada pemborosan energi Listrik (Aji et al., 2018).

Kondisi operasional menjadi semakin kompleks dengan penggunaan konfigurasi pompa hibrida (empat unit pompa 3-fasa). Tanpa adanya sistem kendali sekuensial (*pump sequencing*) yang cerdas, distribusi beban antar pompa menjadi tidak merata, yang berujung pada ketidakstabilan tekanan di jalur pipa distribusi dan merusak pompa. Parameter tekanan pipa merupakan faktor utama dalam menjaga kestabilan distribusi air, sehingga diperlukan sistem kontrol yang mampu mempertahankan tekanan secara real-time (Studi et al., 2026).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem otomasi terintegrasi dengan menerapkan Programmable Logic Controller (PLC) Schneider Modicon TM221CE24R sebagai pusat kendali logika yang diintegrasikan dengan Variable

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

Frequency Drive (VFD). Melalui sensor *Water Pressure Transmitter* sebagai umpan balik (*feedback*), PLC akan mengatur kecepatan motor secara presisi untuk menjaga kestabilan tekanan pipa secara *real-time*. Arsitektur sistem ini juga dilengkapi dengan Human Machine Interface (HMI) berbasis protokol Modbus TCP/IP untuk memfasilitasi monitoring visual bagi teknisi (Maharmi et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya mengatasi keterbatasan pengoperasian motor pompa tersebut. Penelitian yang berfokus pada penerapan *Variable Frequency Drive* (VFD) menunjukkan keberhasilan dalam mengatur kecepatan motor menggunakan variasi frekuensi, namun sistem yang dibangun belum menggunakan HMI sebagai media kontrol dan antarmuka visual yang mendukung pengoperasian sistem secara langsung (Azzuhri et al., 2024). Di sisi lain, pengembangan sistem yang sudah melibatkan HMI sering kali masih terbatas, di mana perangkat antarmuka tersebut hanya digunakan untuk fungsi monitoring kecepatan motor tanpa disertai kemampuan kontrol aktif seperti pengaturan kecepatan (*setpoint*) ataupun pemilihan mode operasi secara *real-time*. Berdasarkan penelitian tersebut, ditemukan penelitian berupa belum adanya sistem kendali pompa hibrida sekuensial yang mengintegrasikan fleksibilitas mode operasi dua arah (kontrol dan monitoring) berbasis PLC, HMI, dan VFD.

Skripsi ini diimplementasikan pada sistem distribusi air di Mall Lippo Bogor, yang bertujuan untuk mentransformasi sistem kontrol konvensional menjadi sistem otomasi terintegrasi untuk memudahkan teknisi dalam memantau serta mengendalikan kondisi tekanan pipa dan pompa secara *real-time* melalui layar HMI. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan keselamatan teknisi, mengurangi risiko kerusakan komponen, dan meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem



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

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana implementasi sistem kontrol tekanan pipa berbasis PLC dan VFD untuk menjaga kestabilan tekanan?
2. Bagaimana penerapan sistem kontrol otomatis untuk mengoptimalkan operasi IPAL?
3. Bagaimana hasil evaluasi sistem otomatis dibandingkan metode konvensional?

1.3. Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Mengimplementasikan sistem kontrol tekanan pada pipa menggunakan integrasi PLC dan VFD untuk mencapai kestabilan tekanan yang presisi.
2. Mengimplementasikan komponen seperti PLC, VFD, Pressure Transmitter dan HMI dalam sistem kontrol otomatis untuk mengoptimalkan operasi pompa pada IPAL.
3. Menganalisis perbandingan sistem otomatis berbasis PLC-HMI dengan metode konvensional (seperti sistem *On-Off* manual) untuk peningkatan efisiensi operasional dan keandalan sistem.

1.4. Luaran

Penulisan skripsi ini memiliki luaran sebagai berikut:

1. Realisasi sistem monitoring tekanan, status pompa dengan menggunakan PLC dan VFD berbasis HMI
2. Sebagai bahan referensi para mahasiswa teknik elektro dalam penelitian ataupun kajian lain yang masih berhubungan.
3. Laporan Skripsi
4. Artikel ilmiah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi dan Energi (SNTE) 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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan pada Sistem Kendali Motor Pompa berbasis PLC, HMI, dan VFD pada IPAL, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Implementasi Sistem kontrol motor berbasis *Variable Speed Drive* yang terintegrasi dengan PLC dan HMI berhasil dirancang dan direalisasikan dengan baik. Sistem ini mampu beroperasi dalam dua mode, yaitu otomatis dan manual, serta dapat mengatur kecepatan pompa *booster* secara fleksibel sesuai kebutuhan operator pada sistem IPAL.
2. Sistem kontrol berbasis integrasi PLC dan VFD berhasil diimplementasikan untuk mengatasi masalah *low pressure* secara responsif melalui algoritma kendali bertingkat.
3. Kinerja sistem secara keseluruhan mampu berjalan secara stabil dalam mempertahankan tekanan dalam pipa melalui operasi otomatis dan manual. Pembatasan operasional *Variable Frequency Drive* (VFD) pada batas frekuensi optimal 37,5 Hz (kapasitas 75%) terbukti menghasilkan efisiensi energi yang signifikan.
4. Sistem otomasi memakan waktu rata-rata 63.09 menit, sedangkan metode konvensional memakan waktu lebih lama yaitu 66.68 menit (selisih lebih lambat karena terdapat keterlambatan operator dalam memutar *valve* atau menekan tombol *start/stop* saat melihat indikator level pada tangki.



