
**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SEMI OTOMATIS PINTU AIR
BENDUNGAN DENGAN MINI HOIST PA200 BERBASIS PLC OMRON CP1E-
E20SDR-A**

Lukman Aditya, Wahyu Suryantoro

Abstrak - Pintu air merupakan salah satu infrastruktur untuk mengatasi debit air akibat banjir. Sistem kontrol pintu air yang baik dapat memaksimalkan efisiensi pengelolaan air pada sungai maupun bendungan. Maka perlunya suatu sistem kendali pintu air secara semi otomatis dan sistem peringatan dini debit air pada pintu air sebagai sebagai sinyal kepada operator penjaga pintu air. Penulis mendapatkan inspirasi untuk membuat Penelitian dengan judul "Rancang Bangun Sistem Kendali Semi Otomatis Pintu Air Bendungan dengan Mini Hoist PA200 Berbasis PLC Omron CP1E-E20SDR-A". Pengujian menggunakan metode pengujian black box testing dan pengukuran nilai input dan output komponen . Sistem kendali semi otomatis pintu air bendungan bekerja secara sekuensial (berurutan) dengan PLC sebagai kendali sistemnya yang menggunakan 8 input dan 5 output dengan PLC Omron CP1E-E20SDR-A sebagai basisnya yang dilengkapi dengan float switch sebagai pengirim sinyal ketinggian air yang divisualisasikan kedalam indikator level air berupa lampu tower light yang menyala warna hijau yang mengindikasikan level 1 dengan ketinggian air sebesar 0 - 14 cm , warna kuning yang mengindikasikan level 2 dengan ketinggian air sebesar 14 - 19 cm , warna merah yang mengindikasikan level 3 dengan ketinggian air sebesar 19 - 25 cm dan suara buzzer serta dilengkapi dengan roller switch sebagai pembatas atas dan pembatas bawah pintu air. Tegangan dan arus yang terukur pada float switch, limit switch, push button switch dan emergency switch pada saat ON didapat 24.1 - 24.2 VDC dengan arus sebesar 1.86 mA DC.

Kata kunci : Pintu Air, PLC, OMRON CP1E-E20SDR-A, Mini hoist, PA200

Abstract - Floodgates is one of infrastructure to deal with water discharge due to floods. A good floodgates control system will optimize the efficiency of water management in rivers and dams. Semi-automatic floodgates control system and water discharge early warning system at the sluice gate, as a signal to the floodgates operator be required. The author gets inspiration to make a Final Project with the title "Design of a Dam Floodgates Semi-Automatic Control System with Mini Hoist PA200 Based on PLC Omron CP1E-E20SDR-A", using black box testing method and measurement input and output component values. Semi-automatic dam floodgates control system works sequentially, along PLC as a control system that using 8 inputs and 5 outputs with the Omron CP1E-E20SDR-A PLC as basis, which is equipped by float switch, as a sender of a water level signal, then visualized into a level indicator by tower light, green specifically indicates level 1 with a water level of 0-14 cm, yellow indicates level 2 with a water level of 14-19 cm, red indicates level 3 with a water level of 19-25 cm along with buzzer sound, and roller switch as an upper limiter and a lower limiter for the sluice gate. The voltage and electrical current measured on the float switch, limit switch, push button switch and emergency switch when ON is 24.1 - 24.2 VDC with a current of 1.86 mA DC.

Keyword : Floodgates, PLC, OMRON CP1E-E20SDR-A, Mini hoist, PA200

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dengan dua musim, yaitu panas dan

hujan. Kondisi iklim ini dapat menyebabkan beberapa akibat negatif bagi masyarakat, misalnya terjadinya banjir.

Oleh karena itu, perlindungan banjir diperlukan, termasuk manajemen membuka dan menutup pintu air bendungan.

Sesuai Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang bendungan yang berisi “Bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk.” [1]

Pintu air merupakan salah satu infrastruktur untuk mengatasi debit air akibat banjir. Sistem kontrol pintu air yang baik dapat memaksimalkan efisiensi pengelolaan air pada sungai maupun bendungan. Pintu air berfungsi mengendalikan debit air sehingga mencegah banjir yang disebabkan oleh peningkatan arus air yang tinggi.

Pada umumnya, sistem pintu air di Indonesia masih bersifat konvensional yaitu dengan cara memutar stir kemudi yang menggerakkan tuas drat bushing serta dengan cara mengangkat dan menurunkan pintu air menggunakan chain block atau katrol secara manual. Tentunya sistem seperti itu tidak efektif dan memakan banyak waktu dalam pelaksanaannya. Serta tidak adanya sistem peringatan dini pada saat debit air tinggi sehingga petugas penjaga pintu air lalai akan tugasnya.

Karena pentingnya peran pintu air ini pada bendungan sebagai pengontrol debit air yang akan mengalir ke hilir, maka penulis menarik kesimpulan bahwa perlunya suatu sistem kendali pintu air secara otomatis. Alat ini bekerja berdasarkan level debit air pada bendungan yang dibaca oleh tiga buah float switch sesuai dengan batas level ketinggian air (level 1, level 2, dan level 3) dan kemudian ditransmisikan ke dalam input PLC. Apabila level air bendungan pada level 3 (level siaga), Tower Light warna merah dan buzzer menyala sehingga memberikan sinyal kepada operator untuk segera menekan tombol buka pintu air bendungan, sehingga pintu air yang digerakkan mini hoist terbuka sampai menyentuh limit switch batas atas pintu air.

Dan apabila level air pada level 1 (level normal), Tower light warna hijau menyala sehingga memberikan sinyal kepada operator untuk segera menekan tombol tutup pintu air bendungan. sehingga pintu air yang digerakkan mini hoist menutup sampai menyentuh limit switch batas bawah pintu air.

2. TEORI DASAR

2.1 PLC OMRON CP1E-E20SDR-A

Programable Logic Controller adalah piranti elektronik yang beroperasi secara digital yang menggunakan suatu memori yang dapat diprogram dan disimpan secara internal suatu rangkaian yang menjabarkan logika, operasi aritmatik, pencacahan, urutan dan perwaktuan untuk mengendalikan suatu proses kerja melalui modul antarmuka I/O. PLC Omron seri CP1E memiliki I/O sebanyak 20 I/O, dimana 12 buah input dapat diubah menjadi input analog, yaitu bekerja dengan tegangan 5 sampai dengan 24 volt dan memiliki output sebanyak 8 buah dimana masing-masing output tersebut juga memiliki internal relay yang bekerja dengan arus hingga 10 A.

