

SKRIPSI
RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PENGATUR PINTU AIR
OUTLET GATE DAN SISTEM IRIGASI WARGA PADA PLTA
SELOREJO MENGGUNAKAN *SMART RELAY* SR2B201JD



Disusun Oleh :

HEN RICO VANDRIA

09.12.013



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

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PENGATUR PINTU
AIR PADA *OUTLET GATE* DAN SISTEM IRIGASI WARGA PADA
PLTA SELOREJO MENGGUNAKAN *SMART RELAY ZELIO*
SR2B201BD

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai
gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

HEN RICO VANDRIA

09.12.013

Mengetahui,



Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

(M. Ibrahim Ashari, ST, MT)

NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)

NIP. Y.1028400082

(Ir. Ni Putu Agustini, MT)

NIP. Y.1030100371

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

2013

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hen Rico Vandria
NIM : 09.12.013
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

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

Malang, 20 September 2012

Yang membuat Pernyataan,



Hen Rico Vandria
NIM : 09.12.013

Abstrak

Pada waduk serbaguna terdapat pintu air *intake gate* dan irigasi, dimana pada pintu air tersebut difungsikan untuk mengendalikan kapasitas maksimum dari pipa saluran *hardwell*, dan sebagai penyedia dari kebutuhan debit irigasi untuk dapat terpenuhi dimana debit tersebut memiliki batas minimum, sedangkan aliran air dari *discharge turbin* pada PLTA air ditampung oleh kolam *tail race*, dan pada kolam *tail race* terdapat terowongan air yang menuju kolam penampung air pada PLTA berikutnya yang terdapat pada aliran yang berada dibawah PLTA sebelumnya yang terdapat pada aliran yang sama, dimana kapasitas kemampuan dari terowongan memiliki kapasitas debit maksimum, Untuk menjaga debit air yang diijinkan pada system ini adalah dengan cara mengendalikan level air yang terdapat pada kolam *tail race* dengan cara mengatur buka tutup pintu *outlet gate*,

Pada saat ini pengoperasian dari dari pintu –pintu air tersebut masih menggunakan sistem pengoperasian secara manual elektrik dimana operator harus menuju ruang operasi pintu air yang letaknya agak jauh dari ruang kontrol, dimana pada saat pengoperasiannya operator memiliki resiko terjadinya kecelakaan yang tinggi, dan selama waktu yang dibutuhkan untuk pengoperasian kapasitas air yang terbuang sangatlah besar.

Dari hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan, Penerapan sistem otomatisasi pada pengoperasian pintu air dapat mempersingkat waktu pengoperasian, dimana efisiensi waktu pengoperasian mempengaruhi kualitas dari sistem saluran air dan meningkatkan kualitas dari pemanfaatan penggunaan dari energi air hingga 97,25 % pada pintu *outlet*, 97,24% pada pintu *Intake*, 97,79% pada pintu irigasi yang terdapat pada sistem aliran waduk, dan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan pada pengoperasian.

Kata kunci : *intake gate*, irigasi, *hardwell*, *discharge turbin*, *tail race*, *outlet gate*, *smart relay zelio SR2B201BD*, *sensor ultrasonic*, *water flow*

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pengatur Pintu Air *Outlet Gate* dan Sistem Irigasi Warga pada PLTA Selorejo Menggunakan *Smart Relay SR2B201JD*”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada jurusan Teknik Elektro, konsentrasi Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Triyono (Alm.) dan Ibu Siti Aisyah selaku Orang Tua yang senantiasa telah memberikan dukungan dan doa -doanya.
2. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku rektor ITN Malang.
3. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
4. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT, selaku Dosen Wali konsentrasi energy listrik S-1 ITN Malang.
6. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing 1.
7. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT, selaku Dosen Pembimbing 2.
8. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri ITN Malang. Yang telah mendidik dan memotivasi selama kuliah di ITN Malang.
9. Kakak –kakak dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, kasih sayang dan motivasi selama ini.
10. Buat calon pendamping hidup yaitu Nanik Ika Pujiasih yang senantiasa mendukung, memberikan motivasi dan setia untuk menunggu.

11. Teman –teman kost, Mas Awan, Mas Topan, Mas Wildan, Mas Seno, Rosi, dan yang lainnya, terimakasih atas bantuan dan hiburannya sehingga penulis dapat termotivasi untuk menyelesaikan studi ini.
12. Cosmas Eric dan Alfi yang telah membantu untuk mengajarkan rangkaian elektronika dan pemrograman mikrokontrollernya, serta teman –teman mahasiswa Teknik Elektro IIN Malang semua jurusan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Akhirnya disadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran, masukan, dan kritik sangat diperlukan demi kesempurnaan, dan semoga penyusunan Skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi semua pihak.

Penulis
Malang, September 2013

Hen Rico Vandria

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUK.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Bahasan.....	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematis Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Umum	4
2.1.1. Sistem Aliran Air pada Waduk	4
2.2. Sensor.....	9
2.2.1. Sensor <i>Ultrasonic</i>	9
2.2.1.1. Pengertian	9
2.2.1.2. Prinsip kerja dari sensor ultrasonic	10
2.2.2. <i>Water Flow Meter</i>	11
2.2.2.1. Pengertian <i>Water Flow Meter</i>	11
2.2.2.2. Prinsip Kerja <i>Water Flow</i>	11
2.3. Mikrokontroler AVR	12

2.3.1. Arsitektur ATmega 16	12
2.3.2. Fitur ATmega 16	12
2.3.3. Konfigurasi Pin Atmega 16.....	14
2.4. <i>Smart Relay</i>	15
2.4.2. Fungsi <i>Smart Relay</i>	16
2.4.3. Cara Kerja <i>Smart Relay</i>	16
2.4.4. Bahasa Pemrograman <i>Smart Relay</i>	17
2.4.5. Input dan Output (I/O)	18
2.5. Motor DC.....	19
2.5.1. Pengertian Motor DC	19
2.5.2. Prinsip Arah Putaran Motor	20
2.5.3. <i>Electromotive Force (EMF)</i> / Gaya Gerak Listrik.....	21
2.6. Perangkat Lunak (<i>Soft Ware</i>)	22
2.6.1. <i>Zelio Soft 2</i>	22
2.7. Rangkaian Pendukung	23
2.7.1. <i>Relay DC</i>	23
2.7.2. DAC (<i>Digital to Analog Converter</i>)	24
2.7.2.1. Prinsip Kerja Rangkaian DAC dengan PWM.....	24
2.7.3. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	25
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	27
3.1. Konfigurasi Sistem.....	27
3.2. Perencanaan <i>Hardware</i>	28
3.2.1. Desain Prototipe Pintu Air	28
3.2.2. Perencanaan Kapasitas Pada Motor Penggerak Pintu.....	29
3.2.3. Perencanaan Rangkaian Sistem Minimum ATmega 16	31
3.2.4. Perencanaan Rangkaian DAC dengan Memanfaatkan Sinyal PWM.....	33
3.2.5. Rangkaian Driver Motor DC (Pembalik Arah Putaran Motor DC)	34
3.2.6. Perencanaan Rangkaian pada <i>Smart Relay (SR2B201BD)</i>	35
3.3. Perangkat Lunak	37
3.3.1. Program Pembacaan Mikro Kontroler ATmega16.....	37
3.3.2. Pemrograman pada <i>Zelio soft 2</i>	41

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	46
Metode Pengujian	47
4.1. Pengujian Parsial	47
4.1.1. Pengujian Pembacaan Pada masing –masing Sensor	47
4.1.1.1. Pengujian Sensor <i>Ultra Sonic</i>	47
4.1.1.2. Pengujian Sensor <i>Water Flow</i>	51
4.1.2. Pengujian Driver motor.....	55
4.1.3. Pengujian Tampilan pada LCD.....	56
4.1.3.1. Pengujian LCD pada Sensor <i>Ultrasonic</i>	56
4.1.3.2. Pengujian <i>Water Flow</i> pada Sensor <i>Water Flow</i>	57
4.1.4. Pengujian Program <i>Smart Relay</i>	59
4.1.4.1. pemrograman Pada Alat.....	59
4.2.Pengujian Integrasi	66
4.2.1. Pengujian Daya pada Motor Saat Bekerja	67
4.2.2. Simulasi Sistem Otomatisasi Pintu Air.....	68
4.2.2.1.Hasil Pengujian Sistem Otomatisasi pada Prototipe.....	69
4.2.2.2.Hasil Simulasi Sistem Otomatisasi pada Lapangan.....	70
4.2.2.3.Efisiensi pada Saat Penerapan Sistem Otomatisasi	71
BAB V PENUTUP.....	75
5.1.Saran –Saran	75
5.2. Kesimpulan	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem Aliran Air dari Waduk Menuju PLTA.....	5
Gambar 2.2. Prinsip kerja sensor Ultrasonik.....	10
Gambar 2.3. Fisik dan skematik instalasi.....	11
Gambar 2.4. Mechanic Dimensi <i>Water Flow</i> sensor G1/2.....	11
Gambar 2.5. Blok Diagram AVR ATmega16.....	13
Gambar 2.6. Konfigurasi Pin ATmega 16.....	14
Gambar 2.7. Blok Diagram Prinsip Kerja <i>Smart Relay</i>	16
Gambar 2.8. <i>Smart Relay</i>	17
Gambar 2.9. Port Pada <i>Smart Relay</i>	19
Gambar 2.10. Motor D.C Sederhana.....	20
Gambar 2.11. E.M.F. Kembali.....	21
Gambar 2.12. Layout Yang Menggunakan Ladder Diagram.....	22
Gambar 2.13. Layout yang menggunakan FBD language.....	23
Gambar 2.14. <i>Relay DC</i>	23
Gambar 2.15. Pin -pin Koneksi pada LCD.....	25
Gambar 2.16. Data <i>addres DDRAM</i>	25
Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem Kerja Alat.....	27
Gambar 3.2. Prototype Pintu Air Terdapat pada Prototype Waduk.....	29
Gambar 3.3. Prototype Pintu Air <i>Outlet Gate</i>	29
Gambar 3.4. Rangkaian Sistem Minimum <i>ATMega16</i>	33
Gambar 3.5. Rangkaian DAC.....	34

Gambar 3.6. Rangkaian Kendali Arah Putaran Motor DC Menggunakan Relay DC	35
Gambar 3.7. <i>Port –Port</i> pada <i>Smart Relay</i>	36
Gambar 3.8. Flowchart Perencanaan Sistem Kerja <i>Smart Relay</i>	41
Gambar 3.9. Gambar Program Sistem Kerja Alat Menggunakan FBD Pada <i>ZelioSoft</i>	43
Gambar 4.1. Pengujian Pembacaan Nilai <i>Output</i> pada Sensor <i>Ultra sonic</i>	47
Gambar 4.2 Pengujian Pembacaan Nilai <i>Output</i> pada Sensor <i>Water flow</i>	51
Gambar 4.3. Tampilan LCD pada Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i>	56
Gambar 4.4. Tampilan LCD pada Pengujian Sensor <i>Water Flow</i>	57
Gambar 4.5. Program Sistem Otomatisasi Level pada Kolam <i>TailRace</i>	60
Gambar 4.6. Status <i>Output</i> Saat Data Input Kurang Dari 17 byte	60
Gambar 4.7. Status <i>Output</i> Saat <i>Input</i> Sama Dengan 17 byte.....	61
Gambar 4.8. Status <i>Output</i> Saat Data Input Lebih Dari 17 byte	61
Gambar 4.9. Program Sistem Otomatisasi Level pada Pipa <i>TailRace</i>	62
Gambar 4.10. Status <i>Output</i> Saat Data Input Kurang Dari 38 byte	62
Gambar 4.11. Status output saat input sama dengan 38 byte	63
Gambar 4.12. Status <i>Output</i> Saat Data Input Lebih Dari 38 byte	63
Gambar 4.13. Program Sistem Otomatisasi Level pada Kolam Irigasi.....	64
Gambar 4.14. Status <i>Output</i> Saat Data Input Kurang Dari 32 byte	64
Gambar 4.15. Status output saat input sama dengan 32 byte	65
Gambar 4.16. Status <i>Output</i> Saat Data Input Lebih Dari 32 byte	65
Gambar 4.17. Program Dari Keseluruhan Sistem	66
Gambar 4.18. Simulasi Pengujian Pada Keseluruhan Sistem	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Teknik Pintu <i>Intake Gate</i>	6
Tabel 2.2. Data Teknik Motor Penggerak Pintu <i>Intake</i>	7
Tabel 2.3. Data Perubahan Debit pada Pipa Saluran <i>Hard Race</i> dan Pengoperasian Pintu <i>Intake Gate</i>	7
Tabel 2.4. Data Teknik Pintu Irigasi.....	7
Tabel 2.5. Data Teknik Motor Penggerak Pintu Irigasi.....	8
Tabel 2.6. Data Perubahan Debit pada Pipa Saluran Irigasi dan Pengoperasian Pintu Irigasi.....	8
Tabel 2.7. Data teknik pintu <i>Outlet Gate</i>	8
Tabel 2.8. Data Teknik Motor Penggerak Pintu <i>Outlet Gate</i>	9
Tabel 2.9. Data Perubahan Level Kolam <i>Tail Race</i> untuk Debit Saluran Mendalan.....	9
Tabel 2.10. Deskripsi Pin -Pin LCD MI632.....	25
Table 3.1. Fungsi Penggunaan Drawing Pada Pemrograman <i>smart relay</i>	44
Table 4.1. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik Terhadap <i>Output DAC</i>	49
Table 4.2. Pembacaan Nilai Tegangan pada <i>Smart Relay</i> pada Sensor <i>Ultrasonic</i>	51
Table 4.3. Hasil Pengujian Pembacaan <i>water flow sensor</i>	53
Table 4.4. Pembacaan Nilai Tegangan pada <i>Smart Relay</i> pada Sensor <i>Water Flow</i>	55
Table 4.5. Status Pengujian Rangkaian Driver Motor.....	55
Table 4.6 Pengujian LCD pada sensor <i>ultrasonic</i>	57
Table 4.7 Pengujian LCD pada sensor <i>ultrasonic</i>	59
Table 4.8. pengujian Daya Pada Motor Penggerak.....	67
Tebel 4.9. Pengujian Debit <i>Hard Race</i>	69

Tebel 4.10. Pengujian Debit Irigasi.....	69
Tebel 4.11. PengujianLevel Kolam <i>Tail Race</i>	69
Table 4.12. Respon Pengoperasian Pintu pada <i>Outlet Gate</i>	70
Table 4.13. Respon Pengoperasian Pintu pada <i>Intake Gate</i>	70
Table 4.14. Respon Pengoperasian Pintu Air Irigasi.....	70
Tabel 4.15. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu <i>Outlet</i>	73
Tabel 4.16. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu <i>Intake</i>	73
Tabel 4.17. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu.....	73

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu <i>Outlet</i>	71
Grafik 4.2. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu <i>Intake</i>	72
Grafik 4.3. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu Irigasi	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Waduk serbaguna adalah tempat penampungan air, dimana air yang ditampung pada waduk ini telah difungsikan sebagai sumber energi untuk Pembangkitan Listrik Tenaga Air (PLTA), dan sebagai pengatur atau penyedia perairan irigasi untuk daerah – daerah yang berada pada aliran dibawah waduk, dimana debit air yang masuk pada pipa *intake* PLTA telah di tetapkan supaya tidak melebihi batas maximal dari kemampuan pipa *intake* PLTA, kemudian *discharge* air pada turbin PLTA, air telah ditampung pada kolam *tail race*, dan pada kolam *tail race* terdapat terowongan air yang menuju kolam penampung air pada PLTA berikutnya yang terdapat pada aliran yang berada dibawah PLTA sebelumnya yang terdapat pada aliran yang sama, dimana kapasitas kemampuan dari terowongan memiliki kapasitas debit maximum, Untuk menjaga debit air yang diijinkan pada system ini adalah dengan cara mengendalikan level air yang terdapat pada kolam *tail race*, untuk mengendalikan kolam air tetap ada pada level maximum maka *outlet gate* (pintu pembuangan) dioperasikan pada data level kolam *tail race*, dan nilai debit air yang di buang melalui *outlet gate* digunakan untuk kebutuhan irigasi warga, untuk memenuhi kebutuhan irigasi maka kekurangan dari nilai debit air dari *outlet gate* akan dipenuhi oleh pintu air irigasi dari waduk.

Selama ini pengopersian pada pintu –pintu air di atas telah banyak yang dioperasikan secara manual elektrik dimana operator harus menuju ruang operasi pintu air yang letaknya agak jauh dari *control room*, sedangkan saat pengoperasian pintu air berpotensi memiliki resiko terjadinya kecelakaan yang tinggi dan selama waktu yang dibutuhkan untuk pengoperasian kapasitas air yang terbuang sangatlah besar.

Dengan berkembangnya teknologi otomatisasi saat ini, maka pengoperasian pintu air pada sistem pengairan ini maka dapat dilakukan secara otomatis dengan acuan parameter level air dan debit air pada terowongan air. Sensor *ultra sonic* dipasang untuk mengukur level air pada terowongan terowongan air yang terdapat pada kolam *tail race* serta *water flow sensor* (sensor debit air) di pasang pada terowongan yang merupakan terowongan masuknya air waduk menuju PLTA yang berada pada aliran setelah waduk dan dipasang pada aliran air pada system irigasi. Selanjutnya sensor akan mengirimkan

sinyal ke *smart relay* sebagai control system yang selanjutnya akan memerintakan relay pada motor untuk bekerja.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, pembuatan skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang *hardware* dari prototype sistem pengatur pintu air secara otomatis.
2. Bagaimana merancang *software* dari sistem pengatur pintu air agar dapat bekerja secara otomatis
3. Melakukan uji coba alat, dan menganalisa sistem kerja dari masing – masing alat.

1.3. Tujuan Bahasan

Tujuan utama dari skripsi ini adalah dapat merancang bangun prototype system otomatisasi pengatur pintu air *outlatet gate* pada PLTA dan system irigasi warga menggunakan *smart relay zelio SR2B201BD*.

1.4. Batasan Masalah

Supaya dalam pembahasan dalam simulasi mengarah sesuai dengan tujuan yang diinginkan , maka dalam pembahasan dibatasi oleh beberapa hal:

1. Alat yang akan dibuat adalah rangkaian kontrol otomatisasi pada pengendalian pintu air, dengan menggunakan dua jenis sensor, yaitu satu sensor ultrasonic untuk mengatur level air dan dua sensor debit air untuk mengatur debit air yang masuk pada pipa.
 2. System otomatisasi yang di control adalah pintu *outlet gate*, *intake gate*, irigasi
 3. Perencanaan sistem control pada prototype menggunakan *smart relay Zelio* dengan tipe SR2B201BD
 4. Pemrograman *smart relay* menggunakan *software zeliosoft2*
 5. Tidak membahas komponen elektronika secara mendetail.
 6. Pada pembuatan prototipe dari tugas skripsi ini hanya membahas kondisi pada saat waduk bekerja dalam keadaan normal.
-

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Kajian literatur
Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.
2. Perancangan dan pembuatan
Perangkat Keras dan Lunak yang sesuai dengan skematik diagram rangkaian kontrol yang telah disetujui oleh dosen pembimbing.
3. Pengujian dan Analisis
Pada tahap ini tiap bagian dari rangkaian diuji untuk memastikan apakah rangkaian bekerja sesuai dengan deskripsi atau tidak. Apabila terjadi suatu kesalahan, maka dilakukan perbaikan pada hardware maupun software.
4. Pembahasan
pada tahap ini melakukan interaksi antara teori dan praktek dari hasil penelitian
5. Kesimpulan.
Menarik kesimpulan dari hasil analisa data.

1.6. Sistematis Penulisan

Sistematika dari pembahasan didalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan tentang teori-teori penunjang yang dijadikan landasan dan rujukan dalam pembuatan Skripsi ini. Teori penunjang disini meliputi teori sensor, *smart relay*, motor DC, dan komponen-komponen elektronika yang menunjang dalam skripsi ini.

BAB III : RANCANG BANGUN DAN PROGRAM

Dalam bab ini meliputi perancangan dari alat, yaitu diagram blok dari rangkaian, skematik dari masing – masing rangkaian dan diagram alir dari program yang akan upload pada alat kontrol yaitu *smart relay*.

BAB IV : PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil analisa dari rangkaian dan sistem kerja alat, penjelasan mengenai program – program yang digunakan untuk mengaktifkan rangkaian, dan penjelasan mengenai program yang diisikan ke dalam *smart relay*.

BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang meliputi tentang kesimpulan yang didapat dari pembahasan yang dilakukan dari tugas akhir ini dan saran yang diberikan demi kesempurnaan dan pengembangan pada masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN –LAMPIRAN**

BAB II

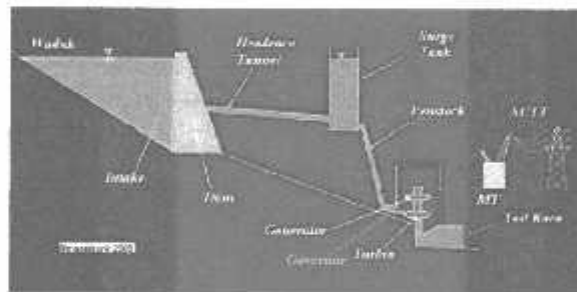
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Waduk serbaguna (*multipurpose dam*) adalah bendungan yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan, misalnya : pembangkit tenaga listrik (PLTA) dan irigasi, pengendali banjir dan PLTA, air minum dan irigasi, air baku, PLTA dan irigasi dan lain sebagainya. yang berada pada aliran dibawah waduk.

2.1.1. Sistem Aliran Air pada Waduk

Pada waduk Selorejo aliran air yang berasal dari aliran anak sungai berantas yaitu kali konto telah di tampung pada waduk, yang dimana pada waduk selorejo terdapat pintu *intake* yang difungsikan untuk mengatur debit air untuk pengoperasian PLTA Selorejo dan pintu irigasi yang difungsikan untuk penyalur kebutuhan dari irigasi yang terdapat pada aliran yang berada dibawah waduk



Gambar 2.1 Sistem Aliran Air dari Waduk Menuju PLTA

Keterangan :

1. Bangunan waduk

Bangunan waduk difungsikan untuk menampung air yang berasal dari aliran anak sungai berantas yaitu kali konto

2. *Intake Gate*

Intake gate berfungsi sebagai pintu pengatur debit air yang mengalir pada saluran *hard race tunnel* dimana kapasitas yang di ijinakan maksimum hanya $9,25 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. *Surge tank*

Surge tank (pipa peredam) difungsikan untuk meredam gelembung –gelembung air, guna untuk menghindari terjadinya *water hammer* pada turbin.

4. *Governor*

Governor difungsikan untuk mengatur buka tutupnya *valve*, untuk menjaga supaya putaran turbin dari generator tetap berda pada putaran yang di tentukan

5. Kolam *tail race*

Kolam *tail race* berfungsi sebagai penampung air yang berasal dari discharge turbin, dimana pada kolam *tail race* PLTA selorejo terdapat pipa saluran yang difungsikan untuk mengalirkan air untuk kebutuhan dari PLTA Mendalan, dimana pada PLTA mendalan air yang berasal dari PLTA Selorejo telah di tampung oleh kolam tendon. Pada sistem penyaluran air ini memiliki kapasitas maksimum yaitu $9,25\text{m}^3/\text{s}$. sehingga untuk menjaga debit air tersebut yaitu dengan cara mengatur level air yang terdapat pada kolam *tail race* tetap berda pada ketinggian 225cm.

6. *Outlet gate* (pintu pembuangan)

Outlet gate berfungsi untuk mengatur level air yang berada pada kolam *tail race* supaya tetap berada pada kapasitas maksimum, dimana hasil dari pembuangan pada pintu *outlet gate* difungsikan untuk memenuhi kebutuhan dari saluran irigasi, untuk memenuhi kebutuhan irigasi maka pada waduk terdapat pintu yang difungsikan untuk mengatur debit air dari saluran irigasi.