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

5.2. Saran

Untuk Saran dan pengembangan sistem ini pada masa yang akan datang, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, yaitu

1. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur pemantauan jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) guna memungkinkan proses pemantauan sistem secara *real-time* dari lokasi jarak jauh.
2. Penambahan Fitur Data Logging Parameter Tekanan: Untuk penelitian selanjutnya, sangat disarankan untuk mengaktifkan fitur rekam data (data logger) secara spesifik terhadap nilai transien Pressure Transmitter di dalam memori USB HMI. Hal ini bertujuan agar lonjakan tekanan saat pompa transisi dapat divisualisasikan dalam bentuk kurva tren grafis (trend chart).

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A. N. W., Priyonggo, P., & Budiyanto, E. N. (2018). Pengaruh Water Hammer Terhadap Pipa dan Check Valve Pada Discharge Pump TPL 1-PM-002C (Studi Kasus PT . Pertamina TBBM Tuban). *Proceedings Conference on Piping Engineering and Its Application*, 325–330. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CPEAA/article/view/525>
- Ayunda, L. G., Apdillah, D., Fadillah, N., Studi, P., Informatika, T., Asahan, U., Jenderal, J., Yani, A., & Naga, K. (2026). *Monitoring Tangki Air Menggunakan Sensor Waterlevel*. 4(3), 19637–19642.
- Azzuhri, M. A., Tholud, N. A., Sabrina, U., & Murie, L. (2024). *Penerapan PLC dan VSD untuk Mengontrol Kecepatan Motor Induksi dengan Pemantauan SCADA Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 10 Tahun 2024*. 10.
- Bawono, G. S., Khusna, D., & Saidatin, N. (2021). *Analisis Variasi Beban dan Bentuk Disk Katup Limbah Terhadap Efek Water Hammer*. 22–27.
- Festival, I., Munfiqoh, M. K., Aribowo, D., Sultan, U., Tirtayasa, A., Serang, K., Sultan, U., Tirtayasa, A., & Serang, K. (2022). *Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Frequency-Drive (VFD) Untuk Mendeteksi Aliran dan Tekanan Air Pada Modul Pumps Training System PT . Festo Indonesia*. 1(2), 24–34.
- Fransiscus Xaverius Ariwibisono, & Widodo Pudji Muljanto. (2023). Implementasi Sistem Monitoring Produksi Energi Plts Berbasis Protokol Modbus Rtu Dan Modbus Tcp. *Nuansa Informatika*, 17(2), 109–118. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v17i2.28>
- Iswanto, I., Hunaini, F., & Effendy, D. U. (2023). Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels . *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 7(1), 40–63. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v7i1.1660>
- Maharmi, B., Sudarmadi, A., Harda Arya, E., & Aini, Z. (2025). Desain Sistem Kontrol Tekanan Dinamis pada Pipa Distribusi Berbasis Mikrokontroler. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 19–30. <https://doi.org/10.46962/snte.25.065>
- Olnes Y. Hutajulu, Eka Dodi Suryanto, D. H. S. (2019). Implementasi Sistem Kontrol on/off Pompa Air Sistem Tadon Berbasis Arduino untuk Penghematan Konsumsi Listrik Pompa. *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas*, 04 Nomor 0, 232–239.
- Santosa, H. N., & Sulisty, W. (2025). MODEL SENSOR PRESSURE TRANSMITTER BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PIPA AIR. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian*



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

Dan Pembelajaran Informatika), 10(3), 2391–2401.

Simanjuntak, D. H. (2021). *Sistim Monitoring Pada Sorting Machine dengan HMI Berbasis PLC*. 2(1).

Studi, P., Komputasi, S., Matematika, F., & Alam, P. (2026). *Analisis Distribusi Tekanan dan Kecepatan dalam Pipa Elbow Menggunakan Computational Fluid Dynamics*. 14(01), 40–49.

Suryantoro, H., & Budiyanto, A. (2019). *PROTOTYPE SISTEM MONITORING LEVEL AIR BERBASIS LABVIEW & ARDUINO SEBAGAI SARANA PENDUKUNG PRAKTIKUM INSTRUMENTASI SISTEM KENDALI* ISSN 2655 4887 (*Print*), ISSN 2655 1624 (*Online*) ISSN 2655 4887 (*Print*), ISSN 2655 1624 (*Online*). 1(3), 20–32.

