

**PEMBUATAN ALAT PELATIHAN PLC DENGAN STUDI KASUS
WATER TREATMENT PLANT**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

M. RIFKI HARIADI

NIM: 09.12.023

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
2013**

2019

PERAGABENYAN TEKNIK ELAKAS TERAPAN
MAGISTER SAINS TEKNIK INTERDISIPIN
SARAFUS TEKNIK MONTAJI
MELALUI TEKNOLOGI VISIOMATI BERTAG

MAKASAPUS
MAGISTER SAINS
MONTAJI

2019/20

MAKASAPUS
MAGISTER SAINS
MONTAJI

LEMBAR PERSETUJUAN

**PEMBUATAN ALAT PELATIHAN PLC DENGAN STUDI KASUS
WATER TREATMENT PLANT**

Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai
gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

M. Rifki Hariadi

09.12.023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2013

ABSTRAK

PEMBUATAN ALAT PELATIHAN PLC DENGAN STUDI KASUS WATER TREATMENT PLANT

M. Rifki Hariadi (09.12.023)

Dosen Pembimbing I : M. Ibrahim Ashari, ST, MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Teguh Herbasuki, MT

Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknik Industri,
Institut Teknologi Nasional Malang, Kampus II, Singosari-Malang, telp. (0341) 417636
m.rifki.hariadi@gmail.com

ABSTRAK

Makalah ini mencoba memaparkan peran penting teknologi otomasi dalam dunia industri. Seperti pada sistem pengolahan air baku untuk menghasilkan air bersih (Water Treatment Plant). Semua prosesnya tidak terlepas dari peran sistem otomasi. Salah satu sistem otomasi yang populer di dunia industri adalah sistem yang dikoordinasi oleh Programmable Logic Controller. Dengan demikian sebagai suatu konsekuensi, pengembangan sumber daya manusia di industri harus terus-menerus ditingkatkan sehingga dapat menyesuaikan terhadap perkembangan teknologi yang selalu berkembang.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mencoba mengkoordinasikan modul PLC dengan sistem manufaktur Water Treatment Plant agar dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang dikemas dalam bentuk alat pelatihan PLC dengan studi kasus Water Treatment Plant. Dari hasil pembuatan alat pelatihan PLC ini dapat dilihat perbandingan antara sistem kontrol secara otomatis dengan sistem kontrol secara konvensional.

Kata kunci: otomasi industri, Water Treatment Plant, Programmable Logic Controller

This paper describes an important role in the world of industrial automation technology. As in the raw water treatment system to produce clean water (Water Treatment Plant). All the process is inseparable from the role of automation systems. One of the popular automation systems in the industrialized world is a system that is coordinated by a Programmable Logic Controller. Thus as a consequence, the development of human resources in the industry must be constantly upgraded so as to adapt to the development of ever-evolving technologies.

Based on the background above, the writer tried to coordinate with the PLC module manufacturing systems Water Plant treatments that can be used as a medium of learning that is packaged in a PLC training tool with a case study Water Treatment Plant. Of the results of tool manufacture PLC training can be seen the comparison between automatic control systems with conventional control systems.

Keywords: industrial automation, Water Treatment Plant, Programmable Logic Controller

KATA PENGANTAR

Ppengujian syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penelitian berjudul **“Pembuatan Alat Pelatihan PLC dengan Studi Kasus Water Treatment Plant”** dapat terselesaikan.

Penulisan ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITN Malang dan sekaligus dosen pembimbing.
4. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT. selaku dosen pembimbing I.
5. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT. Selaku dosen pembimbing II.
6. Teman-teman asisten laboratorium Transmisi dan Distribusi Tenaga Elektrik, laboratorium Robotika dan laboratorium Sistem Kendali di ITN Malang.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian ini.

Malang, 2 September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.1.1. Proses Pengolahan Air Bersih (Water Treatment Plant)	5
2.2. Pengenalan PLC (Programmable Logic Controller)	9
2.2.1. Sejarah Teknologi PLC	9
2.2.2. Pengertian PLC	10
2.2.3. Latar Belakang Pemakaian PLC	10
2.2.4. Fungsi Programmable Logic Controller	12
2.3. Kontrol Konvensional	13
2.4. Perbedaan dan Persamaan PLC dengan Kontrol Konvensional	13
2.5. Keuntungan PLC dari Kontrol Konvensional	14

2.6.	Komponen-Komponen Dan Prinsip Kerja PLC	14
2.6.1.	Komponen Dasar	14
2.7.	PLC Twido.	15
2.8.	Dasar Dan Konsep Pemrograman PLC	17
2.8.1.	Dasar pemrograman.....	17
2.8.2.	Konsep Pemrograman.....	17
2.9.	TwidoSoft.....	19
2.9.1.	Software Twido suite.....	19
2.9.2.	Menguasai konsep ladder lewat simulasi	22
2.10.	Modul interface.....	25
BAB III.....		26
PERANCANGAN DAN DESAIN SISTEM.....		26
3.1.	Tahapan Identifikasi	26
3.2.	Tahapan Konseptualisasi	26
3.2.1.	Implementasi Water Treatment Plant Pada Alat Pelatihan PLC	26
3.2.2.	Penentuan Komponen Dasar.....	28
3.3.	Pembuatan Diagram Blok.....	28
3.4.	Tahapan Rancangan.....	30
3.5.	Daftar alokasi.....	30
3.5.1.	Data Instrumen Pada Simulasi Water Treatment Plant	30
3.5.2.	Pengalamatan PLC 1 (Master).....	31
3.5.3.	Pengalamatan PLC 2 (Slave).....	31
3.5.4.	Pengalamatan Mikrokontroler (Modul Interface).....	32
3.6.	Struktur Data.....	33
3.7.	Flowchart.....	34
3.7.1.	Flowchart Sistem	34
3.7.2.	Flowchart Operasi Pompa Intake.....	35

3.7.3.	Flowchart Operasi Motor Koagulasi	36
3.7.4.	Flowchart Operasi Pompa Vakum.....	37
3.7.5.	Flowchart Operasi Pompa Distribusi.....	38
BAB IV.....		39
HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	Pengujian Dan Pengambilan Data Perangkat Keras (Hardware).....	39
4.1.1.	Pengujian Suplai Tegangan.....	39
4.1.2.	Pengujian Pengiriman Data Masukan Dan Keluaran Pada Modul Interface Sebelum Terhubung Dengan Modul PLC	40
4.1.3.	Pengujian Keseluruhan Sistem Pada Alat Pelatihan PLC Dengan Studi Kasus Water Treatment Plant	54
4.2.	Perbandingan Dengan Kontrol Konvensional	59
5.1.	Kesimpulan.....	63
5.2.	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Water Treatment Plant.....	6
Gambar 2.2 Konfigurasi PLC Dengan Mainframe.....	12
Gambar 2.3 konfigurasi komponen dasar PLC.....	15
Gambar 2.4 Rangkaian Listrik dengan Saklar	18
Gambar 2.5 Ladder Diagram Ekvivalen	18
Gambar 2.7 (a) Simbol Input Normally Open dan Ekvivalen saklarnya.	19
.....(b) Simbol Input Normally Close dan Ekvivalen saklarnya	19
Gambar 2.8 Icon Twidosuite	19
Gambar 2.9 Tampilan Menu Twidosuite.....	20
Gambar 2.10 Pilihan Project Management.....	20
Gambar 2.11 Mengisikan nama project dan directory-nya	20
Gambar 2.12 Pilih ‘Describe’ untuk Setting PLC	21
Gambar 2.13 Layar Setting PLC.....	21
Gambar 2.14 Pilih Program untuk meng-edit program PLC	21
Gambar 2.15 Menuju Editing Program PLC.....	21
Gambar 2.16 Tampilan pertama editor ladder diagram.....	22
Gambar 2.17 Editor ladder beserta fungsi-fungsi dasar PLC	22
Gambar 2.18 Editor ladder diagram Twidosuite	23
Gambar 2.19 Meletakkan ladder input dan output ke editor.....	23
Gambar 2.20 Memberi alamat I/O.....	23
Gambar 2.21 Menu analyze.....	23
Gambar 2.22 Proses Analyze Berhasil.....	24
Gambar 2.23 Tombol simulasi.....	24
Gambar 2.24 Windows simulator PLC.....	24
Gambar 2.25 Layar Simulator	24

Gambar 2.26 Blok Diagram Modul Input Interface	25
Gambar 2.27 Blok Diagram Modul Output Interface	25
Gambar 3.1 Tampilan Software Simulator Water Treatment Plant	27
Gambar 3.2 Diagram Blok Rangkaian Kendali Berbasis PLC	29
Gambar 3.3 Konfigurasi PLC 1 Sebagai PLC Master	29
Gambar 3.4 Konfigurasi PLC 2 Sebagai PLC Slave.....	29
Gambar 3.5Struktur Data Alat pelatihan PLC Dengan Studi Kasus Water Treatment Plant	33
Gambar 3.6 Flowchart Operasi Sistem	34
Gambar 3.7 Flowchart Operasi Pompa Intake	35
Gambar 3.8 Flowchart Operasi Motor Koagulasi pada Bak Koagulasi	36
Gambar 3.9 Flowchart Operasi Pompa Vakum pada Bak Sedimentasi	37
Gambar 3.10 Flowchart Operasi Pompa Distribusi.....	38
Gambar 4.1 Pengujian Suplai Tegangan Untuk Modul PLC	40
Gambar 4.2 Pengujian Suplai Tegangan Untuk Modul Interface	40
Gambar 4.5 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 1	42
Gambar 4.6 Simulasi Untuk Pompa Intake 1	43
Gambar 4.7 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 2.....	43
Gambar 4.8 Simulasi Untuk Pompa Intake 2.....	44
Gambar 4.9 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 3.....	44
Gambar 4.10 Simulasi Untuk Pompa Intake 3.....	45
Gambar 4.11 Pengiriman Data Untuk Indikator Low Reservoir	45
Gambar 4.12 Simulasi Untuk Indikator Low Reservoir	46
Gambar 4.13 Pengiriman Data Untuk Indikator Medium Reservoir	46
Gambar 4.14 Simulasi Untuk Indikator Medium Reservoir	47
Gambar 4.15 Pengiriman Data Untuk Indikator High Reservoir	47
Gambar 4.16 Simulasi Untuk Indikator High Reservoir	48

Gambar 4.17 Pengiriman Data Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Tinggi	48
Gambar 4.18 Simulasi Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Tinggi	49
Gambar 4.19 Pengiriman Data Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Rendah.....	49
Gambar 4.20 Simulasi Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Rendah.....	50
Gambar 4.21 Pengiriman Data Untuk Pompa Vakum.....	50
Gambar 4.22 Simulasi Untuk Pompa Vakum	51
Gambar 4.23 Pengiriman Data Untuk Pompa Distribusi.....	51
Gambar 4.24 Simulasi Untuk Pompa Distribusi.....	52
Gambar 4.25 Pengiriman Data Untuk Indikator Produksi	52
Gambar 4.26 Simulasi Untuk Indikator Produksi	53
Gambar 4.27 Kondisi Push Button On Sistem (a).....	56
Kondisi Push Button On Produksi (b).....	56
Gambar 4.28 Simulasi Pengontrolan Pompa Intake 1 dan 3 Pada Kondisi Persediaan Air Bersih Menipis	56
Gambar 4.29 Simulasi Pengontrolan Pompa Intake 2 dan 3 Pada Kondisi Persediaan Air Bersih Menipis	56
Gambar 4.30 Simulasi Pengontrolan Motor Koagulasi Bekerja Dengan Kecepatan Tinggi Pada Kondisi Pompa Intake 1 Dan 3 Beroperasi	57
Gambar 4.31 Simulasi Pengontrolan Pompa Vakum Bekerja Setiap 5 detik Pada Kondisi Sensor Ketinggian Air Aktif.....	57
Gambar 4.32 Simulasi Pengontrolan Motor Koagulasi Bekerja Dengan Kecepatan Tinggi Pada Kondisi Hanya Satu Pompa Intake Beroperasi.....	57
Gambar 4.33 Simulasi Semua Proses Produksi Berhenti Ketika Kondisi Persediaan Air Bersih Penuh.....	58
Gambar 4.34 Kondisi Push Button On Distribusi Ditekan.....	58
Gambar 4.35 Simulasi Pengontrolan Pompa Distribusi Saat Kondisi Push Button On Distribusi Ditekan Dengan Melayani Dua Keran.....	58
Gambar 4.36 Kondisi Pengaturan Buka-an Valve Water Intake sebesar 100%	59
Gambar 4.37 Kondisi Pengoprasian Pompa Intake Saat Intruksi Push Button On Pompa Intake Ditekan	59

Gambar 4.37 Kondisi Pengoprasian Pompa Intake Saat Intruksi Push Button On Pompa Intake Ditekan	59
Gambar 4.38 Kondisi Pengoprasian Motor Koagulasi Saat Instruksi Push Button Motor Koagulasi Ditekan.....	59
Gambar 4.39 Kondisi Pengoprasian Pompa Vakum Saat Intruksi Push Button Pompa Vakum Ditekan	60
Gambar 4.40 Kondisi Pengoprasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan dan Buka Valve sebesar 100%	60
Gambar 4.41 Kondisi Pengoprasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Buka Valve sebesar 75%	60
Gambar 4.42 Kondisi Pengoprasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Buka Valve Sebesar 50%.....	61
Gambar 4.43 Kondisi Pengoprasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Buka Valve Sebesar 25%.....	61
Gambar 4.44 Kondisi Dihidupkan Satu Keran (outputan) Dengan Buka Valve sebesar 25%	61
Gambar 4.45 Kondisi Dihidupkan Dua Keran (outputan) Dengan Buka Valve sebesar 25%	62
Gambar 4.46 Kondisi Dihidupkan Tiga Keran (outputan) Dengan Buka Valve sebesar 25%	62
Gambar 4.47 Kondisi Dihidupkan Tiga Keran (outputan) Dengan Buka Valve sebesar 100%.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Pompa Water Intake.....	8
Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Debit Water Intake Tanggal 3 Agustus 2013 PDAM Pelaihari	8
Tabel 2.3 Motor Koagulasi.....	8
Tabel 2.4 Spesifikasi Pompa Vakum.....	8
Tabel 2.5 Spesifikasi Pompa Transmisi.....	9
Tabel 2.6 Hasil Pengukuran Debit Distribusi Tanggal 3 Agustus 2013 PDAM Pelaihari	9
Tabel 2.7 Perbedaan PLC dengan Kontrol Konvensional	14
Tabel 2.8 Maximum Hardware Configuration	16
Tabel 3.1 Spesifikasi Simulasi Pompa Water Intake.....	30
Tabel 3.2 Spesifikasi Simulasi Motor Koagulasi	30
Tabel 3.3 Spesifikasi Simulasi Pompa Vakum.....	30
Tabel 3.4 Spesifikasi Simulasi Pompa Distribusi.....	31
Tabel 3.5 Pengalamatan Input PLC 1 (Master).....	31
Tabel 3.6 Pengalamatan Output PLC 1 (Master).....	31
Tabel 3.7 Pengalamatan Input PLC 2 (Slave)	31
Tabel 3.8 Pengalamatan Output PLC 2 (Slave).....	32
Tabel 3.9 Pengalamatan Dari PLC Ke Mikrokontroler	32
Tabel 3.10 Pengalamatan Mikrokontroler Ke PLC	32
Tabel 4.1 Pengambilan Data Suplai Tegangan.....	40
Tabel 4.2 Pengambilan Data Keluaran Modul Interface Ke Software Simulator.....	53
Tabel 4.3 Pengambilan Data Masukan Modul Interface Dari Software Simulator	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dunia industri tidak terlepas dari perkembangan mesin manufaktur. Seperti pada sistem pengolahan air baku untuk menghasilkan air bersih (Water Treatment Plant). Semua prosesnya tidak terlepas dari peran sistem otomasi. Salah satu sistem otomasi yang populer di dunia industri adalah sistem yang dikoordinasi oleh Programmable Logic Controller. Programmable Logic Controller atau yang lebih dikenal dengan istilah PLC merupakan suatu sistem peralatan yang digunakan untuk mengendalikan suatu peralatan atau sistem lain dengan menggunakan suatu rangkaian logika yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan.

Dengan demikian sebagai suatu konsekuensi, pengembangan sumber daya manusia di industri harus terus-menerus ditingkatkan sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap perkembangan teknologi yang selalu berkembang.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mencoba mengkoordinasikan modul PLC dengan sistem manufaktur Water Treatment Plant agar dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang dikemas dalam bentuk alat pelatihan PLC dengan studi kasus Water Treatment Plant.

1.2. Rumusan Masalah

Merujuk latar belakang diatas maka permasalahan yang diangkat pada skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi Water Treatment Plant dalam alat pelatihan PLC?
2. Dapatkah PLC mengerjakan pengontrolan yang dibutuhkan pada simulasi Water Treatment Plant?
3. Bagaimana cara mengatasi keterbatasan I/O apabila hanya memiliki dua buah PLC?

1.3. Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas maka, tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Dapat mengimplementasikan Water Treatment Plant sebagai studi kasus alat pelatihan PLC.
2. Dapat mengerjakan pengontrolan yang dibutuhkan simulasi Water Treatment Plant.
3. mengkoordinasikan dua buah PLC sebagai PLC master dan sebagai PLC slave untuk mengatasi keterbatasan I/O.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penyelesaian skripsi ini secara maksimal, maka diperlukan batasan masalah yang diharapkan agar permasalahan tidak meluas dan tetap fokus pada tujuan utama. Adapun batasan-batasan masalah pada skripsi ini yaitu :

1. Pembuatan alat pelatihan PLC ini disesuaikan dengan kebutuhan pelatihan PLC.
2. Alat pelatihan PLC ini menggunakan dua buah modul PLC yang sudah ada (tersedia) sebelumnya.
3. Alat pelatihan PLC ini menggunakan modul interface berbasis mikrokontroler yang sudah ada.
4. Alat pelatihan PLC ini terhubung dengan software simulator Water Treatment Plant yang sudah ada.
5. Skripsi ini tidak membahas mengenai detail pemasangan instalasi rangkaian alat pelatihan PLC, akan tetapi pembahasannya akan lebih menelaah pada aspek pengontrolan mesin-mesin pada simulator Water Treatment Plant.
6. Alat pelatihan PLC ini tidak bekerja berdasarkan indikator kadar air, masa jenis air dan sifat zat kimiawi yang terkandung dalam air.
7. Alat pelatihan PLC ini tidak membahas mekanisme pencampuran zat kimia yang dibutuhkan dalam proses produksi air bersih.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Studi literatur

Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan pada perancangan sistem.

2. Analisa kebutuhan sistem

Data dan informasi yang telah diperoleh akan dianalisa agar didapatkan kategori-kategori yang harus ditampilkan pada sistem yang akan dibuat.

3. Perancangan dan implementasi

Bersarkan data dan informasi yang diperoleh serta analisa kebutuhan sistem, akan dijadikan acuan dalam merancang kerangka secara global yang menggambarkan mekanisme dari sistem yang akan dibuat.

4. Eksperimen dan evaluasi

Setelah melalui beberapa tahap mulai dari pengumpulan data, pada tahap ini sistem yang telah selesai dibuat akan dipengujian coba, yaitu pengujian secara fungsional sistem dan akan dilakukan koreksi serta penyempurnaan sistem apabila diperlukan.

5. Kesimpulan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dijelaskan tentang gambaran Water Treatment Plant, teori PLC, pengaplikasian PLC dalam mengontrol software simulator Water Treatment Plant dan kerangka berfikir.

BAB III : PERANCANGAN DAN DESAIN SISTEM

Bab ini berisi kebutuhan alat, dan media yang digunakan dalam membangun modul kendali dan menjelaskan kerangka sistem secara global.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan secara diskriptif mengenai hasil implementasi, pengujian terhadap sistem secara fungsional serta keterbatasan penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi ungkapan kembali pokok persoalan beserta hasilnya secara singkat serta keinginan penulis untuk menyampaikan suatu gagasan yang belum tercapai dalam tujuan penelitian demi perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

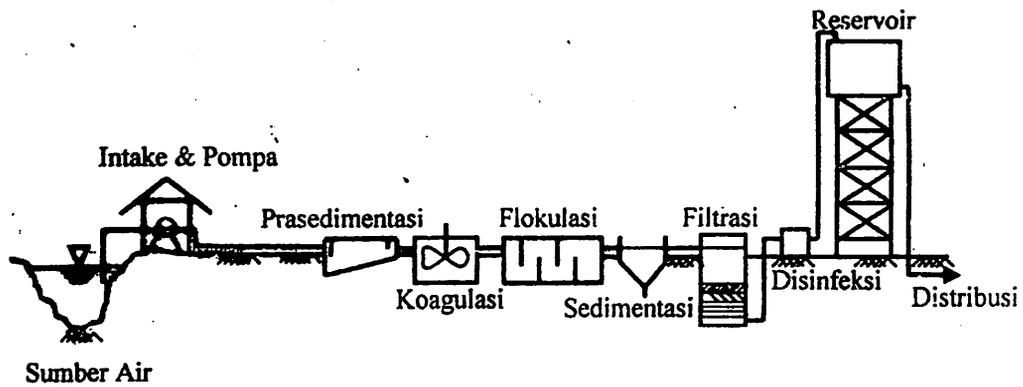
2.1. Umum

2.1.1. Proses Pengolahan Air Bersih (Water Treatment Plant)

Air bersih adalah kebutuhan penting dalam kehidupan manusia. Dalam keseharian, air bersih digunakan untuk berbagai keperluan, dari minum, mandi, cuci, masak dan lainnya. Hasil dari aktivitas masyarakat tersebut adalah air buangan / air limbah. Selain dari rumah tangga, air buangan juga dapat berasal dari industri maupun kotapraja. Air buangan ini adalah salah satu bahan baku dari sekian banyak jenis bahan baku yang dapat diolah menjadi air bersih.

