



**SISTEM OTOMATIS RUMAH POMPA DENGAN MENGGUNAKAN
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)***



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

Oleh:

FIFIN ERNAWATI

14410200038

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2018**

**SISTEM OTOMATIS RUMAH POMPA DENGAN MENGGUNAKAN
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



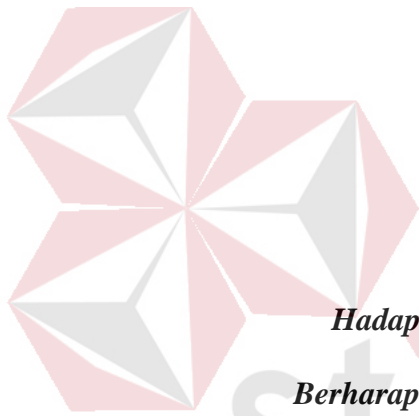
INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

Disusun Oleh :

Nama : Fifin Ernawati
Nim : 14.41020.0038
Program : S1 (Strata Satu)
Jurusan : Sistem Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

2018



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

Hadapi apa yang terjadi hari ini

Berharap Masa Depan akan terwujud

stikom
SURABAYA

Syukur Alhamdulillah, Segala Puji Bagi ALLAH SWT Shalawat dan salam tidak lupa selalu tercurahkan kepada Baginda Rasullulah Muhammad SAW.

Akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Ayah, Ibu, Kakak dan semua Keluarga yang selalu memberi dukungan dan mendoakan saya.

Terimakasih kepada Dosen Pembimbing

Serta para dosen - dosen yang memberikan ilmu dan memberikan motivasi kepada saya. Untuk Seluruh rekan - rekan di S1 Sistem Komputer dan di kampus Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya yang membantu dan memberikan motivasi kepada saya.

Beserta semua orang yang telah membantu.

TUGAS AKHIR
SISTEM OTOMATIS RUMAH POMPA DENGAN MENGGUNAKAN
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Dipersiapkan dan disusun oleh

Fifin Ernawati

NIM : 14410200038

Telah diperiksa, diuji, dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

I. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.
NIDN. 072104720

II. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN. 0729047501

Pembahas

I. Heri Pratikno, M.T.
NIDN. 0716117302

 9/8 '18
 09/08 2018



Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana


Dr. Jusak

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

**SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Fifi Ernawati
NIM : 14.41020.0038
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : **SISTEM OTOMATIS RUMAH POMPA DENGAN
MENGUNAKAN *PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROLLER (PLC)***

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Agustus 2018

Yang menyatakan


Fifi Ernawati
NIM : 14.41020.0038

6000
T. 01. 41020.0038

ABSTRAK

Rumah Pompa sudah menerapkan otomasi dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* sebagai alat untuk mengontrol perangkat-perangkat yang ada. Walaupun sudah menerapkan otomasi, akan tetapi Rumah Pompa masih belum terintegrasi secara otomatis dalam pengaktifan perangkat seperti pompa air. Di sisi lain, rumah pompa sendiri masih sangat bergantung pada operator dalam hal melihat ketinggian air sungai. Tentu hal ini sangat berbahaya mengingat sifat manusia yang masih mempunyai kelalaian bekerja.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis membuat *Prototype* dari Rumah Pompa sebenarnya dengan mengaplikasikan pengukuran ketinggian air dan pengaktifan pompa air secara otomatis. *Prototype* ini menggunakan PLC OMRON CJ2M sebagai pengontrol serta memonitoring perangkat-perangkat yang terhubung seperti tombol, *Rotary Encoder*, pompa air, *Solenoid valve*. Pengukuran ketinggian air menggunakan *Rotary Encoder* dan nantinya nilai dari *Rotary* akan di olah untuk menghidupkan pompa air secara otomatis.

Prototype akan bekerja saat ketinggian air melebihi batas normal yaitu ketinggian air di atas 23 cm dengan nilai *Pulse* yang dihasilkan kurang dari 48162. Terdapat beberapa batas ketinggian air yang mempengaruhi banyaknya pompa air yang aktif. Pengimplementasian pintu air menggunakan *Solenoid valve* yang akan aktif jika terdapat penekanan tombol dari masing-masing pintu air.

Keyword : *Programmable Logic Controller, Rotary Encoder, Pompa Air, Solenoid Valve, Rumah Pompa.*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin, rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul “SISTEM OTOMATIS RUMAH POMPA DENGAN MENGGUNAKAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC)” yang merupakan salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Shalawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW.

Harapan penulis semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan.

Dalam usaha menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ayah, Ibu dan saudara-saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Bapak Dr. Jusak selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya telah membantu proses penyelesaian Tugas Akhir yang dibuat oleh penulis dengan baik.
3. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Sistem Komputer Stikom Surabaya dan juga Pembimbing Tugas Akhir ini, atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.

4. Kepada Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
5. Bapak Heri Pratikno, M.T., selaku Dosen Pembahas memberi masukan dalam menyusun buku Tugas Akhir.
6. Semua staf dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya.
7. Terima kasih terhadap seluruh rekan-rekan S1 Sistem Komputer khususnya rekan-rekan seperjuangan angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
8. Serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Pengenalan PLC	8
2.2 SYSMAC CJ-Series CJ2M CPU32.....	9
2.3 <i>Rotary Encoder</i> E6B2-CWZ6C.....	11
2.4 Pompa Air.....	14
2.5 <i>Relay</i> HRS4H-S-DC24V	16
2.6 <i>Cx-Programmer</i>	19
2.7 Pengenalan Rumah Pompa	20
2.8 <i>Solenoid Valve</i> 24V	21
2.9 <i>Switch</i>	23

BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Perancangan Sistem.....	26
3.2 <i>Flowchart</i> Sistem Rumah Pompa.....	27
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	30
3.4 Model Perancangan	35
3.4.1 Model Perancangan Sungai	35
3.4.2 Pemodelan <i>Rotary Encoder</i>	37
3.4.3 Pemodelan Pompa Air.....	39
3.4.4 Pemodelan Pintu Air.....	39
3.5 Perancangan Perangkat Keras	40
3.5.1 Perancangan <i>Rotary Encoder</i>	40
3.4.2 Perancangan Rangkaian Pompa Air.....	43
3.4.3 Perancangan Rangkaian <i>Solenoid Valve</i> 24VDC.....	44
3.4.4 Perancangan Tombol Masukan	45
3.5 Pengujian Perangkat	46
3.5.1 Pengujian Koneksi antara PLC dengan Komputer.....	46
3.5.2 Pengujian <i>Rotary Encoder</i>	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Pengujian PLC OMRON CJ2M CPU32.....	51
4.2 Hasil Pengujian Tombol Pintu.....	58
4.3 Hasil Pengujian Pengambilan Data <i>Rotary Encoder</i>	61
4.4 Hasil Pengujian <i>Relay</i> dan Pompa Air	64
4.5 Hasil Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	67
4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	68

4.7 Pengujian Respon <i>Rotary Encoder</i>	76
4.8 Pengujian Kecepatan Pembuangan Pompa Air	78
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	82
Lampiran 1. Program <i>Ladder Diagram</i>	82
BIODATA PENULIS	83



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Pintu Air pada Rumah Pompa.....	3
Gambar 1. 2 Pompa Selat pada Rumah Pompa	4
Gambar 1. 3 Alat Ukur pada Rumah Pompa	4
Gambar 2. 1 SYSMAC CJ-Series CJ2M CPU32	9
Gambar 2. 2 <i>Rotary Encoder E6B2-CWZ6C</i>	11
Gambar 2. 3 Spesifikasi <i>Rotary Encoder</i>	12
Gambar 2. 4 <i>Wiring Rotary Encoder</i>	12
Gambar 2. 5 <i>Wiring Connection Rotary Encoder E6B2-CWZ6C</i>	13
Gambar 2. 6 Pompa Air Aquarium.....	14
Gambar 2. 7 Proses Pemompaan	15
Gambar 2. 8 Penampang Impeler.....	16
Gambar 2. 9 Perubahan Energi Pompa.....	16
Gambar 2. 10 Rangkaian Dasar <i>Relay</i>	17
Gambar 2. 11 <i>Relay HRS4H-S-DC24V</i>	18
Gambar 2. 12 Tampilan Utama <i>CX-Programmer</i>	19
Gambar 2. 13 Bagian-bagian pada <i>Worksheet</i>	20
Gambar 2. 14 <i>Solenoid Valve</i>	22
Gambar 2. 15 <i>Switch</i>	23
Gambar 3. 1 Perancangan Perangkat Keras	26
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem Rumah Pompa.....	28
Gambar 3. 3 Keseluruhan Program untuk <i>Prototype</i>	30
Gambar 3. 4 Perintah PRV untuk Membaca Nilai <i>Pulse</i>	31

Gambar 3. 5 Kondisi Lebih Dari.....	32
Gambar 3. 6 Kondisi Di antara	33
Gambar 3. 7 Kondisi Di antara	34
Gambar 3. 8 Pemodelan Sungai.....	35
Gambar 3. 9 Mekanik <i>Rotary Encoder</i> Tampak Belakang.....	37
Gambar 3. 10 Mekanik <i>Rotary Encoder</i> Tampak Depan.....	37
Gambar 3. 11 Desain Peletakan Tali Pelampung.....	38
Gambar 3. 12 Pemodelan Pompa Air	39
Gambar 3. 13 Pemodelan Pintu Air Menggunakan <i>Solenoid Valve</i>	39
Gambar 3. 14 <i>Wiring Rotary Encoder</i>	41
Gambar 3. 15 <i>Wiring Rotary Encoder</i> dengan PLC	42
Gambar 3. 16 Rangkaian Elektronika Pompa Air dengan <i>Relay</i>	44
Gambar 3. 17 Rangkaian Elektronika <i>Solenoid Valve</i>	45
Gambar 3. 18 Rangkaian Elektronika Tombol Masukan.....	46
Gambar 3. 19 <i>Work Online PLC</i>	47
Gambar 3. 20 Pilihan Komunikasi PLC	47
Gambar 3. 21 Pesan Kesalahan Komunikasi	48
Gambar 3. 22 <i>Setting I/O Module</i>	49
Gambar 3. 23 <i>Setting High Speed Counter</i>	49
Gambar 3. 24 Pembacaan Nilai <i>Rotary Encoder</i>	50
Gambar 3. 25 Penyimpanan Nilai Sensor pada Memori.....	50
Gambar 4. 1 <i>Setting PLC</i>	52
Gambar 4. 2 <i>Setting Type PLC</i>	52
Gambar 4. 3 <i>Setting Mode Operation PLC</i>	53

Gambar 4. 4 <i>Setting I/O Table</i>	54
Gambar 4. 5 <i>Create Main Rack PLC</i>	54
Gambar 4. 6 <i>Transfer File From PLC</i>	55
Gambar 4. 7 <i>Process Transfer File</i>	55
Gambar 4. 8 <i>Transfer Result</i>	56
Gambar 4. 9 <i>Main Rack Setelah di Create</i>	56
Gambar 4. 10 <i>Transfer File to PLC</i>	57
Gambar 4. 11 <i>Process Transfer to PLC</i>	57
Gambar 4. 12 <i>Tampilan Program Setelah Transfer Berhasil</i>	58
Gambar 4. 13 <i>Program untuk Tombol Input</i>	59
Gambar 4. 14 <i>Tombol Input Aktif pada Cx-programmer</i>	60
Gambar 4. 15 <i>Indikator Modul Input</i>	60
Gambar 4. 16 <i>Program Pembacaan Rotary Encoder</i>	61
Gambar 4. 17 <i>Penyimpanan Nilai Rotary pada Memori</i>	62
Gambar 4. 18 <i>Program Mengaktifkan Output Pompa</i>	65
Gambar 4. 19 <i>Output Pompa aktif</i>	66
Gambar 4. 20 <i>Indikator Modul Output</i>	66
Gambar 4. 21 <i>Pompa Air Menyala</i>	67
Gambar 4. 22 <i>Program untuk Mengaktifkan Solenoid Valve</i>	68
Gambar 4. 23 <i>Hasil Program untuk Solenoid Valve</i>	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 <i>Connection Rotary Encoder E6B2-CWZ6C</i>	13
Tabel 3. 1 <i>Table Port Specifier</i>	31
Tabel 3. 2 <i>Table Control Data</i>	32
Tabel 3. 3 <i>Port Module XW2Z</i>	41
Tabel 3. 4 <i>Wiring Rotary Encoder</i>	42
Tabel 3. 5 <i>Spesifikasi Relay</i>	43
Tabel 4. 1 <i>Alamat Input PLC</i>	59
Tabel 4. 2 <i>Data Pengukuran Rotary Encoder saat Air Naik</i>	62
Tabel 4. 3 <i>Data Pengukuran Rotary Encoder saat Air Turun</i>	63
Tabel 4. 4 <i>Rata-rata Ketinggian Air</i>	64
Tabel 4. 5 <i>Alamat Output PLC</i>	65
Tabel 4. 6 <i>Hasil Pengujian Tombol Terhadap Solenoid Valve</i>	70
Tabel 4. 7 <i>Hasil Percobaan 1 Pompa Air</i>	71
Tabel 4. 8 <i>Hasil Percobaan 2 Pompa Air</i>	72
Tabel 4. 9 <i>Hasil Percobaan 3 Pompa Air</i>	73
Tabel 4. 10 <i>Hasil Percobaan 4 Pompa Air</i>	74
Tabel 4. 11 <i>Hasil Percobaan 5 Pompa Air</i>	75
Tabel 4. 12 <i>Hasil Akhir Pengujian Sistem</i>	76
Tabel 4. 13 <i>Kecepatan Respon Rotary Encoder pada Saat Air Konstan</i>	76
Tabel 4. 14 <i>Kecepatan Respon Rotary Encoder pada Saat Air Tidak Konstan</i>	77
Tabel 4. 15 <i>Perbandingan Kecepatan Pompa Air</i>	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur yang memiliki ketinggian tanah antara 0-20 meter di atas permukaan laut, sedangkan daerah pantainya memiliki ketinggian berkisar 1-3 meter di atas permukaan laut. Kota Surabaya memiliki tiga sungai besar yang melintas di tengah kota, yakni Kali Surabaya, Kali Mas, Kali Wonokromo. Kali Surabaya yang memiliki panjang kurang lebih 41 km yang mengalir dari DAM Mlirip Mojokerto sampai DAM Jagir Surabaya. Aliran Kali Mas dan Kali Wonokromo diawali dari Kecamatan Wonokromo, dimana aliran Kali Surabaya yang mengalir ke bagian utara, sedangkan Kali Wonokromo merupakan pecahan sungai yang mengalir ke bagian timur Kota Surabaya. (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2016)

Iklim Kota Surabaya dipengaruhi oleh perbedaan yang signifikan antara musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan berlangsung antara bulan November sampai bulan April, sedangkan untuk musim kemarau antara bulan Mei sampai bulan Oktober. Curah hujan rata-rata 172 mm, dengan temperature berkisar maksimum 30°C dan minimum 25°C. Keadaan-keadaan ini yang menjadikan Kota Surabaya rawan akan terjadinya banjir pada saat musim penghujan. (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2016)

Berdasarkan data yang tercatat dapat diketahui bahwa Surabaya menjadi daerah yang rawan akan terjadinya banjir. Selain dipengaruhi oleh letak geografis Kota Surabaya yang dilalui oleh beberapa sungai besar dan juga curah hujan yang

tinggi, faktor lain yang mempengaruhi banjir yang terjadi adalah padatnya pemukiman warga yang ada serta banyaknya sampah yang dibuang sembarang ke sungai dan selokan. Dampak adanya banjir tentu sangatlah merugikan bagi warga Surabaya dan juga Pemerintah Kota Surabaya khususnya Walikota Kota Surabaya yang selalu memikirkan bagaimana penanggulangan bencana banjir ini.

Salah satu solusi yang diterapkan oleh pemerintah adalah dengan membangun rumah pompa dimana pembangunan rumah pompa merupakan salah satu program pengendalian banjir guna mengatasi permasalahan banjir. Rumah pompa sendiri merupakan tempat yang digunakan oleh pompa air untuk memindahkan atau menaikkan debit air serta mengatur besarnya air yang dapat dikeluarkan oleh pompa tersebut. Selain terdapat pompa air, rumah pompa juga dilengkapi dengan pintu air dimana pintu air tersebut digunakan untuk menahan arus balik dari sungai dan mendukung kinerja pompa air.

Sistem rumah pompa yang terdapat di Surabaya khususnya di daerah Wonorejo saat ini telah menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk sistem pengendalinya. Rumah pompa tersebut juga terdapat pintu air sebagai pembatas dari dua sisi sungai. Pintu Air ini juga digunakan untuk sistem buka tutup yang akan digunakan untuk mengalirkan air ke salah satu sisi sungai. Pintu Air yang terdapat disini sebanyak 4 buah. Selain pintu air yang digunakan sebagai jembatan dalam aliran air, rumah pompa di Wonorejo ini juga menggunakan Pompa Air yang digunakan sebagai pendorong air agar mengalir ke sisi sungai yang lebih rendah. Pompa air yang digunakan sebanyak 7 buah. 6 buah pompa air ditempatkan pada ke empat pintu air yang ada. Masing-masing 2 buah pompa ditempatkan pada pintu air 2 dan pintu air 3. Sedangkan pada pintu air 1 dan pintu air 4 terdapat 1 buah

pompa air, sehingga ke-6 pompa air berada di dalam sungai dan menjadi satu dengan pintu air. Pompa yang terdapat pada pintu ini disebut dengan Pompa Banjir, dan terdapat 1 pompa air lagi yang diletakkan di pinggir sungai dan lebih tepatnya di atas sungai sebagai pemindah air dari sisi sungai yang lebih tinggi ke sisi sungai yang lebih rendah. Pompa ini disebut dengan Pompa Selat. Fungsi dari kesemua pompa air ini sama yaitu digunakan untuk mendorong air menuju sisi sungai yang lebih rendah. Selain itu, rumah pompa ini juga terdapat filter yang digunakan untuk menyaring sampah-sampah yang terdapat dalam sungai. Tujuannya agar sampah yang tersaring ini nantinya dapat di buang pada tempat seharusnya dan tidak ikut mengalir dalam sungai. Semua alat tersebut akan di kendalikan oleh panel-panel yang terdapat di ruang kendali, yang mana panel-panel tersebut sebelumnya sudah terhubung dengan PLC sebagai control utamanya.



Gambar 1. 1 Pintu Air pada Rumah Pompa



Gambar 1. 2 Pompa Selat pada Rumah Pompa



Gambar 1. 3 Alat Ukur pada Rumah Pompa

Walaupun rumah pompa ini telah menggunakan sistem otomasi berupa PLC, akan tetapi PLC pada rumah pompa tersebut masih menggunakan tenaga manusia untuk pengendalian rumah pompa tersebut. Semua perangkat yang ada di kendalikan maupun di pantau oleh operator termasuk dalam memantau ketinggian air pada sungai. Pemantauan ketinggian air dilakukan melalui jendela yang terdapat pada kantor dengan jarak kurang lebih sekitar 10 meter dari papan ukur sungai. Pemantauan tersebut sangatlah rawan karena jarak pandang dari tiap orang berbeda dan juga ketelitian serta tingkat kewaspadaan tiap orang berbeda apalagi dalam keadaan hujan akan menambah tingkat ketidaktelitian dalam memantau. Dalam hal ini mengontrol serta memantau sistem rumah pompa yang dilakukan oleh manusia sangatlah membahayakan, dikarenakan sifat manusia yang tidaklah luput dari kelalaian. Banjir bisa kapanpun terjadi karena kelalaian dari manusia (*human error*).

Maka dari itu dalam Tugas Akhir ini akan dibuat sebuah miniatur peralatan *input output* yang dihubungkan dengan PLC sebagai bentuk miniatur peralatan sebenarnya yang ada pada rumah pompa. Perangkat miniatur ini terdiri atas beberapa bagian penting yang menggunakan *Rotary Encoder* sebagai *input* dari perangkat PLC. Untuk *output*-nya terdapat 2 pompa air dan 2 *Solenoid Valve* yang masing-masing dihubungkan dengan PLC. Pompa air ini akan mengacu pada dua kondisi, yaitu kondisi ketinggian air. Semakin tinggi air, maka pompa yang menyala semakin banyak.

Dengan adanya alat ini diharapkan agar pemantauan ketinggian air dapat dilakukan secara otomatis melalui sensor yang telah dibuat sehingga mengurangi tingkat kelalaian yang dilakukan oleh operator. Selain itu, penggunaan pompa air

juga dapat dilakukan secara otomatis tanpa harus dilakukan oleh operator. Otomatisasi pada bagian pengukuran ketinggian serta pengaktifan pompa air akan menjadikan kerja dari Rumah Pompa lebih efisien dan mengurangi kelalaian kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dihadapi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

1. Bagaimana *Programmable Logic Controller* (PLC) dapat memantau perangkat masukan dan mengontrol perangkat keluaran yang terhubung dengan PLC?
2. Apakah modul miniatur peralatan yang dibuat mampu merepresentasikan Rumah Pompa Wonorejo dan bekerja dengan baik sesuai dengan program yang telah dibuat?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat sistem yang layak dalam segi *performance* dalam mengembangkan sistem pada rumah pompa.
2. Sebagai simulasi miniatur kontrol mesin pada sistem di rumah pompa.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

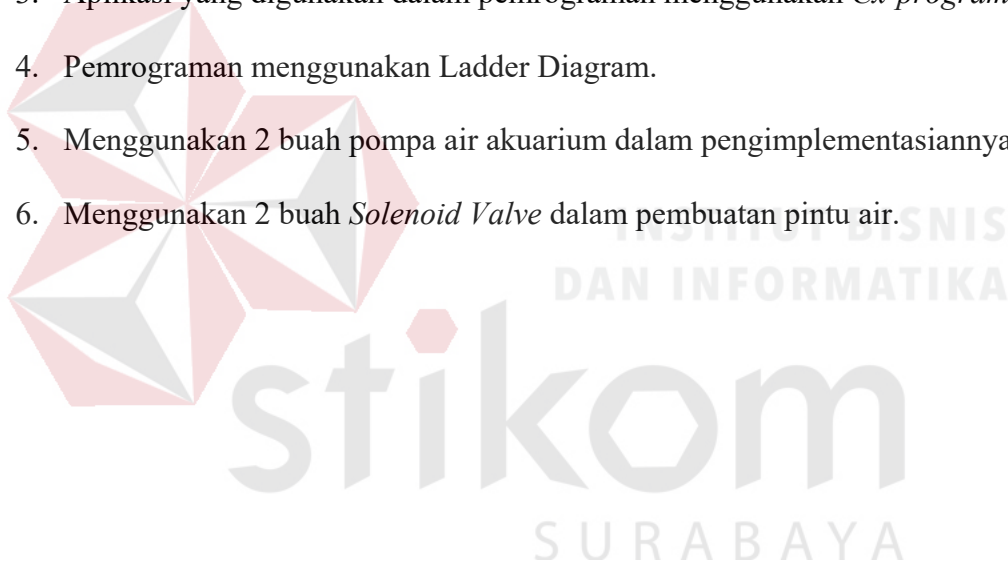
1. Untuk menghindari *Human Error*.
2. Untuk membuat penggunaan pompa dan pintu air lebih efektif dan efisien.