PLC Omron seri CP1E bekerja dengan tegangan yang bisa diubah 100 sampai 240 VAC, Program memory: 2Ksteps (EEPROM), Data memory DM: 2Kwords. Dan memiliki minimal tegangan kerja 5 VDC dan maksimum tegangan kerja 24 VDC pada input PLC. Kemudian pada masing-masing output PLC memiliki internal relay yang memiliki maksimum arus kerja sebesar 10 A. PLC Omron seri CP1E memiliki sistem program dengan menggunakan software pemrograman CXProgrammer. [2]



Gambar II. 1 Unit PLC OMRON CP1E-E-20 SDR-A

2.2 Float Switch Water Level Sensor

Float switch ini untuk mendeteksi tingkat cairan dalam dalam suatu wadah, sehingga switch ini dapat mengaktifkan pompa, indikator, alarm, atau perangkat lainnya.

Prinsip kerja float switch ini aktivasi ON dan OFF dikontrol oleh pelampung. Pada pemasangan bagian yang ada kabel diletakkan di atas, sementara ujung lain diletakkan di bawah. Switch akan ON jika pelampung pada posisi di bawah, switch akan OFF jika pelampung di atas.



Gambar II. 2 Float Switch

2.3 Mini Hoist PA200

Mini hoist atau mini electric hoist adalah salah satu jenis pesawat angkat berukuran kecil. Karena ukurannya yang mini, daya angkat alat ini juga lebih kecil jika dibandingkan dengan hoist. Biasanya mini electric hoist digunakan untuk mengangkat benda-benda berukuran menengah dengan bobot yang tidak terlalu berat. Mini hoist yang digunakan menggunakan tegangan kerja 220 VAC.

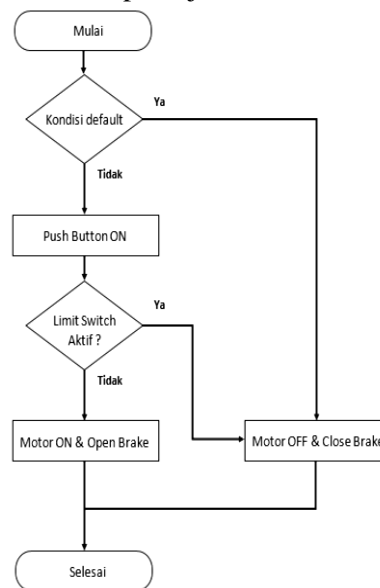


Gambar II. 3 Mini Hoist PA200

Prinsip kerja motor mini hoist pada saat kondisi default (diam tanpa input tegangan) dalam kondisi active brake yaitu motor tetap kondisi diam walaupun ada beban yang masih terangkat. Dan motor akan berputar pada saat tegangan kerja 220 VAC dan bersamaan dengan kondisi release brake. Pergerakan motor dibatasi oleh limit

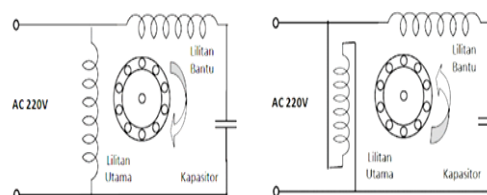
switch atau saklar batas sebagai pengaman kerja. Berikut flowchart prinsip kerja motor mini hoist :

Gambar II. 4 Prinsip Kerja Motor Mini Hoist



PA200

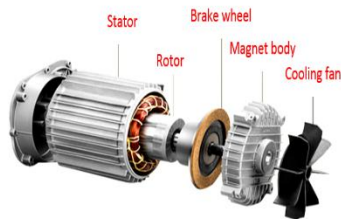
Motor mini hoist PA200 menggunakan kapasitor di salah satu stator lilitannya yang akan memperbesar dan mengalami pergeseran fase sehingga motor dapat berputar akibat adanya deviasi fluks masing-masing lilitannya. Posisi kapasitor dapat mempengaruhi rangkaian karena kapasitor mengubah arah fluks yang dihasilkan sehingga putaran motor berubah arah.



Gambar II. 5 Rangkaian Reverse dan Forward Motor Mini Hoist PA200

Motor mini hoist menggunakan jenis motor induksi 1 fasa dengan tegangan 220 VAC. Arus motor ini diperoleh dari arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang

dihasilkan oleh arus stator. Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f/2p$). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan Hukum Lentz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung



menurun. [3]

Gambar II. 6 Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa Mini Hoist PA200

Pada umumnya motor mini hoist memiliki 5 komponen utama, antara lain:

a. Rotor

Adalah bagian dari motor yang berputar. Tipe rotor yang digunakan pada mini hoist adalah rotor sangkar (squirrel cage rotor) yang memiliki kumparan yang tersusun dari beberapa batang konduktor menjadi seperti sebuah sangkar tupai.

b. Stator

Adalah bagian dari motor yang diam yang terdiri dari kutub-kutub magnet yang melingkari rotor sebagai suplai medan magnet.

c. Brake wheel

Brake wheel atau disebut juga dengan kampas rem berfungsi sebagai sistem pengereman putaran motor hoist.

d. Magnet body

Adalah komponen pada motor hoist yang berfungsi penyengkram brake wheel. Dimana sistem kerja magnet body merubah

tegangan menjadi medan magnet yang menarik brake wheel.

e. Cooling fan

Adalah komponen pada motor hoist yang berfungsi sebagai pendingin motor hoist. Cara kerjanya dengan menghisap udara dari luar dan dihembuskan ke body motor hoist.

2.4 DC Power Pack 24 Volt DC

DC power pack atau power supply DC berfungsi mengubah arus AC atau arus bolak balik menjadi arus DC atau arus searah. Dalam hal ini, penelitian menggunakan DC power pack 24 Volt DC sebagai penyuplai tegangan kerja dari relai, lampu indikator dan PLC.



Gambar II. 7 DC Power Pack 24 Volt DC

Power supply sendiri bekerja sebagai pengubah dari tegangan bolak-balik (arus bolak-balik) menjadi tegangan (arus searah), karena perangkat keras komputer hanya dapat bekerja dengan arus searah. Power supply biasanya berbentuk kotak. Jumlah listrik yang dapat ditangani oleh power supply ditentukan oleh dayanya dan dihitung dalam watt. [4]

2.5 Relay 24 Volt DC

Adalah piranti elektromekanikal yang berfungsi sebagai saklar atau switch listrik dengan tegangan kerja koil 24 Volt DC.