- Data teknis pada pintu air *intake gate*

Tabel 2.1. Data Teknik Pintu *Intake Gate*

Merk/ Pabrik	SAKAI IRON WORK
Type	Gerbang roda tetap
Tinggi	35 meter
Lebar	16,4
Matrial	Baja, Metal : SM - 41
Tinggi Angkat	6 meter
Kecepatan naik / Turun	1 meter /menit
Tahun pembangunan	1970

Tabel 2.2. Data Teknik Motor Penggerak Pintu *Intake*

Merk	MEIDENSHA
Type	SF-E
Out put	5,5 Kw
Voltage/phase	220 volt, 3 phase
Current	25 Ampere
Frequency	50Hz

Tabel 2.3. Data Perubahan Debit pada Pipa Saluran *Hard Race* dan Pengoperasian Pintu *Intake Gate*

DEBIT Q (M ³ /S)			JARAK KERJA PINTU (CM)	WAKTU TEMPUH PENGOPERASIAN PINTU (s)	KECEPATAN KERJA PINTU (s)	VOLUME AIR YANG TERBUANG (M ³)
DEBIT YANG DI ANJURKAN	DEBIT PINTU (M ³ /s)	DEBIT HARD RACE (M ³ /s)				
9,25	0,16	9,41	1,0	240	1,67	38,67
9,25	0,33	9,58	2,0	240	3,33	80,2989
9,25	0,49	9,74	3,0	240	5	120,05
9,25	0,66	9,91	4,0	240	6,67	162,8022
9,25	0,82	10,07	5,0	240	8,33	203,6306
9,25	0,98	10,23	6,0	240	10	245

- Data teknis pada pintu air irigasi

Tabel 2.4. Data Teknik Pintu Irigasi

Merk/ Pabrik	SAKAI IRON WORK
Type	Gerbang roda tetap
Tinggi	35 meter
Lebar	16,4
Matrial	Baja, Metal : SM - 41
Tinggi Angkat	6 meter
Kecepatan naik / Turun	1 meter /menit
Tahun pembangunan	1970

Tabel 2.5. Data Teknik Motor Penggerak Pintu Irigasi

Merk	MEIDENSHA
Type	SF-E
Out put	5,5 Kw
Voltage/phase	220 volt, 3 phase
Current	25Ampere
Frequency	50Hz

Tabel 2.6. Data Perubahan Debit pada Pipa Saluran Irigasi dan Pengoperasian Pintu Irigasi

DEBIT Q (M ³ /S)			TINGGI BUKAAN PINTU H (CM)	WAKTU TEMPUH RUANG OPERASI (S)	KECEP ATAN KERJA PINTU (S)	KAPASI TAS AIR YANG TERBU ANG
DEBIT Q IRIGASI YANG DIANJU RKAN	PERUB AHAN DEBIT Q	Q.OUT GATE				
4,5	0	4,5	0	0	0	0
4,5	0,12	4,62	1	300	1,67	36,2
4,5	0,24	4,74	2	300	3,33	72,8
4,5	0,36	4,86	3	300	5	109,8
4,5	0,48	4,98	4	300	6,67	147,2
4,5	0,6	5,1	5	300	8,33	185

- Data teknis pada pintu air *outlet gate*

Tabel 2.7. Data teknik pintu *Outlet Gate*

Merk/ Pabrik	SAKAI IRON WORK
Type	Gerbang roda tetap
Tinggi	35 meter
Lebar	16,4
Matrial	SM 41 B SS 41
Tinggi Angkat	6 meter
Kecepatan naik / Turun	1 meter /menit

Tabel 2.8. Data Teknik Motor Penggerak Pintu *Outlet Gate*

Merk	MEIDENSHA
Type	SF-E
Out put	2,2 Kw
Voltage/phase	220 volt, 3 phase
Current	10 Ampere
Frequency	50Hz

Tabel 2.9. Data Perubahan Level Kolam *Tail Race* untuk Debit Saluran Mendalan dan Pengoperasian Pintu *Outlet Gate*

Level Kolam <i>Tail Race</i> (Cm)	Debit Terowongan Mendalan (M ³ /s)	Jarak Kerja Pintu (Cm)	Waktu Pengoperasian Pintu (s)	Kecepatan Kerja Pintu (s)	Volume Air Yang Terbuang (M ³)
225	9.25	0	0	0	0
226	9.30	1	180	1,67	9,0835
227	9.35	2	180	3,33	18,333
228	9.40	3	180	5	27,75
229	9.45	4	180	6,67	37,334

2.2.Sensor

Sensor pada dasarnya adalah sebuah perangkat atau device yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik maupun sistem digital. Banyak jenis sensor yang beredar di pasaran tergantung kegunaan dan harga. Namun untuk perancangan penelitian ini yang dipakai yaitu sensor jarak yang menggunakan sinyal gelombang ultasonik untuk mendapatkan data yang dibutuhkan kemudian difungsikan untuk mengukur tinggi permukaan air dari tempat pengukuran sebelum data diolah.

2.2.1. Sensor Ultrasonic

2.2.1.1. Pengertian

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar gelombang ultrasonik (transmitter) dan rangkaian penerima ultrasonik (receiver).

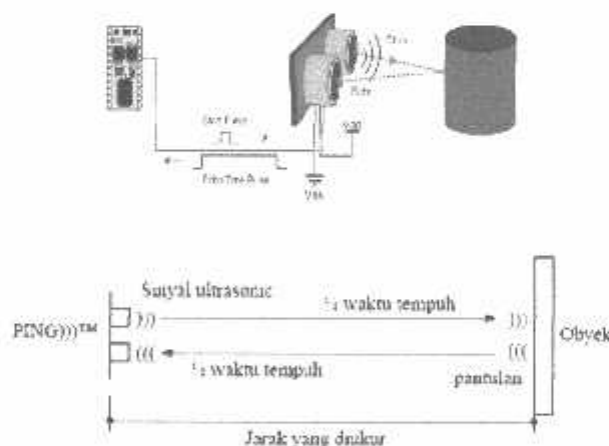
2.2.1.2. Prinsip kerja dari sensor ultrasonic

Prinsip kerja dari sensor ultrasonic tipe HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima Ultrasonik.
3. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2 \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.



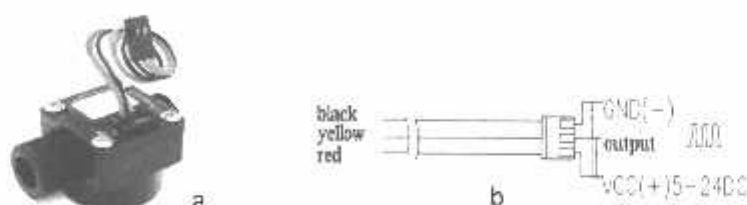
Gambar 2.2. Prinsip kerja sensor Ultrasonik

Sumber: <http://atmelmikrokontroler.wordpress.com/2009/06/24/prinsip-kerjarangkaian-sensor-ultrasonik/>

2.2.2. Water Flow Meter

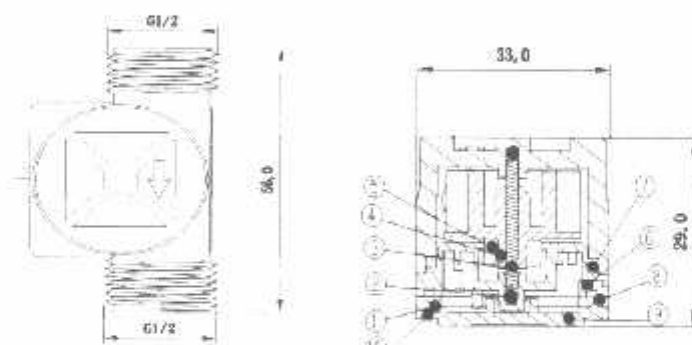
2.2.2.1. Pengertian Water Flow Meter

Water Flow sensor terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek. Ketika air mengalir melalui, gulungan rotor-rotor. Kecepatan perubahan dengan tingkat yang berbeda aliran. Sesuai sensor hall efek output sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dc dan Ground. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Fisik dan skematik instalasi

Sumber : Data sheet water flow G1/2



Gambar 2.4. Mekanik Dimensi Water Flow sensor G1/2

Sumber : Data sheet water flow G1/2

Maka untuk mendapatkan nilai debit di perukan dalam persamaan berikut:

$$Q = (\text{jumlah pulsa per menit}) / 7.5 \dots \dots \dots (2.3)$$

Jika diambil sampling waktu 1 detik setiap pembacaan pulsa, maka hasil pembacaan pulsa dikalikan 60 dan seterusnya.

2.2.2.2. Prinsip Kerja Water Flow

Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais efek Hall yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa

muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi divais tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui divais, dimana spesifikasi sensor *flow GI/2* adalah sebagai berikut

- a. Bekerja pada tegangan 5V DC-24VDC
- b. Arus Maksimum saat ini 15 mA(DC5V)
- c. Berat sensor 43 g
- d. Tingkat Aliran rentang 0,5~ 60L / menit
- e. Suhu Pengoperasian 0°C~ 80°
- f. Operasi kelembaban 35%~ 90% RH
- g. Operasi tekanan bawah 1.75Mpa
- h. Store temperature -25°C~+80°
- i. Store humidity 25%~90%RH

Water flow sensor ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor hall-effect.

2.3. Mikrokontroler AVR

2.3.1. Arsitektur ATmega 16

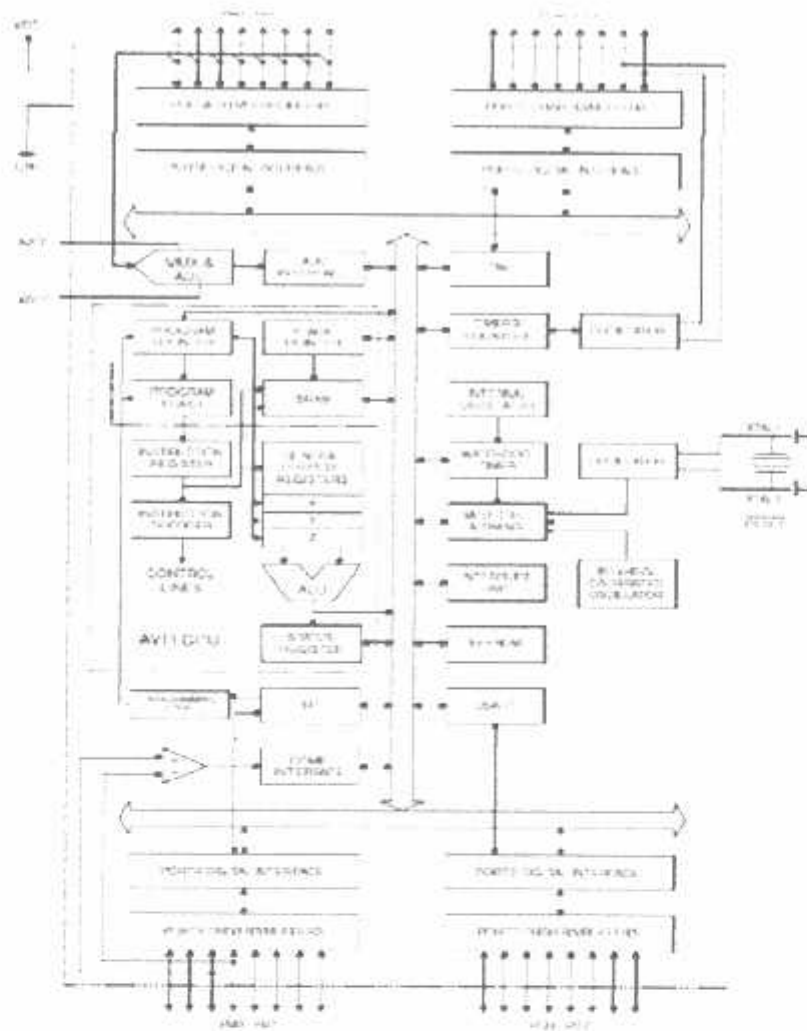
Mikrokontroller dapat dianalogikan seperti sebuah system komputer yang dikemas dalam sebuah chip. Dalam sebuah chip mikrokontroller sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprocessor dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprocessor, ROM, RAM, I/O, dan *clock* seperti yang dimiliki sebuah Personal Komputer (PC).

Karena ATmega 16 memiliki 32 PORT I/O yang sudah memadai untuk digunakan pada prototipe pintu bendungan otomatis ini dan ATmega 16 juga lebih murah dari pada ATmega 8535. Sehingga digunakan ATmega 16 ini untuk memroses input dan output pada prototipe pintu bendungan ini. (<http://www.atmel.com/>)

2.3.2. Fitur ATmega 16

Fitur – fitur yang dimiliki ATmega16 sebagai berikut :

- a. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
 - b. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
 - c. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KByte.
-



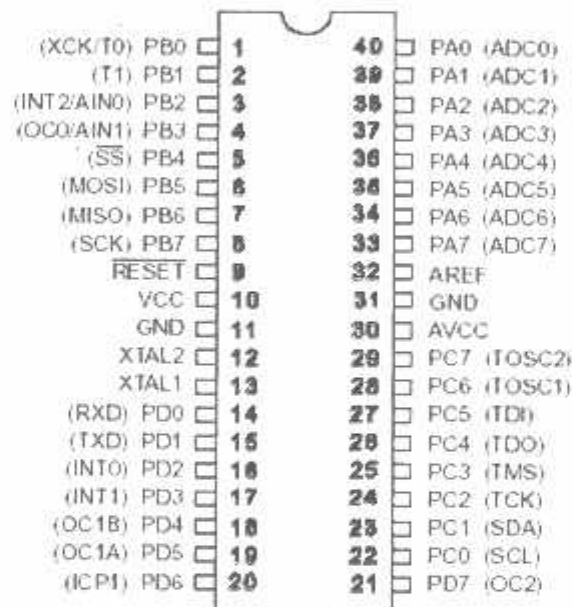
Gambar 2.5. Blok Diagram AVR ATmega16

Sumber : <http://www.atmel.com/>

- d. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- e. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- f. Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- g. *Port* USART untuk komunikasi serial.
- h. Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
 1. 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 2. 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - 4 *channel* PMW

- 8 channel, 10-bit ADC
 1. 8 *Single-ended Channel*
 2. 7 *Diferential Channel* hanya pada kemasan TQFP
 3. 2 *Diferential Channel* dengan Programmable Gain 1x, 10x, atau 200x.
- *Byte-oriental Two-wire Serial Interface*
- *Programmable Serial USART*
- Antarmuka SPI
- *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
- *On-chip Analog Comparator*.

2.3.3. Konfigurasi Pin Atmega 16



Gambar 2.6. Konfigurasi Pin ATmega 16

Sumber : <http://www.atmel.com/>

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-linePackage*) dapat dilihat pada gambar 17. Dari gambar 17 dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega 16 sebagai berikut :

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin Ground.

- c. Port B : (PB7 - PB0) port B merupakan Port I/O 8-bit *bi- direksional* (dua arah) dengan resistor *pull-up internal* secara individual. Selain sebagai Port I/O ,Port B juga memiliki fungsi alternatif
- d. Port D : (PD7 - PD0) port D merupakan Port I/O 8-bit *bi- directional* (dua arah) dengan *resistor pull-up* internal secara individual. Selain sebagai port I/O ,Port D juga memiliki fungsi alternative
- e. Port A : (PA7 - PA0) sebagai masukan analog untuk ADC. Port A juga bisa digunakan sebagai 8-bit I/O port jika A/D Converter tidak digunakan dan masing – masing pin I/O memiliki *internal pullup*. Pemilihan portA sebagai input analog atau sebagai Analog to Digital Converter (ADC) bisa dilakukan melalui pemrograman.
- f. Port C : (PD7 - PD0) port D merupakan port I/O 8-bit *bi- directional* (dua arah) dengan resistor *pull-up internal* secara individual. Selain sebagai port I/O , Port D juga memiliki fungsi alternatif.
- g. RESET: merupakan input reset yang bekerja pada level rendah (*active low*) selama minimal 1,5us.
- h. XTAL1: *Input* ke penguat *inverting* oscillator dan input ke *internal clock*
- i. XTAL2 *Output* dari penguat *inverting* oscillator.
- j. AVCC merupakan catu daya yang digunakan sebagai masukan analog ADC yang terhubung ke port A.
- k. AREF merupakan tegangan referensi analog untuk ADC.

2.4. *Smart Relay*

Smart relay adalah suatu alat yang dapat deprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan pada proses otomatisasi. *Smart relay* memiliki ukuran yang kecil dan relatif ringan. *Smart Relay* didesain untuk automated systems yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan komersial. Untuk keperluan industri biasanya digunakan untuk aplikasi *small finishing*, packing dan juga proses produksi. Selain itu juga digunakan untuk mesin-mesin yang berskala kecil sampai dengan yang skala besar dan terkadang juga digunakan untuk industry rumahan. Untuk sector komersial atau bangunan biasa digunakan untuk alat penggulung, pintu masuk, instalasi listrik, compressor dan lain-lain yang menggunakan sistem automasi.

Terdapat 2 tipe *smart relay* yaitu tipe *com pact* dan tipe *modular*. Perbedaannya adalah pada tipe *modular* dapat ditambahkan *extension module* sehingga dapat

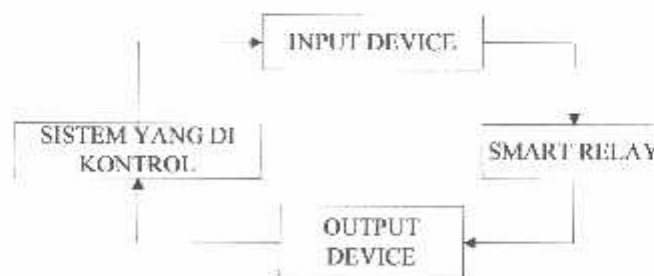
ditambahkan *input* dan *output*. Meskipun demikian penambahan modul tersebut tetap terbatas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. Selain itu untuk tipe modular juga dapat dimonitor dengan jarak jauh dengan penambahan modul.

2.4.2. Fungsi *Smart Relay*

Fungsi *smart relay* adalah merupakan suatu bentuk khusus dari pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat deprogram untuk menyimpan instruksi –instruksi dengan aturan tertentu dan dapat mengimplementasikan fungsi –fungsi khusus seperti fungsi logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmetika dengan tujuan mengontrol mesin –mesin dan proses-proses yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang-ulang. *Smart relay* ini dirancang sebaik mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat deprogram oleh non-programmer khusus. Oleh karena itu perancang *smart relay* telah menempatkan sebuah program awal (*interpreter*) di dalam piranti ini yang memungkinkan pengguna meinput program-program kontrol sesuai dengan kebutuhan mereka dalam kebutuhan mereka dalam suatu bentuk bahasa pemrograman yang relatif sederhana dan mudah untuk dimengerti dan dapat diubah atau diganti dengan mudah sesuai dengan kebutuhan.

Pemrograman yang digunakan pada *smart relay telemecanique* adalah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara menggunakan tombol –tombol yang terdapat pada *smart relay* sehingga dapat mengubah program secara langsung dari *smart relay* tersebut. Selain itu pemrograman juga dapat menggunakan computer yang menggunakan *software "Zelio Soft 2"*.

2.4.3. Cara Kerja *Smart Relay*



Gambar 2.7. Blok Diagram Prinsip Kerja *Smart Relay*

Cara kerja *smart relay* pertama adalah memeriksa kondisi input. *Smart relay* akan memeriksa setiap input yang ada. Kemudian semuanya akan diinputkan ke dalam

memori. Langkah kedua adalah mengeksekusi program pada suatu instruksi. Sehingga kerja *smart relay* adalah berdasarkan program. Setiap kondisi ditentukan oleh programnya. Langkah terakhir *smart relay* mengatur status pada perangkat keluaran. Dapat kita lihat bahwa *smart relay* sangat penting dalam suatu proses. Keuntungan menggunakan *Smart Relays* adalah:

- Pemrograman yang sederhana. Dengan adanya layar LCD yang besar dengan backlight memungkinkan dilakukannya pemrograman melalui front panel atau menggunakan *Zelio Soft 2 Software*.
- Instalasi yang mudah
- Harga lebih murah dibandingkan dengan menggunakan PLC.
- Fleksibel, kompak dan dapat ditambahkan modul tambahan bila diperlukan, *dual programming language*, dan *multiple power capabilities* (12VDC, 24VDC, 24VAC dan 120 VAC).
- *Open connectivity*. Sistem *Zelio* dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan *extension* modul berupa modem. Juga tersedia modul *Modbus* sehingga *Zelio* dapat menjadi *slave OLC* dalam suatu jaringan PLC.



Gambar 2.8. *Smart Relay*

Sumber : <http://www.habetec.com/product/0/208/Zelio-LogicTipeModular-24VDC-26-I-O-SR3B261BD>

Dari gambar di atas dapat kita lihat terdapat layar yang dapat digunakan untuk melakukan pemrograman secara langsung dari *smart relay* tanpa harus menggunakan perangkat komputer. Dengan adanya tombol-tombol yang telah disediakan kita dapat memrogram dengan lebih mudah.

2.4.4. Bahasa Pemrograman *Smart Relay*

Untuk memprogram modul *smart relay* dapat menggunakan dua cara, yaitu pertama dengan cara melalui panel depan modul dan kedua melalui programming

workshop zelio soft 2. Bahasa pemrograman pada zelio soft 2 terdapat dua macam, yaitu ladder diagram dan FBD (Functional Block Diagram), akan tetapi untuk penggunaan input analog hanya dapat digunakan ada bahasa pemrograman FBD. Kedua bahasa pemrograman ini sama-sama mengimplementasikan Predefine Function Block seperti timer dan counter serta fungsi-fungsi spesifik yang lain. Zeliomerupakan kumpulan dari relay, dimana relay adalah sebuah device yang bekerja berdasarkan gaya electromagnetic yang dapat menutup dan membuka sebuah kontak switch. Relay pada mulanya dikembangkan untuk memudahkan dua control elektronik, yaitu remote control dan power amplification. Contoh dari power amplification adalah starting relay pada sebuah mobil.

Kontak relay memiliki dua konfigurasi dasar yaitu Normally Open (NO) dan Normally Closed (NC). Normally Open memiliki kondisi kontak open pada saat tidak di-energized dan kontak akan close bila di-energized. Sedangkan Normally Closed memiliki kondisi kontak closed pada saat tidak di-energized dan kontak akan open bila di-energized. Berdasarkan perjanjian, symbol relay selalu menunjukkan kondisi kontak pada saat tidak di-energized. Relay memiliki bermacam-macam variasi konfigurasi kontak. Seperti double-pole/double-throw (DPDT), triple-pole/doublethrow (3PDT), double-pole/single-throw (DPST), single-pole/single-throw (SPST) dan sebagainya.

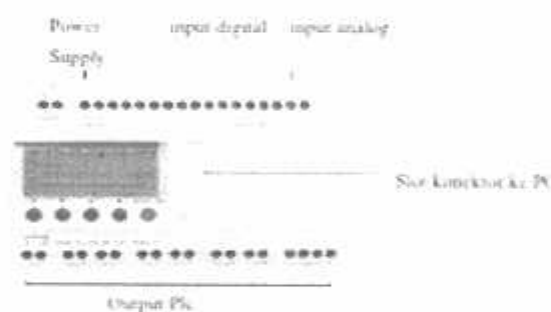
Switch dan relay digunakan secara luas pada industri-industri untuk mengontrol motor, mesin dan proses. Switch dapat menjalankan single machine on dan off, tetapi berbeda dengan jaringan relay logic yang dapat mengontrol proses yang dijalankan, menyalakan sebuah mesin, menunggu sampai proses selesai, kemudian menjalankan proses berikutnya. Programming dan instalasi yang mudah, Zelio Logic sangat cocok untuk semua aplikasi. Zelio Logic ini juga fleksibel menawarkan dua macam Option, yang pertama adalah compact version dimana pada versi ini memiliki konfigurasi yang fix, sedangkan untuk yang kedua yaitu Modular version, dapat ditambahkan extension Modules serta 2 bahasa programming (FBD atau ladder).

- Secara independen, menggunakan tombol-tombol pada Zelio Logic smart relay (ladder language)
- Menggunakan pemrograman pada PC menggunakan "Zelio Soft 2 2" software.

2.4.5. Input dan Output (I/O)

Smart relay ini memiliki jumlah input yang terdiri dari analog dan digital dan memiliki output relay *normally open*. Smart relay dapat digabungkan dengan modul

tambahan sehingga dapat memperbanyak jumlah input maupun jumlah output sampai dengan total jumlah 40 I/O. Untuk *discrete input* memiliki tegangan nominal 24V dan arusnya 4 mA dan untuk *input analog* 0-10 atau 0-24 VDC. Impedansi inputnya 12K . Untuk *response time* jika menggunakan *ladder language* memerlukan 50 ms dan jika menggunakan block diagram memerlukan minimal 50 ms dan maksimal 255 ms. Sedangkan untuk perangkat keluaran (output). Terdapat 2 tipe karakteristik yaitu relay dan transistor. Untuk relay tipenya adalah normally open yang akan menyala jika diberi logic 1 dan akan mati jika diberi logic 0. Batas beroperasinya 5-30 VDC dan 24-250 VAC. Arus termalnya 8 output bernilai 8A dan 2 output bernilai 5A. Kapasitas switching minimal adalah 10 mA. Time response untuk trip 10 ms dan untuk reset 5 ms. Untuk transistor batas operasinya 19,2-30V. Beban nominal tegangan 24 VDC dan arusnya 0,5A. *Time response* untuk trip dan resetnya kurang dari 1 ms. I/O pada *smart relay* dapat diberi modul tambahan sesuai dengan kebutuhan tetapi terdapat keterbatasan dalam penambahan. Untuk *analogue I/O extension modules* dengan 4 I/O, suplai menggunakan 24 VDC. *Discrete I/O extension modules* dengan 6, 10, 14 I/O, suplai melalui *smart relay* dengan voltage yang sama.



Gambar 2.9. Port Pada *Smart Relay*

Sumber : <http://www.habetec.com/product/0/208/Zelio-Logic-Tipe-Modular-24VDC-26-I-O-SR3B261BD>

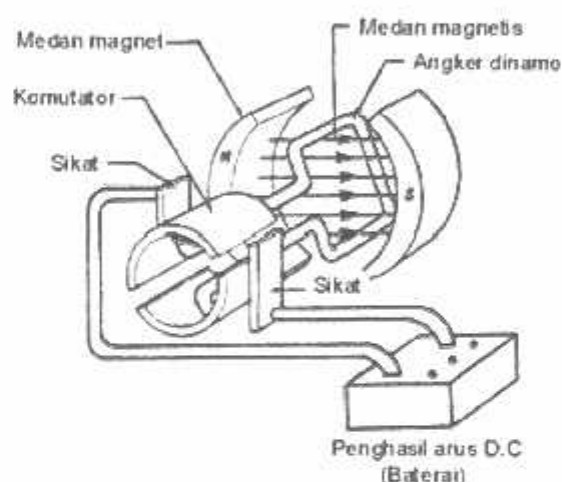
2.5. Motor DC

2.5.1. Pengertian Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan,dll. Motorlistrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri.

Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motormotor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.



Gambar 2.10. Motor D.C Sederhana

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>

Catu tegangan dc menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

2.5.2. Prinsip Arah Putaran Motor

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Fleming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus

searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F .