3. Untuk mempermudah petugas rumah pompa dalam *memonitoring* ketinggian air di rumah pompa.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Peralatan PLC yang digunakan adalah PLC Omron CJ2M CPU 32.
2. Sensor yang digunakan adalah menggunakan *Rotary Encoder E6B2-CWZ6C* sebagai pengukur ketinggian air.
3. Aplikasi yang digunakan dalam pemrograman menggunakan *Cx-programmer*.
4. Pemrograman menggunakan Ladder Diagram.
5. Menggunakan 2 buah pompa air akuarium dalam pengimplementasiannya.
6. Menggunakan 2 buah *Solenoid Valve* dalam pembuatan pintu air.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengenalan PLC

Programmable Logic Controller (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan. PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *Relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol.

Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan *output-output*. Nilai 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak. (Fahmi, 2016)

2.2 SYSMAC CJ-Series CJ2M CPU32



Gambar 2. 1 SYSMAC CJ-Series CJ2M CPU32
<https://industrial.omron.us/en/products/cj2m>

Gambar 2.1 merupakan salah satu *Programmable Logic Controller* Omron dengan tipe SYSMAC CJ-series CJ2M CPU32. Pada PLC dengan tipe CJ2M CPU32 ini sudah didesain dengan bentuk yang kecil, dapat bekerja dengan cepat dan juga dapat digunakan fleksibel sesuai kebutuhan. *Programmable Logic*

Controller tipe ini mewarisi serta meningkatkan tipe-tipe sebelumnya yaitu meningkatkan fitur yang ada pada tipe CJ1.

Tipe CJ2M CPU32 Unit ini merupakan pilihan terbaik untuk kontrol mesin dengan kecepatan tinggi dan berkapasitas tinggi. Berikut ini adalah beberapa fitur yang ada pada *Programmable Logic Controller* tipe CJ2M CPU32:

1. Mempunyai lima variasi pada kapasitas program dari 5K *steps* hingga 60K *steps*.
2. *Faster Processor*, waktu eksekusi instruksi LD menjadi 40 ns, *floating point trigonometris* kurang dari 1 μ s.
3. Modul I/O *Pulse* dapat dipasang untuk proses penghitung kecepatan tinggi, masukan interupsi dan *Output train/PWM Output*.
4. Penanganan interupsi lebih cepat, waktu *overhead* lebih sedikit.
5. *Port Ethernet* umum mendukung link data berbasis-tag *EtherNet / IP*, koneksi ke Perangkat Lunak Pendukung, komunikasi antara PLC, *transfer* data FTP, dan banyak lagi.
6. *Port USB* standar pada semua model memungkinkan Perangkat Lunak dukungan untuk terhubung langsung melalui kabel USB standar.
7. Modul Opsi Serial dapat dipasang untuk menambah *port* komunikasi RS-232C atau RS-422A / 485.
8. Kompatibel dengan semua CJ1 power supply, I / O, *control*, dan unit komunikasi. (Omron, 2012)

2.3 Rotary Encoder E6B2-CWZ6C



Gambar 2. 2 Rotary Encoder E6B2-CWZ6C
<https://industrial.omron.us/en/products/e6b2-c>

Rotary Encoder adalah *device* elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary Encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *Rotary encoder* umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor driver, dsb. Karakteristik dari *Rotary Encoder E6B2* secara umum sebagai berikut:

1. Tegangan yang dibutuhkan antara 5 – 24 VDC.
2. Resolusi 2000 pulsa atau revolusi pada 40 mm.
3. Phaze Z dapat disesuaikan berdasarkan fungsi asalnya.
4. Beban besar pada 30 N pada arah radikal dan 20 N pada arah sebaliknya.
5. Merupakan jenis *Open Collector Encoder*. (Omron)

■ Ratings/Characteristics

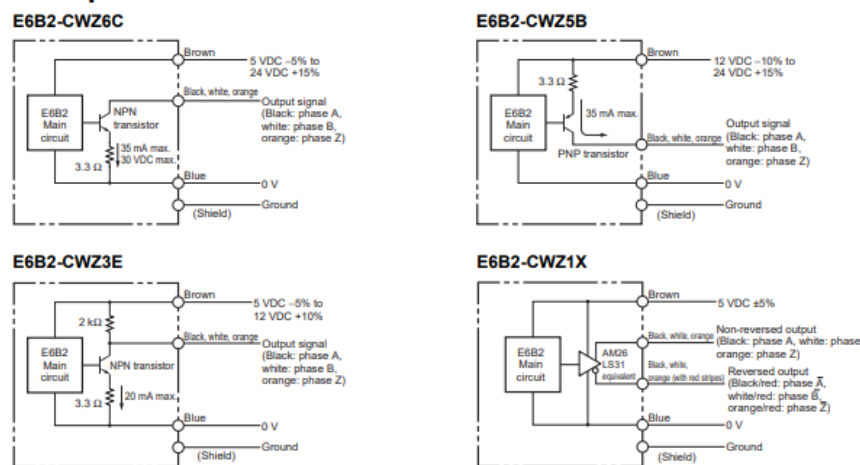
Item	E6B2-CWZ6C	E6B2-CWZ5B	E6B2-CWZ3E	E6B2-CWZ1X
Power supply voltage	5 VDC -5% to 24 VDC +15%, Ripple (p-p): 5% max.	12 VDC -10% to 24 VDC +15%, Ripple (p-p): 5% max.	5 VDC -5% to 12 VDC +10%, Ripple (p-p): 5% max.	5 VDC ±5%, Ripple (p-p): 5% max.
Current consumption (See note 1.)	70 mA max.	80 mA max.		130 mA max.
Resolution (pulses/rotation)	10/20/30/40/50/60/100/200/300/ 360/400/500/600/720/800/1,000/ 1,024/1,200/1,500/1,800/2,000 P/R	100/200/360/500/600/ 1,000/2,000 P/R	10/20/30/40/50/60/100/200/300/ 360/400/500/600/1,000/1,200/ 1,500/1,800/2,000 P/R	10/20/30/40/50/60/100/200/ 300/360/400/500/600/1,000/ 1,024/1,200/1,500/1,800/ 2,000 P/R
Output phases	A, B, and Z			A, \bar{A} , B, \bar{B} , Z, \bar{Z}
Output configuration	NPN open-collector output	PNP open-collector output	Voltage output (NPN output)	Line driver output (See note 2.)
Output capacity	Applied voltage: 30 VDC max. Sink current: 35 mA max. Residual voltage: 0.4 V max. (at sink current of 35 mA)	Applied voltage: 30 VDC max. Source current: 35 mA max. Residual voltage: 0.4 V max. (at source current of 35 mA)	Output resistance: 2 kΩ Sink current: 20 mA max. Residual voltage: 0.4 V max. (at sink current of 20 mA)	AM26LS31 equivalent Output current: High level = $I_L = -20$ mA Low level = $I_L = 20$ mA Output voltage: High level = $V_{OH} = 2.5$ V min. Low level = $V_{OL} = 0.5$ V max.
Max. response speed (See note 3.)	100 kHz	50 kHz	100 kHz	
Phase difference on output	90°±45° between A and B (1/4T±1/8T)			
Rise and fall times of output	1 μs max. (Control output voltage: 5 V; load resistance: 1 kΩ; cable length: 2 m)	1 μs max. (Cable length: 2 m; source current: 10 mA max.)	1 μs max. (Cable length: 2 m; sink current: 10 mA max.)	0.1 μs max. (Cable length: 2 m; $I_L = -20$ mA, $I_L = 20$ mA)
Starting torque	0.98 m N·m max.			
Moment of inertia	1 x 10 ⁻⁶ kg·m ² max.; 3 x 10 ⁻⁷ kg·m ² max. at 600 P/R max.			
Shaft loading	Radial	30 N		
	Thrust	20 N		
Max. permissible speed	6,000 r/min.			
Protection circuits	Power supply reverse polarity protection, Output load short-circuit protection			---
Ambient temperature	Operating: -10°C to 70°C (with no icing) Storage: -25°C to 85°C (with no icing)			
Ambient humidity	Operating/storage: 35% to 85% (with no condensation)			
Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 VDC) between current-carrying parts and case			
Dielectric strength	500 VAC, 50/60 Hz for 1 min between current-carrying parts and case			
Vibration resistance	10 to 500 Hz, 150 m/s ² or 2-mm double amplitude for 11 min 3 times each in X, Y, and Z directions			
Shock resistance	1,000 m/s ² 3 times each in X, Y, and Z directions			
Degree of protection	IEC 60529: IP50			
Connection method	Pre-wired Models (standard length: 0.5 m)			
Weight (packed state)	Approx. 100 g			
Accessories	Coupling, Hexagonal Wrench, Instruction Manual			

- Note 1. An inrush current of approximately 9 A will flow for approximately 0.3 ms when the power is turned ON.
 2. The line driver output is a data transmission circuit compatible with RS-422A and long-distance transmission is possible with a twisted-pair cable.
 3. The maximum electrical response speed is determined by the resolution and maximum response speed as follows:

Gambar 2. 3 Spesifikasi Rotary Encoder
<http://www.omron-pro.ru/doc/sensor/encoder/e6b2.PDF>

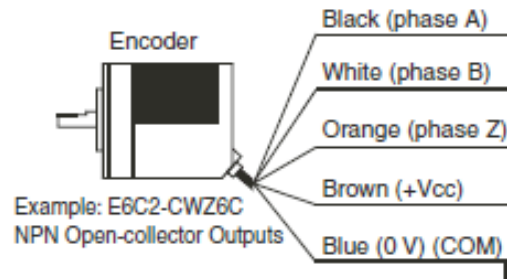
Pengkabelan pada Rotary Encoder berdasarkan dari tipe, sehingga berbeda tipe akan berbeda pula pengkabelan yang dilakukan.

■ Output Circuits



Gambar 2. 4 Wiring Rotary Encoder
<http://www.omron-pro.ru/doc/sensor/encoder/e6b2.PDF>

Pada *Rotary Encoder* E6B2-CWZ6C terdapat 5 kabel seperti ditunjukkan pada gambar 2.5:



Gambar 2. 5 *Wiring Connection Rotary Encoder* E6B2-CWZ6C
https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v3/w486_cj2m-md21_pulse_i_o_module_users_manual_en.pdf

Dimana masing-masing kabel yang ada akan terhubung dengan *input* sebagai berikut:

Tabel 2. 1 *Connection Rotary Encoder* E6B2-CWZ6C

E6B2-CWZ6C/-CWZ5B/-CWZ3E

Color	Terminal
Brown	Power Supply (+Vcc)
Black	Output Phase A
White	Output Phase B
Orange	Output Phase Z
Blue	0 V (common)

Dari koneksi di atas dapat di jelaskan bahwa:

1. *Phase A* : Digunakan untuk menambah nilai masukan *Pulse (Increment)*.
2. *Phase B* : Digunakan untuk mengurangi nilai masukan *Pulse (Decrement)*.
3. *Phase Z* : Digunakan untuk reset nilai masukan.
4. +Vcc : Digunakan untuk memberikan tegangan pada *Rotary Encoder*.
Tegangan yang diberikan sebesar 24VDC.
5. 0 V : Tegangan yang diberikan sebesar 0VDC.

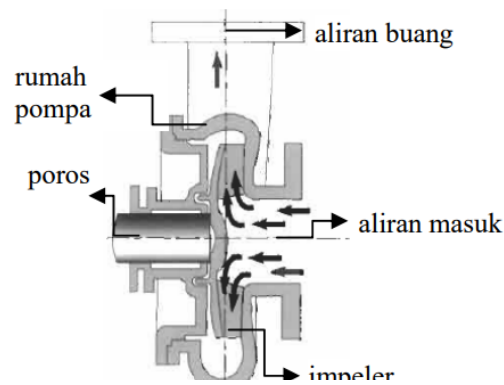
2.4 Pompa Air



Gambar 2. 6 Pompa Air Aquarium

Pompa merupakan salah satu jenis mesin yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli atau minyak pelumas, atau fluida lainnya yang tak mampu mampat. Industri-industri banyak menggunakan pompa sebagai salah satu peralatan bantu yang penting untuk proses produksi. Sebagai contoh pada pembangkit listrik tenaga uap, pompa digunakan untuk menyuplai air umpan ke boiler atau membantu sirkulasi air yang akan diuapkan di boiler.

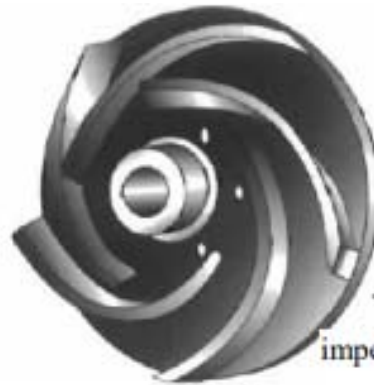
Pada pompa terdapat sudu-sudu impeler yang berfungsi mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Impeler dipasang pada poros pompa yang berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor listrik atau motor bakar.



Gambar 2. 7 Proses Pemompaan

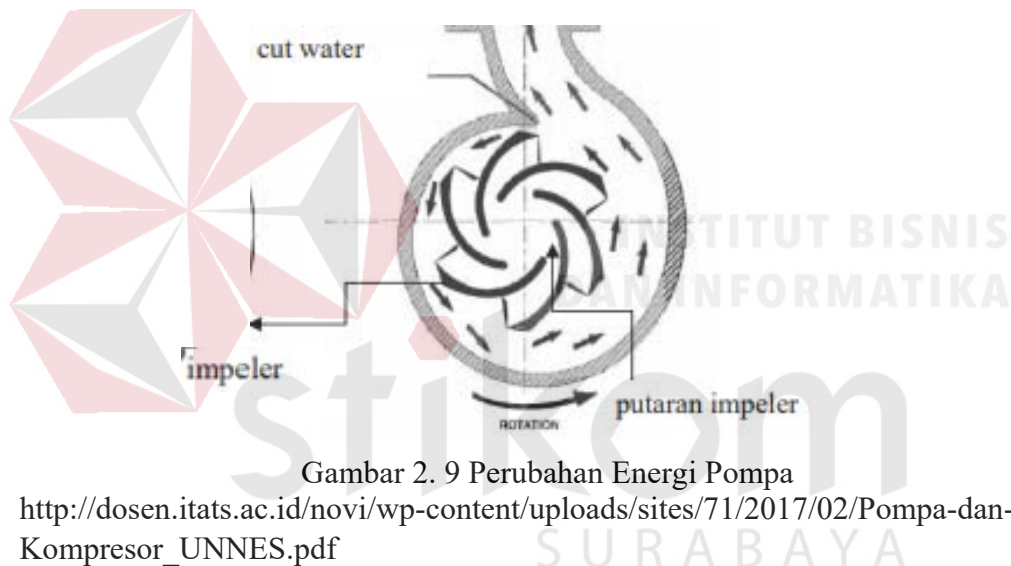
http://dosen.itats.ac.id/novi/wp-content/uploads/sites/71/2017/02/Pompa-dan-Kompresor_UNNES.pdf

Poros pompa akan berputar apabila penggeraknya berputar, karena poros pompa berputar impeler dengan sudu-sudu impeler berputar zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral dan disalurkan keluar melalui nosel. Gambar 2.8 adalah proses pemompaan jadi fungsi impeler pompa adalah merubah energi mekanik yaitu putaran impeler menjadi energi fluida (zat cair). Jadi, zat cair yang masuk pompa akan mengalami penambahan energi. Pertambahan energi pada zat cair mengakibatkan pertambahan head tekan, head kecepatan dan head potensial. Jumlah dari ketiga bentuk head tersebut dinamakan head total. Head total pompa juga bisa didefinisikan sebagai selisih head total (energi persatuan berat) pada sisi isap pompa dengan sisi keluar pompa. Pada gambar 2.9 aliran air didalam pompa akan ikut berputar karena gaya sentrifugal dari impeler yang berputar. (Samsudin & Karwono, 2008)



Gambar 2. 8 Penampang Impeler

http://dosen.itats.ac.id/novi/wp-content/uploads/sites/71/2017/02/Pompa-dan-Kompresor_UNNES.pdf



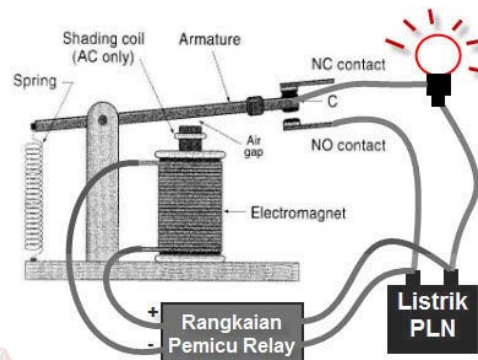
Gambar 2. 9 Perubahan Energi Pompa

http://dosen.itats.ac.id/novi/wp-content/uploads/sites/71/2017/02/Pompa-dan-Kompresor_UNNES.pdf

2.5 Relay HRS4H-S-DC24V

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis adalah logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut menjadi

magnet buatan yang sifatnya sementara. Cara ini kerap digunakan untuk membuat magnet non permanen. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan. (Fahmi, 2016)



Gambar 2. 10 Rangkaian Dasar Relay

<https://belajarfotografibanyuwangi.wordpress.com/2015/05/18/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara-kerja-Relay/>

Berikut ini penjelasan dari gambar di atas:

1. *Amarture*, merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.
2. *Spring*, pegas (atau per) berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka *spring* berfungsi untuk menarik tuas ke atas.
3. *Shading Coil*, ini untuk pengaman arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (Contact).
4. NC Contact, NC singkatan dari *Normally Close*. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi OFF.

5. NO Contact, NO singkatan dari *Normally Open*. Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi ON.
6. *Electromagnet*, kawat lilitan yang membelit logam ferromagnetik. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.
7. Aplikasi Rangkaian Pemicu *Relay*, ini adalah rangkaian / alat yang akan memicu *Relay* untuk menjadi ON ketika sesuai situasi / kondisi tertentu. Rangkaian pemicu ini biasanya memiliki sensor atau rangkaian timer. Rangkaian yang menggunakan sensor misalnya sensor suhu, sensor air, sensor cahaya, sensor arus. Sedangkan rangkaian timer misalnya timer pada mesin cuci dan timer tv. (Fahmi, 2016)



Gambar 2. 11 *Relay* HRS4H-S-DC24V

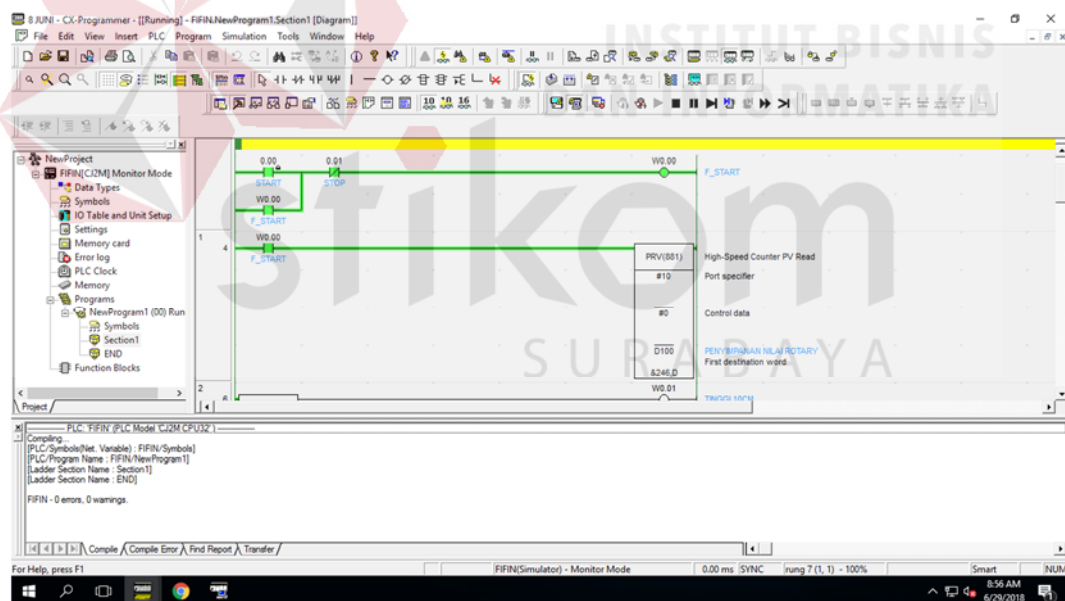
Sebenarnya aplikasi *Relay* banyak sekali. Dari mobil-mobilan, kulkas, lampu sein motor dan mobil, pompa air otomatis, hingga peralatan pada pesawat terbang. Dari *Relay* yang jenisnya kecil hingga yang mempunyai daya besar. Dari relai DC 5 volt, 12 volt hingga yang bervoltase tinggi. Keuntungan kita dalam menggunakan *Relay*:

1. Kita bisa membuat rangkaian otomatis penyambung/pemutus (*Switch*) tegangan AC dan DC.

2. *Relay* bisa digunakan pada *Switch* tegangan tinggi.
3. *Relay* juga menjadi solusi pada *Switch* dengan arus yang besar.
4. Bisa melakukan swith pada banyak kontak dalam waktu yang bersamaan.