Secara umum, pengolahan air bersih terdiri dari tiga aspek, yakni pengolahan secara fisika, kimia dan biologi. Pada pengolahan secara fisika, biasanya dilakukan secara mekanis, tanpa adanya penambahan bahan kimia. Contohnya adalah pengendapan fitrasi, adsorpsi, dan lain-lain. Pada pengolahan secara kimiawi, terdapat penambahan bahan kimia, seperti klor, tawas, dan lain-lain. Biasanya bahan ini digunakan untuk menyisihkan logam-logam berat yang terkandung dalam air. Sedangkan pada pengolahan secara biologis, biasanya memanfaatkan mikroorganisme sebagai media pengolahnya.

Water Treatment Plant, yaitu bangunan pokok dari sistem pengolahan air bersih. Bangunan ini terdiri dari beberapa bagian. Secara umum, skema pengolahan air bersih dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Water Treatment Plant

Keterangan :

1. Bangunan Intake (Bangunan Pengumpul Air)

Bangunan intake berfungsi sebagai penampungan dan bangunan pertama untuk masuknya air dari sumber air. Sumber air utamanya diambil dari air sungai. Pada bangunan ini terdapat bar screen (penyaring kasar) yang berfungsi untuk menyaring benda-benda yang ikut tergenang dalam air, misalnya sampah, daun-daun, batang pohon, dsb.

2. Bak Prasedimentasi

Bak ini digunakan bagi sumber air yang karakteristik turbiditasnya tinggi (kekeruhan yang menyebabkan air berwarna coklat). Bentuknya hanya berupa bak sederhana, fungsinya untuk pengendapan partikel-partikel diskrit dan berat seperti pasir, dll.

3. Koagulasi

Disinilah proses kimiawi terjadi, pada proses koagulasi ini dilakukan proses destabilisasi partikel koloid, karena pada dasarnya air sungai atau air kotor biasanya berbentuk koloid dengan berbagai partikel koloid yang terkandung didalamnya. Tujuan proses ini adalah untuk memisahkan air dengan pengotor yang terlarut didalamnya, analoginya seperti memisahkan air pada susu kedelai. Pada unit ini terjadi rapid mixing (pengadukan cepat) agar koagulan dapat terlarut merata dalam waktu singkat. Bentuk alat pengaduknya dapat bervariasi, selain rapid mixing, dapat menggunakan hidrolis (hydraulic jump atau terjunan) atau mekanis (menggunakan batang pengaduk).

4. Flokulasi

Selanjutnya air masuk ke unit flokulasi. Tujuannya adalah untuk membentuk dan memperbesar flok (pengotor yang terendapkan). Di sini dibutuhkan lokasi yang alirannya tenang namun tetap ada pengadukan lambat (slow mixing) supaya flok menumpuk. Untuk meningkatkan efisiensi, biasanya ditambah dengan senyawa kimia yang mampu mengikat flok-flok tersebut.

5. Sedimentasi

Bangunan ini digunakan untuk mengendapkan partikel-partikel koloid yang sudah didestabilisasi oleh unit sebelumnya. Unit ini menggunakan prinsip berat jenis. Berat jenis partikel koloid (biasanya berupa lumpur) akan lebih besar dari pada berat jenis air. Pada masa kini, unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi telah ada yang dibuat tergabung yang disebut unit aselator.

6. Filtrasi

Sesuai dengan namanya, filtrasi adalah untuk menyaring dengan media butiran. Media butiran ini biasanya terdiri dari antrasit, pasir silica dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda. Cara ini dilakukan dengan metode gravitasi.

7. Disinfeksi

Setelah bersih dari pengotor, masih ada kemungkinan ada kuman dan bakteri yang hidup, sehingga ditambahkan senyawa kimia yang dapat mematikan kuman ini, biasanya berupa penambahan chlor, ozonisasi, UV, pemabasan, dan lain-lain sebelum masuk ke bangunan selanjutnya, yakni reservoir.

8. Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air bersih sebelum didistribusikan menuju konsumen secara gravitasi. Namun ada juga yang sebaliknya air masuk ke reservoir secara gravitasi dan untuk pendistribusian dioperasikan menggunakan pompa yang langsung menuju pelanggan.

Data instrument yang sesuai dengan Water Treatment Plant seperti gambar 2.1 dapat dilihat seperti tabel 2.1 sampai dengan 2.6

Tabel 2.1 Spesifikasi Pompa Water Intake

Merk	Teroshima
Jenis Pompa	Sentrifugal
Kapasitas	400 m ³ /Jam
Heat	25 m
Putaran	1200 rpm
Daya	44 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Debit Water Intake Tanggal 3 Agustus 2013

PDAM Pelaihari

No	Waktu (Jam)	Level Buka-an Valve	Volume Kolam (m³)	Debit (m³/Jam)
1	08.00	75%	36	300
2	13.00	50%	36	200
3	18.00	100%	36	400
4	23.00	25%	36	100

Tabel 2.3 Motor Koagulasi

Merk	Yuema
Putaran	400 rpm
Torque	5,5
Daya	20 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 2.4 Spesifikasi Pompa Vakum

Merk	V-700
Laju Alir	3,6 m ³ /Jam
Vakum Ultimate	20 mbar
IP Kelas	44
Daya	210 W
Tegangan	100-240 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 2.5 Spesifikasi Pompa Transmisi

Merk	Ksb
Jenis Pompa	Sentrifugal
Kapasitas	300 m ³ /Jam
Heat	20 m
Putaran	900 rpm
Daya	33 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 2.6 Hasil Pengukuran Debit Distribusi Tanggal 3 Agustus 2013

PDAM Pelaihari

No	Waktu (Jam)	Level Buka-an Valve	Debit (m ³ /Jam)
1	08.00	100%	276
2	13.00	100%	133
3	18.00	100%	328
4	23.00	100%	87

2.2. Pengenalan PLC (Programmable Logic Controller)

2.2.1. Sejarah Teknologi PLC

PLC pertama kali dirancang perusahaan General Motor sekitar tahun 1968 untuk menggantikan kontrol relay pada proses skuensial yang dirasakan tidak fleksibel dan berbiaya tinggi. Pada saat itu, hasil rancangan telah benar-benar berbasis komponen solid state dan memiliki fleksibilitas tinggi, hanya secara fungsional masih terbatas pada fungsi-fungsi kontrol saja.

Seiring perkembangannya teknologi solid state, saat ini PLC mengalami pengembangan luar biasa, baik pada ukuran, kepadatan komponen serta dari segi fungsionalnya. Beberapa peningkatan perangkat keras dan perangkat lunak ini antaranya adalah:

1. Ukurannya semakin kecil
2. Jumlah I/O yang semakin banyak dan compact.
3. Beberapa jenis dan type PLC dilengkapi dengan modul-modul untuk tujuan kontrol kontinu, misalnya ADC/DAC, PID, modul fuzzy dan lain-lain.
4. Pemrograman relative mudah. Hal ini terkait dengan perangkat lunak pemrograman yang semakin user friendly.
5. Memiliki kemampuan komunikasi dan sistem dokumentasi yang semakin baik.

6. Jenis instruksi/fungsi semakin banyak dan lengkap.
7. Waktu eksekusi program yang semakin cepat.

Dewasa ini vendor-vendor PLC umumnya memproduksi PLC dengan berbagai ukuran, jumlah I/O, instruksi dan kemampuan yang beragam. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sangat luas.

2.2.2. Pengertian PLC

PLC (Programmable Logic Controller) merupakan suatu piranti berbasis kontrol, yang menjalankan intruksi-intruksi logika, yang digunakan untuk menggantikan serangkaian relay yang dapat dijumpai pada sistem kontrol konvensional.

PLC yaitu kendali logika terprogram merupakan suatu sistem atau piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi-fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses (sekuensial), fungsi pewaktu, fungsi arimatika dan fungsi lainnya dengan cara memprogramnya untuk mengontrol berbagai macam mesin, mengendalikan sistem lampu dan memproses modul masukan atau keluaran baik digital maupun analog. Program-program yang dibuat kemudian dimasukkan dalam PLC melalui programmer atau monitor, pembuatan program dapat menggunakan computer sehingga dapat mempercepat hasil pekerjaan.

PLC dapat beroperasi pada sistem yang memiliki output atau input bisa menghasilkan on dan off (digital). Inputnya biasanya berasal dari sensor atau saklar atau tombol yang menghasilkan input digital, sedangkan outputnya yang berupa motor, buzzer dan kipas angin, juga biasanya berdasarkan hasil on ataupun off saja.

2.2.3. Latar Belakang Pemakaian PLC

Pada proses skuensial sederhana yang hanya memerlukan sedikit komponen relay, sistem kontrol relay tersebut tidak banyak menimbulkan masalah, kerusakan sebuah relay dapat menyebabkan proses berjalan tidak sesuai dengan yang dikehedaki atau proses akan berhenti.

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat dewasa ini, mengakibatkan industri sebagai produsen atau penghasil barang menggunakan cara-cara otomatis untuk meningkatkan jumlah hasil produksi yang banyak secara efektif dan efisien, salah satu peralatan kontrol otomatis yang saat ini paling banyak digunakan di industri-industri adalah PLC (Programmable Logic Controller).

Dimana PLC mudah deprogram berulang-ulang dan dapat langsung diaplikasikan, mudah dalam perawatan dan perbaikannya, lebih bisa diandalkan dalam lingkungan pabrik, jauh lebih kecil dan efisien daripada rangkaian relay biasa, harga lebih murah dari pada rangkaian konvensional. PLC dapat digunakan dalam suatu sistem yang kompleks dan cukup mudah dimengerti.

PLC lebih banyak digunakan dan lebih cepat berkembang didalam industry. Kelebihannya yaitu kemudahan dalam pemrograman ulang dan tanpa melakukan perubahan rangkaian fisiknya, PLC juga user-friendly sehingga mudah digunakan meskipun bagi seorang yang tidak memiliki keterampilan dalam mengoperasikan komputer.

PLC dapat melakukan manipulasi jaringan rangkaian logika yaitu dengan mendesain, memprogram, mengontrol dan mengoperasikan dalam suatu sistem yang kompleks. PLC cukup mudah dimengerti, sehingga banyak sekali dipakai dalam industry seperti pabrik-pabrik manufaktur yang membutuhkan atas sistem mesin-mesin pabrik yang kompleks.

Beberapa contoh aplikasi dari PLC (Programmable Logic Controller) sebagai berikut :

1. Proses industri : manufaktur, pengolahan air minum bersih, pabrik, generator tenaga listrik, dan lain-lain.
2. Proses infrastruktur : pengontrol lampu lalu lintas, pipa gas, distribusi tenaga listrik, dan lain-lain.
3. Proses fasilitas : gedung, bandara, pelabuhan, rumah sakit, dan lain-lain.

2.3. Kontrol Konvensional

Sistem kontrol konvensional adalah suatu sistem kendali/kontrol dengan menggunakan prinsip elektromekanik. Sistem kontrol jenis ini merupakan sistem kontrol yang terbilang kuno namun masih diaplikasikan pada beberapa industri. Sistem kontrol sejenis ini berupa kupulan atau deretan rangkaian relay dan kontraktor yang banyak sebagai komponen utama pengontrol.

Ada beberapa keuntungan dalam pengaplikasian sistem kontrol konvensional, seperti:

1. Mudah diadaptasikan untuk tegangan yang berbeda.
2. Tidak banyak berpengaruh oleh temperatur sekitarnya, relay dapat beroperasi pada temperature 80°C sapaai 33°C.
3. Tahanan yang relative tinggi antara kontak kerja pada saat terbuka.
4. Beberapa rangkaian terpisah dapat dihidupkan.
5. Rangkaian yang mengontrol relay dan rangkaian yang membawa arus yang terhubung secara fisik terpisah satu sama lainnya.

Disamping beberapa keuntungan yang dijelaskan diatas, ada beberapa kerugian yang dimiliki sistem kontrol konvensional yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dan dapat dilihat seperti dibawah ini:

1. Usia alat relatif lebih singkat dibandingkan penggunaan PLC.
2. Memerlukan ruang kontrol yang besar.
3. Menimbulkan bunyi selama proses kontak.
4. Kecepatan kontak terbatas 3ms sampai 17 ms.
5. Kontaminasi (debu) dapat mempengaruhi usia kontak.

2.4. Perbedaan dan Persamaan PLC dengan Kontrol Konvensional

Dua buah sistem kontrol yang berbeda ini memiliki beberapa perbedaan mendasar baik secara fisik maupun karakteristiknya. Untuk dapat lebih menjelaskan perbedaan antara keduanya maka dapat diperlihatkan pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Perbedaan PLC dengan Kontrol Konvensional

No	Konvensional	Programmable Logic Controller
1	Hardware	Hardware dan software
2	Pengontrolan Terbatas	Pengontrolan yang relatif lebih kompleks
3	Terkendala dalam modifikasi sistem	Mudah dalam modifikasi sistem
4	Proses troubleshooting sulit dideteksi karena sistem yang banyak menggunakan relay	PLC mempunyai fungsi self diagnostic sehingga troubleshooting pada sistem mudah dan cepat terdeteksi
5	Ruang kontrol yang lebih besar	Ruang kontrol yang relatif lebih kecil

Adapun persamaan yang dimiliki diantara keduanya antara lain adalah:

1. Mengontrol skunsial.
2. Memproses sinyal input dan menghasilkan sinyal outputan.

2.5. Keuntungan PLC dari Kontrol Konvensional

Beberapa keuntungan yang didapat dalam pengaplikasian PLC dibandingkan kontrol konvensional, seperti:

1. Aplikasi yang universal.
2. Pemrograman yang mudah.
3. Mudah dikoreksi dan dimodifikasi.
4. Mampu menangani sistem yang kompleks.
5. Tidak membutuhkan ruang kontrol yang besar.
6. Commissioning mudah.
7. Cos produksi yang lebih kecil
8. Teknologi yang selalu berkembang.

2.6. Komponen-Komponen Dan Prinsip Kerja PLC

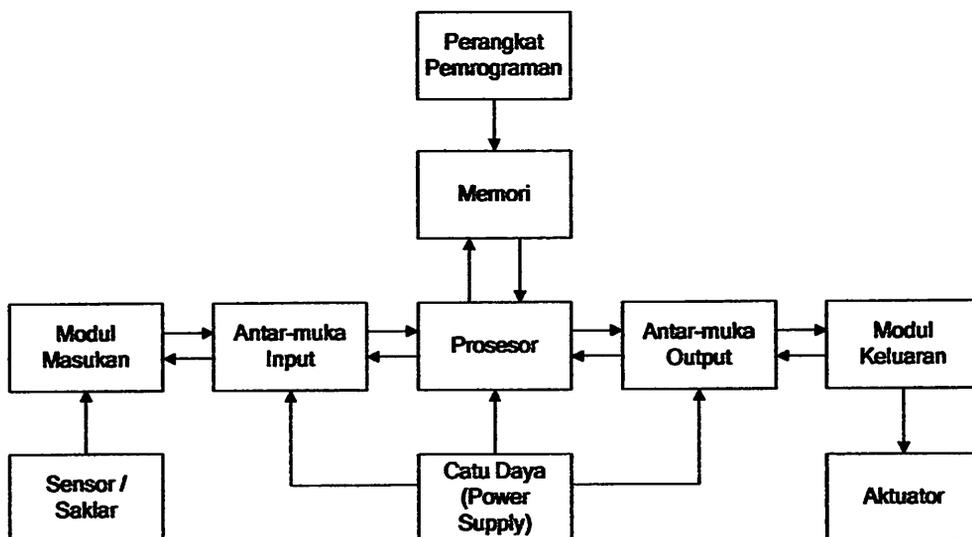
2.6.1. Komponen Dasar

Umumnya sebuah sistem PLC memiliki lima komponen dasar, sebagai berikut:

1. Unit prosesor atau central prosesor unit (CPU) adalah unit yang berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal-sinyal input dan melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan, sesuai dengan program yang tersimpan di

dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambil sesuai sinyal-sinyal kontrol ke antarmuka/interface outputnya.

2. Unit catu daya diperlukan untuk mengkonversikan tegangan sumber ac menjadi dc rendah yang dibutuhkan oleh prosesor dan rangkaian-rangkaian didalam modul-modul antarmuka input dan output.
3. Perangkat pemrograman dipergunakan untuk memasukkan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Perangkat pemrograman umumnya tidak tersambung secara permanen ke PLC, dan dapat dipindahkan dari suatu pengontrol ke pengontrol lainnya tanpa mengganggu operasi-operasi yang sedang berjalan.
4. Unit memori adalah tempat menyimpan program yang digunakan untuk melaksanakan tindakan-tindakan pengendalian oleh mikroprosesor.
5. Bagian input dan output adalah antar muka dimana proses menerima informasi dan menkomunikasikan informasi ke perangkat-perangkat eksternal (peralatan input dan output).



Gambar 2.3 konfigurasi komponen dasar PLC
[Sumber: Karakteristik Dan Perangkat PLC]

2.7. PLC Twido.

PLC Twido adalah PLC yang dibuat oleh Schneider Telemecanique yang termasuk kategori PLC nano. PLC Twido tersedia dalam 2 model yaitu model compact dan model modular. Adapun model PLC Twido yang penulis gunakan pada skripsi ini

adalah model Twido modular dengan type TWDLMDA20DTK. Data maximum hardware dari PLC TWDLMDA20DTK dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Maximum Hardware Configuration

[Sumber: Twido programmable controllers Hardware Reference Guide TWD USE 10AE eng Version 2.5]

Kontroller Item	Compact kontroller
	TWDLMDA20DTK
Standard digital inputs	12
Standard digital outputs	8
Max expansion I/O modules (digital or analog)	4
Max digital inputs (kontroller I/O + exp I/O)	$12+(4 \times 32) = 140$
Max digital outputs (kontroller I/O + exp I/O)	$8+(4 \times 32) = 136$
Max digital I/O (kontroller I/O + exp I/O)	$20+(4 \times 32) = 148$
Max AS-Interface bus interface modules	2
Max I/O with ASInterface modules (7 I/O per slave)	$20+(2 \times 62 \times 7) = 888$
Max relay outputs	64 expansion only
Potentiometers	1
Built-in analog inputs	1
Max analog I/O (kontroller I/O + exp I/O)	9 in / 4 out
Remote kontrollers	7
Serial ports	2
Cartridge slots	2
Largest application/ backup size (KB)	32
Optional memory cartridge (KB)	32
Optional RTC cartridge	yes ²
Optional Operator Display	yes ²
Optional 2nd port	yes ²

2.8. Dasar Dan Konsep Pemrograman PLC

2.8.1. Dasar pemrograman

Kontrol program adalah komponen utama dalam sistem yang bekerja secara otomatis. Kontrol program harus didesain secara sistematis, terstruktur dengan baik dan harus terdokumentasi agar bebas dari kesalahan.

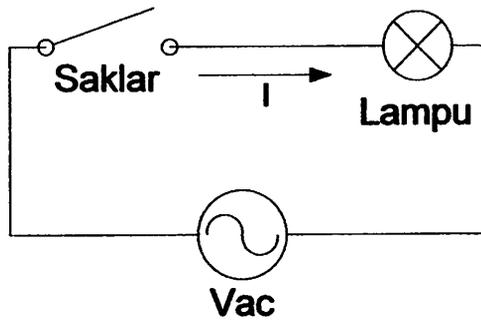
Terdapat empat metode bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat program PLC sebagai berikut;

1. Ladder diagram languages
2. Instruction list languages
3. Sequential function chart / grafcet languages
4. High-level languages

Dari semua bahasa pemrograman di atas, yang paling umum digunakan adalah ladder diagram. Ladder diagram menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam ladder diagram ini terdapat dua buah garis vertikal dimana garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya, sedangkan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya. Secara logika, listrik mengalir dari garis kiri ke garis kanan. Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan kontrol saklar, sensor dan output. Satu baris dari diagram disebut dengan satu rung.

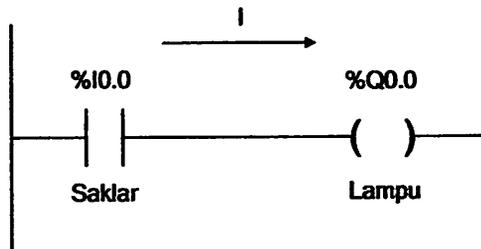
2.8.2. Konsep Pemrograman

Konsep dari pemrograman PLC adalah menggunakan cara berpikir logika (benar/salah, 1/0), sedangkan eksekusi dari program berdasarkan hubungan atau fungsi antara input dan outputnya. Konsep pemrograman mengadopsi logika saklar pada rangkaian listrik. Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Rangkaian Listrik dengan Saklar

Rangkaian pada gambar 2.5 bisa diwakili dengan ladder diagram seperti gambar 2.7.



Gambar 2.5 Ladder Diagram Ekuivalen

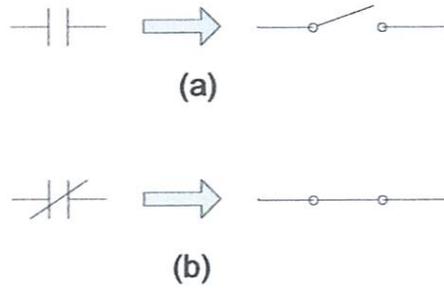
Pada ladder diagram, bisa dibayangkan arus listrik mengalir dari kiri menuju kanan. Dalam istilah ladder diagram, simbol yang mewakili saklar disebut input dan simbol yang mewakili lampu disebut output.



Gambar 2.6 (a) Simbol Input.