Kontak poin relay terdiri dari 2 macam yaitu :

- a. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum aktif akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka) .
- b. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum aktif akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)

Apabila kumparan koil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armatur untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana armatur tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, armatur akan kembali lagi ke posisi awal (NC). Koil yang digunakan oleh relay untuk menarik contact point ke posisi CLOSE pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. [5]



Gambar II. 8 Relay Omron MY-4N

2.6 MCB 1 Phase

Kepanjangan MCB adalah Miniatur Circuit Breaker dimana alat ini yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari

arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. [6] Gawai sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, menghantarkan dan memutuskan arus pada pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, menghantarkan untuk waktu yang ditentukan dan memutuskan arus pada kondisi sirkit abnormal yang ditentukan, seperti pada kondisi hubung pendek circuit-breaker. [7]



Gambar II. 9 MCB 1P Schneider

2.7 Tower Light With Buzzer

Adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai output indikator berupa nyala lampu dengan berbagai warna dan suara buzzer. Dalam hal ini, warna hijau menandakan debit volume normal, warna kuning menandakan volume air waspada, warna merah menandakan volume air tinggi serta buzzer menandakan volume air tinggi. Tower light memberikan sinyal kepada penjaga pintu air untuk segera melakukan tindakan selanjutnya, seperti melaporkan kondisi terkini dengan stakeholder terkait dan melakukan pengangkatan pintu air.



Gambar II. 10 Tower Light with Buzzer Saiko CPT5-3K-D 24VDC

2.8 Roller Switch

Adalah salah satu jenis limit switch atau saklar batas dengan tuas aktuator berupa roda roller yang berfungsi memutus atau menghubungkan rangkaian listrik. Posisi

kontak NO atau NC akan berubah pada saat tuas aktuatornya tersentuh oleh suatu objek.

Gambar II. 11 Roller Switch TZ-8108



Sistem kerja alat ini sebagai pembatas gerakan suatu objek / mesin tersebut, dengan cara menghubungkan atau memutuskan aliran listrik yang melalui terminal kontak. Roller switch pada penelitian ini digunakan sebagai pembatas pergerakan mini hoist.

2.9 Selector Switch

Adalah sakelar yang dioperasikan atau difungsikan dengan cara memutar. Saklar ini digunakan untuk memilih satu dari dua atau lebih posisi. Ada yang berlaku seperti toggle switch dimana selektor dapat berhenti pada satu posisi, dan ada yang berlaku seperti push button, dimana setelah melakukan pemilihan maka selector akan kembali ke posisi semula atau posisi netral. [8]



Gambar II. 12 Selector Switch XA2-ED21
Schneider

2.10 Emergency Switch

Emergency switch atau saklar darurat berfungsi sebagai alat pengaman dalam kondisi darurat. Saklar ini digunakan untuk menghentikan pengoperasian sistem (OFF) jika terjadi keadaan darurat yang membuat sistem tidak dapat beroperasi jika terjadi gangguan atau situasi berbahaya, dan juga saat melakukan perbaikan. Apabila ditekan maka saklar ini akan mengunci pada posisi terputus (OFF). Dan untuk mengembalikan ke posisi semula (ON) dengan cara diputar atau juga ada yang menggunakan kunci untuk membuatnya kembali ke posisi awal. [8]

Gambar II. 13 Emergency Switch XA2-ES542
Schneider



2.11 Push Button Switch (ON)

Push Button Switch ON dipergunakan untuk menghubungkan atau membuat sistem bekerja (ON). Push Button Switch ON juga biasa disebut dengan Momentary N.O. Cara kerja Push Button Switch ON adalah akan menghubungkan atau bekerja (ON) apabila ditekan dan akan kembali pada posisi awalnya yaitu terputus atau tidak bekerja (OFF). [8]



Gambar II. 14 Push Button Switch XA2-EA21
Schneider

2.12 Pilot Lamp

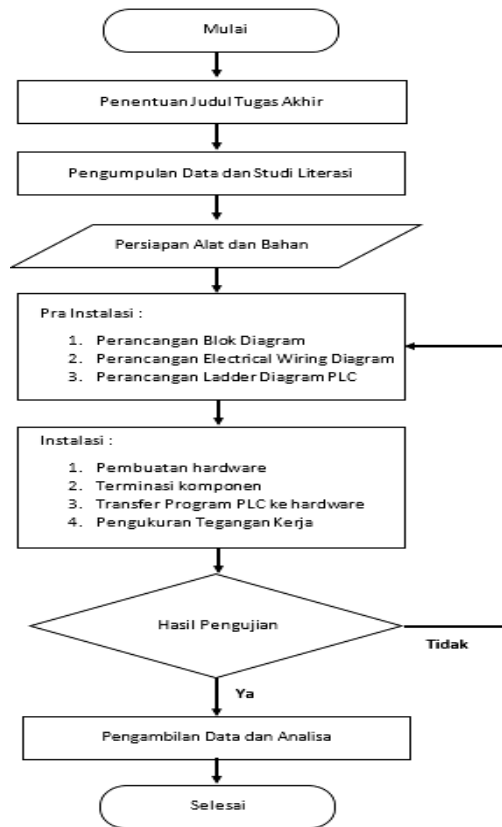
Pilot lamp ini dipergunakan sebagai indikator sistem bekerja (ON) pada saat emergency switch rilis.



Gambar II. 15 Pilot Lamp Schneider
XB5AVB3

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah-Langkah Penelitian



Gambar III. 1 Flowchart Langkah-Langkah Penelitian

Tahapan Rancang Bangun Sistem Kendali Semi Otomatis Pintu Air Bendungan Dengan Mini Hosit PA200 Berbasis Omron CP1E-E20SDR-A antara lain :

1. Penentuan judul dengan cara observasi dari masalah-masalah yang timbul dalam kegiatan sehari-hari.

2. Pengumpulan data dan studi literasi dari beberapa sumber.

3. Persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk merancang penelitian.

4. Pra Instalasi

Proses pra instalasi ini mencakup :

- a. Perancangan Blok Diagram
- b. Perancangan Flowchart Proses Kerja Alat
- c. Perancangan Electrical Wiring Diagram
- d. Perancangan Ladder Diagram PLC

5. Instalasi

Proses instalasi mencakup :

- a. Perancangan hardware.
- b. Terminasi komponen
- c. Transfer program PLC

6. Pengujian alat

7. Pengambilan data

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Gedung Lab, Lantai 3, Ruang 202 dan 203 Fakultas Teknik Elektro Universitas Krisnadwipayana, Jalan Raya Jatiwaringin, RT/RW 03/04, Jatiwaringin, Kec. Pondok Gede, Kota Bekasi, Jawa Barat 13077 pada tanggal 1 Mei 2023 sampai dengan 30 Juni 2023.

