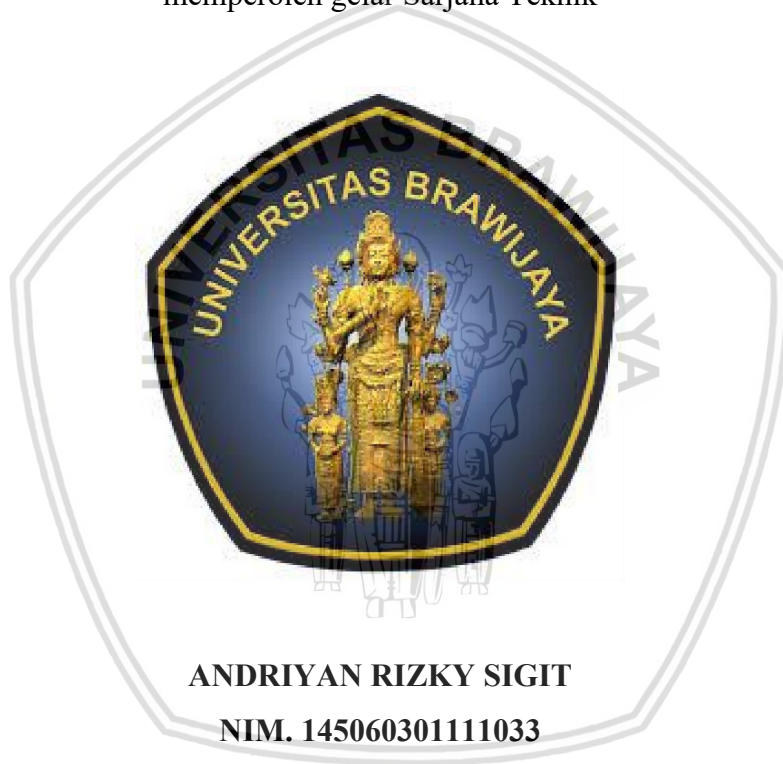


**PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI  
SISTEM PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA  
MINIATUR BENDUNGAN**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ANDRIYAN RIZKY SIGIT**

**NIM. 145060301111033**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI**  
**SISTEM PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA**  
**MINIATUR BENDUNGAN**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ANDRIYAN RIZKY SIGIT**

**NIM. 145060301111033**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 25 Juli 2018

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dosen Pembimbing

Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.  
NIP. 19730520 200801 1 013

Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197711022006042003



JUDUL SKRIPSI :

PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI SISTEM  
PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA MINIATUR BENDUNGAN

Nama Mahasiswa : Andriyan Rizky Sigit

NIM : 145060301111033

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Kontrol

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing : Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D. ....

TIM DOSEN PENGUJI :

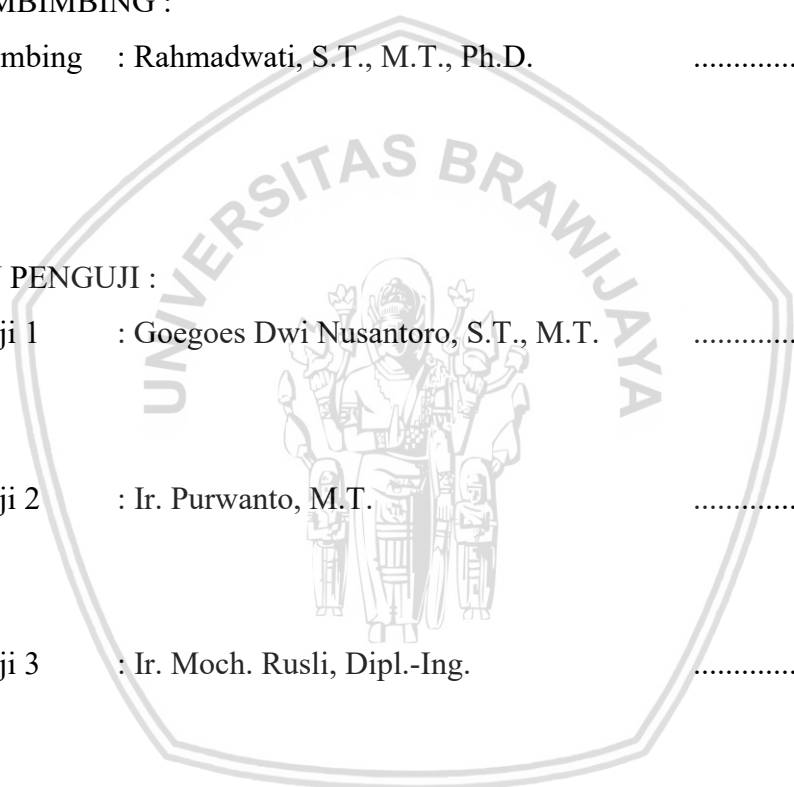
Dosen Penguji 1 : Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T. ....

Dosen Penguji 2 : Ir. Purwanto, M.T. ....

Dosen Penguji 3 : Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing. ....

Tanggal Ujian : 23 Juli 2018

SK Penguji : 1505 Tahun 2018



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Juli 2018

Mahasiswa,

Andriyan Rizky Sigit

NIM. 145060301111033



**Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada :  
Mama dan Papa Tersayang**



## RINGKASAN

**Andriyan Rizky Sigit**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Penggunaan Distributed Control System Sebagai Sistem Pengontrolan Ketinggian Air Pada Miniatur Bendungan*. Dosen Pembimbing : Rahmadwati.

Bendungan adalah suatu konstruksi yang dipergunakan untuk menahan laju air menjadi waduk. Bendungan merupakan bangunan air yang dibangun untuk tempat menampung seluruh air yang mengalir dari berbagai sungai yang terhubung dengan bendungan agar permukaan air sungai dapat diatur ketinggiannya. *Distributed Control System* (DCS) merupakan teknologi sistem kontrol yang dapat mengendalikan plant dalam skala besar yang dibutuhkan untuk mengendalikan ketinggian air di bendungan. Perancangan dalam penelitian ini menggunakan 3 buah *solenoid valve* yang terbuka secara berurutan sesuai dengan batas yang telah ditentukan lalu akrilik digunakan sebagai miniatur bendungan, Pemberian sinyal kontrol dilakukan melalui *Distributed Control System* (DCS) yang disambungkan dengan relay dan pembacaan ketinggian air menggunakan *water level sensors*. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat dipahaminya penggunaan *Distributed Control System* (DCS) sebagai kontroler yang digunakan untuk mengontrol ketinggian air pada bendungan. Metode yang dipergunakan sendiri adalah kontroler *on-off* dan mendapatkan hasil *error steady state* sebesar 0,63%.

Kata kunci: Miniatur Bendungan, DCS, Ketinggian Air

## SUMMARY

**Andriyan Rizky Sigit**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, July 2018, Use Of Distributed Control System as a Water Level Control System on Dam Miniature. Academic Supervisor: Rahmadwati.

*A dam is a construction that is use for holding the water rate into a reservoir. Dam is water structures constructed for holding the water from various rivers that connected to a dam so that the water level of the river can be set altitude. Distributed Control System (DCS) is a control system technology that able to control a plant in large scale in order to control water level of dam. The design in this research the number of solenoid valve is 3 that sequentially open based on predefined limit and the acrylic is used as dam miniature, the control signals given through a Distributed Control System (DCS) that are connected to the relay and water level reading use water level sensors. The purpose of this research is to understand the used of Distributed Control System (DCS) as a controller that being used to control the water level in the dam. The method that being used is on-off controller and get the steady state error 0,63%.*

*Keywords: Dam Miniature, DCS, Water Level*

## PENGANTAR

*Bismillahirrohmannirrohim.* Alhamdulillah, Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan *Distributed Control System* Sebagai Sistem Pengontrolan Ketinggian Air Pada Miniatur Bendungan” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada :

- Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, kemudahan dan hidayah-Nya.
- Kedua orang tua dan kedua adik. Serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat tanpa henti.
- Ibu Rachmadwati, S.T., M.T., PhD. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat dan pelajaran.
- Bapak Ir. Purwanto, M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Kontrol Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Ibu Rusmi Ambarwati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
- Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., PhD., IPM. sekaligus Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Ibu Ir. Nurussa’adah, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
- Seluruh dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing disetiap mata kuliah.
- Teman seperjuangan skripsi, Rizki Zein dan Shaskia Vilard, untuk dukungan, ilmu, bantuan, saran, dan semangat untuk menyelesaikan skripsi.
- Teman Rea-Reo Brawijaya yang selalu memberikan semangat.
- Keluarga besar Dioda 2014 yang telah memberi bantuan, dukungan, doa dan semangat dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
- Teman-teman konsentrasi Teknik Kontrol yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan karena kendala dan keterbatasan dalam pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu , penulis berharap saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, 10 Juli 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Plant Tangki Dengan 3 <i>Valve</i> .....	4
2.2 <i>Distributed Control System</i> (DCS).....	4
2.2.1 Prinsip Kerja DCS.....	5
2.2.2 Arsitektur DCS.....	5
2.2.3 Komponen DCS .....	6
2.3 Kontroller.....	7
2.4 Kontroller <i>On-Off</i> .....	8
2.5 Pompa .....	9
2.6 Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04.....	10
2.7 Arduino Uno .....	10
2.8 Relay .....	11
2.9 <i>Solenoid Valve</i> .....	12
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Perancangan Blok Diagram Sistem.....	13
3.2 Spesifikasi Desain .....	14
3.3 Pembuatan Perangkat Keras.....	14
3.3.1 Desain Model <i>Plant</i> Miniatur Bendungan .....	14
3.3.2 Konfigurasi <i>Port</i> I/O .....	15
3.4 Perancangan Algoritma DCS.....	17
3.4.1 <i>Function Block</i> .....	18
3.4.2 Flowchart Program.....	20
3.4.3 Pembuatan <i>Trend</i> .....	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Perancangan Blok Diagram Sistem.....	23
4.1.1 Desain Model <i>Plant</i> Miniatur Bendungan .....	23
4.1.2 Konfigurasi <i>Port</i> I/O .....	24
4.2 Spesifikasi Desain .....	26
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>28</b>
5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28





**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Gambar 4.1 : Nilai keluaran sensor jarak terhadap ketinggian mistas.....	24
Gambar 4.2 : Hasil pengukuran waktu pompa untuk mengisi <i>plant</i> .....	25
Gambar 4.3 : Respon Sistem .....	27



## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	: Arsitektur DCS Yokogawa .....	5
Gambar 2.2	: Diagram Blok Sistem Kendali Otomatis .....	8
Gambar 2.3	: Diagram Blok Kontroler <i>on-off</i> dengan <i>Dead Band</i> .....	9
Gambar 2.4	: Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 .....	10
Gambar 2.5	: Arduino UNO .....	11
Gambar 2.6	: Relay .....	12
Gambar 2.7	: <i>Solenoid Valve</i> .....	12
Gambar 3.1	: Blok Diagram Sistem .....	13
Gambar 3.2	: Desain <i>Plant</i> Miniatur Bendungan .....	15
Gambar 3.3	: Saklar <i>Input Digital</i> DCS .....	16
Gambar 3.4	: <i>Port Input Digital</i> DCS .....	16
Gambar 3.5	: <i>Port Output Digital</i> DCS .....	17
Gambar 3.6	: <i>Window "Create New Project"</i> .....	17
Gambar 3.7	: <i>Window</i> Pemilihan <i>Function Block</i> .....	18
Gambar 3.8	: Diagram Alir Pembuatan <i>Function Block</i> .....	19
Gambar 3.9	: <i>Function Block</i> Keseluruhan Sistem .....	19
Gambar 3.10	: <i>Sequence Tables</i> .....	20
Gambar 3.11	: Flowchart Program .....	21
Gambar 3.12	: Diagram Alir Pembuatan <i>Trend</i> .....	22
Gambar 3.13	: Pengisian <i>Trend</i> .....	22
Gambar 4.1	: Keluaran sensor terhadap ketinggian mistar .....	24
Gambar 4.2	: Waktu pompa untuk mengisi <i>plant</i> .....	25
Gambar 4.3	: Respon Sistem .....	2

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Bendungan adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau atau tempat rekreasi. Bendungan adalah bangunan air yang dibangun secara melintang sungai, sedemikian rupa agar permukaan air sungai di sekitarnya naik sampai ketinggian tertentu, sehingga air sungai tadi dapat dialirkan melalui pintu sadap ke saluran-saluran pembagi kemudian hingga ke lahan-lahan pertanian (Kartasapoetra, 1991).

Kebutuhan dalam pengontrolan ketinggian air seperti pada bendungan atau dam sangat dibutuhkan karena bendungan sendiri memiliki banyak fungsi untuk pengendalian banjir pada saat musim hujan selain itu bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk itu sangatlah penting untuk menjaga ketinggian air pada bendungan agar tidak terjadi kelebihan muatan yang menyebabkan kerugian pada sekeliling bendungan.

Tahun 2018 Bendungan Katulampa mengalami siaga 1 dikarenakan derasnya air yang mengalir dari berbagai sungai ke bendungan tersebut dan mengakibatkan banjir karena aliran sungai tidak mampu menampung banyaknya air hingga meluapkan air yang berlebih ke sekitaran sungai. Oleh karena itu sangat penting untuk menjaga dan memonitor ketinggian air pada bendungan.

Beberapa macam teknologi sistem kontrol sudah ada untuk mengontrol sebuah plant dengan efisiensi dan baik seperti *Programmable Logic Control* (PLC) dan *Distributed Control System* (DCS).

Penggunaan teknologi *Distributed Control System* (DCS) sangatlah efisien dalam respon kontrol dan memiliki serial komunikasi *input* dan *output* lebih banyak dibanding dengan *Programmable Logic Control* (PLC). *Distributed Control System* (DCS) merupakan teknologi sistem kontrol yang mampu mengendalikan plant dalam skala besar yang dibutuhkan dalam pengendalian ketinggian air di bendungan.

Penelitian mengenai pengontrolan ketinggian air pada bendungan pernah dilakukan oleh Yoga Adhiyasa (2018) menggunakan mikrokontroler dengan keluaran menggunakan beban debit 1 liter/s tanpa gangguan didapat waktu keadaan mantap ( $t_s$ ) 15 detik, *error steady state* 0,667% dan maksimal *overshoot* 2,733% serta oada saat adanya beban debit

sebesar  $60\text{m}^3/\text{s}$  dengan gangguan penambahan debit air sebesar  $0,5\text{ liter/s}$  didapat waktu keadaan mantap ( $t_s$ ) 19 detik, *error steady state*  $0,734\%$  dan maksimum *overshoot*  $2,866\%$ . Pada penelitian ini diangkat judul Penggunaan *Distributed Control System* Sebagai Sistem Pengontrolan Ketinggian Air Pada Miniatur Bendungan, dengan digunakannya *Distributed Control System* (DCS) diharapkan untuk mendapatkan nilai *error steady state* yang lebih kecil.

DCS dapat digunakan sebagai teknologi sistem kontrol untuk menjaga dan memonitor ketinggian air yang ada pada Bendungan dengan DCS pengontrolan ketinggian air pada bendungan bisa dilakukan dengan mudah dan efisien.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang bisa didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem kontrol ketinggian air pada miniatur Bendungan dengan *Distributed Control System* (DCS) ?
2. Bagaimana hasil keluaran sistem pengendalian ketinggian air pada miniatur Bendungan dengan menggunakan *Distributed Control System* (DCS) ?

### 1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya objek pengkajian sehingga perlu adanya pembatasan masalah agar pembahasan lebih terfokus pada rumusan masalah. Dalam perancangan skripsi ini permasalahan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Tempat dilakukannya penelitian pada Laboratorium Sistem Kontrol FTUB.
2. Kinerja elektronika tidak dibahas secara mendalam.
3. Pompa yang digunakan adalah pompa DC 12V.
4. Pengontrolan dengan menggunakan *Distributed Control System* (DCS).
5. Metode yang digunakan adalah metode kontroler *on-off*.
6. Tidak membahas tentang kecepatan air yang keluar dari pompa.
7. Tidak membahas tekanan air yang ada.
8. Ukuran miniatur bendungan adalah  $15\text{cm} \times 30\text{cm} \times 35\text{cm}$

### 1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol pengendalian ketinggian air pada miniatur bendungan menggunakan Yokogawa DCS Centum VP dengan metode kontroler *on-off*.

### 1.5 Manfaat

Manfaat skripsi ini adalah dapat dipahaminya penggunaan *Distributed Control System* (DCS) sebagai teknologi sistem kontrol untuk mengontrol ketinggian air pada bendungan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II akan dijelaskan teori yang digunakan dalam penulisan, dengan tujuan untuk memudahkan dalam pemahaman cara kerja rangkaian maupun dasar perencanaan alat. Teori yang akan dijelaskan pada Bab II ini adalah *plant*, DCS, kontroler, kontroler *on-off*, pompa, sensor *ultrasonic* HC-SR04, arduino uno, relay dan *solenoid valve*.

#### 2.1 *Plant*

*Plant* yang akan digunakan dalam skripsi ini adalah *plant* tangki dengan 3 *valve* dengan sistem terdiri dari beberapa bagian diantaranya tangki air, bak penampung air, pompa dan sensor. Tangki observasi berbentuk balok yang bagian atasnya tidak menggunakan tutup. Spesifikasi dari ruang tangki sendiri memiliki 3 *valve*.

