

## PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN



### PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa tugas akhir yang saya ajukan ini adalah hasil karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di suatu perguruan tinggi atau karya yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka. Karya ini adalah milik saya dan pertanggung jawaban sepenuhnya berada dipundak saya.

Bandar Lampung, 27 september 2019



**Yoga Prasetyo**  
1601020001

**PERSETUJUAN**

Judul Skripsi : **“IMPLEMENTASI ALAT PEMBERI NUTRISI PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO**

Nama Mahasiswa : **Yoga Prasetyo**

No. Pokok Mahasiswa : **1601020001**

Program Studi : **D3 Teknik Komputer**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang Tugas Penutup Studi guna memperoleh gelar Ahli Madya Ilmu Komputer pada Program Studi Teknik Komputer IIB Darmajaya.



Dosen Pembimbing

**Lia Roemalia, ST., M.Kom**  
NIK 01160305

Ketua Program Studi,  
Sistem Komputer

**Bayu Nugroho, S.Kom, M.Eng**  
NTK 00200700

**PENGESAHAN**

Telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir Program Studi Teknik Komputer Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya Bandar Lampung dan dinyatakan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh Gelar

Ahli Madya

**Mengesahkan**

I. Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua : **Abdi Darmawan, S.T.,M.T.I**

Anggota : **Ari Widiantoko, S.Kom.,M.Tech**



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 September 2019

## ABSTRAK

### IMPLEMENTASI ALAT PEMBERI NUTRISI PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO

Oleh

Yoga Prasetyo

Hidroponik adalah suatu teknologi budidaya tanaman dalam larutan nutrisi atau tanpa media buatan (pasir, krikil, perlite, peatmoss, coir, atau sawdust) untuk penunjang mekanik. tetapi saat ini masih banyak petani yang tidak memperhatikan hal tersebut, sebagai contoh tanaman cabe merah yang dimana sering layunya daun cabe dikarenakan kelalaian petani dalam mengecek kondisi air nutrisi hingga kering mengakibatkan tanaman cabe merah layu, Hal tersebut akibat tidak ada air dan nutrisi yang diserap untuk pertumbuhan. Dari permasalahan diatas maka akan dibuat suatu alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik dengan tujuan untuk pemberian nutrisi khususnya di tanaman hidroponik, Perancangan sistem yang di gunakan Sensor *TDS analog meter* dan *sensor water level* sebagai inputan Sensor *TDS* akan membaca nilai kandungan nutrisi A dan B jika campuran nutrisi A dan B setara sedangkan *sensor water level* akan mengukur ketinggian air yang telah dicampur nutrisi pada tanaman hidroponik. Dari hasil uji coba sistem maka mendapatkan hasil jika nilai ppm pada sensor *TDS*  $< 700$  maka *buzzer* akan aktif dan untuk memberitahukan jika campuran nutrisi tidak baik sedangkan jika nilai ppm pada sensor *TDS*  $> 700$  maka *buzzer* akan *low* yang artinya campuran nilai *TDS* sudah normal. Sedangkan jika nilai ADC yang dihasilkan oleh *sensor water level*  $< 400$  maka *buzzer* dan relay akan aktif, Dari kesimpulan alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik ini menggunakan perangkat keras berbais mikrokontroler dengan menggunakan AT MEGA 2560 dengan software bahasa C.

Kata Kunci : *TDS*, *Water Level*, Hidroponik, Nutrisi

## **ABSTRACT**

### **THE IMPLEMENTATION OF NUTRITION PROVIDERS ON HYDROPONIC PLANTS USING ARDUINO-BASED**

**By:**

**Yoga Prasetyo**

Hydroponics is a plant cultivation technology in nutrient solution or without artificial media, such as sand, gravel, perlite, peat moss, coir, or sawdust for mechanical support. Nevertheless, there are still many farmers who have less attention. In case, chilli leaves often wither due to farmer's negligence in checking the condition of the nutritional water to dry resulting in the red pepper plants withering, it is due to the absence of water and nutrients absorbed for growth.

The purpose of this study was to provide special nutrients for hydroponic plants. The design of this system used an analogue TDS Sensor meter and a water level sensor as an input. The TDS sensor was able to read the nutrient content values A and B if the mixture of nutrients A and B was equivalent. Meanwhile, the water level sensor was able to measure the height of the water that had been mixed with nutrients in a hydroponic plant.