(b) Simbol output

Simbol ladder yang telah dibicarakan pada gambar 2.6 adalah normally open. Normally open artinya pada saat PLC di-start, input tersebut dalam keadaan terbuka atau OFF. Sedangkan normally close artinya pada saat start, input sudah dalam keadaan ON.



Gambar 2.7 (a) Simbol Input Normally Open dan Ekuivalen saklarnya.
 (b) Simbol Input Normally Close dan Ekuivalen saklarnya

2.9. TwidoSoft

TwidoSoft merupakan software untuk memprogram PLC Twido yang dibuat oleh Schneider Telemecanique. Software ini dapat dioperasikan ke laptop atau komputer yang memiliki sistem operasi Microsoft Windows 98 Second Edition, Microsoft Windows 2000, atau dengan Windows Xp kemudian hard disk komputer yang digunakan mempunyai drive C dengan kapasitas memori minimal 40 Mb. TwidoSoft dapat digunakan untuk memprogram beberapa type PLC Twido seperti Twido Compact (TWDLCAA10DRF, dll), Twido Modular (TWDLMDA20DTK, dll). Program tersebut dimasukkan kedalam memori PLC melalui sebuah alat penghubung (interface converter).

2.9.1. Software Twido suite

Dalam tinjauan pustaka ini, akan digunakan PLC Twido 20DRT dengan Twido suite sebagai software pemrogramannya. Untuk menggunakan Twidosuite, klik icon Twidosuite pada desktop seperti pada gambar 2.8.

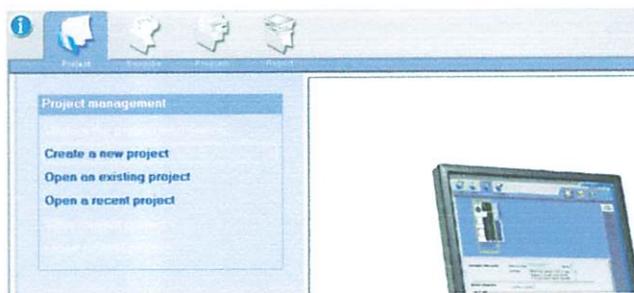


Gambar 2.8 Icon Twidosuite

Twidosuite akan menampilkan tampilan seperti pada gambar 2.11 Pilih ‘Programming Mode’ untuk memprogram PLC. Selanjutnya layar program akan menuju ke gambar 2.12, yaitu layar project management. Programmer diberi pilihan untuk membuat program baru atau membuka program yang sudah jadi. Pilih “Create a new Project”.

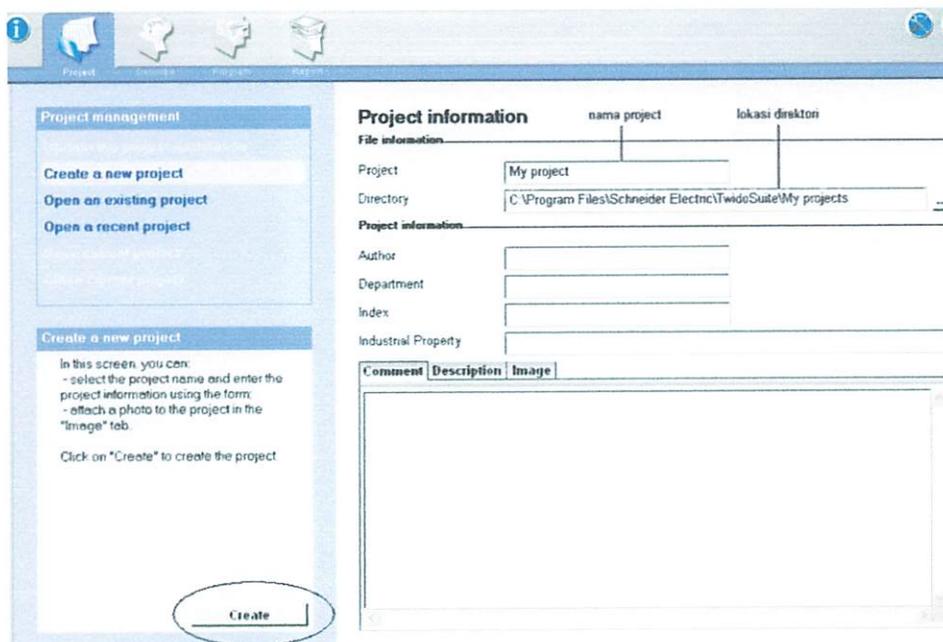


Gambar 2.9 Tampilan Menu Twidosuite



Gambar 2.10 Pilihan Project Management

Tentukan nama project dan directory tempat project disimpan pada menu project information seperti pada gambar 2.11. Kemudian klik tombol 'Create'



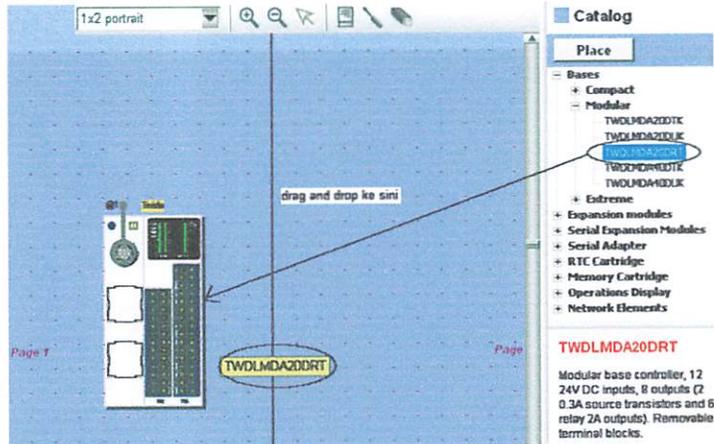
Gambar 2.11 Mengisikan nama project dan directory-nya

Pada tampilan berikutnya pilih 'Describe'.



Gambar 2.12 Pilih 'Describe' untuk Setting PLC

Tampilan berikutnya adalah layar untuk setting PLC seperti pada gambar 2.13.

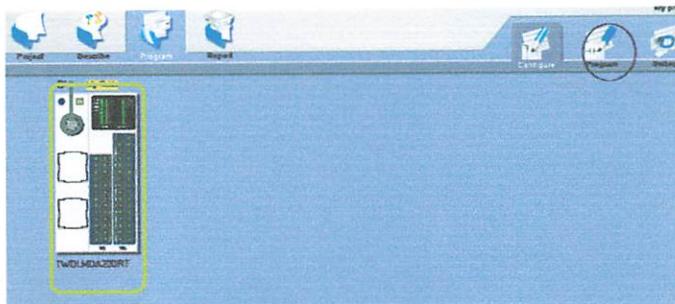


Gambar 2.13 Layar Setting PLC

Pada Layar Setting PLC, pilih di kotak sebelah kanan(catalog) Bases – Modular – TWDLMDA20DRT, kemudian lakukanlah drag and drop ke kotak sebelah kiri pada gambar PLC-nya. Setelah setting PLC selesai, pilih pada bagian kiri atas 'Program' untuk menuju editor program PLC.

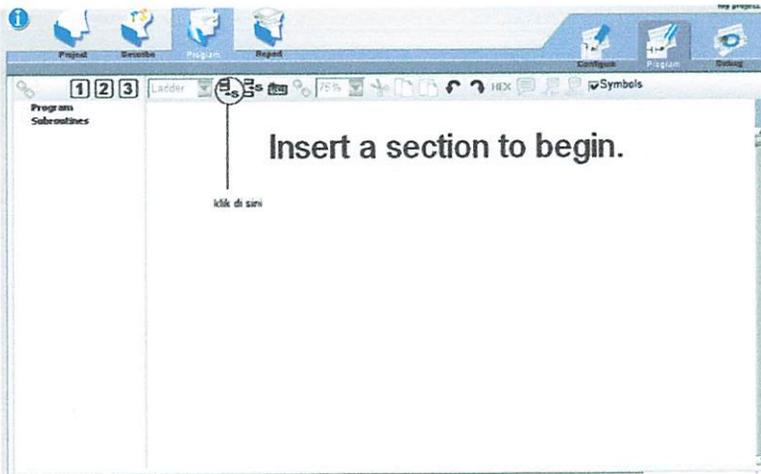


Gambar 2.14 Pilih Program untuk meng-edit program PLC



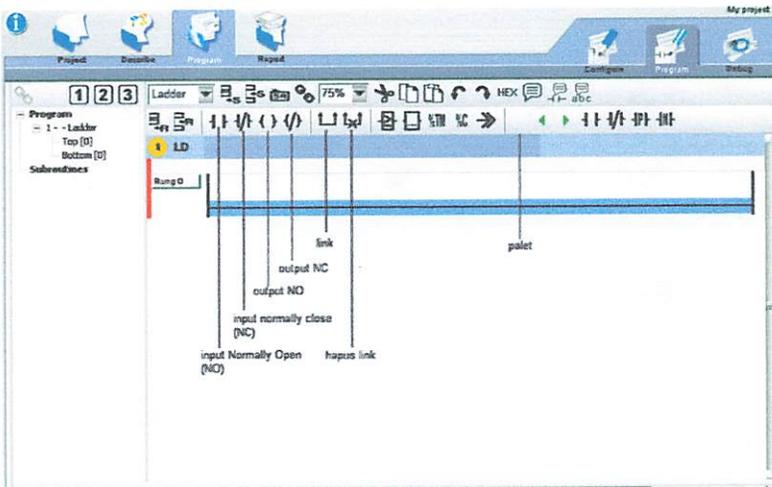
Gambar 2.15 Menuju Editing Program PLC

Setelah muncul tampilan seperti gambar 2.15, pilih 'Program' pada bagian kanan atas layar. Hasilnya, akan tampil editor ladder diagram seperti gambar 2.16.



Gambar 2.16 Tampilan pertama editor ladder diagram

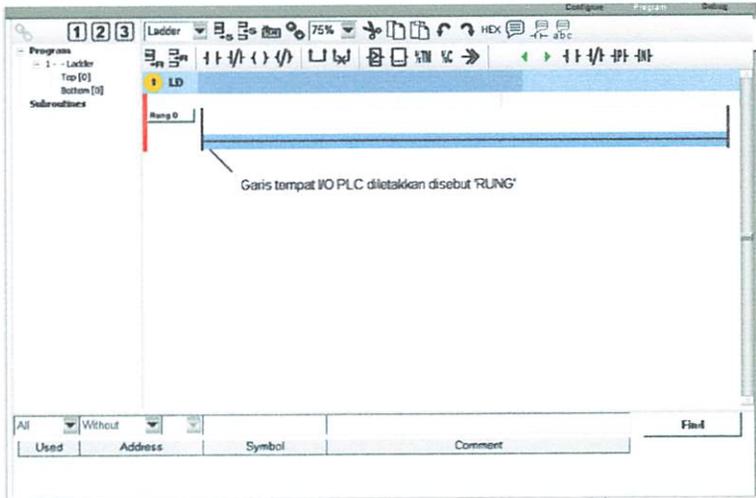
Untuk memulai menggambar ladder, icon 'add section' diklik seperti pada objek yang dilingkari pada gambar 2.16, hingga muncul tampilan pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Editor ladder beserta fungsi-fungsi dasar PLC

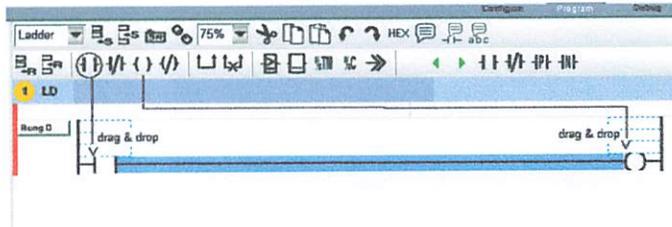
2.9.2. Menguasai konsep ladder lewat simulasi

1. Masuk ke program Twidosuite hingga pada editor ladder diagram



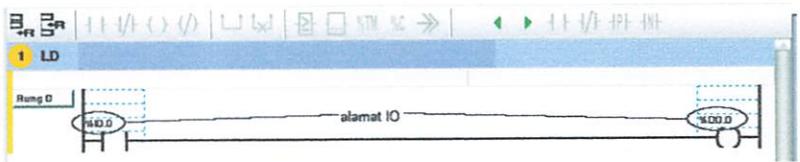
Gambar 2.18 Editor ladder diagram Twidosuite

2. Memasukkan simbol ladder (input dan output) ke editor



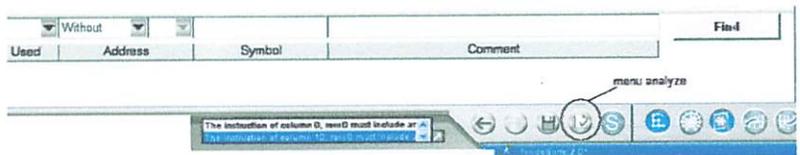
Gambar 2.19 Meletakkan ladder input dan output ke editor

3. Memberi alamat input dan output. Input diberi alamat %I0.0 dan output diberi alamat %Q0.0



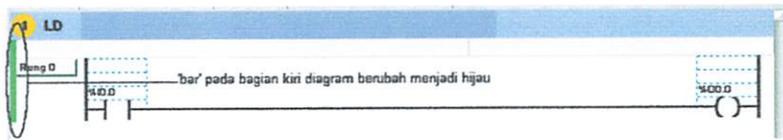
Gambar 2.20 Memberi alamat I/O

4. Melakukan evaluasi/analyze terhadap program ladder untuk mengetahui program yang dibuat ada kesalahan atau tidak. Menu analyze terdapat pada bagian kanan bawah layar.



Gambar 2.21 Menu analyze

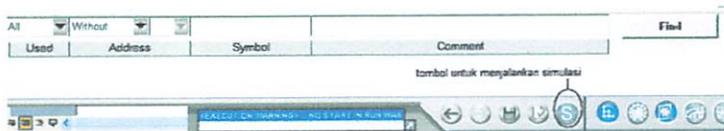
Jika tidak terdapat kesalahan pada program, tanda batang(“bar”) pada bagian kiri ladder diagram akan berubah warna dari kuning ke hijau.



Gambar 2.22 Proses Analyze Berhasil

5. Menjalankan simulasi PLC

Untuk menjalankan simulasi, tombol ‘S’ ditekan pada bagian kanan bawah layar.



Gambar 2.23 Tombol simulasi

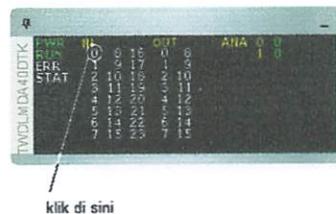
6. Windows simulator PLC akan muncul seperti gambar 2.24



Gambar 2.24 Windows simulator PLC

7. Tekan tombol RUN untuk menjalankan simulator.

Pada layar simulator, dilakukan manipulasi I/O dengan menekan angka pada kolom ‘IN’. Untuk percobaan ini, angka ‘0’ diklik pada kolom ‘IN’ sebagai simulasi pengaktifan input, yaitu pada alamat %I0.0.



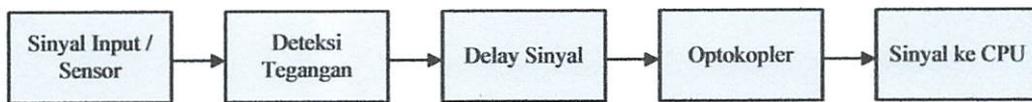
Gambar 2.25 Layar Simulator

8. Pengamatan

Mengamati apa yang terjadi pada kolom 'OUT'. Mengamati nomor output yang aktif dan terletak pada alamat keberapa output yang aktif.

2.10. Modul interface

Fungsi dari sebuah modul interface adalah untuk mengubah sinyal masukan ataupun sinyal keluaran dari sensor ataupun aktuator untuk diproses oleh CPU sesuai dengan kebutuhan aplikasi sistem.



Gambar 2.26 Blok Diagram Modul Input Interface



Gambar 2.27 Blok Diagram Modul Output Interface

Keterangan:

1. Pendeteksian tegangan error bertujuan meyakinkan bahwa tegangan masuk masih dalam batas yang diijinkan. Apabila tegangan terlalu tinggi maka akan diturunkan melalui diode breakdown.
2. Delay sinyal meyakinkan tegangan yang diterima merupakan inputan yang sebenarnya. Rangkaian ini mempertahankan tegangan input sesaat (1-20 ms) untuk membedakan dengan sinyal-sinyal lain seperti tegangan interferensi.
3. Optokopler mengirimkan informasi sensor berupa cahaya dan menciptakan isolasi elektronik antara kontrol dan rangkaian logika. Selanjutnya melindungi komponen elektronik yang sensitif dari naiknya tegangan luar secara tiba-tiba.
4. Amplifier berguna untuk menguatkan arus listrik output sehingga nantinya cukup kuat untuk menggerakkan aktuator.
5. Short circuit monitoring berfungsi untuk memonitor terjadinya hubung singkat pada rangkaian luar dan memutuskan hubungan antara modul output dengan rangkaian luar.

BAB III

PERANCANGAN DAN DESAIN SISTEM

Alat pelatihan PLC dengan studi kasus Water Treatment Plant adalah suatu alat yang dibangun untuk tujuan media pembelajaran otomasi industri, dalam hal ini mengontrol mesin-mesin yang disimulasikan software Water Treatment Plant.

3.1. Tahapan Identifikasi

Dalam tahapan indentifikasi masalah yang akan dibuat pada sistem, berkaitan dan terbatas pada pembuatan alat pelatihan PLC mengenai studi kasus Water Treatment Plant, konfigurasi modul PLC → protokol komunikasi → software simulasi.

3.2. Tahapan Konseptualisasi

Dalam tahap konseptualisasi ini ditentukan apa saja yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang, kemudian dibentuk suatu kerangka secara global yang menggambarkan mekanisme dari sistem yang akan dibuat.

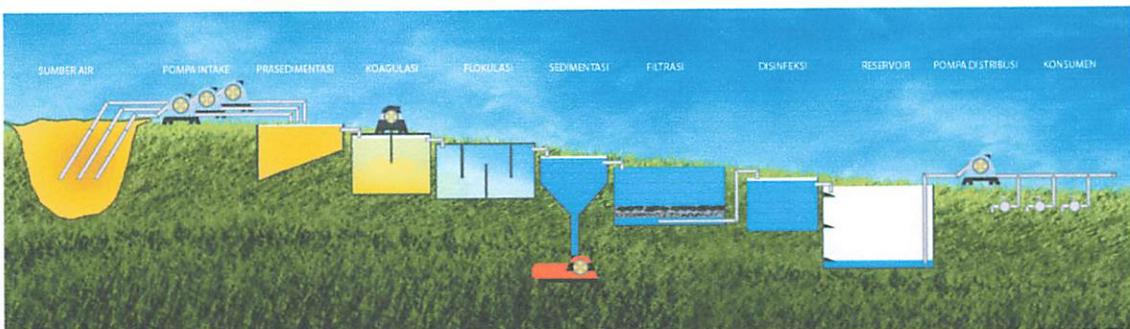
3.2.1. Implementasi Water Treatment Plant Pada Alat Pelatihan PLC

Programmable Logic Controller digunakan untuk aplikasi :

1. Pengontrolan sistem utama untuk mengaktifkan kendali otomasi.
2. Pengontrolan kerja tiga buah pompa water intake untuk mensuplai air baku yang sudah ditampung pada bagian water intake menuju bak presedimentasi.
 - a) Dalam kondisi diberi indikasi persediaan air bersih pada bak reservoir menipis (level air minimum-medium) maka;
 - i. Sepuluh detik pertama pompa_intake_1 dan pompa_intake_3 bekerja.
 - ii. Sepuluh detik berikutnya pompa_intake_2 dan pompa_intake_3 bekerja, kemudian seterusnya secara bergantian berulang-ulang.
 - b) Dalam kondisi diberi indikasi persediaan air bersih pada bak reservoir cukup (level air medium-high) maka;
 - i. Sepuluh detik pertama pompa_intake_1 bekerja.
 - ii. Sepuluh detik kedua pompa_intake_2 bekerja, kemudian seterusnya secara bergantian berulang-ulang.

- c) Dalam kondisi diberi indikasi persediaan air bersih pada bak reservoir penuh (level air high) maka pompa_1, pompa_2 dan pompa_3 berhenti bekerja.
3. Pengontrolan motor untuk memutar baling-baling pada proses pengadukan secara cepat pada bak koagulasi.
 - a) Dalam kondisi diberi indikasi dua buah pompa intake beroperasi maka motor koagulasi bekerja dengan kecepatan tinggi.
 - b) Dalam kondisi diberi indikasi satu buah pompa intake beroperasi maka motor koagulasi bekerja dengan kecepatan rendah.
 - c) Dalam kondisi diberi indikasi seluruh pompa intake tidak beroperasi (berhenti) maka motor koagulasi berhenti bekerja.
 4. Pengontrolan kerja pompa vakum untuk melepaskan pengendapan partikel-partikel koloid yang tersangkut pada dinding bak sedimentasi setiap lima detik sekali jika diberi indikasi level air pada bak sedimentasi medium.
 5. Pengontrolan kerja pompa distribusi untuk mensuplai air bersih yang sudah ditampung pada reservoir untuk kemudian didistribusikan menuju pelanggan. Pompa distribusi akan beroperasi apabila push button on_pompa_distribusi ditekan dan akan berhenti beroperasi apabila push button off_pompa_distribusi ditekan.