Prinsip motor : aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

$$F = B.I.l.z \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

F = Gaya yang ada pada *armature* (N)

B = Kerapatan medan magnet (Vs/m^2)

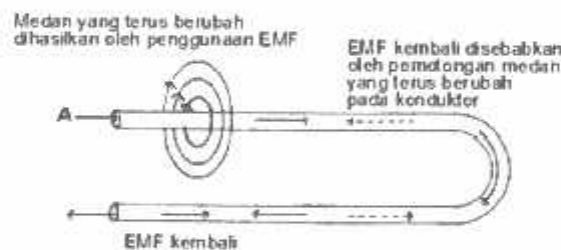
I = Arus (Amp)

l = Panjang penghantar (m)

z = Pengaruh medan magnet terdapat kawat

2.5.3. *Electromotive Force (EMF) / Gaya Gerak Listrik*

EMF induksi biasanya disebut EMF Counter, atau EMF kembali. EMF kembali artinya adalah EMF tersebut ditimbulkan oleh angker dinamo yang melawan tegangan yang diberikan padanya. Teori dasarnya adalah jika sebuah konduktor listrik memotong garis medan magnet maka timbul ggl pada konduktor.



Gambar 2.11. E.M.F. Kembali.

Sumber : <http://dc338.4shared.com/doc/b5HSyRpW/preview.html>

EMF induksi terjadi pada motor listrik, generator serta rangkaian listrik dengan arah berlawanan terhadap gaya yang menimbulkannya. HF. Emil Lenz mencatat pada tahun 1834 bahwa “arus induksi selalu berlawanan arah dengan gerakan atau perubahan yang menyebabkannya”. Hal ini disebut sebagai Hukum Lenz. Timbulnya EMF tergantung pada:

- kekuatan garis fluks magnet
- jumlah lilitan konduktor

- sudut perpotongan fluks magnet dengan konduktor
- kecepatan konduktor memotong garis fluks magnet

Tidak ada arus induksi yang terjadi jika angker dinamo diam.

Arus armature adalah

$$I = (E_s - E_o)/R \dots \dots \dots (2.4)$$

Daya ke motor armature adalah

$$P = E_o \cdot I \dots \dots \dots (2.5)$$

Kecepatan motor adalah

$$n = \frac{60 E_s}{z \cdot \Phi}$$

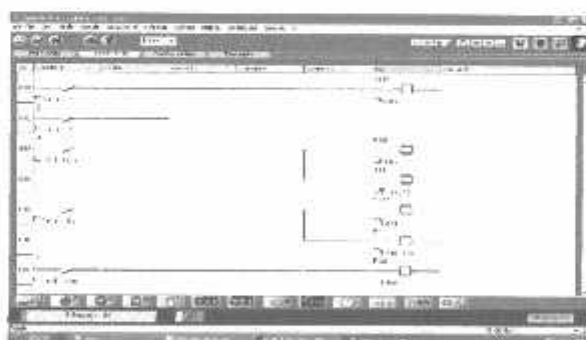
Torsi motor adalah

$$T = 9.55 P/n \dots \dots \dots (2.6)$$

2.6. Perangkat Lunak (*Soft Ware*)

2.6.1. Zelio Soft 2

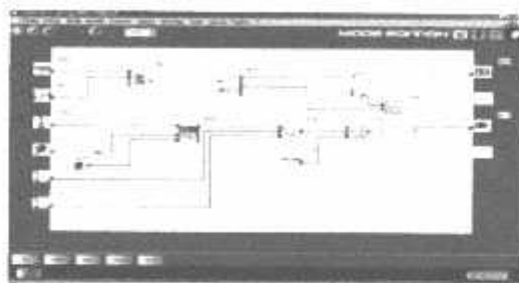
Zelio soft adalah software yang digunakan untuk membuat program pada smart relay Zelio. Zelio soft sangat mudah digunakan sekalipun bagi yang baru mengenal pemograman. Pada software zelirosoft kita dapat mengenal pemograman dalam bahasa ladder dan FBD (Function Block Diagram). Sebenarnya dalam software ini pembuatan program dalam bahasa FBD akan lebih mudah apalagi kalau qt sudah bermain dalam besaran analog. Pada gambar Gambar 2.20 dapat kita lihat contoh layout program yang menggunakan ladder diagram.



Gambar 2.12. Layout yang menggunakan ladder diagram

Pada ladder language terdapat dua macam symbol yang dapat digunakan yaitu ladder symbol dan electrical symbol. Pada ladder symbol terdapat 120 baris yang dapat digunakan untuk program. Fitur-fitur yang ada adalah timer, yang digunakan untuk menghitung delay baik on/off. Counter yang digunakan untuk menghitung maju atau mundur. Analogue comparator dan counter comparator yang digunakan untuk

membandingkan. Clock yang digunakan untuk range waktu yang valid selama melakukan proses. Control relay yang digunakan sebagai internal relay. Input dan output coil dan juga terdapat kolom comment untuk memberi komentar pada tiap barisnya. Sedangkan gambar Gambar 2.21 adalah contoh layout yang menggunakan FBD language. FBD menyediakan graphical programming yang berdasarkan kegunaan dari function block.



Gambar 2.13. Layout yang menggunakan FBD language

Selain itu Software ini juga dapat digunakan untuk simulasi, monitoring, dan pengawasan. Selain itu juga dapat mengupload dan mendownload program. Dapat dibuat dalam bentuk file. Meng-compile program secara otomatis. Selain itu juga terdapat menu on-line help.

2.7. Rangkaian Pendukung

2.7.1. Relay DC

Relay adalah komponen yang terdiri dari sebuah kumparan berinti besi yang akan menghasilkan elektromagnet ketika kumparannya dialiri oleh arus listrik. Elektromagnet ini kemudian menarik mekanisme kontak yang akan menghubungkan kontak *Normally-Open* (NO) dan membuka kontak *Normally-Closed* (NC). Sedikit menjelaskan, kata *Normally* disini berarti relay dalam keadaan non-aktif atau *non-energized*, atau gamblangnya kumparan relay tidak dialiri arus. Jadi kontak *Normally-Open* (NO) adalah kontak yang pada saat **Normal** tidak terhubung, dan kontak *Normally-Closed* (NC) adalah kontak yang pada saat **Normal** terhubung.



Gambar 2.14. Relay DC

Sumber : <http://telinks.wordpress.com/2010/05/01/rangkaian-driver-relay-praktis-menggunakan-transistor-bipolar/>

2.7.2. DAC (*Digital to Analog Converter*)

Digital to Analog Converter (DAC) adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah kode-kode digital (BCD) menjadi sinyal analog (*volt*). Dimana pada kode –kode digital akan menghasilkan nilai lebar pulsa berdasarkan periodenya, seperti halnya prinsip dasar dari PWM.

2.7.2.1. Prinsip Kerja Rangkaian DAC dengan PWM

PWM (Pulse Width Modulation) yaitu suatu bentuk modulasi yang menggunakan prinsip lebar pulsa berdasarkan periodenya. Jadi dalam PWM terdapat unsur Frekuensi, Duty Cycle dan Periode yang terdiri dari Pulsa High dan Pulsa Low (High Pulse dan Low Pulse). duty Cycle ditentukan dengan perbandingan antara Periode Pulsa High (T_{High}) dengan Periode Totalnya (T_{Total}) yang dinyatakan dengan satuan persen.

$$\text{Rumusnya : } \frac{\text{Periode Pulsa high}}{\text{Periode Total}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Sedangkan kecepatan transisi (perpindahan) antara Pulsa High dan Pulsa Low dalam satu periode dinyatakan dengan Frekuensi PWM.

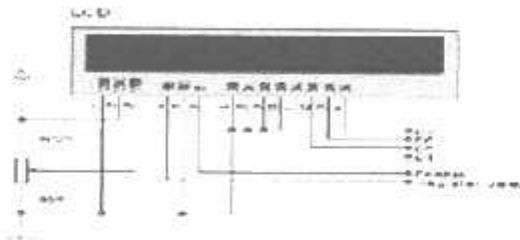
$$F = \frac{1}{\text{Periode PWM}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Pada rangkaian DAC dengan PWM menggunakan prinsip pengisian dan pengosongan kapasitor yang sesuai dengan prinsip kerja dari rangkaian low pass Filter. Penggunaan Low Pass filter digunakan untuk mengurangi frekuensi yang masuk ke rangkaian selanjutnya, sehingga nilai tegangan analog merupakan representasi dari tegangan yang sesungguhnya.

Rangkaian low pass filter disini menggunakan rangkaian R dan C (resistor dan capasitor). Range tegangan yang keluar dari rangkaian filter adalah sebesar 0 – 5 V maka agar nantinya range tegangan tersebut dapat dibaca sesuai dengan input tegangan analog Smart Relay. Untuk itu diperlukan rangkaian penguat tegangan dengan menggunakan rangkaian Op-Amp (Penguat Inverting).

2.7.3. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD MI632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD memiliki CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*), dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*).



Gambar 2.15. Pin-pin Koneksi pada LCD

Tabel 2.10. Deskripsi Pin-Pin LCD MI632

Pin No.	Symbol	Level	Description
1	VSS	0V	Ground
2	VDD	5V	Supply voltage for logic
3	VO	(Variable)	Operating voltage for LCD
4	RS	H/L	H: Data, I: Instruction code
5	R/W	H/L	H: Read, L: Write
6	E	H, H->L	Chip Enable signal
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit 2
10	DB3	H/L	Data bit 3
11	DB4	H/L	Data bit 4
12	DB5	H/L	Data bit 5
13	DB6	H/L	Data bit 6
14	DB7	H/L	Data bit 7
15	A	4.2 - 4.5V	LED +
16	K	0V	LED -

DDRAM merupakan memori yang menunjukkan tempat karakter akan ditampilkan. Contoh karakter "L" atau 4CH yang di tulis pada alamat 00, karakter tersebut akan di tampilkan pada baris pertama kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Gambar 2.16. Data address DDRAM

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter. Dengan *CDRAM user* dapat membuat sendiri format karakter yang diinginkan. *CDROM* merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari *HD44780*.

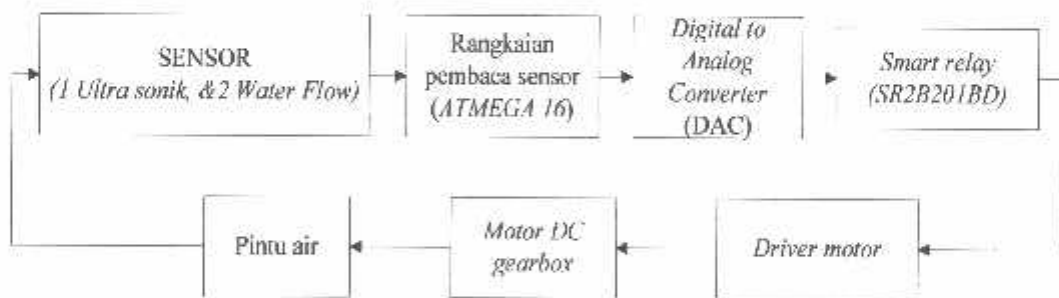
BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Konfigurasi Sistem

Secara garis besar perencanaan dan pembuatan seluruh system alat ini ditunjukkan dalam gambar 3.1. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah proses perbaikan alat dan analisa. Secara umum blok diagram terdapat terdiri atas :

1. Perencanaan hardware
 - a. Desain pintu air
 - b. Perencanaan system kerja sensor
 - c. Perencanaan dan penentuan kapasitas motor
 - d. Perencanaan system kerja driver motor
 - e. Perencanaan rangkaian pendukung (*adaptor*, rangkaian pembaca sensor, *digital to analog converter*)
2. Perencanaan software
 - a. Pemrograman rangkaian pembaca sensor menggunakan *AVR code vision*
 - b. Pemrograman sistem kerja *smart relay* menggunakan *zelio soft2*



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem Kerja Alat

Pada gambar blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa untuk membaca keluaran dari 2 jenis sensor tidak dapat langsung dibaca oleh *smart relay* yang di karenakan kecepatan waktu timbul pulsa yang keluar dari sensor sangatlah cepat, sehingga di perlukan rangkaian pembaca sensor dimana dalam perencanaan alat menggunakan mikro kontroller jenis *ATMEGA16*, yang dimana keluaran dari sensor adalah berupa sinyal digital, sehingga rangkaian DAC digunakan untuk merubah keluaran sinyal digital

menjadi sinyal berupa analog, kemudian keluaran dari DAC menjadi masukan dari *smart relay*, dan *smart relay* memerintahkan driver motor, dan dari driver motor menggerakkan arah putaran motor yang berfungsi untuk membuka dan menutup pintu air.

3.2. Perencanaan *Hardware*

Dalam perancangan hardware pada skripsi ini, ialah dengan menggunakan sebuah prototype pintu air beserta saluran air serta rangkaian-rangkaian pendukung lainnya.

3.2.1. Desain Prototipe Pintu Air

Prototype saluran air pada skripsi ini ditunjukkan pada gambar 3.2. dimana pada prototipe pada waduk memiliki panjang 60cm, lebar 60cm, tinggi 46cm, sedangkan pada prototipe dari kolam *tail race* memiliki panjang = 30cm, lebar = 30cm, dan tinggi = 30cm.

Sedangkan pada prototipe pintu air di ditunjukkan pada gambar 3.3. dimana perancangan pada pintu air menggunakan skala dari kondisi asli dari lapangan yaitu pada data pintu waduk selorejo dan pada pintu air *outlet gate* PLTA Selorejo. Desain pintu air menggunakan skala 1 : 100 dimana perhitungannya adalah sebagai berikut :

Desain pada proto tipe = keadaan sebenarnya pada lapangan / Sekala pembanding jadi :

1. Pada pintu air *outlet gate*

$$\text{tinggi} = 2 \text{ m} / 100 = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{lebar (1 pintu)} = ((4,4 \text{ m} / 2) - 1,1) / 100 = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal pintu} = 0,5\text{cm}; \text{ Bahan} = \text{acrylic}$$

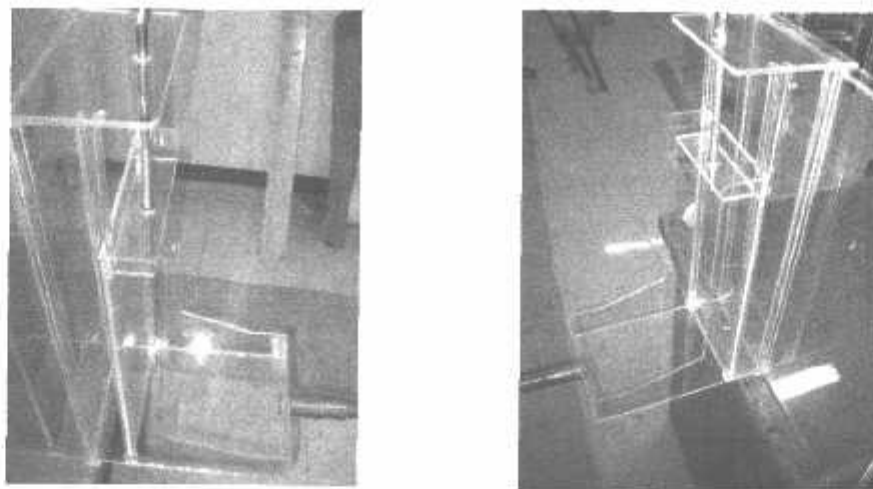
2. Pada pintu air *intake gate* dan pintu air irigasi

$$\text{Tinggi setiap pintu} = 35 \text{ m} / 100 = 0,35\text{m} = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar setiap pintu} = (32,84\text{m} / 2) / 100 = 0.164 = 16,4 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal pintu} = 0,5\text{cm}$$

$$\text{Bahan} = \text{acrylic}$$

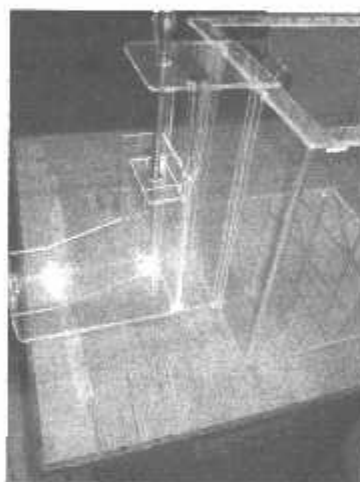


(a)

(b)

Gambar 3.2. Prototype Pintu Air terdapat pada prototype waduk

(a) *Intake gate*, (b) Irigasi



Gambar 3.3. prototype pintu air *outlet gate*

3.2.2. Perencanaan Kapasitas Pada Motor Penggerak Pintu

Pada alat ini peran motor listrik difungsikan untuk menggerakkan buka dan tutupnya pintu air. Dimana pada kondisi lapangan spesifikasi pada motor yang di gunakan untuk membuka dan menutup pintu air adalah sebagai berikut:

Pada pintu air waduk :

- Pada prototype pintu air yang terdapat pada waduk yaitu pintu air *intake* dan irigasi memiliki ukuran yang sama dan jenis yang sama pula yaitu :

Tinggi : 35 cm

Lebar : 16,4 cm

Tebal : 0,5 cm

Berat jenis acrylic : 1,2 cm³/gr

$$\begin{aligned} \text{Berat pintu air} &: \frac{\text{volume}}{\text{berat jenis bahan}} \dots\dots\dots (3.1) \\ &= \frac{35 \times 16,4 \times 0,5}{1,2} = 239,17 \text{ gr} = 0,239 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Dimana 1 Kilogram sama dengan 9,8 Newton

Sehingga $0,239 \times 9,8 = 2,34 \text{ N}$

- Pada prototype *outlet gate*:

Tinggi : 20 cm

Lebar : 11 cm

Tebal : 0,5 cm

Berat jenis besi : 1,2 cm³/gr

$$\begin{aligned} \text{Berat pintu air} &: \frac{\text{volume}}{\text{berat jenis bahan}} = \frac{20 \times 11 \times 0,5}{1,2} = 91,67 \text{ gr} = 0,0917 \text{ Kg} = \\ &0,9 \text{ Newton} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari kekuatan angkat dari ulir yaitu:

Diameter ulir (d_0) : 14 mm = 1,4 cm

Diameter dalam ulir (d_i) : 11,54 mm = 1,154 cm

$$F \text{ (beban maksimum ulir)} = 284 \times d_0 = 284 \times 14 = 3976 \text{ g} = 3,976 \text{ Kg} = 38,96 \text{ Newton}$$

$$F \text{ (beban maksimum ulir)} = \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times \delta \text{ (kekuatan tarik ulir)} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$397,6 \text{ kg} = \frac{3,14}{4} \times (1,154^2) \times \delta$$

$$\delta = \frac{397,6 \times 4}{3,14 \times 1,33} = \frac{1590,4}{4,182} = 380,3 \text{ kg/cm}^3 = 38 \text{ N/mm}^3$$

Sumber : download materi kuliah elemen mesin 1, baut dan mur

<http://image.slidesharecdn.com/bautdanmurpresentation>

Jadi untuk mendapatkan nilai kebutuhan torsi adalah dengan cara menambahkan nilai pada beban maximum pada ulir dengan berat pintu dari hasil tersebut kemudian dikalikan dengan jari –jari dari benda untuk menarik ulir yaitu 5.10^{-2} m , maka didapatkan nilai torsi adalah :

Pada pintu air yang terdapat pada waduk :

$$(40,57 + 2,342) \times 5.10^{-2} = 2,146 \text{ Newton}$$

Pada pintu air yang terdapat pada *outlet gate* :

$$(40,57 + 1) \times 5 \cdot 10^{-2} = 2,079 \text{ Newton}$$

Dengan demikian besarnya daya motor yang di perlukan untuk menggerakkan masing – masing pintu air adalah dengan cara sebagai berikut :

Pada pintu air yang terdapat pada waduk

n : 40 rpm (motor DC seri dengan penguat gearbox)

T : 2,2 Nm

$$P = \dot{\omega}T = 2\pi fT = \frac{2\pi \times n}{f} \times T = \frac{2 \times 3,14 \times 40}{50} \times 2,2 = 8,84 \text{ Watt}$$

Pada pintu air yang teletak pada kolam *tail race* :

n = 30 rpm (motor DC seri dengan penguat gearbox)

T = 2,07 Nm

$$P = \dot{\omega}T = 2\pi fT = \frac{2\pi \times n}{f} \times T = \frac{2 \times 3,14 \times 30}{50} \times 2,07 = 4,68 \text{ Watt}$$

Dalam perencanaan desain prototype pintu air waduk menggunakan motor DC dengan kapasitas tegangan sumber 24 Volt, dan arus = 0,5 Ampere dengan daya 12 W, sedangkan pada prototype pintu air *outlet gate* menggunakan motor dengan kapasitas tegangan 18 volt, dan arus 0,3 Ampere dengan daya sebesar 5,4 watt dengan jenis motor DC seri dengan penguat gear box.

Sumber : TRIYAS IKA WULANDARI, RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK PINTU AIR DENGAN ME MANFAATKAN ENERGI ALTERNATIF MATAHARI, INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA, 2010

3.2.3. Perencanaan Rangkaian Sistem Minimum ATmega 16

Pada prototipe ini pembacaan keluaran dari sensor adalah menggunakan ATmega 16, dimana untuk dapat memprogram mikro controller maka dibutuhkan rangkaian minimum sistemnya, dimana sistem minimum merupakan otak dari rangkaian yang dapat di program sesuai yang kita inginkan. Pada ATmega 16 terdapat dua puluh tiga I/O yang berfungsi sebagai berikut:

a. Port A

A.0 sebagai konfigurasi pada port Rs pada LCD

A.1 sebagai konfigurasi pada port Rw pada LCD

A.2 sebagai konfigurasi pada port En pada LCD

A.3 sebagai konfigurasi pada port D4 pada LCD

- A.4 sebagai konfigurasi pada port D5 pada LCD
- A.5 sebagai konfigurasi pada port D6 pada LCD
- A.6 sebagai konfigurasi pada port D7 pada LCD
- A.7 sebagai input dari pembacaan data *echo* sensor *ultrasonic*

b. Port B

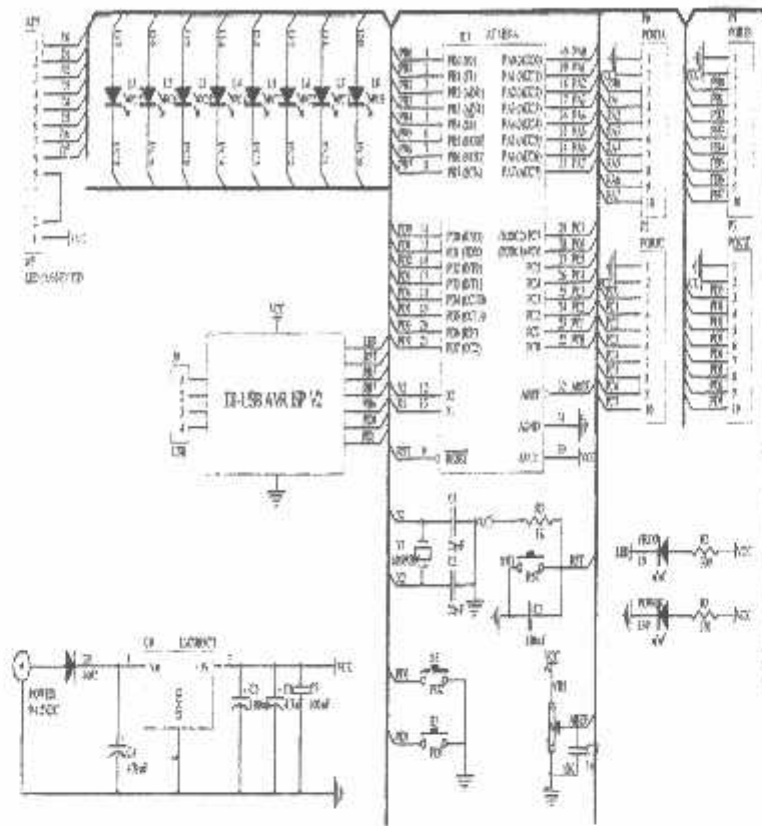
- B.0 sebagai input yang berasal dari data *trigger* pada sensor *ultrasonic*
- B.7 sebagai input yang difungsikan untuk switching dari tampilan LCD

c. Port C

- C.0 sebagai output dari data sensor *ultrasonic* yang menjadi sebagai data input rangkaian DAC
- C.1 sebagai output dari data sensor *water flow 1* yang menjadi sebagai data input rangkaian DAC
- C.2 sebagai output dari data sensor *water flow 2* yang menjadi sebagai data input rangkaian DAC

d. Port D

- D.2 sebagai input dari pembacaan data output yang dihasilkan pada sensor *water flow 1*
 - D.3 sebagai input dari pembacaan data output yang dihasilkan pada sensor *water flow 2*
-



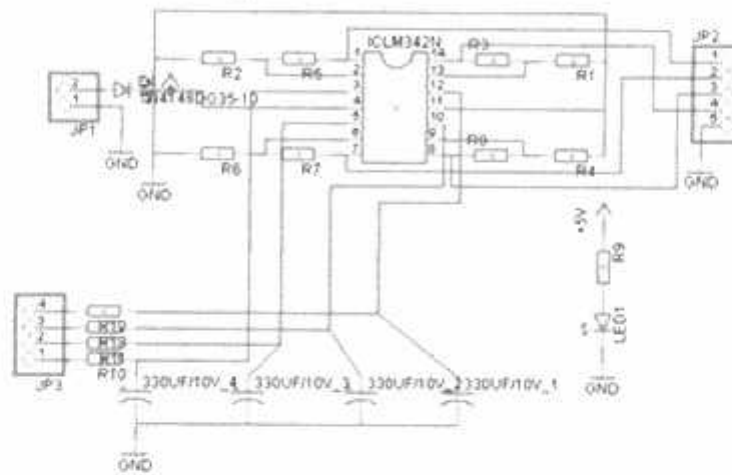
Gambar 3.4. Rangkaian Sistem Minimum *ATMega16*

3.2.4. Perencanaan Rangkaian DAC dengan Memanfaatkan Sinyal PWM

Rangkaian DAC pada alat ini di fungsikan untuk dapat mengubah data –data digital yang telah dihasilkan oleh sensor kedalam bentuk nilai analog (*volt*), dimana pada pemrograman mikro *ATMega 16*, fasilitas timer telah dibagi menjadi tiga yaitu, pada saat timer sama dengan nol, timer sama dengan satu, dan pada saat timer sama dengan dua, pada masing –masing timer memiliki kapasitas yang dinyatakan dalam jumlah bithitung timer, pada *micro controller ATMega16 AVR*, timer nol memiliki nol memiliki kapasitas 8bit (1byte atau sama dengan 255 hitungan maksimal). Pada timer satu memiliki kapasitas kapasitasnya adalah 16bit (1 word atau sama dengan 65535 hitungan maximal), sedangkan pada timer dua memiliki kapasitas samadengan timer 0 (8bit=1byte atau sama dengan 255 hitungan maksimal).