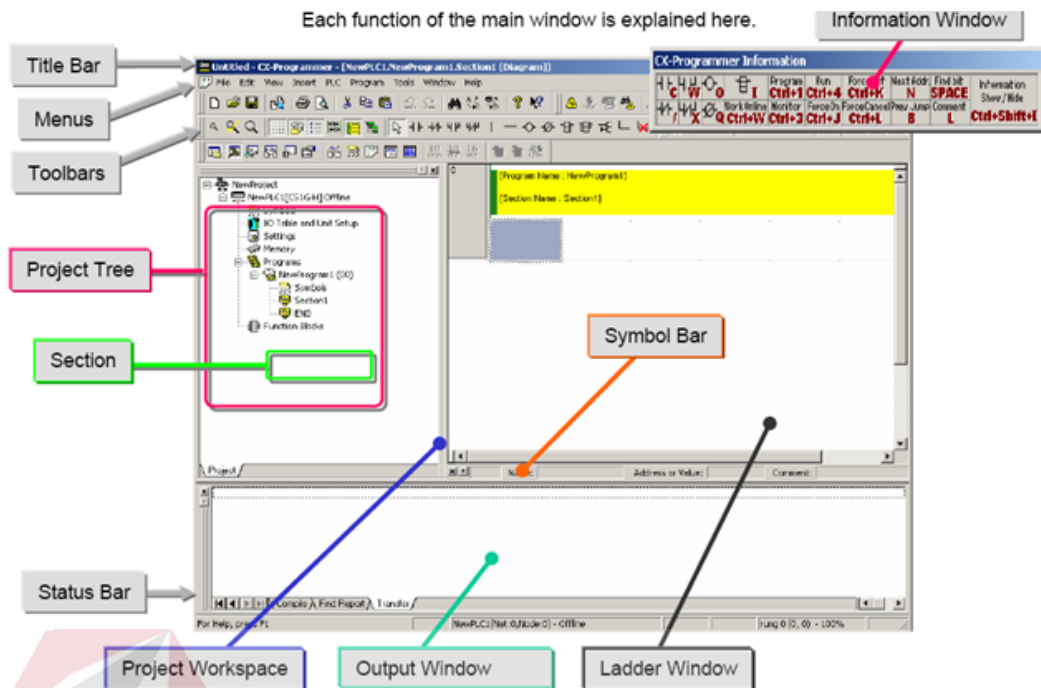
2.6 Cx-programmer

Cx-programmer merupakan software yang berfungsi untuk menulis, mengompil, dan mentransfer program PLC. Program ini juga dapat digunakan untuk memonitor sistem yang sedang berjalan dengan fasilitas Online Display. Kemudian juga terdapat fitur *offline* mode yaitu digunakan untuk mengecek program yang sudah dibuat namun dalam mode *offline* atau tidak tersambung dengan PLC. Tampilan Utama *Cx-programmer*:



Gambar 2. 12 Tampilan Utama CX-Programmer

Berikut ini adalah gambar pembagian menu-menu yang ada pada software *Cx-programmer* ini, berikut pembagiannya:



Gambar 2. 13 Bagian-bagian pada *Worksheet*
<http://sopiansoday.blogspot.com/2009/03/tutorial-omron-software.html>

Pada gambar 2.14 sudah di peta-petakan mengenai pembagian bagian yang ada pada software *Cx-programmer*. Pembagian yang ada sudah sangat membantu dalam menggunakan software ini. Software ini keluaran resmi dari pabrik *Omron Corporation*, selain itu juga terintegrasi dengan software-software omron yang lain seperti *software CX-Designer*, *CX-Supervisor* dan lain lain. Maksud dari integrasi tersebut adalah untuk memudahkan pengguna dalam mewujudkan sistem yang akan dibuat. (Fahmi, 2016)

2.7 Pengenalan Rumah Pompa

Pembangunan rumah pompa merupakan salah satu program pengendalian banjir guna mengatasi permasalahan banjir. Rumah pompa sendiri merupakan tempat yang digunakan oleh pompa air untuk memindahkan atau menaikkan debit air serta mengatur besarnya air yang dapat dikeluarkan oleh pompa tersebut. Proses

pengambilan keputusan lokasi rumah pompa yang tepat, yang tentunya perlu adanya penambahan beberapa kriteria diantaranya dengan melihat kepadatan penduduk sekitar lokasi. (Lutfiyah , Arna, & Ira, 2010)

Pompa dapat diartikan sebagai penambah energi untuk menggerakkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Oleh karena itu energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, maka penambahan energi akan menggerakkan/mengalirkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya baik melalui sarana pembantu seperti pipa, maupun secara langsung. (Dietzel, 1990)

2.8 Solenoid Valve 24V

Solenoid Valve merupakan kran otomatis dengan gerakan membuka atau menutup kran (*valve*) yang diatur oleh sistem kontrol. Mungkin banyak dari sering mendengar kata *Solenoid valve*. Secara garis besar *Solenoid valve* adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk membuka dan menutup *valve* / katup / kran secara otomatis. Kapan *Solenoid valve* membuka dan menutup kran ini tergantung dari sensor yang menghubungkan sumber penggerakannya.

Sebenarnya *Solenoid valve* merupakan bagian dari suatu sistem kontrol. Secara umum sistem kontrol dibagi menjadi 3 bagian:

1. Sensor yang merupakan alat untuk menerima sinyal dari sistem kontrol biasanya merupakan parameter yang akan diukur seperti temperatur, tekanan (*pressure*) dari media yang mau dikontrol.
2. *Controller* merupakan alat / bagian yang akan memberikan perintah *Solenoid valve* atau kontrol *valve* untuk melakukan tindakan membuka dan menutup *valve* (kran).

3. *Control Valve* atau *Solenoid Valve* yang merupakan bagian terakhir dari sistem kontrol untuk melakukan tindakan membuka atau menutup.

Sumber penggerak *Solenoid Valve* bermacam-macam bisa dengan udara yang biasa disebut *pneumatic*, listrik (*electric*) atau gabungan udara dan listrik (*pneumatic electric*). Di Indonesia istilah *Solenoid Valve* lebih mengacu kepada penggerak listrik makanya banyak yang menyebut dengan istilah kran elektrik maupun kran otomatis. Oleh karena itu untuk istilah *Solenoid Valve* disini mengacu kepada penggerak elektrik.

Sumber penggerak elektrik untuk *Solenoid Valve* sendiri ada yang listrik AC (220 V, 110 V, 24V) dan listrik DC (12 V, 24 V). Sehubungan dengan prosentase bukaan *valve Solenoid valve* hanya bisa membuka *valve* 100% atau menutup *valve* 100%. Juga ada pilihan untuk tipe *Normally Open (NO)* dan *Normally Closed*. *Solenoid valve* dengan tipe *NO* artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik posisi *valve* adalah membuka 100%. Sedangkan *Solenoid Valve* tipe *NC* artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik maka posisi *valve*-nya adalah menutup 100%. (Dyka, 2018)



Gambar 2. 14 *Solenoid Valve*

<https://www.goglasia.com/search?q=+elektro+pneumatski+ventil&start=325&sort=fi>

2.9 Switch



Gambar 2. 15 Switch

<https://www.indiamart.com/proddetail/industrial-push-button-switch-15789191912.html>

Switch adalah komponen dalam rangkaian elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan arus ke beban. Berdasarkan cara kerjanya sakelar terdiri dari dua jenis yaitu sakelar push button dan detent *Switch*.

1. *Detent Switch* yaitu sakelar yang digerakkan secara mekanis dalam menentukan posisi ON atau OFF pada kontakannya. Posisi tersebut tidak akan kembali ke posisi semula (tetap) selama posisi akhir dari tuas mekaniknya tidak diubah.
2. *Push button* yaitu sakelar yang akan bekerja selama tuas dari sakelar tersebut ditekan, dan akan kembali ke posisi semula bila sakelar tersebut sudah tidak ditekan kembali.

Berdasarkan jenis kontakannya sakelar terdiri dari dua jenis yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC).

- a. *Normally Open* yaitu sakelar dengan posisi awal kontak terbuka sebelum ditekan atau diaktiasi dan akan tertutup jika ditekan atau diaktiasi.

- b. *Normally Close* yaitu sakelar dengan posisi awal kontak tertutup sebelum ditekan atau diaktuator dan akan terbuka jika ditekan atau diaktuator. (Dermanto, 2014)



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah studi literatur berupa data-data dari masing-masing komponen, perancangan perangkat keras dan pembuatan program untuk membuat sistem rumah pompa menggunakan PLC.

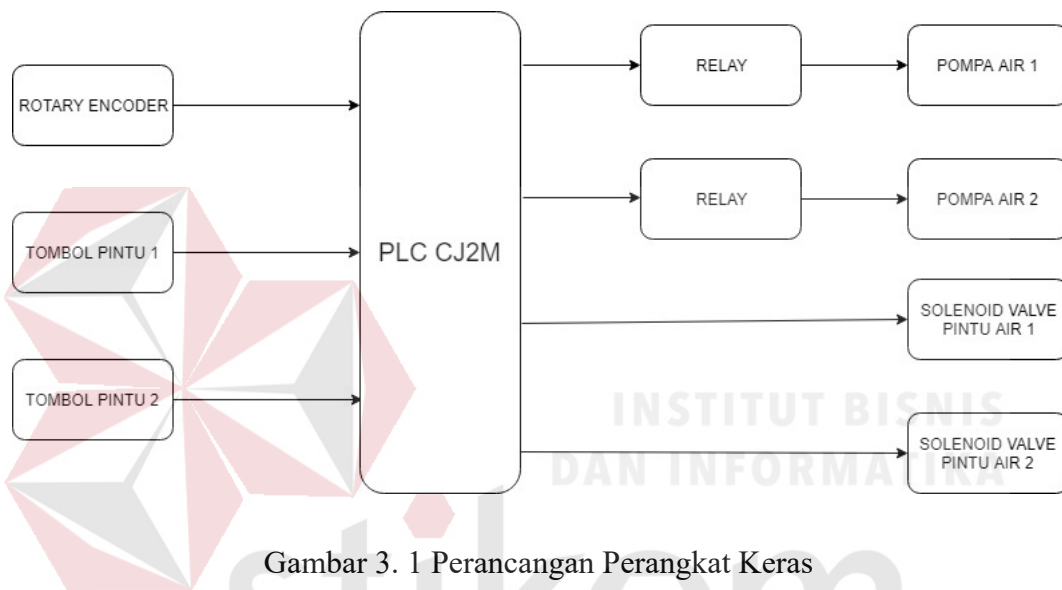
Pada perancangan sistem terdapat sensor *Rotary Encoder* yang digunakan untuk mengukur ketinggian air pada *Prototype* rumah pompa sehingga pengukuran yang terjadi dapat dilakukan secara otomatis. Terdapat 2 buah *output*, yaitu dua buah pompa air dan 2 buah *Solenoid Valve* 24V. Pompa air digunakan untuk memindahkan air dari dalam bak air-1 menuju ke bak air-2 agar air yang terdapat dalam bak air-1 tidak melebihi batas ukur tinggi normal yang telah ditentukan. *Solenoid Valve* 24V digunakan sebagai pengatur buka tutup dari pintu air sehingga pintu air dapat membuka ataupun menutup sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh operator.

Sistem ini menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) OMRON CJ2M CPU32 sebagai pengendali perangkat *input/output*. Nilai yang telah diukur oleh sensor *Rotary Encoder* akan di proses pada PLC OMRON CJ2M CPU32 menggunakan intruksi PRV(881) yang terdapat pada *software Cx-programmer*. Setelah diketahui nilainya, proses selanjutnya adalah membandingkan nilai tersebut dengan kondisi-kondisi tertentu yang dapat menyatakan bahwa kondisi tersebut tidak sesuai dengan pengukuran batas ketinggian normal air dalam bak air ataupun berdasarkan dengan kecepatan naiknya tinggi air yang terlalu cepat. Hasil

perbandingan tersebut yang nantinya akan di proses oleh PLC untuk mengirimkan perintah pada komponen-komponen aktuator agar berjalan sesuai kondisi atau aturan yang terdapat dalam program yang telah dibuat dan di masukkan oleh PLC.

3.1 Perancangan Sistem

Secara umum gambar Blok Diagram pada rancangan perangkat keras.



Gambar 3. 1 Perancangan Perangkat Keras

Tiap-tiap bagian dari diagram blok sistem pada gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Input* pada PLC

- a *Rotary Encoder* : sensor ini berfungsi untuk mengukur ketinggian air yang terdapat dalam *Prototype* sungai.
- b Tombol pintu 1 : tombol ini berupa *Detent Switch* yang digunakan untuk membuka maupun menutup solenoid pada pintu air 1.

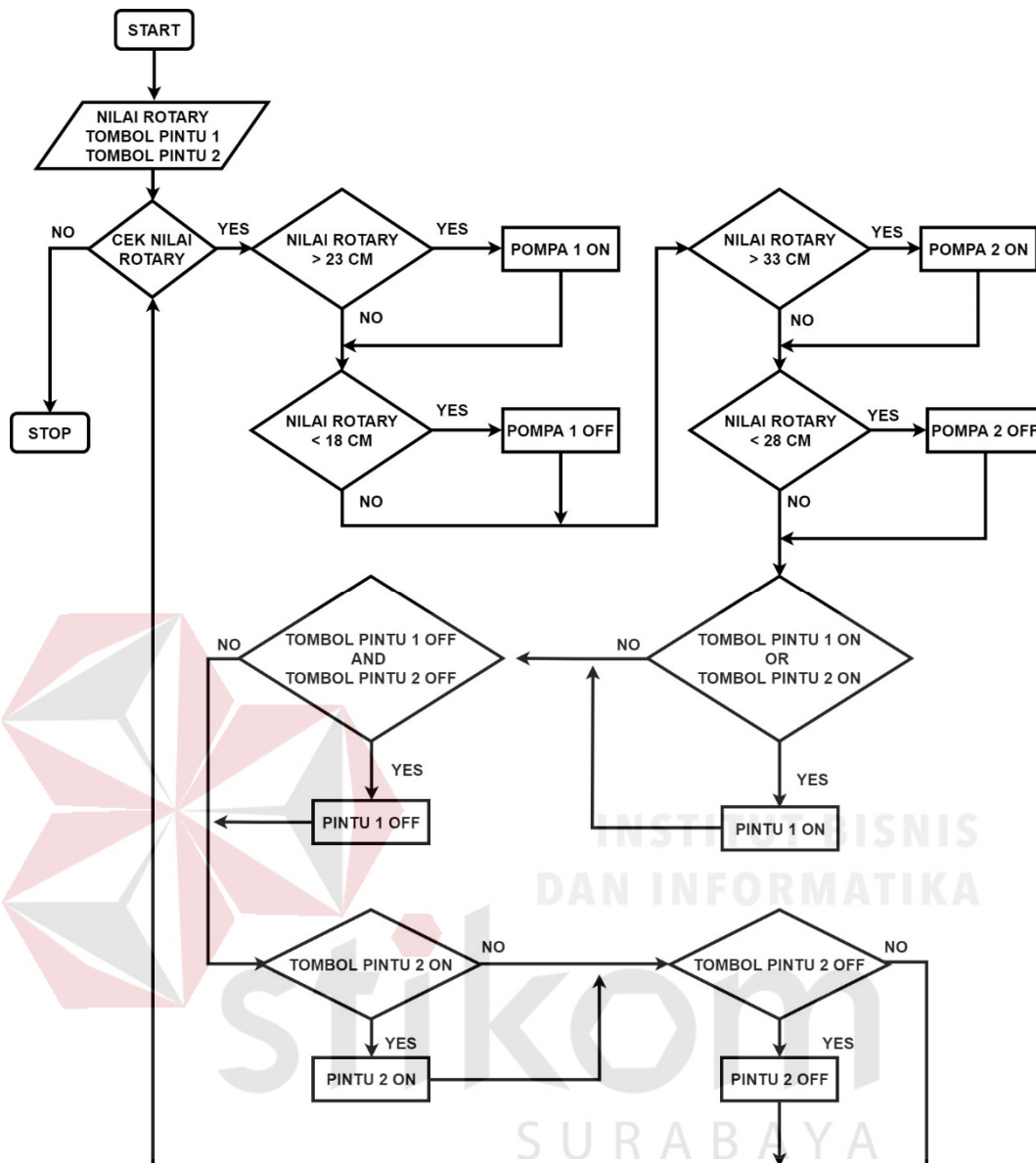
- c Tombol pintu 2 : tombol ini berupa *Detent Switch* yang digunakan untuk membuka maupun menutup solenoid pada pintu air 2.

2. Output pada PLC

- a *Relay* : digunakan sebagai saklar untuk mengalirkan atau memutus listrik.
- b Pompa Air : digunakan sebagai pemindah air dari bak 1 ke bak 2 secara otomatis. Baik pompa air 1 dan pompa air 2 fungsinya sama.
- c *Solenoid Valve* : digunakan sebagai pintu air yang dapat terbuka maupun menutup yang di jalankan dengan menekan tombol pintu.

3.2 Flowchart Sistem Rumah Pompa

Untuk dapat menuju pada sistem otomatis rumah pompa diperlukan beberapa tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 3.2:



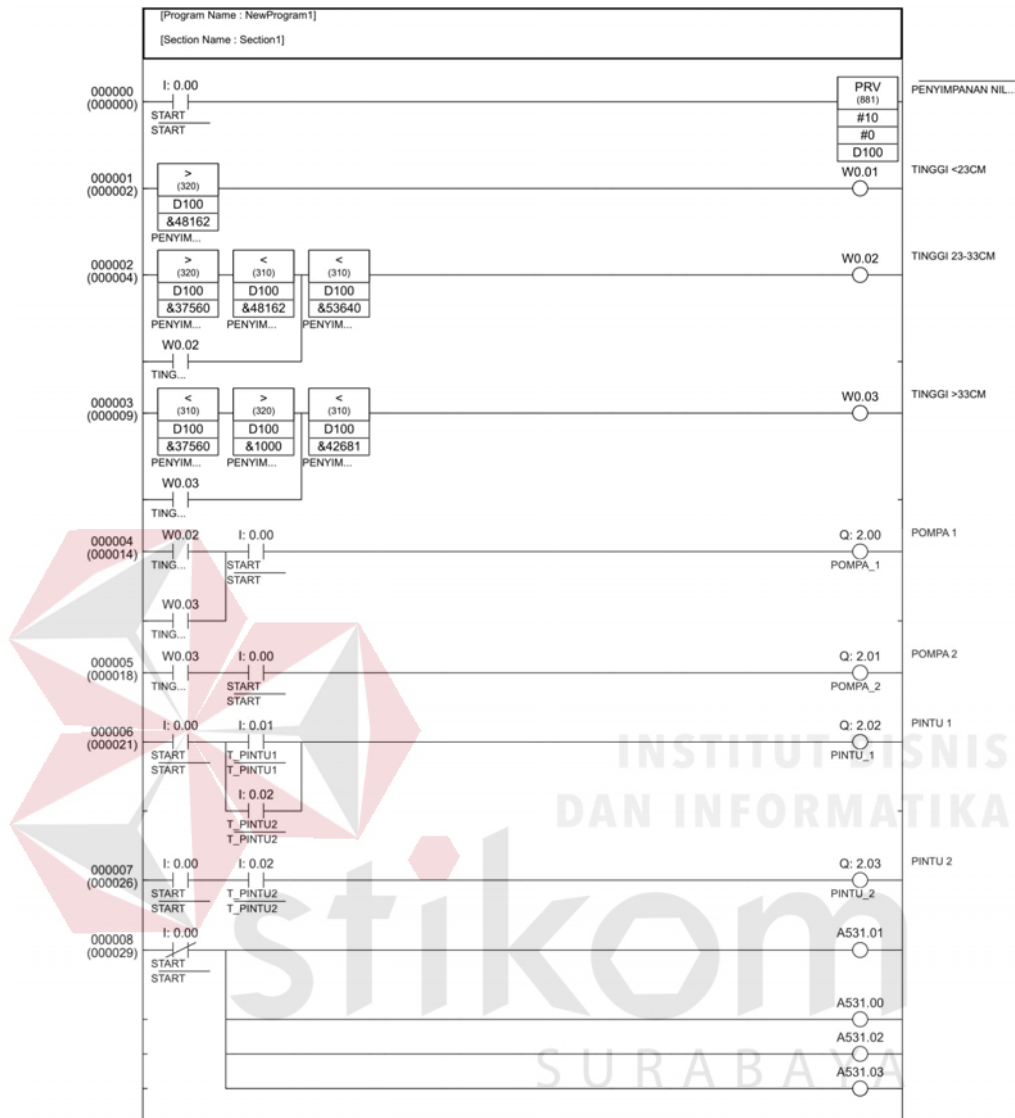
Gambar 3. 2 *Flowchart* Sistem Rumah Pompa

Proses *Flowchart* di atas adalah sebagai berikut:

1. Mulai Program.
2. Memasukkan nilai pada *Rotary Encoder*, nilai status Tombol Pintu 1 dan Tombol Pintu 2. Nilai *rotary* ini nantinya akan disimpan pada memori.
3. Memeriksa nilai *rotary* apakah sesuai dengan batas-batas ketinggian air yang telah ditentukan.