Untuk lebih menjelaskan gambaran Water Treatment Plant yang diimplementasikan untuk alat pelatihan PLC yang dirancang pada skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tampilan Software Simulator Water Treatment Plant

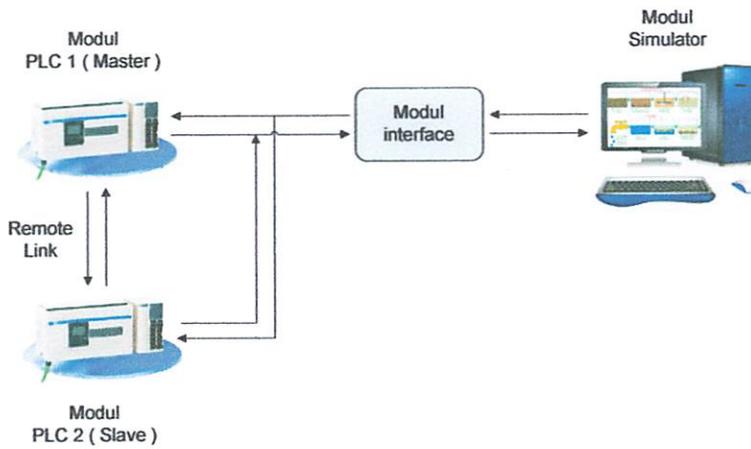
3.2.2. Penentuan Komponen Dasar

Hal terpenting sebelum memasuki tahapan penentuan komponen dasar dalam perancangan suatu alat atau sistem maka perlu diketahui terlebih dahulu kebutuhan sistem itu sendiri, maka berdasarkan konseptualisasi sistem dibutuhkan komponen dasar pembangun sebagai berikut :

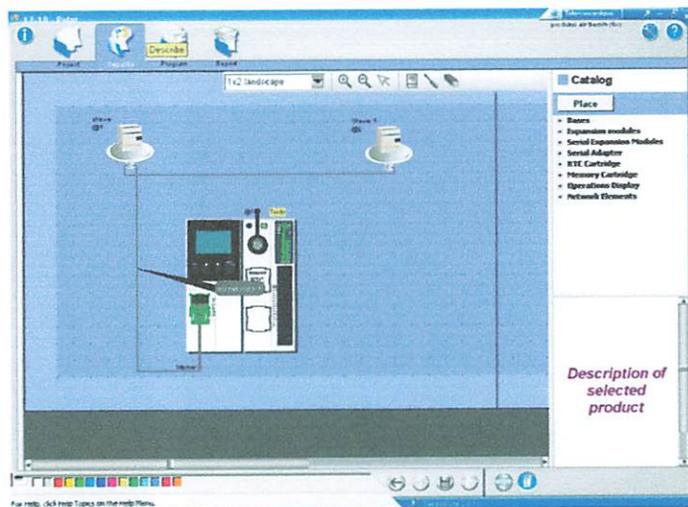
1. Unit catu daya.
2. Modul masukan-masukan.
3. Modul PLC type TWDLMDA20DTK.
4. Jumlah inputan dan outputan yang digunakan untuk sistem adalah 23 I/O, masing-masing terdiri dari 11 inputan dan 12 outputan. Jumlah I/O yang tersedia pada PLC type TWDLMDA20DTK sebanyak 20 I/O, maka dibutuhkan 2 buah modul PLC untuk mencukupi kebutuhan I/O.
5. Simulator Water Treatment Plant (software simulator) sebagai pengganti aktuator yang dikontrol oleh sistem.
6. Twido suite.
7. Karena Alat pelatihan PLC melibatkan modul PLC berupa hardware dan simulator yang berupa software maka dibutuhkan sebuah modul protokol atau yang disebut interface sebagai media komunikasi yang berfungsi menerjemahkan perintah-perintah modul PLC yang berupa sinyal analog menjadi sinyal digital untuk mengontrol software simulator.
8. Modul interface berbasis mikrokontroler type ATMEGA 8535.

3.3. Pembuatan Diagram Blok

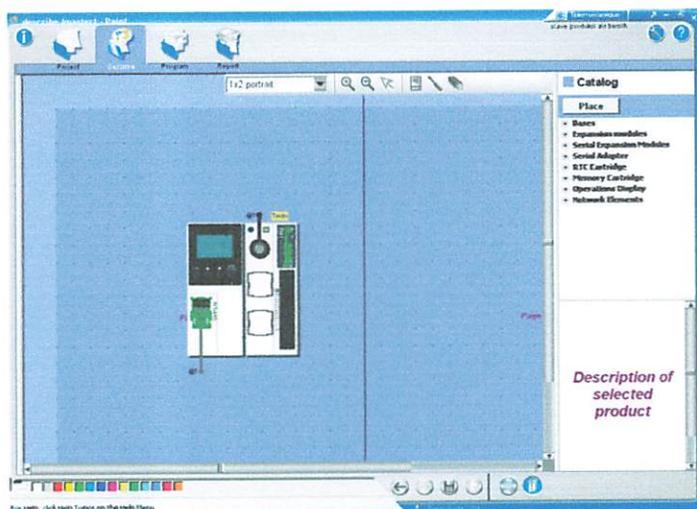
Diagram blok rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan suatu alat, karena dari blok rangkaian inilah dapat diketahui cara kerja sistem. Sehingga keseluruhan sistem tersebut dapat difungsikan sesuai dengan perancangannya. Setelah melalui tahapan identifikasi, tahapan konseptualisasi dan penentuan komponen dasar, maka blok rangkaian kendali berbasis PLC yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Rangkaian Kendali Berbasis PLC



Gambar 3.3 Konfigurasi PLC 1 Sebagai PLC Master



Gambar 3.4 Konfigurasi PLC 2 Sebagai PLC Slave

3.4. Tahapan Rancangan

Dalam tahap rancangan ini semua permasalahan yang saling berinteraksi atau berhubungan akan diformulasikan sesuai dengan sistem, baik dari bahasa pemrograman ladder diagram ataupun konfigurasi hardware yang digunakan untuk memaparkan hubungan relasional tersebut sesuai dengan bentuk dan format yang digunakan oleh sistem yang dirancang.

3.5. Daftar alokasi

Berisi kumpulan informasi berupa identifier atau alamat yang disimpan di dalam suatu perangkat secara sistematis sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program, informasi tersebut kemudian diolah menjadi suatu masukan ataupun keluaran dalam sebuah sistem manajemen.

3.5.1. Data Instrumen Pada Simulasi Water Treatment Plant

Tabel 3.1 Spesifikasi Simulasi Pompa Water Intake

Jumlah	3 buah
Merk	Ksb
Jenis Pompa	Sentrifugal
Kapasitas	200 m ³ /Jam
Head	12,5 m
Putaran	600 rpm
Daya	25 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 3.2 Spesifikasi Simulasi Motor Koagulasi

Merk	Yuema
Putaran	400 rpm
Torque	5,5
Daya	20 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 3.3 Spesifikasi Simulasi Pompa Vakum

Merk	V-700
Laju Alir	3,6 m ³ /Jam
Vakum Ultimate	20 mbar
IP Kelas	44
Daya	210 W
Tegangan	100-240 V
Frekuensi	50 Hz

Tabel 3.4 Spesifikasi Simulasi Pompa Distribusi

Merk	Ksb
Jenis Pompa	Sentrifugal
Kapasitas	300 m ³ /Jam
Heat	20 m
Putaran	900 rpm
Daya	33 KW
Tegangan	380 V
Frekuensi	50 Hz

3.5.2. Pengalamatan PLC 1 (Master)

Tabel 3.5 Pengalamatan Input PLC 1 (Master)

No	Input	Inisial	Alias	Keterangan
1	I0.0	0		Push Button On Sistem
2	I0.1	1		Push Button On Produksi
3	I0.4	4		Push Button Off Sistem
4	I0.5	5		Push Button Off Produksi
5	I0.8	8		Sensor Low Reservoir
6	I0.9	9		Sensor Medium Reservoir
7	I0.10	10		Sensor High Reservoir
8	I0.11	11		Sensor Koagulasi

Tabel 3.6 Pengalamatan Output PLC 1 (Master)

No	Output	Inisial	Alias	Keterangan
1	Q0.0	0		Indikator Sistem On
2	Q0.1	1		Pompa Intake 1
3	Q0.2	2		Pompa Intake 2
4	Q0.3	3		Pompa Intake 3
5	Q0.4	4		Indikator Low Reservoir
6	Q0.5	5		Indikator Medium Reservoir
7	Q0.6	6		Indikator High Reservoir
8	Q0.7	7		Motor Koagulasi On Kecepatan Tinggi

3.5.3. Pengalamatan PLC 2 (Slave)

Tabel 3.7 Pengalamatan Input PLC 2 (Slave)

No	Input	Inisial	Alias	Keterangan
1	I0.0	0	I1.0.0	Push Button On Distribusi
2	I0.4	4	I1.0.4	Push Button Off Sistem
3	I0.8	8	I1.0.8	Sensor Sedimentasi

Tabel 3.8 Pengalamatan Output PLC 2 (Slave)

No	Output	Inisial	Alias	Keterangan
1	Q0.0	0	Q1.0.0	Motor Koagulasi On Kecepatan Rendah
2	Q0.1	1	Q1.0.1	Pompa Vakum On
3	Q0.2	2	Q1.0.2	Pompa Distribusi On
4	Q0.3	3	Q1.0.3	Indikator Produksi On

3.5.4. Pengalamatan Mikrokontroler (Modul Interface)

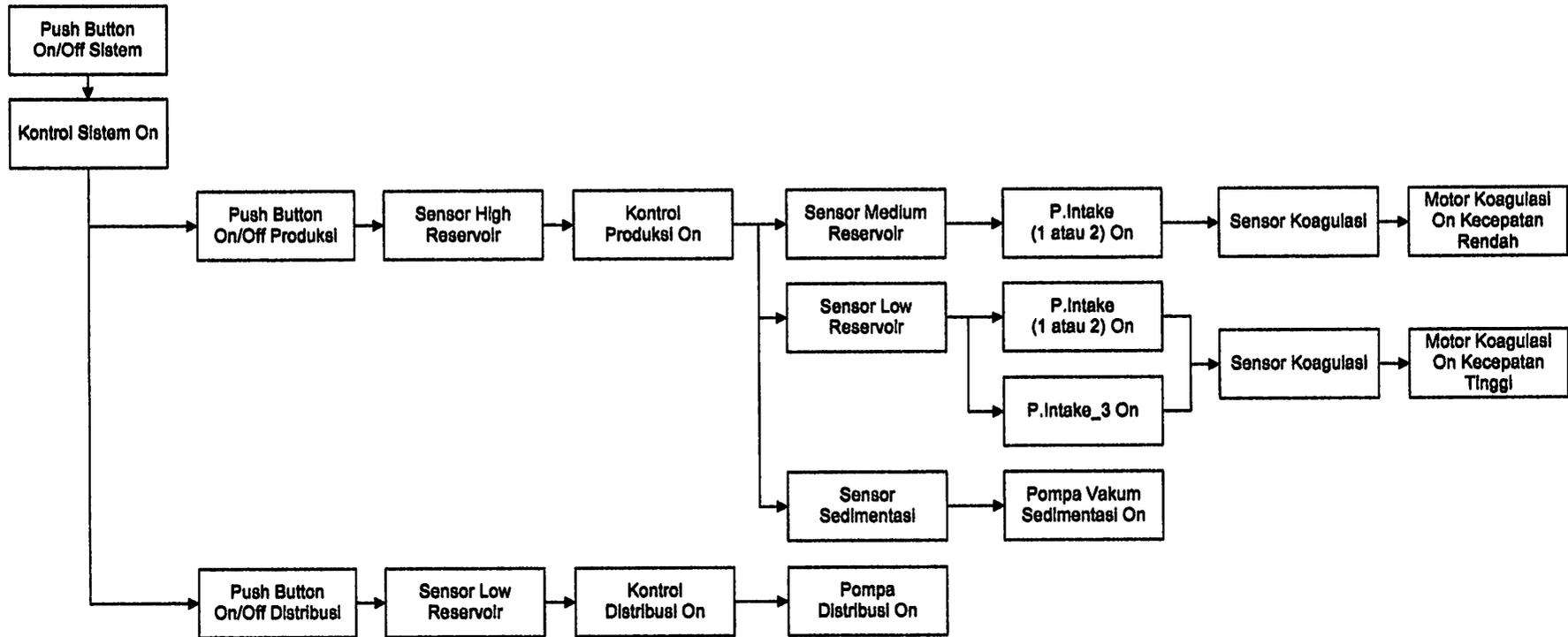
Tabel 3.9 Pengalamatan Dari PLC Ke Mikrokontroler

No	Terminal	Outputan PLC 1	Outputan PLC 2	Port	Keterangan
1	0	Q0.0		PA0	Indikator Sistem On
2	1	Q0.1		PA1	Pompa Intake 1
3	2	Q0.2		PA2	Pompa Intake 2
4	5	Q0.3		PA5	Pompa Intake 3
5	6	Q0.4		PA6	Indikator Low Reservoir
6	7	Q0.5		PA7	Indikator Medium Reservoir
7	8	Q0.6		PB0	Indikator High Reservoir
8	9	Q0.7		PB1	Motor Koagulasi On Kecepatan Tinggi
9	10		Q0.0	PB2	Motor Koagulasi On Kecepatan Rendah
10	11		Q0.1	PB3	Pompa Vakum On
11	12		Q0.2	PB4	Pompa Distribusi On
12	13		Q0.3	PB5	Indikator Produksi On

Tabel 3.10 Pengalamatan Mikrokontroler Ke PLC

No	Terminal	Port	Inputan PLC 1	Inputan PLC 2	Keterangan
1	14	PD2	I0.8		Sensor Low Reservoir
2	15	PD3	I0.9		Sensor Medium Reservoir
3	16	PD4	I0.10		Sensor High Reservoir
4	17	PD5	I0.11		Sensor Koagulasi
5	18	PD6		I0.8	Sensor Sedimentasi

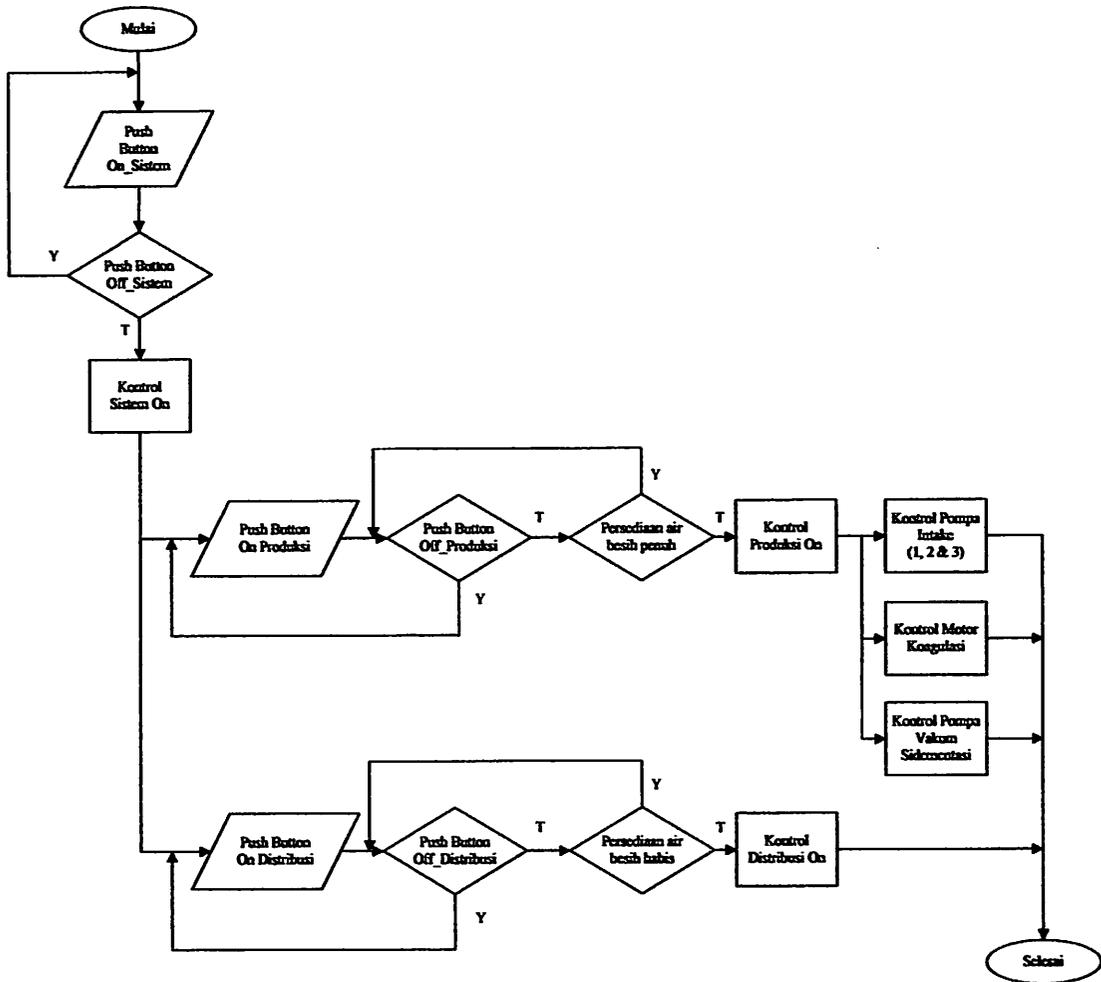
3.6. Struktur Data



Gambar 3.5 Struktur Data Alat pelatihan PLC Dengan Studi Kasus Water Treatment Plant.