Pada perencanaan rangkaian DAC dengan PWM adalah dengan menggunakan prinsip *charger* dan *discharger* pada kapasitor yang sesuai dengan rangkaian *low pass filter* yang dimana prinsipnya untuk mengurangi frekuensi yang masuk pada rangkaian selanjutnya sehingga nilai *voltage analog* merupakan nilai representasi pada nilai tegangan yang sesungguhnya.

Pada gambar skematik rangkaian ditunjukkan pada gambar 3.5. rangkaian yang digunakan untuk *low pass filter* yaitu menggunakan rangkaian *resistor* dan *capasitor* (R dan C), patasan nilai *voltage* yang keluar dari rangkaian *filter* berkisar antara 0-5 volt, jadi supaya nilai analog (*volt*) supaya nantinya dapat dibaca oleh inputan dari *smart relay*, maka diperlukan sebuah rangkaian penguat tegangan dengan menggunakan *Op-Amp* (rangkaian *Inverting*).



Gambar 3.5. Rangkaian DAC

Dimana prinsip dari rangkaian diatas menggunakan nilai R_i pada input dan R_f pada feedback sebesar $1K\Omega$, penguatan dapat dihitung pada persamaan dibawah

$$V_{out} = -(V_{in} \times (1 + \frac{R_f}{R_i})) \dots \dots \dots (3.3)$$

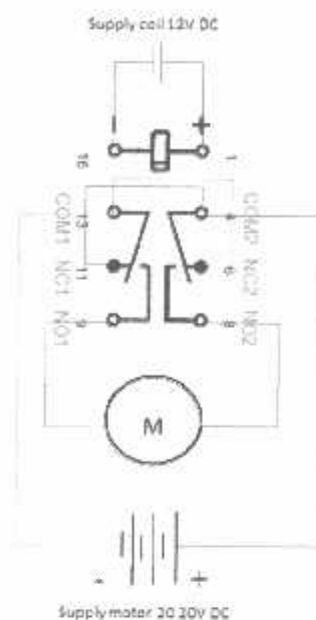
Dimana :

Nilai minus (-) merupakan ciri dari persamaan rangkaian *Op-Amp* yaitu pada rangkaian penguat *Op-amp* yang bersifat menguatkan tegangan tapi membalik Polaritas. Sehingga untuk rangkaian tersebut setiap keluaran dari *ATMega16* dengan batasan sebesar 0 – 5 V dikuatkan sebesar 2 X menjadi 0 – 10 V DC.

3.2.5. Rangkaian Driver Motor DC (Pembalik Arah Putaran Motor DC)

Driver motor yang digunakan pada *driver* (kendali) arah putaran motor DC adalah relay jenis DC dengan tegangan 12 volt, dimana relay telah menghasilkan system NO dan NC, dengan system kerja dari driver motor DC adalah apabila relay diberi arus maka motor DC bekerja (berputar) searah dengan arah jarum jam, sedangkan apabila arus pada relay di diputus maka Motor DC bekerja (berputar) berlawanan dengan arah

jarum jam, dan apabila arus untuk supply motor di putur maka motor berhenti berputar, dimana diagram diagram pengawatan dari kerja *driver relay* di tunjukkan pada gambar dibawah.



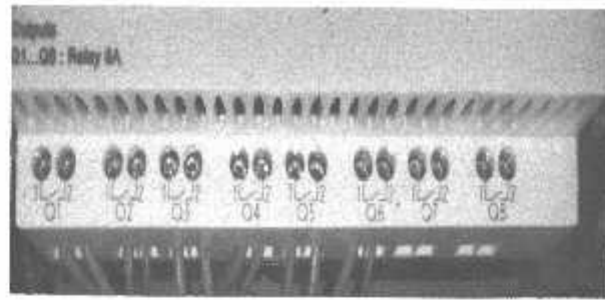
Gambar 3.6. Rangkaian Kendali Arah Putaran Motor DC Menggunakan Relay DC 12 volt

3.2.6. Perencanaan Rangkaian pada *Smart Relay (SR2B201BD)*

Pada *smart relay* dengan tipe *SR2B201BD* terdapat dua puluh I/O, dimana system pengkodean *port input* di bagi menjadi dua bagian, dimana bagian tersebut adalah port I1 –I6 digunakan untuk inputan dalam bentuk digital, dan port IB –IG digunakan untuk inputan dalam bentuk analog dan dalam bentuk digital, sedangkan outputan yang dihasilkan adalah berupa relay dimana pengkodean dari output adalah Q1 –Q8, dalam bentuk relay.



(a)



(b)

Gambar 3.7. (a) Port Input *Smart Relay SR2B201BD*(b) *port Output Smart Relay SR2B201BD*

25,64% pada pintu *outlet*, 13,3% pada pintu *intake*, dan 17,127 % pada pintu irigasi

Dimana I/O telah difungsikan sebagai berikut:

a. Port + dan –

Port + dan – sebagai port catu daya, relay dapat bekerja dengan tegangan sebesar 24 volt DC

b. Port I1-I6

Port I1-I6 dadifungsikan sebagai port untuk input smart relay dari data pada system proteksi motor yaitu *limit switch*

c. Port IB

port IB berfungsi sebagai port untuk input smart relay dari sensor jarak *ultrasonic* yang dihasilkan oleh data analog DAC.

d. Port IC

Port IC berfungsi sebagai port untuk input smart relay dari sensor *water flow* pada *intake gate* yang dihasilkan oleh data analog DAC.

e. Port ID

Port ID berfungsi sebagai port untuk input smart relay dari sensor *water flow* pada aliran irigasi yang dihasilkan oleh data analog DAC,

f. Port Q1

Port Q1 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada motor DC pada kendali pintu air *outlet gate*

g. Port Q2

Port Q2 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada relay pengendali arah putaran motor DC pada pintu air *outlet gate*

h. Port Q3

Port Q3 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada motor DC pada kendali pintu air *intake gate*

i. Port Q4

Port Q4 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada relay pengendali arah putaran motor DC pada pintu air *intake gate*

j. Port Q5

Port Q5 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada motor DC pada kendali pintu air irigasi

k. Port Q6

Port Q6 berfungsi untuk menghubungkan dan memutus arus yang masuk pada relay pengendali arah putaran motor DC pada pintu air irigasi

3.3. Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada skripsi ini menggunakan pemrograman *Code Vision AVR* yang dimana pemrograman difungsikan untuk pembacaan masukan dari sensor –sensor, dan *Zelio Soft 2* dimana pemrogramannya difungsikan untuk memerintahkan untuk memerintahkan *relay DC* yang akan menggerakkan arah putaran dari motor.

3.3.1. Program Pembacaan Mikro Kontroler ATmega16

Pada system kerja alat, Mikro Kontroler ATmega 16 di fungsikan untuk membaca membaca inputan dari sitem kerja sensor, yang kemudian menampilkan data data jarak permukaan air terhadap sensor *ultrasonic* dan data debit air pada dua sensor *water flow* yang terpasang pada pipa saluran air *intake gate* dan *irigasi*, kemudian dari data –data yang dihasilkan oleh sensor –sensor tersebut diatas sensor pemrograman *ATmega16* di tujukan untuk menampilkan data pada tampilan LCD dan menghasilkan data output yang kemudian diolah oleh rangkaian DAC untuk dapat menghasilkan data analog. Pemrograman pada mikrokontroller menggunakan *Code Vision AVR*

1. Prototype fungsi pada *header file*

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <alcd.h>
```

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include "msg.h"
2. Register PIN mikrokontroler
#define DIS 0
#define EN 1
#define HTERM_EN DIS
#define TIMESampling 1
#define sampling 60
#define LCD_MAX_COI 16
3. Register PIN untuk Sensor –sensor :
/*Define PIN Ultrasonik Sensor*/
#define echo PINA.7
#define trigger PORTB.0
#define flow_1 PORTD.2
#define flow_2 PORTD.3
#define PushBUTTON PINB.7
4. Fungsi pembacaan sensor
switch(cnt){
    case 0 :
        /*tampilkan data Ultrasonik*/
        sprintf(lcdBUFF1,"%2.2f cm",distance);
        lcd_gotoxy((17-sizeof(usMsg))/2,0); lcd_puts(usMsg);
        lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
        break;
        /*tampilkan data water flow pada pipa intake*/
    case 1 :
        sprintf(lcdBUFF1,"%2.2f L/Min",debit1);
        lcd_gotoxy((17-sizeof(F'L1Msg))/2,0); lcd_puts(F'L1Msg);
        lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
        break;

```

```

/*tampilkan data water flow pada pipa irigasi*/
case 2 :
    sprintf(lcdBUFF1,"%2.2fL/Min",debit2);
    lcd_gotoxy((17-sizeof(FL2Msg))/2,0); lcd_puts(FL2Msg);
    lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
break;
default :
    break;
}

```

Pada pemrograman *ATMega 16* untuk rangkaian DAC, pemrograman yang dibuat adalah untuk membangkitkan sinyal PWM, digunakan fitur untuk dapat membangkitkan program utama yang dapat berjalan secara *real time*, tanpa mengganggu jalannya program utama yaitu dengan fitur *timer Interrupt*.

Untuk menentukan nilai *frequency* yang digunakan adalah dengan cara menghitung dengan rumus di bawah:

$$F_{Total} = \frac{\text{Frekuensi Clock (kristal)}}{\text{Prescaller}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

F_{Total} = frekuensi total yang dibagi dengan *prescaller*

Prescaller = factor pembagi untuk memperlambat nilai frekuensi *clock* antara 1, 8, 64, 256, dan 1024

$$\text{Periode waktu} = T_{Total} = \frac{1}{F_{total}} \times \text{TCNT Max} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

TCNT Max = registrasi *ATMega16* untuk menentukan kapasitas timer

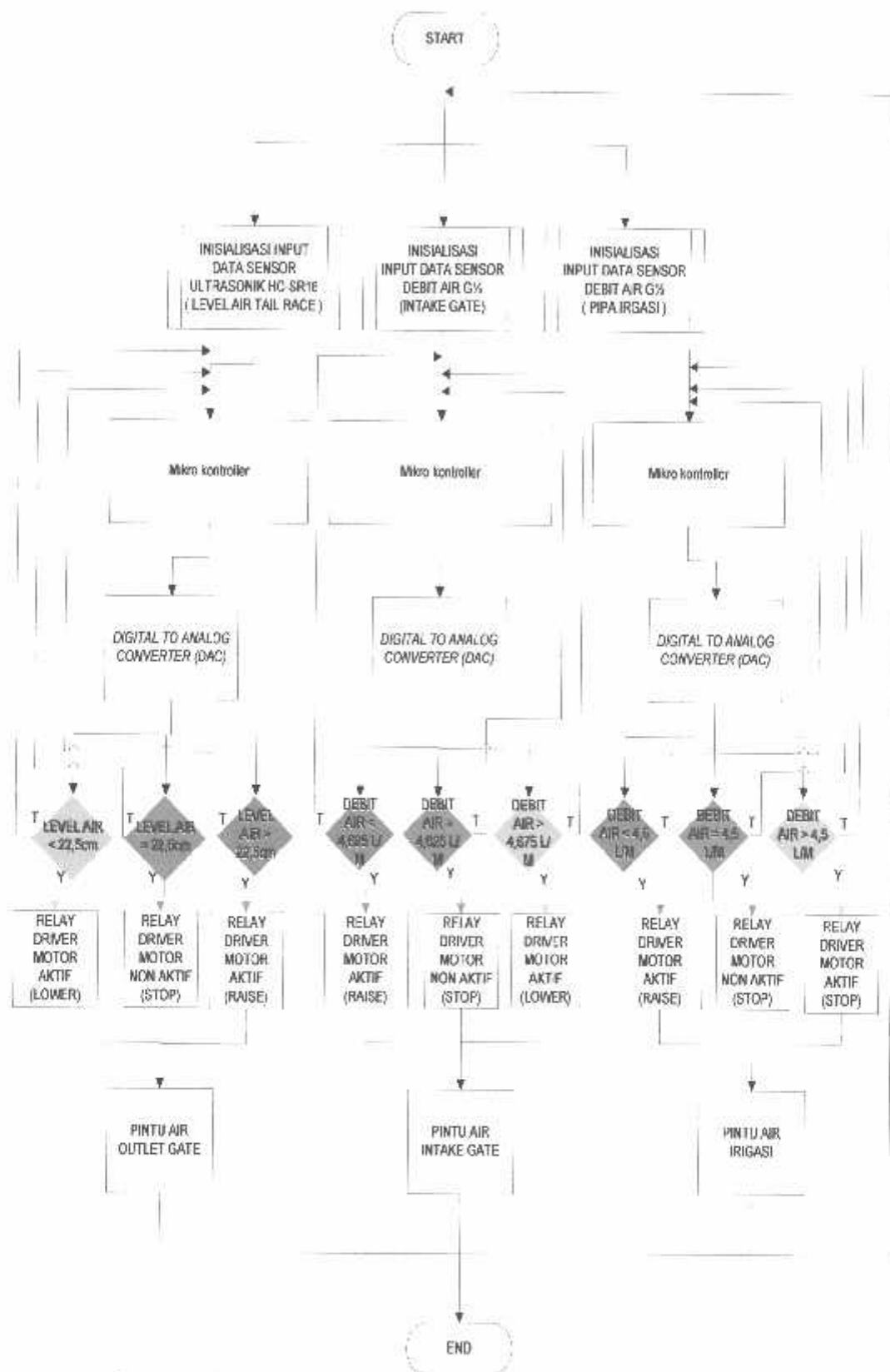
Pada nilai T_{Total} inilah dapat menjadi untuk dapat menentukan nilai frekuensi dari PWM, sehingga nilai frekuensi PWM dapat ditentukan oleh persamaan dibawah:

$$F_{PWM} = \frac{1}{T_{total}}$$

Dari permasalahan diatas pemrograman adalah menggunakan *software CodeVisionAVR2.05.3*, dimana pemrogramannya adalah sebagai berikut :

```
#define outDAC_US    PORTC.0
#define outDAC_WF1  PORTC.1
#define outDAC_WF2  PORTC.2
// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
{
    countDAC+=1;
    if(countDAC>255){
        countDAC = 0;
    } else {
        if(countDAC<dataPWMUS) outDAC_US = 1; else outDAC_US = 0;
        if(countDAC<dataPWMFlow1) outDAC_WF1 = 1; else outDAC_WF1 = 0;
        if(countDAC<dataPWMFlow2) outDAC_WF2 = 1; else outDAC_WF2 = 0; }
    }
```

3.3.2. Pemrograman pada *Zelio soft 2*



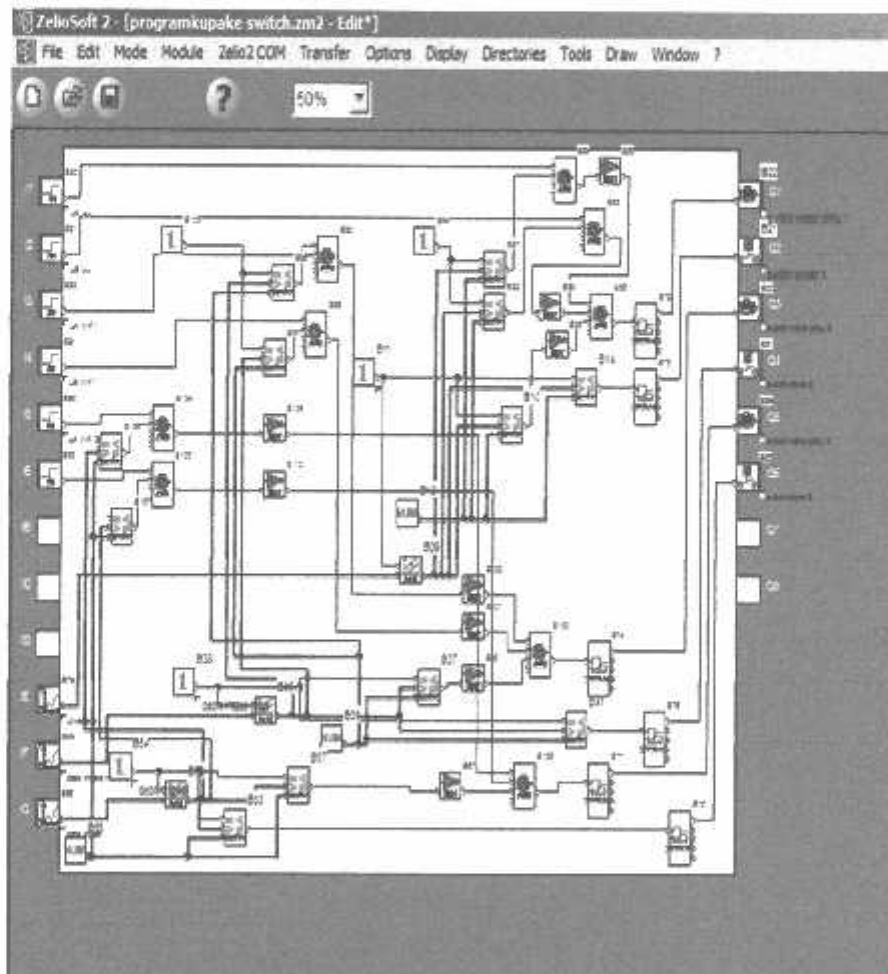
Gambar 3.8. Flowchart Perencanaan Sistem Kerja *Smart Relay*

Pada pemrograman *smart relay* adalah menggunakan bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*), sistem kerjanya adalah pada inputan (IB, IC, dan IO) adalah menerima sinyal berupa analog (*volt / byte*), dimana pada :

1. Input IB (data yang dihasilkan sensor jarak *ultrasonic*), level pada kolam *tail race* diberi batasan sebesar 22,5 cm, jika :
 - level air yang terletak pada miniature kolam *tail race* berada dibawah level 22,5 cm maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk menutup pintu air pada *outlet gate* pada kolam *tail race*.
 - level air yang terletak pada miniature kolam *tail race* berada diatas level 22,5 cm maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk membuka pintu air pada *outlet gate* pada kolam *tail race*.
 - level air yang terletak pada miniature kolam *tail race* berada pada level 22,5 cm maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk memberhentikan pintu air pada *outlet gate* pada kolam *tail race*.
 2. Input IC (data yang dihasilkan sensor *water flow 1*), debit air pada pipa *intake gate* diberi batasan debit sebesar 4,625 L/Min, jika :
 - Debit air yang terletak pada miniature pipa *intake gate* lebih kecil dari 4,625 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk membuka pintu air *intake gate*.
 - Debit air yang terletak pada miniature pipa *intake gate* lebih besar dari 4,625 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk menutup pintu air *intake gate*.
 - Debit air yang terletak pada miniature pipa *intake gate* sama dengan 4,625 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk memberhentikan pintu air pada *outlet gate* pada kolam *tail race*.
 3. Input IC (data yang dihasilkan sensor *water flow 2*), debit air pada pipa saluran irigasi diberi batasan debit sebesar 4,5 L/Min, jika :
 - Debit air yang terletak pada miniature pipa saluran irigasi lebih kecil dari 4,5 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk membuka pintu air irigasi.
-

- Debit air yang terletak pada miniature pipa saluran irigasi lebih besar dari 4,5 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk menutup pintu air irigasi.
- Debit air yang terletak pada miniature pipa saluran irigasi sama dengan 4,5 L/min maka *smart relay* menyuruh relay driver motor untuk memberhentikan pintu air irigasi.
- Dan pada *limit switch* (pada port I1-I6) difungsikan untuk memproteksi motor agar menghentikan motor untuk bekerja apa posisi pintu sudah berada pada posisi minimum atau maksimum.







Pada gambar 3.7. dibawah ini adalah gambar perencanaan pemrograman *smart relay* menggunakan bahasa pemrograman dari perencanaan di atas menggunakan FBD (*function block diagram*).





Gambar 3.9. Gambar Pemrograman Sistem Kerja Alat Menggunakan FBD Pada *Zelio Soft*

Dimana fungsi dari penggunaan masing –masing drawing pada pemrograman system menggunakan FBD (*Function Block Diagram*) di *zelio soft 2* adalah di jelaskan pada tabel di bawah ini :

Table 3.1. Fungsi Penggunaan Drawing Pada Pemrograman *smart relay*

No.	Nama	Simbol	Fungsi
1	Analog Input		Analog input tersedia pada semua jenis <i>smart relay</i> yang disertakan dengan tegangan DC. Dimana tegangan input diubah menjadi nilai digital bilangan bulat oleh 8-bit analog / digital converter. Seluruh nilai output antara 0 dan 255.
2	gain		Fungsi Gain memungkinkan nilai-nilai analog yang akan dikonversi dengan mengubah skala dan offset.
3	compare		Pembanding digunakan untuk membandingkan dua nilai analog. operator perbandingan yang dapat dipilih dari jendela Parameter adalah: lebih besar (>), lebih kecil (<), sama dengan (=), lebih besar sama dengan (>=), lebih kecil sama dengan (<=)
4	Logika NOT		sebagai pembalik kondisi dari inputan, dengan prinsip kerja jika input tidak aktif atau tidak terhubung, maka output aktif. Dan jika input aktif, output tidak aktif.
5	konstant "1"		memberikan nilai konstanta, agar komponen yang ada pada program bekerja tanpa harus adanya perintah
6	Numerical Constant		sebagai pemberian nilai interger atau pembanding terhadap nilai input analog yang di baca oleh inputan <i>smart relay</i>

7	Digital input		<p>Digunakan untuk membaca status pada <i>limit switch</i> yang di fungsikan sebagai alat proteksi motor supaya tidak bekerja pada saat posisi pintu berada pada batas limitnya.</p>
8	Timer		<p>digunakan untuk menunda, memperpanjang dan mengontrol tindakan selama waktu yang telah ditentukan.</p> <p>Timer ini memiliki tiga fungsi:</p> <p>A Fungsi: Timer on-delay, atau waktu aktif,</p> <p>Fungsi C: Timer off-delay, atau waktu siaga,</p> <p>Fungsi A / C: kombinasi fungsi A dan C.</p>

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Pengujian

Pengujian terhadap seluruh sistem rangkaian yang telah dibuat dilakukan setelah semua rangkaian disusun secara keseluruhan berdasarkan perencanaan pada blok diagram sistem. Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap setiap rangkaian dalam sistem agar diperoleh kinerja yang lebih baik. Kinerja yang lebih baik didapatkan dengan melakukan perbaikan terhadap setiap komponen rangkaian yang mengalami kekeliruan yang diketahui saat melakukan pengujian.

Metode pengujian pada alat ini dilakukan menjadi dua tahap yaitu pengujian parsial dan pengujian integrasi, dimana penjelasan dari dua tahap tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Parsial

Dalam pengujian parsial dilakukan beberapa pengujian pada:

- Rangkaian pembaca sensor, *ultrasonic HCSR04, water flow sensor*
- Rangkaian *Digital to Analog Converter (DAC)*,
- Pemrograman *smart relay*,
- Rangkaian *driver motor*,
- Pengujian terhadap motor DC
- Tampilan pada LCD,
- Pengujian dari program *smart relay*

Dari pengujian ini akan diketahui kinerja dari masing -masing alat yang dibuat apakah sesuai atau tidaknya system kerja alat dengan perencanaan.

2. Pengujian Integrasi

Pengujian integrasi adalah pengujian yang meliputi keseluruhan dari sistem kerja buka tutup pada pintu air.

4.2. Pengujian Parsial

Pada alat ini dilakukan sebuah pengujian parsial dari masing –masing komponen yang terdapat pada perencanaan alat, yaitu seperti yang di jelaskan sebagai berikut :

4.2.1. Pengujian Pembacaan Pada masing –masing Sensor

Pengujian pembacaan pada masing –masing sensor bertujuan untuk mengetahui nilai output yang dihasilkan, yaitu pembacaan jarak dan debit yang di tampilkan oleh led, pembacaan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian DAC, kemudian pembacaan nilai pulsa yang tertera pada layar simulasi yang di tampilkan oleh *zelio soft2*

4.2.1.1. Pengujian Sensor *Ultrasonic*



Gambar 4.1. Pengujian Pembacaan tampilan Keluaran Sensor *Ultra sonic*

Pengujian sensor *ultra sonic* pada alat bertujuan untuk mengetahui kinerja pada sensor *ultrasonic* untuk mengkonversikan data digital yang dihasilkan dari nilai *output* digital (*byte*) yang dihasilkan oleh *output* pada HCSR-04 kedalam bentuk sinyal analog yang dihasilkan oleh pengkonversian pada rangkaian DAC.