The result of this study found that the ppm value on the TDS sensor  $< 700$  then the buzzer was able to be active and notify the nutrient mixture was not good. Whereas the ppm value on the TDS sensor  $> 700$  then the buzzer was low. It meant that the mixture of TDS values was normal. Moreover, if the ADC value generated by the water level sensor  $< 400$ , the buzzer and relay was able to be active. It concluded that the nutrient feeder on this hydroponic plant using microcontroller-based hardware using AT MEGA 2560 with C language software.

**Keywords: TDS, Water Level, Hydroponics, Nutrition**



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERSETUJUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRACT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENGANTAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Ruang Lingkup Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 <i>Studi Literatur</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Dasar Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Pengertian Tanaman.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Media Jenis Air Untuk Tanaman Hidroponik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 Hidroponik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4 Jenis-jenis Tanaman Cabai Merah ( <i>C. annuum</i> var. <i>Longum</i> ) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5 Dosis Pemberian Nutrisi Untuk Tanaman Cabe Hidroponik ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.6 Jenis Jenis Nutrisi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.3	Perangkat Keras Yang Digunakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1	Total Dissolved Solid (TDS).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1.1	TDS Meter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2	<i>Relay Solid State Relay (SSR)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3	Diskripsi <i>Relay Solid State Relay (SSR)</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>	
2.3.3.1	Jenis-jenis Relay .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3.2	Fungsi-Fungsi <i>Relay</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.4	LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.5	Mikrokontroler .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.6	Modul Arduino AT <i>Mega2560</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.7	Arsitektur Arduino Mega 2560 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.8	Konfigurasi Pin Arduino Mega.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4	Perangkat Lunak Yang Digunakan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1	<i>Software</i> Mikrokontroler Arduino Uno	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>defined.</b>	
2.4.2	Program Arduino Ide .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2.1	Header .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2.2	Setup .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2.3	Loop .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.5	Software ISIS & ARES Proteus 7.0..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	<i>Studi Literatur</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Analisa Perancangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.1	Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.2	Rangkaian sensor Water Level	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.3	Rangkaian <i>Relay</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1.4	Rangkaian LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> )	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>not defined.</b>	
3.2.2	Perancangan Perangkat Lunak .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Analisa Kebutuhan Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



3.3.1	Alat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2	Komponen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3	Software .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Implementasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1	Implementasi Perangkat Keras.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Pengujian Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1	Rancangan Pengujian Sensor <i>TDS</i> ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2	Rancangan Pengujian <i>Sensor Water Level</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3	Rancangan Pengujian Relay.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4	Pengujian Sistem Keseluruhan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Analisis Kerja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Hasil.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Hasil Pengujian Catu Daya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3	Hasil Pengujian Sensor TDS Analog Meter	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.4	Hasil Uji Coba.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.5	Hasil Pengujian Sensor Water Level.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.6	Hasil Pengujian Relay .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Analisis Kerja Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	Kelebihan Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	Kekurangan Kekurangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat Yang Dibutuhkan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.2 Komponen Yang Dibutuhkan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.3. Daftar <i>Software</i> Yang Digunakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.1. Pengujian Catu Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2. Hasil Pengujian TDS Analog Meter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sensor <i>Water Level</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Hasil Pegujian <i>Relay Solid State (SSR)</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. TDS Meter.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2. <i>Relay Solid State Relay</i> (SSR).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3. Blok Diagram Solid-State Relay (SSR) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4 Jenis Relay berdasarkan <i>Pole</i> dan <i>Throw</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.7 ATmega 2560 pada Arduino Mega 2560 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 Tampilan Program <i>Arduino Uno</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.9. Tampilan Software ISIS & ARES Proteus...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1. Alur Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 Sensor <i>Water Level Sensor</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.4 Ragkaian <i>Relay Output 1</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.5. Rangkaian <i>Liquid Crystal Display 20 X 4 Output 4</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
Gambar 3.6 <i>Flowcart</i> Sistem .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.9 Prangkat Lunak Arduino .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar. 4.1. Bentuk Fisik Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.2 Ujicoba 1 Liter Air Nutrisi A dan Ujicoba 1 Liter Air Nutrisi B.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.3 Ujicoba 1 Liter Air 10ml Nutrisi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.4 (2 Liter Air 10ml Nutrisi).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.5 (3 Liter Air 10ml Nutrisi).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