3.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian, sebagai berikut :

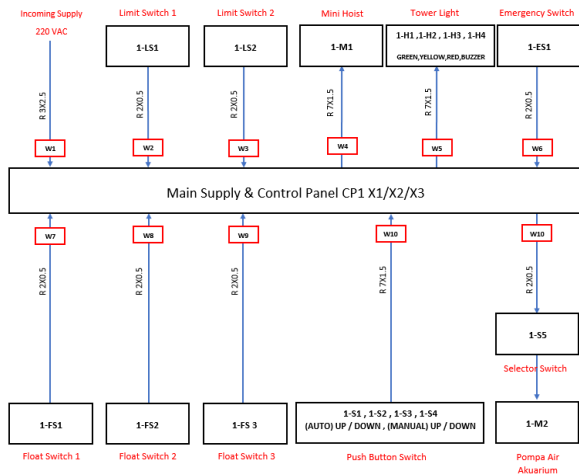
1. PLC Omron CP1E-20 SDR-A
2. Software CX-Programmer
3. Kabel Programming PLC OMRON
4. Mini Hoist PA 200
5. Relay Omron MY4N-GS 24VDC
6. MCB 1 Fasa Schneider 6A dan 4A
7. Push Button Switch Schneider XA2EA21
8. DC Power Pack 24 VDC 5A 120W
9. Roller switch TZ-8108 5A
- 10..Emergency Switch Schneider XA2ES542
- 11.Float Switch stainless steel 45mm, 100mm, 200mm
- 13.Pilot Lamp Schneider XB5AVB3
- 14.Water Pump WP-103
- 15.Akuarium 40x25x28 cm
- 16.Tower light LED with Buzzer Saiko Steady CPT5-3T-D 24VDC R-Y-G

3.4 Alat Ukur dan Alat Kerja Penelitian

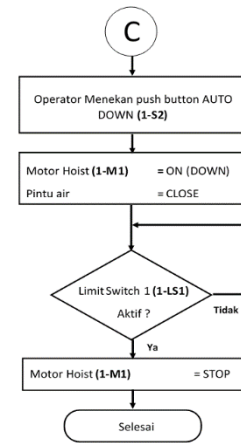
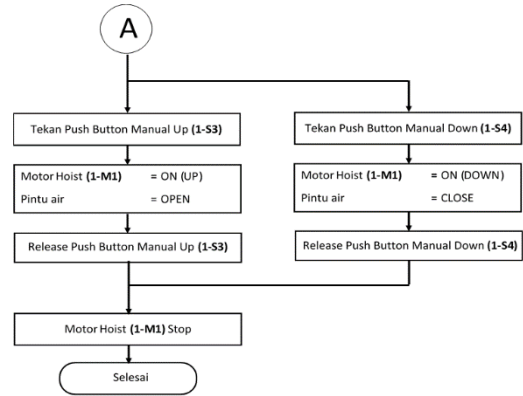
Alat kerja dan alat ukur yang digunakan antara lain :

1. Multitester Fluke
2. Bor tangan makita
3. Gerinda makita 3 inch
4. Trafo las 450A 1 Fasa
5. Mata bor dan hole saw
6. Tool kits
7. Roll meter dan mistar

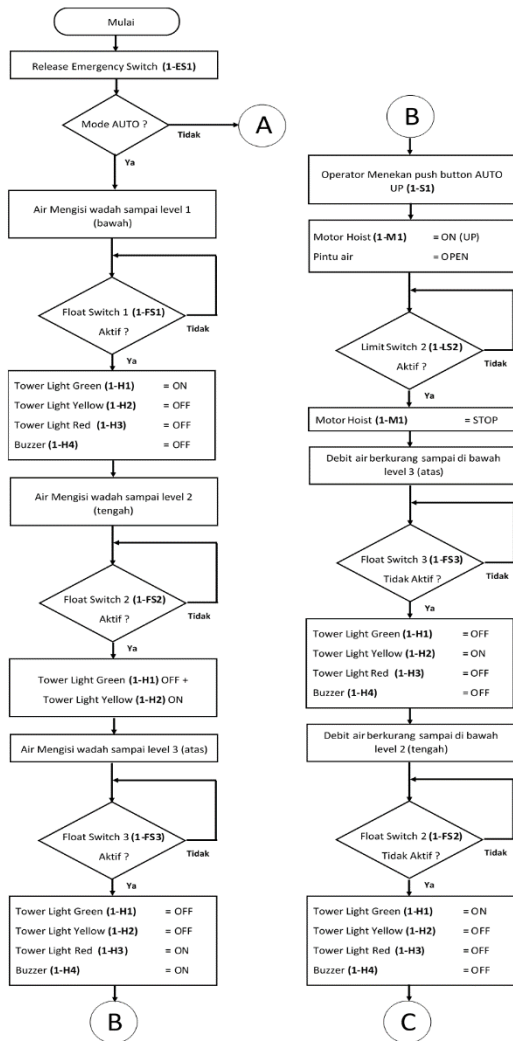
3.5 Perancangan Blok Diagram



Gambar III. 2 Schematic Block Diagram



3.6 Perancangan Flowchart Kerja Alat



Gambar III. 3 Flowchart Kerja Alat

Pertama putar Emergency Switch (1-ES1) untuk mengaktifkan sistem. Dan awal mula pintu air tertutup, dan air mulai memenuhi wadah sampai level 1 (bawah) dan mengaktifasi Float Switch 1 (1-FS1) sehingga lampu Tower Light warna hijau (1-H1) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 0 - 14 cm. Kemudian air mengisi wadah sampai ketinggian level 2 (tengah) dan membuat Float Switch 2 (1-FS2) teraktivasi sehingga lampu Tower Light warna kuning (1-H2) menyala dan lampu Tower Light warna hijau (1-H1) mati selama ketinggian air berada pada ketinggian 14 - 19 cm. Kemudian air mengisi wadah sampai level 3 (atas) dan mengaktifasi Float Switch 3 (1-FS3) dan membuat lampu Tower Light warna kuning (1-H2) mati, lampu Tower Light warna merah (1-H3) menyala dan buzzer (1-H4) berbunyi selama ketinggian air berada pada ketinggian 19 - 25 cm. Sesuai SOP (Standar Operational Procedure) , pada saat lampu indikator warna merah menyala maka kemudian

operator penjaga pintu air melakukan koordinasi dengan stake holder terkait untuk membuka pintu air.