Pengujian pada rangkaian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap jarak secara manual, dan melakukan pembacaan nilai tegangan pada alat ukur (*volt meter*), serta membaca nilai pulsa TTL pada interface yang di hasilkan pada program yang di jalankan pada *software zelio soft2*, dan kemudian dilakukan perbandingan dengan cara perhitungan secara teori.

Dalam proses ini pengkonversian data input (dari pengujian pada sensor *ultrasonic*) di berikan *range* maksimal kerja sensor yaitu 100cm, dan hasil dari pengkonversian pada sensor ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.2. dan sebelum melakukan perhitungan nilai rata –rata pada tegangan dengan menggunakan persamaan 4.1.

$$V_{rata-rata} = \frac{V_{out\ dac\ Maksimum}}{batas\ jarak\ maksimum\ ultrasonic\ (cm)} \dots\dots\dots(4.1.)$$

$$V_{dac} = \frac{V_{rata-rata}}{data\ pengujian\ manual\ ultrasonic\ (cm)} \dots\dots\dots(4.2.)$$

Dimana :

Batas maksimum *ultrasonic* = 100cm

$V_{rata-rata}$ = tegangan per satuan sensor

$V_{out\ DAC}$ maksimum = tegangan maksimum dari *output* DAC = 10volt

V_{dac} = tegangan output keluaran DAC dari pengujian

Dibawah ini adalah contoh dari dari perhitungan pada nilai *output* pada rangkaian DAC dengan data manual sensor yang berubah –ubah :

1. Perhitungan pada sensor *ultrasonic*

a. Perhitungan dengan jarak manual 3cm adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10\ v}{100\ cm} = 0,1\ Volt/cm$$

$$V_{dac} = 0,1 \times 3 = 0,3\ Volt$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error\ V_{dac} &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{pengujian}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(4.3.) \\ &= \left(\frac{0,3 - 0,3}{0,3} \right) \times 100 = 0\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan dengan jarak manual 4,5cm adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10\ v}{100\ cm} = 0,1\ Volt/cm$$

$$V_{dac} = 0,1 \times 4,5 = 0,45\ Volt$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error\ V_{dac} &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{4,5 - 4,5}{4,5} \right) \times 100 = 0\% \end{aligned}$$

c. Perhitungan dengan jarak manual 6cm adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10\ v}{100\ cm} = 0,1\ Volt/cm$$

$$V_{dac} = 0,1 \times 6 = 0,6\ Volt$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan dati hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_Vdac &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{0,6 - 0,6}{0,6} \right) \times 100 = 0\% \end{aligned}$$

d. Perhitungan dengan jarak manual 7,5cm adalah sebagai berikut:

$$V_{rata \text{ rata}} = \frac{10 \text{ v}}{100 \text{ cm}} = 0,1 \text{ Volt/cm}$$

$$V_{dac} = 0,1 \times 7,5 = 0,75 \text{ Volt}$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_Vdac &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{0,7 - 0,75}{0,75} \right) \times 100 = 6,67\% \end{aligned}$$

Table 4.1. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik Terhadap *Output DAC*

No.	Jarak Manual (cm)	<i>Output DAC</i> Pengukuran (Volt)	<i>Output DAC</i> Perhitungan (Volt)	<i>error (%)</i>
1	0-2,99	0,1	~	~
2	3	0,3	0,3	0
3	4,5	0,45	0,45	0
4	6	0,6	0,6	0
5	7,5	0,66	0,7	5,71
6	9	0,78	0,9	12
7	10,5	1,07	1,05	2
8	12	1,17	1,2	3
9	13,5	1,36	1,35	1
10	15	1,42	1,5	8

2. Pengujian interfacce data pada program menggunakan *software zeliosoft 2*

Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data terhadap jumlah byte yang dihasilkan oleh sensor, dimana jumlah byte yang dibaca oleh smart relay adalah hasil pengkonversian nilai data analog yang di hasilkan dari *output* rangkaian DAC (volt) menjadi bilangan hexadecimal (2^8).

Dalam proses ini pengkonversian data input pengkonversian data input pada *smart relay* adalah hasil pengkonversian dari nilai tegangan yang masuk pada *smart relay*, dan

hasil dari pengkonversian data dari nilai output analog kedalam bentuk bilangan hexadecimal dapat dilakukan dengan persamaan 4.3. dibawah ini:

$$Byte = \frac{V_{in}}{V_{max}} \times 2^8 = \frac{V_{in}}{V_{max}} \times 256 \dots\dots\dots (4.3.)$$

Dimana:

V_{in} = nilai tegangan masuk pada *smart relay*

V_{max} = tegangan maksimal dari rangkaian DAC

2^8 = nilai seting *smart relay* yang digunakan yaitu sebanyak 8bit (256byte)

Di bawah ini adalah contoh dari perhitungan dari nilai *byte* yang masuk pada *smart relay* terhadap nilai nilai analog (*volt*) yang berubah – ubah pada pengujian sensor.

- a. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 0,3 volt

$$Byte = \frac{0,3}{10} \times 256 = 7$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan dati hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_{Vdac} &= \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{6-7}{7} \right) \times 100 = 14,29\% \end{aligned}$$

- b. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 0,45 volt

$$Byte = \frac{0,45}{10} \times 256 = 11$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan dati hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_{Vdac} &= \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{9-11}{11} \right) \times 100 = 18,18\% \end{aligned}$$

- c. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 0,6 volt

$$Byte = \frac{0,6}{10} \times 256 = 15$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan dati hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_{Vdac} &= \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{13-15}{15} \right) \times 100 = 13,33\% \end{aligned}$$

Table 4.2. hasil pembacaan nilai tegangan pada smart relay pada pengujian sensor *ultrasonic*

Pengujian	Vin (Volt)	Konversi Heksa Desimal (Byte)		error (%)
		Pengujian	Perhitungan	
1	0,3	6	7	14,29
2	0,45	9	11	18,18
3	0,6	13	15	13,33
4	0,66	17	17	0
5	0,78	20	20	0
6	1,07	24	27	11
7	1,17	27	30	10
8	1,36	32	35	8,5
9	1,42	36	36	0

4.2.1.2. Pengujian Sensor *Water Flow*



Gambar 4.2. Pengujian Pembacaan nilai *Output Sensor Water flow*

Pengujian sensor *water flow* memiliki tujuan yang sama dengan halnya pengujian pada sensor *ultrasonic*, dimana bertujuan untuk mengetahui kinerja pada sensor *water flow* untuk mengkonversikan data digital yang dihasilkan dari nilai *output* digital (*byte*) yang dihasilkan oleh *output* pada *water follow G1/2* kedalam bentuk sinyal analog yang dihasilkan oleh pengkonversian pada rangkaian DAC.

Pengujian pada rangkaian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap nilai debit air yang tertera pada LCD, dan melakukan pembacaan nilai tegangan pada alat

ukur (*volt meter*), serta membaca nilai pulsa TTL pada interface yang di hasilkan pada program yang di jalankan pada *software zelio soft2*, dan kemudian dilakukan perbandingan dengan cara perhitungan secara teori.

Dalam proses ini pengkonversian data input *water flow* di berikan *range* maksimal kerja sensor yaitu sebesar 30 liter/ menit, dan hasil dari pengkonversian pada masing – masing sensor dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.5 sebelum, dan sebelum melakukan perhitungan nilai rata – rata pada tegangan dengan menggunakan persamaan 4.4. hanya saja perubahan nilai satuan dan nilai maksimal pada sensor ini berbeda dengan sensor *ultra sonic*

$$V_{rata-rata} = \frac{V_{out\ dac\ Maksimum}}{batas\ debit\ maksimum} \dots\dots\dots(4.5.)$$

$$V_{dac} = \frac{V_{rata-rata}}{data\ pengujian\ water\ flow} \dots\dots\dots(4.4.)$$

Dimana :

Batas debit maksimum = 30 lt/min

$V_{rata-rata}$ = nilai tegangan lt/min

$V_{out\ DAC\ maksimum}$ = tegangan maksimum dari *output DAC*

V_{dac} – tegangan output keluaran DAC

Dibawah ini adalah contoh dari dari perhitungan pada nilai out pada rangkaian DAC dengan data manual sensor yang berubah – ubah :

1. Perhitungan pada sensor *ultrasonic*

a. Perhitungan dengan debit sebesar 2 lt/min adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10\ v}{30\ lt/min} = 0,33\ Volt/ltmin$$

$$V_{dac} = 0,33 \times 2 = 0,66\ Volt$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error\ V_{dac} &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{perhitungan}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{0,35 - 0,66}{0,66} \right) \times 100 = 46\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan dengan debit sebesar 4,40 lt/min adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10\ v}{30\ lt/min} = 0,33\ Volt/ltmin$$

$$V_{dac} = 0,33 \times 4,40 = 1,45\ Volt$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_Vdac &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{perhitungan}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{1,28 - 1,45}{1,45} \right) \times 100 = 11,7\% \end{aligned}$$

- c. Perhitungan dengan debit sebesar 6,40 lt/min adalah sebagai berikut:

$$V_{rata-rata} = \frac{10 \text{ v}}{30 \text{ lt/min}} = 0,33 \text{ Volt/ltmin}$$

$$V_{dac} = 0,33 \times 6,40 = 2,1 \text{ Volt}$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_Vdac &= \left(\frac{V_{pengujian} - V_{perhitungan}}{V_{perhitungan}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{1,95 - 2,1}{2,1} \right) \times 100 = 7,1\% \end{aligned}$$

Table 4.3. Hasil Pengujian Pembacaan *water flow sensor*

Pengujian	debit (lt/min)	Output DAC (Volt)	Hasil Perhitungan (Volt)	error (%)
1	2	0,35	0,66	46
2	4,4	1,28	1,45	11,7
3	6,4	1,95	2,1	7,1
4	8,27	2,6	2,7	3,7
5	10	3,27	3,3	31
6	12,4	3,94	4,1	3,9
7	14,4	4,6	4,75	3,2
8	16	5,3	5,28	0,3
9	18,13	5,95	5,98	0,5
10	20,27	6,65	6,69	0,6

2. Pengujian interface data pada program menggunakan *software zeliosoft 2*

Pengujian ini bertujuan untuk mengambil data terhadap jumlah byte yang dihasilkan oleh hasil pengujian terhadap sensor *water flow*, dimana jumlah byte yang dibaca oleh smart relay adalah hasil pengkonversian nilai data analog yang di hasilkan dari *output* rangkaian DAC (*volt*) menjadi bilangan hexadecimal (2^8).

Dalam proses ini pengkonversian data input *smart relay* adalah hasil pengkonversian dari nilai tegangan yang masuk pada *smart relay*, dan hasil dari pengkonversian data dari nilai output analog kedalam bentuk bilangan hexadecimal dapat dilakukan dengan persamaan yang tertera pada persamaan 4.3. diatas yaitu:

$$Byte = \frac{V_{in}}{V_{max}} \times 2^8 = \frac{V_{in}}{V_{max}} \times 256$$

Dimana:

V_{in} = nilai tegangan masuk pada *smart relay*

V_{max} = tegangan maksimal dari rangkaian DAC

2^8 = nilai seting *smart relay* yang digunakan yaitu sebanyak 8bit (256byte)

Di bawah ini adalah contoh dari perhitungan dari nilai *byte* yang masuk pada *smart relay* terhadap nilai nilai analog (*volt*) yang berubah –ubah pada pengujian sensor *water flow*:

- a. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 0,35 volt

$$Byte = \frac{0,35}{10} \times 256 = 9$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_{Vdac} &= \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{15 - 9}{9} \right) \times 100\% = 66,6\% \end{aligned}$$

- b. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 1,28 volt

$$Byte = \frac{0,45}{10} \times 256 = 33$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%Error_{Vdac} &= \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{32 - 33}{33} \right) \times 100 = 3\% \end{aligned}$$

- c. Perhitungan pada saat nilai tegangan V_{in} sebesar 1,95 volt

$$Byte = \frac{1,95}{10} \times 256 = 50$$

Dari hasil perhitungan diatas, setelah dibanding dengan dengan data hasil pengujian maka akan di dapatkan nilai *error* sebagai berikut:

$$\%Error_{Vdac} = \left(\frac{Byte_{pengujian} - Byte_{teori}}{Byte_{teori}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{48-50}{50} \right) \times 100 = 4\%$$

Table 4.4. hasil pembacaan nilai tegangan pada smart relay pada pengujian sensor *water flow*

Pengujian	Vin (Volt)	Konversi Heksa Desimal (Byte)		error (%)
		<i>pengujian</i>	<i>Perhitungan</i>	
1	0,35	15	9	9
2	1,28	32	33	3
3	1,95	48	50	4
4	2,6	65	66	1,5
5	3,27	83	83	0
6	3,94	100	101	0,99
7	4,6	116	117	0,85
8	5,3	134	136	1,47
9	5,95	152	153	0,65
10	6,65	168	170	1,18

4.2.2. Pengujian Driver Motor

Pada alat ini driver motor di fungsikan sebagai pembalik arah putaran motor dc yang di aplikasikan untuk penggerak pintu air, supaya dapat membuka dan menutup, pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah driver motor dapat bekerja sesuai prinsipnya, dimana prinsip dari driver motor ini telah di sampaikan pada subbab 3.2.6, dari penjelsan pada subbab 3.2.6 pengujian driver motor di lakukan dengan memberikan arus dan melepaskan arus pada *coil relay* dimana tegangan yang dibutuhkan relay ini adalah sebesar 12 Vdc yang dihasilkan oleh rangkaian catu daya dengan regulator 12 volt.

Table 4.5. Status Pengujian Rangkaian Driver Motor

Pengujian pada driver motor	status rangkaian (open/Close)	status pintu (Buka/Tutup)
1	open	Tutup
	close	Buka
2	open	Tutup
	close	Buka
3	open	Tutup
	close	Buka

4.2.3. Pengujian tampilan pada LCD

Pada alat ini LCD difungsikan sebagai penampil yang menunjukkan data dari ketinggian sensor ketinggian air pada prototype kolam *tail race* (ultrasonic), debit air dari pipa saluran *intake gate* (*water flow 1*), dan data debit air pada pipa saluran irigasi (*water flow 2*). Untuk mengetahui LCD bekerja dengan benar atau tidak, maka diperlukan sebuah pengujian terhadap LCD. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengambilan data pada pengukuran dan perhitungan secara teori.

Kemudian melakukan perbandingan dari kedua cara diatas supaya dapat mengetahui berapa nilai error dari system kerja system dimana teori yang digunakan adalah seperti pada persamaan 4.3. dibawah.

$$\%Error_LCD = \left(\frac{manual - tampilan\ LCD}{tampilan\ LCD} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(4.8.)$$

4.2.3.1. Pengujian LCD pada Sensor *Ultra Sonic*



Gambar 4.3. Tampilan LCD pada Pengujian Sensor Ultrasonic

Pada pengujian ini nilai error akan di dapatkan dengan cara perbandingan pengujian secara manual terhadap tampilan pada LCD dimana dapat dilakukan melalui perhitungan pada persamaan 4.8. diatas berikut adalah contoh perhitungannya:

- a. Pada saat pengujian 3 cm:

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{manual - tampilan\ LCD}{tampilan\ LCD} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{3 - 3,14}{3,14} \right) \times 100\% = 1,41\% \end{aligned}$$

b. Pada pengujian dengan jarak 4,5 cm

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{\text{manual} - \text{tampilan LCD}}{\text{tampilan LCD}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{4,5 - 4,31}{4,31} \right) \times 100\% = 1,02\% \end{aligned}$$

c. Pada pengujian dengan jarak 6 cm:

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{\text{manual} - \text{tampilan LCD}}{\text{tampilan LCD}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{6 - 5,88}{5,88} \right) \times 100\% = 2,04\% \end{aligned}$$

Table 4.6 Pengujian LCD pada sensor *ultrasonic*

No	Pengujian Jarak (cm)		error (%)
	Manual	tampilan LCD	
1	0-2,99	error	~
2	3	3,14	1,41
3	4,5	4,31	1,02
4	6	5,88	2,04
5	7,5	7,45	0,67
6	9	9,02	0,22
7	10,5	10,59	0,85
8	12	12,16	1,32
9	13,5	13,73	1,68
10	15	15,29	1,9

4.2.3.2. Pengujian LCD pada Sensor *Water Flow*



Gambar 4.4. Tampilan LCD pada Pengujian Sensor *Water Flow*

Pada pengujian ini nilai error akan di dapatkan dengan cara perbandingan perhitungan nilai pada hasil data terhadap tampilan pada LCD terhadap pengkalibrasian data dimana kalibrasi dapat dilakukan perhitungan secara manual pada persamaan 4.9. , dibawah ini :

$$Q = \frac{\text{pulse_in}}{256} \times Q_{\max} \dots\dots\dots (4.9.)$$

dimana :

Q – debit air (L/min)

Q_{\max} – rating debit air maksimum = 30L/min

Pulse_in = hasil pembacaan nilai pulsa yang masuk pada *smart relay (byte)*

256 = pulsa maksimal dari pembacaan *smart relay*

kemudian nilai error baru dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang tertera pada LCD dengan hasil perhitungan kalibrasi yang telah dijelaskan pada persamaan 4.8, berikut adalah contoh penghitungan kalibrasi dan mengetahui nilai *error* pada pengujian yang berubah -ubah :

- a. Pada pengujian debit air sama dengan 2 L/min dengan nilai *pulse_in* 15byte

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{pulse_in}}{256} \times Q_{\max} \\ &= \frac{15}{256} \times 30 = 1,76 \text{ L/min} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{\text{manual -tampilan LCD}}{\text{tampilan LCD}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{1,76 - 2}{2} \right) \times 100\% = 12 \% \end{aligned}$$

- b. Pada pengujian debit air sama dengan 4,40 L/min dengan nilai *pulse_in* 32byte

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{pulse_in}}{256} \times Q_{\max} \\ &= \frac{32}{256} \times 30 = 3,75 \text{ L/min} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{\text{manual -tampilan LCD}}{\text{tampilan LCD}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{3,75 - 4,4}{4,4} \right) \times 100\% = 14,77 \% \end{aligned}$$

- c. Pada pengujian debit air sama dengan 6,40 L/min dengan nilai *pulse_in* 48byte

$$Q = \frac{\text{pulse_in}}{256} \times Q_{\max}$$

$$= \frac{48}{256} \times 30 = 5,625 \text{ L/min}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \%Error_LCD &= \left(\frac{\text{manual} - \text{tampilan LCD}}{\text{tampilan LCD}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{5,625 - 6,40}{6,40} \right) \times 100\% = 12,1 \% \end{aligned}$$

Table 4.7 Pengujian LCD pada sensor *ultrasonic*

No	Pengujian Debit (L/min)		error (%)
	kalibrasi	tampilan LCD	
1	1,76	2	12
2	3,75	4,40	14,77
3	5,625	6,40	12,1
4	7,62	8,27	7,86
5	9,73	10	2,7
6	11,72	12,4	5,48
7	13,6	14,4	5,56
8	15,7	16	1,875
9	17,8	18,3	2,73
10	19,7	20,27	2,8

4.2.4. Pengujian Program *Smart Relay*

dimana langkah langkah yang dilakukan dalam pemrograman adalah :

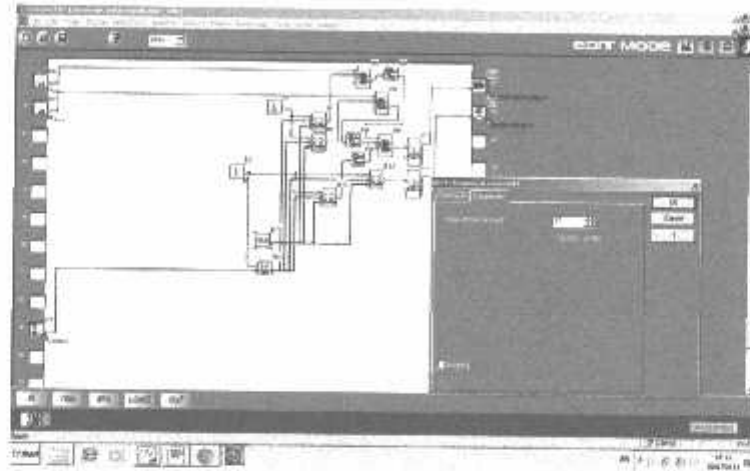
1. Operasikan software Zeliosoft2 pada PC
2. Pilih create new program pada menu utama
3. Pilih jenis modul sesuai yang digunakan pada menu "module selection"
4. Pilih tipe modul sesuai yang digunakan,
5. Pilih jenis konfigurasi atau modul tambahan yang digunakan
6. Pilih jenis pemrograman FBD / leader
7. Kerjakan project pada pada lembar kerja

4.2.4.1. pemrograman Pada Alat

Pada pemrograman sistem kendali pintu otomatis ini, jenis pemrograman yang digunakan adalah FBD (Function Block Diagram), dikarenakan bahasa pemrogramannya mudah di pahami, dimana pada pemrograman sistem ini memiliki dua jenis inputan untuk

smart relay yaitu dalam bentuk analog (volt), yang berasal dari sensor, dan digital (1/0) yang berasal dari limit switch, yang di program sedemikian rupa sehingga di dapatkan hasil *output* sesuai dengan yang di rencanakan, pada gambar di bawah:

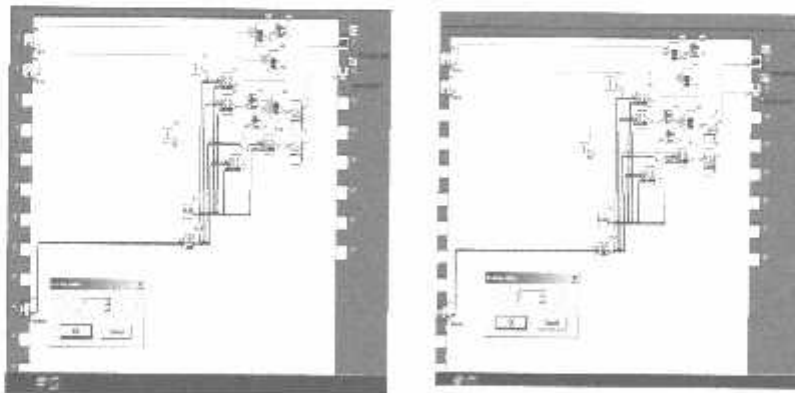
1. Program sistem otomatisasi kolam *tail race*



Gambar 4.5 Program Sistem Otomatisasi Level pada Kolam *TailRace*

Dimana pemrograman pada sistem otomatisasi yang terdapat kolam *tail race* adalah untuk menjaga level air tetap berada pada level 22,5 cm, dimana pemasangan sensor berada pada jarak 30 cm dari dasar kolam, sehingga jarak permukaan air terhadap sensor yang harus dijaga oleh pintu air adalah 7,5 cm dimana *smart relay* membaca nilai pulsa adalah 17 byte, dimana nilai byte digunakan sebagai nilai pembanding untuk data nilai input, di bawah akan di jelaskan hasil dari pengujian dari program.

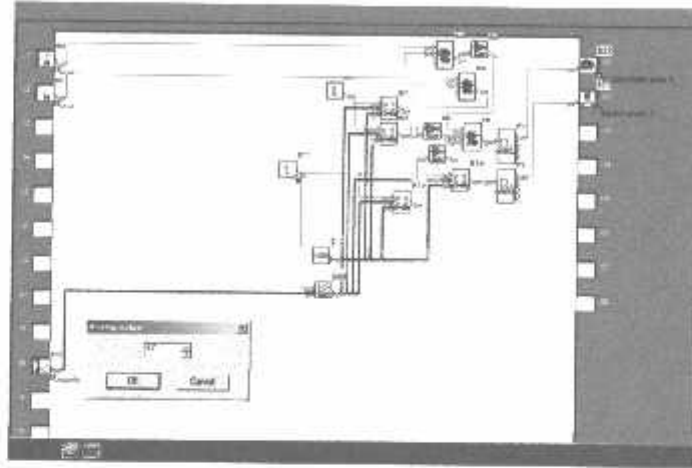
- Saat nilai input kurang dari 17 byte



Gambar 4.5. Status *Output* Saat Data Input Kurang Dari 17 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih kecil dari 17byte maka status ,motor bekerja untuk menutup pintu air, dan saat *switch bawah* dalam status on maka motor mator berhenti

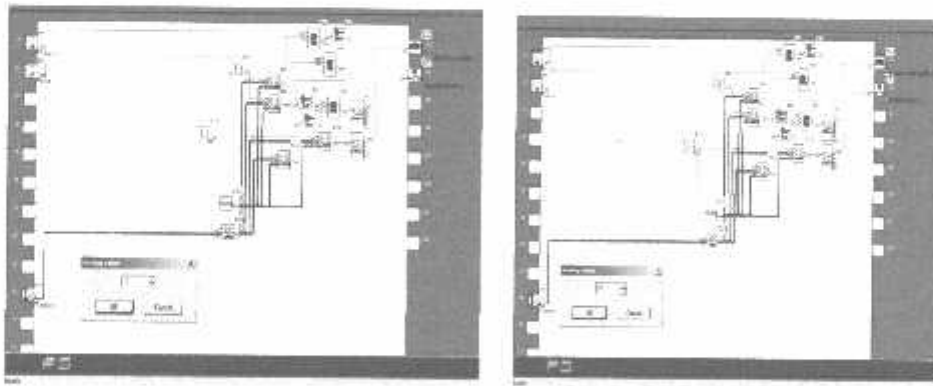
- Saat nilai input kurang dari 17 byte



Gambar 4.6 Status output saat input sama dengan 17 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 0 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih sama dengan 17byte maka status motor berhenti.