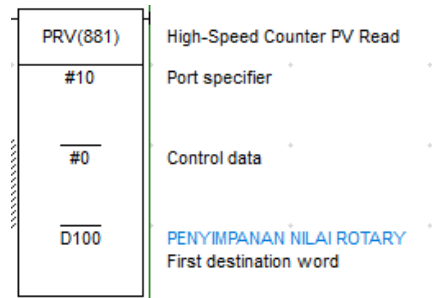
4. Jika nilai *rotary* melebihi 23 cm (dengan nilai kurang dari 48162 *Pulse*) maka pompa air 1 akan menyala dan mendorong airnya menuju bak air 2 sehingga ketinggian air akan berkurang dengan sendirinya.
5. Jika nilai *rotary* kurang dari 18 cm (dengan nilai lebih dari 53640 *Pulse*) maka pompa air 1 yang tadinya menyala akan mati.
6. Jika nilai *rotary* lebih dari 33 cm (dengan nilai kurang dari 37560 *Pulse*) maka pompa air 2 akan menyala. Kondisi ini juga memenuhi kondisi melebihi 23 cm sehingga pompa 1 juga akan menyala, artinya pada kondisi ini kedua pompa akan menyala.
7. Jika nilai *rotary* kurang dari 28 cm (dengan nilai lebih dari 42681 *Pulse*) maka pompa 2 yang tadinya menyala akan mati sehingga hanya pompa 1 saja yang menyala.
8. Jika salah satu dari tombol pintu 1 atau tombol pintu 2 ditekan, maka pintu air 1 yang diwakili oleh *solenoid valve* 1 akan menyala dan mengalirkan air.
9. Jika salah satu dari tombol pintu 1 atau tombol pintu 2 dilepas, maka pintu air 1 akan menutup.
10. Jika tombol pintu 2 ditekan, maka pintu air 2 yang diwakili oleh *solenoid valve* 2 akan menyala dan mengalirkan air. Kondisi ini juga akan membuka pintu air 1 karena sesuai dengan aturan yang dibuat, artinya kedua pintu akan terbuka.
11. Jika tombol pintu 2 dilepas, maka pintu air 2 akan menutup. Hal ini juga berlaku untuk pintu air 1 yang akan menutup.
12. Jika keadaan-keadaan di atas tidak terpenuhi, maka akan kembali menuju proses pengecekan nilai *rotary* lagi. Begitu seterusnya hingga *rotary* tidak melakukan pengecekan nilai lagi dan berhenti.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. 3 Keseluruhan Program untuk *Prototype*

1. Saat ditekan START (00.00), program memulai untuk membaca nilai dari *Rotary Encoder* menggunakan perintah PRV(881). PRV(881) akan membaca dan mengupdate nilai yang terbaca selama program dijalankan (*real time*).



Gambar 3. 4 Perintah PRV untuk membaca nilai *Pulse*

A. *Port Specifier* : *port* yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan *port* 0010 hex karena *high speed counter* yang digunakan adalah *high speed counter 0*.

Tabel 3. 1 Table Port Specifier

P	Port
0000 hex	<i>Pulse Output 0</i>
0001 hex	<i>Pulse Output 1</i>
0002 hex	<i>Pulse Output 2 (CPIH Only)</i>
0003 hex	<i>Pulse Output 3 (CPIH Only)</i>
0010 hex	<i>High speed counter 0</i>
0011 hex	<i>High speed counter 1</i>
0012 hex	<i>High speed counter 2</i>
0013 hex	<i>High speed counter 3</i>
0020 hex	<i>Inverter Positioning 0 (CPIH Only)</i>
0021 hex	<i>Inverter Positioning 1 (CPIH Only)</i>
0100 hex	<i>Interrupt Input 0 in counter mode</i>
0101 hex	<i>Interrupt Input 1 in counter mode</i>
0102 hex	<i>Interrupt Input 2 in counter mode</i>
0103 hex	<i>Interrupt Input 3 in counter mode</i>
0104 hex	<i>Interrupt Input 4 in counter mode</i>
0105 hex	<i>Interrupt Input 5 in counter mode</i>
0106 hex	<i>Interrupt Input 6 in counter mode</i>
0107 hex	<i>Interrupt Input 7 in counter mode</i>
1000 hex	<i>PWM Output 0</i>
1001 hex	<i>PWM Output 1</i>

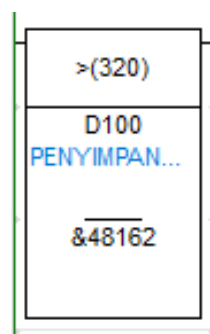
B. Control Data : menentukan perintah yang akan dilakukan. Pada penelitian ini menggunakan *control data 0000 hex* untuk membaca nilai PV (*Pulse Value*).

Tabel 3. 2 *Table Control Data*

C	Function
0000 hex	<i>Reads PV</i>
0001 hex	<i>Reads Status</i>
0002 hex	<i>Reads Range Comparison Result</i>

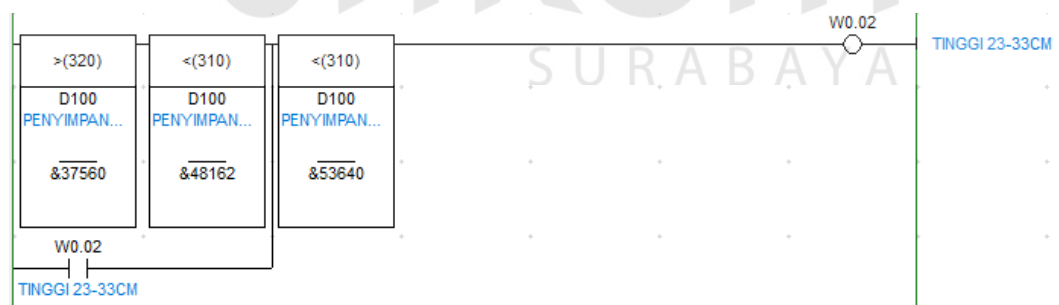
C. First Destination : memori yang digunakan untuk menyimpan nilai PV.

- Membandingkan nilai yang terdapat pada memori D100 dengan nilai 48162. Apakah nilai pada D100 lebih besar dari 48162. Jika keadaan nilai D100 lebih besar, maka akan mengaktifkan alamat W0.01. Alamat ini hanya digunakan sebagai penanda bahwa keadaan tersebut terpenuhi, alamat ini berstatus aktif atau mati (0 atau 1). Keadaan ini menandakan bahwa ketinggian air yang ditunjukkan oleh nilai *Pulse* berada pada ketinggian kurang dari 23 cm. semakin tinggi air, maka semakin kecil nilai pulse yang dihasilkan. Hal ini di pengaruhi oleh peletakan posisi sensor pada alat.



Gambar 3. 5 Kondisi Lebih Dari

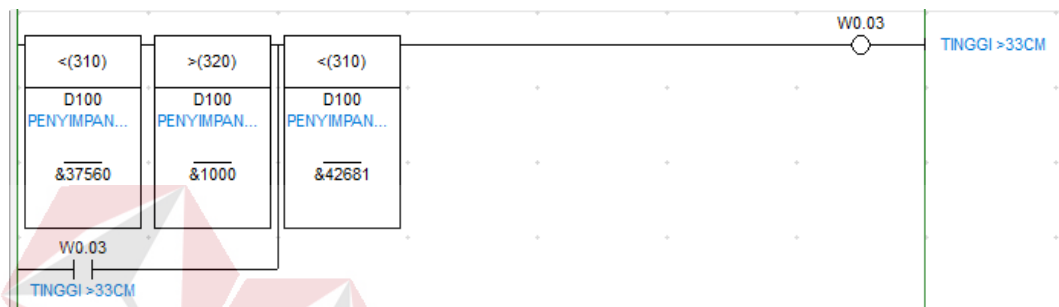
3. Membandingkan nilai yang terdapat pada memori D100, apakah nilai pada D100 berada diantara nilai 37560 dan 48162 lebih besar dari 37560 dan kurang dari 48162 dan kurang dari 53640. Jika keadaan tersebut benar, maka akan mengaktifkan alamat W0.02. Alamat ini hanya digunakan sebagai penanda bahwa keadaan tersebut terpenuhi, alamat ini berstatus aktif atau mati (0 atau 1). Alamat ini juga yang akan mengaktifkan pompa air. Keadaan ini menandakan bahwa ketinggian air yang ditunjukkan oleh nilai *Pulse* berada pada ketinggian antara 23 cm hingga 33 cm. Alamat W0.02 akan di *OR* dengan perbandingan nilai D100 kurang dari 53640. Hal ini digunakan untuk menentukan batas bawah pompa harus mati. Dalam program ini nilai tersebut mewakili 18 cm. Sehingga dapat diartikan bahwa pompa akan menyala pada ketinggian di atas 23 cm dan pada saat air turun, pompa akan mati pada ketinggian 18 cm dan akan menyala kembali jika ketinggian telah mencapai 23 cm lagi. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketidakstabilan pompa untuk menyala ataupun mati.



Gambar 3. 6 Kondisi Di antara

4. Membandingkan nilai yang terdapat pada memori D100, apakah nilai pada D100 kurang dari 37560 dan lebih dari 1000 dan kurang dari 42581. Jika keadaan tersebut benar, maka akan mengaktifkan alamat W0.03. Alamat ini

hanya digunakan sebagai penanda bahwa keadaan tersebut terpenuhi, alamat ini berstatus aktif atau mati (0 atau 1). Alamat ini juga yang akan mengaktifkan pompa air. Keadaan ini menandakan bahwa ketinggian air yang ditunjukkan oleh nilai *Pulse* berada pada ketinggian lebih dari 33 cm. Proses ini sama dengan proses 3 yang menggunakan batas bawah untuk mematikan pompa. Batas bawah untuk pompa 2 akan mati berada pada ketinggian air 28 cm.



Gambar 3. 7 Kondisi Di antara

5. Jika W0.02 aktif atau W0.03 aktif dan START juga aktif, maka akan mengaktifkan pompa air 1. Terdapat kondisi bahwa salah satu W0.02 atau W0.03 aktif dikarenakan W0.03 menandakan jika ketinggian saat ini lebih dari 33 cm, yang artinya juga melebihi ketinggian 23 cm sehingga juga dapat mengaktifkan pompa 1.
6. Jika W0.03 aktif dan START juga aktif, maka akan mengaktifkan pompa air 2.
7. Pintu Air 1 akan terbuka jika tombol pintu 1 atau tombol pintu 2 dan tombol START ditekan. Jika hanya salah satu, maka pintu air tidak akan aktif dan terbuka.
8. Pintu Air 2 akan terbuka jika tombol pintu 2 dan tombol START ditekan. Jika hanya salah satu, maka pintu air tidak akan aktif dan terbuka.

9. A531.00 hingga A531.03 adalah alamat yang digunakan oleh *high speed counter* untuk memulai ulang perhitungan nilai *Pulse* jika alamat tersebut aktif. Pada *Ladder Diagram* alamat ini akan aktif jika START tidak ditekan atau aktif, sehingga pada saat itu nilai *Pulse* akan kembali ke nilai awal (67295).

3.4 Model Perancangan

3.4.1 Model Perancangan Sungai



Gambar 3. 8 Pemodelan Sungai

Keterangan pada Gambar 3.3:

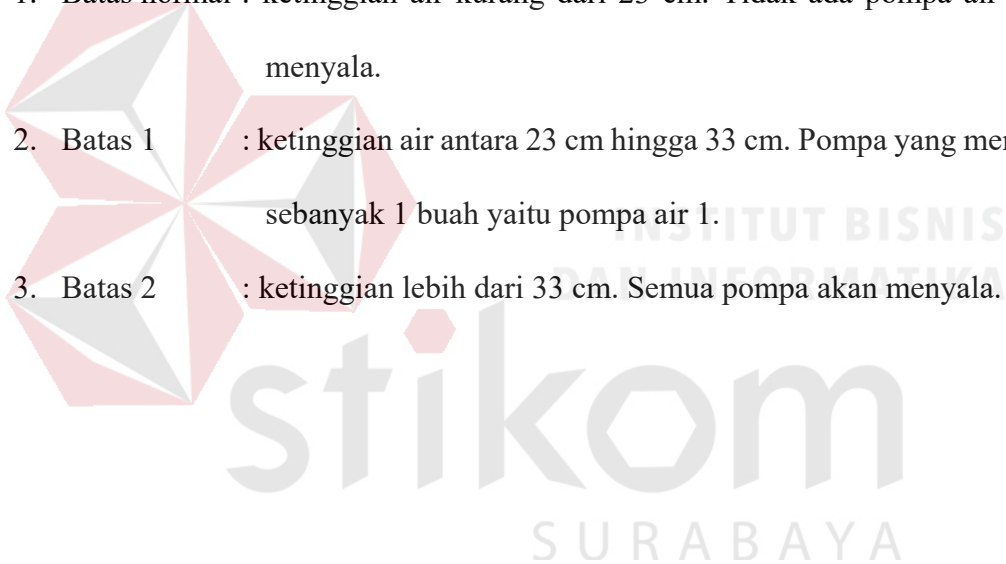
- a Bak Air A : Pemodelan dari sungai dengan sisi sungai yang lebih tinggi dimana bak ini nantinya yang akan diukur tingginya.
- b Bak Air B : Pemodelan sungai dengan sisi sungai yang lebih rendah dimana bak ini nantinya yang akan digunakan sebagai tempat penampung air dari bak air A.

Ukuran dari Pemodelan sungai sebagai berikut:

1. Panjang rancang bangun : 30 cm.
2. Lebar rancang bangun : 30 cm.
3. Tinggi rancang bangun : 50 cm.
4. Daya tampung : 42 liter.

Berdasarkan ukuran ini, akan digunakan dalam penentuan ketinggian air batas normal, batas 1 dan batas 2. Batas-batas ini sebagai acuan dalam mengaktifkan banyaknya pompa air.

1. Batas normal : ketinggian air kurang dari 23 cm. Tidak ada pompa air yang menyala.
2. Batas 1 : ketinggian air antara 23 cm hingga 33 cm. Pompa yang menyala sebanyak 1 buah yaitu pompa air 1.
3. Batas 2 : ketinggian lebih dari 33 cm. Semua pompa akan menyala.



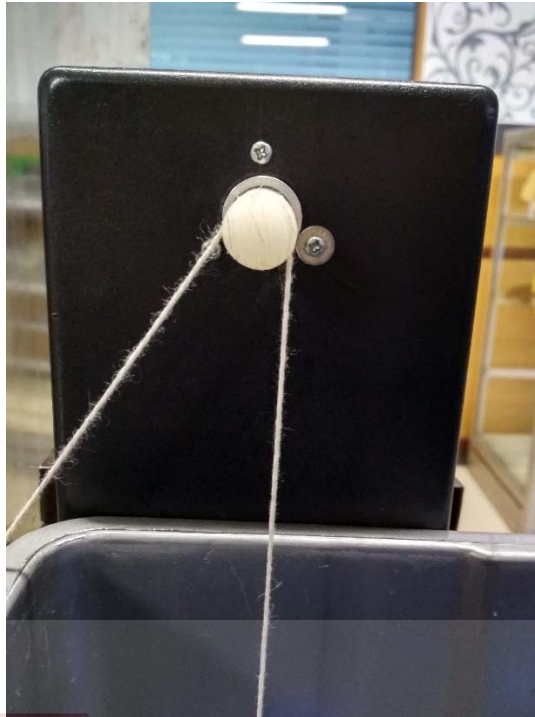
3.4.2 Pemodelan *Rotary Encoder*



Gambar 3. 9 Mekanik *Rotary Encoder* Tampak Belakang



Gambar 3. 10 Mekanik *Rotary Encoder* Tampak Depan



Gambar 3. 11 Desain Peletakan Tali Pelampung

Pada Gambar 3.10 dapat dilihat bentuk dari rancangan pengukur. Mekanik ini dari depan yang nantinya akan di arahkan menghadap Pemodelan sungai. Dalam hal ini akan mempermudah dalam penempatan tali ukur karena akan langsung turun pada model sungai. Gambar 3.11 melihat bahwa pada bagian nilon putih bagian tengahnya di beri pola agar nantinya tali ukur dapat bergerak dengan mudah. Gambar 3.9 memperlihatkan jika bagian ini akan mempermudah dalam sistem *wiring* dari PLC ke model *rotary* sehingga tidak perlu bongkar pasang kabel dalam kenyataannya.

3.4.3 Pemodelan Pompa Air



Gambar 3. 12 Pemodelan Pompa Air

Dalam pengimplementasian pompa air, digunakan model seperti Gambar 3.12 dimana 2 lubang stop kontak yang ada akan digunakan untuk mengaktifkan pompa air. Bagian samping alat juga dilengkapi dengan *port* yang akan mempermudah dalam *wiring* PLC ke alat.

3.4.4 Pemodelan Pintu Air

Dalam pengimplementasian Pintu Air yang ada pada Rumah Pompa digunakan *Solenoid Valve*. Solenoid ini nantinya akan membuka dan menutup tergantung dari *input* yang akan diterima. Model pintu ini juga akan menggunakan beberapa *port* untuk memudahkan dalam *wiring* dengan PLC.



Gambar 3. 13 Pemodelan Pintu Air Menggunakan *Solenoid valve*

3.5 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada *Prototype* ini akan mengatur tentang rangkaian elektronika dari tiap komponen *input* maupun *output* yang terhubung. Tujuan dari perancangan ini adalah agar komponen yang terhubung dapat digunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan tegangan yang diperlukan.

3.5.1 Perancangan *Rotary Encoder*

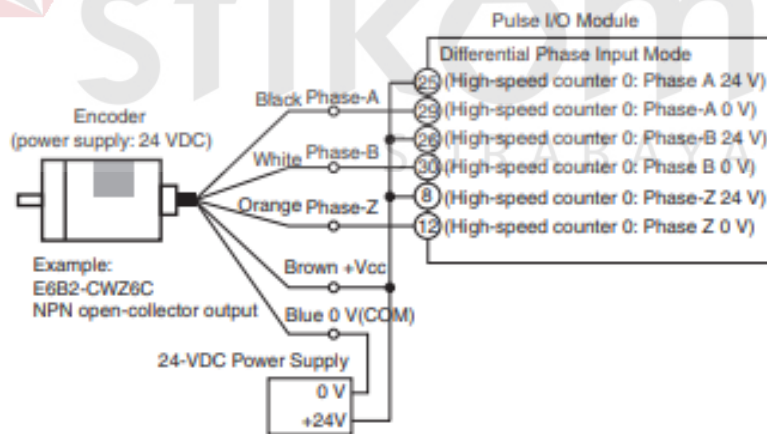
Perangkat ini merupakan bagian masukan dari PLC yang digunakan sebagai pengukur ketinggian air yang terdapat dalam bak air yang pada *prototype* ini digunakan sebagai simulasi dari sungai yang ada pada rumah pompa. Pada *Rotary Encoder* terdapat lima kabel yang akan terhubung dengan PLC. Masing-masing kabel yang ada pada *Rotary Encoder* akan dihubungkan dengan modul *input* MD211 yang fungsinya untuk mengukur *high speed counter* yang dihasilkan oleh *Rotary Encoder*. Dimana setelah perangkat ini terhubung, perangkat ini akan dijalankan oleh program yang telah dibuat. Tegangan yang digunakan dalam perancangan alat ini menggunakan tegangan VDC dimana tegangan ini diperoleh dari *power supply* yang terdapat dalam PLC itu sendiri. Berikut ini adalah rancangan dari *Rotary Encoder* dengan modul MD211 pada PLC:

Tabel 3. 3 Port Module XW2Z

Pulse I/O Module No.0 (on the right)					
Input Tipe and Number	Terminal Symbol	Pin	(*1)	Description*2	
				OC	LD
<i>High Speed Counter 0</i>	IN08	25	A13	<i>Phase A Input 24 V</i>	...
		27	A14	...	<i>Phase A LD+</i>
		29	A15	<i>Phase A Input 0 V</i>	<i>Phase A LD-</i>
	IN09	26	B13	<i>Phase B Input 24 V</i>	...
		28	B14	...	<i>Phase B LD+</i>
		30	B15	<i>Phase B Input 0 V</i>	<i>Phase B LD-</i>
	IN03	8	B4	<i>Phase Z Input 24 V</i>	...
		10	B5	...	<i>Phase Z LD+</i>
		12	B6	<i>Phase Z Input 0 V</i>	<i>Phase Z LD-</i>

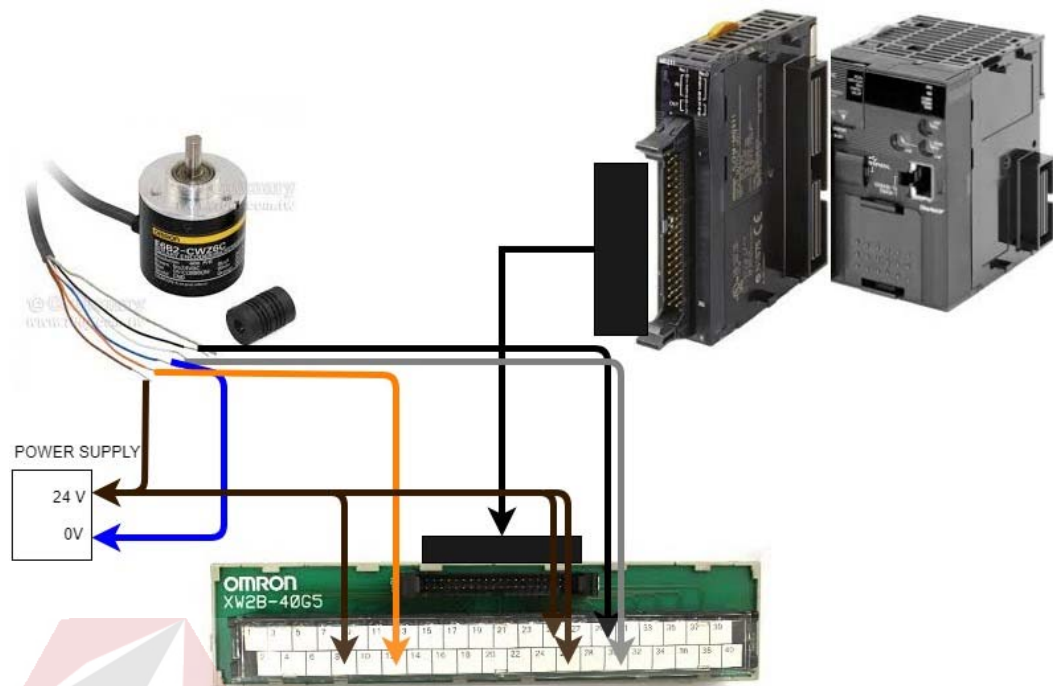
https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v3/w486_cj2m-md21_pulse_i_o_module_users_manual_en.pdf