<u>lampiran Program</u> .....	51
<u>Lampiran Sensor TDS Analog Meter</u> .....	54
<u>Lampiran Sensor <i>Water Level</i></u> .....	60
<u>Lampiran <i>Relay Solid State (SSR)</i></u> .....	70
<u>Lampiran IC Lengkap</u> .....	77



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Hidroponik adalah suatu teknologi budidaya tanaman dalam larutan nutrisi atau tanpa media buatan (pasir, kerikil, perlite, peatmoss, coir, atau sawdust) untuk penunjang mekanik. Selain untuk meminimalisasi dampak karena keterbatasan iklim, hidroponik juga dapat mengatasi luas tanah yang sempit, kondisi tanah kritis, hama dan penyakit yang tak terkendali, keterbatasan jumlah air irigasi, bisa ditanggulangi dengan sistem hidroponik (Wibowo dan Asriyanti, 2013). Pada sistem hidroponik substrat, sistem pengairan yang digunakan bersifat terbuka, yaitu air bersama larutan nutrisi dialirkan ke tanaman dengan jumlah tertentu, sehingga dapat langsung diserap akar tanaman (Indriyati, 2002). Menurut Roidah (2014) keunggulan budidaya tanaman secara hidroponik antara lain keberhasilan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi lebih terjamin, produksi tanaman lebih tinggi, hasil panen kontinyu, serangan hama dan penyakit berkurang, serta terbebas dari banjir.

Dalam melakukan penanaman hidroponik perlu diperhatikan yaitu pemberian nutrisi, suhu dan penyiraman tetapi saat ini masih banyak petani yang tidak memperhatikan hal tersebut seperti tanaman cabe merah yang dimana sering layunya daun cabe diakarenakan kelalaian petani dalam mengecek kondisi air nutrisi hingga kering yang mana membuat tanaman cabe merah layu akibat tidak ada makanan yang di serap untuk pertumbuhan. Satu-satunya makan cabe merah hidroponik adalah air nutrisi. Sehingga perlu adanya perkembangan dalam sektor pertanian tanaman hidroponik mulai dari penyiraman tanaman, pengukuran suhu dan pemberian nutrisi secara otomatis sehingga dapat membantu meringankan pekerjaan petani serta agar hasil tanaman dapat tumbuh dengan subur.

Dari permasalahan diatas, maka peneliti ingin membuat sebuah **“IMPLEMENTASI ALAT PEMBERI NUTRISI PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO”** sistem kerja dari alat yang telah berkerja dengan baik yaitu. Jika sensor TDS akan mendeteksi nilai ppm

pada nutrisi sedangkan sensor water level sebagai pengukur tinggi air dengan nilai ADC. Hasil perhitungan nilai ppm dan nilai ADC akan ditampilkan pada LCD 20x4

## **1.2 Ruang Lingkup Penelitian**

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu;

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah AT Mega 328.
2. Sensor *water level* digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air pada tanaman hidroponik.
3. Sensor TDS digunakan sebagai penghitung campuran yang dihasilkan oleh nutrisi
4. Dalam penelitian ini peneliti hanya menggunakan 1 buah tanaman hidroponik yaitu cabe merah.
5. Batas maksimal pengukuran sensor TDS hanya 1200 ppm

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana menggunakan sensor water level sebagai pendeteksi ketinggian air pada tanaman hidroponik ?
2. Bagaimana membuat sistem yang dapat mengukur cairan nutrisi menggunakan sensor TDS?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Merancang dan membuat alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik agar dapat membantu petani menjaga kesuburan tanaman hidroponik.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Mempermudah dalam pemberian nutrisi .
2. Dapat mengatasi permasalahan manajemen waktu.
3. Dapat membantu petani dalam memberikan nutrisi yang tepat waktu.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tentang teori – teori yang berkaitan dengan “Implementasi Alat Pemberi Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino ”

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan apa yang akan digunakan dalam uji coba pembuatan alat, tahapan perancangan dari alat, diagram blok dari alat, dan cara kerja alat tersebut.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang implementasi alur, analisis dan pembahasan dari alur yang dirancang.