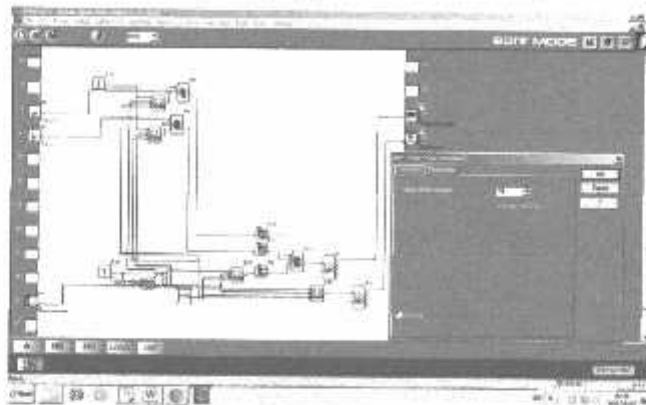
- Saat nilai input lebih dari 17 byte



Gambar 4.7. Status *Output* Saat Data Input Lebih Dari 17 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih besar dari 17byte maka status ,motor bekerja untuk membuka pintu air, dan saat *switch atas* dalam status on maka motor berhenti

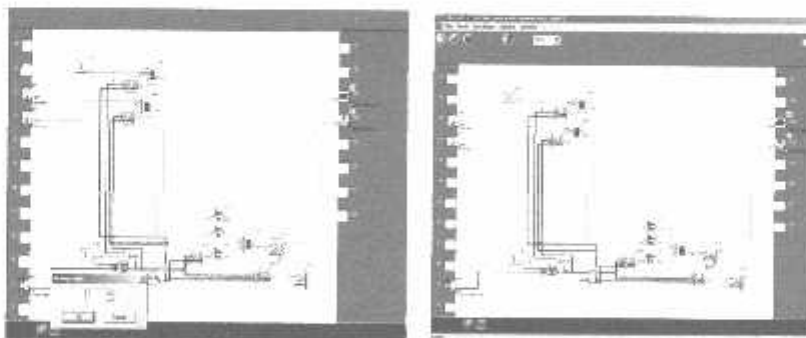
2. Program sistem otomatisasi pada pengatur debit *intake gate*



Gambar 4.8 Program Sistem Otomatisasi Level pada Pipa *TailRace*

Dimana pemrograman pada sistem otomatisasi yang difungsikan untuk menjaga nilai yang terdapat pada pipa saluran *intake gate* adalah untuk menjaga debit air berada pada kapasitas maksimum yaitu pada kondisi di waduk selorejo adalah $9,25 \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan pada prototype ini di program untuk menjaga nilai debit supaya berada pada $4,75 \text{ L}/\text{min}$, dimana *smart relay* membaca nilai pulsa adalah 38 byte, dimana nilai byte digunakan sebagai nilai pembanding untuk data nilai input, di bawah akan di jelaskan hasil dari pengujian dari program.

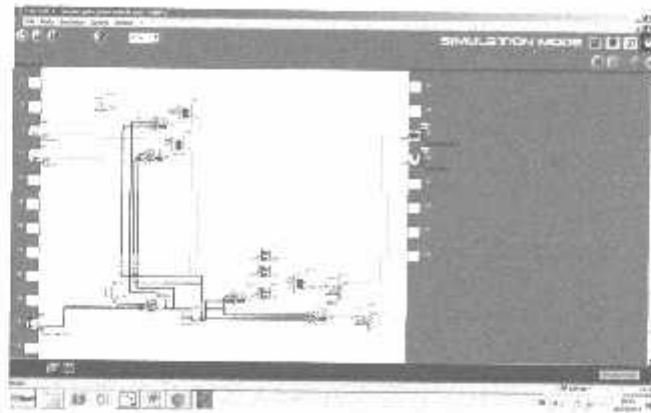
- Saat nilai input kurang dari 38 byte



Gambar 4.9. Status *Output* Saat Data Input Kurang Dari 38 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih kecil dari 38 byte maka status ,motor bekerja untuk membuka pintu air, dan saat *switch* atas dalam status on maka motor berhenti.

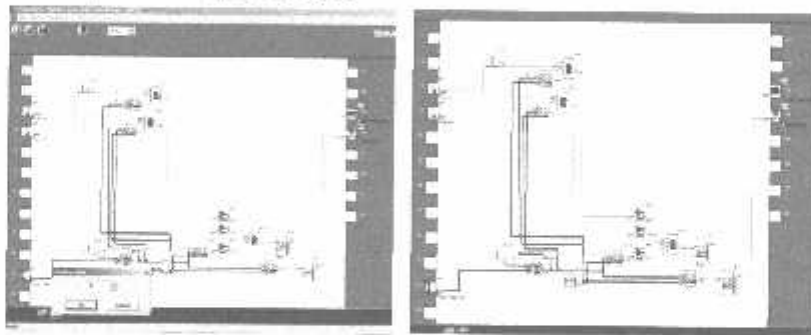
Saat nilai input kurang dari 38 byte



Gambar 4.10 Status output saat input sama dengan 38 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 0 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih sama dengan 38 byte maka status motor berhenti.

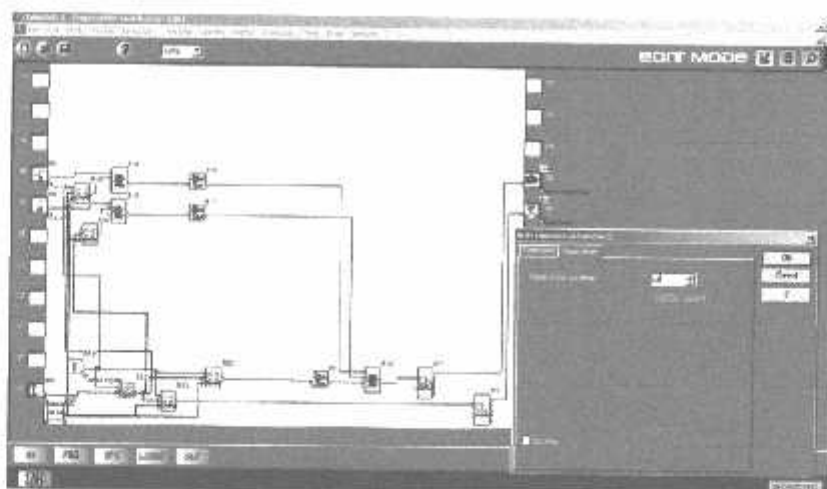
- Saat nilai input lebih dari 38 byte



Gambar 4.11. Status *Output* Saat Data Input Lebih Dari 38 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih besar dari 38 byte maka status motor bekerja untuk menutup pintu air, dan saat *switch* bawah dalam status on maka motor berhenti.

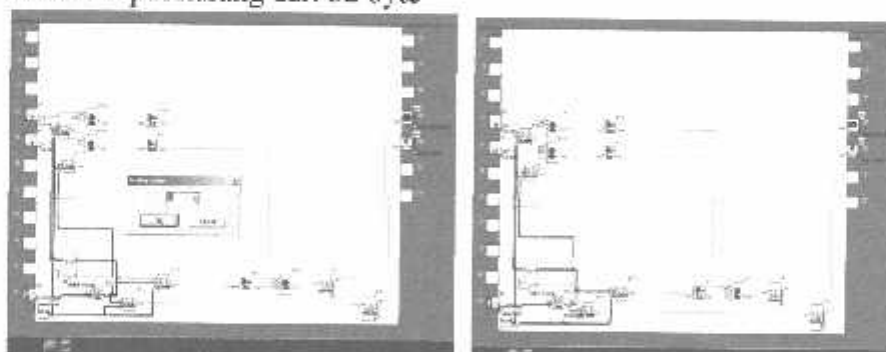
3. Program sistem otomatisasi pada pengatur debit irigasi



Gambar 4.12 Program Sistem Otomatisasi Level pada Kolam Irigasi

Dimana pemrograman pada sistem otomatisasi yang difungsikan untuk menjaga nilai yang terdapat pada pipa saluran irigasi adalah untuk memenuhi kebutuhan irigasi dimana debit yang disediakan oleh waduk selorejo adalah $4,5 \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan pada prototype ini di program untuk menjaga nilai debit supaya berada pada $4,5 \text{ L}/\text{min}$, dimana *smart relay* membaca nilai pulsa adalah 32 byte, dimana nilai byte digunakan sebagai nilai pembanding untuk data nilai input, di bawah akan di jelaskan hasil dari pengujian dari program.

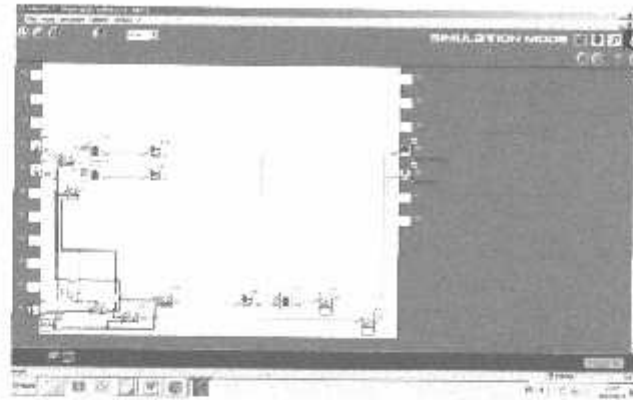
- Saat nilai input kurang dari 32 byte



Gambar 4.13. Status *Output* Saat Data Input Kurang Dari 32 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih kecil dari 32 byte maka status ,motor bekerja untuk membuka pintu air, dan saat *switch* atas dalam status on maka motor berhenti.

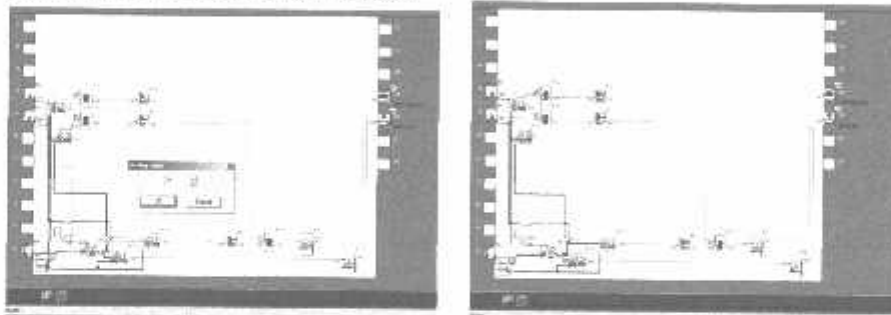
- Saat nilai input sama dengan 32 byte



Gambar 4.14 Status output saat input sama dengan 32 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 0 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk sama dengan 32 byte maka status motor berhenti.

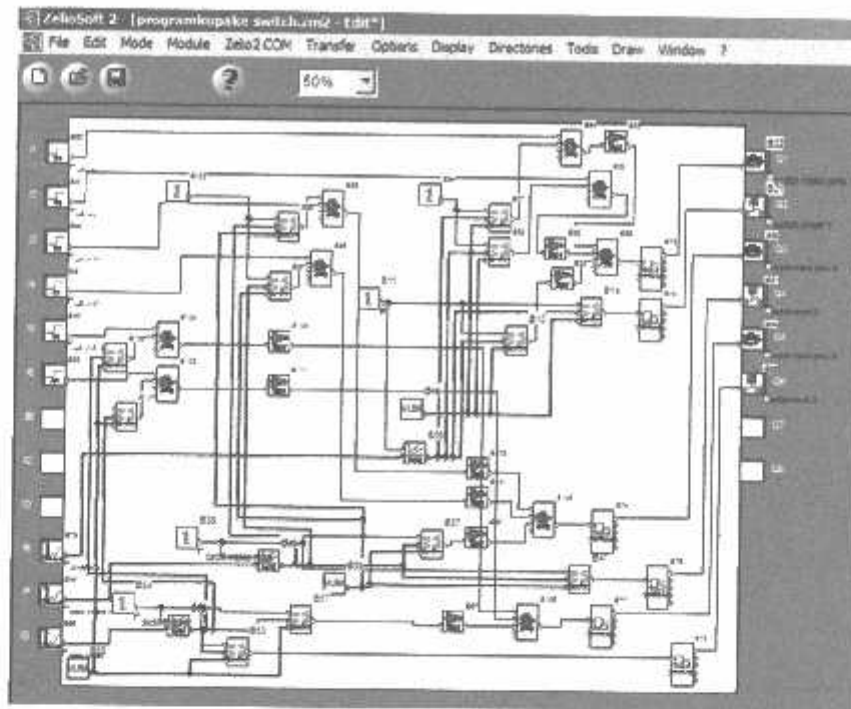
- Saat nilai input lebih dari 32 byte



Gambar 4.15. Status *Output* Saat Data Input Lebih Dari 32 byte

Dari gambar di atas dapat dilihat pada saat pembacaan data selama 4 detik *smart relay* membaca bahwa nilai input yang masuk lebih besar dari 32byte maka status motor bekerja untuk menutup pintu air, dan saat *switch* bawah dalam status on maka motor berhenti.

Dari penjelasan diatas maka program smart relay secara keseluruhan untuk fungsi – fungsi diatas adalah pada gambar 4.16 dibawah ini:



Gambar 4.16 Program Dari Keseluruhan Sistem

4.3. Pengujian Integrasi

Pengujian integrasi pada skripsi ini adalah pengujian secara keseluruhan dari sistem otomatisasi pada pintu air yang terletak pada *prototype outlet gate, intake gate*, pintu irigasi ini adalah meliputi pengujian dari perhitungan daya yang digunakan motor untuk menggerakkan buka tutup pintu air dan melakukan perhitungan untuk nilai efisiensinya, sistem kerja sistem otomatisasi pintu air yang di simulasikan pada pada sistem yang hampir sama pada kondisi aslinya yaitu menggunakan *prototype*, yaitu sensor *ultrasonic* difungsikan untuk mendeteksi level air yang terletak pada *prototype* kolam *tailrace*, dan dua sensor *water flow* yang terpasang pada *prototype* pipa saluran *hard tunnel* dan pada pipa saluran irigasi yang terletak di bawah dai kolam *tailrace*.

Dimana pada pengujian secara keseluruhan ini maka akan didapat data dari keseluruhan sistem yang terdapat pada sistem otomatisasi. Proses dari pembacaan sensor, penginisialisasian data pada input *smart relay*, perintah dari smart relay berdasarkan program ke driver motor, respon kerja pintu air dan daya yang digunakan motor untuk menggerakkan pintu air (buka dan tutup).

4.3.1. Pengujian Daya pada Motor Saat Bekerja

Table 4.8. pengujian Daya Pada Motor Penggerak

pengujian motor pada pintu	tegangan (volt)		Arus (Ampere)		Daya (watt)	
	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
outlet gate	23,2	23,2	0,15	0,14	3,48	3,248
intake gate	21,9	21,9	0,35	0,3	7,665	6,57
Irigasi	22,2	22,2	0,33	0,27	7,326	5,994

Dari data diatas untuk menentukan nilai daya yang di gunakan motor adalah dengan melakukan perhitungan pada persamaan 4.10, dan untuk mengetahui nilai effisiensinya adalah dengan melakukan perhutungan pada persamaan 4.11.dibawah ini:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(4.10)$$

dimana perhitungannya sebagai berikut:

1. pada pintu air *outlet gate* :

- saat kondisi membuka pintu

$$P = V \times I = 23 \times 0,15 = 3,48 \text{ watt}$$

- saat kondisi menutup pintu

$$P = V \times I = 23,2 \times 0,14 = 3,248 \text{ watt}$$

2. pada pintu air *intake gate* :

- saat kondisi membuka pintu

$$P = V \times I = 21,9 \times 0,35 = 7,665 \text{ watt}$$

- saat kondisi menutup pintu

$$P = V \times I = 21,9 \times 0,3 = 6,57 \text{ watt}$$

3. pada pintu air irigasi :

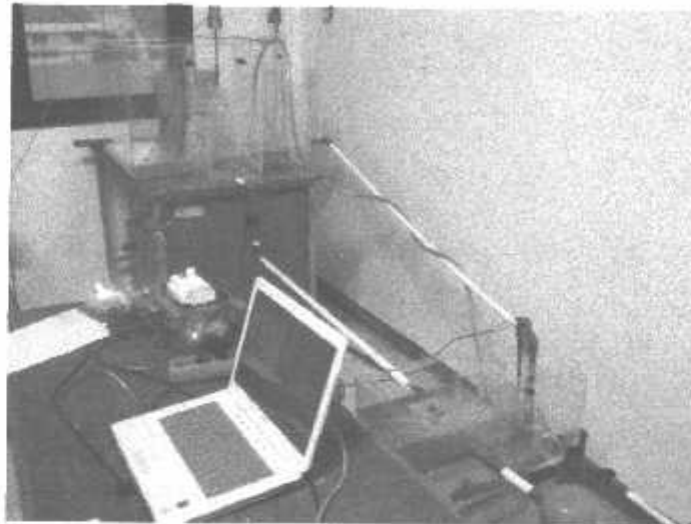
- saat kondisi membuka pintu

$$P = V \times I = 22,2 \times 0,33 = 7,326 \text{ watt}$$

- saat kondisi menutup pintu

$$P = V \times I = 22,2 \times 0,27 = 5,994 \text{ watt}$$

4.3.2. Simulasi Sistem Otomatisasi Pintu Air



Gambar 4.17. Simulasi Pengujian Pada Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini sistem otomatisasi dapat bekerja sesuai dengan perencanaan hanya saja ada sedikit kekeliruan dari *prototype* pada pipa saluran *hard tunnel* yang dikendalikan oleh pintu *tailrace*, dimana pada perencanaan pintu air difungsikan untuk mengontrol debit air yang terdapat pada pipa saluran *hard runel* pada debit sebesar 9,25 L/min atau menggunakan perbandingan 1 : 1000 dari kondisi yang terdapat pada waduk selorejo, sedangkan debit air maksimum dari *prototype* ini hanya mengeluarkan debit air sebesar 81./min pada saat pintu air terbuka penuh, Sehingga solusi dari permasalahan diatas adalah dengan mengkalibrasi ulang nilai debit dengan menggunakan skala 1:2000 dimana difungsikan untuk mengontrol debit sebesar debit menjadi 4,625 L/min dengan input data pada smart relay sebesar 38byte

Dari hasil simulasi diatas maka di dapatkan respon kecepatan pintu air terhadap kenaikan nilai debit dan level air pada masing –masing sensor, dimana telah ditunjukkan dari table –table berikut:

4.3.2.1. Hasil Pengujian Sistem Otomatisasi pada Prototipe

Tabel 4.9. Pengujian Debit *Hard Race*

Debit yang Dianjurkan (L/m)	Debit <i>Hard Race</i> (L/m)	Perubahan Debit <i>Hard Race</i>			Tinggi Kerja Pintu (cm)	Error (%)
		Prototipe (L/m)	Pembalikan Skala 1: 2000 (m ³ /s)	Data Lapangan (m ³ /s)		
4,625	4,69	0,065	0,13	0,16	1	18,75
4,625	4,77	0,145	0,29	0,33	2	12,12
4,625	4,845	0,22	0,44	0,49	3	10,2
4,625	4,925	0,3	0,6	0,66	4	6,91
4,625	4,995	0,37	0,74	0,82	5	9,756
4,625	5,075	0,45	0,9	0,98	6	8,163

$$\text{Error} = \frac{\text{Data Debit Pembalik Skala} - \text{Data Debit Lapangan}}{\text{Data Debit Data Lapangan}} \times 100\%$$

Tabel 4.10. Pengujian Debit *Irigasi*

Debit yang Dianjurkan (L/m)	Debit <i>Hard Race</i> (L/m)	Perubahan Debit <i>Hard Race</i>			Tinggi Kerja Pintu (cm)	Error (%)
		Prototipe (L/m)	Pembalikan Skala 1: 1000 (m ³ /s)	Data Lapangan (m ³ /s)		
4,5	4,64	0,14	0,14	0,12	1	16,67
4,5	4,77	0,27	0,27	0,24	2	12,5
4,5	4,88	0,38	0,38	0,36	3	5,55
4,5	5,01	0,51	0,51	0,48	4	6,25
4,5	5,12	0,62	0,62	0,6	5	3,33

$$\text{Error} = \frac{\text{Data Debit Pembalik Skala} - \text{Data Debit Lapangan}}{\text{Data Debit Data Lapangan}} \times 100\%$$

Tabel 4.11. Pengujian Level Kolam *Tail Race*

Tinggi Kerja Pintu	Level yang Dianjurkan		Level <i>Tail Race</i> (cm)	Waktu Kerja Pintu		Error (%)
	Prototipe	Data Lapangan (cm)		Prototipe (cm)	Data Lapangan (cm)	
1	22,5	225	23,5	1,17	1	17
2	22,5	225	24,5	2,13	2	6,5
3	22,5	225	25,5	3,12	3	4
4	22,5	225	26,5	4,17	4	4,25
5	22,5	225	27,5	5,12	5	2,4

$$\text{Error} = \frac{\text{Waktu Kerja Pintu Pembalik Skala} - \text{Waktu Kerja Pintu Lapangan}}{\text{Waktu Kerja Pintu Lapangan}} \times 100\%$$

4.3.2.2. Hasil Simulasi Sistem Otomatisasi pada Lapangan

Table 4.12. Respon Pengoperasian Pintu pada *Outlet Gate*

Level Kolam <i>Tail race</i> (Cm)	Debit Terowongan Mendalan (M ³ /s)	Perubahan Level Air (Cm)	Tinggi kerja (Cm)	Waktu Kerja Pintu (s)	Respon <i>Smart Relay</i> (s)	Kapasitas Air yang Terbuang (m ³)
225	9,25	0	0	0	0	0
256	9,3	1	1	1	4	0,25
257	9,35	2	2	2	4	0,6
258	9,4	3	3	3	4	1,05
259	9,45	4	4	4	4	1,6
230	9,5	5	5	5	4	2,25

Table 4.13. Respon Pengoperasian Pintu pada *Intake Gate*

DEBIT Q (M ³ /S)			Tinggi Kerja (CM)	Waktu Respon <i>Smart Relay</i> (s)	Waktu Kerja Pintu (s)	Kapasitas Air yang Terbuang (M ³)
Debit yang Dianjurkan	Debit Pintu (M ³ /s)	Q <i>Out Intake</i> (M ³ /s)				
9,25	0,16	9,41	1	5	1,67	1,067
9,25	0,33	9,58	2	5	3,33	2,75
9,25	0,49	9,74	3	5	5	4,9
9,25	0,66	9,91	4	5	6,67	7,7
9,25	0,82	10,07	5	5	8,33	10,93
9,25	0,98	10,23	6	5	10	14,7

Table 4.14. Respon Pengoperasian Pintu Air Irigasi

DEBIT Q (M ³ /S)			Tinggi Kerja (CM)	Waktu Respon <i>Smart Relay</i> (s)	Waktu Kerja Pintu (s)	Kapasitas Air yang Terbuang (M ³)
Debit yang Dianjurkan	Perubahan Debit	Q <i>Out Gate</i>				
4,5	0	4,5	0	0	0	0
4,5	0,12	4,62	1	5	1,67	0,8
4,5	0,24	4,74	2	5	3,33	2
4,5	0,36	4,86	3	5	5	3,6
4,5	0,48	4,98	4	5	6,67	5,6
4,5	0,6	5,1	5	5	8,33	8

Dari hasil pengujian pada alat pada setting timer digunakan untuk menunda, memperpanjang dan mengontrol kerja motor penggerak pintu pada saat sensor mengirim

data *error* (byte) sesaat pada *smart relay* dimana pada pengujian sensor, dimana nilai error yang di dikirim oleh sensor di kirimkan akibat terjadinya perubahan sesaat pada sistem pembacaan sensor yang di akibatkan oleh:

1. Timbulnya perubahan nilai *input* akibat timbulnya gelombang pada kolam.
2. Timbulnya perubahan nilai *input* akibat timbulnya gelembung udara pada pipa saluran.