Using a 24-VDC Open-collector Encoder



Gambar 3. 14 Wiring Rotary Encoder

https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v3/w486_cj2m-md21_pulse_i_o_module_users_manual_en.pdf



Gambar 3. 15 *Wiring Rotary Encoder dengan PLC*

PLC menggunakan *High speed counter 0* sehingga *wiring* ditunjukkan gambar 3.16 dengan keterangan:

Tabel 3. 4 *Wiring Rotary Encoder*

Kabel	Source	PIN
Hitam	<i>Phase A</i>	29
Putih	<i>Phase B</i>	30
Orange	<i>Phase Z</i>	12
Coklat	+VCC	8
		25
Biru	-VCC	26
		-

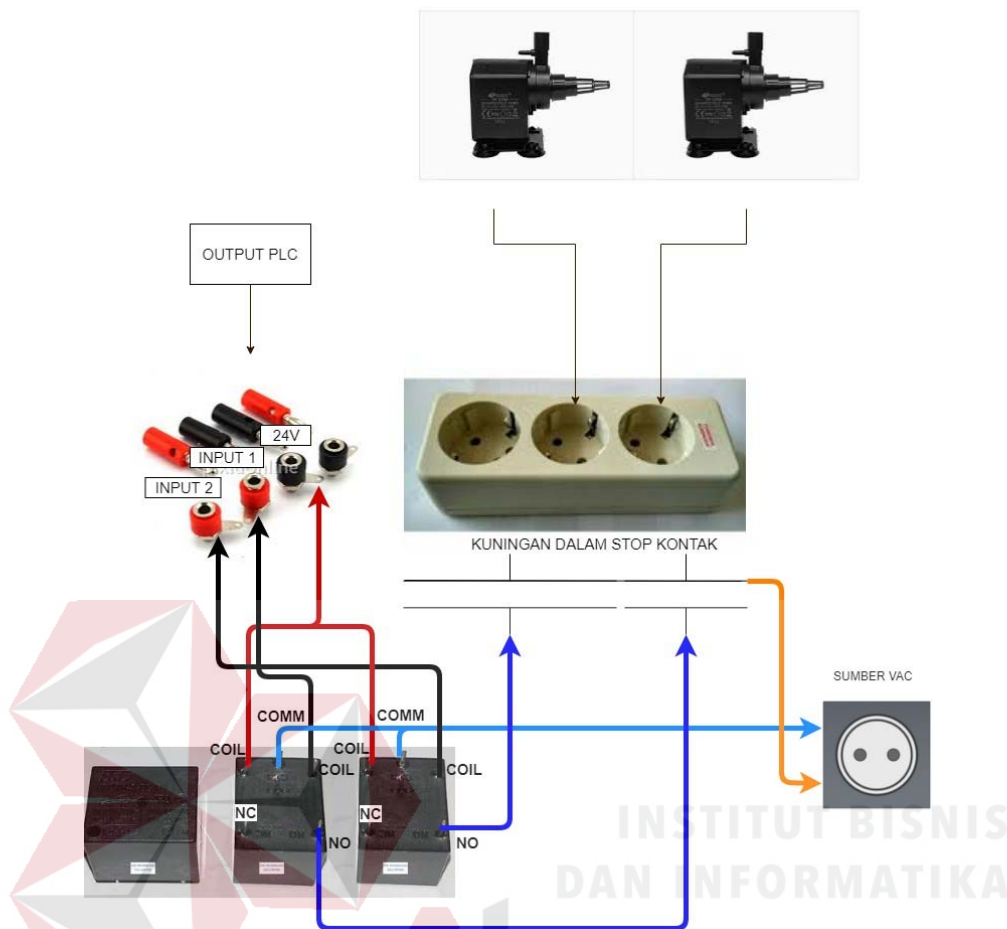
3.4.2 Perancangan Rangkaian Pompa Air

Bagian ini digunakan dalam memindahkan air dari bak air-1 ke bak air-2, tujuannya agar saat pada bak air 1 mencapai ketinggian melebihi batas normal maka pompa akan secara otomatis aktif dan memompa air tersebut menuju bak air 2 sehingga mencegah terjadinya kenaikan ketinggian air secara berlebih dan ketinggian air akan menjadi setinggi batas normal kembali. Untuk mengaktifkan maupun mematikan pompa ini dengan menggunakan *relay* sebagai saklar elektrik hidup dan mati. Pompa yang digunakan akan terhubung dengan tegangan 220 VAC, sehingga pada saat *relay* dalam keadaan mati maka akan memutus tegangan yang terhubung, begitu juga sebaliknya saat *relay* dalam keadaan hidup maka akan menghubungkan kembali tegangan yang tadi terputus sehingga pompa dapat aktif dan bekerja sesuai fungsinya. *Relay* yang digunakan mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya:

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Relay*

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan <i>Input Coil</i>	24 VDC
Tegangan <i>Output</i> pada NO	250 ~
Tegangan <i>Output</i> pada NC	250 ~
Arus	10 Ampere

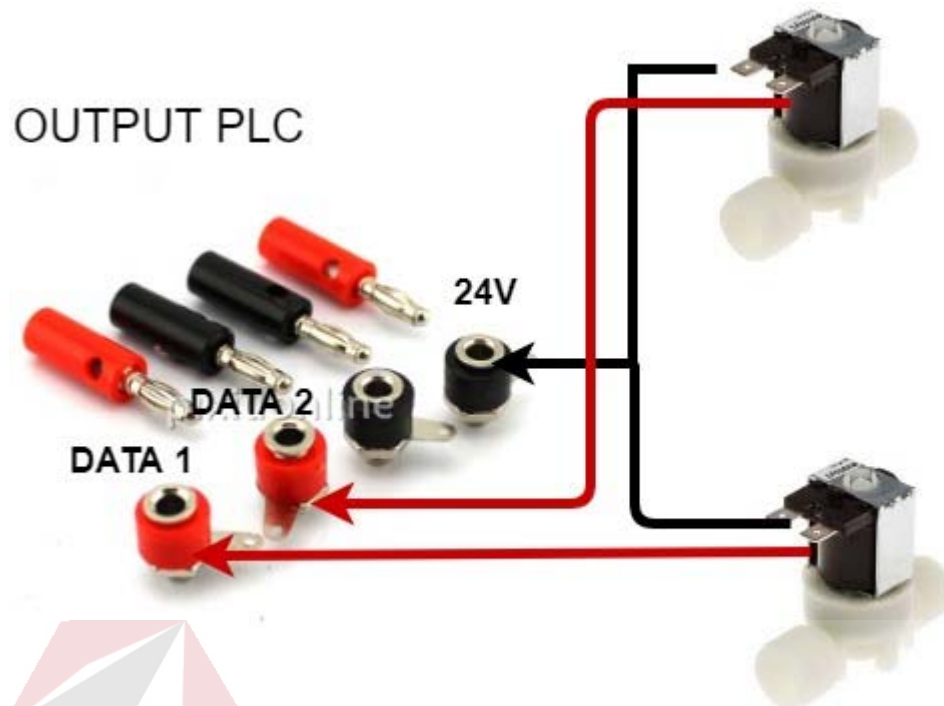
Relay ini akan aktif jika mendapat data dari nilai *Rotary Encoder* yang menunjukkan nilai diatas batas normal dari ketinggian air. Aktifnya *relay* juga akan mengaktifkan pompa air yang ada. Berikut adalah rangkaian pompa dengan *relay*:



Gambar 3. 16 Rangkaian Elektronika Pompa Air dengan Relay

3.4.3 Perancangan Rangkaian Solenoid Valve 24VDC

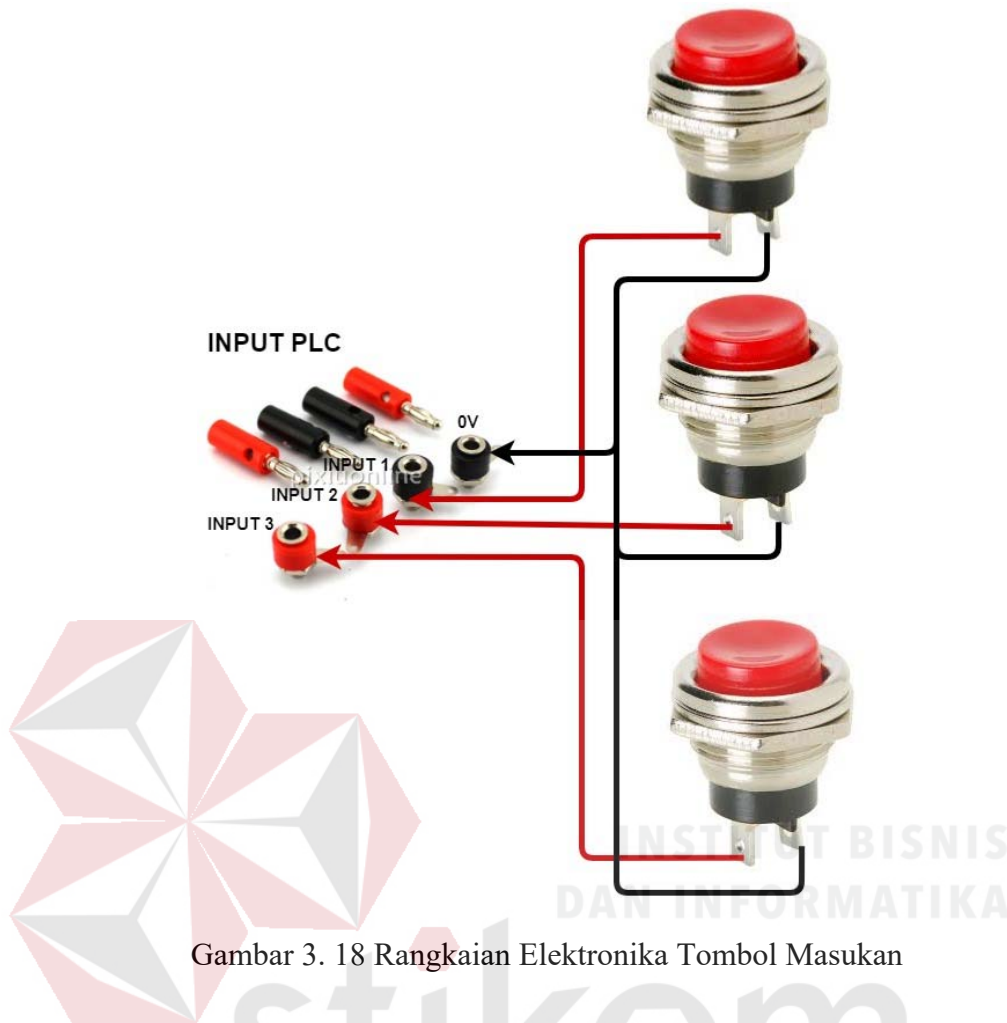
Bagian ini juga salah satu yang harus diperhatikan karena rangkaian ini yang akan menjadi dasar dalam pembuatan *prototype* pintu air. Dengan adanya *solenoid valve* ini, pintu air diharapkan dapat terbuka maupun menutup berdasarkan pada permintaan manusia. Pintu air ini juga digunakan untuk memindahkan air dari bak air 1 ke bak air 2 akan tetapi sifatnya tidak otomatis layaknya pompa air yang tidak bergantung pada *input* dari manusia, pintu air bergantung akan *input* dari manusia apakah menginginkan pintu air tersebut terbuka ataupun menutup. Berikut rancangan dalam pembuatan rangkaian pintu air menggunakan motor DC:



Gambar 3. 17 Rangkaian Elektronika *Solenoid Valve*

3.4.4 Perancangan Tombol Masukan

Perancangan rangkaian tombol masukan dimaksudkan agar nantinya tombol dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Rangkaian ini juga dipengaruhi oleh *source* dari PLC sendiri. PLC sendiri memiliki 2 macam *source*, yaitu *active low* dan *active high*. Penentuan ini dapat diketahui berdasarkan *common* yang terhubung dengan modul PLC tersebut. Modul PLC ID211 memiliki *common* yang terhubung dengan tegangan 24V, sehingga ini termasuk kedalam *source active low*. Hal ini yang akan menentukan bagaimana pengkabelan dari tombol masukan ini nantinya. Berikut adalah rangkaian elektronika untuk tombol dengan *active low*:



Gambar 3. 18 Rangkaian Elektronika Tombol Masukan

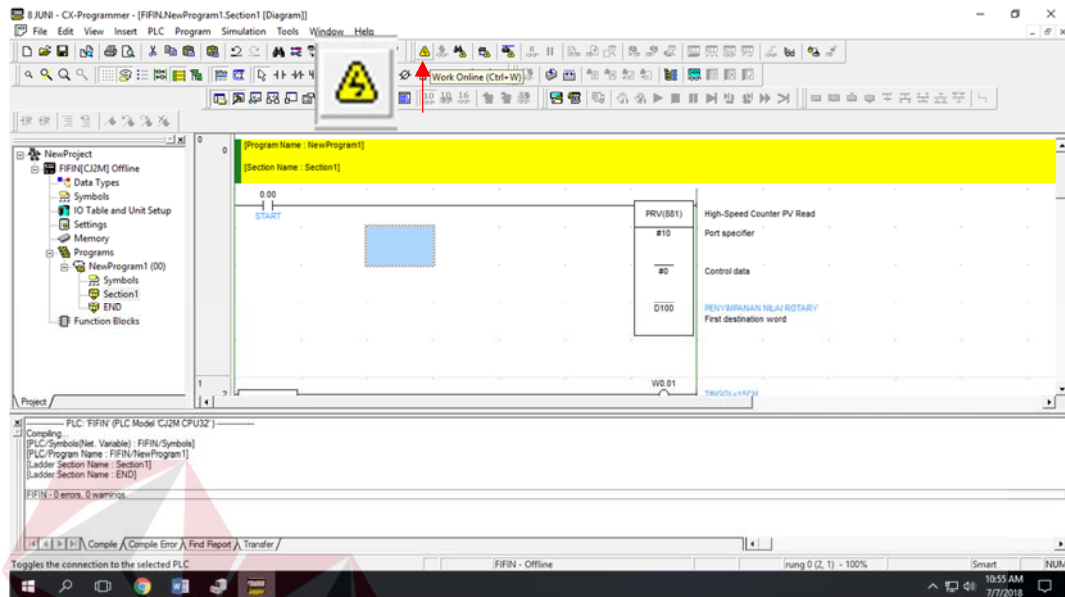
3.5 Pengujian Perangkat

Pengujian ini bertujuan untuk pengecekan keadaan perangkat apakah berfungsi sebagai mana mestinya sehingga dalam pengambilan data serta pengaturan perangkat keluaran dapat dilakukan dengan baik.

3.5.1 Pengujian Koneksi Antara PLC dengan Komputer

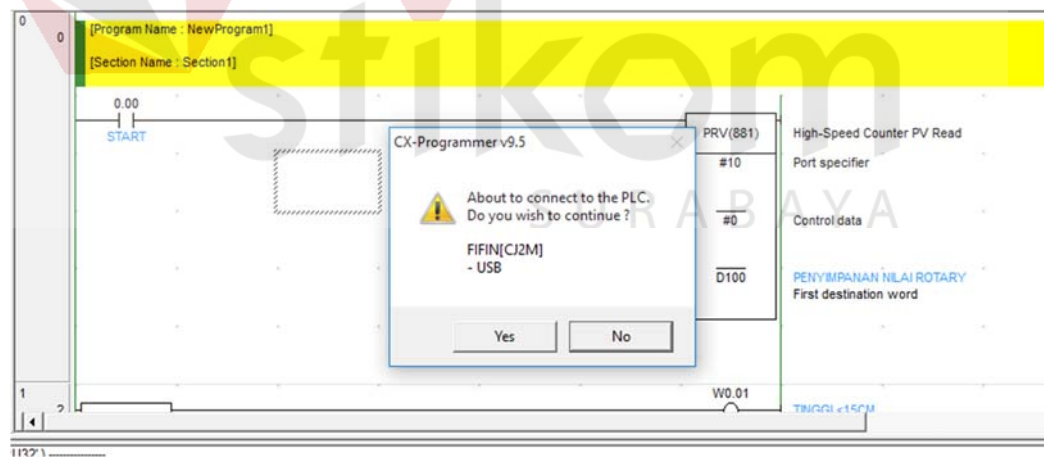
Dalam pengujian ini akan dilakukan pengujian koneksi antara PLC dengan PC apakah dapat terhubung dengan baik atau tidak. Jika pengujian koneksi dapat berjalan dengan baik, maka program yang telah dibuat juga dapat *download* ke PLC. Berikut pengujian yang dilakukan:

1. Memastikan PLC terhubung dengan PC menggunakan kabel USB.
2. Memilih icon “Work Online”.



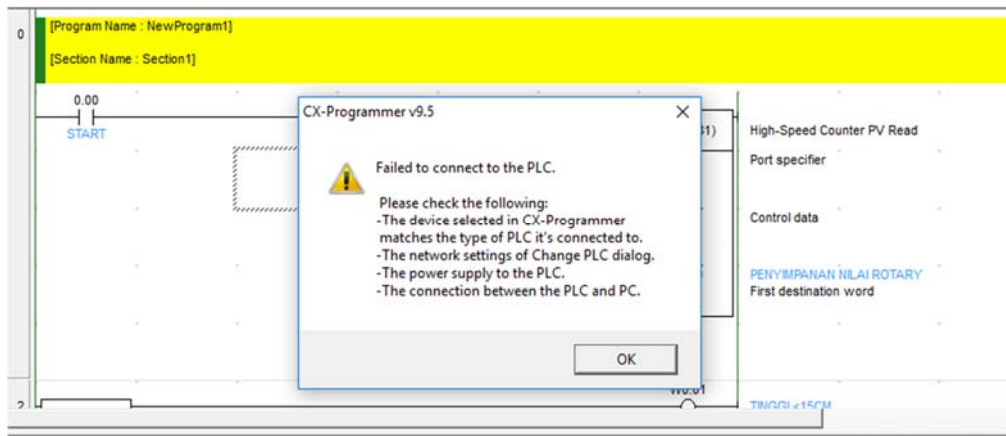
Gambar 3. 19 Work Online PLC

3. Memilih Yes.



Gambar 3. 20 Pilihan Komunikasi PLC

4. Jika terdapat kesalahan komunikasi antara PLC dengan PC akan muncul pesan kesalahan.



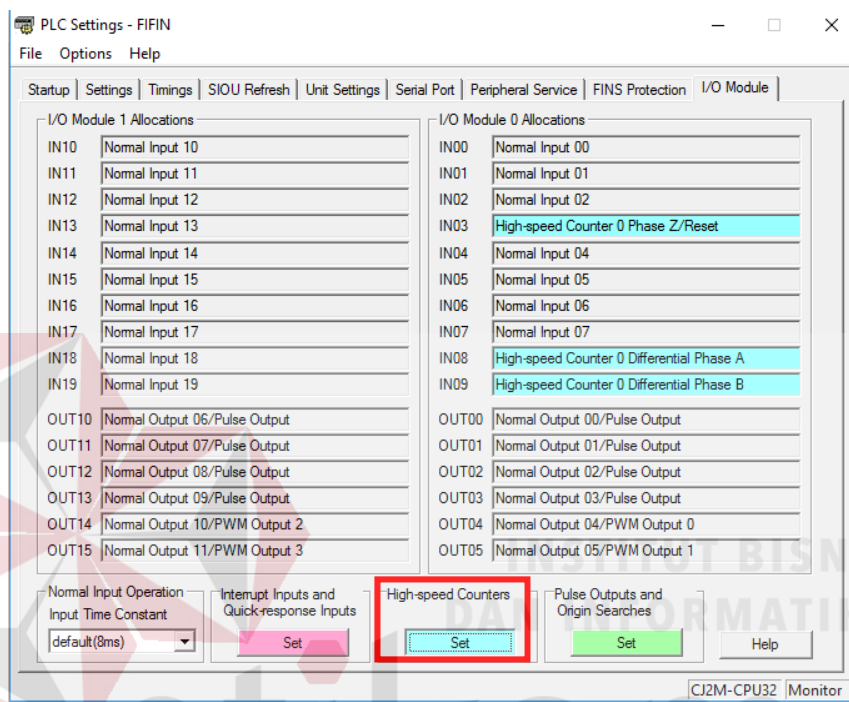
Gambar 3. 21 Pesan Kesalahan Komunikasi

5. Memastikan semua hal yang terdapat dalam pesan kesalahan telah di cek dan di perbaiki.
6. Jika sudah tidak terdapat kesalahan dalam hal koneksi, maka PLC dapat terhubung dengan baik dengan PC.

3.5.2 Pengujian *Rotary Encoder*

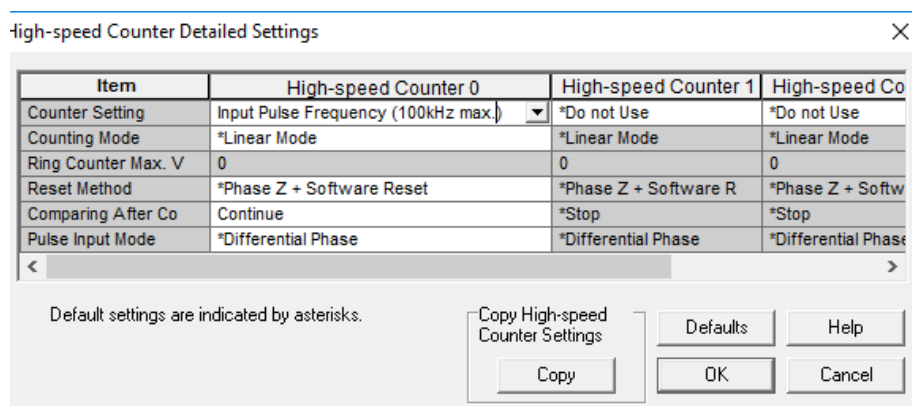
Pengujian ini bertujuan untuk pengambilan data dan hasil pembacaan nilai *Pulse* yang dihasilkan oleh *Rotary Encoder*. Hasil ini yang nantinya akan digunakan untuk menentukan tinggi air dan juga batas normal ketinggian air. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menghubungkan semua kabel yang ada pada *Rotary Encoder* dengan PLC. Sebelum menghubungkan kabel pada PLC, harus menentukan *Input* mana yang akan digunakan. Konfigurasi pada *Cx-programmer* digunakan untuk menyalakan *port* pada modul MD211 agar dapat membaca *Rotary Encoder* dengan baik. Konfigurasi ini juga bertujuan untuk menentukan alamat-alamat mana yang nantinya akan digunakan dan dihubungkan dengan PLC menggunakan kabel.