### **BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dari pengujian sistem serta saran apakah rangkaian ini dapat digunakan secara tepat dan dikembangkan perakitannya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### ***2.1 Studi Literatur***

Penelitian tentang pengatur suhu dan pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik secara otomatis sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringkasan *Studi Literatur* digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

Diakukan oleh peneliti (Subandi, 2016) dengan judul Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Peneliti memanfaatkan Proses pewaktu pada pompa menggunakan metode penundaan, sedangkan untuk proses pembacaan suhu dan kelembaban digunakan sensor DHT11. Hasil percobaan sistem aeroponik didapatkan hasil pertumbuhan sayuran yang signifikan dari segi tinggi batang, panjang daun dan lebar yang berubah-ubah setiap harinya. Perbandingan pertumbuhan antara budidaya sayuran secara aeroponik dengan metode tanam di tanah adalah 2 : 1. Budidaya sayuran aeroponik terbukti lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan budidaya media tanam tanah, hal tersebut disebabkan terpenuhinya nutrisi yang dibutuhkan sayuran secara terus menerus.

Selanjutnya dilakukan oleh peneliti (Prayitno, 2017) dengan judul Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android Alat yang dibuat dalam proyek ini menggabungkan kemampuan arduino mega sebagai sistem akuisisi data yang dilengkapi ethernet shield untuk pengiriman data melalui jaringan internet, sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban, aplikasi khusus android blynk sebagai alat bantu pemantauan, dan RTC untuk pewaktuan secara real time. Arduino Mega juga dihubungkan dengan relay untuk mengatur penyalaan pompa penyiram atau sirkulator air. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa setiap modul dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Dengan kualitas jaringan sesuai pengujian (delay rata-rata ke server blynk 1242ms, diperoleh proses pengiriman perintah dan eksekusi penyiraman air dan pengiriman data lingkungan memerlukan waktu sekitar 1-2 menit.

Selanjutnya dilakukan oleh (Dekita Nuswantara, 2016) dengan judul Desain Sistem Monitoring Pengontrolan Suhu, Kelembaban Dan Sirkulasi Air Otomatis Pada Tanaman Anggrek

Hidroponik Berbasis Arduino Uno Subsistem pengendali yang digunakan yaitu arduino UNO. Mikrokontroler arduino berfungsi untuk membaca sinyal masukan dari sensor suhu kelembaban, sensor pH dan sensor level air ultrasonik. Obyek penelitian menggunakan tanaman anggrek *Dendrobium* usia 5 bulan. Nilai suhu, kelembaban dan pH nutrisi yang diinputkan ke arduino disesuaikan dengan standarisasi suhu, kelembaban dan nutrisi anggrek usia 5 bulan yaitu suhu 23° - 29° C, kelembaban 60 – 80% dan pH 5 – 6. Aktuator akan aktif jika nilai suhu, kelembaban dan pH nutrisi berada di luar batas nilai yang telah diinputkan.

Selanjutnya dilakukan oleh (Alimuddin, 2018) Sistem Monitoring Parameter Suhu Cabe Merah Dengan Sistem Aeroponik Pada Greenhouse untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Sistem monitoring digunakan sensor DHT11 yang berfungsi sebagai pendeteksi suhu cabai merah pada sistem aeroponik dalam greenhouse. Dengan menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dan LCD 16x2 nilai suhu yang terbaca oleh sensor DHT11 akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 sehingga dapat mempermudah petani dalam bercocok tanam cabai merah dengan sistem aeroponi kepada greenhouse. Hasil monitoring suhu menghasilkan 28 – 32 °C pada kondisi pertumbuhan cabe merah.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Tanaman**

Dalam pertanian, tanaman adalah beberapa jenis organisme yang dibudi dayakan pada suatu ruang atau media untuk dipanen pada masa ketika sudah mencapai tahap pertumbuhan tertentu. Pengertian ini dibedakan dari penggunaan secara awam bahwa tanaman sama dengan tumbuhan. Pada kenyataannya, hampir semua tanaman adalah tumbuhan, tetapi kedalam pengertian tanaman tercakup pula beberapa fungi (jamur pangan, seperti jamur kancing dan jamur merang) dan alga (penghasil agar-agar dan nori) yang sengaja dibudidayakan untuk dimanfaatkan nilai ekonominya. Tanaman "sengaja" ditanam, sedangkan tumbuhan adalah sesuatu yang muncul atau tumbuh dari permukaan bumi.