Zainal, A., Royb Fatkhur Rizal, & Fajar Yumono. (2023). *Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino*. *Journal Zetroem*, 5(1), 1–9.
<https://doi.org/10.36526/ztr.v5i1.2561>





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 RIWAYAT HIDUP PENULIS



Fadli Syakil Aksah

Lulus dari SDN Makasar 06 Pagi pada tahun 2016, Mts Negeri 6 Jakarta tahun 2019, dan MAN 6 Jakarta tahun 2022. Sampai saat skripsi ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.





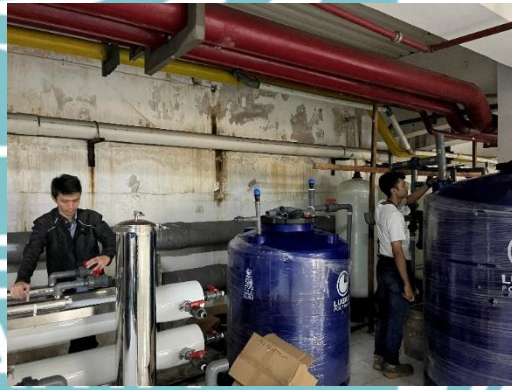
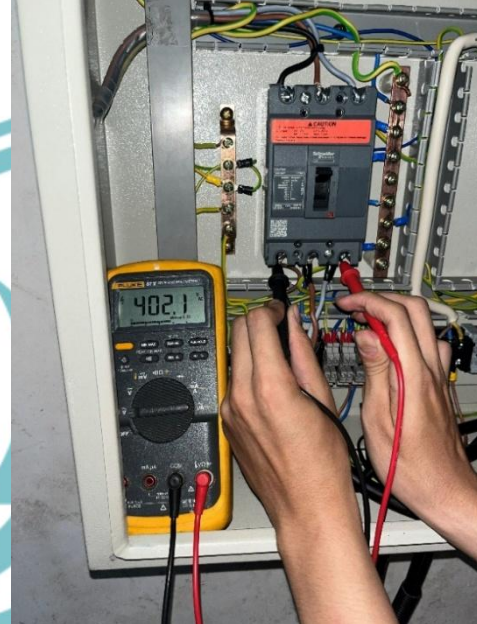
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LAMPIRAN

L1- Dokumentasi





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

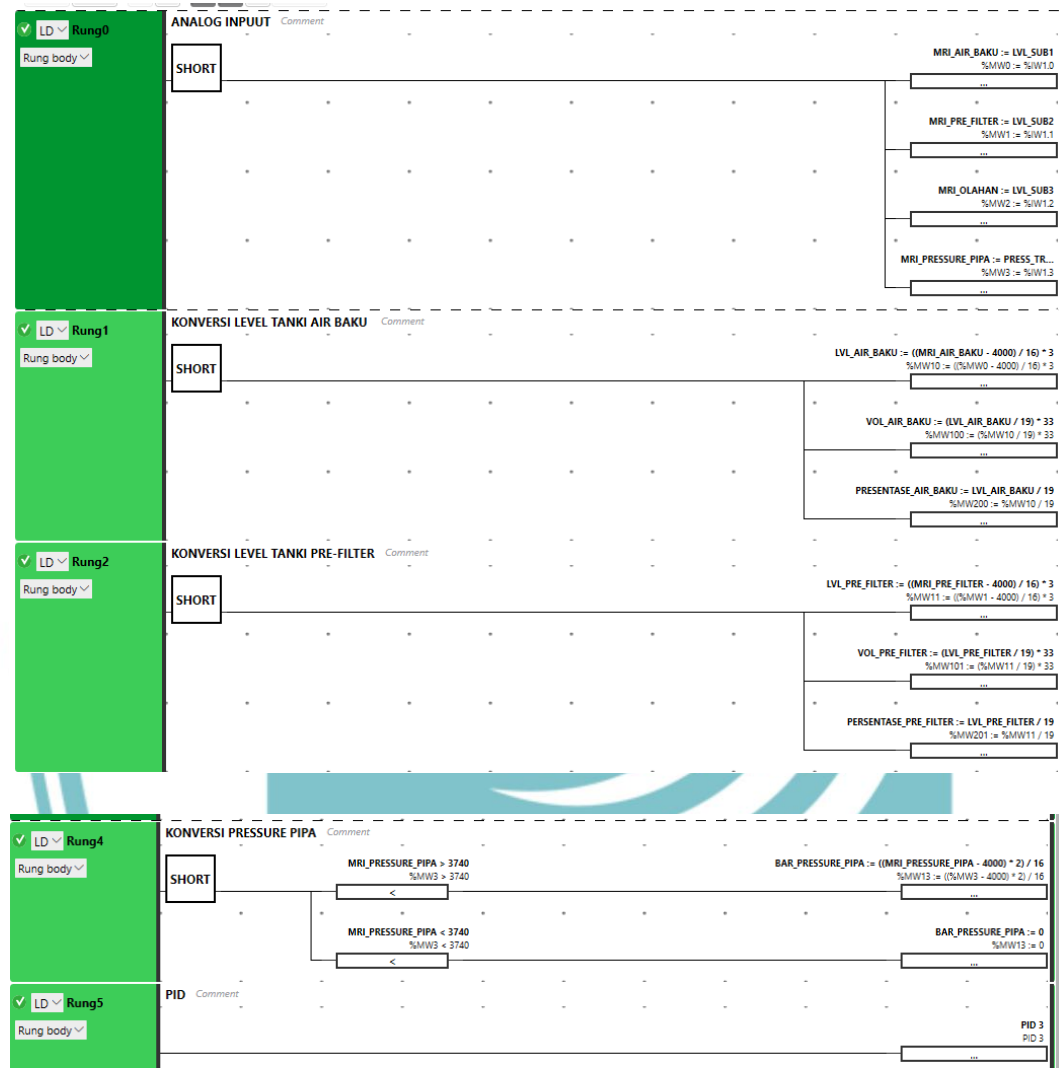
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Hak Cipta :