Konfigurasi dapat dilakukan melalui *Setting* yang terdapat dalam *Project Tree*, lalu pilih menu *I/O Module*, lalu pilih *set high speed counter*. Konfigurasi *high speed counter* mana yang akan digunakan dan dengan pengaturan seperti apa dapat di konfigurasi pada menu ini.



Gambar 3. 22 Setting I/O Module

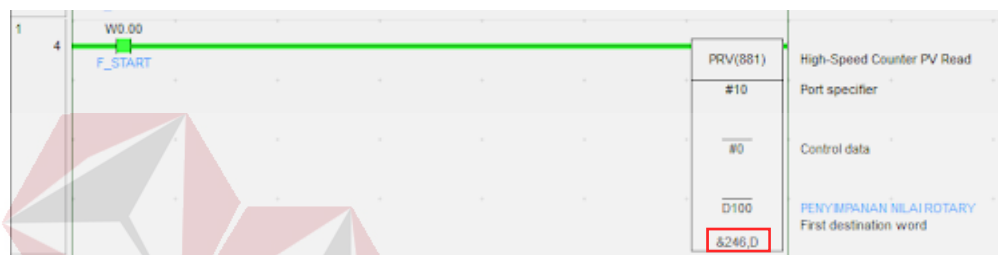
Konfigurasi *high speed counter* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 23 Setting High Speed Counter

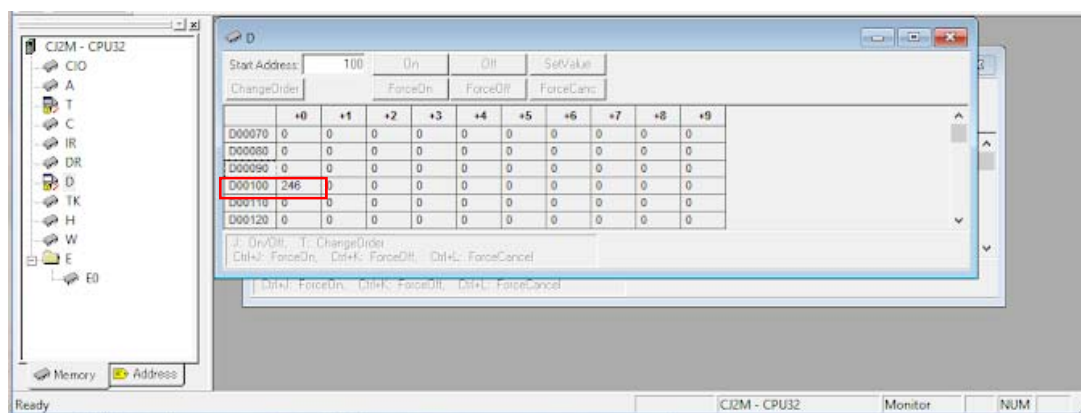
Setelah konfigurasi ini, pengkabelan dapat dilakukan dengan memperhatikan *Input* mana yang aktif. Langkah selanjutnya dapat membuat program untuk pembacaan nilai *Rotary*.

Nilai *Rotary* yang dibaca berupa nilai *Pulse*. Nilai *Pulse* yang diproses oleh CJ2M MD211 akan disimpan pada alamat memori D100. Program yang digunakan untuk pembacaan nilai *Rotary Encoder* dapat menggunakan perintah PRV(881) seperti dibawah ini:



Gambar 3. 24 Pembacaan nilai *Rotary Encoder*

Data yang telah disimpan pada memori D100 selanjutnya akan di proses kembali untuk memanfaatkan nilai tersebut sebagai setpoint dari ketinggian saat ini untuk menentukan aktif tidaknya pompa air untuk memindahkan air. Data yang disimpan pada memori dapat dilihat seperti di bawah ini:



Gambar 3. 25 Penyimpanan Nilai Sensor Pada Memori

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan yang dilakukan penulis merupakan pengujian dan pengamatan yang dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen dan program yang digunakan dalam sistem ini apakah berjalan dengan baik sesuai yang diharapkan.

4.1 Hasil Pengujian PLC OMRON CJ2M CPU32

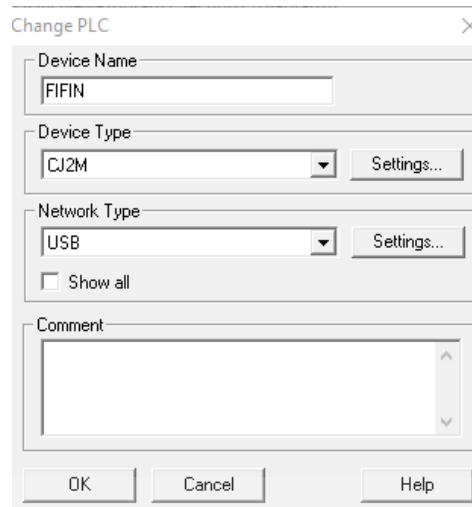
Pengujian pada PLC OMRON CJ2M CPU32 merupakan pengujian yang dilakukan pertama kali karena perangkat ini adalah perangkat utama yang digunakan dalam memonitoring perangkat *input* dan mengontrol perangkat *output*. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan program yang sebelumnya telah dibuat menggunakan aplikasi *Cx-programmer*. Adapun alat yang digunakan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. PLC OMRON CJ2M CPU32
- b. Komputer
- c. Aplikasi *Cx-programmer*
- d. USB *Downloader*

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian perangkat sebagai berikut:

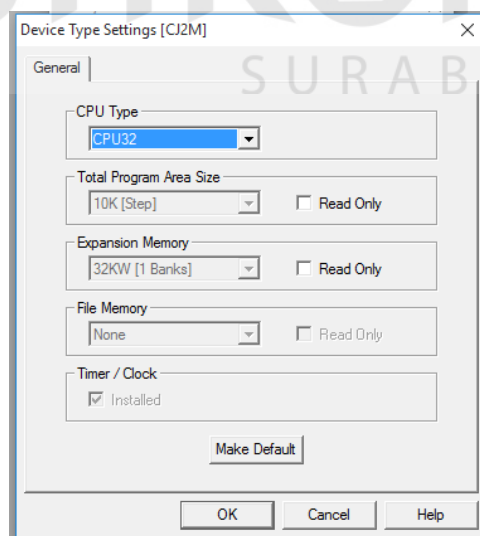
1. Menghidupkan semua panel yang ada pada PLC.
2. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan kabel USB *Downloader*

3. Membuka aplikasi *Cx-programmer*.
4. Mensetting PLC



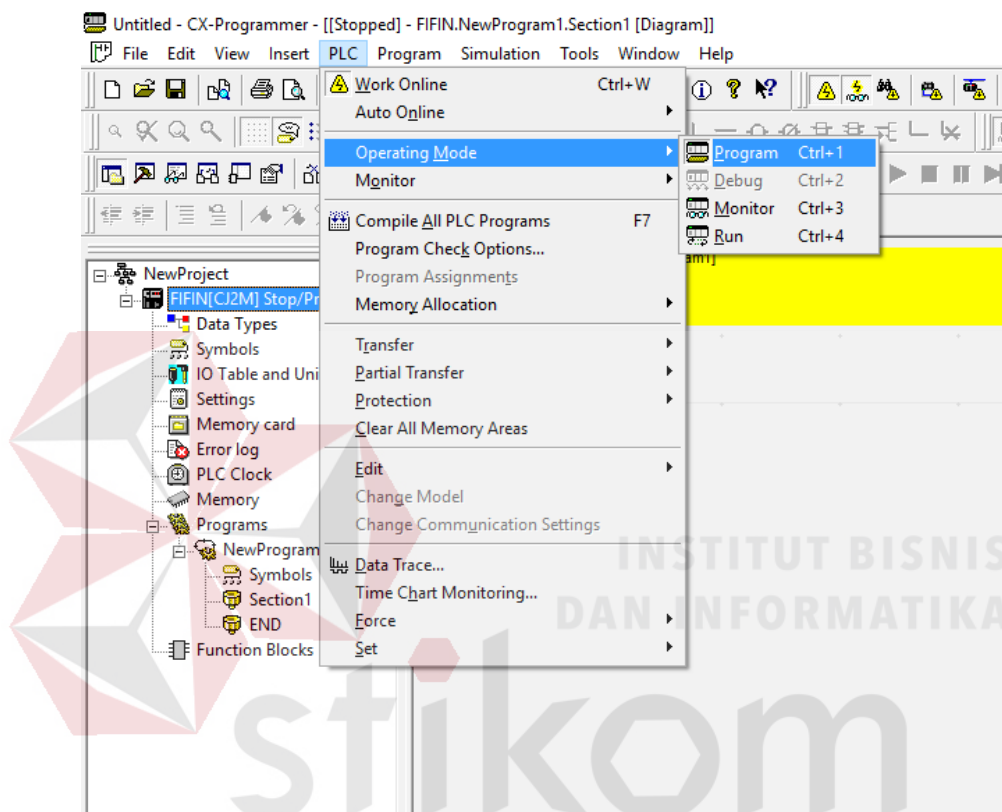
Gambar 4. 1 *Setting* PLC

Untuk mensetting PLC ini juga diperlukan *setting* tipe dari PLC tersebut agar tidak terjadi kesalahan saat memasukkan program. Berikut untuk *setting* tipe dari PLC:



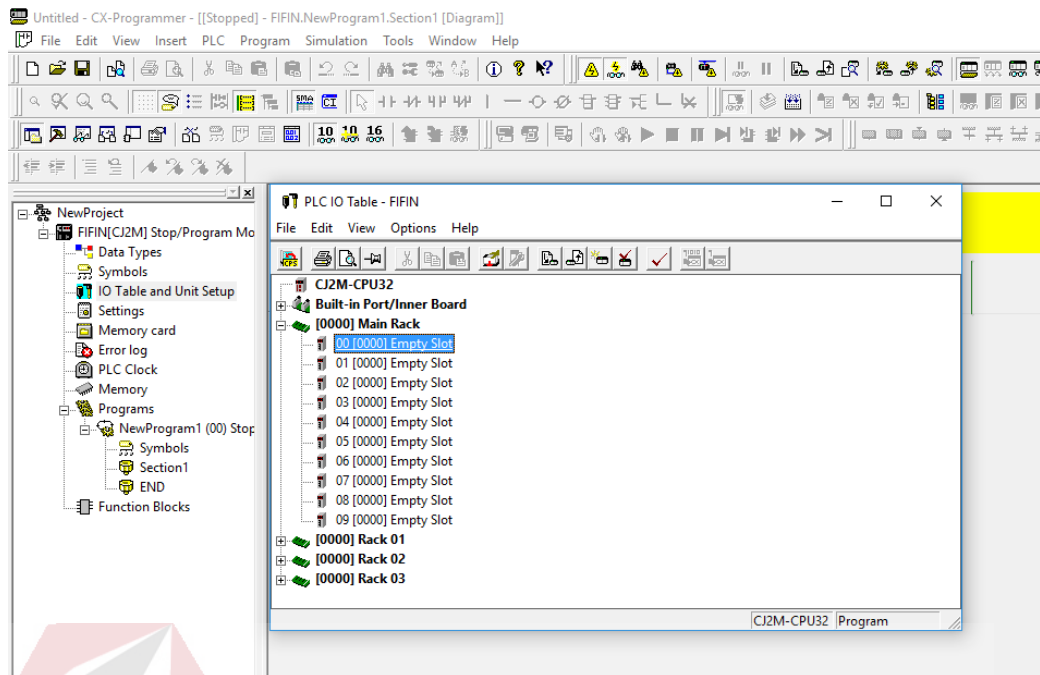
Gambar 4. 2 *Setting* Type PLC

5. Melakukan langkah yang terdapat pada Pengujian Koneksi PLC dengan Komputer (Pengujian 3.5.1).
6. Mengubah Mode PLC menjadi Mode Program. Pilih Menu *PLC* -> *Operating* -> *Program*. Ini digunakan untuk mengedit dan juga mengambil data dari PLC.



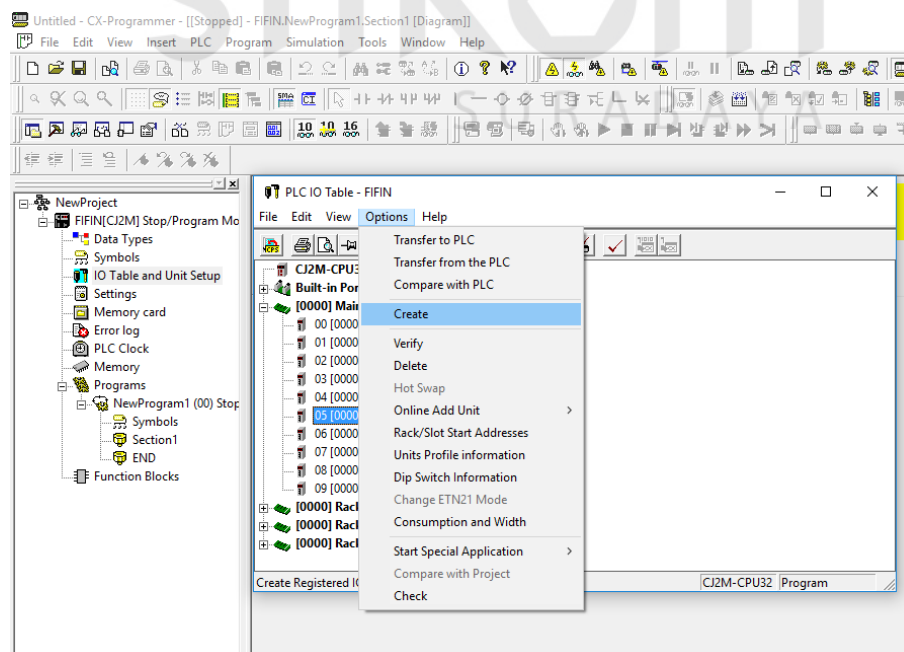
Gambar 4. 3 *Setting Mode Operation PLC*

7. *Mensetting I/O Table and Unit Setup -> Main Rack.*



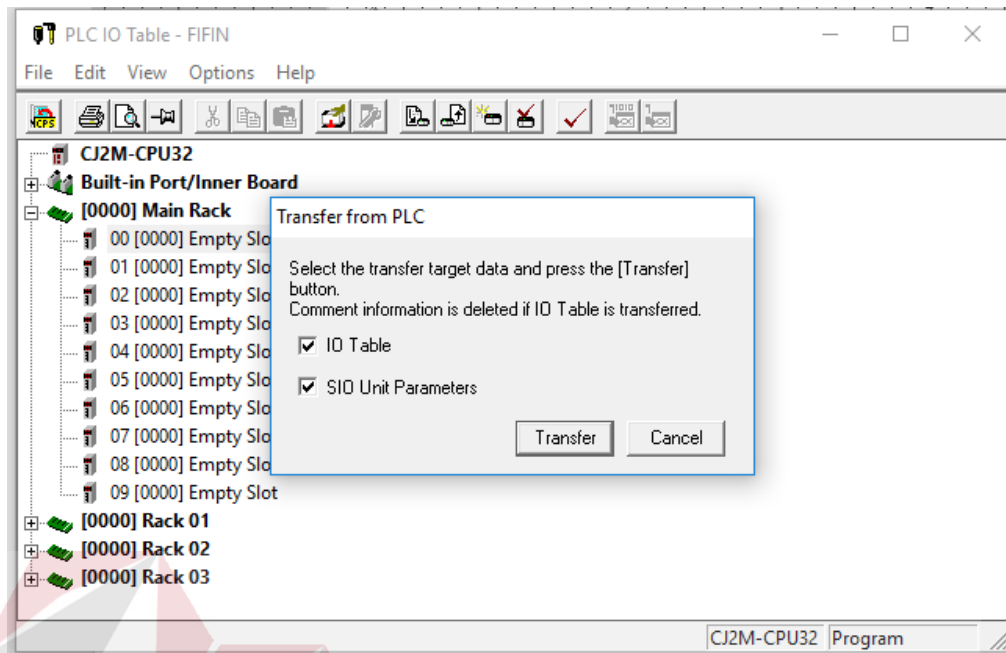
Gambar 4. 4 Setting I/O Table

Untuk *Setting* secara otomatis sehingga *I/O Table and Unit Setup* yang ada pada PLC dapat langsung masuk ke dalam *main rack* dengan cara Pilih *Option* -> *Create* -> *Transfer*.



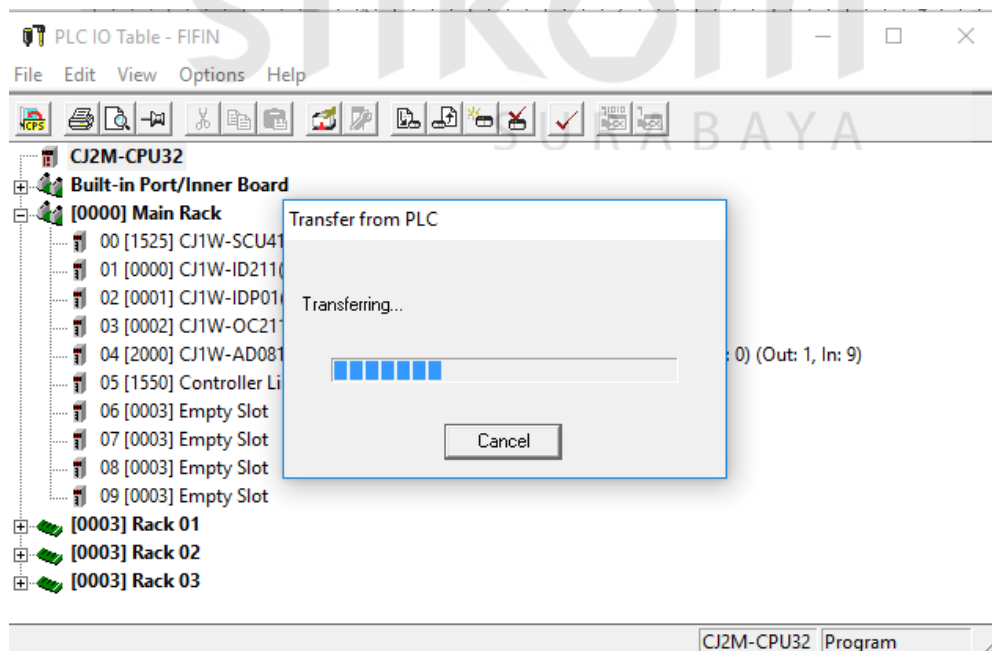
Gambar 4. 5 Create Main Rack PLC

Setelah *Create* akan muncul dialog untuk *Transfer from PLC* seperti berikut:



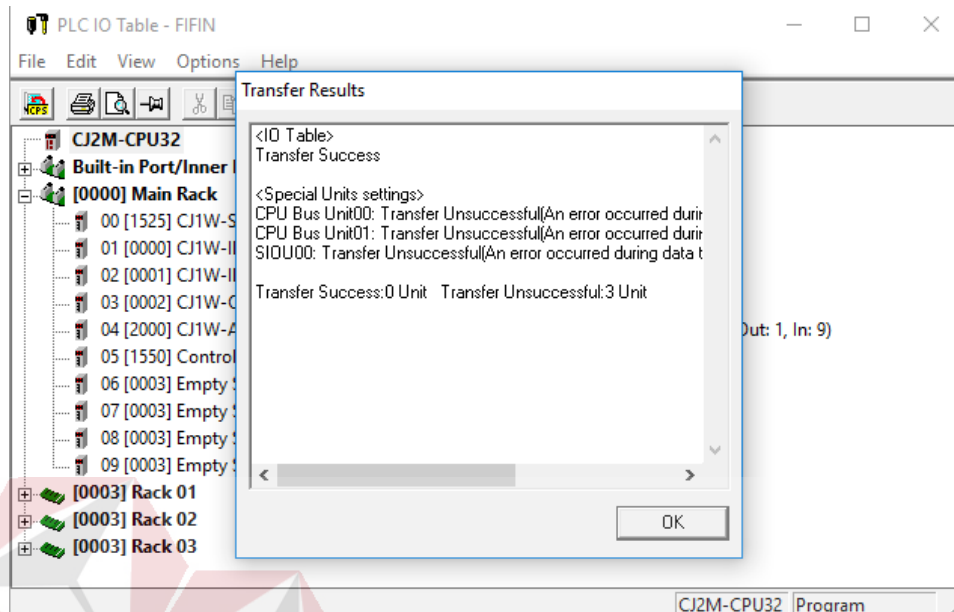
Gambar 4. 6 *Transfer File From PLC*

Berikut merupakan proses saat pengambilan data dari PLC. Tunggu proses ini hingga selesai.