#### 2.2 *Distributed Control System (DCS)*

*Distributed Control System (DCS)* adalah pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat suatu pengontrolan satu atau lebih dari satu loop sistem yang terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. Alat ini digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar (PT. Yokogawa Indonesia, 2008).

DCS merupakan suatu sistem yang digunakan untuk proses kontrol yang berorientasi *continuous* atau *batch* proses seperti industri semen, makanan-minuman, kimia, pembangkit listrik, obat-obatan, besi-baja dan kertas.

DCS terhubung dengan *field instrument* dan sensor-sensor menggunakan *setpoint* pengontrolan. Contoh utama dalam pengontrolan menggunakan *setpoint* adalah mengatur *pressure* dan *flow fluida* dengan memakai penggerak *control valve*. Tiap DCS memakai *software* pengaturan dengan sistem integrasi antara konfigurator controller, HMI dan konfigurator lain, sehingga meskipun terlihat terpisah-pisah tetapi merupakan satu kesatuan konfigurasi sistem kontrol. Setiap DCS umumnya terdiri dari satu sistem *office station* yang berdiri sendiri, dan semua fitur dari kontroler dapat diakses semaksimal mungkin.



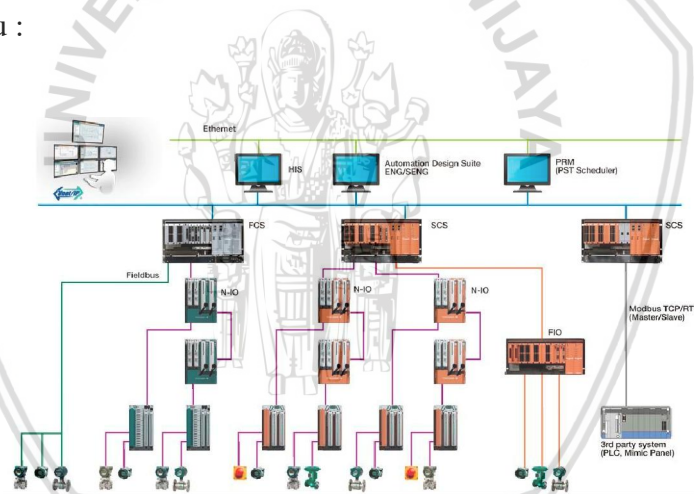
### 2.2.1 Prinsip Kerja DCS

Secara garis besar operasi pengontrolan proses menggunakan DCS adalah variabel-variabel proses di lapangan yang diukur secara analog dan dikirim ke suatu stasiun kontrol lapangan. Disini variabel terukur yang sinyalnya masih bersifat analog yang diubah menjadi sinyal digital yang kemudian diolah bersama-sama *setpoint* yang diberikan oleh suatu algoritma program pengontrol tertentu.

Algoritma bertindak sebagai controller dari sistem. Hasil perhitungan merupakan sinyal digital yang dimanipulasi oleh sistem yang kemudian dikirim ke lapangan untuk menggerakkan aktuator guna melaksanakan perubahan yang diperlukan pada variabel proses. Variabel termanipulasi yang dihasilkan kontroler sebelum dikirim ke lapangan diubah menjadi sinyal analog dan dikondisikan sehingga sesuai dengan peralatan aktuator yang digunakan.

### 2.2.2 Arsitektur DCS

Arsitektur DCS dapat dilihat pada Gambar 2.1 secara garis besar terdiri dari 3 bagian utama yaitu :



Gambar 2.1 Arsitektur DCS Yokogawa  
(Sumber: <http://www.yokogawa.com/>)

#### a. Human Machine Interface (HMI)

Unit ini digunakan untuk memonitor dan mengoperasikan suatu proses termasuk menampilkan proses variabel, parameter kontrol dan alarm yang diperlukan oleh pengguna untuk mengetahui kondisi operasi serta status dalam *plant*.

#### b. Process Connection Devices

*Process Connection Devices* atau disebut juga *Field Control Station* (FCS) yang berfungsi sebagai peralatan *controller* (*control station & monitoring station*) terdiri

dari modul-modul CPU (*Processor*), *I/O Module*, *Communication Module* dan *Power Supply*.

c. *Data Communication Facilities*

*Data Communication Facilities* berfungsi sebagai media komunikasi data secara *real time* antara *station* yang terhubung pada *communication-bus*, terutama antara *control station*, *monitoring station* dengan *operator station*.

### 2.2.3 Komponen DCS

a. *Operator Station*

*Operator Station* merupakan tempat dimana *user* melakukan pengawasan atau proses *monitoring* yang berjalan. *Operator station* digunakan sebagai *interface* dari sistem secara keseluruhan atau biasa juga dikenal dengan kumpulan dari beberapa HIS (*Human Interface Station*). Bentuk HIS berupa komputer biasa yang dapat mengambil data dari *control station*. *Operator station* dapat memunculkan variabel proses, parameter kontrol dan alarm yang digunakan untuk mengambil status operasi. *Operator station* juga dapat digunakan untuk menampilkan *trend data*, *messages* dan data proses.

b. *Control Module*

*Control module* merupakan bagian utama dari DCS. *Control module* adalah kontrol atau sebagai otak dari seluruh pengendalian proses. *Control module* melakukan proses komputasi algoritma dan menjalankan ekspresi logika. Pada umumnya *control module* berbentuk *blackbox* yang terdapat pada panel atau *cabinet* dan dapat ditemukan di *control room*. *Control module* biasanya menggunakan *mode redundant* untuk meningkatkan kehandalan kontrol.

Fungsi dari *control module* adalah mengambil *input variable* yang akan dikontrol. Nilai *variable* tersebut akan dikalkulasi. Hasil dari kalkulasi ini akan dibandingkan dengan *setpoint* yang sudah ditentukan. *Setpoint* ini adalah nilai yang diharapkan sebuah proses. Jika hasil kalkulasi berbeda dengan *setpoint*, nilai tersebut harus dimanupulasi sehingga mencapai *setpoint* yang sudah ditentukan. Hasil manupulasi nilai akan dikirim ke modul *input* atau *output* dan diteruskan ke aktuator.

c. *History Module*

alat ini mirip dengan *hard disk* pada computer. Alat ini digunakan untuk menyimpan konfigurasi DCS dan juga konfigurasi semua titik di pabrik. Alat ini

juga bisa digunakan untuk menyimpan *file-file* grafik yang ditampilkan di *console* dan banyak sistem saat ini mampu menyimpan data-data operasional sistem.

d. *Data Historian*

Biasanya berupa perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan variabel-variabel proses, *setpoint* dan nilai-nilai keluaran. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan laju *scan* yang tinggi dibandingkan *History Module*.

e. *I/O Module*

*I/O Module* merupakan *interface* antara *control module* dengan *field instrument*. *I/O module* berfungsi mengenai *input* dan *output* dari suatu nilai proses, mengubah sinyal digital ke sinyal analog dan sebaliknya. Modul *input* mendapatkan nilai dari *transmitter* dan memberikan nilai proses kepada FCU untuk diproses, sedangkan FCU mengirimkan *manipulated value* kepada modul *output* untuk dikirim ke aktuator. Setiap *field instrument* pasti memiliki pengalamatan dan memiliki penamaan di *I/O module*.

### 2.3 Kontroler

Kontroler sering kali juga disebut dengan istilah kompensator atau pengontrol. Kontroler adalah suatu sistem dinamis yang sengaja ditambahkan untuk mendapatkan karakteristik sistem keseluruhan yang diinginkan (Ogata K, 2010). Fungsi kontroler pada umumnya adalah:

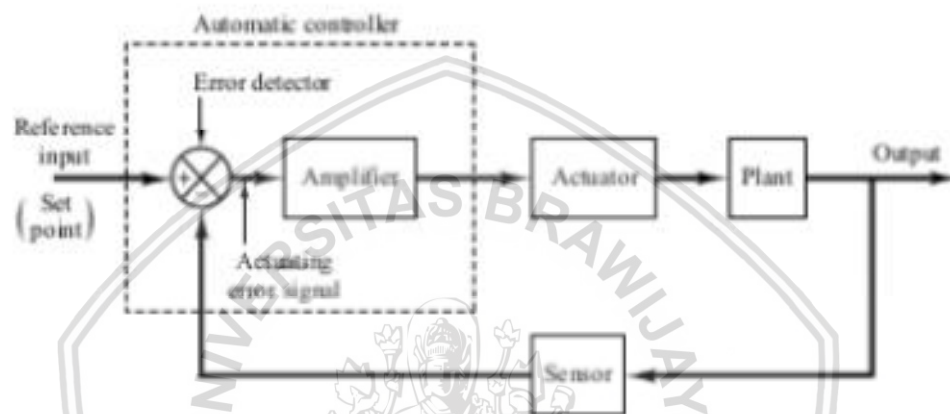
1. Membandingkan nilai *input* dan *output* sistem secara keseluruhan.
2. Menentukan penyimpangan (*error*).
3. Menghasilkan sinyal kontrol (mengurangi penyimpangan menjadi nilai yang kecil).

Tujuan khusus suatu pengontrolan adalah:

1. meminimumkan *error steady state*.
2. Meminimumkan *settling time*.
3. Mencapai spesifikasi transien yang lain, misalnya meminimumkan *maximum overshoot*.

Sistem loop tertutup dalam Gambar 2.2 menggunakan sinyal *output* yang diumpan balikkan terhadap kontroler otomatis (Ogata K, 2010), yang akan membuat perubahan terhadap sistem agar *output* sistem seperti yang diinginkan atau sesuai *setpoint*. Sensor/transduser digunakan sebagai elemen yang langsung mengadakan kontak dengan objek yang diukur. Ransduser berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang diukur menjadi besaran fisis lainnya, seperti mengubah besaran tekanan, temperature, aliran dan

posisi menjadi besaran listrik. *Actuating error signal* merupakan sinyal kesalahan yang merupakan selisih antara sinyal *setpoint* dan sinyal *output*. Aktuator berfungsi untuk mengontrol aliran energi ke sistem yang dikontrol. Sebagai contoh adalah motor listrik, katub pengontrol, pompa dan sebagainya. *Amplifier* merupakan unit yang dibutuhkan karena daya dari *error detector* tidak cukup kuat untuk menggerakkan elemen *output*. Karena fungsi pengontrol adalah untuk mengendalikan *output* agar kesalahan mendekati nol, maka diperlukan penguat daya.



Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem Kendali Otomatis  
(Sumber: K. Ogata , 2010)

Kontroler otomatis menghasilkan sinyal kontrol yang disebut dengan aksi kontrol. Aksi kontrol dasar yang sering digunakan dalam kontroler adalah:

1. Kontroler Proporsional (P)
2. Kontroler Integral (I)
3. Kontroler Proporsional Intergral (PI)
4. Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID)
5. Kontroler *on-off*

#### 2.4 Kontroler *On-Off*

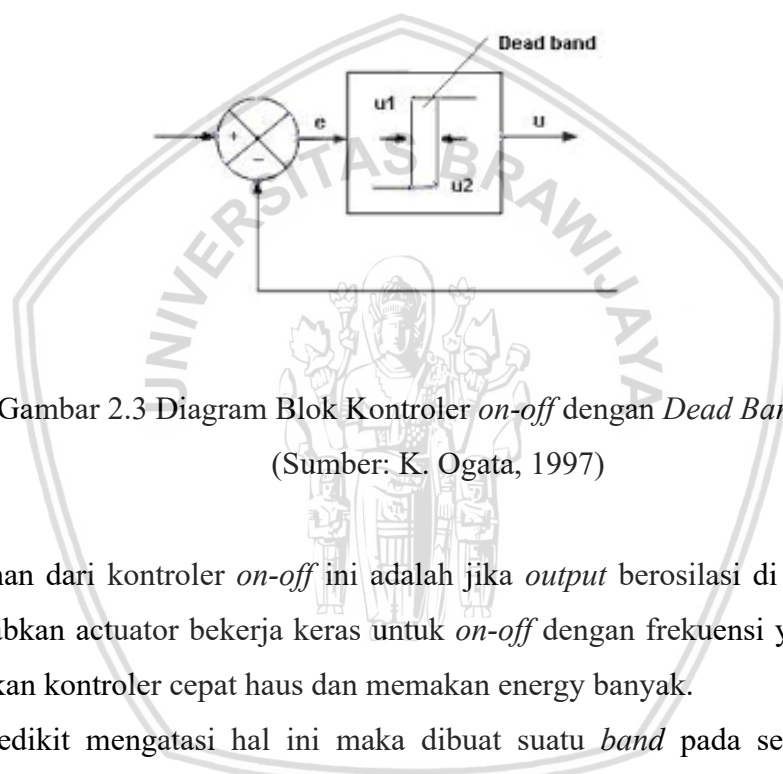
Sistem kontrol dua posisi, elemen penggerak hanya mempunyai dua posisi yang tetap. Kontroler *on-off* ini banyak digunakan di industri karena murah dan sederhana. Sinyal kontrol akan tetap pada satu keadaan dan akan berubah ke keadaan lainnya bergantung pada nilai error positif atau negatif. Misal sinyal keluaran kontroler adalah  $m(t)$  dan sinyal kesalahan penggerak adalah  $e(t)$ . Pada kontrol *on-off* sinyal  $m(t)$  akan tetap pada

harga maksimum atau minimum, tergantung pada tanda sinyal kesalahan penggerak, positif atau negatif, sedemikian rupa sehingga

$$m(t) = M_1, e(t) > 0$$

$$= M_2, e(t) < 0$$

dimana  $M_1$  dan  $M_2$  adalah konstanta. Daerah harga sinyal kesalahan penggerak antara posisi *on* dan *off* disebut celah differensial. Celah differensial ini menyebabkan keluaran kontroler  $m(t)$  tetap pada harga sekarang sampai sinyal kesalahan penggerak bergeser sedikit dari harga nol (Ogata K, 1997). Untuk diagram Blok kontroler *on-off* dapat dilihat dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Blok Kontroler *on-off* dengan *Dead Band*  
(Sumber: K. Ogata, 1997)

Kelemahan dari kontroler *on-off* ini adalah jika *output* berosilasi di sekitar *setpoint* akan menyebabkan actuator bekerja keras untuk *on-off* dengan frekuensi yang tinggi. Hal ini menyebabkan kontroler cepat haus dan memakan energy banyak.

Untuk sedikit mengatasi hal ini maka dibuat suatu *band* pada *setpoint* sehingga mengurangi frekuensi *on-off* dari kontroler. *Band* sendiri berfungsi untuk memberikan batas atas dan batas bawah pada *output* lalu sinyal kontrol sendiri akan *off* ketika *output* menyentuh batas atas dan akan *on* kembali ketika menyentuh batas bawah. *Band* dari *setpoint* ini disebut juga *differential gap* atau celah diferensial.

## 2.5 Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energy pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk dengan bagian keluar. Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga

mekanis dari suatu sumber tenaga menjadi tenaga kinetis. Tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

## 2.6 Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Sensor *Ultrasonic* merupakan sensor yang bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Gelombang *ultrasonic* dapat merambat melalui zat pada, cair maupun gas. Sensor HC-SR04 memiliki jarak jangkauan minimal 2cm dan maksimal 300cm serta memiliki akurasi sebesar 3mm. Modul sensor *ultrasonic* bekerja pada tegangan DC 5V, arus 15mA dan frekuensi 40Hz. Bentuk dari Sensor *Ultrasonic* HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/>)

Sensor HC-SR04 bekerja dengan mekanisme sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar *ultrasonic* dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda, frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut.

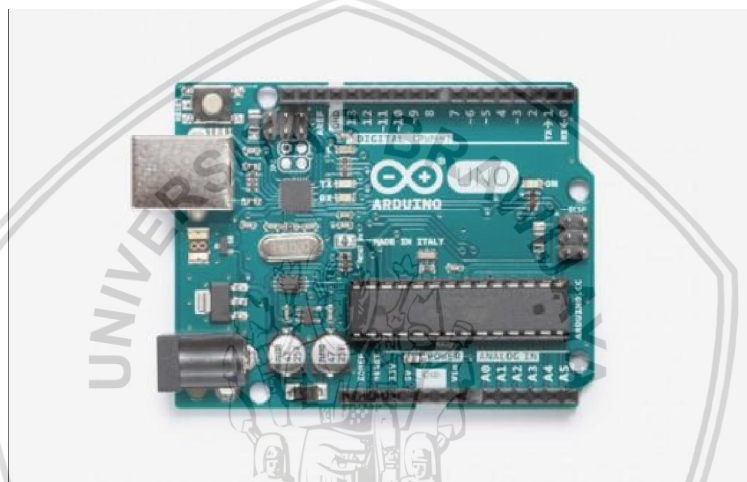
## 2.7 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16MHz osilator Kristal, koneksi USB, jack *power*, ICSP *header* dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan cukup hanya

menghubungkan Board Arduino Uno ke computer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalarkannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang deprogram sebagai converter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

Nama “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino dan sebagai model referensi untuk platform Arduino. Bentuk dari Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arduino UNO

(Sumber: <https://www.arduino.cc>)

## 2.8 Relay

Relay adalah suatu komponen elektronika yang berupa saklar elektronik yang digerakan oleh arus listrik. Prinsip kerja relay seperti tuas saklar dengan lilitan kawat pada batas besi di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah diode yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbaik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari *on* ke *off* agar tidak merusak komponen disekitarnya.