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

L-2 Program PLC

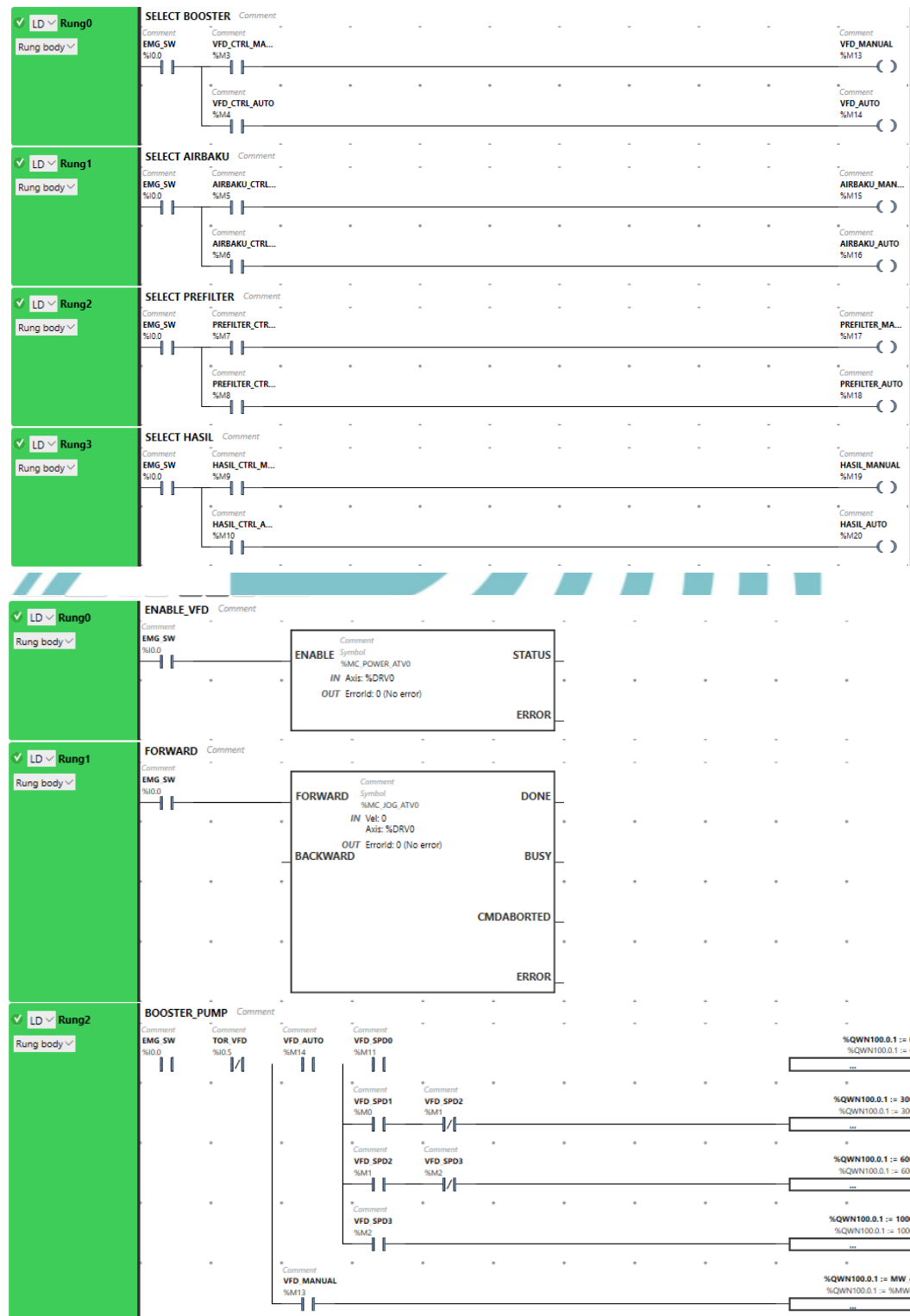