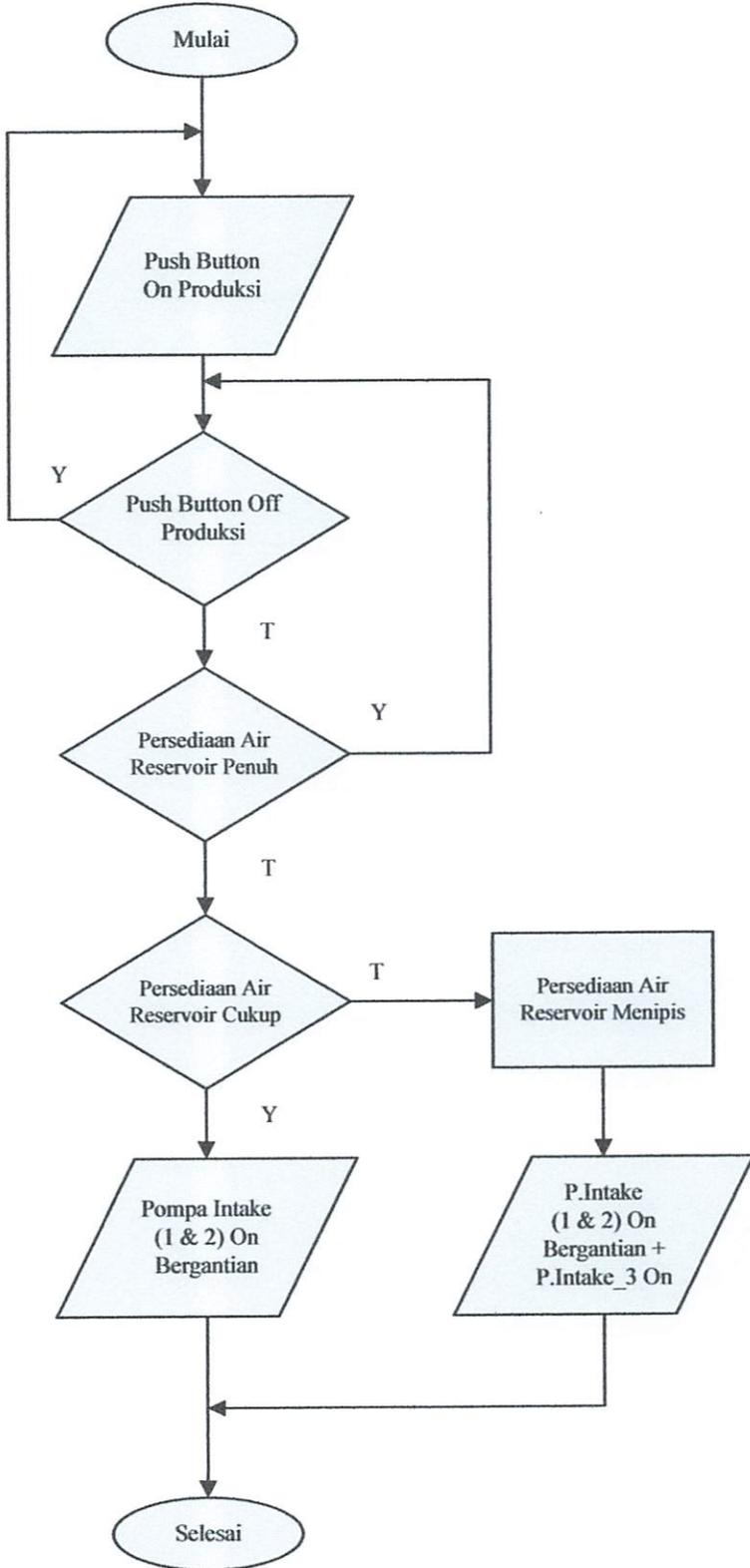
3.7. Flowchart

3.7.1. Flowchart Sistem



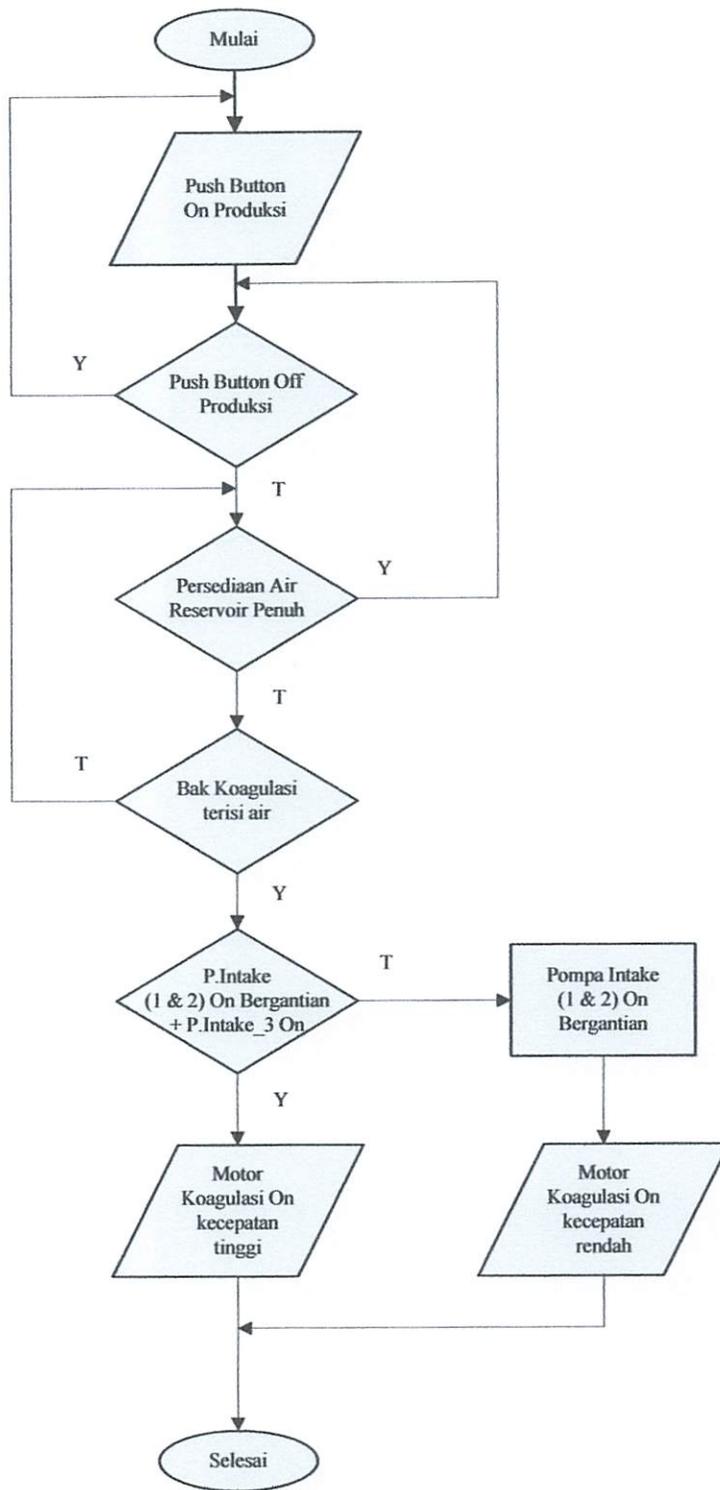
Gambar 3.6 Flowchart Operasi Sistem

3.7.2. Flowchart Operasi Pompa Intake



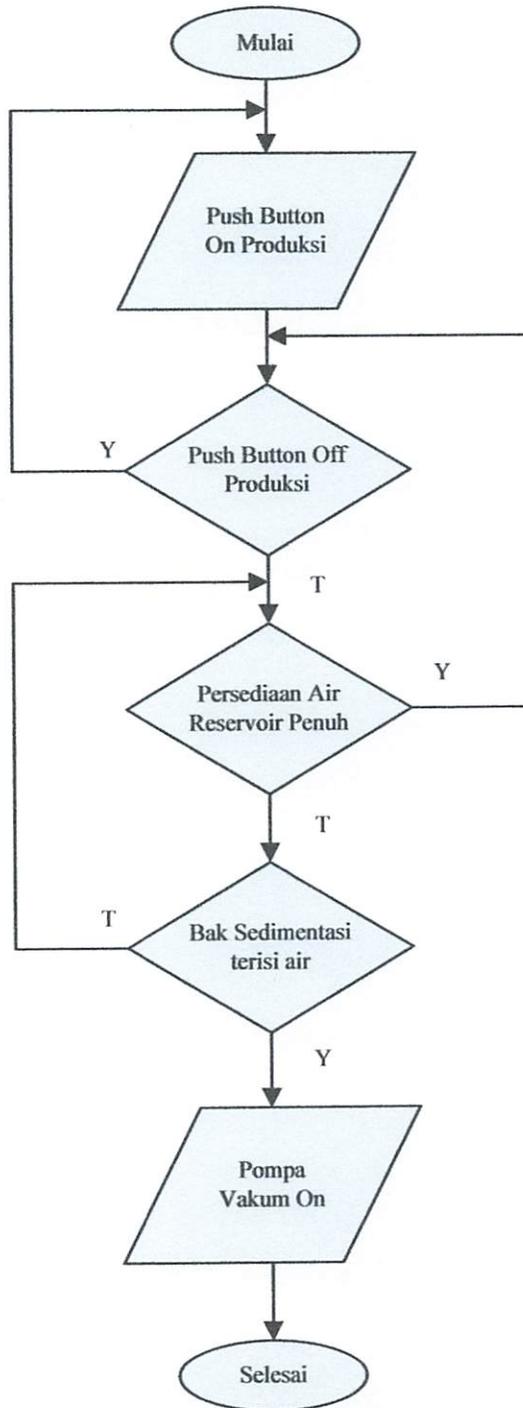
Gambar 3.7 Flowchart Operasi Pompa Intake

3.7.3. Flowchart Operasi Motor Koagulasi



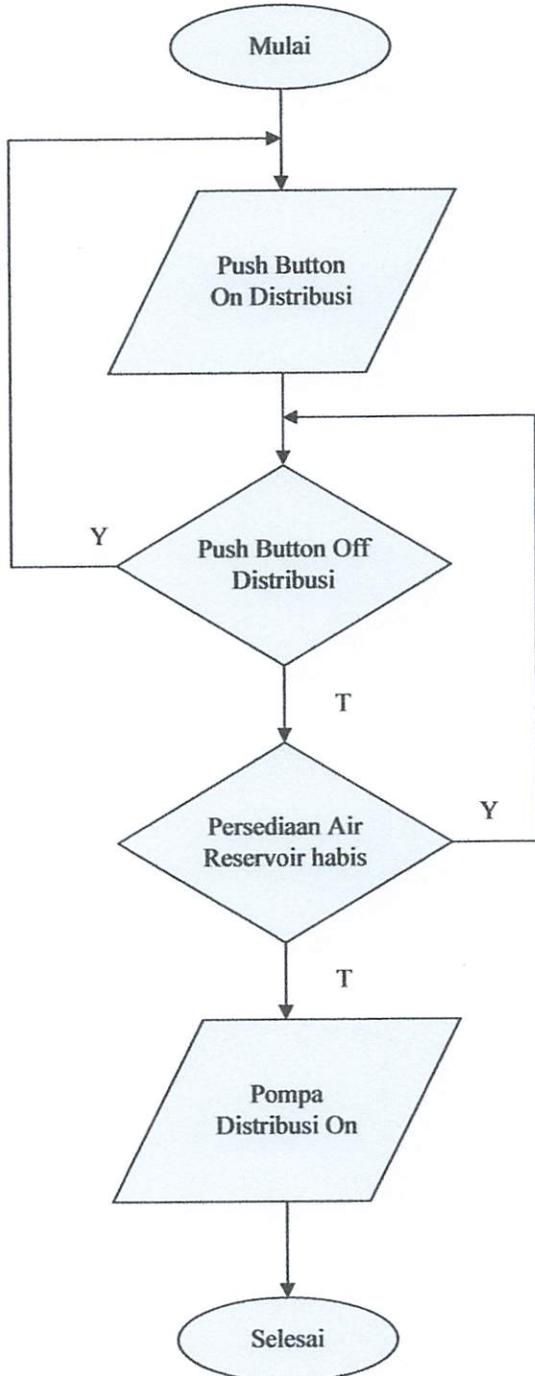
Gambar 3.8 Flowchart Operasi Motor Koagulasi pada Bak Koagulasi

3.7.4. Flowchart Operasi Pompa Vakum



Gambar 3.9 Flowchart Operasi Pompa Vakum pada Bak Sedimentasi

3.7.5. Flowchart Operasi Pompa Distribusi



Gambar 3.10 Flowchart Operasi Pompa Distribusi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan pembahasan pengujian, pengambilan data, pengoperasian alat pelatihan PLC yang telah dibuat, serta perbandingan secara garis besar tentang hasil alat pelatihan PLC dengan kontrol konvensional.

Dari hasil pengujian di atas diharapkan mampu memberikan jawaban apakah alat pelatihan PLC dengan studi kasus Water Treatment Plant ini dapat berjalan sesuai dengan fungsional Water Treatment Plant yang menjadi harapan penulis.

4.1. Pengujian Dan Pengambilan Data Perangkat Keras (Hardware)

4.1.1. Pengujian Suplai Tegangan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan suplai tegangan kerja untuk setiap alat sesuai dengan batasan dan kebutuhannya, dengan harapan dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya kerusakan pada setiap alat.

Prosedur pengujian :

1. Menyalakan power suplai yang akan dihubungkan pada modul PLC.
2. Kalibrasi volt meter ke pengukuran VDC.
3. Menghubungkan jumper (+) pada volt meter dengan suplai tegangan pada terminal (+) untuk Modul PLC.
4. Menghubungkan jumper (com) pada volt meter dengan suplai tegangan pada terminal (Gnd) untuk Modul PLC.

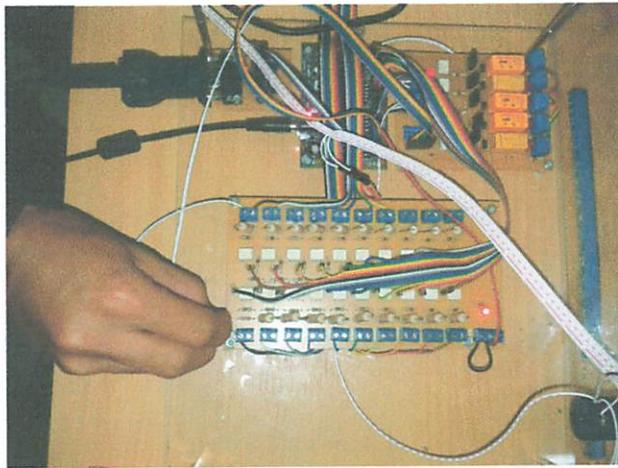
Adapun hasil pengujian suplai tegangan diperlihatkan pada gambar 4.1 - 4.2 dan hasil pengambilan data suplai tegangan diperlihatkan pada tabel 4.1.

Prosedur pengujian :

1. Siapkan suplai daya 12 VDC untuk tegangan kerja modul interface.
2. Siapkan suplai daya eksternal 24 VDC sebagai sinyal inputan pada modul interface.
3. Masukkan sinyal inputan sebagai logika 1 ke setiap port modul interface.
4. Cek setiap hasil outputan pada software simulator.

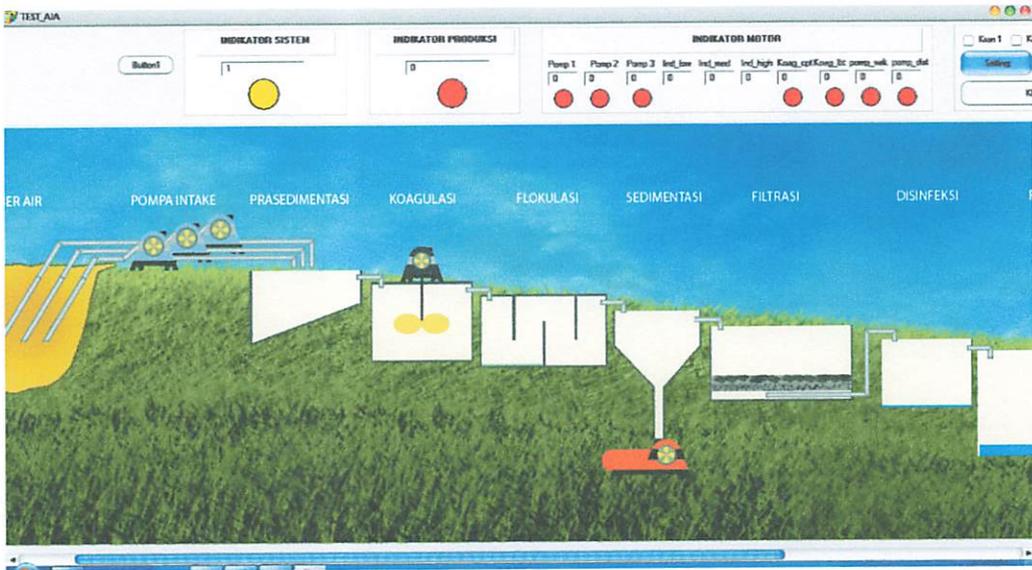
Adapun hasil dari pengujian dan pengambilan data masukan dan keluaran modul interface adalah sebagai berikut :

1. Indikator Sistem



. Gambar 4.3 Pengiriman Data Indikator Sistem

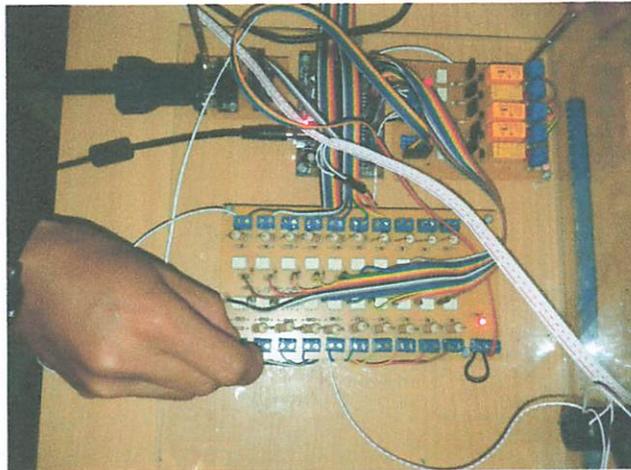
Gambar 4.3 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk indikator sistem. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, indikator sistem berada di port PA0.



. Gambar 4.4 Simulasi Untuk Indikator Sistem

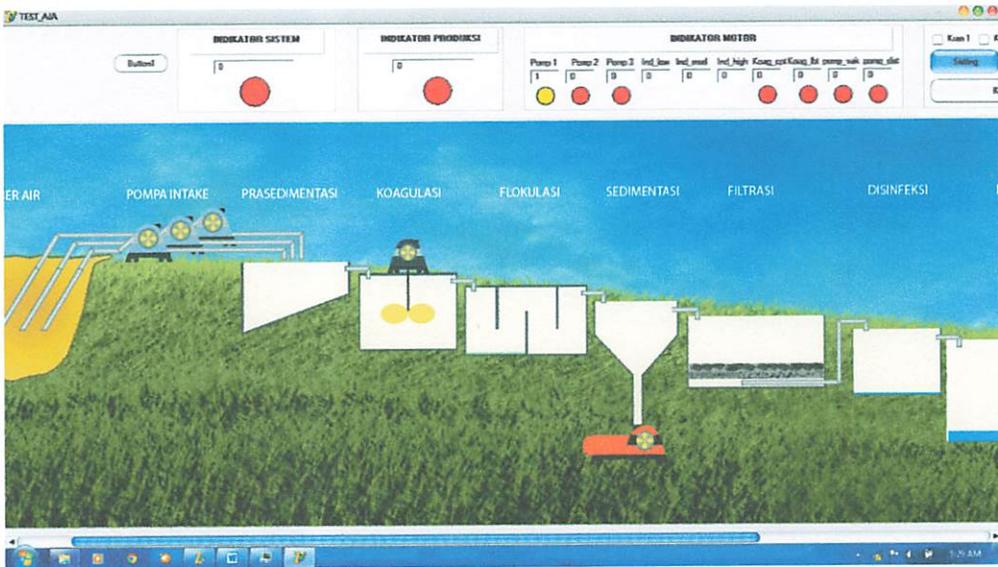
Gambar 4.4 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Lampu indikator sistem akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

2. Pompa Intake 1



Gambar 4.5 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 1

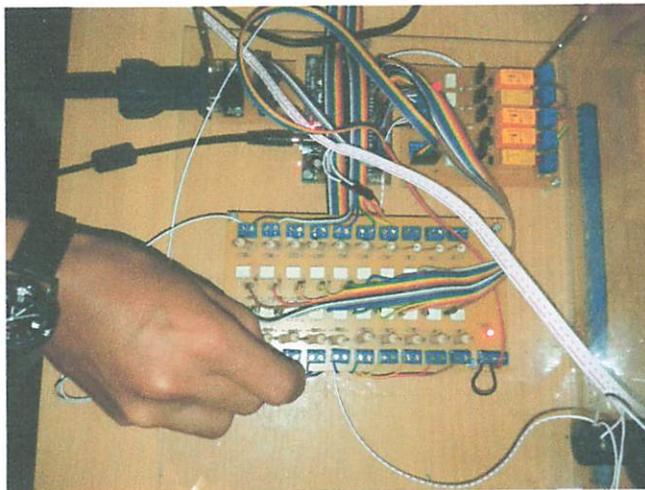
Gambar 4.5 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk Pompa Intake 1. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, Pompa Intake 1 berada di port PA1.



Gambar 4.6 Simulasi Untuk Pompa Intake 1

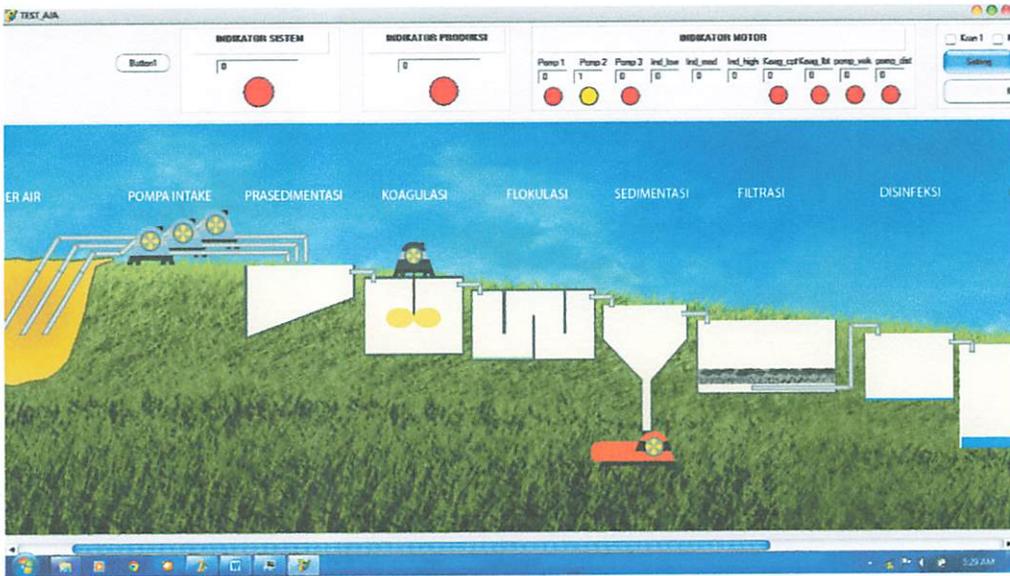
Gambar 4.6 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Pompa intake 1 akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

3. Pompa Intake 2



Gambar 4.7 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 2

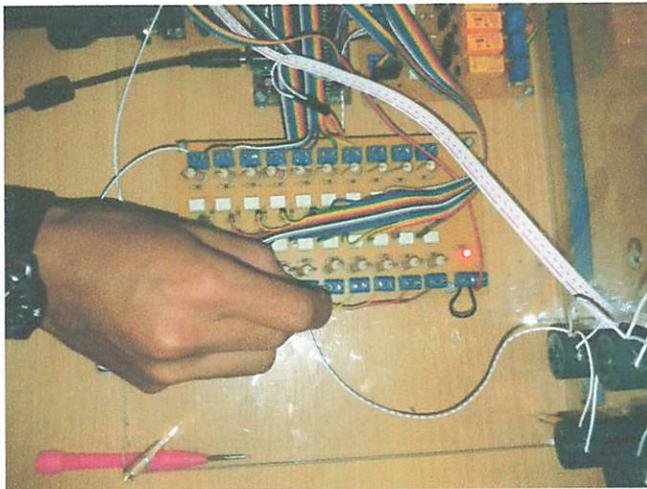
Gambar 4.7 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk Pompa Intake 2. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, Pompa intake 2 berada di port PA2.



Gambar 4.8 Simulasi Untuk Pompa Intake 2

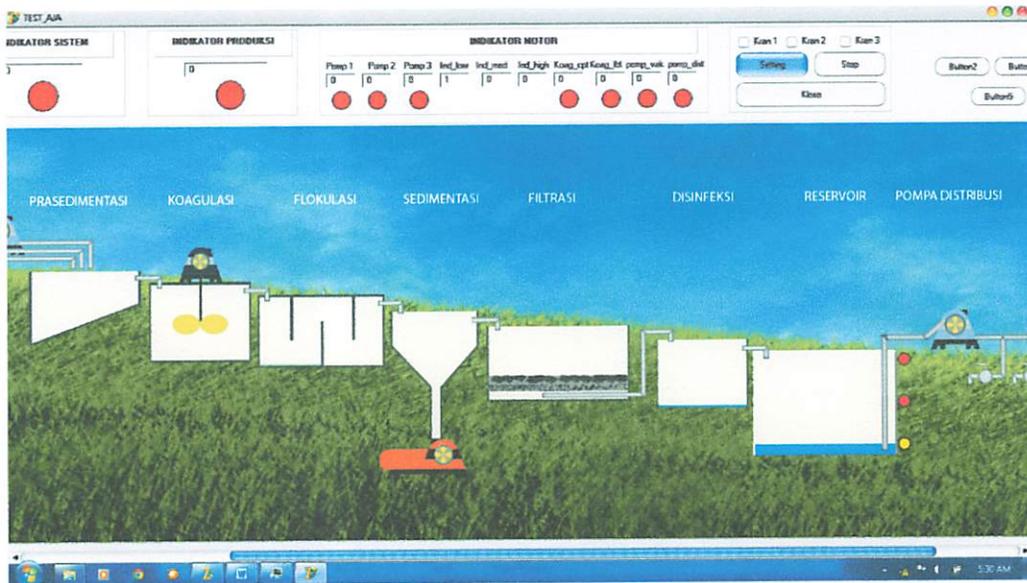
Gambar 4.8 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Pompa intake 2 akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

4. Pompa Intake 3



Gambar 4.9 Pengiriman Data Untuk Pompa Intake 3

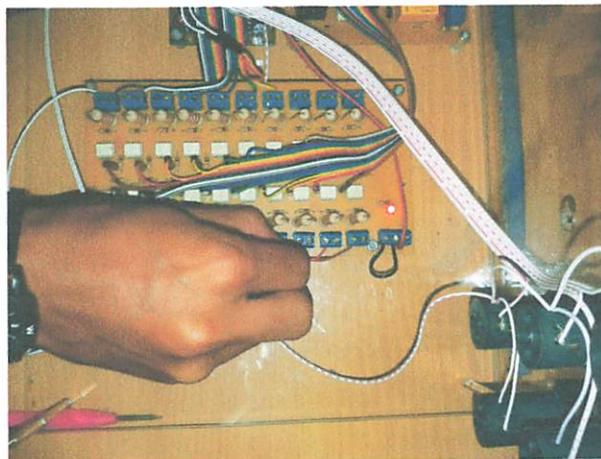
Gambar 4.9 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk Pompa Intake 3. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, pompa intake 3 berada di port PA5.