Gambar 2.6 Relay

(Sumber: <http://www.ia.omron.com>)

### 2.9 Solenoid Valve

Prinsip kerja *solenoid valve* adalah katup listrik yang mempunyai koil yang berfungsi penggerakannya, ketika koil mendapatkan suplai tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga dapat menggerakkan piston yang ada pada bagian dalamnya ketika piston mendapatkan tekanan yang berasal dari suplai. Pada saat posisi piston berpindah, maka pada lubang keluaran A dari *solenoid valve* akan keluar udara yang berasal dari suplai. Pada umumnya *solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100/200VAC atau dengan sumber DC sebesar 12/24v dengan arus beban 1A. Konfigurasi dari *valve* adalah *2/2 normally closed valve*. *Solenoid valve* memiliki 2/2 katup dengan 2 buah gerbang, yaitu gerbang masukan atau keluaran dan 2 posisi, ada aliran dan tidak ada aliran. Katub juga bersifat *on-off* dan bentuk dari *solenoid valve* adalah seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Solenoid Valve

(Sumber : <https://www.solenoid-valves.com>)

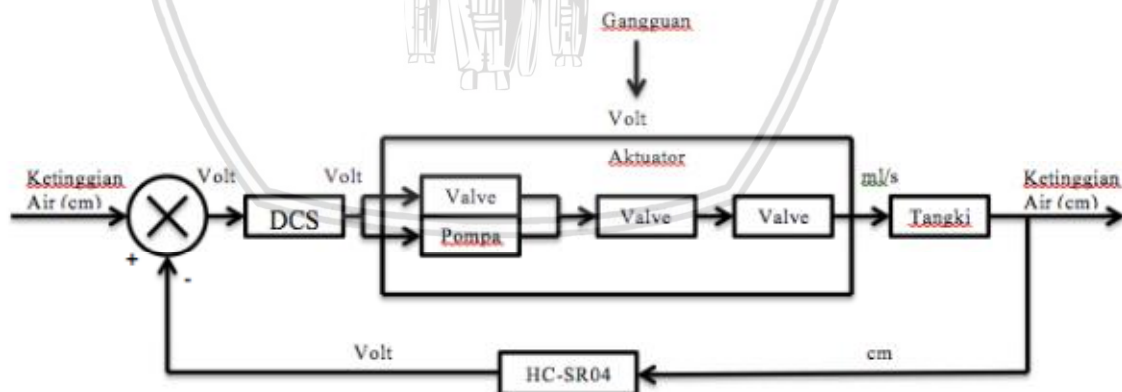


### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan informasi dengan tujuan dan manfaat tertentu. Penyusunan skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif yang diwujudkan dalam bentuk *miniatur*, yaitu perencanaan dan perelisasian alat agar dapat ditampilkan serta bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mangacu pada rumusan masalah. Maka berikut adalah langkah yang diperlukan dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah perancangan blok diagram sistem, spesifikasi desain, pembuatan perangkat keras, perancangan algoritma DCS.

#### 3.1 Perancangan Blok Diagram Sistem

Pembuatan blok diagram merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasiian alat berjalan secara sistematis. Dengan blok sistem secara garis besar diharapkan dapat menjelaskan tentang cara kerja dan menunjukkan desain yang diinginkan. Pada penelitian ini yang di rancang pengontrolan ketinggian air pada miniatur bendungan menggunakan DCS ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

### 3.2 Spesifikasi Desain

Desain yang diinginkan pada pengontrolan ketinggian air memiliki spesifikasi, yaitu:

- Input berupa ketinggian air (cm).
- Gangguan berupa siraman air.
- Output berupa ketinggian air (cm).
- Sensor ketinggian air yang digunakan adalah sensor *ultrasonic* HC-SR04.
- Tangki yang digunakan berbahan dari akrilik.

Penggunaan valve sebanyak 3 buah digunakan pada miniatur bendungan untuk menjaga ketinggian air jika pada miniatur bendungan diberikan gangguan berupa siraman air.

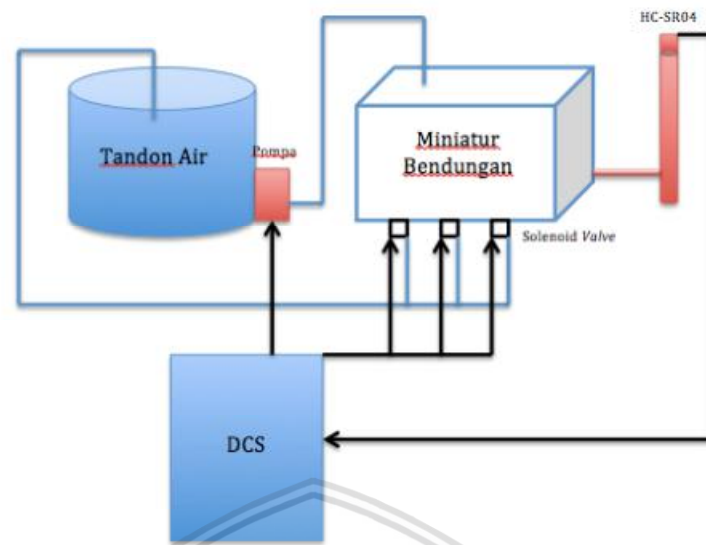
### 3.3 Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem, hal ini bertujuan supaya *output* ketinggian air sesuai dengan masukan yang diinginkan dan sistem dapat bekerja dengan baik sesuai yang direncanakan.

#### 3.3.1 Desain Model *Plant* Miniatur Bendungan

Model *plant* miniatur bendungan ini digunakan untuk mengontrol ketinggian pada tangki pada saat *valve* terbuka. Air pada tempat penyimpanan akan dialirkan menuju tangki miniatur bendungan untuk mengisi tangki sampai ke batas yang diinginkan lalu *valve* berfungsi sebagai gangguan jika *valve* terbuka satu, dua atau tiga.

Model *plant* miniatur bendungan terdiri dari tangki air, tandon air, *solenoid valve*, pompa dan sensor HC-SR04. Sensor HC-SR04 berfungsi untuk membaca ketinggian air lalu gambar desain *plant* miniatur bendungan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



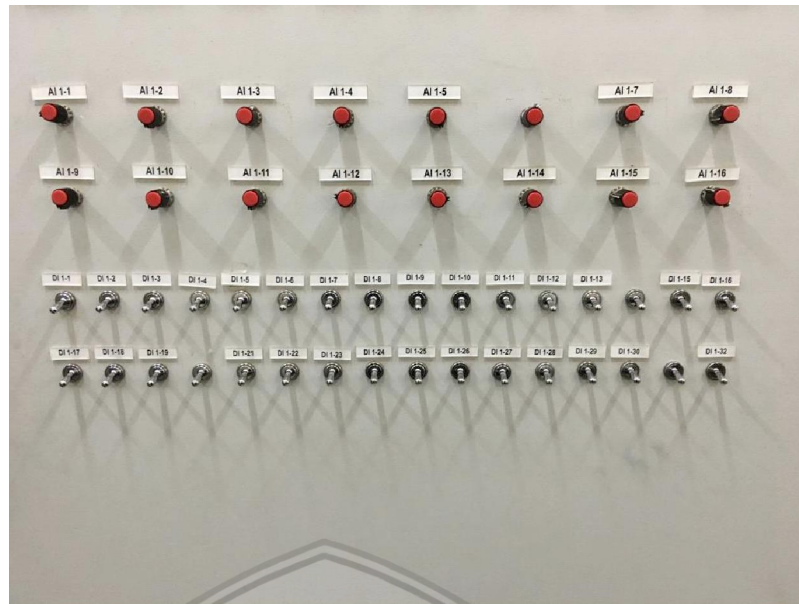
Gambar 3.2 Desain *Plant* Miniatur Bendungan

### 3.3.2 Konfigurasi Port I/O DCS

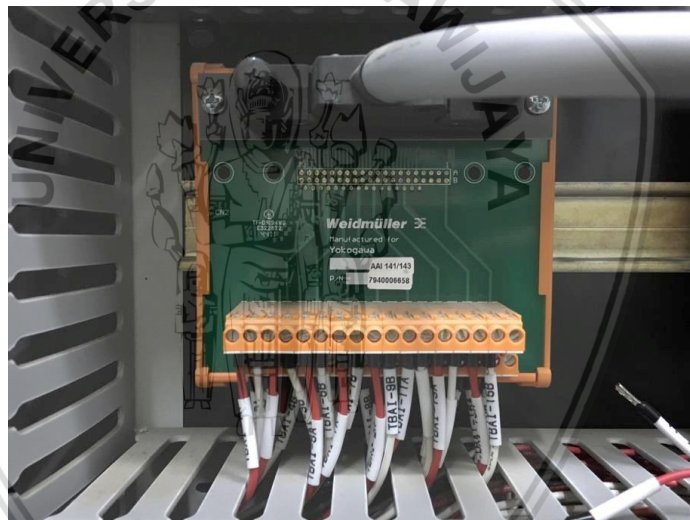
Modul I/O merupakan perangkat yang terpasang pada FCS di DCS Centum VP. Terdapat 8 *slot* I/O pada DCS yang dapat dikonfigurasi dengan modul analog maupun digital. Pada perancangan skripsi ini hanya digunakan *input* modul digital dan *output* modul digital, yaitu :

#### 1) Modul Digital ADV151

Merupakan modul *input* digital dengan 32 kontak *input* dengan nilai keluaran saat “1” adalah 0V, Sedangkan saat bernilai “0” adalah 24Vdc dengan arus 4,1mA. Pada perancangan digunakan tiga kontrol *input* digital, yaitu kontak DI 1-2 sebagai *starting* sistem, kontak DI 1-1 sebagai batas bawah dan DI 1-32 sebagai batas atas. Saklar *input* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.3 dan untuk port *input* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Saklar *Input Digital* DCS



Gambar 3.4 *Port Input Digital* DCS

## 2) Modul Digital ADV551

Merupakan modul *output* digital dengan 32 kontak *output* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” adalah 24Vdc dengan arus 100mA, sedangkan saat bernilai “0” adalah 0V. Pada perancangan digunakan satu kontak keluaran, yakni DO-32. Port *output* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.5.



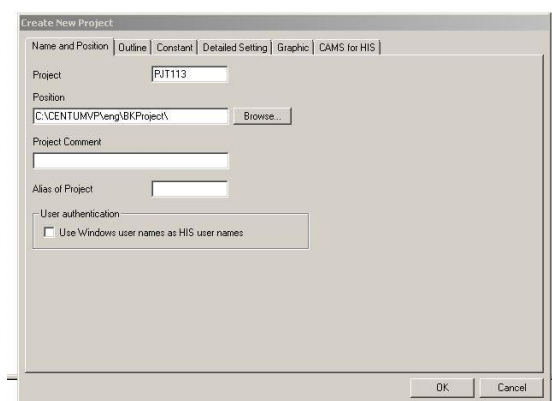
Gambar 3.5 Port Output Digital DCS

### 3.4 Perancangan Algoritma

Perancangan Algoritma ini berfokus pada pengguna *software* yang terdapat pada DCS Centum VP meliputi:

- 1) Function Block
- 2) Flowchart Program
- 3) Trend

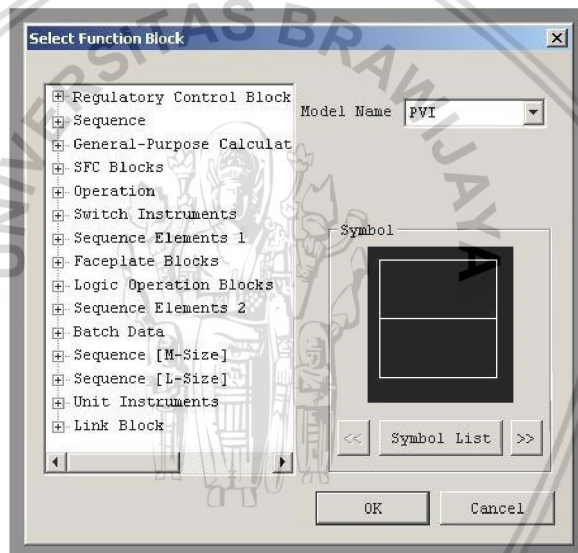
Sebelum membuat program tersebut maka diperlukan *project* sebagai tempat tersimpannya semua parameter modul-modul dan *station-station* yang digunakan oleh DCS. Untuk membuat sistem baru pada “System View” klik kanan folder “System 32 View” pilih “Create New” kemudian “Project” pada menu berikutnya muncul window “Create New Project” lalu muncul window seperti gambar terdapat beberapa *tab* selanjutnya klik tombol “OK”, seperti dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Window “Create New Project”

### 3.4.1 Pembuatan *Function Block*

*Function Block* merupakan kumpulan blok berkonfigurasi secara bersama sehingga terbentuk suatu narasi pengontrolan yang digunakan untuk memantau proses dan melakukan pengontrolan. Kumpulan blok dalam *function block* terdapat pada *Control Drawing Builder* yang digunakan untuk mempermudah pembuatan fungsi kontrol pada DCS. Melalui *control drawing builder* operasi seperti deklarasi *input* dan *output*, penentuan aliran data, serta pengolahan data dilakukan secara grafis dengan *function block*. Dalam satu *control drawing* dapat digunakan hingga 100 *function block*. Beberapa jenis *function block* yang dapat digunakan bisa dilihat dalam Gambar 3.7.



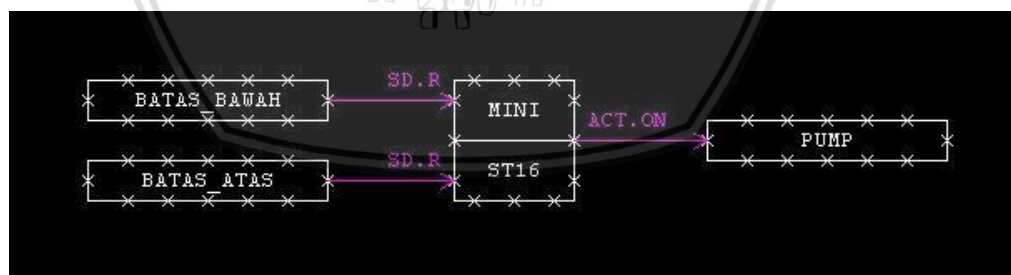
Gambar 3.7 *Window Pemilihan Function Block*

Skema aliran data yang dibuat dalam *control drawing builder* menentukan hasil keluaran dari DCS. Alur pembuatannya seperti yang terlihat di *flowchart* dalam Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram Alir Pembuatan *Function Block*

Blok pengontrolan keseluruhan melibatkan pengontrolan secara *on-off*. *Function Block* ditampilkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Function Block* Keseluruhan Sistem

Pada *Function Block* di atas terdapat dua *input* digital berupa batas atas dan batas bawah yang akan masuk ke dalam *block sequence* dan mempengaruhi satu *output* digital sesuai dengan program yang dituliskan yang nanti dapat mengaktifkan pompa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 3.10.