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

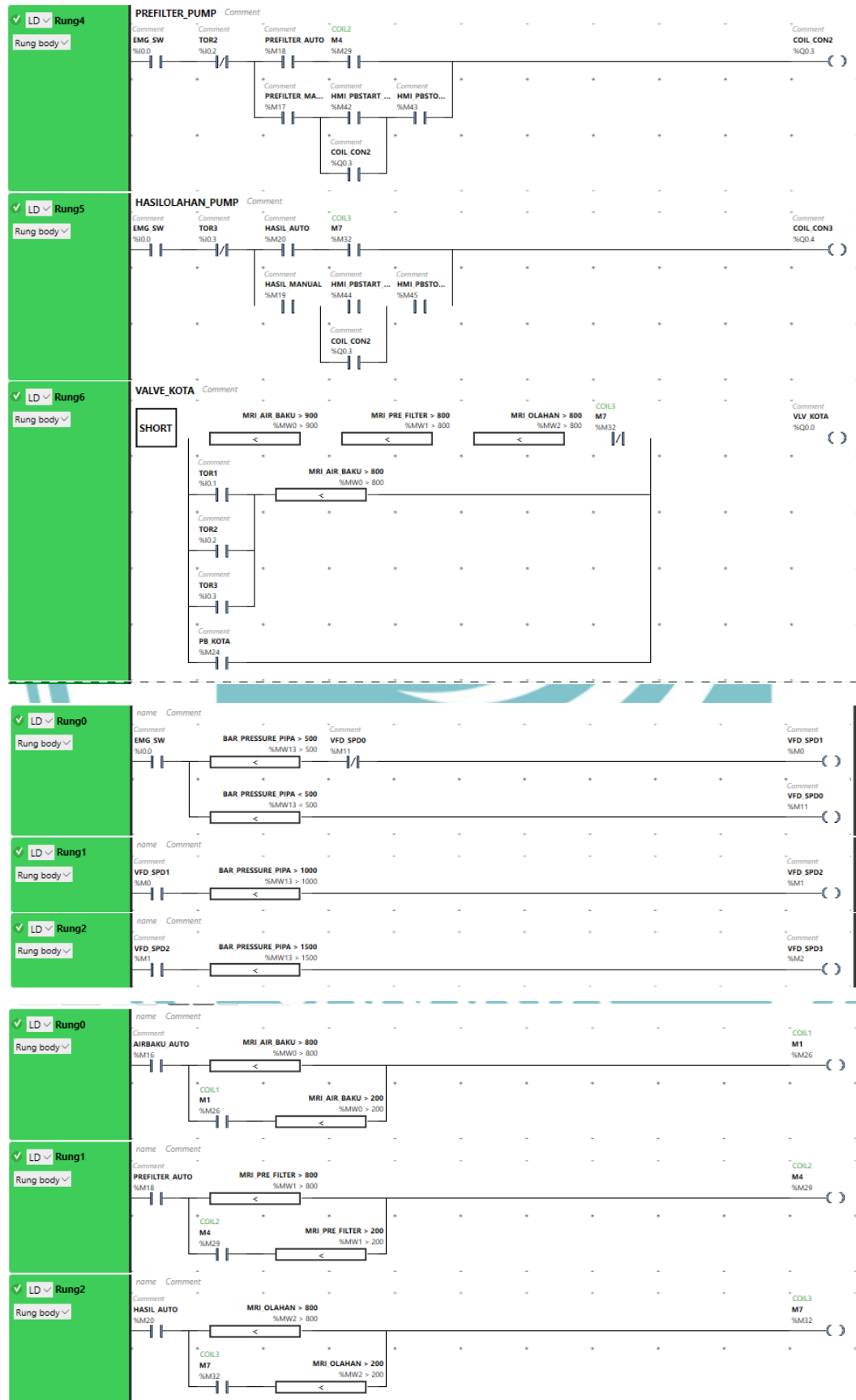
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