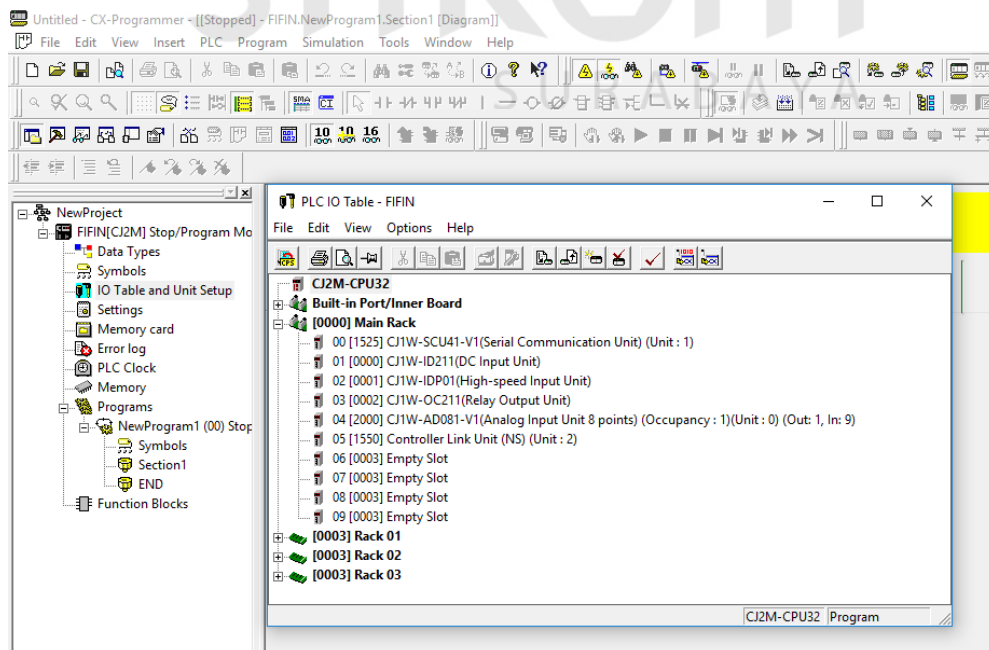
Gambar 4. 7 *Process Transfer File*

Pesan saat proses pengambilan data berhasil. Pesan ini menampilkan apa saja yang telah berhasil di *transfer* atau tidak berhasil.



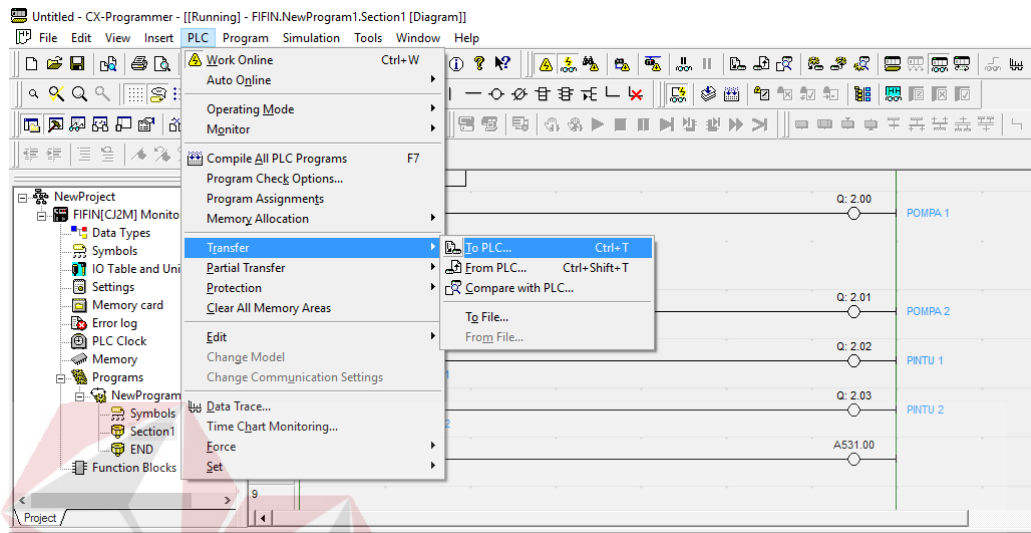
Gambar 4. 8 *Transfer Result*

Berikut adalah hasil *main rack* yang telah berhasil di *create* secara otomatis dari PLC.



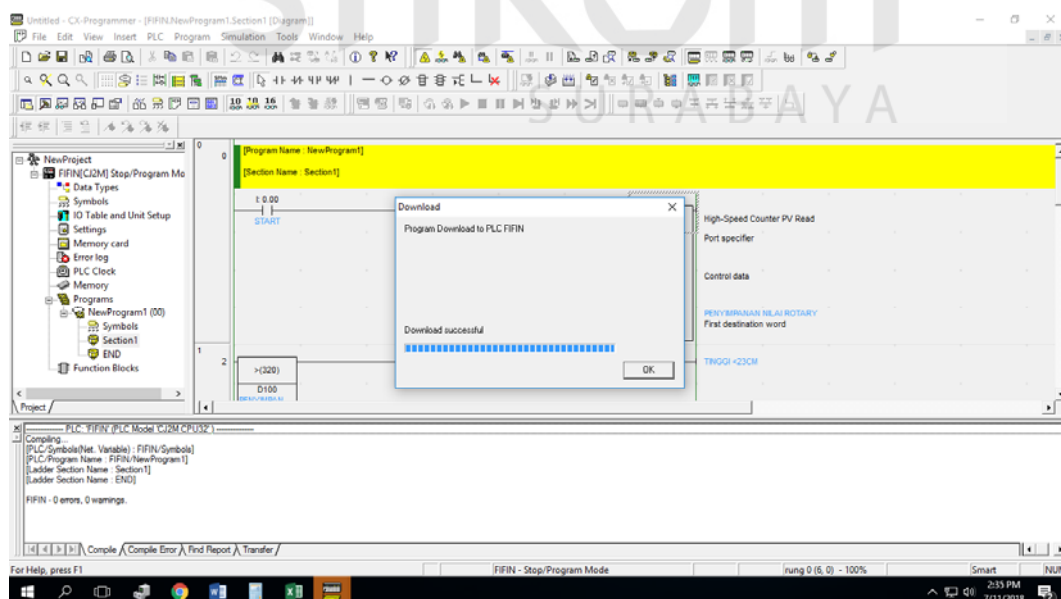
Gambar 4. 9 *Main Rack Setelah di Create*

8. Membuat Program sesuai kebutuhan.
9. Mendownload Program ke PLC. Menu *PLC* -> *Transfer* -> *To PLC*. Program ini yang nanti akan diolah oleh PLC.



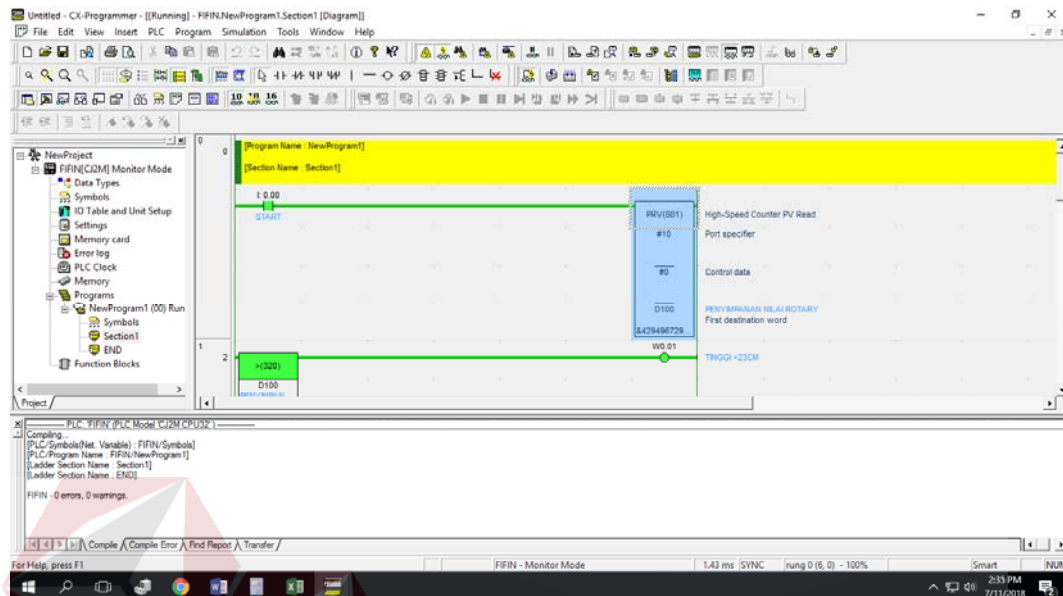
Gambar 4. 10 *Transfer File to PLC*

Proses saat program yang telah dibuat di masukkan ke dalam PLC. Dapat dilihat melalui pesan berikut:



Gambar 4. 11 *Process Transfer to PLC*

Program yang telah berhasil di masukkan ke dalam PLC, akan berubah dalam mode *online* seperti berikut:



Gambar 4. 12 Tampilan Program setelah *Transfer* berhasil

4.2 Hasil Pengujian Tombol Pintu

Pengujian Tombol Pintu ini dilakukan untuk menguji apakah tombol dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian ini dilakukan untuk tombol pintu 1 dan tombol pintu 2. Walaupun mempunyai kegunaan yang berbeda dalam pengaktifannya, akan tetapi cara kerja dari kedua tombol pintu ini sama, yaitu untuk mengaktifkan pintu air yang diimplementasikan menggunakan *Solenoid valve*. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. PLC OMRON CJ2M CPU32
2. Komputer
3. Aplikasi *Cx-programmer*
4. *USB Downloader*
5. Tombol Pintu yang telah dibuat

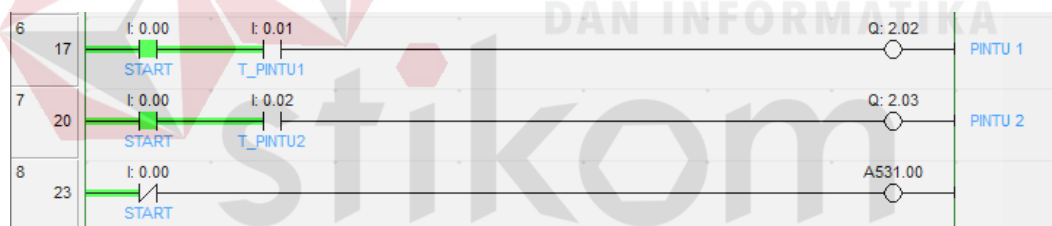
Tahapan yang dilakukan dalam pengujian perangkat adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan Kabel USB *Downloader*.
2. Membuat program menggunakan aplikasi *Cx-programmer* dengan memberikan pengalamatan untuk perangkat *input* sesuai dengan kegunaan dan kebutuhan dari perangkat. Berikut alamat yang diberikan pada tombol pintu yang digunakan:

Tabel 4. 1 Alamat *Input* PLC

Perangkat	Simbol	Alamat
Tombol Start	START	00.00
Tombol Pintu 1	T_PINTU1	00.01
Tombol Pintu 2	T_PINTU2	00.02

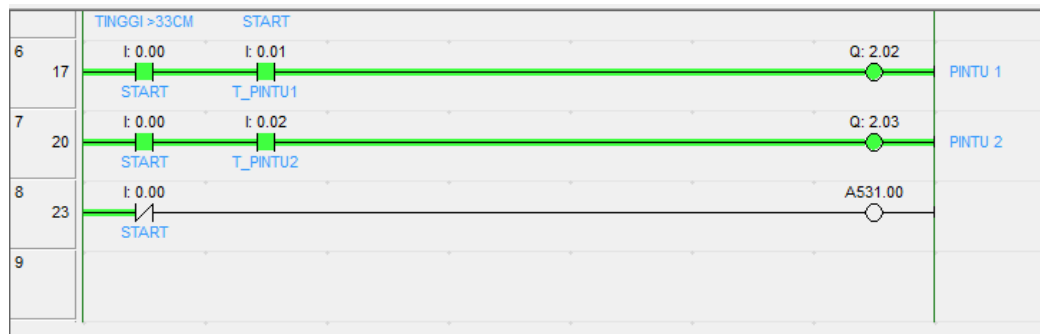
Program yang dibuat untuk melakukan pengujian tombol *input* seperti berikut:



Gambar 4. 13 Program untuk Tombol *Input*

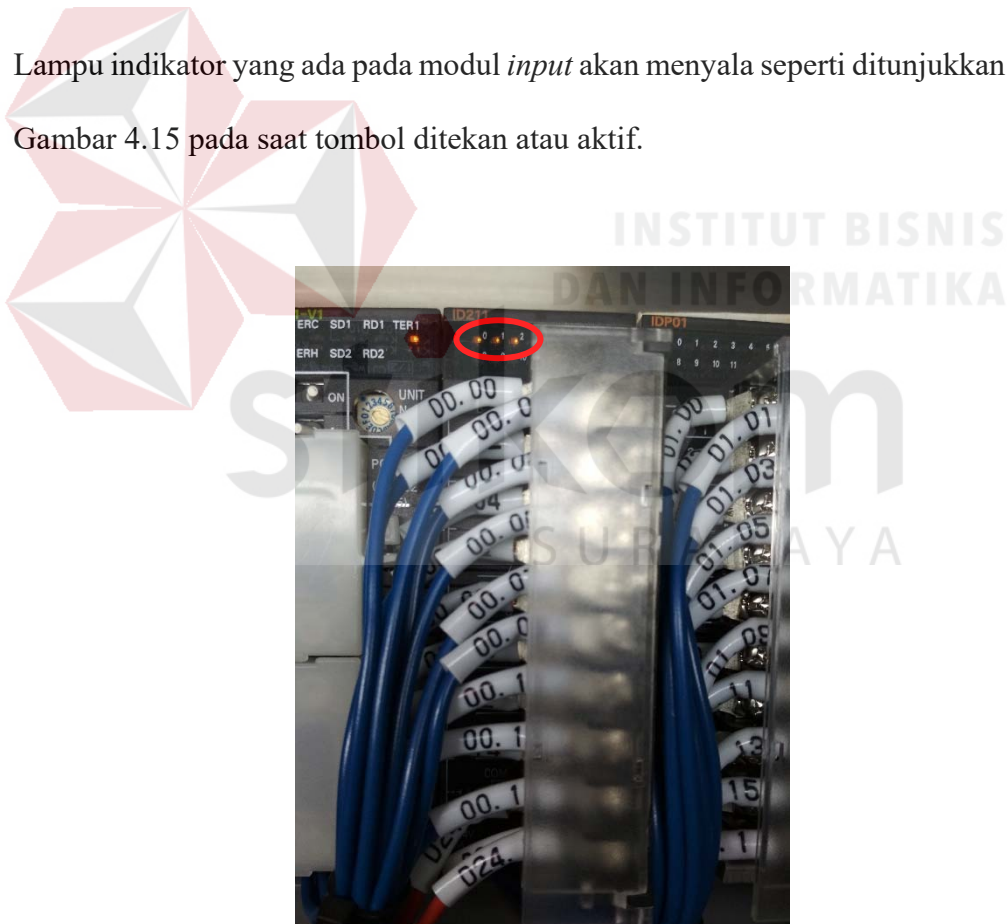
3. Menghubungkan perangkat *input* dengan PLC sesuai dengan alamat yang telah ditentukan.
4. Menekan tombol pada alat yang telah dibuat.
5. Melihat perubahan status yang terdapat pada program. Jika indikator pada program berubah menjadi hijau, menandakan bahwa status dari perangkat adalah aktif. Pengujian ini juga dapat dilihat berdasarkan indikator yang

terdapat pada modul *input* PLC CJ1W ID211. Lampu indikator akan menyala pada saat tombol ditekan.



Gambar 4. 14 Tombol *Input* aktif pada *Cx-programmer*

Lampu indikator yang ada pada modul *input* akan menyala seperti ditunjukkan pada Gambar 4.15 pada saat tombol ditekan atau aktif.



Gambar 4. 15 Indikator Modul *Input*

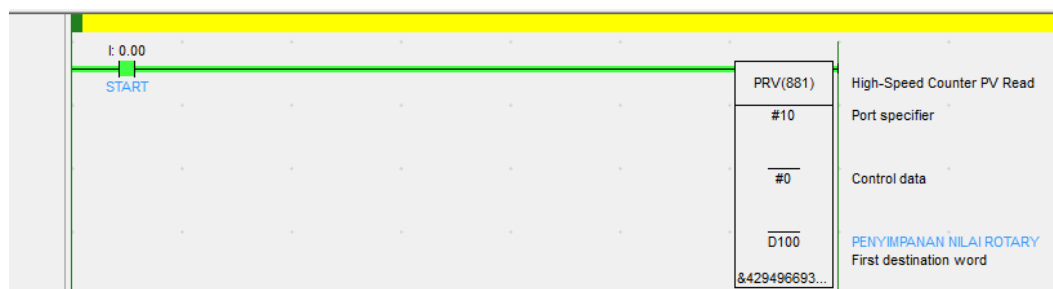
4.3 Hasil Pengujian Pengambilan Data *Rotary Encoder*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai yang dihasilkan oleh *Rotary*. Nilai ini nantinya yang akan dijadikan sebagai acuan dalam ketinggian air. Nilai ini juga yang nantinya akan diolah oleh PLC yang akan menentukan tindakan selanjutnya dari PLC. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini:

1. PLC OMRON CJ2M CPU32
2. Komputer
3. Aplikasi *Cx-programmer*
4. USB *Downloader*
5. *Rotary Encoder*

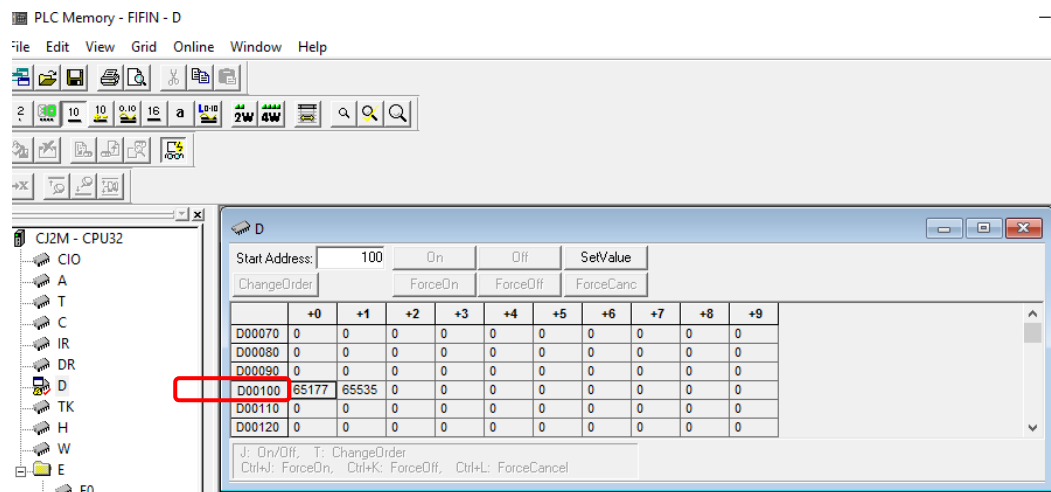
Tahapan yang dilakukan dalam pengujian perangkat adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan Kabel USB *Downloader*.
2. Menghubungkan *Rotary Encoder* dengan modul MD211 sesuai dengan sistem pengkabelan yang sesuai seperti Gambar 3.10.
3. Membuat dan mendownload program ke PLC untuk mengambil data yang dihasilkan oleh *Rotary Encoder* ke PLC.



Gambar 4. 16 Program Pembacaan *Rotary Encoder*

4. Nilai yang telah dihasilkan oleh *Rotary* akan disimpan dalam memori D100.



Gambar 4. 17 Penyimpanan Nilai *Rotary* pada Memori

5. Melihat dan mencatat setiap perubahan yang terdapat dalam memori D100 untuk menentukan ketinggian air berdasarkan alat ukur.

Data-data yang disimpan pada memori akan berubah setiap ketinggian air naik ataupun turun. Data-data ini akan digunakan sebagai tolok ukur dari ketinggian air yang ada. Berikut data ketinggian air saat air naik berdasarkan nilai *Pulse* yang dihasilkan:

Tabel 4. 2 Data Pengukuran *Rotary Encoder* saat Air Naik

Ketinggian (cm)	Percobaan saat air naik (nilai <i>Pulse</i>)					Rata-rata (<i>Pulse</i>)
	1	2	3	4	5	
5	65475	65526	65510	65327	65529	65503.67
10	61363	61249	61073	61595	61200	61228.33
15	56763	55697	56526	56588	56490	56328.67
20	51852	50745	51788	51899	52020	51461.67
23	48751	48550	48640	49047	48450	48647.00
25	46129	46250	45564	45858	46166	45981.00
30	41501	41561	41365	41595	41322	41475.67
33	37813	38141	38745	39184	38715	38233.00
35	36707	37005	36562	36947	36560	36758.00
40	31519	29251	31524	31685	31991	30764.67

Dari tabel di atas dapat dilihat setiap ketinggian air naik, maka nilai *Pulse* yang dihasilkan akan semakin kecil, hal ini terjadi karena arah dari perputaran poros *Rotary* itu sendiri. Tabel di atas menyatakan nilai *Pulse* dari ketinggian 5 hingga 40 cm. Terdapat pula ketinggian 23 cm dan 33 cm, ketinggian ini akan digunakan sebagai batas 1 dan juga batas 2 yang digunakan sebagai acuan nilai yang akan dibandingkan untuk menghidupkan pompa air. Data tersebut diambil rata-rata nilai *Pulse* nya dikarenakan setiap kali percobaan nilai nya berubah dengan tinggi yang sama.

Selain data pengukuran saat keadaan air naik, pengukuran juga dilakukan pada saat air turun. Ada perbedaan saat keadaan air naik maupun turun sehingga dilakukan pengukuran juga saat air turun. Berikut data ketinggian air saat air turun berdasarkan nilai *Pulse* yang dihasilkan:

Tabel 4. 3 Data Pengukuran *Rotary Encoder* saat Air Turun

Ketinggian (cm)	Percobaan saat air turun (nilai <i>Pulse</i>)					Rata-rata (<i>Pulse</i>)
	1	2	3	4	5	
5	63123	62937	65435	64610	65391	63831.67
10	61372	58441	60988	60282	61111	60267.00
15	56763	53737	56647	5541	56478	55715.67
20	50500	48612	51588	50702	51772	50233.33
23	48590	45824	48621	47719	48617	47678.33
25	45663	42807	45820	44400	45689	44763.33
30	41089	38174	41180	40126	40913	40147.67
33	37619	34978	38066	36791	39109	36887.67
35	36685	33630	36545	35423	36570	35620.00
40	30311	29251	31524	31685	31991	30362.00

Sama seperti saat air naik, saat air turun pun juga mengalami perubahan nilai setiap kali percobaan sehingga diambil nilai rata-ratanya. Perbedaan nilai rata-rata

dari kedua data di atas akan di rata-rata kembali sebagai nilai tengah dalam pengambilan data. Nilai rata-rata kedua yang akan dimasukkan dalam program untuk proses perbandingan nilai yang akan menentukan aktif tidaknya pompa.