No.	Tag name	Data item	Data	1	5	9	13	17	21	25	29	...
C01	START.PV	ON		Y	N							
C02	BATAS_BAWAH.PV	ON		Y	N							
C03	BATAS_ATAS.PV	ON		Y	N							
C04												
C05												
C06												
A01	PUMP.PV	H		Y	N							
A02	VALVE1.PV	H		Y	N							
A03	VALVE2.PV	H		Y	N							
A04	VALVE3.PV	H		Y	N							
A05												
A06												
A07												
A08												
A09												
A10												
A11												
A12												
A13												
A14												
A15												
A16												

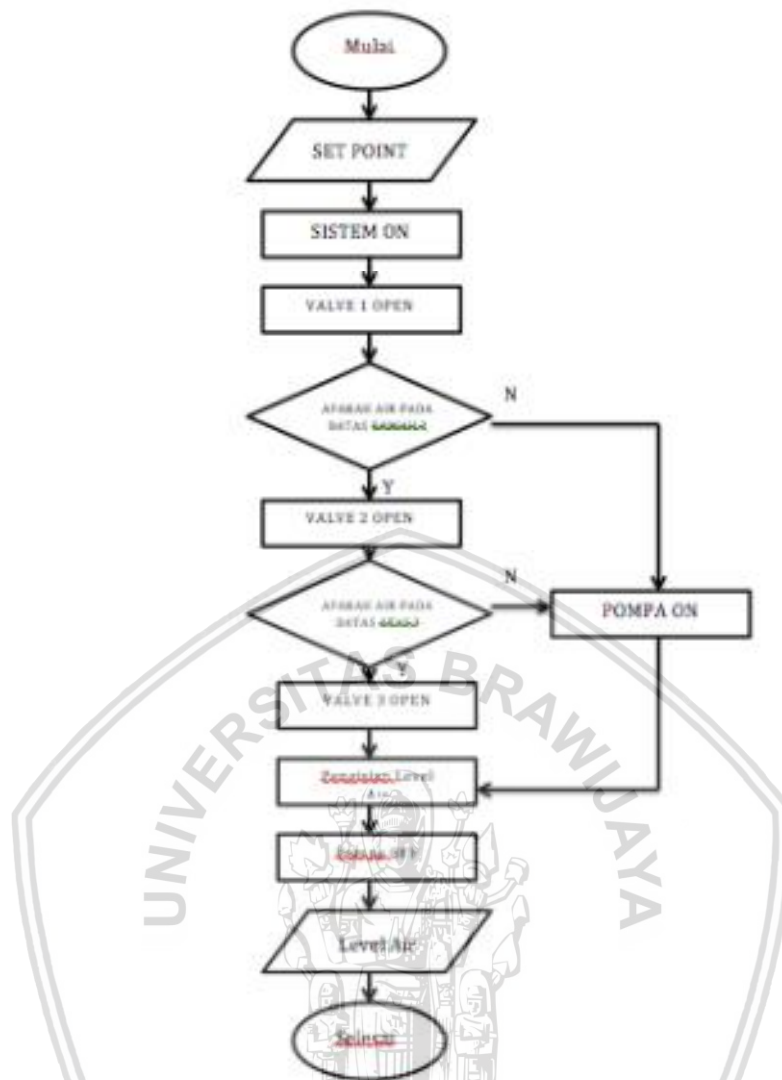
Gambar 3.10 Sequence Tables

Pada *Sequence Tables* dijelaskan bahwa untuk memulai sistem maka harus mengaktifkan tombol START pada DCS. Ketika tombol START ditekan maka akan mengaktifkan pompa untuk mengisi tangki dengan air dan valve satu akan ikut terbuka untuk memperlambat jalannya air. Input digital BATAS\_BAWAH aktif maka memicu untuk membuka valve dua dan input digital BATAS\_ATAS aktif akan memicu valve tiga terbuka untuk mengembalikan ketinggian air ke *setpoint* yang telah ditentukan.

### 3.4.2 Flowchart Program

*Flowchart* program merupakan gambaran alur proses program yang dilakukan oleh kontroller pada saat implementasi. *Flowchart* program dalam skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 3.11.

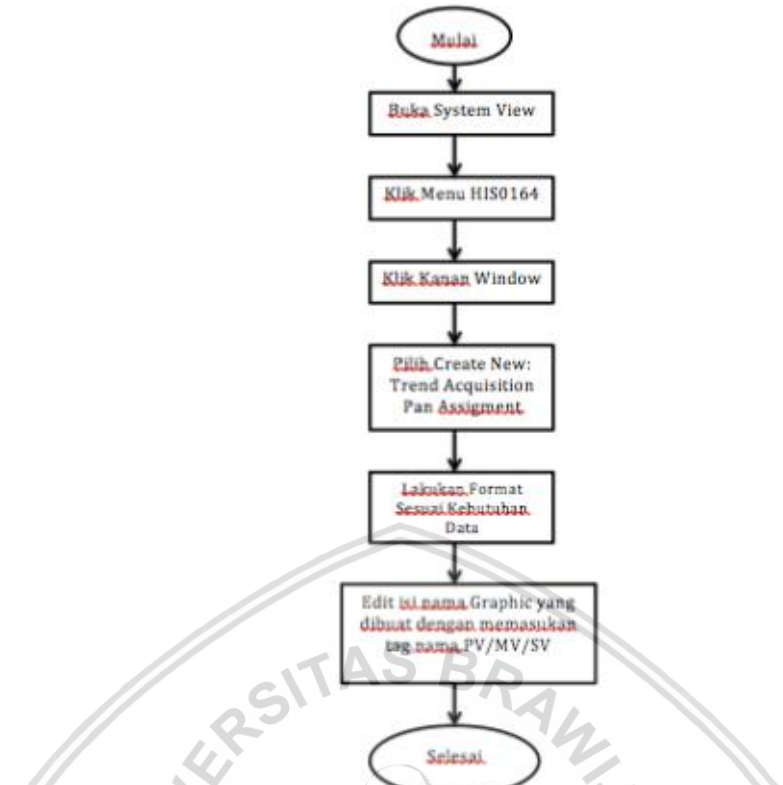




Gambar 3.11 Flowchart Program

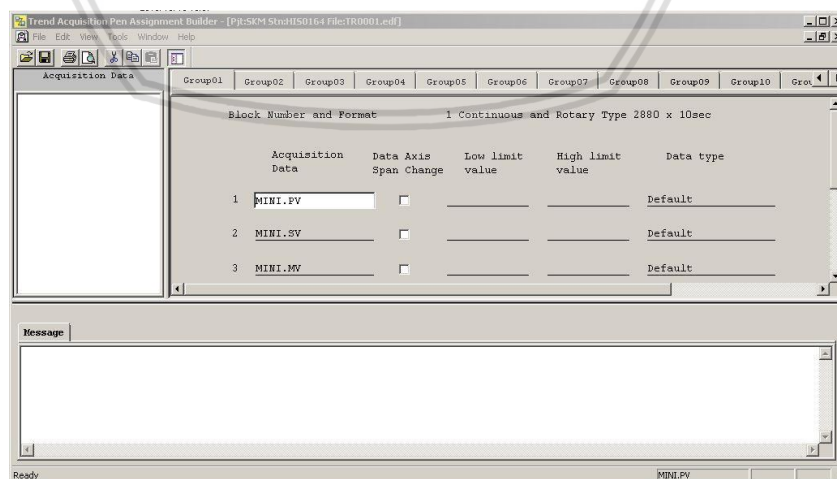
### 3.4.3 Pembuatan *Trend*

*Trend* adalah *software* pada DCS centum VP untuk proses sampling data yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Alur perbuatannya seperti terlihat di *flowchart* dalam Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram Alir Pembuatan *Trend*

Pada DCS Centum VP terdapat 50 *trend block*, dimana tiap *block* memiliki 16 grup dan tiap grup dapat diisi hingga 8 *sampling data*. Pembuatan sistem *trend* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pengisian *Trend*



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dilakukan dengan melakukan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk menguji apakah parameter yang sudah didapatkan dapat diaplikasikan pada alat dan sudah sesuai dengan *input* yang diinginkan serta mengetahui hasil responnya.

#### 4.1 Karakterisasi Alat

Karakterisasi setiap alat dilakukan untuk mempermudah analisis sistem. Karakterisasi dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

##### 4.1.1 Karakterisasi Sensor HC-SR04

Pengujian karakterisasi sensor HC-SR04 dilakukan untuk mengetahui tingkat kelinieran sensor terhadap pengukuran jarak. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan ketinggian yang diukur dengan ketinggian dari pembacaan sensor HC-SR04.

Peralatan yang digunakan, yaitu:

1. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04.
2. Arduino Uno.
3. Kabel Penghubung.
4. Mistar.

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

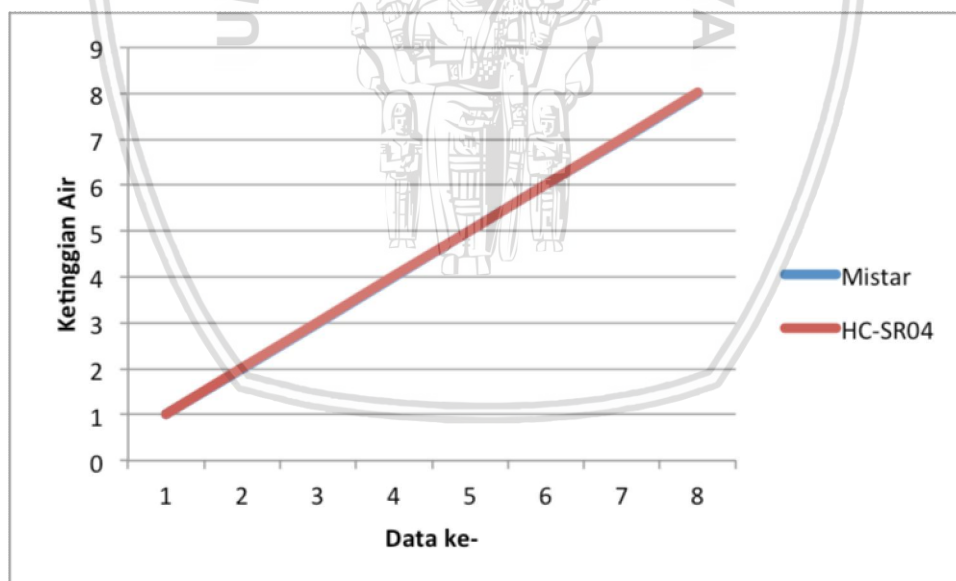
1. Menghubungkan sensor HC-SR04 ke Arduino menggunakan kabel *jumper*.
2. Memberi air secara bertahap sesuai dengan ketinggian yang diinginkan.
3. Menjalankan program dan mencatat data keluaran.

Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari tabel tersebut didapatkan perbandingan *output* sensor dengan ketinggian yang diberikan seperti pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Nilai keluaran sensor jarak terhadap ketinggian mistar.

Ketinggian Mistar (cm)	Output Sensor (cm)
1	1,011
2	2,019
3	3,022
4	4,018
5	5,017
6	6,026
7	7,014
8	8,013

Hubungan keluaran sensor terhadap ketinggian mistar pada Tabel 3.2 dapat di representasikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Keluaran sensor terhadap ketinggian mistar

#### 4.1.2 Karakterisasi Pompa 12V

Pengujian karakterisasi pompa 12V dilakukan untuk mengetahui kecepatan pompa mengisi *plant* tangki dengan ukuran 15cm x 30cm x 35cm. Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan pompa dengan *solenoid valve* dalam keadaan tertutup.

Peralatan yang digunakan, yaitu:

1. Pompa 12V.
2. Kabel Penghubung.
3. Penggaris.

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

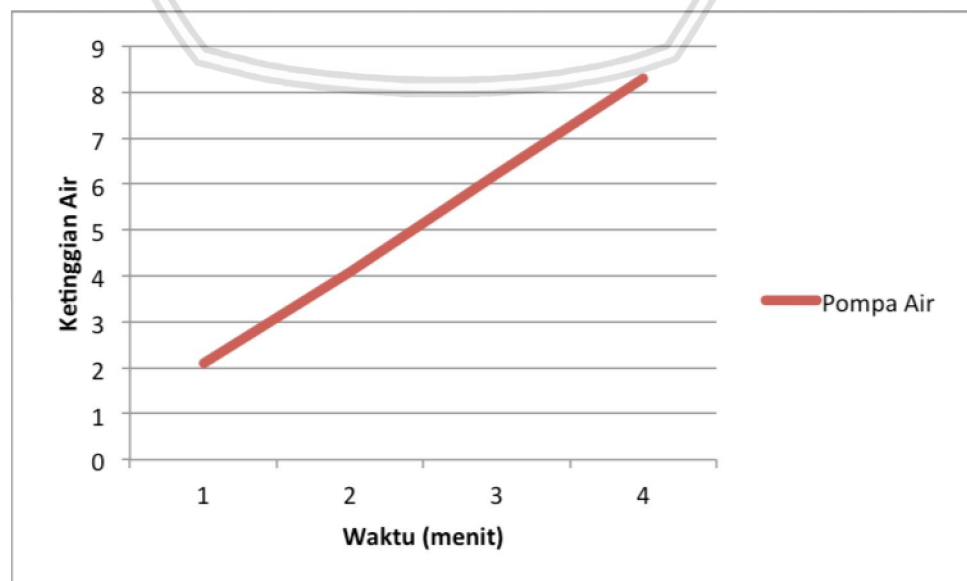
1. Menghubungkan pompa 12V ke DCS menggunakan kabel penghubung.
2. Menutup *solenoid valve*.
3. Menjalankan program dan mencatat hasil ketinggian.

Hasil pengukuran waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengisi *plant* bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran waktu pompa untuk mengisi *plant*

Waktu (menit)	Ketinggian (cm)
1	2,1
2	4,1
3	6,2
4	8,3

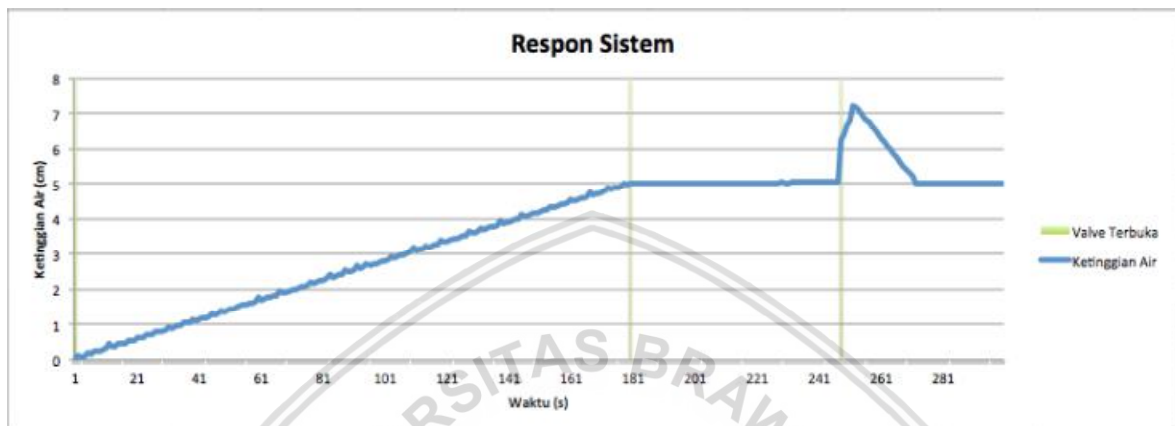
Hubungan hasil pengukuran waktu terhadap ketinggian air pada Tabel 4.2 bisa dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Waktu pompa untuk mengisi *plant*

## 4.2 Pengujian Sistem

Pada pengujian pengontrolan ketinggian air pada miniatur bendungan menggunakan DCS sebagai kontroler dengan metode *on-off* didapat respon sistem seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Respon Sistem

Pada gambar respon sistem diatas sistem mulai bekerja ketika sudah dijalankan maka pompa akan mulai mengisi *plant* dengan air dan *valve* 1 akan langsung terbuka, pada saat ketinggian air sudah mencapai batas bawah yaitu pada ketinggian 5cm maka *valve* 2 akan terbuka lalu ketinggian air sudah bisa dipertahankan, namun pada saat *plant* diberi gangguan berupa siraman air sehingga ketinggian mencapai 7cm dan melebihi batas atas yaitu 6cm maka *valve* 3 akan terbuka untuk mengurangi air yang ada pada *plant* dan disaat sampai ketinggian *setpoint* 5cm maka *valve* 3 akan kembali tertutup.

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem diperoleh kinerja sistem antara lain:

1. *Settling time* ( $t_s$ ) yaitu waktu yang diperlukan sistem untuk mencapai nilai akhir ketika *steady*.  $t_s$  berdasarkan pengujian mendapatkan waktu 181 detik.
2. *Recovery time* yaitu waktu yang diperlukan sistem untuk kembali mencapai nilai *steady*. *Recovery time* yang dibutuhkan adalah 25 detik.
3. Respon yang didapatkan dalam hasil percobaan adalah sistem dapat mempertahankan ketinggian air selama 67 detik sebelum diberikan gangguan berupa siraman air
4. *Valve* 1 terbuka ketika sistem sudah dijalankan lalu *valve* 2 terbuka ketika ketinggian air mencapai batas bawah yaitu 5cm dan *valve* 3 terbuka ketika ketinggian air melebihi batas atas yaitu 6cm.

Tabel 4.3 Respon Sistem

Level awal	0 cm
Batas bawah	5 cm
Batas atas	6 cm
<i>Settling time</i> ( $t_s$ )	181 s
<i>Recovery time</i>	25 s
Aktuator aktif	Detik ke 0, 181 dan 248



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan alat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tangki yang berbahan dari akrilik dengan 3 *solenoid valve* lalu dikontrol *Distributed Control System* (DCS) dan menggunakan kontroler *on-off* sebagai metodenya.
2. Sistem dapat mempertahankan ketinggian air dengan *Settling time* ( $t_s$ ) selama 181 detik.
3. *Recovery time* yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *steady* kembali adalah 25 detik.
4. *Error steady state* yang didapat adalah 0,63%
5. *Valve* 1 terbuka pada detik ke 0 lalu *valve* 2 terbuka pada detik ke 181 dan *valve* 3 terbuka pada detik ke 248.

#### 5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya untuk melanjutkan penelitian ini disarankan untuk menambahkan sensor kecepatan air dan tekanan air lalu menambahkan berat gangguan menggunakan fungsi step dan fungsi rem.