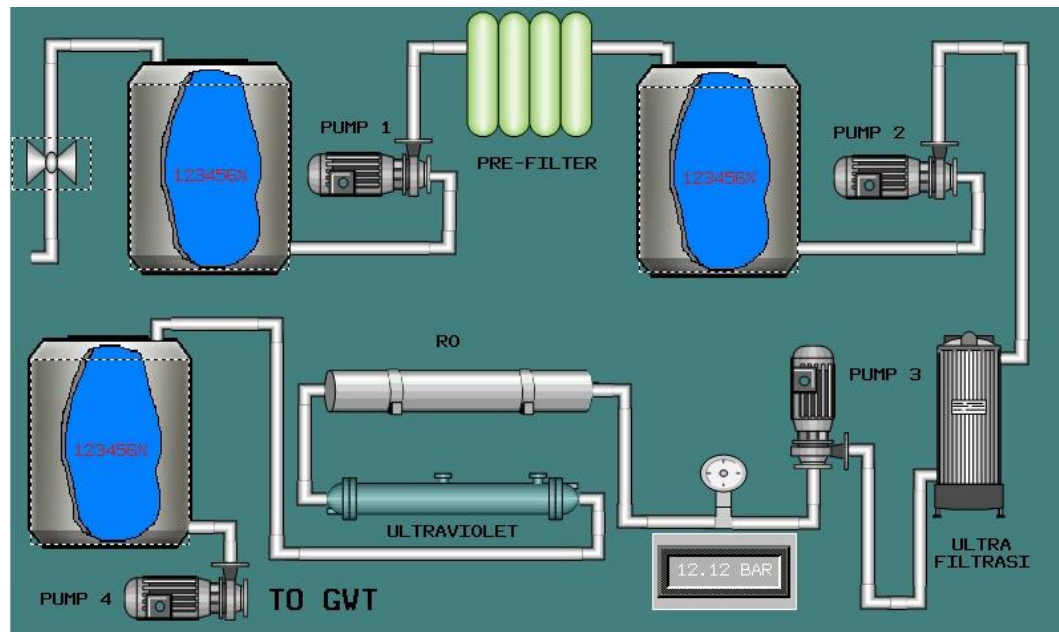


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

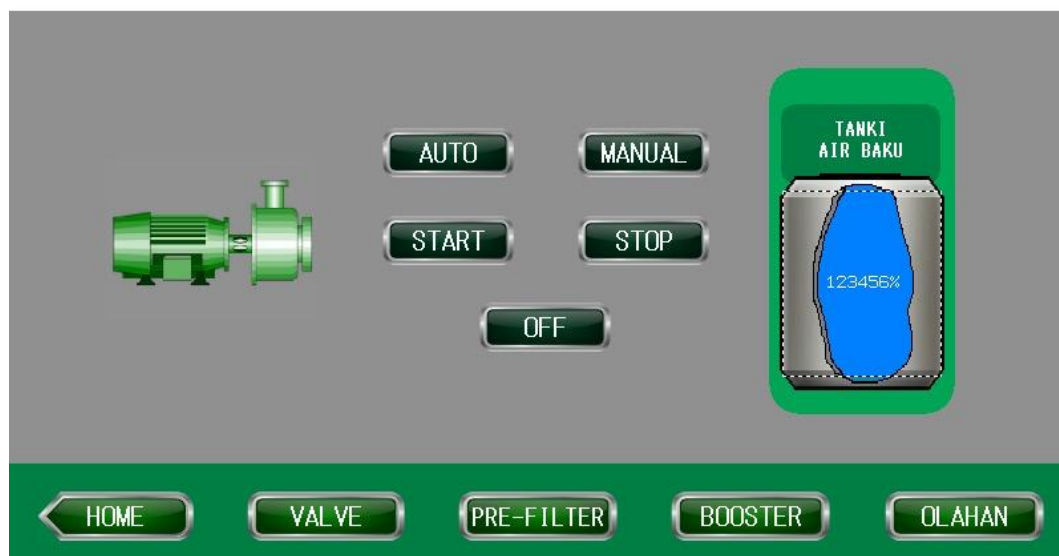
Hak Cipta :

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





AIR BAKU PUMP



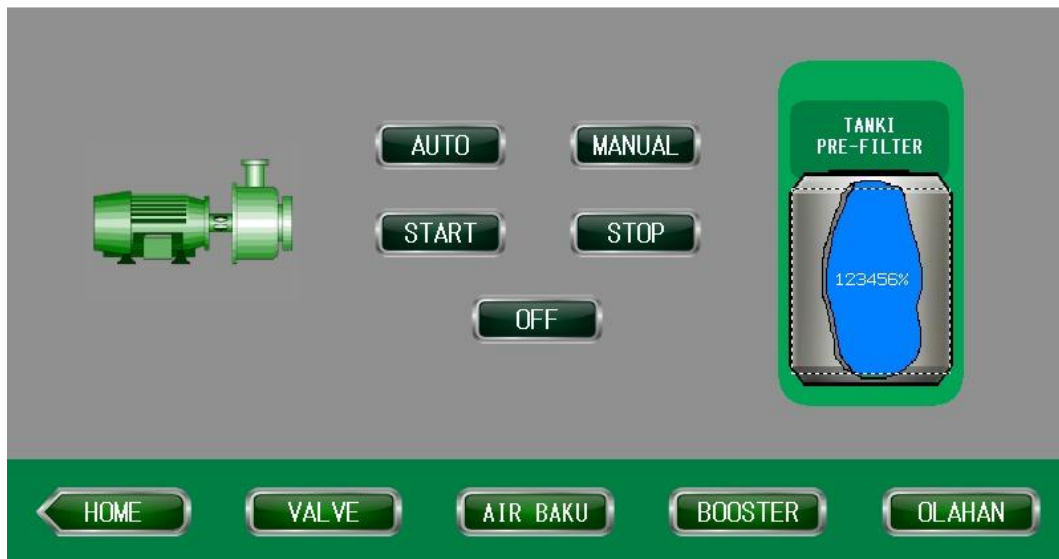
Hak Cipta :