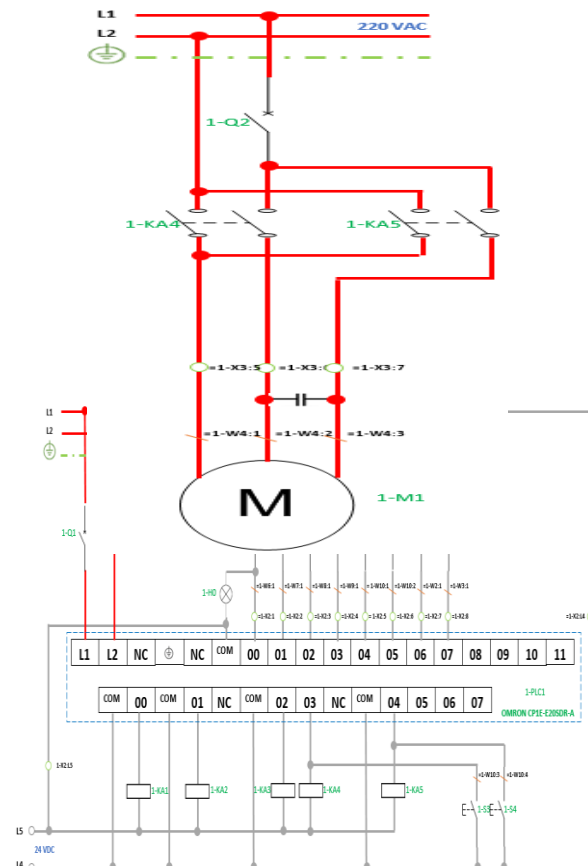
Kemudian operator menekan Push Button AUTO UP (1-S1) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan membuka pintu air sampai Limit Switch 2 (1-LS2) teraktivasi sehingga Motor Hoist (1-M1) berhenti beroperasi dan pintu air tetap terbuka dan membuat air pada wadah berkurang sampai level 2 (tengah). Bersamaan lampu lampu Tower Tower Light warna merah (1-H3) dan buzzer (1-H4) mati serta Tower Light warna kuning (1-H2) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 14 - 19 cm. Karena pintu air masih terbuka, sehingga membuat air pada wadah berkurang sampai level 1 (bawah) sehingga lampu Tower Light warna kuning (1-H2) mati dan lampu Tower Tower Light warna hijau (1-H1) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 0 - 14 cm. Pada saat air pada level 1 (bawah), operator menekan Push Button AUTO DOWN (1-S2) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan membuat pintu air menutup sampai Limit Switch 1 (1-LS1) teraktivasi sehingga Motor Hoist (1-M1) OFF.

Push Button Manual Up (1-S3) dan Push Button Manual Down (1-S4) berfungsi untuk membuka dan menutup pintu air secara manual dengan menggerakkan Motor Hoist (1-M1) secara manual tanpa melewati sistem PLC yang berguna pada saat perbaikan ataupun pada saat inspeksi alat.

3.7 Perancangan Electrical Wiring Diagram

3.7.1 Rangkaian Daya

Rangkaian daya adalah rangkaian utama yang terhubung langsung sumber tegangan dengan beban. Pada rangkaian daya terdiri dari kontak-kontak utama yang beroperasi sesuai dengan fungsi rangkaian kontrol.



Gambar III. 4 Wiring Diagram Daya Rangkaian Forward-Reverse Motor Mini Hoist

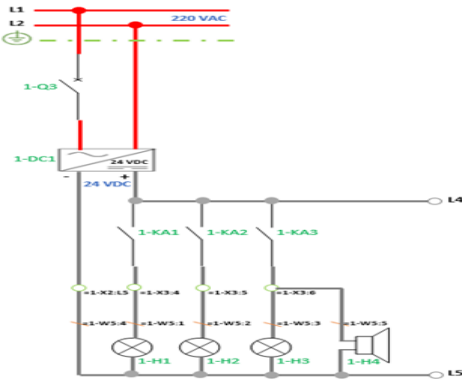
3.7.2 Rangkaian Kontrol / Kendali

Rangkaian kontrol atau rangkaian kendali adalah rangkaian yang mengendalikan suatu fungsi kerja rangkaian listrik.

Gambar III. 5 Wiring Diagram Kontrol Rangkaian Forward-Reverse Motor Mini Hoist

3.7.3 Rangkaian Sinyal / Indikator

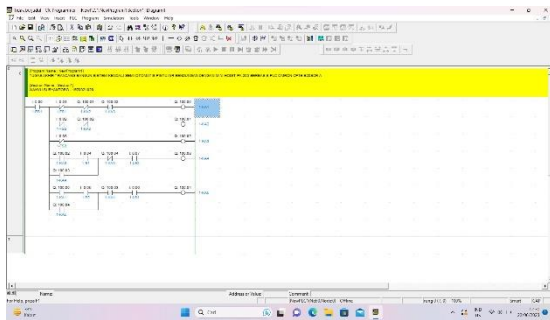
Rangkaian ini berfungsi sebagai pemberi sinyal kepada operator pintu air.



Gambar III. 6 Rangkaian Indikator Level Air

3.8 Perancangan Ladder Diagram PLC

Ladder Diagram merupakan bahasa pemrograman yang berupa gambar diagram yang berisi persamaan fungsi logika, fungsi waktu dan pencacahan untuk menggambarkan proses kendali yang menunjukkan hubungan antara modul input dan output pada sistem kontrol. Setelah electrical wiring diagram dibuat, dan alamat input dan outputnya teridentifikasi, maka selanjutnya dituangkan kedalam ladder diagram software CX-Programmer.



Gambar III. 7 Ladder Diagram PLC Rangkaian Kontrol Mini Hoist

Tabel III. 1 Pengalamatan Input PLC

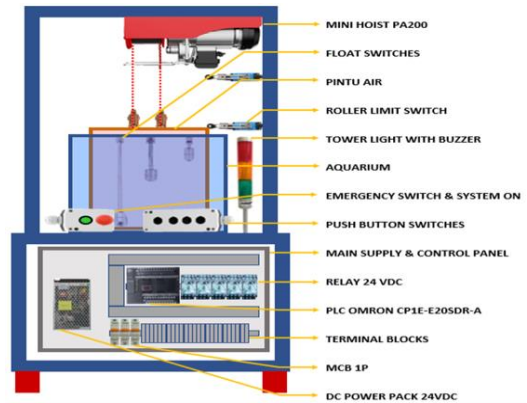
| No | Alamat | Kode Input | Deskripsi | Fungsi |
|----|--------|------------|-----------|---|
| 1 | 100.00 | 1-KA1 | Relay 1 | ON dan OFF Tower Light hijau (1-H1) |
| 2 | 100.01 | 1-KA2 | Relay 2 | ON dan OFF Tower Light kuning (1-H2) |
| 3 | 100.02 | 1-KA3 | Relay 3 | ON dan OFF Tower Light merah (1-H3) dan Buzzer (1-H4) |
| 4 | 100.03 | 1-KA4 | Relay 4 | ON dan OFF motor hoist (UP) |
| 5 | 100.04 | 1-KA5 | Relay 5 | ON dan OFF motor hoist (DOWN) |