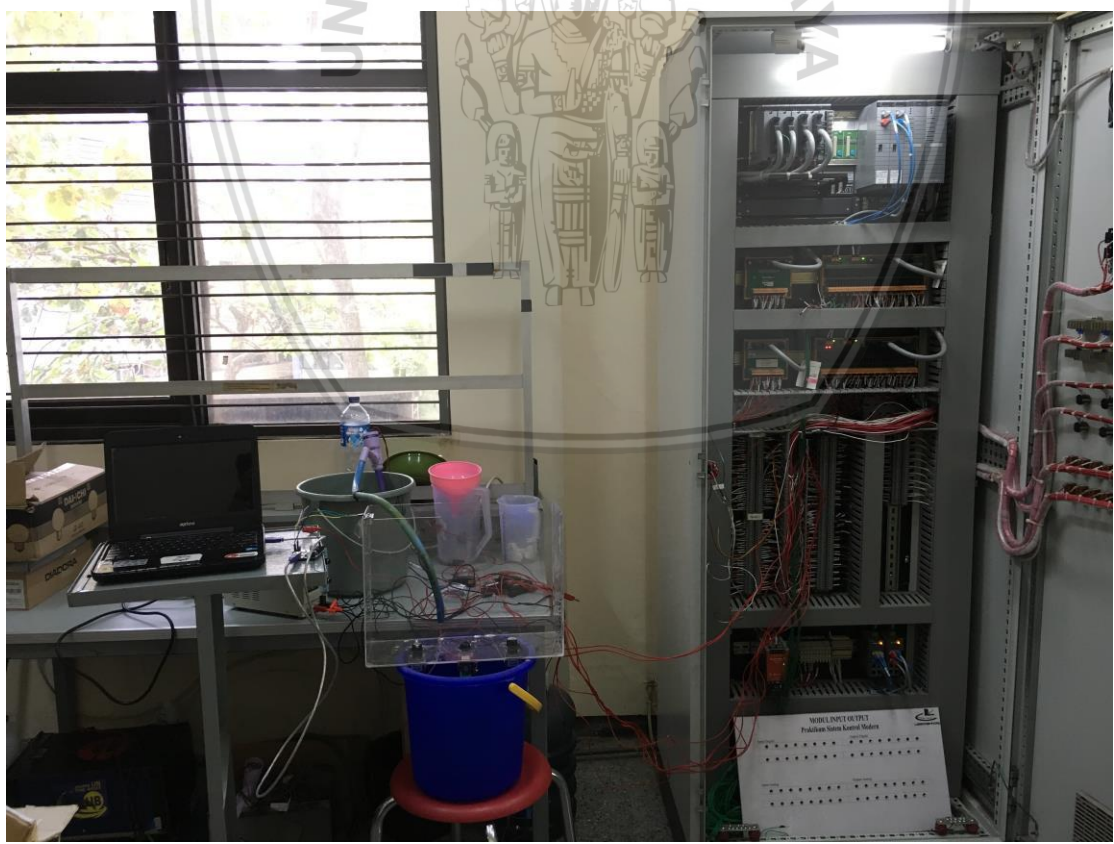
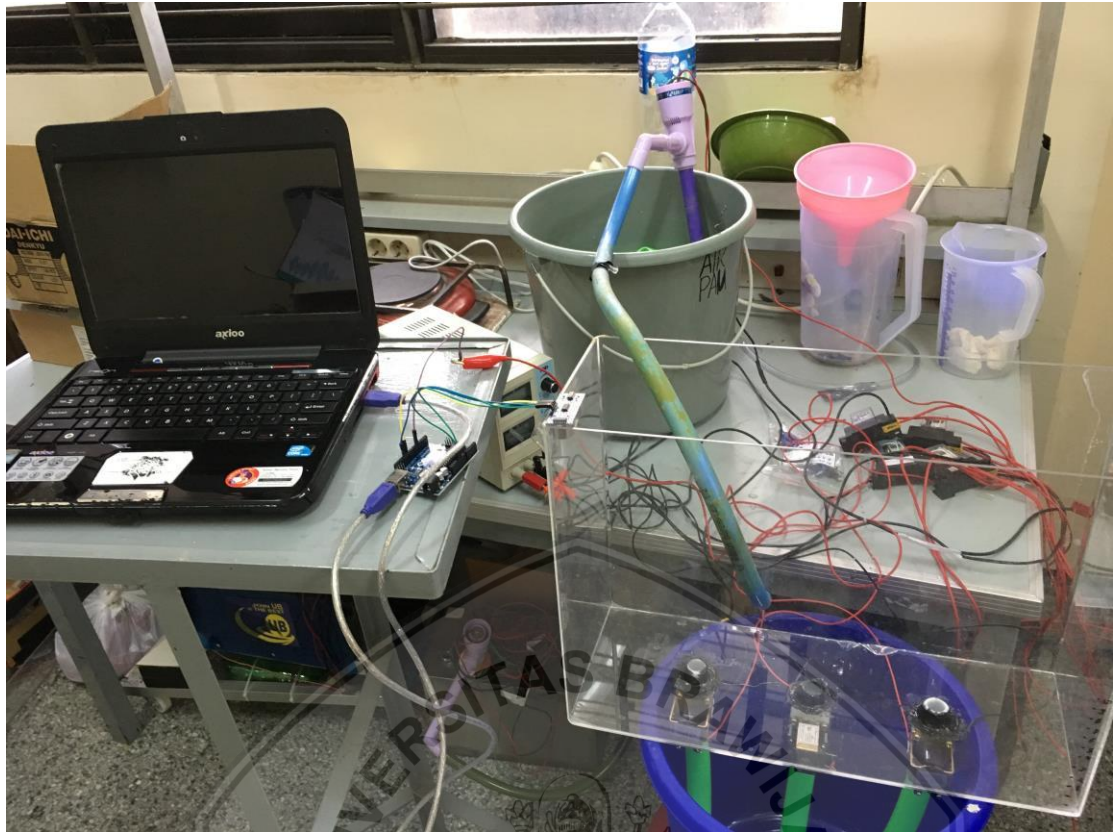


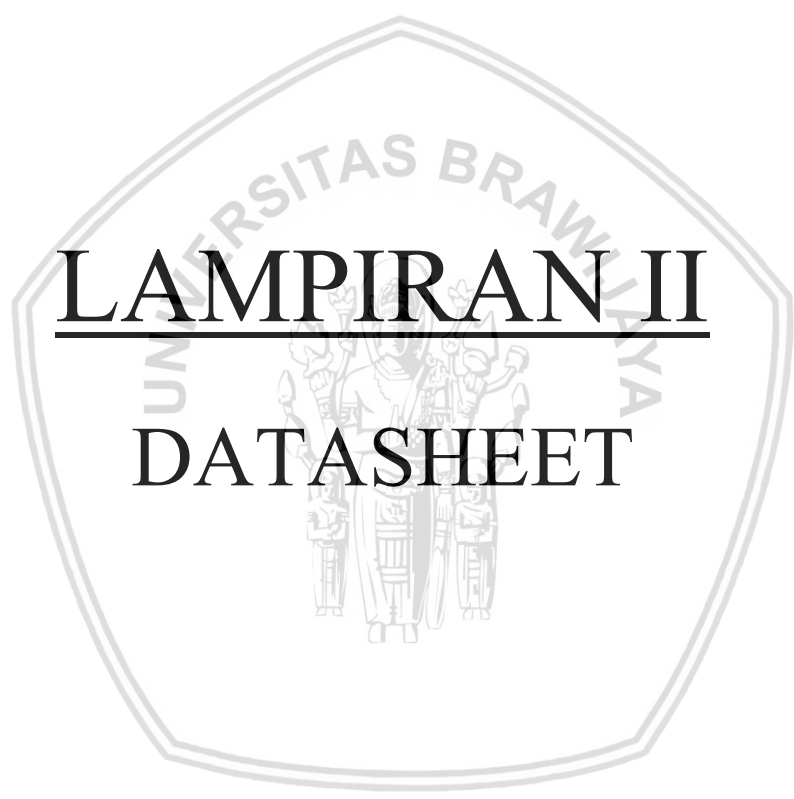
**DAFTAR PUSTAKA**

- Kartasapoetra, Setiadi. 1991. *Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*, Jakarta, Rinetka Cipta.
- Ogata, Katsuhito. 1997. *Automatic Control Engineering*, London, Prentice-Hall International.
- Aviv, Rachman. 2016. *Pengontrolan Ketinggian Air pada Proses Distilasi Air Laut Menggunakan Yokogawa DCS Centum VP*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Malang. Universitas Brawijaya.
- Yoga, Adhiyasa. 2018. *Pengontrolan Ketinggian Level Air pada Miniatur Pintu Bendungan Berbasis Mikrokontroler*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Malang. Universitas Brawijaya
- Yokogawa. Distributed Control System Centum VP. 20 Februari 2018. <https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/distributed-control-systems-dcs/centum-vp/>.
- Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Bolton, W. 2004. *Sistem Instrumentasi Dan Sistem Kontrol*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- PT. Yokogawa Indonesia. 2008. *ENGINEER COURSE*.
- Ogata, K. 2010. *Modern Control Engineering*, Person Education, Inc, publishing as Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey 07458. Fifth Edition.



**LAMPIRAN I**  
**FOTO ALAT**





LAMPIRAN II  
DATASHEET



# OMRON

## General-purpose Relay

## MY

### An Improved Miniature Power Relay with Many Models for Sequence Control and Power Applications

- A wide range of relay variations including ones with operation indicators, high-capacity capability, built-in diodes, etc.
- Arc barrier standard on 3- and 4-pole relays.
- Withstand voltage: 2,000 VAC.



### Ordering Information

Type	Contact form	Plug-in socket/solder terminals		PCB terminals	Upper-mounting/ solder terminals
			With indicator		
<b>Standard</b>	SPDT	*MY1	—	*MY1-02	MY1F
	DPDT	MY2	MY2N	MY2-02	MY2F
	DPDT (bifurcated)	MY2Z	MY2ZN	MY2Z-02	MY2ZF
	3PDT	MY3	MY3N	MY3-02	MY3F
	4PDT	MY4	MY4N	MY4-02	MY4F
	4PDT (bifurcated)	MY4Z	MY4ZN	MY4Z-02	MY4ZF
<b>With built-in diode (DC only)</b>	DPDT	MY2-D	MY2N-D2	—**	—
	DPDT (bifurcated)	MY2Z-D	MY2ZN-D2	—	—
	3PDT	MY3-D	MY3N-D2	—	—
	4PDT	MY4-D	MY4N-D2	—	—
	4PDT (bifurcated)	MY4Z-D	MY4ZN-D2	—	—
<b>With built-in CR (AC only)</b>	DPDT	MY2-CR	MY2N-CR	—	Not available.
	DPDT (bifurcated)	MY2Z-CR	—	—	
	3PDT	MY3-CR	—	—	
	4PDT	MY4-CR	MY4N-CR	—	
	4PDT (bifurcated)	MY4Z-CR	—	—	
<b>With test button</b>	DPDT	MY2I4	MY2I4N	—	—
	4PDT	MY4I4	MY4I4N	—	—

Type	Contact form	Plug-in socket/solder terminals		PCB terminals	Upper-mounting/ solder terminals
			With indicator		
High-humidity	DPDT	MY2-TU	—	—	—
	DPDT (bifurcated)	MY2Z-TU	—	—	—
	3PDT	MY3-TU	—	—	—
	4PDT	MY4-TU	MY4N-TU	—	—
	4PDT (bifurcated)	MY4Z-TU	—	—	Not available.
High-capacity (7 A)	DPDT	MY2-Y	MY2N-Y	—	Not available.
High-sensitivity	3PDT	MYC3	Not available	MYC3-02	

**Note:** 1. When ordering, add the rated coil voltage to the model number. Rated coil voltages are given in the coil ratings table.

Example: MY2, 6 VAC

Rated coil voltage

- \*2. Models mark with an asterisk are not available with international safety standard ratings.
- 3. Add “-G” to the model number if mounting studs are required (e.g., MY4-G).
- 4. The standard contacts for MY2Z-series Relays and for the MY4Z are gold-plated.
- \*\*5. Models denoted by “—” will be manufactured upon request. Ask your OMRON representative.
- 6. The following variations are also available.  
 Plastic-sealed relays (MYQ4): See page 46.  
 Latching relays (MY2K): See page 51.  
 Hermetically sealed relays (MY4H): Ask your OMRON representative.

## ■ Accessories (Order Separately)

### Sockets

Poles	Front-mounting socket (DIN-rail/screw mounting)	Back-mounting socket				
		Solder terminals		Wire-wrap terminals		PCB terminals
		W/ clip	W/o clip	W/ clip	W/o clip	
1 or 2	PYF08A-E, PYF08A, PYF08A-N (finger protection)	PY08	PY08-Y1	PY08QN	PY08QN-Y1	PY08-02
3	PYF11A-E, PYF11A	PY11	PY11-Y1	PY11QN	PY11QN-Y1	PY11-02
4	PYF14A-E, PYF14A PYF14A-N (finger protection)	PY14 PY14-3*	PY14-Y1	PY14QN	PY14QN-Y1	PY14-02

**Note:** \*1. Equipped with operation check terminal.

2. The PYF08A(-E), PYF11A(-E), and PYF14A(-E) have been approved as individual sockets by UL S08 and CSA C22.2.

### Mounting Plates for Sockets

Socket model	For 1 socket	For 18 sockets	For 36 sockets
PY08, PY11, PY14, PY08QN(2), PY11QN(2), PY14QN(2)	PYP-1	PYP-18	PYP-36

**Note:** PYP-18 and PYP-36 can be cut into any desired length in accordance with the number of sockets.

## Socket Hold-down Clip Pairing

Relay type	Poles	Front-connecting sockets (rail-/screw-mounted)		Back-connecting sockets			
		Socket	Clip	Solder/wire-wrap terminals		PCB terminals	
				Socket	Clip	Socket	Clip
Standard, bifurcated contacts, operation indicator, built-in diode, high-capacity, high-sensitivity, or high-humidity	1, 2	PYF08A-N, PYF08A-E, PYF08A	PYC-A1	PY08(QN)	PYC-P	PY08(QN)	PYC-P
	3	PYF11A		PY11(QN)		PY11(QN)	
	4	PYF14A-N, PYF14A-E, PYF14A		PY14(QN)		PY14(QN)	
MY2N-D4	4	PYF14A-N, PYF14A-E, PYF14A	Y92H-3	PY14(QN)	PYC-1	PY08(QN)	PYC-1
Test button	1, 2	PYF08A-N, PYF08A-E, PYF08A	PYC-A1	PY08(QN)	PYC-P2	PY08(QN)	PYC-P2
	3	PYF11A		PY11(QN)		PY11(QN)	
	4	PYF14A-N, PYF14A-E, PYF14A		PY14(QN)		PY14(QN)	
CR circuit	1, 2	PYF08A-N, PYF08A-E, PYF08A	Y92H-3	PY08(QN)	PYC-1	PY08(QN)	PYC-1
	3	PYF11A		PY11(QN)		PY11(QN)	
	4	PYF14A-N, PYF14A-E, PYF14A		PY14(QN)		PY14(QN)	

## Specifications

## ■ Coil Ratings

Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Inductance (reference value)		Must operate	Must release	Max. voltage	Power consum. (Approx.)	
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON					% of rated voltage
AC	6 V	214.1 mA	183 mA	12.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	30% min.	110%	1.0 to 1.2 VA (60 Hz)
	12 V	106.5 mA	91 mA	46 Ω	0.17 H	0.33 H				
	24 V	53.8 mA	46 mA	180 Ω	0.69 H	1.30 H				
	50 V	25.7 mA	22 mA	788 Ω	3.22 H	5.66 H				
	100/110 V	11.7/12.9 mA	10/11 mA	3,750 Ω	14.54 H	24.6 H				
	110/120 V	9.9/10.8 mA	8.4/9.2 mA	4,430 Ω	19.20 H	32.1 H				
	200/220 V	6.2/6.8 mA	5.3/5.8 mA	12,950 Ω	54.75 H	94.07 H				
220/240 V	4.8/5.3 mA	4.2/4.6 mA	18,790 Ω	83.50 H	136.40 H	0.9 to 1.1 VA (60 Hz)				
DC	6 V	150 mA		40 Ω	0.17 H	0.33 H	10% min.		0.9 W	
	12 V	75 mA		160 Ω	0.73 H	1.37 H				
	24 V	36.9 mA		650 Ω	3.20 H	5.72 H				
	48 V	18.5 mA		2,600 Ω	10.60 H	21.00 H				
	100/110 V	9.1/10 mA		11,000 Ω	45.60 H	86.20 H				

**Note:** See notes under next table on next page.

## High-sensitivity Relays

Power supply ratings					Input ratings			
Voltage	Current	Coil resistance	Max. voltage*	Power consum.	Input voltage	Must operate	Must release	Power consum.
					% of rated voltage			
24 VDC	36.9 mA	650 W	110%	Approx. 900 mW	2 to 12 V	2 V max.	1 V min.	0.5 to 52 mW

- Note:**
1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of +15%/–20% for rated currents and ±15% for DC coil resistance.
  2. Performance characteristic data are measured at a coil temperatures of 23°C.
  3. The must operate and must release voltages for High-sensitivity Relays was measured at the rated power supply voltage.
  4. AC coil resistance and impedance are provided as reference values (at 60 Hz).
  5. Power consumption drop was measured for the above data. When driving transistors, check leakage current and connect a bleeder resistor if required.