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

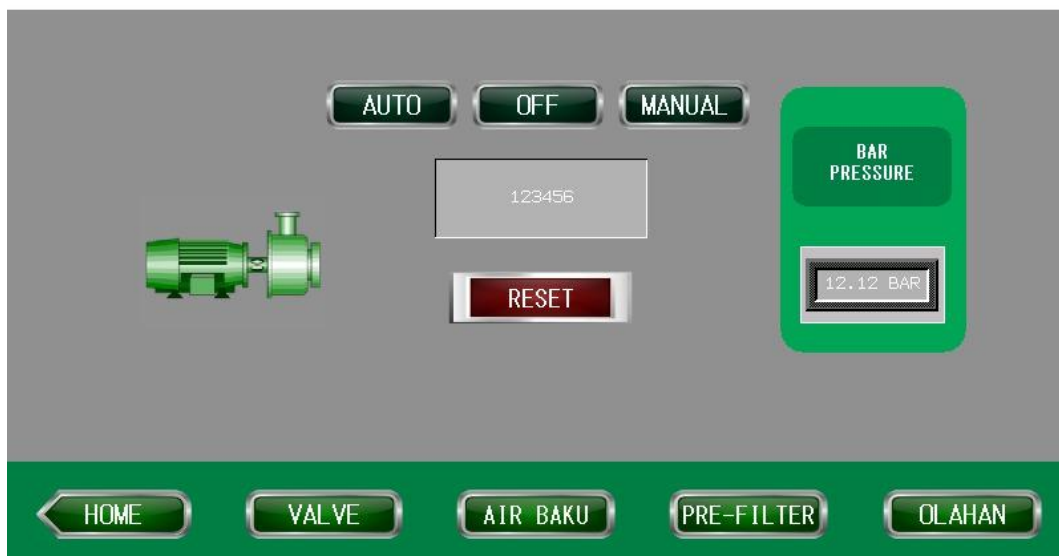
Hak Cipta :