### **2.2.2 Media Jenis Air Untuk Tanaman Hidroponik**

Pemilihan jenis air yang digunakan untuk hidroponik sangat penting. Pasalnya, jenis budidaya tanaman ini menggunakan media air sebagai tempat tumbuhnya tanaman. Lalu, jenis air seperti apa yang paling baik untuk hidroponik?

### **1. Air Hujan**

Cara mengolah air hujan sebagai air yang cocok untuk hidroponik sangat mudah. Ada beberapa metode yang bisa Anda gunakan, yaitu metode elektrolisa, biopori, dan kelola air hujan secara komunal. Metode elektrolisa pada pengolahan air adalah metode membuat air yang tersedia unsur mineral dengan menggunakan listrik.

Biopori dikenal dengan teknik membuat tanah menjadi subur dengan diisinya bahan organik pada lubang tersebut. Faktanya, lubang biopori bisa dimanfaatkan untuk menampung air hujan. Air hujan yang turun ke lubang biopori menyebabkan air diserap oleh tanah. Kemudian air tanah tersebut bisa digunakan untuk hidroponik.

Kelola air hujan secara komunal adalah kegiatan menampung air hujan di tempat terbuka lalu pada bagian penampungnya terdapat pipa yang bisa dialirkan. Pipa tersebut bisa Anda sambungkan ke tempat Anda melakukan hidroponik.

### **2. Air Nutrisi**

Hampir semua buku tentang hidroponik menjelaskan air yang cocok untuk hidroponik adalah jenis air nutrisi. Air nutrisi adalah air yang diberikan tambahan unsur hara tertentu yang dibutuhkan tanaman.

### **3. Air ledeng atau PAM**

Air ledeng bisa digunakan untuk hidroponik, hanya saja perlu perlakuan khusus. Hal ini karena faktor kandungan kaporit dalam air ledeng. Cara Anda supaya bisa menggunakan air ledeng/pam sebagai air untuk tanaman hidroponik adalah dengan melakukan penguapan.

### **4. Air Tawar**

Biasanya air tawar dimanfaatkan untuk budidaya ikan. Ternyata, kalau Anda memanfaatkannya untuk kegiatan hidroponik juga bisa. Apabila ingin mendapatkan air tawar walaupun wilayah Anda tidak dekat dengan danau dan air tawar sebenarnya bisa. Anda tinggal menghilangkan kandungan larutan garam dan mineral pada air tersebut.

### **5. Air Sungai**

Budidaya hidroponik bisa memanfaatkan air sungai sebagai air untuk tanamannya. Penggunaan air sungai sebagai air untuk tanaman hidroponik sama seperti jenis air lain yang memerlukan perlakuan karena kandungan unsur-unsur yang ada di dalamnya.

Air sungai sangat dekat sekali dengan air pembuangan dari rumah tangga dan lainnya sehingga hal pertama yang harus Anda lakukan adalah menghilangkan kuman dengan proses desinfeksi. Kemudian diendapkan supaya reaksi dari desinfeksi berhasil. Selanjutnya, air sungai tersebut disaring hingga tidak ada partikel-partikel tertentu. Ulangi proses ini hingga air jernih dan mencapai pH yang sesuai.

### **2.2.3 Hidroponik**

Hidroponik adalah suatu teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah. Berdasarkan jenis medianya dikenal dua jenis sistem hidroponik yaitu hidroponik kultur air dan substrat. Hidroponik kultur air menggunakan air sebagai media tanamnya, sedangkan pada sistem hidroponik substrat, tanaman ditumbuhkan pada suatu media inert yang bisa berupa pasir, rockwool, kerikil, perlit dan sebagainya. Pada sistem hidroponik substrat, sistem pengairan yang digunakan bersifat terbuka, yaitu air bersama larutan nutrisi dialirkan ke tanaman dengan jumlah tertentu, sehingga dapat langsung diserap akar tanaman (Indriyati, 2002).