## ■ Contact Ratings

Item	Single-, double- or three-pole		Four-pole and High-sensitivity		High-capacity	
	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ=0.4, L/R=7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ=0.4, L/R=7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ=0.4, L/R=7 ms)
<b>Rated load</b>	5 A, 220 VAC 5 A, 24 VDC	2 A, 220 VAC 2 A, 24 VDC	3 A, 220 VAC 3 A, 24 VDC	0.8 A, 220 VAC) 1.5 A, 24 VDC	7 A, 220 VAC 7 A, 24 VDC	3.5 A, 220 VAC 3.5 A, 24 VDC
<b>Carry current</b>	5 A		3 A		7 A	
<b>Max. switching voltage</b>	250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC	
<b>Max. switching current</b>	5 A	5 A	3 A	3 A	7 A	7 A
<b>Max. switching capacity</b>	1,100 VA 120 W	440 VA 48 W	660 VA 72 W	176 VA 36 W	1,540 VA 168 W	770 VA 84 W
<b>Min. permissible load*</b>	Standard type: 100 mA, 5 VDC Bifurcated type: 100 μA, 1 VDC		Standard and high sensitivity types: 1 mA, 1 VDC Bifurcated type: 100 μA, 1 VDC		—	

\*Note: P level:  $\lambda_{60} = 0.1 \times 10^{-6}$ /operation, reference value

## ■ Characteristics

Item	All relays but High-sensitivity Relays	High-sensitivity Relays
<b>Contact resistance</b>	50 mΩ max.	
<b>Operate time</b>	20 ms max.	
<b>Release time</b>	20 ms max.	
<b>Max. operating frequency</b>	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr (under rated load)	
<b>Insulation resistance</b>	1,000 MΩ min. (at 500 VDC)	
<b>Dielectric withstand voltage</b>	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)	1,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)
<b>Vibration resistance</b>	Destruction: 10 to 55 Hz, 1.0-mm double amplitude Malfunction: 10 to 55 Hz, 1.0-mm double amplitude	
<b>Shock resistance</b>	Destruction: 1,000 m/s <sup>2</sup> (approx. 100G) Malfunction: 200 m/s <sup>2</sup> (approx. 20G)	
<b>Life expectancy</b>	See following table.	
<b>Ambient operating temperature*</b>	Single- and double-pole standard, bifurcated-contact, test-button, and high-humidity relays: –55°C to 70°C (with no icing) All other relays: –55°C to 60°C (with no icing)	
<b>Ambient operating humidity</b>	35% to 85%	
<b>Weight</b>	Approx. 85 g	

**Note:** The values given above are initial values.



### Life Expectancy Characteristics

Relays	Mechanical life (at 18,000 operations/hr)	Electrical life (at 1,800 operations/hr under rated load)
Normal, High-humidity, With test button (except relays with operation indicator), With CR	AC 50,000,000 operations min. DC: 100,000,000 operations min.	1-,2-,3-pole: 500,000 operations min. 4-pole: 200,000 operations min.
High-capacity	AC 50,000,000 operations min. DC: 100,000,000 operations min.	500,000 operations min.
With operation indicator or built-in diode	AC 50,000,000 operations min. DC: 100,000,000 operations min.	1-,2-,3-pole: 500,000 operations min. 4-pole: 200,000 operations min.
With bifurcated contacts	2-pole: 50,000,000 operations min. 4-pole: 20,000,000 operations min.	2-pole: 200,000 operations min. 4-pole: 100,000 operations min.
High-sensitivity	100,000,000 operations min.	200,000 operations min.

**Note:** See following tables for real load life expectancies.

### ■ Life Expectancies Under Real Loads

#### MY2

Rated voltage	Load type	Conditions	Operating frequency	Electrical life
100 VAC	AC motor	50 W, 100 VAC single-phase with 2.8-A inrush current, 0.4-A carry current	ON for 2 s, OFF for 30 s	100,000 operations
		50 W, 100 VAC single-phase with 1.6-A inrush current, 1-A carry current	ON for 1 s, OFF for 30 s	300,000 operations
	AC solenoid	24 W with 1-A carry current	ON for 1.5 s, OFF for 1.5 s	4,000,000 operations

#### MY2E

Rated voltage	Load type	Conditions	Operating frequency	Electrical life
24 VDC	AC lamp	300 W with 50-A inrush current, 3-A carry current	ON for 5 s, OFF for 55 s	55,000 operations

#### MY4

Rated voltage	Load type	Conditions	Operating frequency	Electrical life
100 VAC	AC solenoid	50 VA with 2-A inrush current, 0.7A carry current	ON for 1 s, OFF for 3 s	25,000 operations
	DC magnetic switch	25 W with L/R = 40 ms, 0.2-A carry current		
	AC magnetic switch	35 VA with 1.5-A inrush current, 0.35-A carry current		500,000 operations
24 VDC	DC solenoid	40 W with L/R = 10 ms, 1.6-A carry current	ON for 0.5 s, OFF for 1.5 s	5,000,000 operations
		30 W with L/R = 10 ms with 0.34-A carry current	ON for 0.5 s, OFF for 1.5 s	6,000,000 operations

**Approved by Standards**

Some MY Relays are available in models meeting various safety standards. When ordering, you must specify the desired standards. Refer to *Ordering Information* for specific models. Note that the rating recognized by the various standards sometimes vary from the ratings of the individual relays.

**UL 508 Recognitions (File No. 41515)**

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings
2	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	5 A, 120 VAC resistive load 5 A, 28 VDC resistive load 5 A, 240 VAC inductive load
3		5 A, 28 VDC resistive load 5 A, 240 VAC inductive load
4	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	3 A 28 VDC resistive load 3 A 120 VAC inductive load 1.5 A, 240 VAC inductive load 5 A, 240 VAC inductive load (between contacts of same polarity) 5 A, 28 VDC resistive load (between contacts of same polarity) 0.2 A, 120 VDC

**SEV**

Model	No. of poles	Coil ratings	Contact ratings
MY□	2, 3	6 to 100 VDC 6 to 220 VAC	5 A, 200 VAC 5 A, 24 VDC

**LR (No. 563KOB-204524)**

Model	No. of poles	Coil ratings	Contact ratings
MY□-LR	2	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	2 A, 30 VDC inductive load 2 A, 200 VAC inductive load
	4		1.5 A, 30 VDC inductive load 0.8 A, 200 VAC inductive load 1.5 A, 115 VAC inductive load

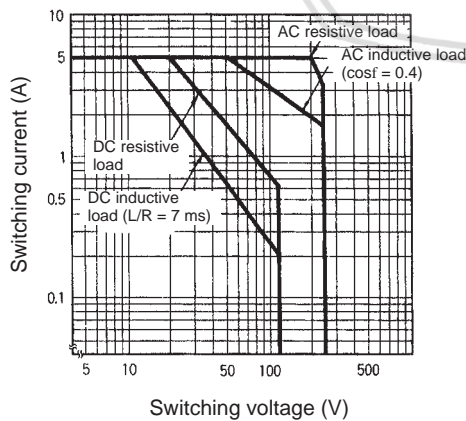
**CSA 22.2 No. 0 and No.14 (File No. LR31928)**

Model	No. of poles	Coil ratings	Contact ratings
MY□	2, 3	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	5 A, 28 VDC resistive load 5 A, 240 VAC inductive load
	4		3 A, 28VDC resistive load 3 A, 240 VAC inductive load 5 A, 240 VAC inductive load (between contacts of same polarity) 5 A, 28 VDC resistive load (between contacts of same polarity) 0.2 A, 120 VDC

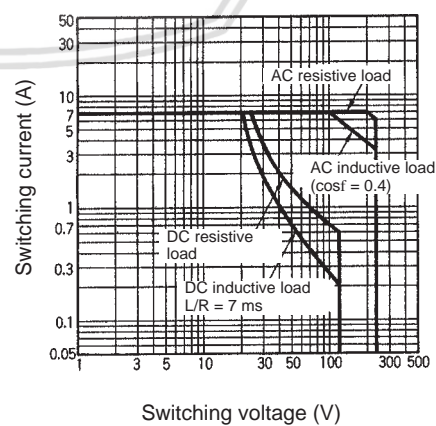
**Engineering Data**

**Maximum Switching Capacity**

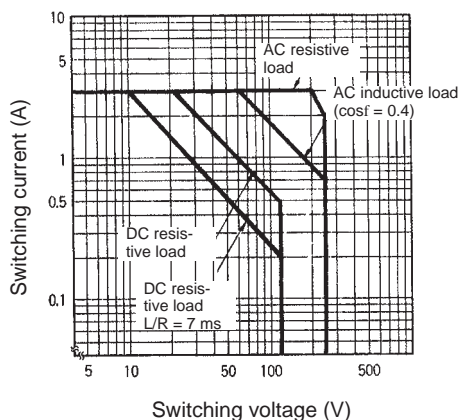
**MY1, MY2, MY3**



**MY2-Y**

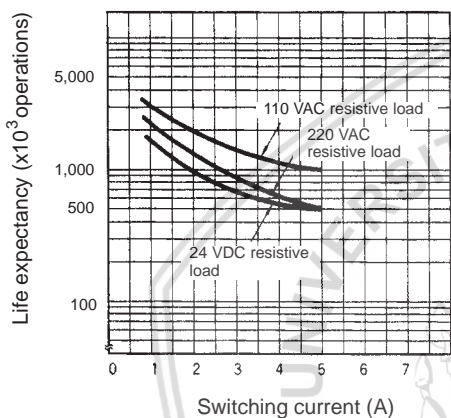


**MY4, MY4Z**

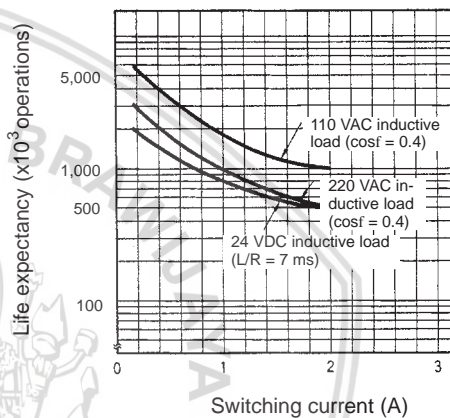


**Life Expectancy**

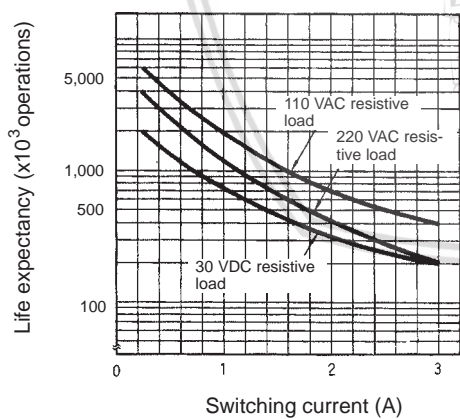
**MY1, MY2, MY3 (Resistive Loads)**



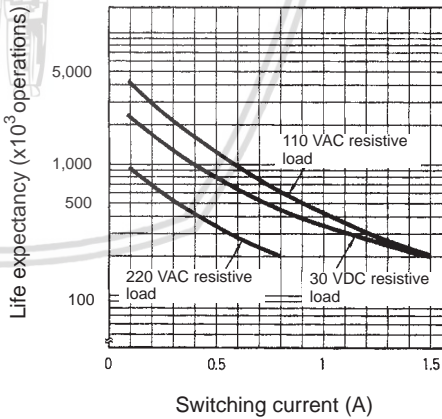
**MY1, MY2, MY3 (Inductive Loads)**



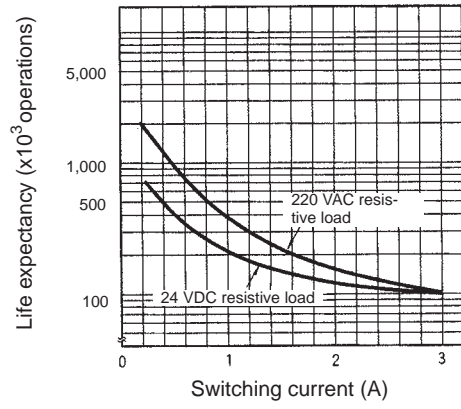
**MY4 (Resistive Loads)**



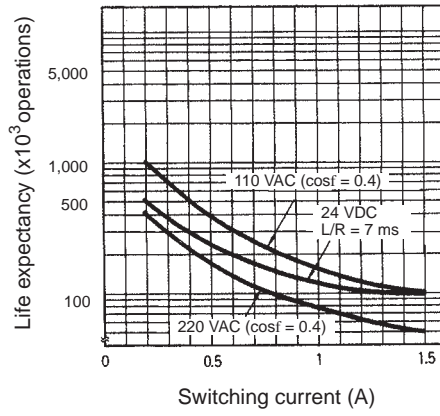
**MY4 (Inductive Loads)**



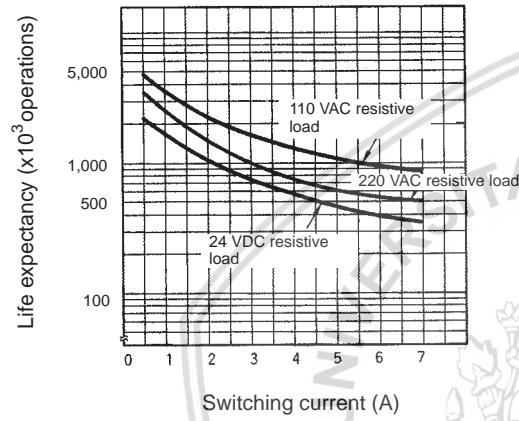
**MY4Z (Resistive Loads)**



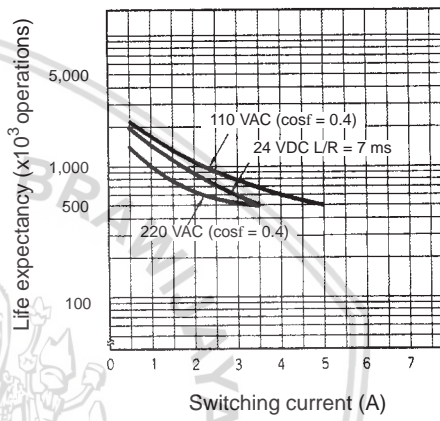
**MY4Z (Inductive Loads)**



**MY2-Y (Resistive Loads)**



**MY2-Y (Inductive Loads)**

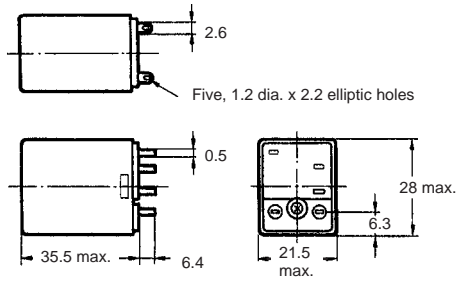
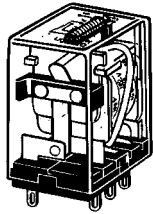


# Dimensions

**Note:** All units are in millimeters unless otherwise indicated.

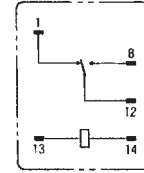
## Relays with Solder Terminals

### MY1

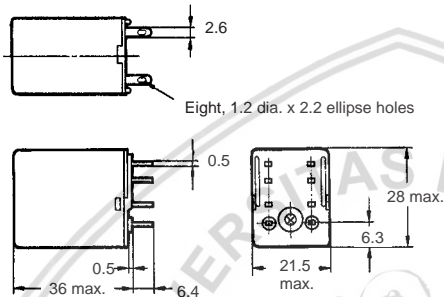
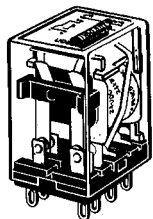


### Terminal arrangement/internal connections (bottom view)

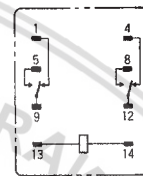
#### MY1



### MY2, MY2-TU, MY2N, MY2N-D2

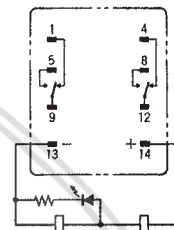


#### Standard

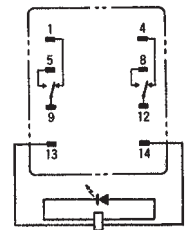


#### MY2N

##### DC type

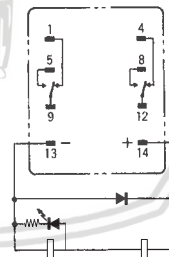


##### AC type

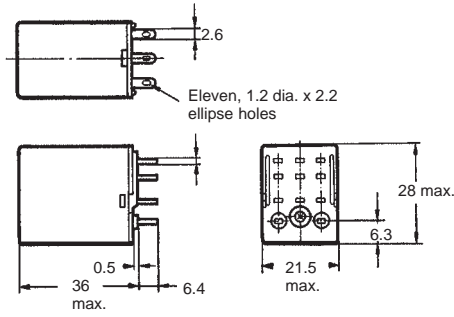
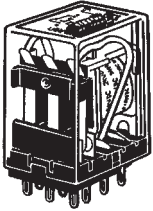


- Note:**
1. AC type is equipped with a coil disconnection self-diagnostic function.
  2. Pay due attention as DC type has polarity.