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

PRE-FILTER PUMP



BOOSTER PUMP



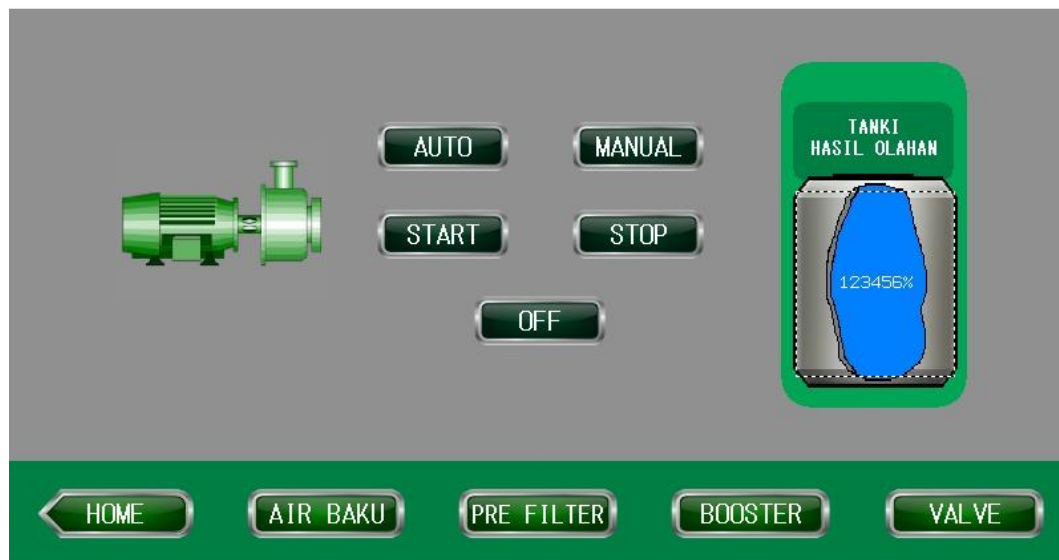


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

HASIL OLAHAN PUMP



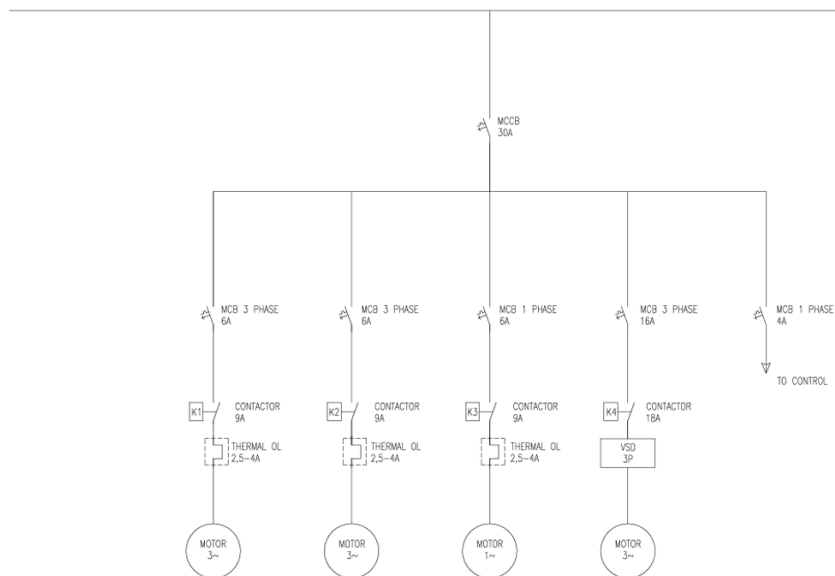
VALVE OPTION



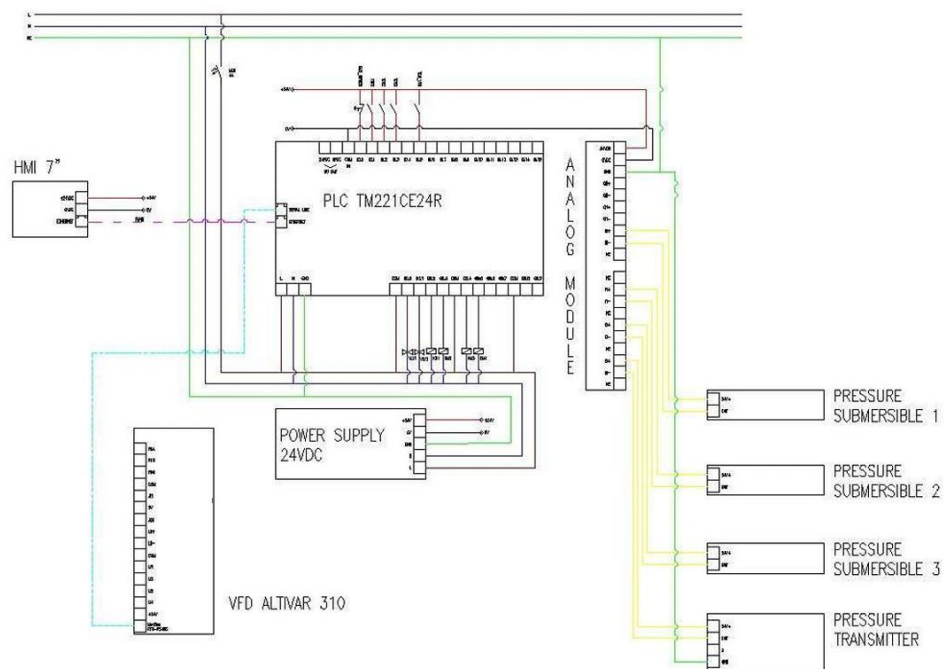
Hak Cipta :

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

L-4 Single Line Diagram

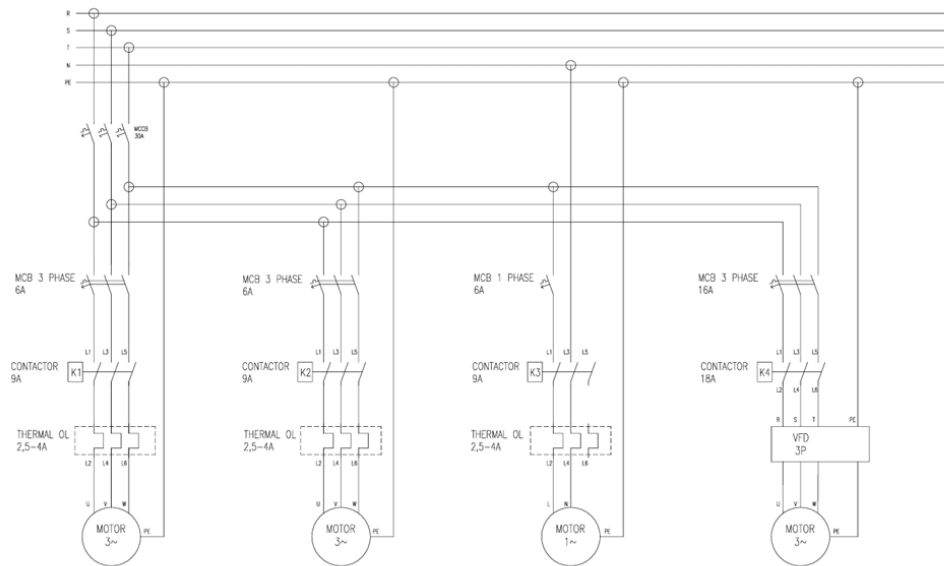


L-5 Diagram Pengawatan Kontrol





L-6 Diagram Pengawatan Daya



**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