Gambar 4.12 Simulasi Untuk Indikator Low Reservoir

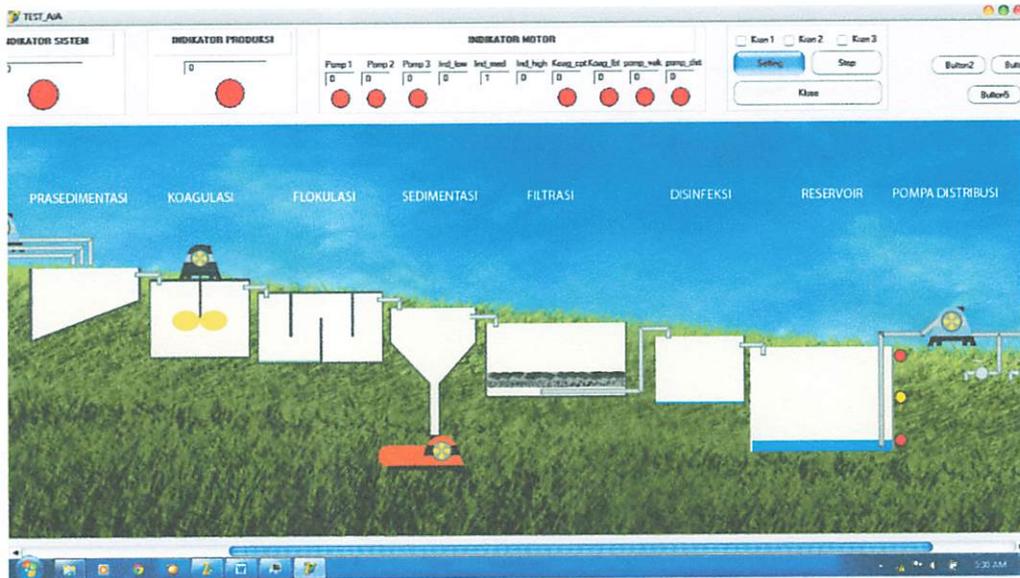
Gambar 4.12 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Indikator low reservoir akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

6. Indikator Medium Reservoir



Gambar 4.13 Pengiriman Data Untuk Indikator Medium Reservoir

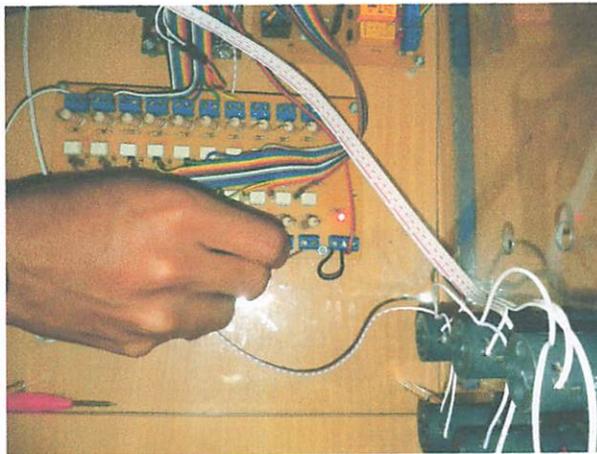
Gambar 4.13 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk indikator medium reservoir. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, indikator medium reservoir berada di port PA7.



Gambar 4.14 Simulasi Untuk Indikator Medium Reservoir

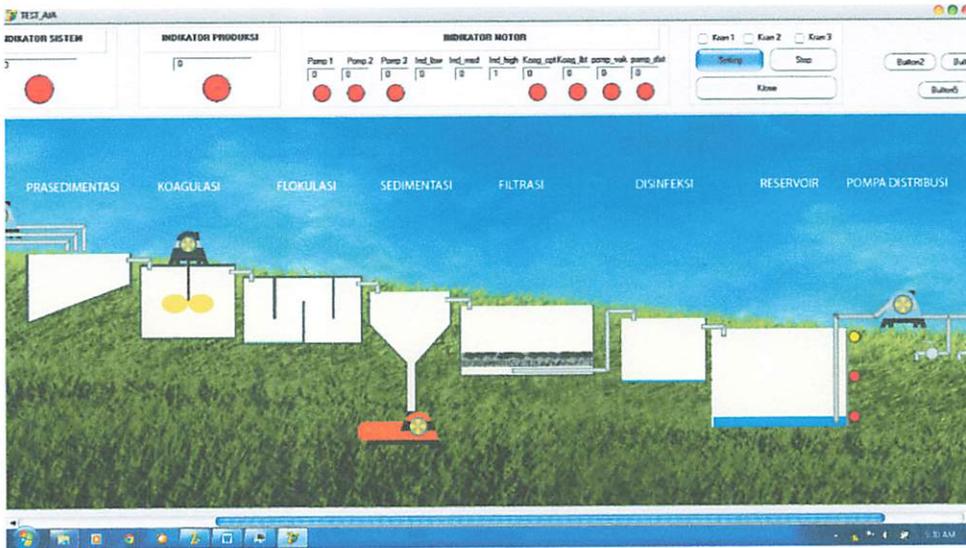
Gambar 4.14 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Indikator medium reservoir akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

7. Indikator High Reservoir



Gambar 4.15 Pengiriman Data Untuk Indikator High Reservoir

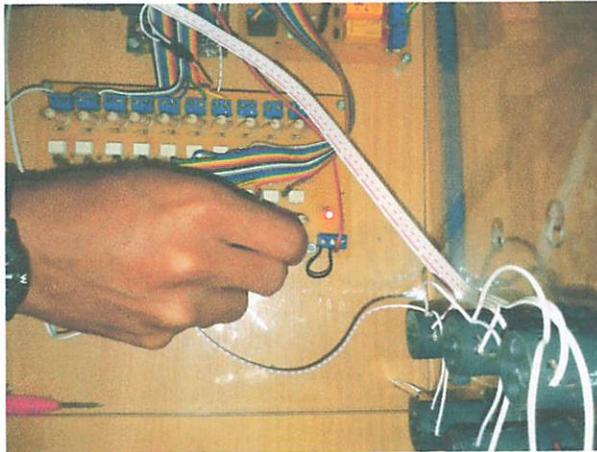
Gambar 4.15 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk indikator high reservoir. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, indikator high reservoir berada di port PB0.



Gambar 4.16 Simulasi Untuk Indikator High Reservoir

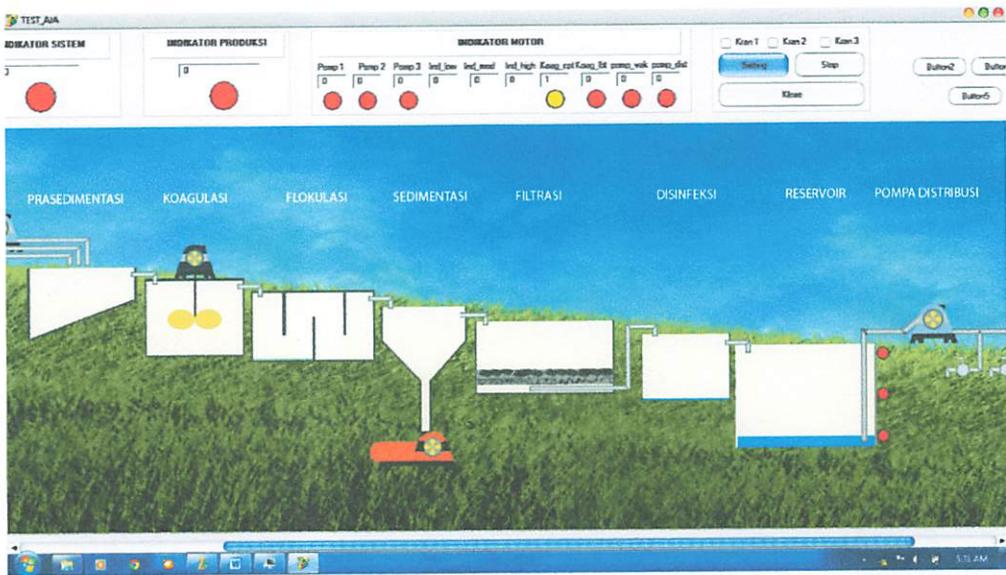
Gambar 4.16 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Indikator high reservoir akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai “1”.

8. Motor Koagulasi Kecepatan Tinggi



Gambar 4.17 Pengiriman Data Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Tinggi

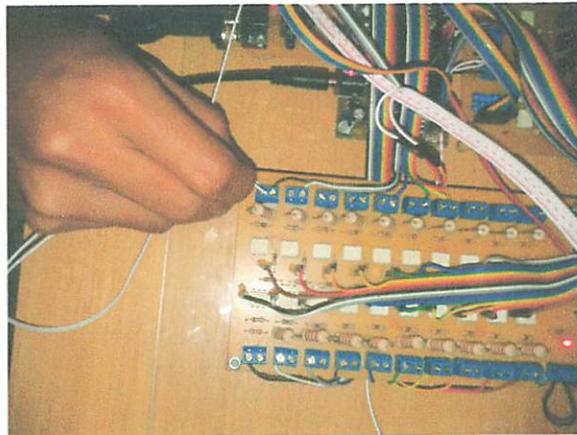
Gambar 4.17 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk motor koagulasi kecepatan tinggi. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, Pompa Intake 1 berada di port PA1



Gambar 4.18 Simulasi Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Tinggi

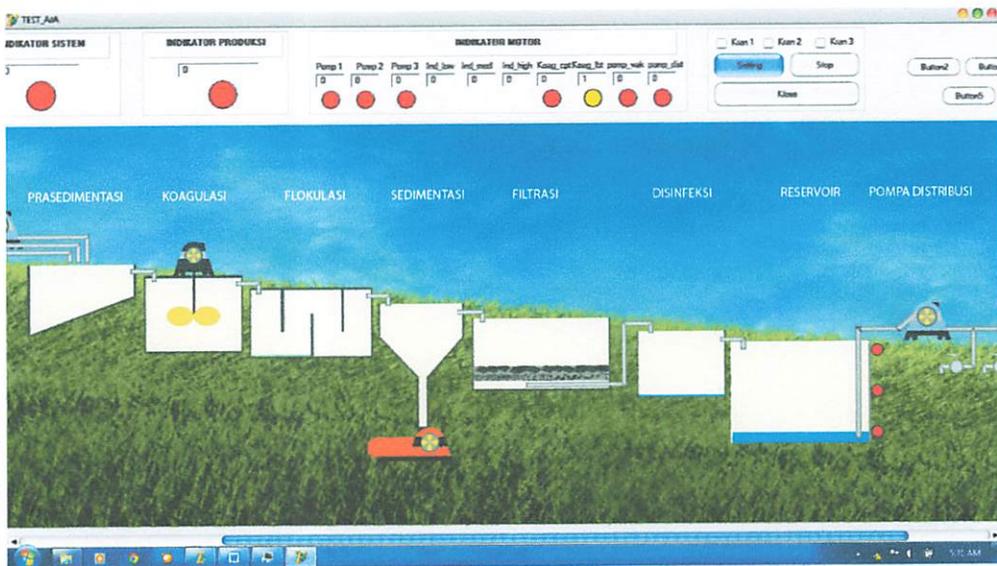
Gambar 4.18 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. motor koagulasi kecepatan tinggi akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

9. Motor Koagulasi Kecepatan Rendah



Gambar 4.19 Pengiriman Data Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Rendah

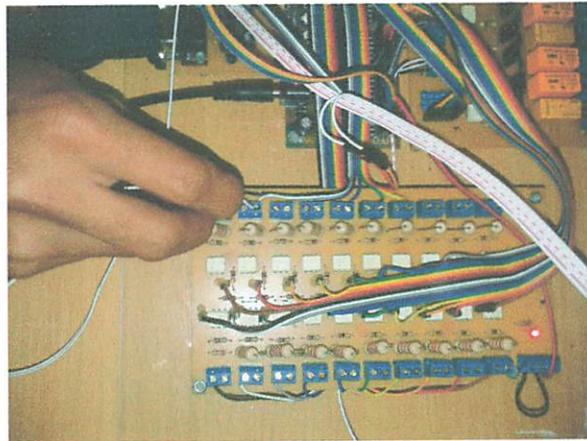
Gambar 4.19 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk motor koagulasi kecepatan rendah. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, koagulasi kecepatan rendah berada di port PB2.



Gambar 4.20 Simulasi Untuk Motor Koagulasi Kecepatan Rendah

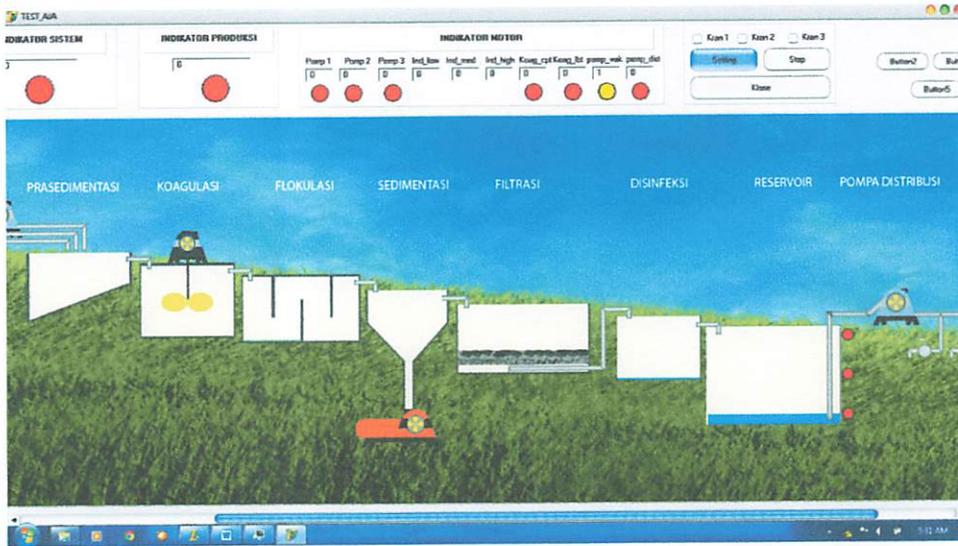
Gambar 4.20 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. koagulasi kecepatan rendah akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

10. Pompa Vakum



Gambar 4.21 Pengiriman Data Untuk Pompa Vakum

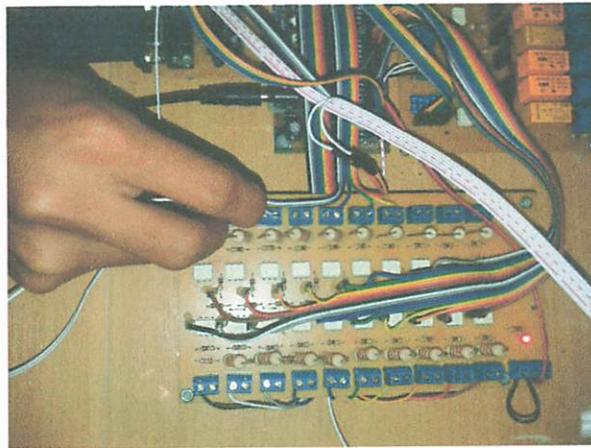
Gambar 4.21 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk pompa vakum. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, pompa vakum berada di port PB3



Gambar 4.22 Simulasi Untuk Pompa Vakum

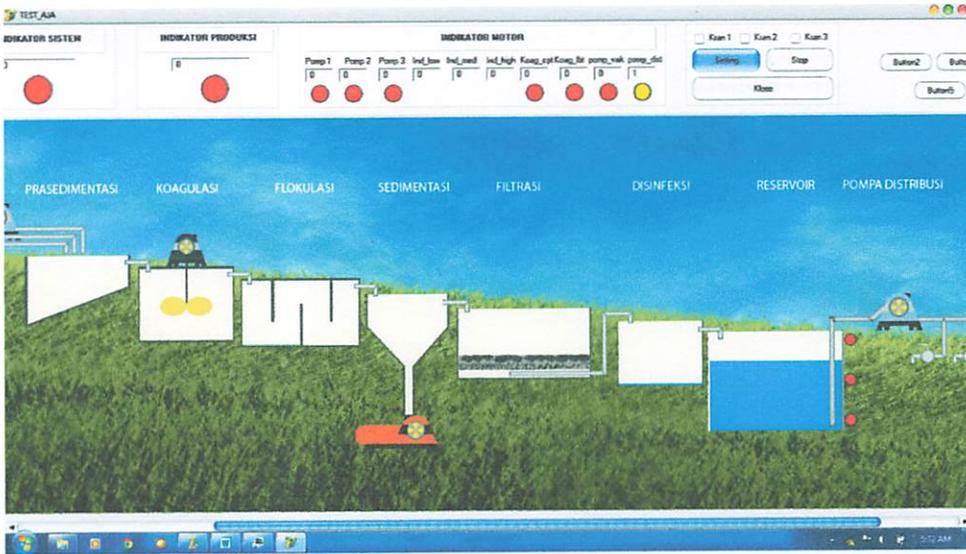
Gambar 4.22 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Pompa vakum akan bewarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

11. Pompa Distribusi



Gambar 4.23 Pengiriman Data Untuk Pompa Distribusi

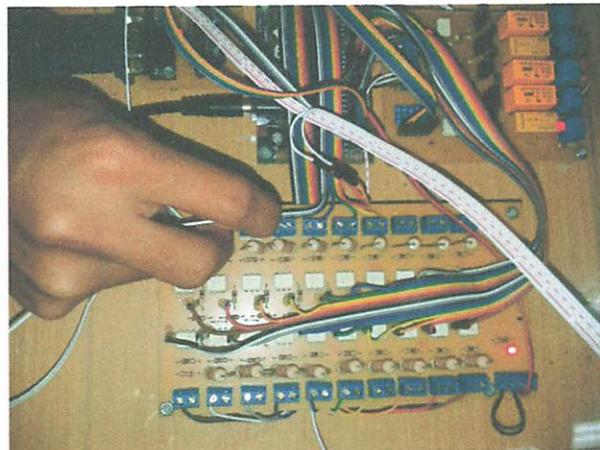
Gambar 4.23 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual pompa distribusi. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, pompa distribusi berada di port PB4



Gambar 4.24 Simulasi Untuk Pompa Distribusi

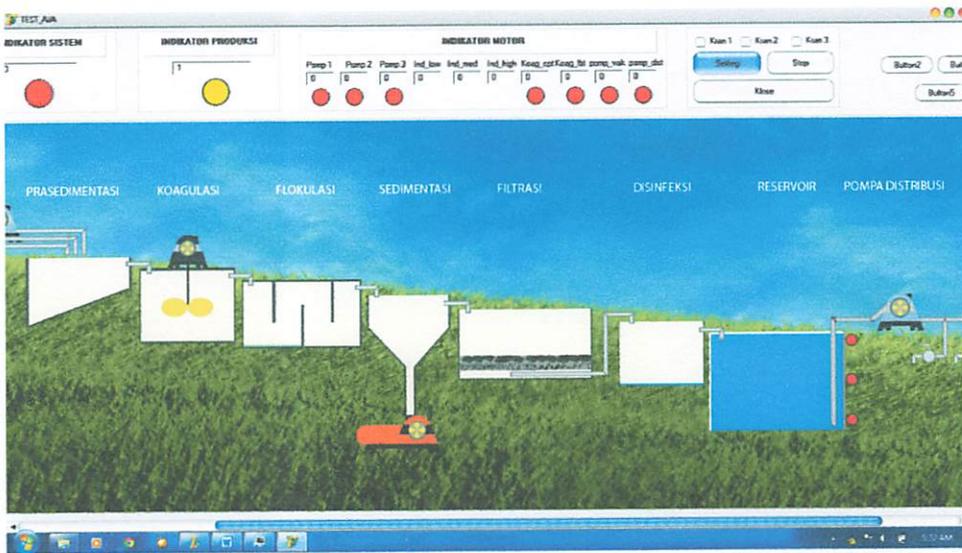
Gambar 4.24 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Pompa distribusi 1 akan berwarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

12. Indikator Produksi



Gambar 4.25 Pengiriman Data Untuk Indikator Produksi

Gambar 4.25 adalah gambar pengujian pengiriman data secara manual untuk indikator produksi. Sesuai dengan tabel yang dibuat dalam perancangan, indikator produksi berada di port PB5



Gambar 4.26 Simulasi Untuk Indikator Produksi

Gambar 4.26 adalah gambar pengujian penerimaan data yang di kirim oleh interface. Indikator produksi akan berwarna kuning jika data yang dikirim bernilai '1'.