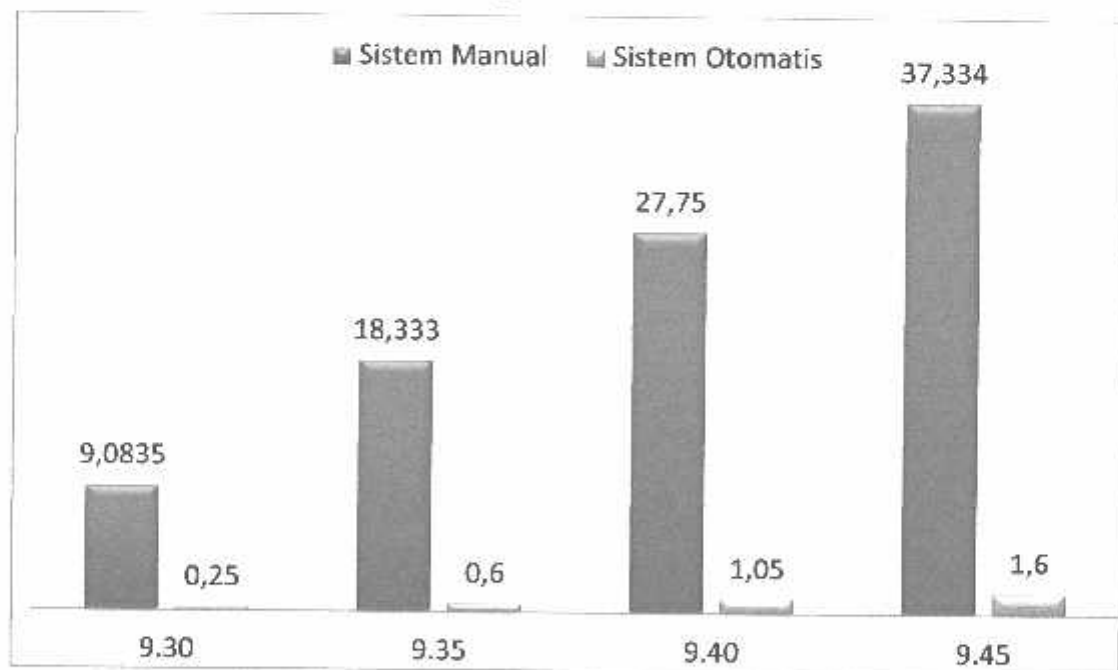
Dimana pada saat pengujian pada masing –masing sensor mengalami nilai error sebesar:

1. Pada sensor jarak (*Ultrasonic*) hingga 4 *byte*
2. Pada sensor debit air (*Waterflow*) hingga 5 *byte*

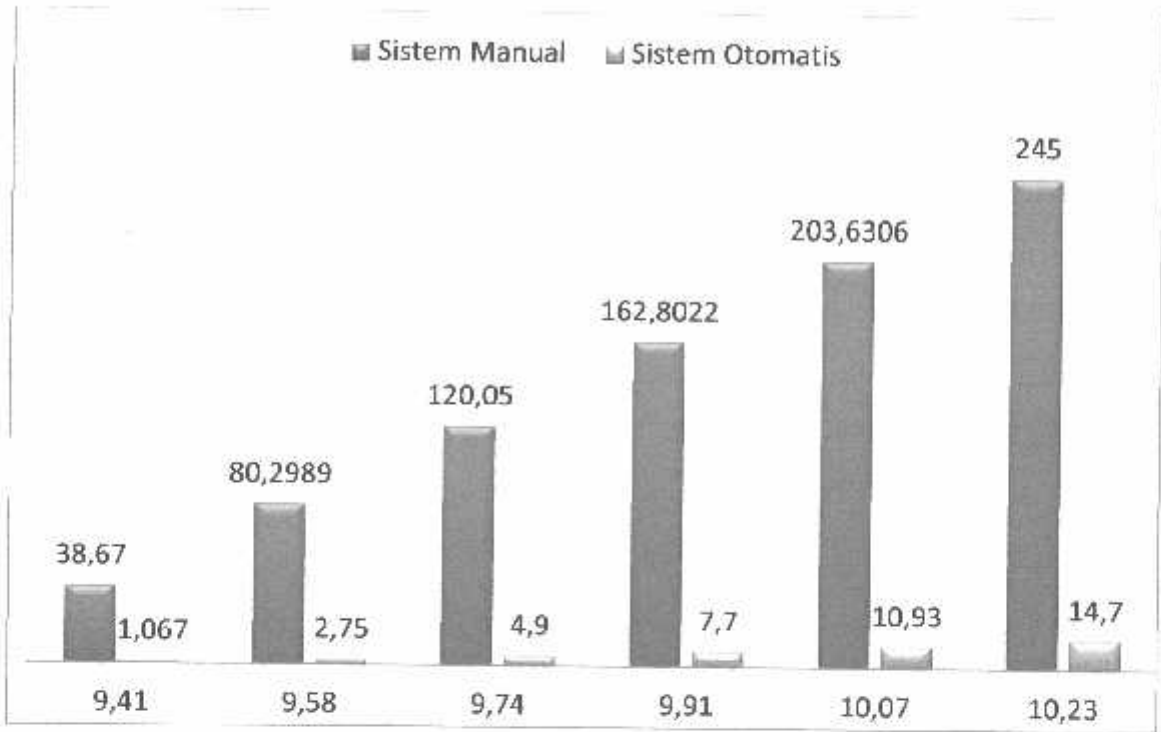
Sedangkan respon waktu yang dimiliki *smart relay* dengan tipe SR2B201BD adalah sebesar 90ms / byte (sumber *datasheet* SR2B201BD) sehingga setting waktu yang dibutuhkan untuk pengoperasian *smartrelay* adalah :

1. Pada pengoperasian pintu *outlet* adalah 4 *byte* x 90 ms/*byte* = 360ms = 3,6 s
2. Pada pengoperasian pintu yang terdapat pada waduk adalah 5 *byte* x 90 ms/*byte* = 450ms = 4,5s

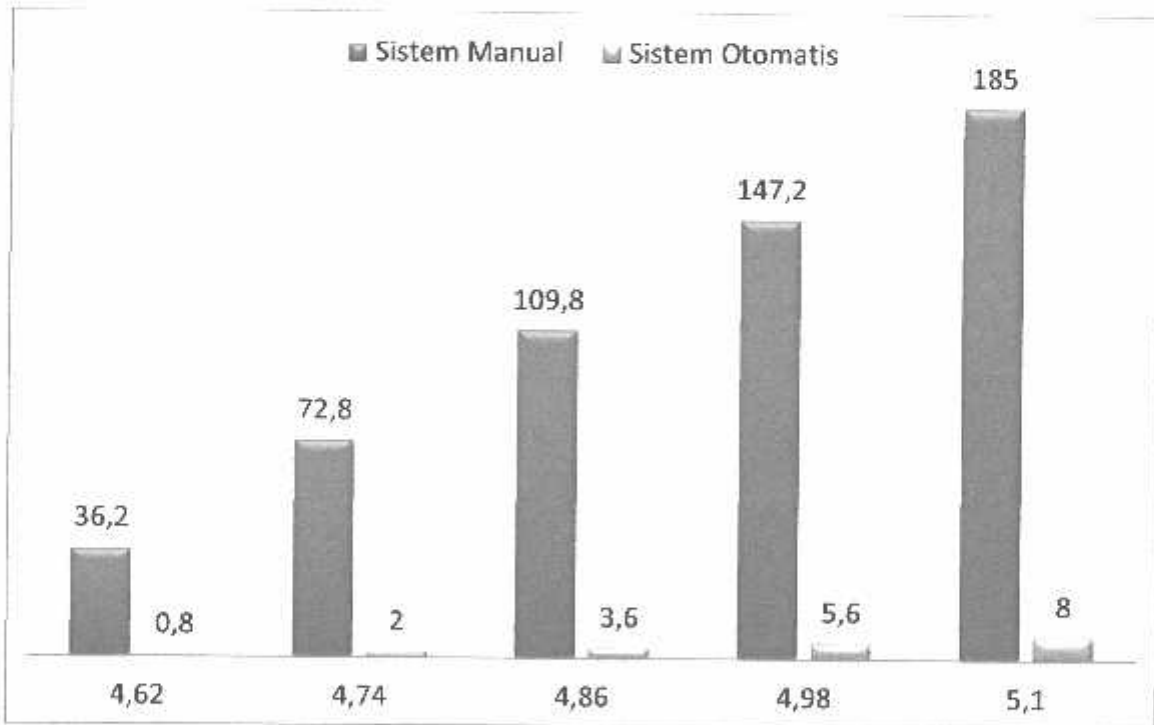
4.3.2.3.Efisiensi pada Saat Penerapan Sistem Otomatisasi



Grafik 4.1. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu *Outlet*



Grafik 4.2. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu *Intake*



Grafik 4.3. Hasil Perbandingan Sistem Otomatisasi dan Manual pada Pengoperasian Pintu *Irigasi*

Dari hasil simulasi dan analisa data yang dilakukan pada masing –masing pintu maka efisiensi pada penerapan sistem otomatisasi yang didapat pada masing –masing pintu dapat dilihat pada table 4.15 sampai dengan 4.17 dibawah ini :

Tabel 4.15. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu *Outlet*

Kapasitas Air Yang Terbuang (m ³)		Efisiensi (%)
Sistem Manual	Sistem Otomatis	
9,0835	0,25	97,25
18,333	0,6	96,72
27,75	1,05	96,22
37,334	1,6	95,714

Tabel 4.16. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu *Intake*

Kapasitas Air Yang Terbuang (m ³)		Efisiensi (%)
Sistem Manual	Sistem Otomatis	
38,67	1,067	97,24
80,2989	2,75	96,575
120,05	4,9	95,918
162,8022	7,7	95,27
203,6306	10,93	94,632
245	14,7	94

Tabel 4.17. Efisiensi Sistem Otomatisasi pada Pintu

Kapasitas Air Yang Terbuang (m ³)		Efisiensi (%)
Sistem Manual	Sistem Otomatis	
36,2	0,8	97,79
72,8	2	97,25
109,8	3,6	96,72
147,2	5,6	96,196
185	8	95,676

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Sistem Manual} - \text{Sistem Otomatis}}{\text{Sistem Manual}} \times 100\%$$

Data lapangan :

Pada penggerak pintu air yang terdapat pada sistem yang terdapat pada waduk dan outlet gate pada kondisi lapangan di waduk dan PLTA selorejo memiliki data sebagai berikut:

- Pada outlet gate

Tegangan = 220 volt

Arus = 10 Ampere

Daya = 2,2 KW

N = 940 rpm

Dan frekwensi = 50 Hz

Sehingga nilai torsi dari motor tersebut adalah:

$$T = 9,55 P/n$$

$$= 9,55 \times 2200 / 940 \text{ Nm} = 22,35 \text{ Nm}$$

- Pada penggerak pintu yang terdapat di waduk

Tegangan = 220 volt

Jumlah kutup = 6 pasang kutup

Arus = 25 A

Daya = 5,5 Kw

Frekwensi = 50 Hz

Sehingga untuk mengetahui berapa nilai torsi pada motor adalah dengan cara menghitung nilai rpm terlebih dahulu:

$$N_s = 120 f/p = 120 \times 50 / 6 = 1000 \text{ rpm}$$

Sehingga nilai torsi dari motor yang terdapat pada pitu air waduk adalah :

$$T = 9,55 \times P/n$$

$$= 9,55 \times 5500 / 1000 = 52,525 \text{ Nm}$$

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melalui proses perencanaan yang kemudian dilanjutkan pada tahap pengujian alat serta pembuatan alat dan penulisan laporan skripsi secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penerapan sistem otomatisasi pada pengoperasian pintu air dapat mempersingkat waktu pengoperasian, dimana efisiensi waktu pengoperasian mempengaruhi kualitas dari sistem saluran air dan meningkatkan kualitas dari pemanfaatan penggunaan dari energi air yang terdapat pada sistem aliran waduk.
2. Dari hasil simulasi pada sistem otomatisasi pada pengoperasian pintu air dapat menghasilkan nilai efisiensi hingga 97,25 % pada pintu *outlet*, 97,24% pada pintu *Intake*, 97,79% pada pintu Irigasi
3. Dari hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan, perancangan sistem otomatisasi menggunakan *smart relay zelio SR2B201BD* pada kendali pintu air, dapat dikatakan bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dimana dari hasil pembacaan sensor proses buka tutup pintu air dapat bekerja sesuai yang direncanakan pada konsep awal.

5.2. Saran –Saran

Dari hasil perancangan alat ini, masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat ditambahkan untuk proses penyempurnaan alat yang ada, dan yang dapat ditambahkan yaitu:

1. Untuk pengembangan berikutnya disarankan untuk menambah sistem pengendalian pintu air yang lainnya.
2. Untuk hasil yang maksimal disarankan untuk menambahkan rangkaian mekanik sistem sehingga pengoperasian dapat dijalankan secara manual dan otomatis, serta ditambahkan sistem monitoring jarak jauh seperti sms gateway
3. Untuk pengembangan di sarankan untuk memperhatikan nilai arsitekturnya sehingga debit dapat berjalan sesuai dengan harapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi, Sarifudin Utomo Dwi Hartono, 2012, *Prototipe Bendungan Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*, Yogyakarta, UNY
 - [2] Ika, Triyas Wulandari, 2010, *Rancang Bangun Sistem Penggerak dengan Pemanfaatan Energi Alternatif Matahari*, Surabaya, ITS Surabaya.
 - [3] Kariono, 2011, *Sistem Manajemen SOP Intake Gate*, Malang, PLTA Selorejo
 - [4] Kariono, 2011, *Sistem Manajemen SOP Tail Race Gate*, Malang, PLTA Selorejo.
 - [5] Pelatihan & workshop PLC Schneider Electric, PLC Training Center, Malang, Teknik Elektro ITN Malang
 - [6] Product data sheet Characteristics SR2B201BD compact smart relay Zelio Logic - 20 I O - 24 VDC - clock – display
 - [7] Ridwan, ahmad ,2012, *Telaah Staf OJT Angkatan IV Sistem Automalisasi Pengoperasian Outlate Gate*, Malang, PLTA Selorejo.
 - [8] <http://atmelmikrokontroler.wordpress.com/2009/06/24/prinsip-kerjarangkaian-sensor-ultrasonik/>
 - [9] <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>
 - [10] <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>
 - [11] <http://embeeminded.blogspot.com>
 - [12] <http://image.slidesharecdn.com/bautdanmurpresentation>
 - [13] <http://mazelisonk.wordpress.com/>
 - [14] <http://plczelio.blogspot.com/2013/01/zelio-soft-kenalan-yuk-ama-software.html>
 - [15] <http://www.atmel.com/>
 - [16] http://www.jasairta1.co.id/haspem.php?subaction=showfull&id=1191736778&archive=&start_from=&ucat=5&
 - [17] <http://www.habetec.com/product/0/208/Zelio-LogicTipeModular-24VDC-26-I-O-SR3B261BD>
-

LAMPIRAN - LAMPIRAN



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK MEGA MALANG

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

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

Kampus I : Jl. Sandangan Gigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 653015 Malang 65146
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : HEN RICO VANDRIA
Nim : 09.12.013
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-1
Masa Bimbingan : Semester Genap 2013
Judul : RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM
PENGATUR PINTU AIR PADA *OUTLET GATE* DAN
SISTEM IRIGASI WARGA PADA PLTA SELOREJO
MENGUNAKAN *SMART RELAY ZELIO*
SR2B201BD

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Jumat
Tanggal : 16 Agustus 2013
Dengan Nilai : 78,25 (B+) *o*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji

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

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.Y.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y.1038900209

Dosen Penguji II

Awan Ufi Krismanto, ST, MT
NIP.P.198003012005011002



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Hen Rico Vandria
Nim : 09.12.013
Masa Bimbingan : Semester Genap 2012-2013
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototipe Sistem Pengatur Pintu Air *Outlet Gate* dan Sistem Irigasi Warga pada PLTA Selorejo Menggunakan *Smart Relay SR2B201JD*

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	10 April 2013	Konsultasi judul dan BAB I, II	
2	29 April 2013	Konsultasi revisi judul dan BAB I, II	
3	20 Juni 2013	Konsultasi BAB III	
4	22 Juli 2013	Konsultasi BAB IV	
5	23 juli 2013	Konsultasi BAB V	
6	6 Agustus 2013	Konsultasi sistem kerja alat dan revisi BAB V	
7	14 Agustus 2013	Konsultasi revisi keseluruhan BAB	
8			
9			
10			

Malang, September 2013
Dosen Pembimbing I

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y. 1028400082



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ilen Rico Vandria
Nim : 09.12.013
Masa Bimbingan : Semester Genap 2012-2013
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototipe Sistem Pengatur Pintu Air *Outlet Gate* dan Sistem Irigasi Warga pada PLTA Selorejo Menggunakan *Smart Relay SR2B201JD*

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	11 April 2013	Konsultasi judul dan BAB I, II	
2	29 April 2013	Konsultasi revisi judul dan BAB I, II	
3	22 Juni 2013	Konsultasi BAB III	
4	22 Juli 2013	Konsultasi BAB IV	
5	23 Juli 2013	Konsultasi BAB V	
6	6 Agustus 2013	Konsultasi sistem kerja alat dan revisi BAB V	
7	14 Agustus 2013	Konsultasi revisi keseluruhan BAB	
8			
9			
10			

Malang, September 2013
Dosen Pembimbing II

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



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Hen Rico Vandria
 NIM : 09.12.013
 Semester : VIII (Delapan)
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : **TEKNIK ENERGI LISTRIK**
TEKNIK ELEKTRONIKA
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
 Alamat : Ds. Swamati RT 001/006 Ds. Swamati Kec. Kesamben kab. Blitar

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (2.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.


Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro S-1


(.....)

Malang, 25 Maret2013
Pemohon


(Hen Rico Vandria.....)

Disetujui
Ketua Prodi Teknik Elektro S-1


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

Mengetahui
Dosen Wali


(.....)



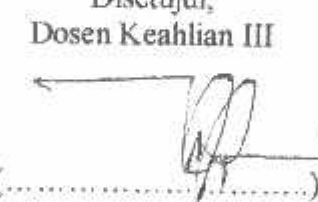



Catatan:

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-1

1.12.4.18/ = 3.12



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

1.	Nim	: 0912013		
2.	Nama	: HEN RICO VANDRIA		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	27 April 2013	09:00	III.1.3	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISIS SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA PERENCANAAN SISTEM OTOMALISASI OUTFATE GATE PLTA SELOREJO MENGGUNAKAN CONTROL PID		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :	Materi inputan ditambahkan, Pengaturan % buka pintu kecepatan.		
8.	Catatan :	materi pembahasan sangat sederhana dan tdk jelas arahnya.		
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
Pembimbing I		Pembimbing II		
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	 (.....)	 (.....)		

Program ATmega 16

```
/******  
Company : embccminded.blogspot.com  
Comments: program ini bertujuan untuk mendeteksi Debit air dan  
          mengirimkan data analog ke Smart Relay  
*****/  
  
#include <mega16.h>  
#include <delay.h>  
#include <alcd.h>  
#include <stdio.h>  
#include <math.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <string.h>  
#include "msg.h"  
#define  DIS          0  
#define  EN          1  
#define  HTERM_1:N    DIS  
#define  TIMESampling  1  
#define  sampling     60  
#define  LCD_MAX_COL   16  
#define  outDAC_US     PORTC.0  
#define  outDAC_WF1    PORTC.1  
#define  outDAC_WF2    PORTC.2  
/*Define PIN Ultrasonik Sensor*/  
#define  echo         PINA.7  
#define  trigger      PORTB.0
```

```

#define PushBUTTON PINB.7
typedef unsigned char uchar8_t;
typedef unsigned int uint8_t;
/*Global variabel Declaration*/
uint8_t countINT1,countINT2;
float debit1,debit2,distance;
uchar8_t dat,j;
char lcdBUFF1[16],lcdBUFF2[16];
unsigned int countDAC=0;
unsigned char dataPWMFlow1,dataPWMFlow2,dataPWMUS;
/*Prototype Fungsi*/
void initPORT();
void initUSART();
void readFLOWSensor(float *sens1,float *sens2);
float readUS();
void showMessage();
void sensorFLOW1(unsigned char data);
void sensorFLOW2(unsigned char data);
void sensorUS(unsigned char data);
//Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
{
    countDAC+=1;
    if(countDAC>255){
        countDAC = 0;
    } else {
        if(countDAC<dataPWMUS) outDAC_US = 1; else outDAC_US = 0;
    }
}

```

```

        if(countDAC<dataPWMFlow1) outDAC_WF1 = 1; else outDAC_WF1 = 0;
        if(countDAC<dataPWMFlow2) outDAC_WF2 = 1; else outDAC_WF2 = 0;
    }
}
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    /*Increment countINT1*/
    countINT1+=1;
}
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
    /*Increment count */
    countINT2+=1;
}
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    TCCR0=0;
    TCNT0=255;
}
// Declare your global variables here
void main(void)
{
    unsigned char cnt=0;
    initPORT();
    //initUSART();
    TCCR0=0x01;
    TCNT0=0x00;

```

```

TCCR2=0x049;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
/*Sensor Flow Di PORTD.2 dan PORTD.3*/
//INT0 --> INT1
//Rising Edge
GICR|=0xC0;
MCUCR=0x0F;
GIFR=0xC0;
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x41;
lcd_init(16);
#asm("sei")
/*Pesan pembuka*/
for(;;){
    showMessage();
    if(!PushBUTTON) break;
}
//clear LCD
lcd_clear();
while(1){
    for(j=9;j<=LCD_MAX_COL;j++){
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("Starting");
        lcd_gotoxy(j,1);
        lcd_putchar('.');
        delay_ms(300);
    }
}

```

```

    }
    delay_ms(100);
    break;
}
//clear LCD
lcd_clear();
while (1)
{
    //clear LCD
    //lcd_clear();
    distance = readUS();
    readFLOWSensor(&debit1,&debit2);
//    #if (HTERM_EN==1)
//    // send to Hyperterm
//printf("Data   US=%2.2f   cm   --FLOW1=%2.2f   L/h   --   FLOW2=%2.2f
//L/h",distance,debit1,debit2);
// putchar(13);
// #elif (HTERM_EN==0)
    if(!PushBUTTON){
        lcd_clear();
        cnt+=1;
    }
    if(cnt>2) cnt=0;
    //kirim data 8 bit ke rangkaian DAC
    dataPWMUS = dat;
    dataPWMFlow1 = (unsigned char) debit1*8.5;
    dataPWMFlow2 = (unsigned char) debit2*8.5;
    //bagian untuk menampilkan data

```

```

switch(cnt){
  case 0 :
    /*tampilkan data Ultrasonik*/
    sprintf(lcdBUFF1,"%2.2f cm",distance);
    lcd_gotoxy((17-sizeof(usMsg))/2,0); lcd_putsf(usMsg);
    lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
    break;
  case 1 :
    sprintf(lcdBUFF1,"%2.2f L/Min",debit1);
    lcd_gotoxy((17-sizeof(FL1Msg))/2,0); lcd_putsf(FL1Msg);
    lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
    break;
  case 2 :
    sprintf(lcdBUFF1,"%2.2f L/Min",debit2);
    lcd_gotoxy((17-sizeof(FL2Msg))/2,0); lcd_putsf(FL2Msg);
    lcd_gotoxy((16-strlen(lcdBUFF1))/2,1); lcd_puts(lcdBUFF1);
    break;
  default :
    break;
}
// #endif

//kirirkan data Bit ke DAC
//data Ultrasonik range 0 - 255
//US = dat;
/*Data Debit dikirim lewat PORT Paralel 8 bit
Asumsi data Max = 400 L/h maka ,
400/255=1,5686274509 <<

```

```

        --> PORTA = debit1/1.56xxxxx*/
        //DEBIT1 = debit1/1,5686274509;
        //DEBIT2 = debit2/1,5686274509;
    }
}
/*Port initialization*/
void initPORT(){
    // Port A digunakan sebagai PORT LCD
    PORTA = 0x00;
    DDRA = 0x00;
    PORTB=0x8f;
    DDRB=0x7F;
    PORTC=0x0f;
    /*Port C digudnakan sebagai port untuk
    keluaran DAC 0808*/
    DDRC=0xFF;
    PORTD=0x10;
    DDRD=0xE3;
}
/*USART Initialisastion*/
void initUSART(){
    UCSRA=0x00;
    UCSRB=0x08;
    UCSRC=0x86;
    UBRRH=0x00;
    UBRRL=0x47;
}

```

```

//Fungsi (program utama) untuk membaca sensor Flow 1 dan 2
void readFLOWSensor(float *sens1,float *sens2){
    float debitFlow1,debitFlow2;
    /*Disable Interrupt Routine*/
    #asm("sei")
    /*sampling Time*/
    //delay
    delay_ms(1000);
    #asm("cli")
    //hitung debit
    debitFlow1 = (((unsigned long int)countINT1)/7.5);
    debitFlow2 = (((unsigned long int)countINT2)/7.5);
    //ini bagian yang Ngawur
    // if(debitFlow1 > 30){
    //     debitFlow1 = 30;
    // }
    //
    // if(debitFlow2 > 30) {
    //     debitFlow2 = 30;
    // }
    *sens1 = debitFlow1;
    *sens2 = debitFlow2;
    //reset Count
    countINT1 = 0;
    countINT2 = 0;
    lcd_clear();
}

```

```

/*program utama untuk baca sensor Ultrasonik*/
float readUS(){
    float jarak;
    //trigger to US Sensor
    trigger = 1;
    delay_us(10);
    //reset trigger
    trigger = 0;
    delay_us(5);
    //wait
    while(echo==0);
    #asm("sei")
    TCCR0 = 0x04;
    while(echo==1){
    };
    TCCR0 = 0x00;
    dat = TCNT0;
    TCNT0 = 0x00;
    /*untuk range jarak 1 meter*/
    return jarak = dat/2.55;
    //delay_ms(100);
}
/*Program untuk menampilkan pesan pertamaa */
void showMessage(){
    unsigned char i,j,k=0,l;
    unsigned char dataLEN;
    dataLEN = sizeof(msg1);