Tabel III. 2 Pengalamatan Output PLC

| No | Alamat | Kode Input | Deskripsi | Fungsi |
|----|--------|------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | 0.00 | 1-ES1 | Emergency Switch | ON dan OFF sistem |
| 2 | 0.01 | 1-FS1 | Float Switch 1 | ON dan OFF level 1 (bawah) |
| 3 | 0.02 | 1-FS2 | Float Switch 2 | ON dan OFF level 2 (tengah) |
| 4 | 0.03 | 1-FS3 | Float Switch 3 | ON dan OFF level 3 (atas) |
| 5 | 0.04 | 1-S1 | Push Button Switch 1 | ON motor hoist (UP) |
| 6 | 0.05 | 1-S2 | Push Button Switch 2 | ON motor hoist (DOWN) |
| 7 | 0.06 | 1-LS1 | Limit Switch 1 | OFF motor hoist (UP) |
| 8 | 0.07 | 1-LS2 | Limit Switch 2 | OFF motor hoist (DOWN) |

3.9 Perancangan Hardware

Selanjutnya pembuatan desain hardware alat peraga dibuat sesuai dengan skema perancangan.



Gambar III. 8 Layout Perancangan Hardware



Gambar III. 9 Realisasi Alat

3.10 Terminasi Komponen

Setelah hardware selesai dirakit, maka proses selanjutnya adalah terminasi komponen atau proses pengawatan komponennya.

3.11 Pengukuran Tegangan Kerja

Setelah proses perancangan, fabrikasi dan terminasi, maka proses selanjutnya pengukuran tegangan input jala-jala PLN, tegangan input dan tegangan output power supply. Hal ini bertujuan untuk memastikan tegangan yang dibutuhkan sesuai dengan kriteria yang digunakan oleh modul PLC ataupun perangkat I/O nya.

Langkah-langkah pengukuran tegangan jala-jala PLN, tegangan input dan tegangan output power supply sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat kerja dan alat ukur.
 2. Menghubungkan panel dengan jala-jala PLN 220 VAC.
 3. Mencatat hasil pengukuran tegangan.
- Berikut hasil dari pengukuran tegangan input jala-jala PLN, tegangan input dan tegangan output power supply :

Tabel III. 3 Hasil Pengukuran Tegangan

| No | Deskripsi Pengukuran | Hasil |
|----|--------------------------------------|----------|
| 1 | Tegangan jala-jala PLN | 229 VAC |
| 2 | Tegangan Input DC Power Pack 24 VDC | 229 VAC |
| 3 | Tegangan Output DC Power Pack 24 VDC | 24.2 VDC |

3.12 Pengujian Alat

“Rancang Bangun Sistem Kendali Semi Otomatis Pintu Air Bendungan dengan Mini Hoist PA200 Berbasis PLC Omron CP1E-E20SDR-A” ini, menggunakan dua metode pengujian, antara lain :

1. Pengujian Black Box Testing

Adalah suatu pengujian dimana proses pengujian fokus pada kebutuhan fungsional alat yang bertujuan menemukan kesalahan fungsi, kesalahan elektrik, kesalahan mekanikal, kesalahan kinerja, ataupun kesalahan struktur data.

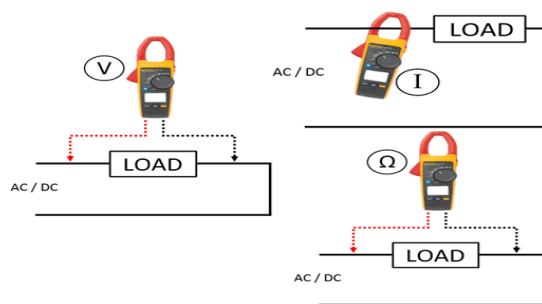
Menurut Nidhra & Dondeti (2012), black box testing juga disebut functional testing, sebuah teknik pengujian fungsional yang

merancang test case berdasarkan informasi dari spesifikasi. [9]

Kondisi-kondisi yang diharapkan harus sesuai yang yang ditunjukkan pada tabel pengujian black box testing IV.1 sampai dengan tabel pengujian black box testing IV.13.

2. Pengujian nilai input dan output komponen

Adalah pengujian dengan cara mengukur nilai arus, tegangan, dan tahanan pada masing-masing input dan output komponen pada saat komponen tersebut ON maupun pada saat OFF yang digunakan pada alat penelitian.



Gambar III. 10 Pengukuran Nilai Tegangan, Arus dan Resistan I/O

4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Black Box Testing

Urutan pengujian “Rancang Bangun Sistem Kendali Semi Otomatis Pintu Air Bendungan dengan Mini Hoist PA200 Berbasis PLC Omron CP1E-E20SDR-A” antara lain :

1. Putar Emergency Switch (1-ES1) dengan cara memutar searah jarum jam Emergency Switch (1-ES1) untuk mengaktifkan sistem kendali dan Pilot Lamp (1-H0) sebagai indikator bahwa sistem kendali sudah aktif.

Tabel IV. 1 Pengujian Black Box Testing 1

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|--------------------------------|-------------------------|-----|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Putar Emergency Switch (1-ES1) | Sistem aktif | ON | ✓ | |
| | Pilot Lamp (1-H0) | OFF | ✓ | |

2. Awal mula pintu air tertutup, dan air mulai memenuhi wadah sampai level 1

(bawah) mengaktifasi Float Switch 1 (1-FS1) sehingga lampu Tower Light warna hijau (1-H1) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 0 - 14 cm yang berfungsi sebagai indikator ketinggian air pada bendungan pada level 1 atau bawah.