Setelah melakukan pengujian pengiriman data masukan dan keluaran pada modul interface sebelum terhubung dengan modul PLC, maka didapatkan hasil pengambilan data seperti pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Pengambilan Data Keluaran Modul Interface Ke Software Simulator

No	Port	Status Saat Diberi Logika		Keterangan
		Input (Mikrokontroller)	Output (Software Simulator)	
1	PA0	1	1	Indikator Sistem On
		0	0	
2	PA1	1	1	Pompa Intake 1
		0	0	
3	PA2	1	1	Pompa Intake 2
		0	0	
4	PA5	1	1	Pompa Intake 3
		0	0	
5	PA6	1	1	Indikator Low Reservoir
		0	0	
6	PA7	1	1	Indikator Medium Reservoir
		0	0	
7	PB0	1	1	Indikator High Reservoir
		0	0	
8	PB1	1	1	Motor Koagulasi On Kecepatan Tinggi
		0	0	

9	PB2	1	1	Motor Koagulasi On Kecepatan Rendah
		0	0	
10	PB3	1	1	Pompa Vakum On
10	PB3	0	0	Pompa Vakum On
11	PB4	1	1	Pompa Distribusi On
		0	0	
12	PB5	1	1	Indikator Produksi On
		0	0	

Tabel 4.3 Pengambilan Data Masukan Modul Interface Dari Software Simulator

No	Kiriman Software Simulator	Status Saat Diberi Logika		Keterangan
		Input (Software Simulator)	Output (Mikrokontroler)	
1	Sensor Low Reservoir	1	1	Port PD2
		0	0	
2	Sensor Medium Reservoir	1	1	Port PD3
		0	0	
3	Sensor High Reservoir	1	1	Port PD4
		0	0	
4	Sensor Koagulasi	1	1	Port PD5
		0	0	
5	Sensor Koagulasi	1	1	Port PD6
		0	0	

4.1.3. Pengujian Keseluruhan Sistem Pada Alat Pelatihan PLC Dengan Studi Kasus Water Treatment Plant

Adapun deskripsi pengujian keseluruhan sistem pada alat pelatihan PLC dengan studi kasus Water Treatment Plant dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada saat kondisi: push button on sistem dan push button on produksi ditekan, serta indikasi persediaan air bersih pada bak reservoir menipis (sensor ketinggian permukaan air minimum aktif) maka:

- a) Indikator sistem berwarna kuning (On)
- b) Indikator produksi berwarna kuning (On)
- c) Sepuluh detik pertama:

Pompa intake 1 dan pompa intake 3 beroperasi yang ditandai dengan indikator yang berwarna kuning (On), seperti yang diperlihatkan pada gambar

4.28

d) Sepuluh detik kedua:

Pompa intake 2 dan pompa intake 3 beroperasi yang ditandai dengan indikator yang berwarna kuning (On), seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.29

e) begitu seterusnya setelah sepuluh detik berikutnya kembali ke poin c dan d (kontrol looping).

2. Saat kondisi: air mengisi ke bak koagulasi dan melihat beberapa kondisi lain seperti:

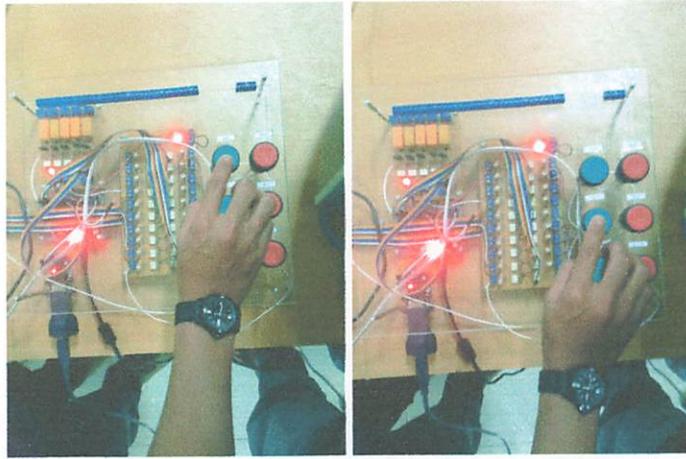
a) Sensor ketinggian permukaan air aktif pada bak koagulasi (On) dan ada dua buah pompa intake yang beroperasi maka, motor koagulasi bekerja dengan kecepatan tinggi yang ditandai dengan warna kuning pada indikator koagulasi kecepatan tinggi (On). Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.30

b) Sensor ketinggian permukaan air pada bak koagulasi aktif (On) dan hanya ada satu buah pompa intake yang beroperasi maka, motor koagulasi bekerja dengan kecepatan rendah yang ditandai dengan warna kuning pada indikator koagulasi kecepatan rendah (On). Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.32

3. Saat kondisi: air mengisi ke bak sedimentasi dan melihat indikasi sensor ketinggian permukaan air pada bak sedimentasi aktif, maka pompa vakum beroperasi setiap 5 detik. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.31

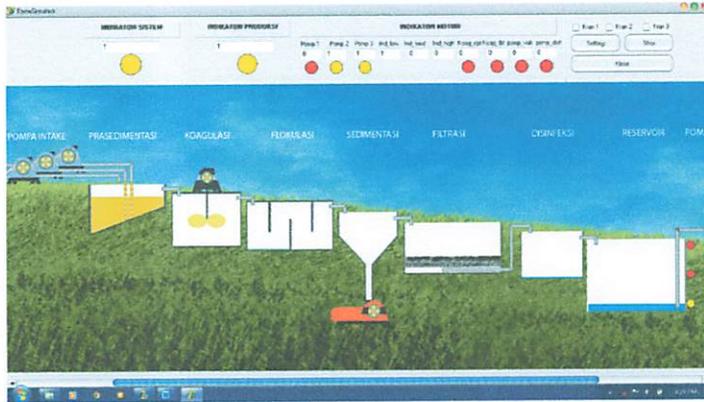
4. Saat kondisi: persediaan air bersih pada bak reservoir penuh maka semua proses produksi dihentikan. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.33.

5. Saat kondisi: push button on distribusi ditekan maka pompa distribusi beroperasi untuk mensuplai air bersih ke konsumen. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.35.

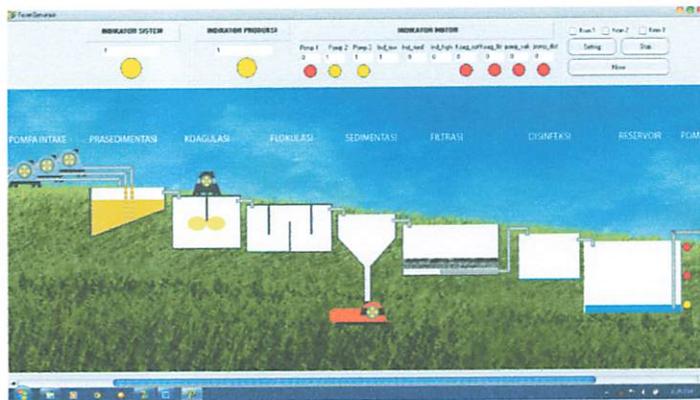


(a) (b)

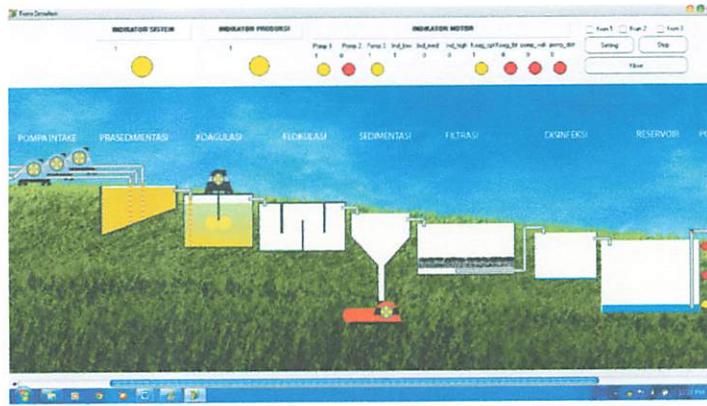
Gambar 4.27 Kondisi Push Button On Sistem (a)
Kondisi Push Button On Produksi (b)



Gambar 4.28 Simulasi Pengontrolan Pompa Intake 1 dan 3 Pada Kondisi
Persediaan Air Bersih Menipis



Gambar 4.29 Simulasi Pengontrolan Pompa Intake 2 dan 3 Pada Kondisi
Persediaan Air Bersih Menipis



Gambar 4.30 Simulasi Pengontrolan Motor Koagulasi Bekerja Dengan Kecepatan Tinggi Pada Kondisi Pompa Intake 1 Dan 3 Beroperasi



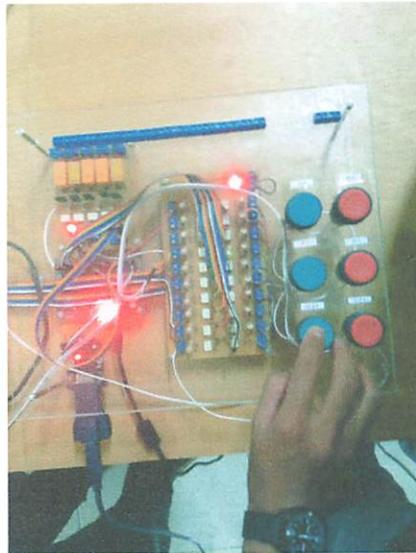
Gambar 4.31 Simulasi Pengontrolan Pompa Vakum Bekerja Setiap 5 detik Pada Kondisi Sensor Ketinggian Air Aktif



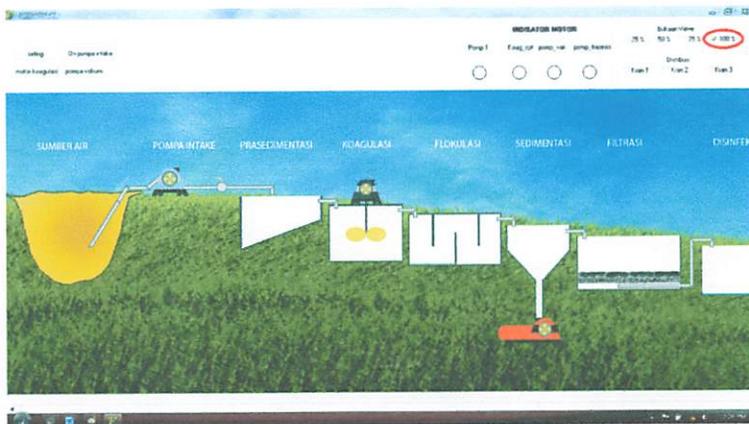
Gambar 4.32 Simulasi Pengontrolan Motor Koagulasi Bekerja Dengan Kecepatan Tinggi Pada Kondisi Hanya Satu Pompa Intake Beroperasi



Gambar 4.33 Simulasi Semua Proses Produksi Berhenti Ketika Kondisi Persediaan Air Bersih Penuh



Gambar 4.34 Kondisi Push Button On Distribusi Ditekan



Gambar 4.35 Simulasi Pengontrolan Pompa Distribusi Saat Kondisi Push Button On Distribusi Ditekan Dengan Melayani Dua Keran

4.2. Perbandingan Dengan Kontrol Konvensional

Sebagai gambaran secara global sistem kontrol menggunakan PLC atas kontrol konvensional dapat diperlihatkan pada gambar 4.36 – 4.47.



Gambar 4.36 Kondisi Pengaturan Buka-an Valve Water Intake sebesar 100%



Gambar 4.37 Kondisi Pengoprasian Pompa Intake Saat Intruksi Push Button On Pompa Intake Ditekan



Gambar 4.38 Kondisi Pengoprasian Motor Koagulasi Saat Instruksi Push Button Motor Koagulasi Ditekan



Gambar 4.39 Kondisi Pengoperasian Pompa Vakum Saat Intruksi Push Button Pompa Vakum Ditekan



Gambar 4.40 Kondisi Pengoperasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan dan Buka an Valve sebesar 100%



Gambar 4.41 Kondisi Pengoperasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Buka an Valve sebesar 75%



Gambar 4.42 Kondisi Pengoperasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Bukaan Valve Sebesar 50%



Gambar 4.43 Kondisi Pengoperasian Pompa Transmisi Saat Instruksi Push Button Pompa Transmisi Ditekan Dengan Bukaan Valve Sebesar 25%



Gambar 4.44 Kondisi Dihidupkan Satu Keran (outputan) Dengan Bukaan Valve sebesar 25%



Gambar 4.45 Kondisi Dihidupkan Dua Keran (outputan) Dengan Bukaan Valve sebesar 25%



Gambar 4.46 Kondisi Dihidupkan Tiga Keran (outputan) Dengan Bukaan Valve sebesar 25%



Gambar 4.47 Kondisi Dihidupkan Tiga Keran (outputan) Dengan Bukaan Valve sebesar 100%

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. **Water Treatment Plant** yang dibuat sebagai studi kasus dalam alat pelatihan PLC ini mendiskripsikan mekanisme kerja mesin-mesin industri yang cukup kompleks, seperti yang terlihat dalam pensimulasiannya terdapat proses skuensial, proses kondisi (indikasi) dan proses interlocking.
2. Berdasarkan hasil pengujian alat pelatihan PLC terlihat bahwa PLC handal dan efektif dalam mengerjakan pengontrolan yang dibutuhkan simulasi **Water Treatment Plant**. Seperti sistem pengontrolan mesin-mesin listrik pada simulator **Water Treatment Plant** yang hanya bekerja berdasarkan kebutuhan, yaitu pada saat persediaan air bersih sangat dirasa cukup maka sistem dapat mengurangi beberapa kerja mesin yang tidak diperlukan berdasarkan kondisi (indikasi) tersebut.
3. Untuk mengatasi permasalahan terhadap keterbatasan jumlah I/O dapat menggunakan dua buah PLC, yaitu dengan konfigurasi 1 buah PLC sebagai PLC master dan 1 buah PLC lagi sebagai PLC slave.

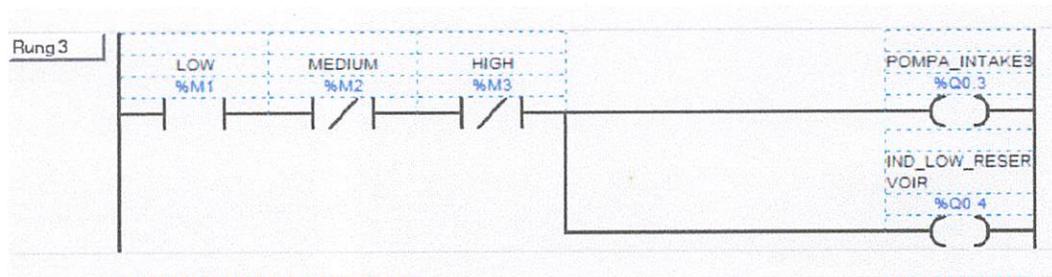
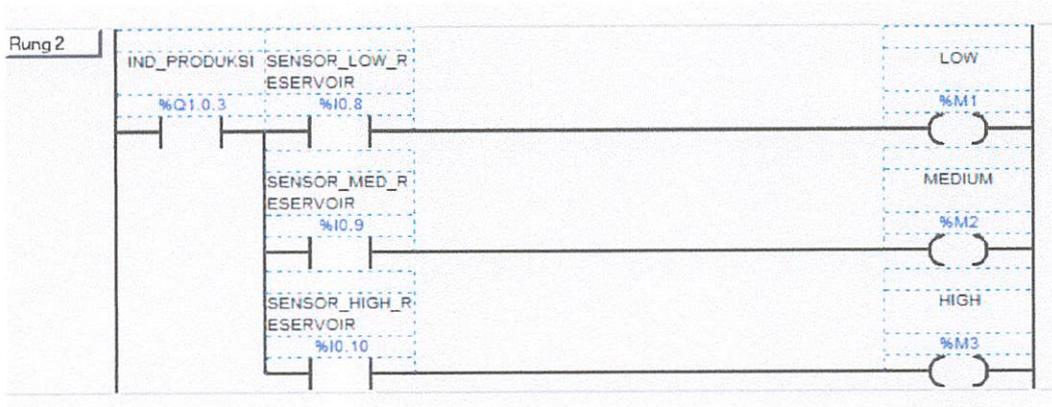
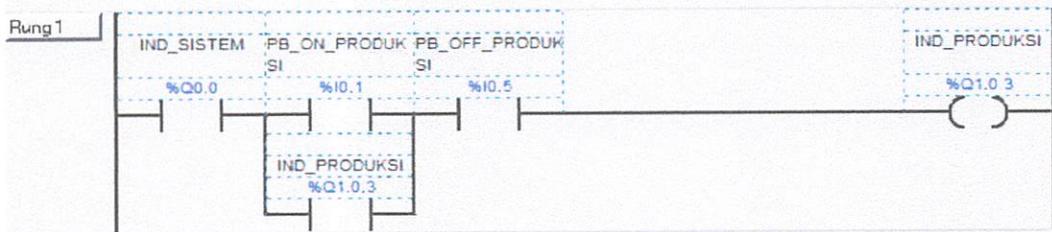
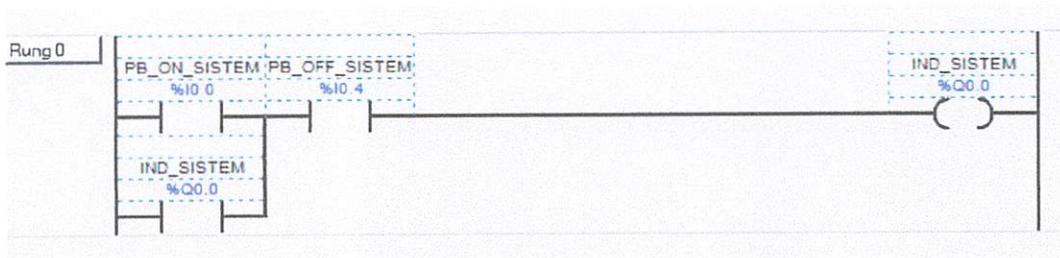
5.2. Saran

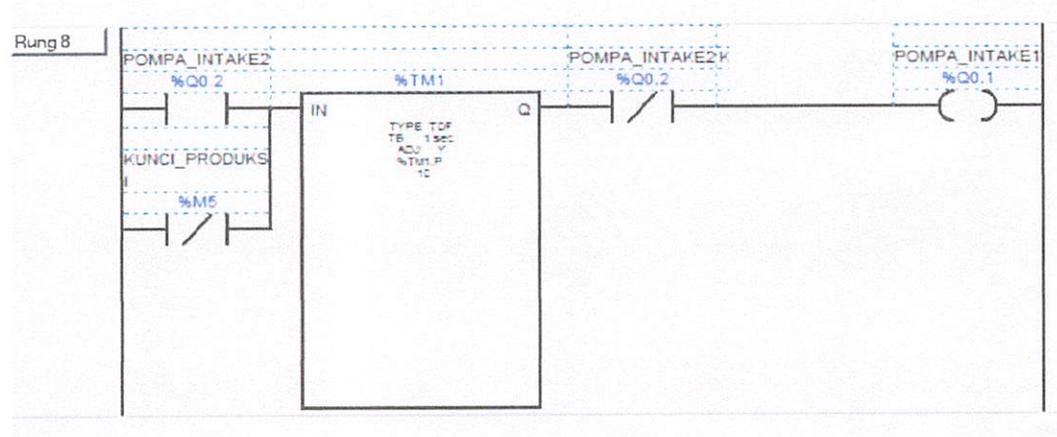
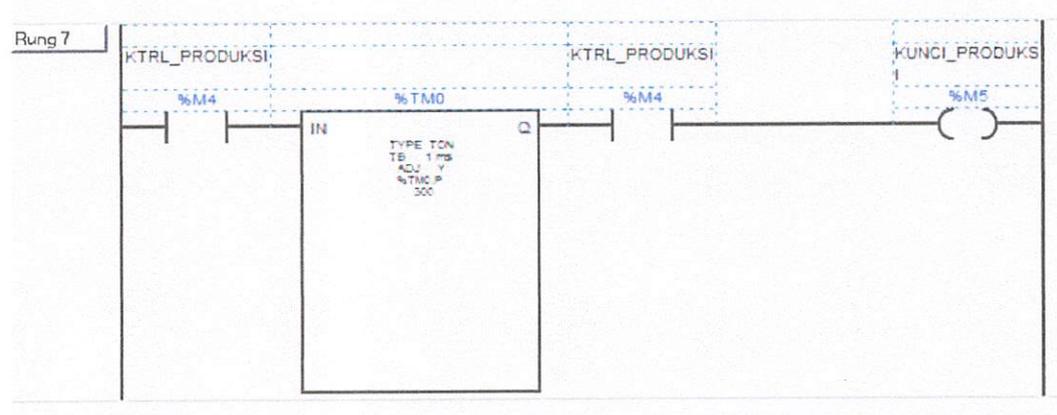
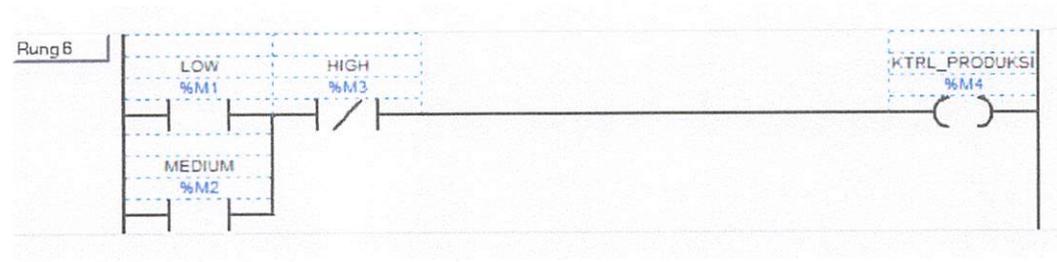
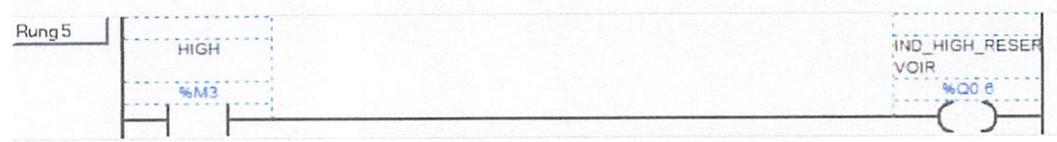
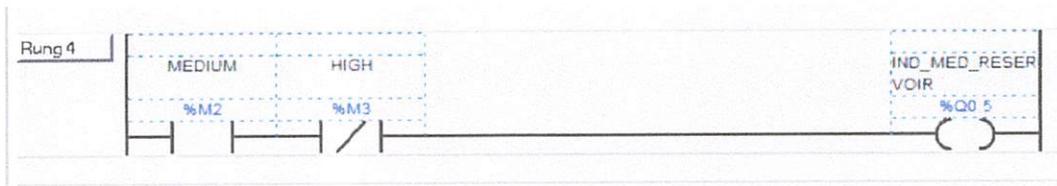
Pembuatan alat pelatihan PLC ini masih dirasa jauh dari kesempurnaan, masih banyak potensi yang dapat dikembangkan pada alat pelatihan PLC tersebut yang mungkin menjadi keterbatasan yang dialami penulis dalam penyusunannya. Maka sebagai saran, mungkin alat pelatihan PLC ini dapat dikembangkan lagi dalam skala yang lebih besar, dengan sistem-sistem yang tentunya lebih kompleks lagi, dan melibatkan modul-modul tambahan yang lebih performatif lagi seperti modul ekspansi fuzzy logic, modul analog dan sebagainya.