#### MY2N-D2

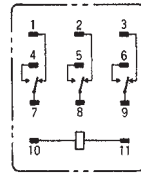


MY3, MY3-TU, MY3N, MY3N-D2, MYC3

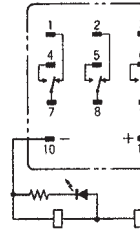


MY3N

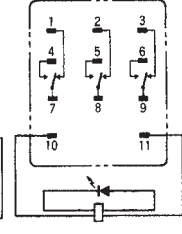
Standard



DC type

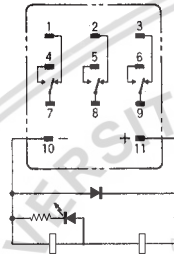


AC type

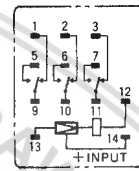


- Note:**
1. AC type is equipped with a coil disconnection self-diagnostic function.
  2. Do not reverse the polarity of DC relays.

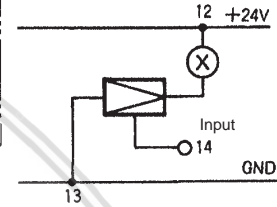
MY4N-D2



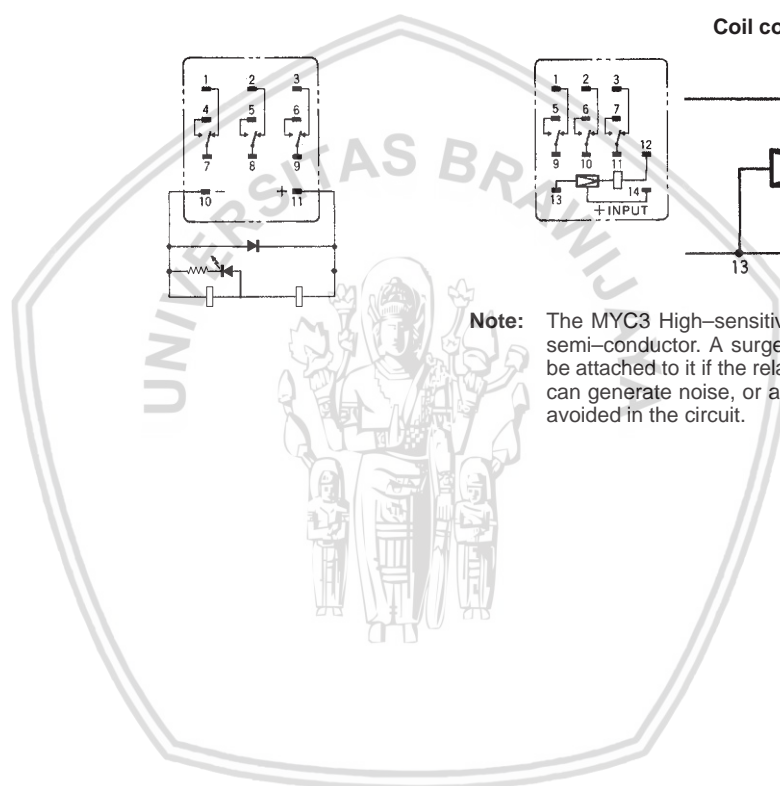
MYC3



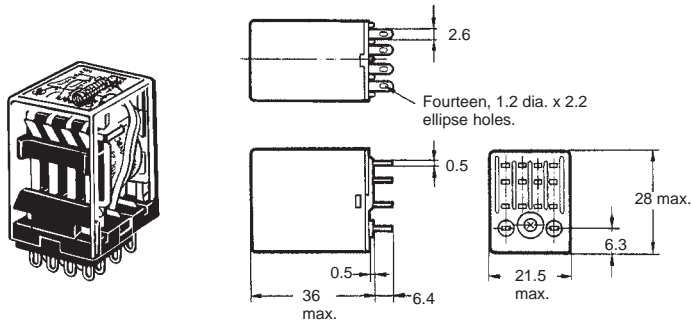
Coil connections



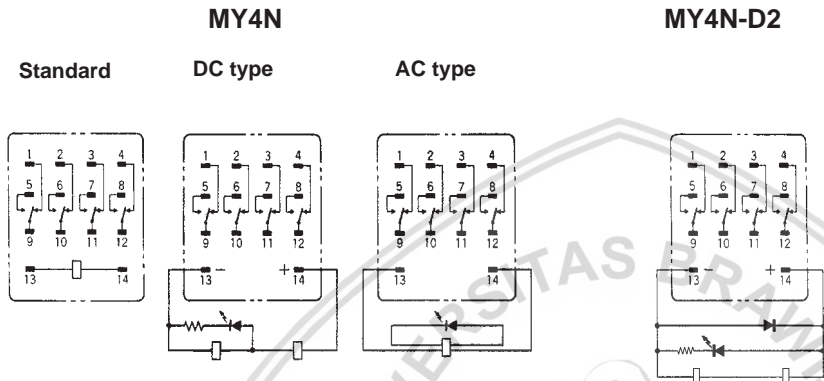
- Note:** The MYC3 High-sensitivity Relay incorporates a semi-conductor. A surge-absorb element should be attached to it if the relay is used with a load that can generate noise, or a surge current cannot be avoided in the circuit.



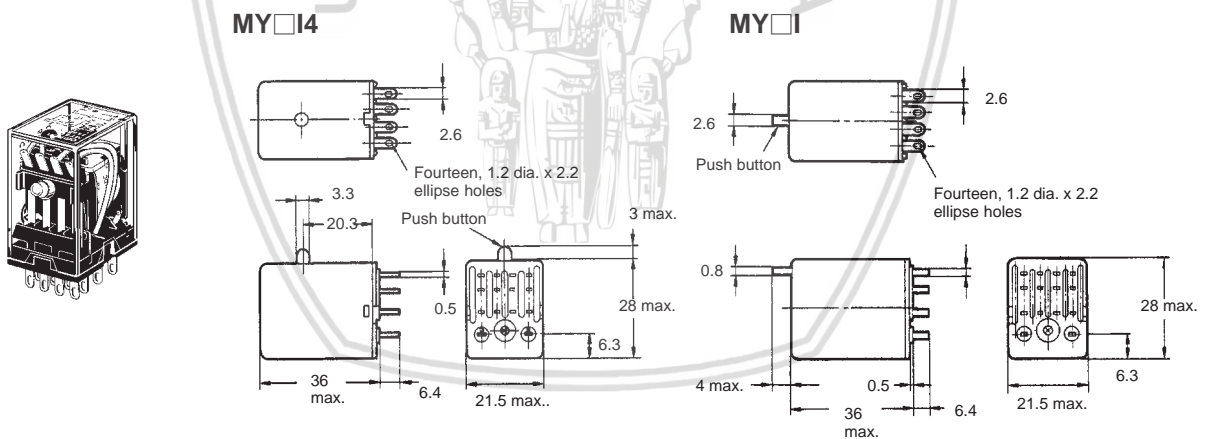
MY4, MY4-TU



Terminal arrangement/internal connections (bottom view)

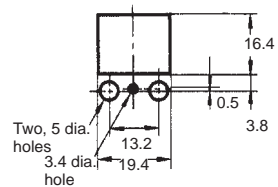


- Note:**
1. AC type is equipped with a coil disconnection self-diagnostic function.
  2. Do not reverse the polarity of DC relays.



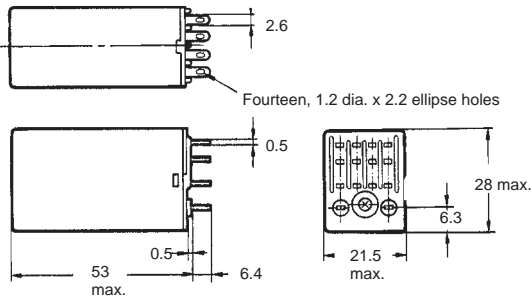
- Note:**
1. Mount the relay with a socket.
  2. The above dimensions are for -G type relays (with mounting studs).
  3. Test button  
I4: AC with red push button  
DC with blue push button

Mounting holes

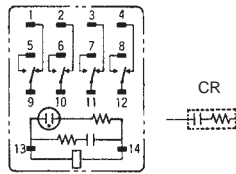


**Note:** The terminal arrangement and internal connections of the above relays are as same as these of MY□ relays.

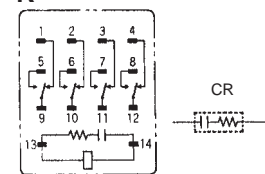
MY□(N)-CR, MY□(Z)-CR, MY4N-D4



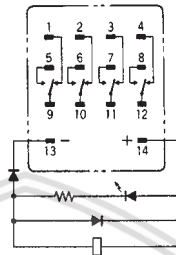
MY□(N)-C  
R



MY□(Z)-C  
R

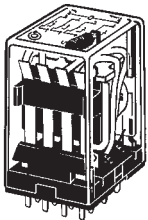


MY4N-D4

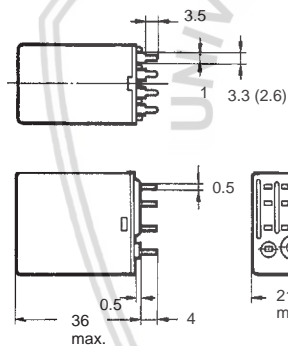


■ Relays with PCB Terminals

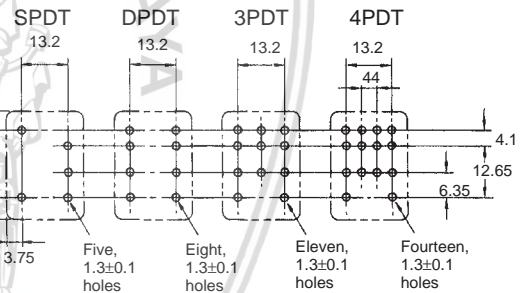
MY□-02



MY4-02 (4PDT)



PC board mounting holes



- Note:**
1. The figures in the parentheses are for MY4-02.
  2. The above dimensions also apply to the SPDT, DPDT, and 3PDT relays.
  4. The internal connections of the above relays are same as these of MY□ relays.

**Note:** The tolerance is  $\pm 0.1$ .

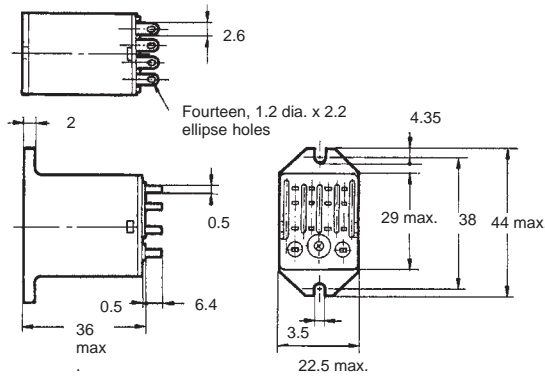


■ Upper-mounting Relays

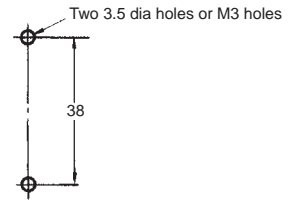
MY□F



MY4F

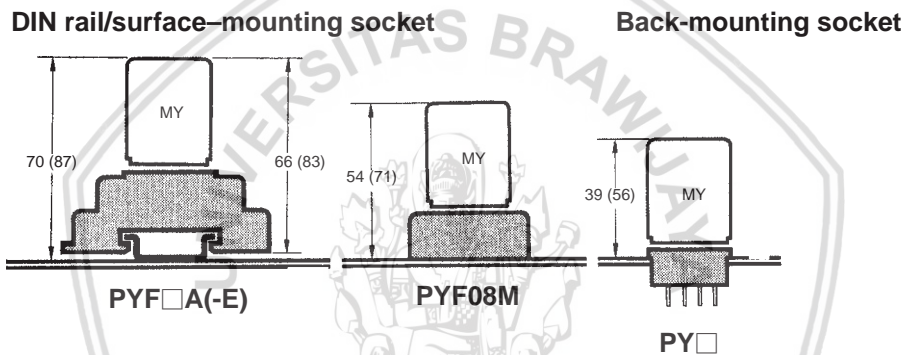


Mounting holes



- Note:**
1. The above dimensions also apply to the SPDT, DPDT, and 3PDT relays.
  2. The internal connections of the above relays are as same as these of MY□ relays.

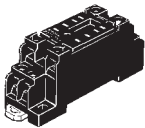
■ Mounting Height with Socket



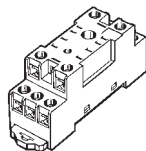
- Note:**
1. The PTF-A can be rail-mounted or screw-mounted.
  2. For the MY□-CR (CR circuit built-in type) model, figure in the parentheses apply.
  3. PYC-P hold down clip should be used with PYF08M.

■ Sockets

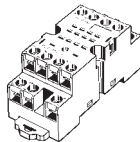
PYF08A-E



PYF08A-N



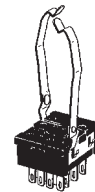
PYF14A-N



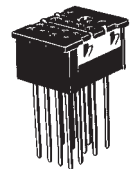
PY14



PY14-Y1



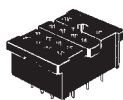
PY14QN(2)



PY14QN(2)-Y1



PY14-02

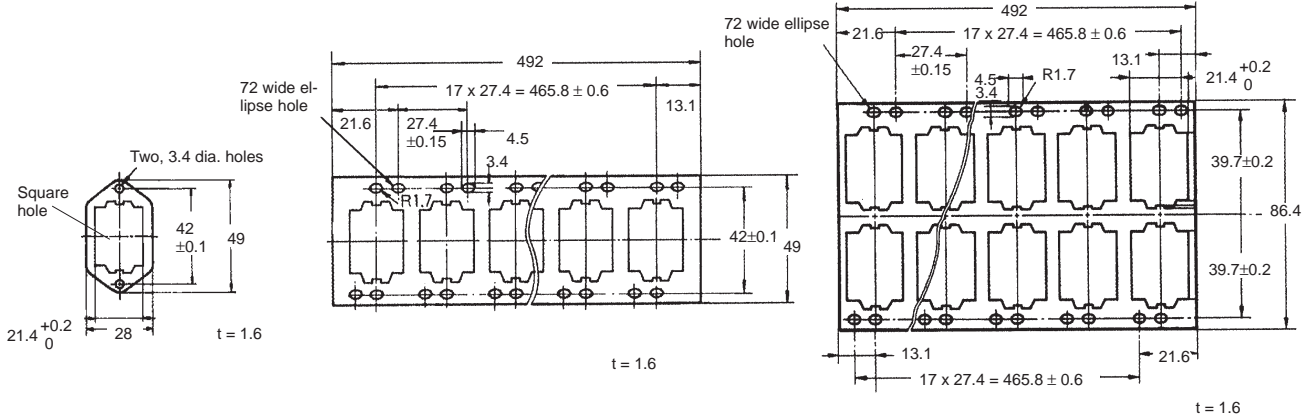


**Mounting Plates for Sockets**

**PYP-1**

**PYP-18**

**PYP-36**



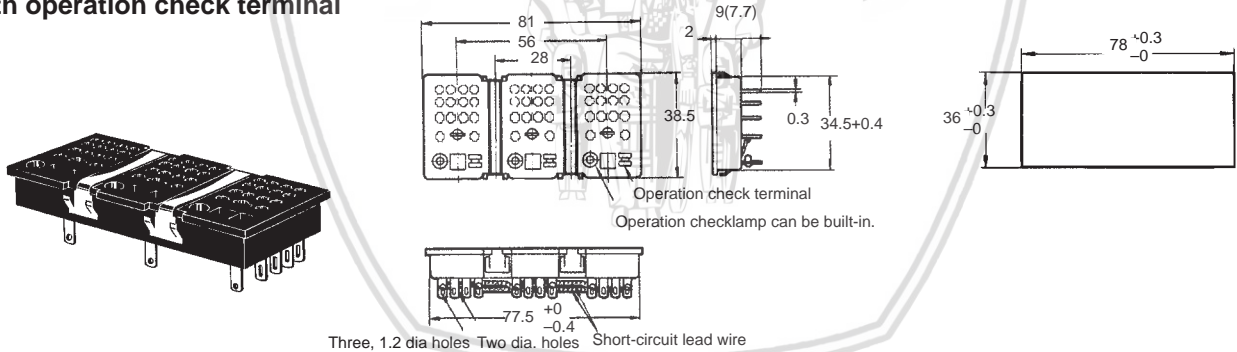
**Hold-down Clips**

Hold-down clips are used to hold relays to sockets and prevent them from coming loose due to vibration or shock.

Connection to socket		Connection to mounting plate	For relays with test buttons	For relays with CR circuits	
<b>PYC-A1</b>	<b>PYC-P</b>	<b>PYC-S</b>	<b>PYC-P2</b>	<b>Y92H-3</b>	<b>PYC-1</b>

**PY14-3 (for 4PDT) with operation check terminal**

**Mounting holes**



**■ Safety Standards for Sockets**

Item	Standards	File No.
PYF08A (-E), PYF11A	UL508	E87929
PYF14A (-E)	CSA22.2	LR31928

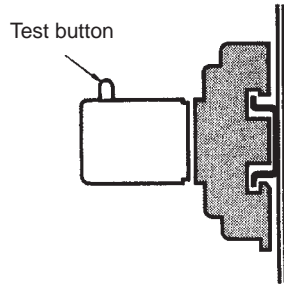
## Precautions

### ■ Connections

Do not reverse polarity when connecting DC-operated relays with built-in diodes or indicators or high-sensitivity DC-operated relays.