Tabel IV. 2 Pengujian Black Box Testing 2

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|--|---------------------------|-------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Air mengisi wadah secara bertahap sampai level 1 (bawah) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | OFF | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | ON | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | |

3. Air mengisi wadah sampai ketinggian level 2 (tengah) sehingga Float Switch 2 (1-FS2) teraktivasi sehingga lampu Tower Light warna kuning (1-H2) menyala yang berfungsi sebagai indikator ketinggian air pada bendungan pada level 2 atau tengah dan lampu Tower Tower Light warna hijau (1-H1) mati selama ketinggian air berada pada ketinggian 14 - 19 cm

Tabel IV. 3 Pengujian Black Box Testing 3

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|---------------------------|-------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Air Mengisi wadah secara bertahap sampai level 2 (tengah) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | ON | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | |

4. Air mengisi wadah sampai level 3 (atas) dan mengaktifasi Float Switch 3 (1-FS3) dan lampu Tower Light warna kuning (1-H2) mati, lampu Tower Light warna merah

(1-H3) menyala dan buzzer (1-H4) berbunyi selama ketinggian air berada pada ketinggian 14 - 25 cm sebagai indikator ketinggian air pada bendungan pada level 3 atau atas.

Tabel IV. 4 Pengujian Black Box Testing 4

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|---------------------------|-------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Air Mengisi wadah secara bertahap sampai level 3 (atas) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | ON | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | ON | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | |

5. Karena debit air sudah menyentuh level 3 (atas) yang ditandai dengan lampu Tower Tower Light warna merah (1-H3) menyala dan buzzer (1-H4) berbunyi, maka kemudian operator penjaga pintu air menekan Push Button AUTO UP (1-S1) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan membuka pintu air.

Tabel IV. 5 Pengujian Black Box Testing 5

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|---------------------------|------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Operator menekan Push Button AUTO UP (1-S1) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | ON | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | OFF | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | UP | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | OPEN | ✓ | |

6. Karena operator penjaga pintu air telah menekan Push Button AUTO UP (1-S1) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan membuka pintu air. Kemudian motor akan berhenti pada saat Limit Switch 1 (1-LS1) teraktivasi.

Tabel IV. 6 Pengujian Black Box Testing 6

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|------------------------------------|---------------------------|------|----------|-------------|
| | | | Seeni | Tidak Seeni |
| Limit Switch 1 (1-LS1) teraktivasi | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | ON | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | OFF | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | OPEN | ✓ | |

7. Karena pintu air bendungan terbuka, maka volume air pada wadah berkurang sampai level 2 (tengah) dan Float Switch 3 (1-FS3) kembali seperti semula. Sehingga lampu Tower Tower Light warna merah (1-H3) dan buzzer (1-H4) mati serta Tower Light warna kuning (1-H2) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 14 - 19 cm yang menandakan level air berada pada level 2 (tengah).

Tabel IV. 7 Pengujian Black Box Testing 7

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|---------------------------|------|----------|-------------|
| | | | Seeni | Tidak Seeni |
| Air berkurang secara bertahap sampai level 2 (tengah) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | OFF | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | OPEN | ✓ | |

8. Kemudian volume air pada wadah terus berkurang sampai level 1 (bawah) dan Float Switch 2 (1-FS2) kembali seperti semula, sehingga lampu Tower Light warna kuning (1-H2) mati dan lampu Tower Light warna hijau (1-H1) menyala selama ketinggian air berada pada ketinggian 0 - 14 cm yang menandakan ketinggian air berada pada level 1 (bawah).

Tabel IV. 8 Pengujian Black Box Testing 8

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|--|---------------------------|------|----------|-------------|
| | | | Seeni | Tidak Seeni |
| Air berkurang secara bertahap sampai level 1 (bawah) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | OFF | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | OFF | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | OPEN | ✓ | |

9. Setelah ketinggian air pada level 1 (bawah), operator menekan Push Button AUTO DOWN (1-S2) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan membuat pintu air menutup sampai Limit Switch 1 (1-LS1) teraktivasi sehingga Motor Hoist (1-M1) OFF.

Tabel IV. 9 Pengujian Black Box Testing 9

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|---------------------------|-------|----------|-------------|
| | | | Seeni | Tidak Seeni |
| Operator menekan Push Button AUTO DOWN (1-S2) | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | OFF | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | OFF | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | DOWN | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | |

10. Karena operator penjaga pintu air telah menekan Push Button AUTO DOWN (1-S2) dan Motor Hoist (1-M1) ON dan menutup pintu air. Kemudian motor akan berhenti pada saat Limit Switch 2 (1-LS2) teraktivasi.

Tabel IV. 10 Pengujian Black Box Testing 10

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|------------------------------------|---------------------------|-----|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Limit Switch 2 (1-LS2) teraktivasi | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | ✓ | |
| | Float Switch 2 (1-FS2) | OFF | ✓ | |
| | Float Switch 3 (1-FS3) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Hijau (1-H1) | ON | ✓ | |
| | Tower Light Kuning (1-H2) | OFF | ✓ | |
| | Tower Light Merah (1-H3) | OFF | ✓ | |
| | Buzzer (1-H4) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 1 (1-LS1) | OFF | ✓ | |
| | Limit Switch 2 (1-LS2) | ON | ✓ | |
| | Motor Hoist (1-M1) | OFF | ✓ | |
| Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | | |

11. Pengujian berikutnya pengujian Emergency Switch (1-ES1) dengan cara ditekan untuk mematikan sistem kendali dan Pilot Lamp (1-H0) sebagai indikator bahwa sistem kendali sudah mati.

Tabel IV. 11 Pengujian Black Box Testing 11

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|--------------------------------|-------------------------|-----|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Tekan Emergency Switch (1-ES1) | Status sistem kendali | OFF | ✓ | |
| | Pilot Lamp (1-H0) | OFF | ✓ | |

12. Pengujian berikutnya pengoperasian secara manual pintu air. Push Button Manual Up (1-S3) ditekan untuk membuka pintu air secara dengan menggerakkan Motor Hoist (1-M1) ON tanpa melewati sistem kendali pada PLC.

Tabel IV. 12 Pengujian Black Box Testing 12

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|-------------------------|------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Operator Menekan Push Button MANUAL UP (1-S3) | Motor Hoist (1-M1) | ON | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | OPEN | ✓ | |

13. Pengujian berikutnya pengoperasian secara manual pintu air. Push Button Manual Up (1-S4) ditekan untuk menutup pintu air secara dengan menggerakkan Motor Hoist (1-M1) ON tanpa melewati sistem kendali pada PLC.