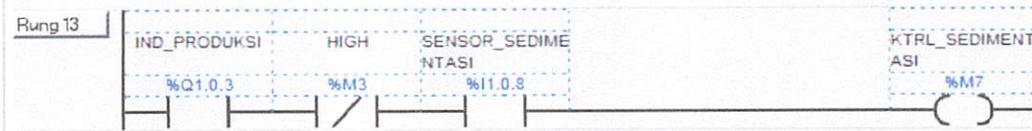
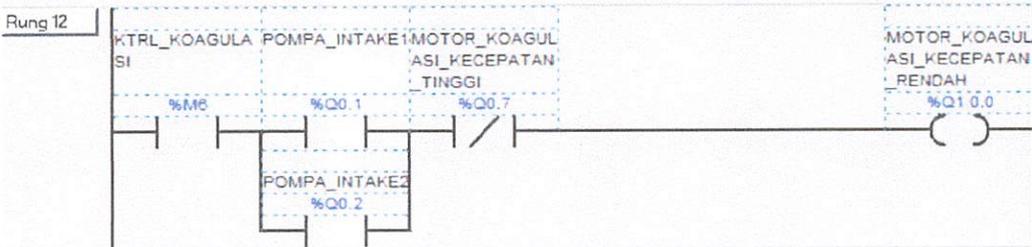
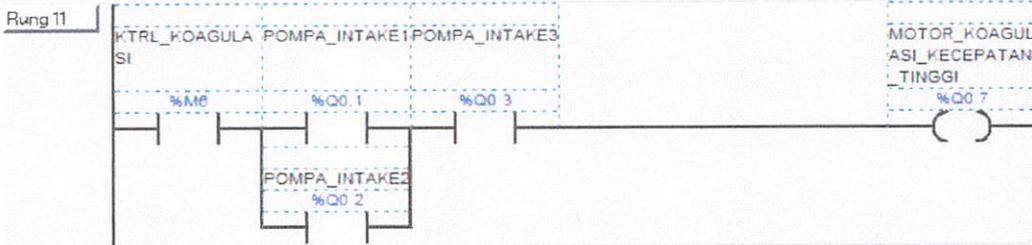
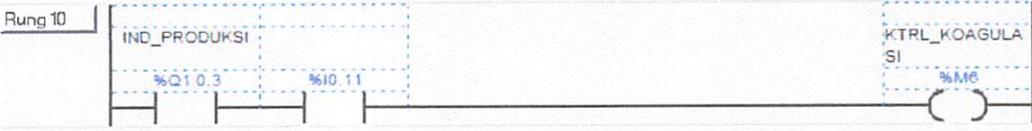
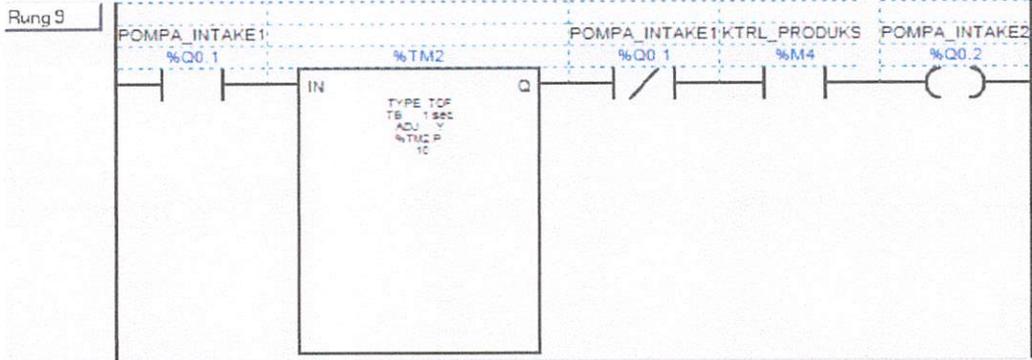
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agfianto Eko Putra, 2007, *PLC: Konsep, Pemrograman Dan Aplikasi*, Yogyakarta: Gava Media.
- [2] Hanif Said, 2012, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) Dan Sistem Pneumatik Pada Manufaktur Industri*, Yogyakarta : CV Andi Offset (ANDI)
- [3] PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin, *Diklat Manajemen Air Minum Berbasih Kompetensi Tingkat Muda Volume: 2*
- [5] Fadilah, Kismet, Drs. Dkk, *Pembuatan Rangkaian Pengendali Dasar*, Bandung, Angkasa, 2003.
- [6] Schneider, 2009, *Programming Guide TwidoSuite V2.2*, www.schneiderelectric.com.

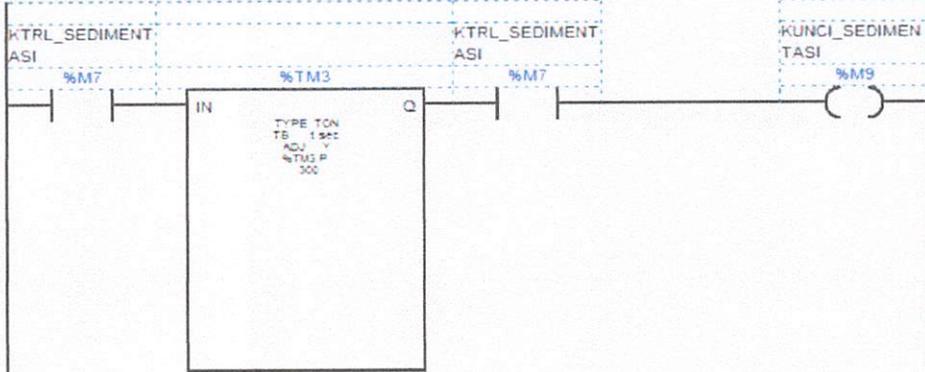
Lampiran 1: Ladder Diagram Kontrol Water Treatment Plant



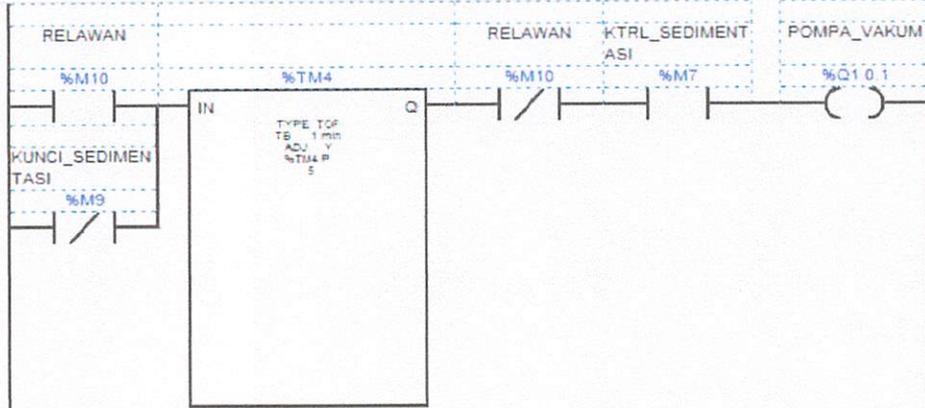




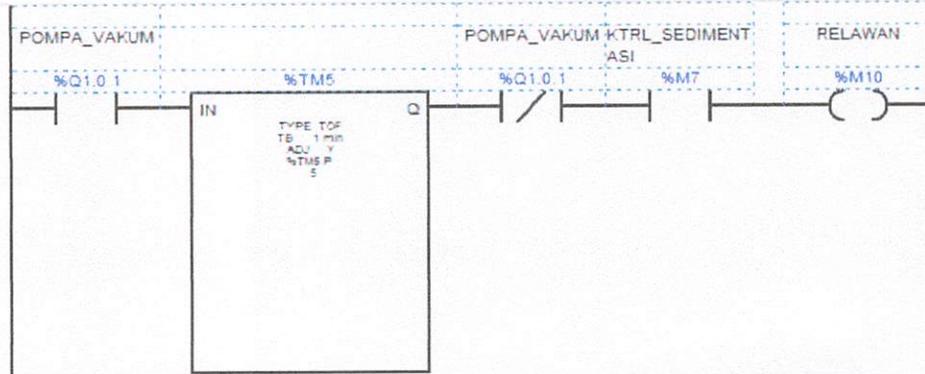
Rung 14



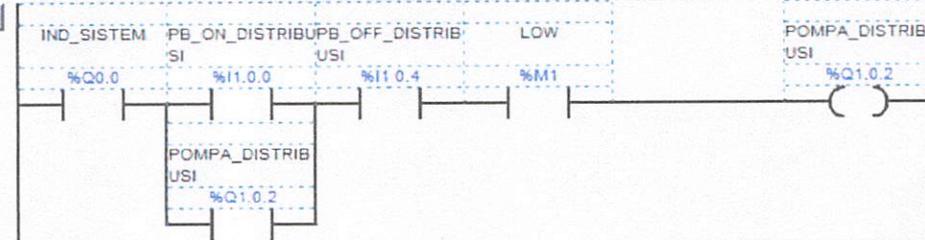
Rung 15



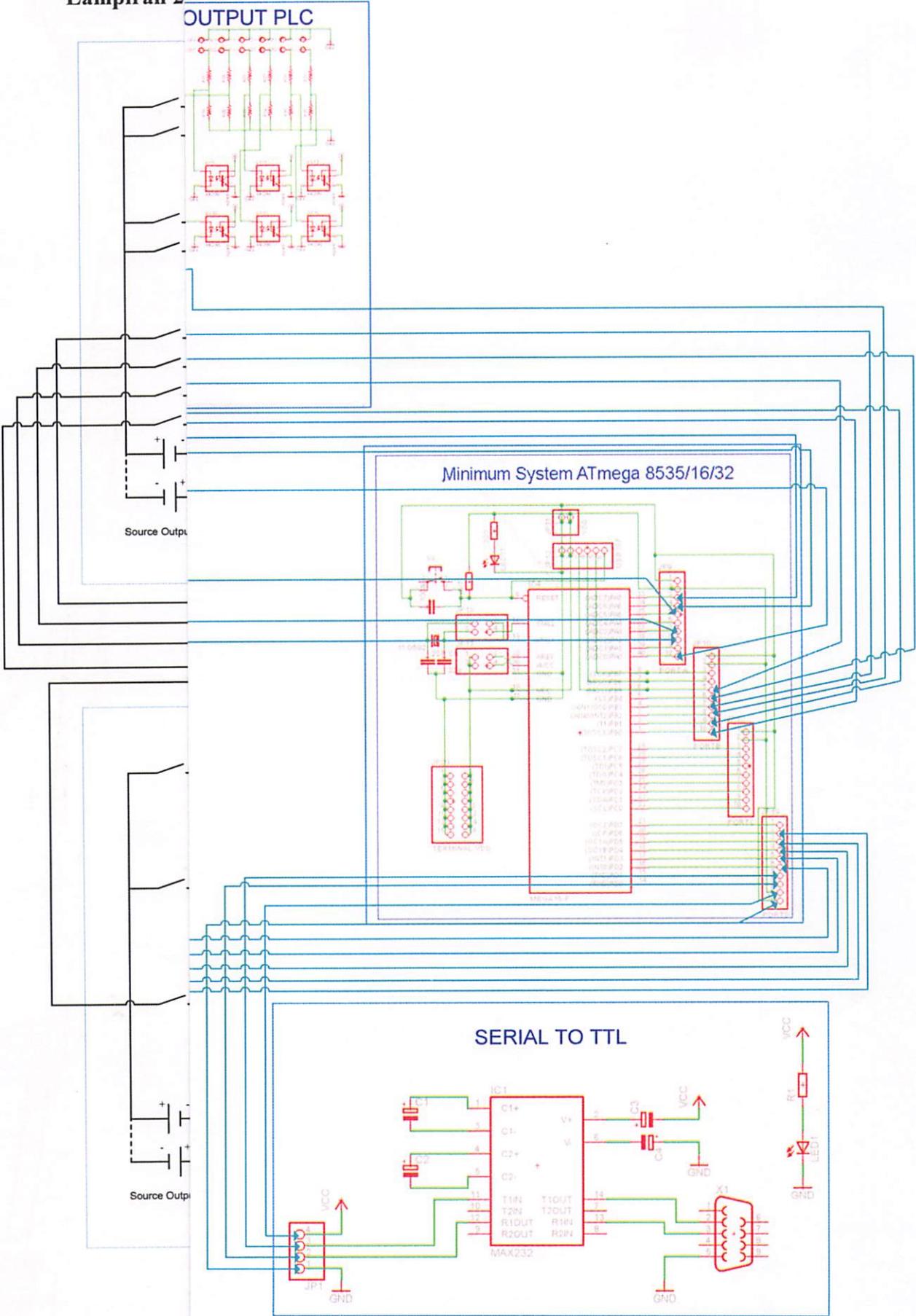
Rung 16



Rung 17



Lampiran 2





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

NAMA : M. RIFKI HARIADI
NIM : 09.12.023
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK
MASA BIMBINGAN: SEMESTER GENAP 2012/2013
JUDUL : **PEMBUATAN ALAT PELATIHAN PLC DENGAN STUDI
KASUS WATER TREATMENT PLANT**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 16 Agustus 2013

Dengan Nilai : 80,3 (A)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.Y.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. Aryanto S, ST, MT
NIP.Y.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.Y. 1030100371



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M. RIFKI HARIADI
Nim : 09.12.023
Masa Bimbingan : Maret 2013 s/d agustus2013
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MODULE KENDALI BERBASIS PLC UNTUK
SISTEM KONTROL PROSES PRODUKSI AIR BERSIH PERUSAHAAN
DAERAH AIR MINUM (PDAM)

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	28/3 ¹³	ACC bab I	
2.	28/3 ¹³	ACC Bab II	
3.	27/4 ¹³	ACC Bab III	
4.	27/4 ¹³	Acc Bab IV	
5.	14/5 ¹³	ACC Bab V	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, Juni 2013
Dosen Pembimbing,

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.1030100358



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M. RIFKI HARIADI
Nim : 09.12.023
Masa Bimbingan : Semester Genap 2012 - 2013
Judul Skripsi : PEMBUATAN ALAT PELATIHAN PLC DENGAN STUDI KASUS WATER TREATMENT PLANT.

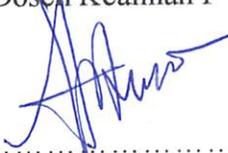
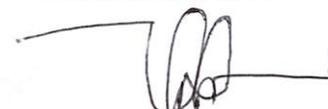
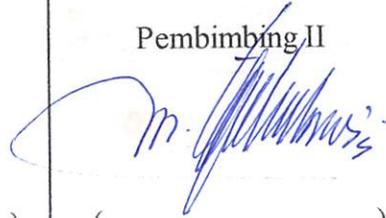
No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	29/03/13	Konsultasi bab I & II	
2.	11/04/13	Acc bab I & II	
3.	25/04/13	Konsultasi bab III	
4.	05/05/13	Revisi bab III	
5.	09/05/13	Konsultasi bab IV & V	
6.	14/05/13	Acc seminar hasil	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, Februari 2013
Desen Pembimbing

Ir Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y.1038900209



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

1.	Nim	: 0912023		
2.	Nama	: MUHAMAD RIFKI HARIADI		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	27 April 2013	09:00	III.1.3	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN MODULE KENDALI BERBASIS PLC UNTUK SISTEM KONTROL PROSES PRODUKSI AIR BERSIH PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM)		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :	karena isinya terlalu sederhana, harap ditambahkan masalah kuantitas air, sebelum & sesudah diberi		
	Catatan :	modul kendali.		
8.	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs			
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1		Pembimbing I	Pembimbing II	
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358		 (.....)	 (.....)	

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M. Rifki Hariadi
NIM : 09.12.023
Program Studi : T.Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri , tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 2 September 2013

Yang membuat Pernyataan,



M. Rifki Hariadi

NIM : 09.12.023

LEMBAR PERSEMBAHAN

Inilah buah yang akhirnya dapat kupetik dari perjuangan ku selama empat tahun terakhir. Sebuah karya yang ku sebut dengant jihat dalam hidupku, jihat yang menumpahkan keringat, air mata dan perasaan. Hanya kata syukur Alhamdulillah yang terindahlah yang mampu mendiskripsikan apa yang aku rasakan sekarang ini.

“Ya Allah, tiada yang mudah selain yang Engkau mudahkan dan Engkau jadikan kesusahan itu mudah jika Engkau menghendaknya menjadi mudah. Maka tiadalah hak bagiku mendustakan nikmat yang kau berikan ini. Alhamdulillah wal syukrulillah.”

Karya indah ini aku persembahakn untuk kedua orang tuaku ayahanda Syuriansyah S.sos dan ibunda Yuliasuti atas dukungan moral, moril dan do'a restunya, untuk adinda Chindy A.P atas semua perhatian dan supportnya, untuk adinda Rahmanida Ayu Resliani yang selama ini ku jadikan motivasi dan cita-cita mulia dalam hidupku dan untuk sahabat-sahabatku yang tak akan cukup tertulis dalam lembar persembahan ini. Semoga karya ini dapat menjadi sebuah penghargaan yang berarti dihati kalian semua.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

LAHAR MERAPI

Intipis buah yang dikalengkan dan kecapik dari perunggu dan kelainan
terakhir. Sebuah karya yang ku sebat dengan jihat dalam biduk jihat yang
menunjukkan kerinang air mata dan perunggu. Karya fasa sakti Alhamdulillah yang
terdapatlah yang mampu mendeskripsikan apa yang aku rasakan sekarang ini.

"Ya Allah tiada yang mampu selain yang Engkau mubahkan dan Engkau jadikan
kesusahan itu mudah jika Engkau menghendakinya menjadi mudah. Maka tidaklah hak
bagiku mendustakan nikmat yang kau berikan ini. Alhamdulillah wal kholillah."

Karya indah ini akan dipersembahkan untuk kedua orang saudara
Zuhairah dan Nuzul Yuliasari yang dulunya pernah menjadi model dalam pameran
untuk kedua China A.P. dan semua perhatian dan supportnya untuk kedua
Rahmatullah Ayu Restiani yang selama ini ku jadikan motivasi dan cita-cita dalam
bidukku dan untuk sahabat-sahabatku yang tak akan cukup teringat dalam lembar
persembahan ini. Semoga karya ini dapat menjadi sebuah pengingat yang berarti
dilandai kalian semua.

Karya ini dipersembahkan untuk kedua orang saudara
Zuhairah dan Nuzul Yuliasari yang dulunya pernah menjadi model dalam pameran
untuk kedua China A.P. dan semua perhatian dan supportnya untuk kedua
Rahmatullah Ayu Restiani yang selama ini ku jadikan motivasi dan cita-cita dalam
bidukku dan untuk sahabat-sahabatku yang tak akan cukup teringat dalam lembar
persembahan ini. Semoga karya ini dapat menjadi sebuah pengingat yang berarti
dilandai kalian semua.

BIOGRAFI PENULIS



M. Rifki Hariadi lahir pada tanggal 11 September 1991 di kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara putra dan putri dari bapak Suriansyah S.sos dan ibu Yuli Astuty. Penulis memulai pendidikan pada tahun 1997 penulis menamatkan pendidikan sekolah dasarnya di SDN Melayu 2 Banjarmasin pada tahun 2003, melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 3 Banjarmasin pada tahun 2003 dan menamatkannya di tahun 2006 dan kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMKN 5 Banjarmasin dengan Program Pendidikan Teknik Instalasi Listrik pada tahun 2006 dan menamatkannya di tahun 2009, dan terakhir melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Institut Teknologi Nasional Malang Fakultas Teknik Industri Program Studi Teknik Elektro S-1 dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik pada tahun 2009 dan menamatkannya di tahun 2013, dengan judul skripsi “Pembuatan Alat Pelatihan PLC Dengan Studi Kasus Water Treatment Plant”.