Kelebihan sistem hidroponik antara lain penggunaan lahan lebih efisien, tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah, tidak ada resiko untuk penanaman terus menerus sepanjang tahun, kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih, penggunaan pupuk dan air lebih efisien, periode tanam lebih pendek, pengendalian hama dan penyakit lebih mudah.

Kekurangan sistem hidroponik, antara lain membutuhkan modal yang besar, pada “Close System” (nutrisi disirkulasi), jika ada tanaman yang terserang patogen maka dalam waktu yang sangat singkat seluruh tanaman akan terkena serangan tersebut dan pada kultur substrat, kapasitas memegang air media substrat lebih kecil daripada media tanah, sedangkan pada kultur air volume air dan jumlah nutrisi sangat terbatas sehingga akan menyebabkan pelayuan tanaman yang cepat dan stres yang serius (Rosliani dan Sumarni, 2005). Menurut Sutiyoso (2004), kultur hidroponik terdiri dari beragam sistem antara lain sistem substrat, Nutrient Film Technique (NFT), Floating Raft ydroponic atau Hidroponik Rakit Apung, kombinasi NFT-Rakit Apung, Aeroponik dan kombinasi Aeroponik-Rakit Apung. Beberapa model dasar hidroponik yang biasa dikembangkan di Indonesia yaitu : Sistem sumbu (Wick System), Kultur air (Water Culture), Pasang surut (Ebb and Flow), Irigasi tetes (Drips System), NFT ( Nutrient Film

Technique), DFT (Deep Flow Technique), Rakit apung (Floating) dan Kultur udara/kabut (Aeroponic).

Tanaman hidroponik cabe merah memerlukan suhu optimal untuk pertumbuhannya. Tanaman yang terkena suhu panas akan mudah layu dan akhirnya mati. Mempertahankan suhu optimum, oksigen dan tingkat mikroba yang menguntungkan merupakan bagian integral budiadaya tanaman hidroponik. Jika suhu yang lebih tinggi dalam zona akar maka tanaman akan kehilangan banyak energi, Suhu di zona akar terlalu tinggi mempengaruhi integritas membran sel akar. Sebuah gangguan dari membran sel mempengaruhi fungsi akar sehingga serapan hara kurang, dan ini akan mempengaruhi siklus tanaman dan hasil. Jika suhu dalam zone akar lebih rendah dari optimal, tanaman tumbuh lebih lambat karena metabolisme mereka lebih lambat. Apalagi, jika suhu sangat rendah sampai beku dan terjadi kristal es, ini akan mengakibatkan kebocoran sel dan gangguan sel. Saat ini pengalaman saya suhu larutan nutrisi memiliki efek yang lebih besar dari pada suhu udara, Tanaman Lettuce dengan suhu udara berkisar 15°C -31°C dan memiliki suhu didalam larutan nutrisi yang konsisten dari 22°C -24°C, menghasilkan produksi Lettuce yang sangat optimal, baik ukuran, berat dan kualitas produksinya. Pada suhu udara di greenhouse yang tinggi, seperti berkisar 33°C -36°C, bahkan seringkali sampai dengan suhu 38°C, dan kita bisa mengeloa suhu didalam larutan nutrisi 23°C -25°C, tanaman Lettuce masih menghasilkan produksi Lettuce yang baik dan berkualitas. (Indriyati, 2002).

Cabe merupakan tanaman yang sangat diminati oleh penduduk Indonesia, terutama dimanfaatkan untuk bumbu masakan dapur. Apalagi ketika mendekati perayaan perayaan besar, seperti sekarang, sebentar lagi kan sdh mau lebaran ya, volume konsumsi masyarakat Indonesia akan mengalami peningkatan yang bisa dibilang tinggi. Nutrisi yang diberikan untuk tanaman cabai hidroponik yaitu Ab Mix, terdapat dua jenis nutrisi Ab Mix yang biasa di jual di pasaran, yaitu nutrisi yang bersifat umum dan nutrisi yang bersifat khusus. Nutrisi yang bersifat umum terdiri dari dua tipe yaitu nutrisi untuk tanaman buah dan nutrisi untuk tanaman sayur. Sedangkan nutrisi Ab Mix yang bersifat khusus adalah nutrisi yang sengaja di racik secara spesifik untuk jenis tanaman tertentu, seperti Ab mix tomat, Ab Mix terong, Ab Mix cabai, Karena kita membahas cabai maka gunakan yang cocok yaitu nutrisi khusus untuk cabai. Berikan nutrisi ini setelah lewat usia 5 sampai 7 hari pada usia tanam supaya tanaman tidak kaget dengan nutrisi yang bisa jadi akan merusak tanaman cabe.