### ■ Mounting

- Whenever possible, mount relays so that it is not subject to vibration or shock in the same direction as that of contact movement.
- The test button should be pointed upwards when mounting (refer to the right figure).





**ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.**  
To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

Cat. No. J01-E1-11 **In the interest of product improvement, specifications are subject to change without notice.**

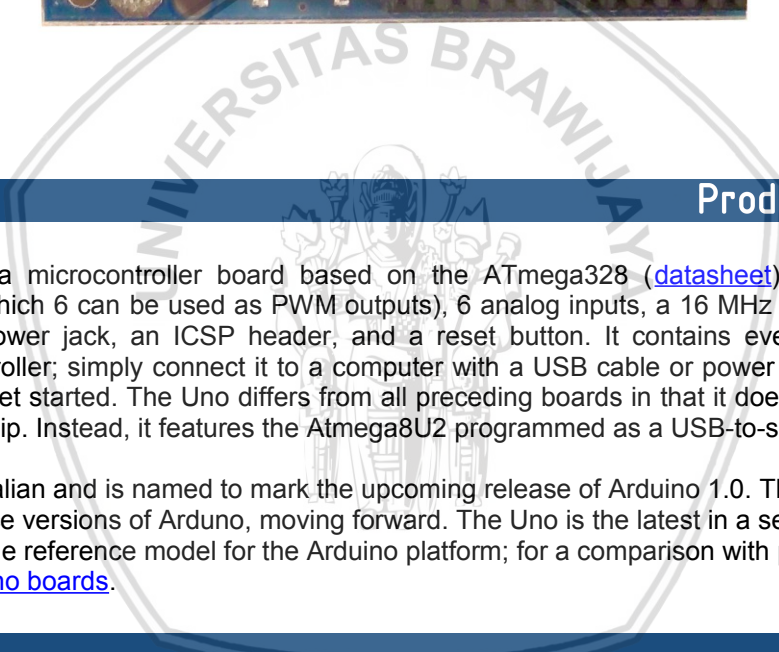
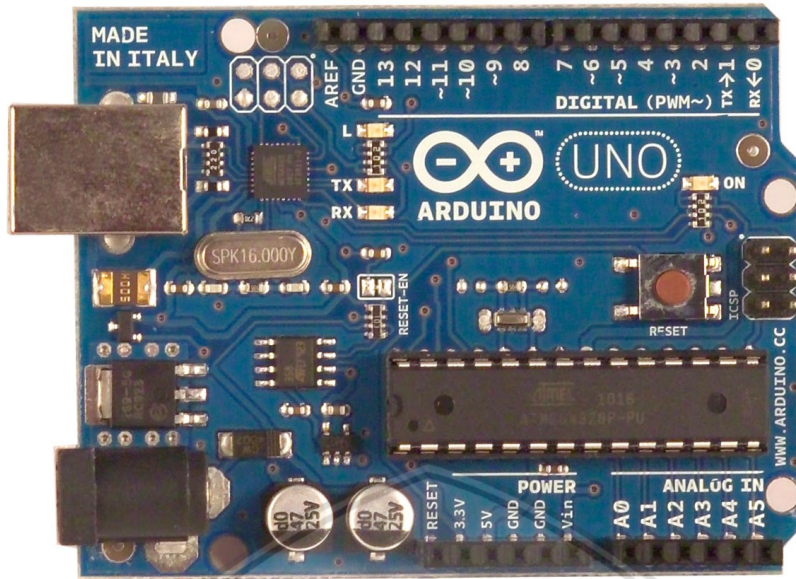
**OMRON Corporation**

Relay Division  
28th Fl., Crystal Tower Bldg.  
1-2-27, Shiromi, Chuo-ku,  
Osaka 540 Japan  
Phone: 06-949-6125 Fax: 06-949-6134

Printed in Japan  
0794-2M



# Arduino UNO



## Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

## Index

<b>Technical Specifications</b>	Page 2
<b>How to use Arduino</b> Programming Enviroment, Basic Tutorials	Page 6
<b>Terms &amp; Conditions</b>	Page 7
<b>Enviromental Policies</b> half sqm of green via Impatto Zero®	Page 7



*radiospares*

**RADIONICS**



# Technical Specification

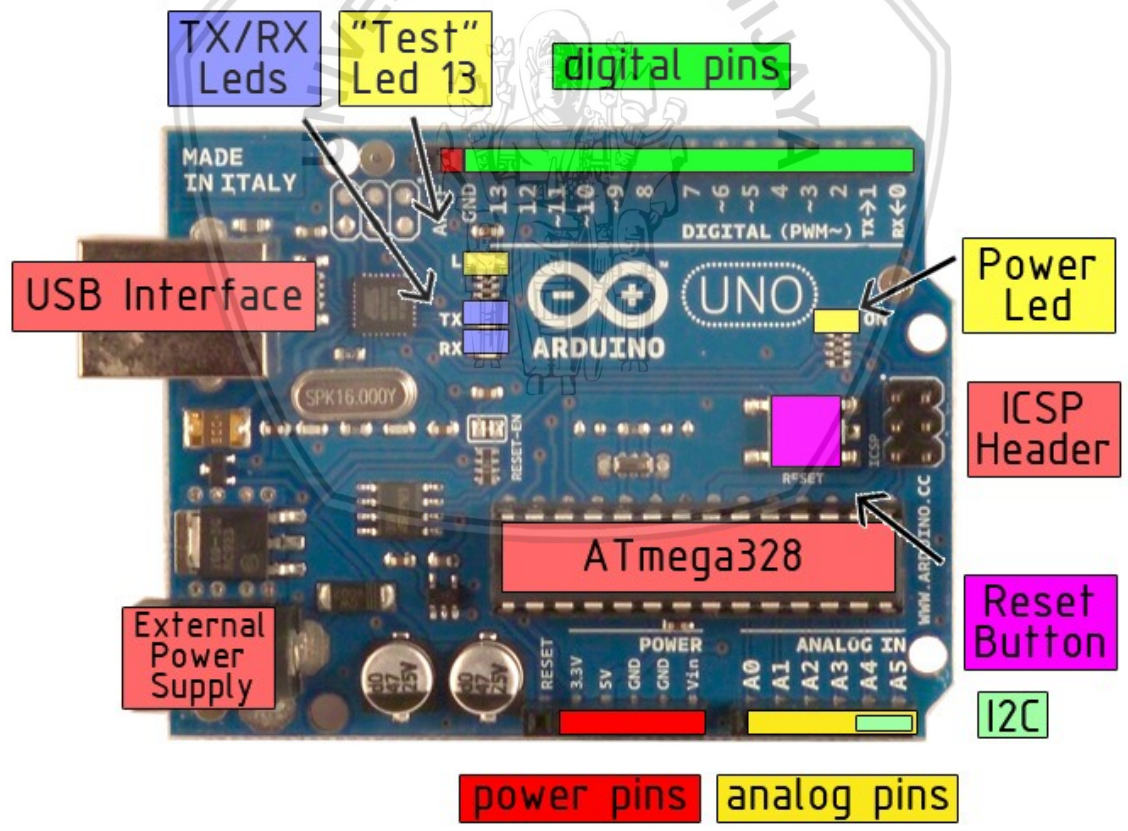


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

## Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

## the board



radiospares

RADIONICS



## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



**radiospares**

**RADIONICS**



The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an \*.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

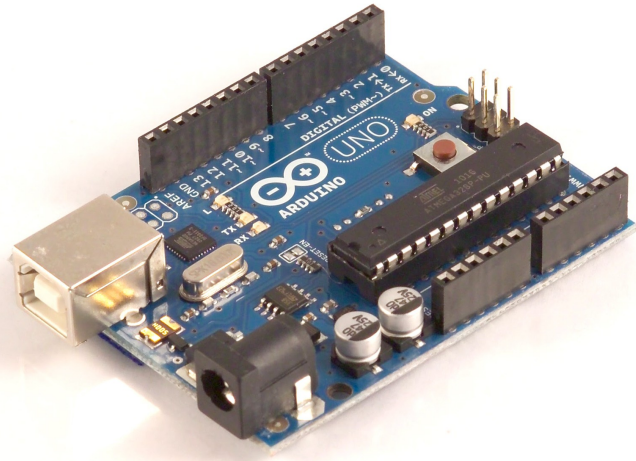
The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

## Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



**radiospares**

**RADIONICS**



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platoform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

## Blink led

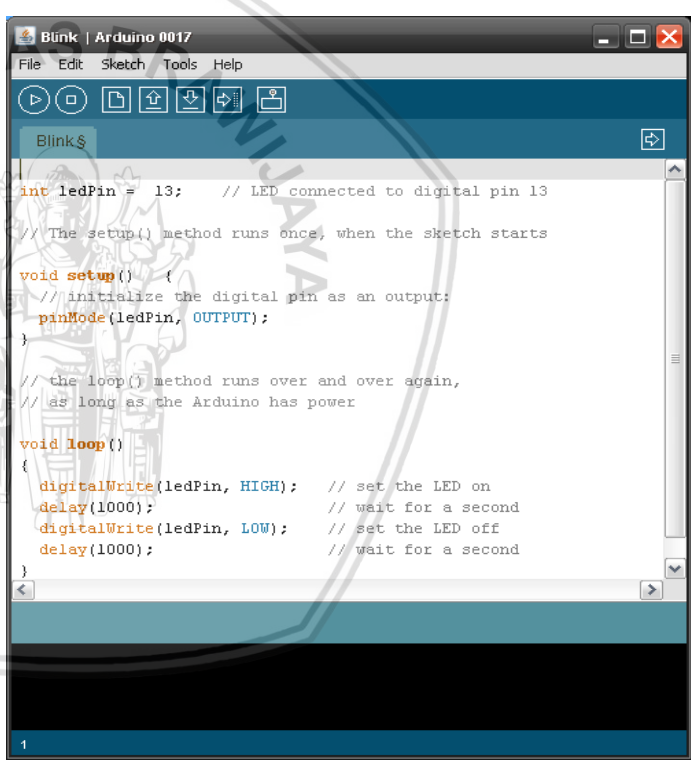
Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select


**File>Sketchbook> Arduino-0017>Examples> Digital>Blink**

Once you have your skecth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select


Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.






Done compiling.


Press Compile button (to check for errors)



Upload

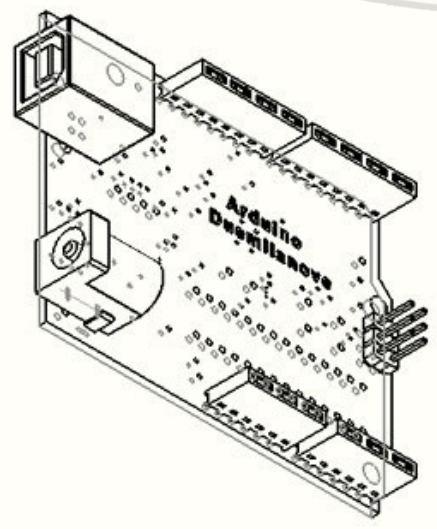
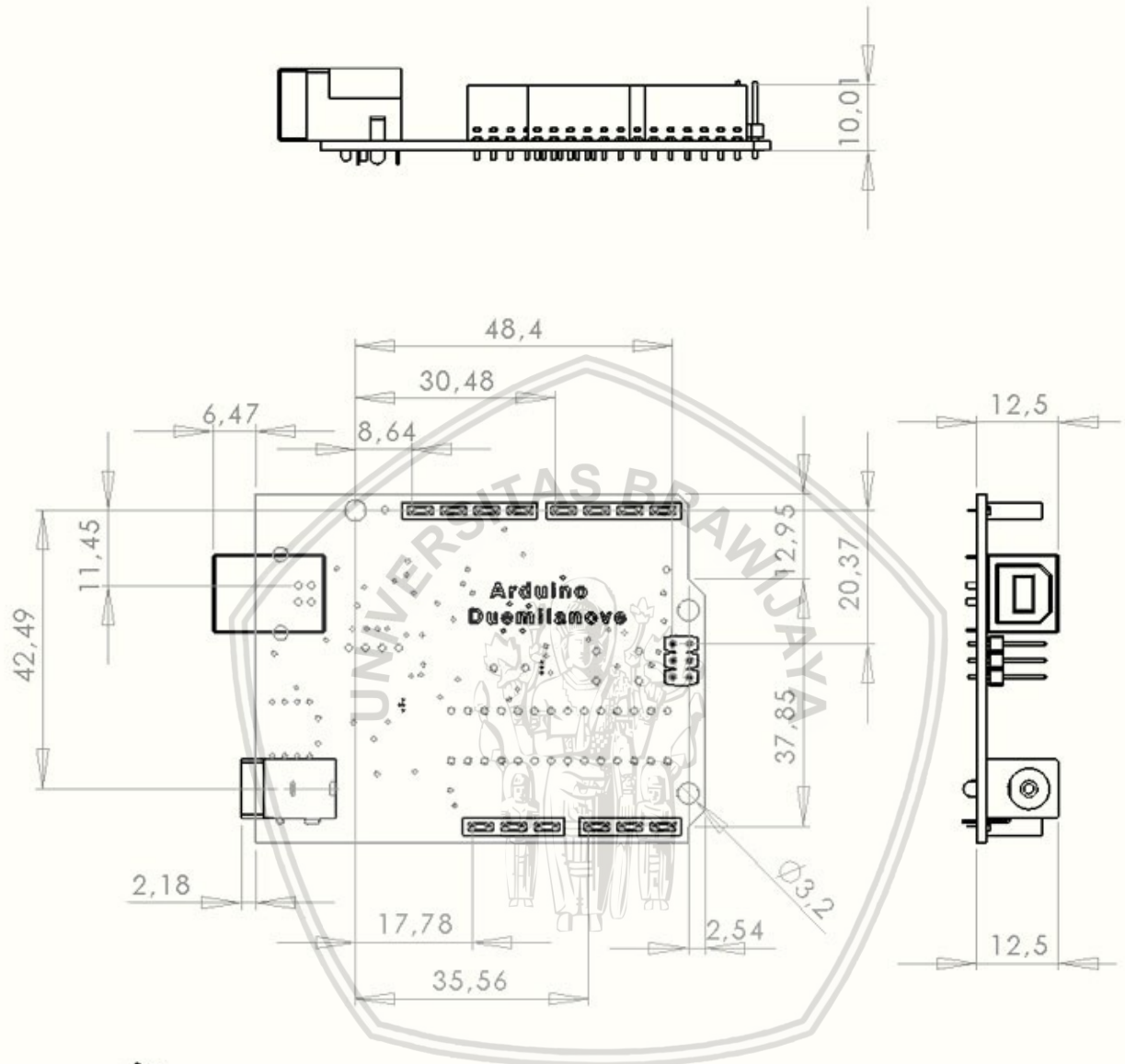


TX RX Flashing



Blinking Led!

Dimensioned Drawing



radiospares

RADIONICS



# Terms & Conditions



## 1. Warranties

- 1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.
- 1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.
- 1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
- 1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.
- 1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.
- 1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## 2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

## 3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

## 4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



## Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.





Tech Support: [services@elecfreaks.com](mailto:services@elecfreaks.com)

## 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 modules 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×velocity of sound (340M/S) / 2,

### Wire connecting direct as following:

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

### Electric Parameter

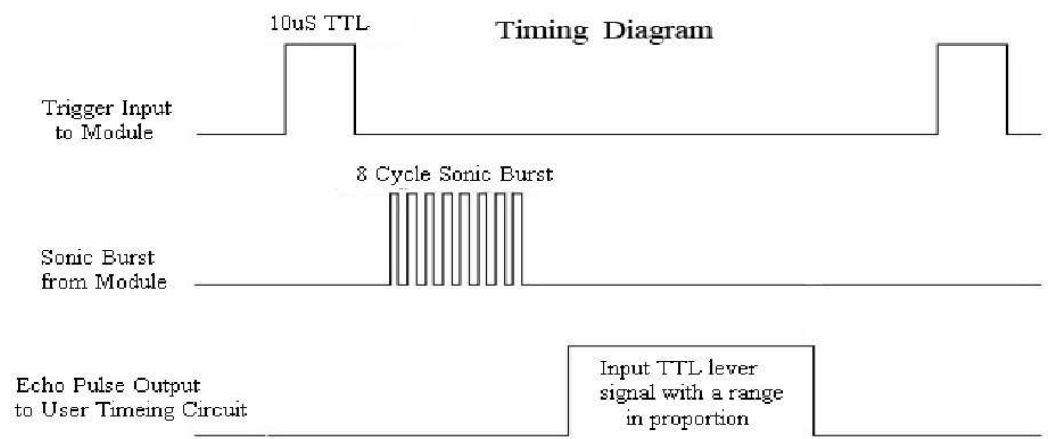
Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm





### Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS 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.Elecfreaks.com](http://www.Elecfreaks.com)