Tabel 4. 4 Rata-rata Ketinggian Air

Ketinggian (cm)	Rata-rata Total
5	64667.67
10	60747.67
15	56022.17
20	50847.50
23	48162.67
25	45372.17
30	40811.67
33	37560.33
35	36189.00
40	30563.33

4.4 Hasil Pengujian *Relay* dan Pompa Air

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah *relay* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik sebagai saklar untuk menghidupkan pompa air. Jika *Relay* dapat berfungsi sebagaimana mestinya, pompa air juga dapat difungsikan sebagaimana mestinya juga. Hal ini dikarenakan *Relay* sebagai perantara antara sumber tegangan AC dengan pompa air, *Relay* ini juga yang akan terhubung langsung dengan PLC. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian rangkaian ini:

1. PLC OMRON CJ2M CPU32
2. Komputer
3. Kabel USB *Downloader*
4. Aplikasi *Cx-programmer*

5. Rangkaian *Relay*

6. Pompa Air

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian perangkat adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan kabel USB *downloader*.
2. Menghubungkan PLC dengan rangkaian *relay* yang telah dibuat, sistem *wiring* dapat dilihat pada Perancangan Rangkaian Pompa Air (Gambar 3.11) bagian *output* PLC. Disamakan dengan alamat yang digunakan (Tabel 4.)
3. Membuka Aplikasi *CX-Programmer*.
4. Membuat program dimana pengalamatan *output*-nya di sesuaikan dengan keperluan penggunaan. Berikut alamat yang diberikan:

Tabel 4. 5 Alamat *Output* PLC

Perangkat	Simbol	Alamat
Pompa Air 1	POMPA_1	02.00
Pompa Air 2	POMPA_2	02.01
<i>Solenoid valve</i> 1	PINTU_1	02.02
<i>Solenoid valve</i> 2	PINTU_2	02.03

Berikut program sederhana yang dapat dibuat untuk melakukan pengujian.

Gambar 4. 18 Program Mengaktifkan *Output* Pompa

5. Mengaktifkan semua *trigger* dan amati perubahan *Output*. Jika *Output* pada program menyala, maka *relay*-pun aktif. *Relay* yang aktif menandakan bahwa

tegangan yang sempat terputus akan terhubung kembali untuk mengalirkan arus dan tegangannya sehingga pompa air pun juga dapat menyala.



Gambar 4. 19 *Output* Pompa aktif

Lampu indikator yang terdapat pada modul *output* akan menyala jika *output* yang bersangkutan juga aktif.



Gambar 4. 20 Indikator Modul *Output*

Pompa air akan menyala seperti ditunjukkan pada gambar dibawah:



Gambar 4. 21 Pompa Air Menyala

4.5 Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah *Solenoid Valve* dapat bekerja dengan baik. *Solenoid Valve* dapat dikatakan bekerja dengan baik, apabila saat mendapat *trigger* dari *input* maka katub pada solenoid akan terbuka dan air akan mengalir dari katub *solenoid* tersebut. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian perangkat adalah sebagai berikut:

1. PLC OMRON CJ2M CPU32
2. Komputer
3. Aplikasi *Cx-programmer*
4. USB *Downloader*
5. Rangkaian *Solenoid Valve*

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan kabel USB *downloader*.

2. Menghubungkan PLC dengan rangkaian *Solenoid Valve* sesuai dengan alamat dari *Output* PLC dan juga *Wiring* yang terdapat dalam Perancangan Rangkaian *Solenoid valve* 24VDC (Gambar 3.12)
3. Membuka aplikasi *CX-Programmer*.
4. Membuat program untuk mengaktifkan *output* yang akan digunakan untuk *Solenoid valve*.



Gambar 4. 22 Program untuk Mengaktifkan *Solenoid Valve*

5. Mengaktifkan semua *trigger*. Amati perubahan yang terjadi pada *output*. Aktifnya *output* akan mengaktifkan *Solenoid Valve*.



Gambar 4. 23 Hasil Program untuk *Solenoid Valve*

4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa semua perangkat keluaran apakah bekerja dengan baik sesuai program yang di buat dan berdasarkan nilai masukan yang ada. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. PLC OMRON CJ2M CPU32
2. Komputer
3. Aplikasi *Cx-programmer*

4. *USB Downloader*
5. Tombol *input* yang telah dibuat
6. *Rotary Encoder*
7. Pompa Air yang telah dibuat
8. *Solenoid Valve*

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian perangkat adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan PLC dengan Komputer menggunakan kabel *USB Downloader*.
2. Menghubungkan semua perangkat *input* maupun *output* dengan PLC sesuai dengan pengkabelan yang telah dilakukan pada pengujian sebelumnya.
3. Membuat program dan memasukkan program tersebut ke PLC dengan *Cx-programmer*.
4. Menekan tombol *input* START yang terdapat pada modul tombol.
5. Mengamati setiap perubahan nilai yang dihasilkan pada pembacaan nilai *rotary* serta status dari tiap pompa air.
6. Menekan tombol *input* untuk pintu air lalu amati perubahan status yang terjadi pada *solenoid* dari masing-masing pintu.

Pengujian terbagi menjadi dua, yaitu pengujian pintu air dan pengujian pompa air. Pengujian pompa air dilakukan sebanyak lima kali, sedangkan pengujian pintu air dilakukan sebanyak lima belas kali dengan hasil sebagai berikut:

A. Pengujian Pintu Air

Berikut adalah hasil pengujian dari *solenoid valve* yang merepresentasikan pintu air:

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Tombol Terhadap *Solenoid Valve*

Percobaan	Tombol Pintu 1	Tombol Pintu 2	Solenoid Valve 1	Solenoid Valve 2	Hasil Pengujian
1	0	0	0	0	Berhasil
2	1	0	1	0	Berhasil
3	0	1	1	1	Berhasil
4	1	1	1	1	Berhasil
5	1	0	1	0	Berhasil
6	0	0	0	0	Berhasil
7	0	1	1	1	Berhasil
8	1	1	1	1	Berhasil
9	0	1	1	1	Berhasil
10	1	0	1	0	Berhasil
11	1	1	1	1	Berhasil
12	1	1	1	1	Berhasil
13	1	0	1	0	Berhasil
14	0	1	1	1	Berhasil
15	1	1	1	1	Berhasil
16	1	0	1	0	Berhasil

Seperti cara kerja dari pintu air pada rumah pompa, pintu air akan terbuka jika terdapat penekanan tombol untuk membuka pintu dan pintu akan menutup jika tidak terdapat penekanan tombol. Pintu air 1 (*solenoid valve 1*) akan terbuka jika tombol pintu 1 atau pintu air 2 ditekan atau aktif, sedangkan pintu air 2 (*solenoid valve 2*) akan terbuka jika tombol pintu 2 ditekan atau aktif. Pintu air tidak akan aktif jika tidak terdapat penekanan tombol sama sekali. Dapat dilihat jika tombol pintu 2 akan mengaktifkan kedua *solenoid*. Hal ini dikarenakan untuk merepresentasikan ketinggian bukaan pintu air. Pintu 1 berada di bawah pintu 2 sehingga jika pintu 2 terbuka, maka secara otomatis pintu 1 juga akan terbuka.

Dapat dilihat dari hasil pengujian pada Tabel 4.6 menunjukkan angka 0 dan 1. 0 artinya tidak ditekan atau aktif dan 1 artinya ditekan atau aktif. Dari percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa pintu air bekerja dengan baik sesuai fungsinya

dikarenakan pada setiap percobaan yang dilakukan mengalami keberhasilan. Keberhasilan ini berdasarkan dari ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan berhasil terpenuhi. *Persentase* keberhasilan dari 16 kali pengujian adalah 100% berhasil.

B. Pengujian Pompa Air

Berikut adalah hasil pengujian terhadap pompa air yang dilakukan sebanyak 5 kali.

Tabel 4. 7 Hasil Percobaan 1 Pompa Air

Percobaan 1					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
1	-	-	26	√	-
2	-	-	27	√	-
3	-	-	28	√	-
4	-	-	29	√	-
5	-	-	30	√	-
6	-	-	31	√	-
7	-	-	32	√	-
8	-	-	33	√	-
9	-	-	34	√	√
10	-	-	35	√	√
11	-	-	36	√	√
12	-	-	37	√	√
13	-	-	38	√	√
14	-	-	39	√	√
15	-	-	40	√	√
16	-	-	41	√	√
17	-	-	42	√	√
18	-	-	43	√	√
19	-	-	44	√	√
20	-	-	45	√	√
21	-	-	46	√	√
22	-	-	47	√	√
23	-	-	48	√	√

Percobaan 1					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
24	√	-	49	√	√
25	√	-	50	√	√

Pada percobaan 1 dapat dilihat jika pada ketinggian 24 cm pompa yang menyala sebanyak 1 buah. Dan pada saat ketinggian air 34 cm kedua pompa air menyala.

Tabel 4. 8 Hasil Percobaan 2 Pompa Air

Percobaan 2					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
1	-	-	26	√	-
2	-	-	27	√	-
3	-	-	28	√	-
4	-	-	29	√	-
5	-	-	30	√	-
6	-	-	31	√	-
7	-	-	32	√	-
8	-	-	33	√	-
9	-	-	34	√	√
10	-	-	35	√	√
11	-	-	36	√	√
12	-	-	37	√	√
13	-	-	38	√	√
14	-	-	39	√	√
15	-	-	40	√	√
16	-	-	41	√	√
17	-	-	42	√	√
18	-	-	43	√	√
19	-	-	44	√	√
20	-	-	45	√	√
21	-	-	46	√	√
23	√	-	48	√	√
24	√	-	49	√	√
25	√	-	50	√	√

Pada percobaan 2 dapat dilihat jika pada ketinggian 23 cm pompa yang menyala sebanyak 1 buah. Dan pada saat ketinggian air 34 cm kedua pompa air menyala.

Tabel 4. 9 Hasil Percobaan 3 Pompa Air

Percobaan 3					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
1	-	-	26	√	-
2	-	-	27	√	-
3	-	-	28	√	-
4	-	-	29	√	-
5	-	-	30	√	-
6	-	-	31	√	-
7	-	-	32	√	-
8	-	-	33	√	-
9	-	-	34	√	-
10	-	-	35	√	√
11	-	-	36	√	√
12	-	-	37	√	√
13	-	-	38	√	√
14	-	-	39	√	√
15	-	-	40	√	√
16	-	-	41	√	√
17	-	-	42	√	√
18	-	-	43	√	√
19	-	-	44	√	√
20	-	-	45	√	√
21	-	-	46	√	√
22	-	-	47	√	√
23	-	-	48	√	√
24	√	-	49	√	√
25	√	-	50	√	√

Pada percobaan 3 dapat dilihat jika pada ketinggian 24 cm pompa yang menyala sebanyak 1 buah. Dan pada saat ketinggian air 35 cm kedua pompa air menyala.

Tabel 4. 10 Hasil Percobaan 4 Pompa Air

Percobaan 4					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
1	-	-	26	√	-
2	-	-	27	√	-
3	-	-	28	√	-
4	-	-	29	√	-
5	-	-	30	√	-
6	-	-	31	√	-
7	-	-	32	√	-
8	-	-	33	√	√
9	-	-	34	√	√
10	-	-	35	√	√
11	-	-	36	√	√
12	-	-	37	√	√
13	-	-	38	√	√
14	-	-	39	√	√
15	-	-	40	√	√
16	-	-	41	√	√
17	-	-	42	√	√
18	-	-	43	√	√
19	-	-	44	√	√
20	-	-	45	√	√
21	-	-	46	√	√
22	-	-	47	√	√
23	√	-	48	√	√
24	√	-	49	√	√
25	√	-	50	√	√

Pada percobaan 4 dapat dilihat jika pada ketinggian 23 cm pompa yang menyala sebanyak 1 buah. Dan pada saat ketinggian air 33 cm kedua pompa air menyala.

Tabel 4. 11 Hasil Percobaan 5 Pompa Air

Percobaan 5					
Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2	Ketinggian (cm)	Pompa 1	Pompa 2
1	-	-	26	√	-
2	-	-	27	√	-
3	-	-	28	√	-
4	-	-	29	√	-
5	-	-	30	√	-
6	-	-	31	√	-
7	-	-	32	√	-
8	-	-	33	√	√
9	-	-	34	√	√
10	-	-	35	√	√
11	-	-	36	√	√
12	-	-	37	√	√
13	-	-	38	√	√
14	-	-	39	√	√
15	-	-	40	√	√
16	-	-	41	√	√
17	-	-	42	√	√
18	-	-	43	√	√
19	-	-	44	√	√
20	-	-	45	√	√
21	-	-	46	√	√
22	-	-	47	√	√
23	√	-	48	√	√
24	√	-	49	√	√
25	√	-	50	√	√

Pada percobaan 5 dapat dilihat jika pada ketinggian 23 cm pompa yang menyala sebanyak 1 buah. Dan pada saat ketinggian air 33 cm kedua pompa air menyala.

Dari kelima percobaan yang telah dilakukan, didapatkan nilai rata-rata ketinggian air saat pompa air menyala. Rata-rata tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4. 12 Hasil Akhir Pengujian Sistem

Hasil Akhir Pengujian Sistem						
Pompa	Percobaan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	24	23	24	23	23	23.4
2	34	34	35	33	33	33.8

Pompa 1 akan menyala pada ketinggian sekitar 23.4 cm ke atas, sedangkan pompa 2 akan menyala pada ketinggian sekitar 33.8. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa program serta *prototype* yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan ketentuan yang telah dibuat yaitu pada ketinggian di atas 23 cm akan menghidupkan pompa 1 dan pada ketinggian di atas 33 cm akan menghidupkan pompa 2 yang artinya pada saat itu pompa 1 maupun pompa 2 menyala bersama-sama.

4.7 Pengujian Respon *Rotary Encoder*

Dilakukan pengujian terhadap respon yang diberikan oleh *rotary encoder* untuk setiap kenaikan air yang terjadi. Berikut hasil pengujian respon *rotary*.

Tabel 4. 13 Kecepatan Respon *Rotary Encoder* pada Saat Air Konstan

Kenaikan Konstan dalam 5 detik		
Pengujian	Kenaikan (cm)	Selisih (<i>Pulse</i>)
1	1	653
2	1	1077
3	1	2139
4	1	735
5	1	655
6	1	1022
7	1	1681
8	1	605
9	1	537
Rata-rata selisih <i>Pulse</i>		1011.555556
Rata-rata <i>Pulse</i> per detik		202.3111111

Kenaikan air secara konstan berarti pengukuran ketinggian setiap 5 detik. Dalam 5 detik tersebut, rata-rata kenaikan air adalah 1 cm dengan selisih *Pulse* rata-rata sekitar 1011.56 *Pulse*. Nilai tersebut masih dalam 5 detik sehingga untuk mengukur kecepatan air dapat dilakukan dengan mencari nilai rata-rata kenaikan 1 cm setiap detiknya dan didapatkan nilai sekitar 202.31 *Pulse* setiap detiknya.

Tabel 4. 14 Kecepatan Respon *RotaryEncoder* pada Saat Air Tidak Konstan

Kenaikan Tidak Konstan			
Pengujian	Kenaikan (cm)	Selisih (<i>Pulse</i>)	<i>Pulse</i> per cm
1	3.8	3759	989.2105263
2	8.2	8347	1017.926829
3	12.5	12067	965.36
4	2	1160	580
5	4	4005	1001.25
6	8	5783	722.875
Rata-rata <i>Pulse</i>			879.4370593

Dalam pengukuran ketinggian air secara tidak konstan dilakukan dengan memberikan air dengan debit yang tidak sama setiap pengujiannya sehingga selisih ketinggian yang dihasilkan juga berbeda. Setiap selisih *Pulse* yang dihasilkan di bagi dengan tingginya kenaikan yang terjadi. Hal ini digunakan untuk menentukan *Pulse* tiap cm-nya. Nilai-nilai tiap cm ini yang akan dicari rata-rata *Pulse* tiap cm yang dihasilkan dari 6 kali pengujian. Nilai yang didapat adalah 879.43 *Pulse* tiap cm nya. Hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian tiap cm yang ditunjukkan pada Tabel 4.13, akan tetapi pengujian ini menunjukkan perubahan nilai *puse* yang lebih cepat dibandingkan saat air naik secara konstan.

4.8 Pengujian Kecepatan Pembuangan Pompa Air

Pengujian ini dilakukan untuk menghitung seberapa cepat pembuangan air yang dilakukan oleh pompa air. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Perbandingan Kecepatan Pompa Air

Pengujian	1 pompa (cm per menit)	2 pompa 2 (cm per menit)
1	9	19
2	7	18
3	8	
Rata-rata ketinggian tiap menit	8	18.5
Rata-rata cm per detik	0.133333333	0.308333333

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kecepatan waktu yang dihasilkan jika pompa yang menyala sebanyak 1 buah maupun 2 buah selama 1 menit. Dapat dilihat pada tabel, jika dengan menggunakan 1 pompa maka setiap detik pompa dapat menurunkan air sebanyak 0.1 cm. Jika menggunakan 2 pompa, maka setiap detik pompa dapat menurunkan air sebanyak 0.3 cm. Berdasarkan pengukuran kecepatan di atas, menggunakan 2 pompa akan mempercepat kurang lebih 3 kali lipat daripada menggunakan 1 pompa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada *prototype* Tugas Akhir ini yang dikontrol oleh *Programmable Logic Controller CJ2M* didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat yang terhubung dengan PLC memiliki alamat yang telah disediakan oleh PLC itu. Alamat-alamat tersebut terdiri dari 3 alamat *input*, 4 alamat *output*, dan 4 alamat memori yang dapat di monitor dan dikendalikan oleh PLC.
 - a. Alamat *input* dan *output* dapat di monitor melalui program yang sedang dijalankan. Indikator pada program akan berwarna hijau jika status dari perangkat aktif. Selain itu monitoring juga dapat dilakukan pada indikator lampu yang terdapat pada modul *input* maupun modul *output*. Indikator lampu akan menyala jika perangkat aktif.
 - b. Alamat memori dapat dilihat pada menu *Memory* yang terdapat pada *Project Tree*. Nilai *Rotary* akan disimpan pada memori D100, sehingga untuk melihat nilai tersebut dapat dengan membuka memori D dengan nomor 100.
2. Miniatur Rumah Pompa dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dibuat dan merepresentasikan keadaan sesungguhnya. Contohnya:

- a. Jika ketinggian air melebihi batas normal 23 cm dengan nilai *Pulse* kurang dari 48162, maka pompa air 1 akan hidup. Dan jika ketinggian air melebihi 33 cm dengan nilai *Pulse* kurang dari 37560 dan lebih dari 1000, maka pompa air 2 akan hidup. Banyaknya pompa yang hidup juga berdasarkan batas-batas dari ketinggian air.
- b. Pompa air 1 akan menyala pada ketinggian air kurang lebih 23,4 cm dan pompa 2 akan menyala pada ketinggian air kurang lebih 33,8 cm.
- c. *Solenoid Valve* yang mewakili pintu air juga akan terbuka jika ada penekanan tombol oleh operator. Tombol pintu 1 akan membuka pintu 1 dan tombol pintu 2 akan membuka pintu 1 maupun pintu 2. *Persentase* pengujian yang dilakukan pada *solenoid valve* seratus persen berhasil dari 16 kali pengujian yang dilakukan.
- d. *Programmable Logic Controller* juga dapat memonitor *Input* tombol dan *Rotary Encoder*.

5.2 Saran

Saran dalam pengembangan maupun perbaikan mengenai Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Mengatur sistem otomatis pada pintu air juga, sehingga semua peralatan yang terhubung tidak lagi memerlukan bantuan operator dalam penggunaannya.
2. Penyesuaian dari banyaknya alat yang ada pada Rumah Pompa sesungguhnya dengan miniatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, Owen, 2004. *Dasar-Dasar Elektronika*. Erlangga. Jakarta.
- Bolton, W. (2003). *Programable Logic Controller Third Edition*. Burlington: Newnes.
- Dermanto, T. (2014). *Desain Sistem Kontrol*. Retrieved from <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/p/blog-profil-my-name-is-trikueni-dermanto.html>
- Dietzel, F. (1990). *Turbin Pompa dan KOMPRESOR*. Jakarta: Erlangga.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. (2016). *Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2016*. Kota Surabaya.
- Dyka, T. M. (2018). *Pengendalian PH dan EC pada Larutan Nutrisi Hidroponik Tomat Ceri*. Surabaya.
- Fahmi, M. A. (2016). *TEMPERATURE CONTROL TRAINER PADA PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER OMRON CJ2H*. Surabaya.
- Lutfiyah , R., Arna, F., & Ira, P. (2010). Penentuan Lokasi Rumah Pompa Kota Surabaya Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process(AHP).
- Omron. (2012, Desember). *Omron Industrial Automation*. Retrieved from <http://www.omron-ap.com/products/family/2712/>
- OMRON. (2017). *SYSMAC CJ Series CJ2M-CPU3 + CJ2M-CPU3 (Pulse I/O Module) CJ2M CPU Unit Pulse I/O Module User's Manual* .
- Omron. (n.d.). *Omron Rotary Encoder E6B2-C*. Retrieved from <http://www.omron-pro.ru/doc/sensor/encoder/e6b2.PDF>
- Samsudin , A., & Karwono. (2008). *DASAR POMPA*. Semarang.
- Setiawan, I. (2006). *Programable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta: ANDI.