```

```

for(i=0;((i<=dataLEN) & (PushBUTTON));i+=1){
    k+=1;
    /*letakkan di baris pertama*/
    lcd_gotoxy(0,0);
    for(j=0;((j<LCD_MAX_COL)&(PushBUTTON));j++){
        if(msg1[j+k] == NULL){
            return;
        }
        lcd_putchar(msg1[j+k]);
    }
    if(i%2==0){
        lcd_gotoxy((16-sizeof(msg2))/2,1);
        lcd_putsf(msg2);
    } else {
        lcd_gotoxy((16-sizeof(msg3))/2,1);
        lcd_putsf(msg3);
    }
    delay_ms(160);
}
}

void sensorFLOW1(unsigned char data){
/*
* PORTC digunakan untuk keluaran ke port DAC 0808
* karena PORTC juga digunakan untuk masukan dari sensor Ultrasonik maka
* data tidak 8 bit....
* data US di PORTD.0 --> trigger

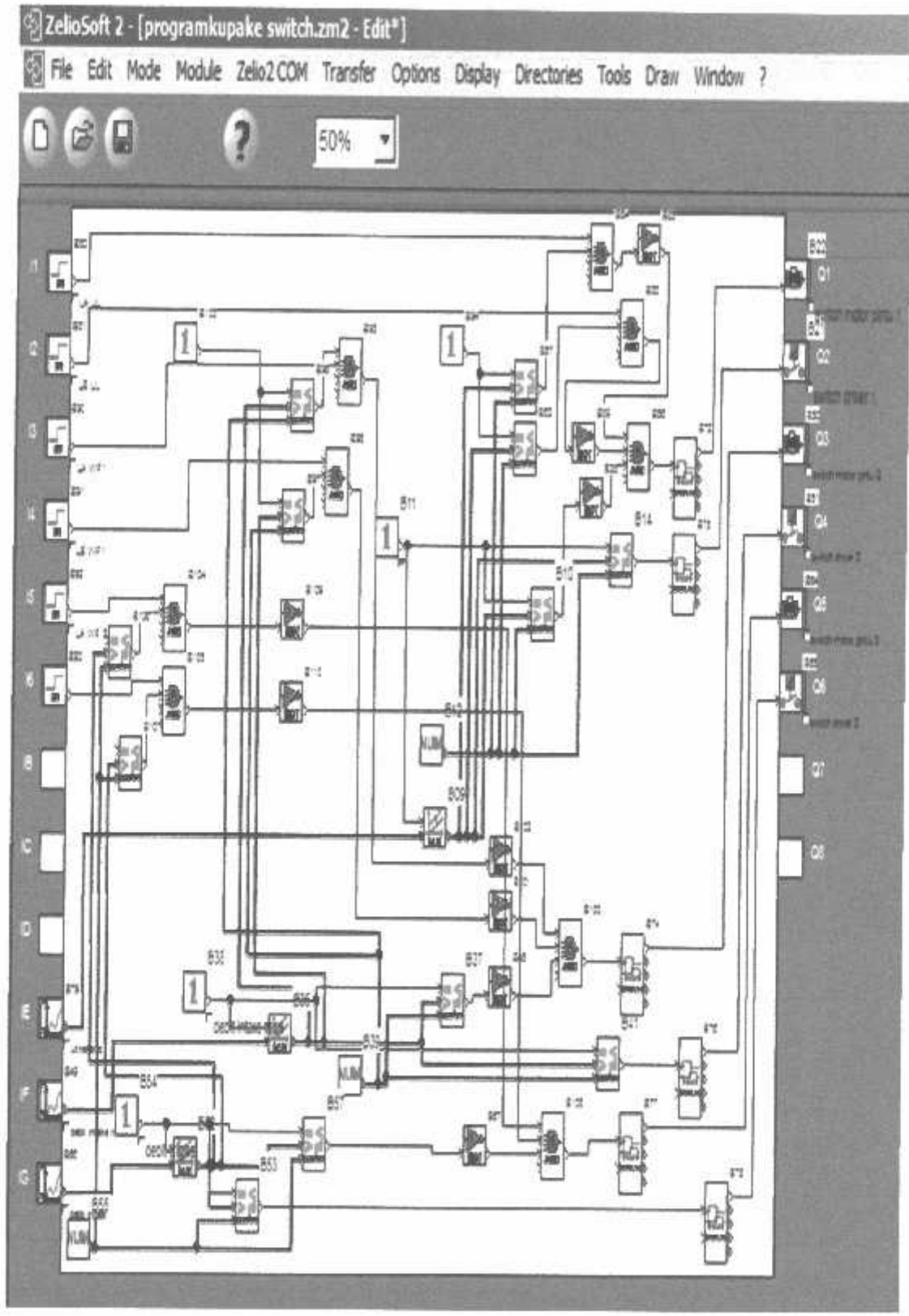
```

```

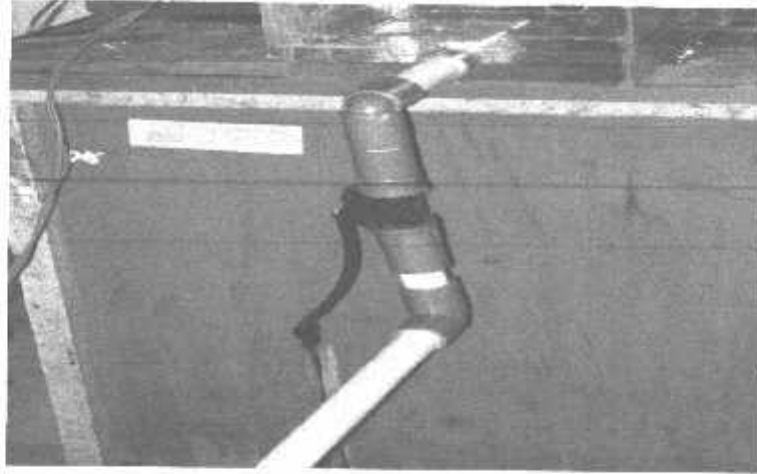
* data US di PORTC.0 --> echo
*/
PORTC.1 = (data & 0x01);
PORTC.2 = (data & 0x02);
PORTC.3 = (data & 0x04);
PORTC.4 = (data & 0x08);
PORTC.5 = (data & 0x10);
PORTC.6 = (data & 0x20);
PORTC.7 = (data & 0x40);
}
void sensorFLOW2(unsigned char data){
/*
* PORTD digunakan untuk keluaran ke port DAC 0808
* karena PORTC juga digunakan untuk masukan dari sensor Ultrasonik maka
* data tidak 8 bit....
* data US di PORTD.0 --> trigger
* data US di PORTC.0 --> echo
* PIND.2 --> INT0
* PIND.3 --> INT1
*/
PORTD.0 = (data & 0x01);
PORTD.1 = (data & 0x02);
PORTC.0 = (data & 0x04);
PORTD.4 = (data & 0x08);
PORTD.5 = (data & 0x10);
PORTD.6 = (data & 0x20);
PORTD.7 = (data & 0x40);

```

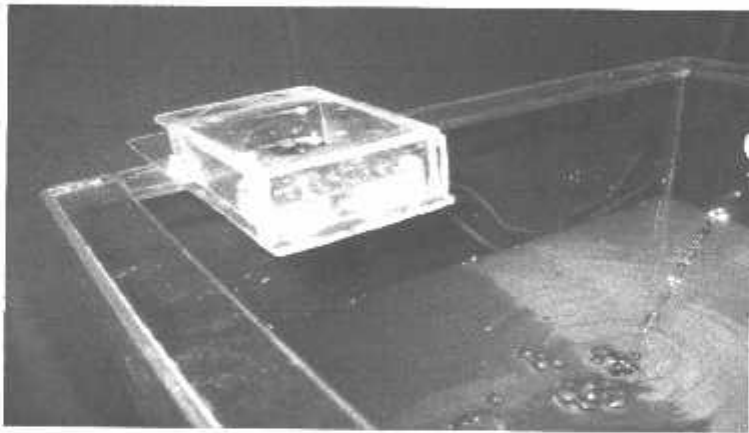
```
}  
void sensorUS(unsigned char data){  
/*  
* PORTB digunakan untuk keluaran ke port DAC 0808  
* karena PORTB.0 juga digunakan untuk masukan dari sensor Ultrasonik maka  
* data 7 bit...  
* data US di PORTD.0 --> trigger  
* data US di PORTC.0 --> echo  
*/  
    PORTB.1 = (data & 0x01);  
    PORTB.2 = (data & 0x02);  
    PORTB.3 = (data & 0x04);  
    PORTB.4 = (data & 0x08);  
    PORTB.5 = (data & 0x10);  
    PORTB.6 = (data & 0x20);  
    PORTB.7 = (data & 0x40);  
}
```



Program Sistem Otomatisasi Menggunakan *Software ZelioSoft2*



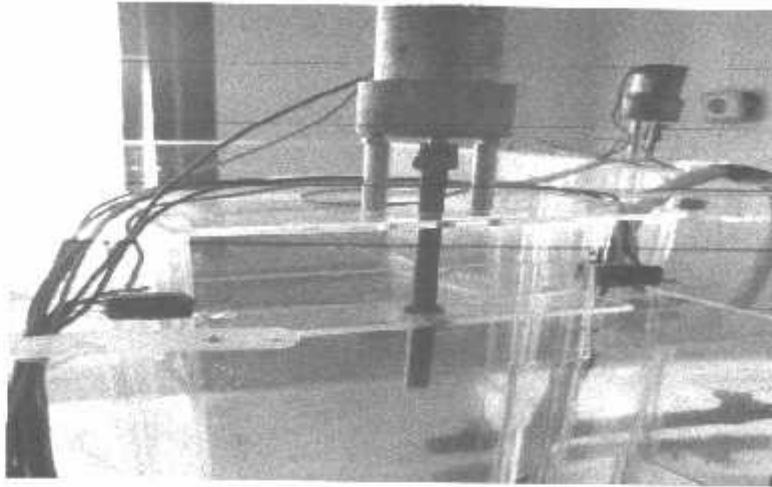
Pemasangan Sensor pada Pipa *Hard Race*



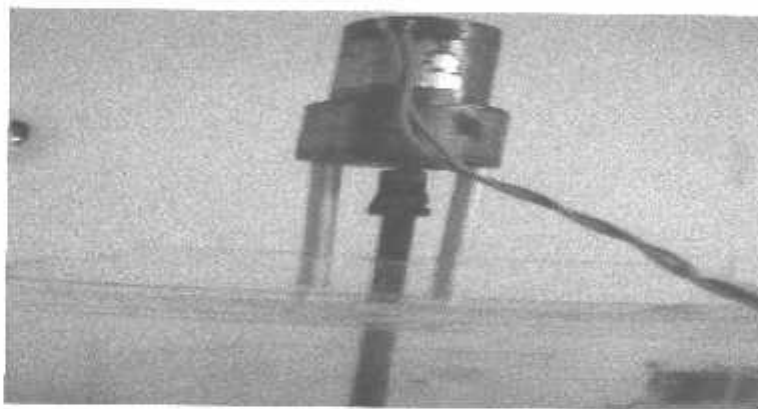
Pemasangan Sensor pada Kolam *Tail Race*



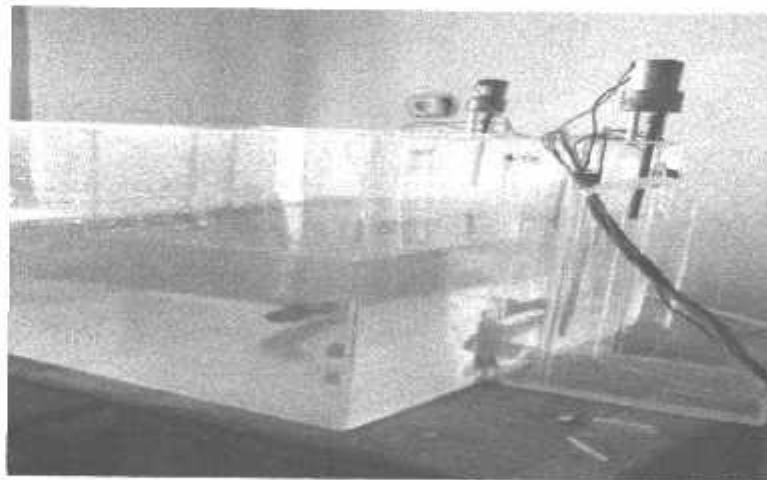
Pemasangan Sensor pada Pipa Irigasi



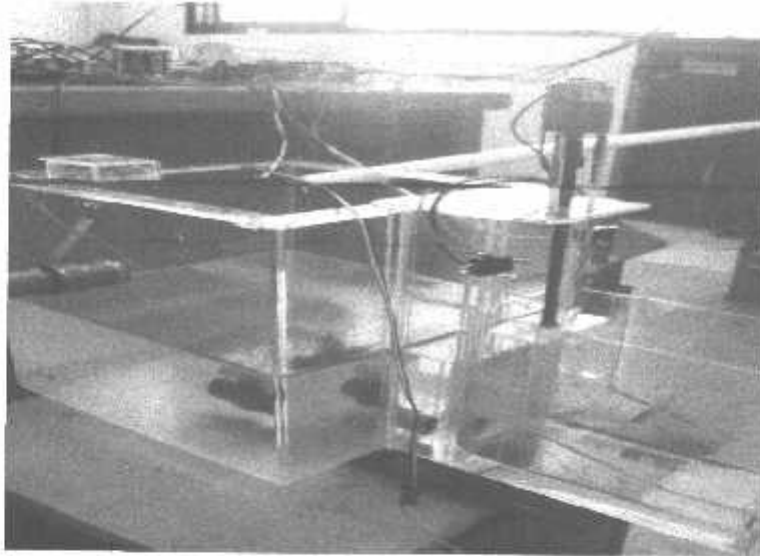
Pemasangan Motor Penggerak Pintu *Intake*



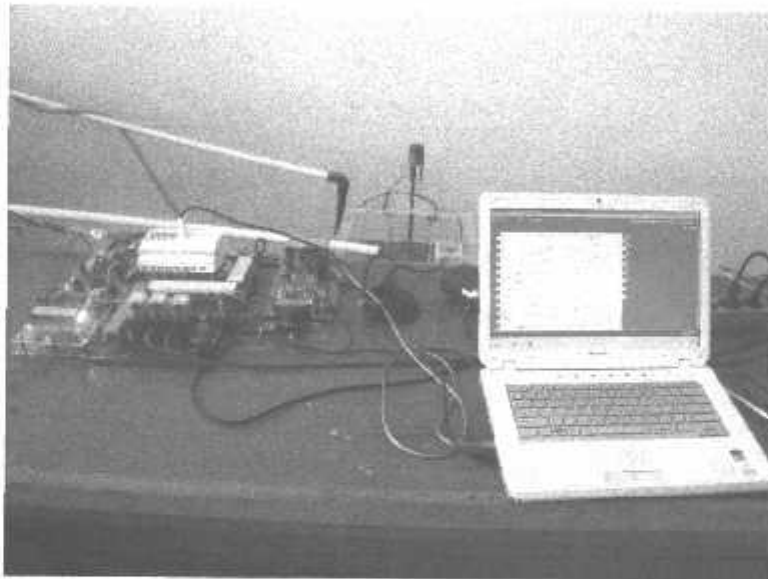
Pemasangan Motor Penggerak Pintu *Irigasi*



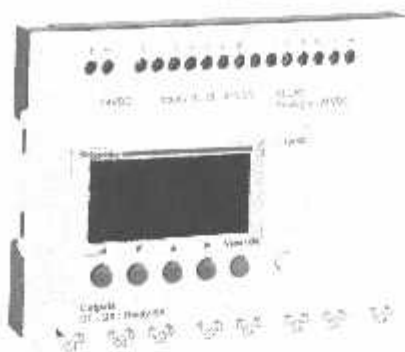
Prototipe Waduk



Prototipe Kolam Tail Race



Modul Sistem Otomatisasi



Main

Range of product	Zelio Logic
Product or component type	Compact smart relay
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Discrete input number	12 EN/IEC 61131-2 type 1
Analogue input number	6
Number of outputs	8 relay
Local display	With
Clock	With

Complementary

Supply current	100 mA without extension
Discrete input current	4 mA
Number of control scheme lines	120 ladder < 200 FBD
Cycle time	6...90 ms
Backup time	10 years 25 °C
Clock drift	6 s/month 25 °C 12 min/year 0...55 °C
Checks	Program memory on each power up
Supply voltage limits	19.2...30 V
Power dissipation in W	6 W without extension
Reverse polarity protection	With
Discrete input type	Resistive
Discrete input voltage	24 V DC
Counting frequency	1 kHz discrete input
Voltage state 1 guaranteed	≥ 15 V IB...IG used as discrete input circuit ≥ 15 V I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Voltage state 0 guaranteed	≤ 5 V IB...IG used as discrete input circuit ≤ 5 V I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Current state 1 guaranteed	≥ 1.2 mA IB...IG used as discrete input circuit ≥ 2.2 mA I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Current state 0 guaranteed	< 0.75 mA IB...IG used as discrete input circuit < 0.75 mA I1...IA and IH...IR discrete input circuit
Input compatibility	3-wire proximity sensors PNP discrete input
Analogue input type	Common mode
Analogue input range	0...10 V 0...24 V
Maximum permissible voltage	30 V analogue input circuit
Analogue input resolution	8 bits
LSB value	39 mV analogue input circuit
Conversion time	Smart relay cycle time analogue input circuit
Conversion error	+/- 5 % 25 °C analogue input circuit +/- 6.2 % 55 °C analogue input circuit
Repeat accuracy	+/- 2 % 55 °C analogue input circuit
Operating distance	10 m between stations, with screened cable (sensor not isolated) analogue input circuit

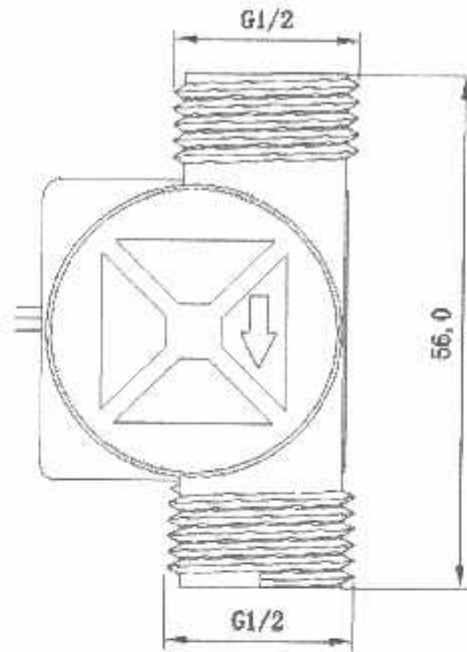
The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Input impedance	7.4 kOhm I1...IA and IH...IR discrete input circuit 12 kOhm IB...IG used as analogue input circuit 12 kOhm IB...IG used as discrete input circuit
Output voltage limits	5...30 V DC relay output 24...250 V AC relay output
Contacts type and composition	NO relay output
Output thermal current	8 A for all B outputs relay output
Electrical durability	500000 cycles DC-12 24 V 1.5 A relay output EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles DC-13 24 V 0.6 A relay output EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles AC-12 230 V 1.5 A relay output EN/IEC 60947-5-1 500000 cycles AC-15 230 V 0.9 A relay output EN/IEC 60947-5-1
Switching capacity in mA	≥ 10 mA 12 V relay output
Operating rate in Hz	0.1 Hz at Ie relay output 10 Hz no load relay output
Mechanical durability	10000000 cycles relay output
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV EN/IEC 60947-1 and EN/IEC 60664-1
Response time	5 ms from state 1 to state 0 relay output 10 ms from state 0 to state 1 relay output
Connections - terminals	Screw terminals 1 x 0.25...1 x 2.5 mm ² 24...14 flexible with cable end Screw terminals 2 x 0.2...2 x 1.5 mm ² 24...16 solid Screw terminals 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² 25...14 solid Screw terminals 1 x 0.2...1 x 2.5 mm ² 25...14 semi-solid Screw terminals 2 x 0.25...2 x 0.75 mm ² 24...18 flexible with cable end
Tightening torque	0.5 N.m
Overvoltage category	III EN/IEC 60664-1
Product weight	0.38 kg

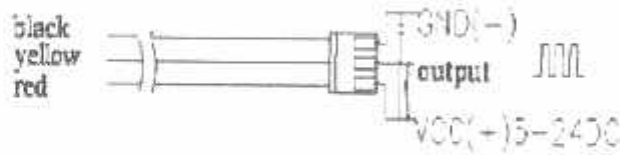
Environment

Immunity to microbreaks	≤ 10 ms
Product certifications	C-Tick CSA GL GOST UL
Standards	EN/IEC 60068-2-27 Ea EN/IEC 60068-2-6 Fc EN/IEC 61000-4-11 EN/IEC 61000-4-12 EN/IEC 61000-4-2 level 3 EN/IEC 61000-4-3 EN/IEC 61000-4-4 level 3 EN/IEC 61000-4-5 EN/IEC 61000-4-6 level 3
IP degree of protection	IP20 terminal block IEC 60529 IP40 front panel IEC 60529
Environmental characteristic	EMC directive EN/IEC 61131-2 zone B EMC directive EN/IEC 61000-6-2 EMC directive EN/IEC 61000-6-3 EMC directive EN/IEC 61000-6-4 Low voltage directive EN/IEC 61131-2
Disturbance radiated/conducted	Class B EN 55022-11 group 1
Pollution degree	2 EN/IEC 61131-2
Ambient air temperature for operation	-20...40 °C in non-ventilated enclosure IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -20...55 °C IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2
Ambient air temperature for storage	-40...70 °C
Operating altitude	2000 m
Altitude transport	≤ 3048 m
Relative humidity	95 % without condensation or dripping water
CEHS EUR conformity date	0622
CEHS EUR status	Compliant

Dimensi



Pinout



Karakteristik sinyal:

Output pulse high level Signal voltage >4.5 V(input DC 5 V)

Output pulse low level Signal voltage <0.5V(input DC 5V)

Precision 3% (Flow rate from 1L/min to 10L/min)

Output signal duty cycle 40% ~ 60%

Untuk mendapatkan nilai aliran dalam L/menit bisa didapat dengan rumusan berikut:

$$Q = (\text{jumlah pulsa per menit}) / 7.5$$

Jika diambil sampling waktu 1 detik setiap pembacaan pulsa, maka hasil pembacaan pulsa dikalikan 60 dan seterusnya.

Harga agen : Rp. 115.000,-

Harga jual umum : Rp. 150.000,-

Water Flow sensor



Sensor aliran air ini terdiri terbuat dari plastik dimana didalamnya terdapat rotor dan sensor hall effect. Saat air mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan tergantung dengan kecepatan aliran air. Hall Effect sensor akan mengeluarkan output pulsa sesuai dengan besarnya aliran air.

Spesifikasi:

Working voltage 5V-24V

Maximum current 15 mA (DC 5V)

Weight 43 g

External diameters 20mm

Flow rate range 1 ~ 30 L/min

Operating temperature 0°C ~ 80°C

Liquid temperature <math>< 120^{\circ}\text{C}</math>

Operating humidity 35% ~ 90%RH

Operating pressure under 1.2Mpa

Store temperature -25°C ~ +80°C

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The module includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

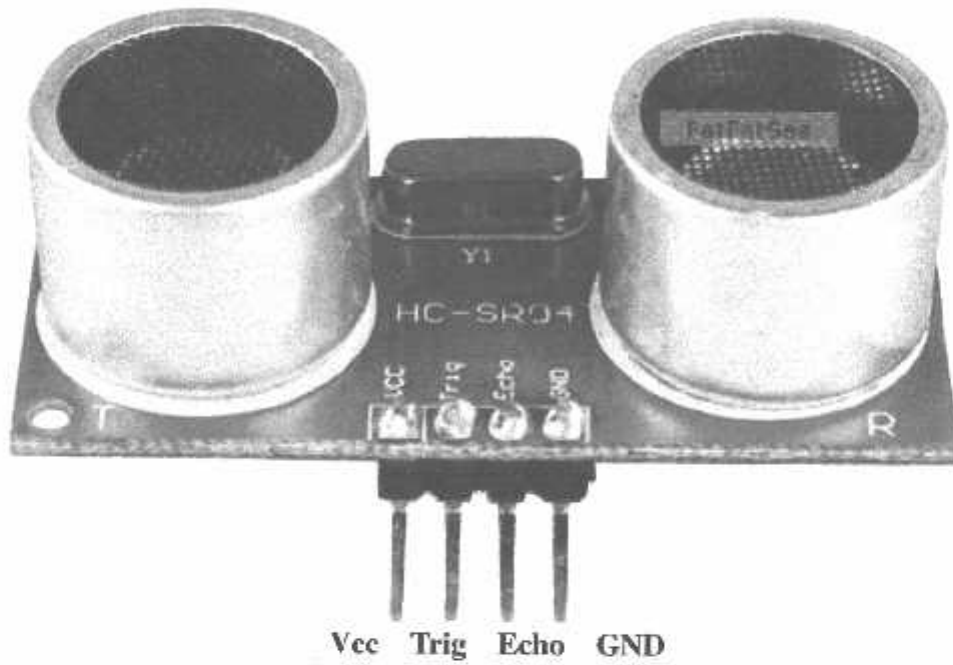
Test distance = (high level time x velocity of sound (340M/S)) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

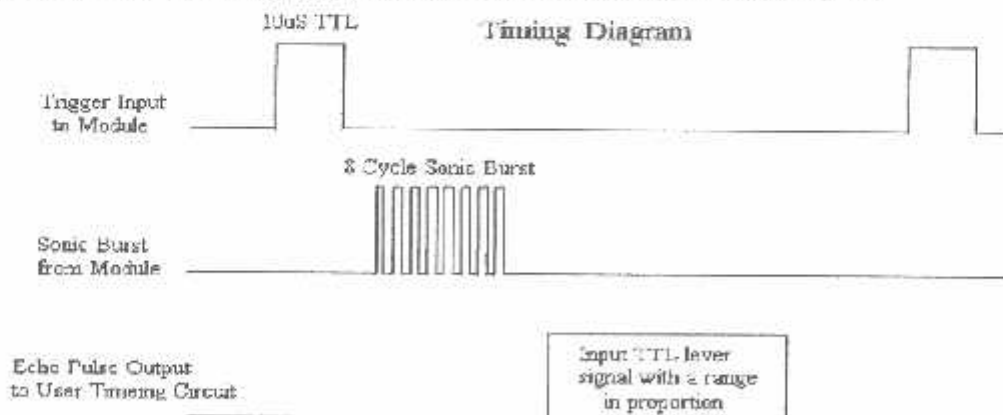
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL level signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 μ S pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise, it will affect the results of measuring.

www.Electfreaks.com