Tabel IV. 13 Pengujian Black Box Testing 13

| Tahapan | Kondisi yang diharapkan | | Validasi | |
|---|-------------------------|-------|----------|--------------|
| | | | Seuai | Tidak Sesuai |
| Operator Menekan Push Button MANUAL DOWN (1-S4) | Motor Hoist (1-M1) | ON | ✓ | |
| | Kondisi pintu air | CLOSE | ✓ | |

4.2 Pengukuran Nilai Input dan Output

Berikut tabel pengukuran input dan output alat : Tabel IV. 14 Pengukuran Nilai Input

| No | Deskripsi | Kondisi | Tegangan (V) | Arus (mA) | Tahanan (Ω) |
|----|--------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| 1 | Emergency Switch (1-ES1) | ON | 24.2 | 1.86 | 4995 |
| | | OFF | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Float Switch 1 (1-FS1) | ON | 0 | 0.43 | 4814 |
| | | OFF | 24.1 | 1.86 | 0 |
| 3 | Float Switch 1 (1-FS2) | ON | 0 | 0.34 | 4814 |
| | | OFF | 24.1 | 1.86 | 0 |
| 4 | Float Switch 3 (1-FS3) | ON | 0 | 0.40 | 5279 |
| | | OFF | 24.1 | 1.86 | 0 |
| 5 | Push Button AUTO UP (1-S1) | ON | 24.1 | 1.86 | 0 |
| | | OFF | 0 | 0 | 4928 |
| 6 | Push Button AUTO DOWN (1-S2) | ON | 24.1 | 1.86 | 0 |
| | | OFF | 0 | 0 | 4927 |
| 7 | Push Button MANUAL UP (1-S3) | ON | 24.1 | 1.86 | 0 |
| | | OFF | 0 | 0 | 1256 |
| 8 | Push Button MANUAL DOWN (1-S4) | ON | 24.1 | 1.86 | 0 |
| | | OFF | 0 | 0 | 1253 |
| 9 | Limit Switch 1 (1-LS1) | ON | 0 | 0 | OL |
| | | OFF | 24.1 | 1.86 | 0 |
| 10 | Limit Switch 2 (1-LS2) | ON | 0 | 0 | OL |
| | | OFF | 24.1 | 1.86 | 0 |

Tabel IV. 15 Pengukuran Nilai Output

| No | Deskripsi | Kondisi | Tegangan (V) | Arus (mA) | Tahanan (Ω) |
|----|---------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| 1 | Pilot Lamp (1-H0) | ON | 24.2 | 1.73 | OL |
| | | OFF | 0 | 0 | 743 |
| 2 | Tower Light Green (1-H1) | ON | 24.2 | 3.13 | OL |
| | | OFF | 0 | 0.63 | OL |
| 3 | Tower Light Yellow (1-H2) | ON | 24.2 | 3.13 | OL |
| | | OFF | 0 | 0.59 | OL |
| 4 | Tower Light Red (1-H3) | ON | 24.1 | 3.35 | OL |
| | | OFF | 0 | 0.23 | OL |
| 5 | Buzzer (1-H4) | ON | 24.1 | 2.22 | OL |
| | | OFF | 0 | 0.72 | 64.25 K |
| 6 | Hoist Motor (1-M1) | ON | 264.4 | 2 | 0 |
| | | OFF | 0 | 0 | 20.5 K |

4.3 Analisa Sistem Kendali

Dari hasil pengujian black box testing serta hasil pengukuran nilai input dan output nya, maka analisisnya sebagai berikut :

1. Secara keseluruhan alat berfungsi dan bekerja sesuai dengan desain perancangan alat.
2. PLC (Programmable Logic Controller) sebagai pusat kendali semi otomatis pintu air bendungan dengan proses kerja secara

sekuensial atau berurutan.

3. Emergency switch sebagai saklar darurat maupun sebagai saklar utama untuk mengaktifkan sistem kendali.
4. Pilot lamp sebagai indikator bahwa sistem kendali sudah ON.
5. Motor hoist sebagai penggerak naik dan turun pintu air bendungan.
6. Tower light with buzzer sebagai indikator level air bendungan.
7. Limit switch sebagai pembatas atas dan bawah dari pintu air bendungan.
8. Push button auto up dan push button auto down sebagai kendali perintah semi otomatis buka dan tutup pintu air bendungan.
9. Push button manual up dan push button manual down sebagai kendali perintah manual buka dan tutup pintu air bendungan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan hasil pengujian penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali Semi Otomatis Pintu Air Bendungan dengan Mini Hoist PA200 Berbasis PLC Omron CP1E-E20SDR-A”. maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem kendali semi otomatis pintu air bendungan menggunakan 8 input dan 5 output dengan PLC Omron CP1E-E20SDR-A sebagai basisnya yang dilengkapi dengan float switch sebagai pengirim sinyal ketinggian air yang divisualisasikan kedalam indikator level air berupa lampu tower light yang menyala warna hijau yang mengindikasikan level 1 dengan ketinggian air sebesar 0 - 14 cm , warna kuning yang mengindikasikan level 2 dengan ketinggian air sebesar 14 - 19 cm , warna merah yang mengindikasikan level 3 dengan ketinggian air sebesar 19 - 25 cm dan suara buzzer serta dilengkapi dengan roller switch sebagai pembatas atas dan pembatas bawah pintu air.
2. Tegangan dan arus yang terukur pada float switch, limit switch, push button switch dan emergency switch pada saat ON didapat 24.1 - 24.2 VDC dengan arus sebesar 1.86 mA DC dan pada saat OFF

sebesar 0 VDC dengan arus 0 mA.

3. Tegangan dan arus yang terukur pada pilot lamp, tower light dan buzzer pada saat ON didapat 24.1 - 24.2 VDC dengan arus sebesar 1.73 - 3.35 mA DC dan pada saat OFF sebesar 0 VDC dengan arus 0 mA.
4. Tegangan dan arus yang terukur pada motor hoist pada saat ON didapat 264.4 VAC dengan arus sebesar 2A AC dan pada saat OFF didapat 0 VAC dengan arus sebesar 0 A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan. (2010). Jakarta
- [2]. OMRON Corporation. (2014). SYSMAC CP Series CP1E CPU Unit Hardware User's Manual. Japan: OMRON Corporation.
- [3]. Zuhail. (1988). Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [4]. Enny. (2016). Optimaliasasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Analog. Metana. Vol.12(1):1-8.
- [5]. Schneider, E. (2019). DOM11379 : Miniature circuit breaker (MCB), Domae, 1P, 25A, C curve, 6000A (IEC/EN 60898-1). France: Schneider Electric.
- [6]. OMRON Corporation. (2015). Miniature Power Relays MY/MYK/MYQ·MYH. Japan: Omron Corporation.
- [7]. PUIL. (2011). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [8]. Easy Harmony XA2 Plastic pushbuttons, switches and pilot lights - Control and signaling units Ø 22. (2022). France: Schneider Electric.
- [9]. Scinivas. Nidhra and Jagnuthi. Dondeti, “Black Box & White Box Testing Techniques a Literature Review”. (2012). International Journal of Embedded System and Application.