#### **2.2.4 Jenis-jenis Tanaman Cabai Merah (*C. annuum* var. *Longum*)**

Tanaman cabai memiliki varietas yang jumlahnya sangat banyak. Berkat kemajuan teknologi di bidang pembibitan telah banyak dihasilkan berbagai varietas cabai unggul hibrida oleh berbagai negara atau perusahaan benih unggul di dunia (Setiadi, 2008) yaitu :

- 1) Cabai Kriting Cabai ini berukuran kecil dari cabai merah biasanya, tetapi rasanya lebih pedas dan aromanya lebih tajam. Bentuk fisiknya memang agak berkelokkelok dengan permukaan buah tidak rata sehingga memberikan kesan “keriting”. Buah mudanya ada yang berwarna hijau dan ada yang ungu. Bai Dibandingkan dengan cabai lainnya, cabai keriting lebih tahan terhadap serangan penyakit.
- 2) Cabai tit atau tit super Tit super dikenal sebagai cabai lokal. Tinggi tanaman antara 30-70 cm. buahnya berwarna merah tua menyala dengan ukuran besar, panjang, dan mulus serta ujungnya mengecil runcing dan bengkok.
- 3) Cabai hot beauty Dikalangan petani umumnya cabai ini sering disebut cabai Taiwan. Memang cabai ini merupakan hybrid yang diproduksi dari Taiwan. Ukuran buahnya besar, panjang dan lurus. Daging buahnya tipis dengan rasa kurang pedas dibandingkan cabai keriting.
- 4) Cabai merah lainnya Selain jenis cabai merah yang sudah dijelaskan diatas, ada beberapa jenis cabai merah lain yang ada di Indonesia. Beberapa diantaranya ialah cabai semarang, cabai paris, cabai jatilaba, dan cabai long chili. Cabai semarang mirip cabai tit super. Perbedaannya hanya terletak pada buah yang lebih kecil, pangkalnya lurus, dan berujung bengkok. Cabai paris buahnya besar, lurus dan pangkal sampai ujung, berwarna merah kekuningan, dan berurat atau bergaris putih. Cabai jatilaba buahnya besar, lurus, berkerut-kerut, berujung runcing, dan berwarna merah kehitaman. Cabai long chili merupakan cabai produksi dari Taiwan. Buahnya ramping, panjang berkulit halus, dan berdaging agak tebal dibandingkan hot beauty.

#### **2.2.5 Dosis Pemberian Nutrisi Untuk Tanaman Cabe Hidroponik :**

Untuk awal pertumbuhan cabe hidroponik, gunakan nutrisi sebanyak 600 sampai 700 ppm atau berkisar 5 ml nutrisi A ditambah dengan 5 ml nutrisi B dan dicampurkan dengan 1 liter air. Banyaknya pemberian pupuk ini juga harus kamu sesuaikan dengan pertumbuhan tanaman cabai tersebut. Setiap sepuluh hari sekali kamu bisa menaikkan jumlah nutrisi ppm sedikit demi sedikit

sampai maksimal pemberian nutrisi sampai 1260 sampai 1540 ppm. Setiap seminggu sekali berikan tanaman dengan air yang tidak dicampuri nutrisi selama satu hari.

NO	Lama Penanaman	Nilai Ppm Nutrisi
1	Awal Penanaman	750ppm
2	2 minggu setelah penanaman	1000ppm
3	3 minggu setelah penanaman	1500ppm
4	4 minggu setelah penanaman	2000ppm
5	Masa generative hingga panen	2500ppm

### 2.2.6 Jenis Jenis Nutrisi

Nutrisi adalah sumber pasokan air dan mineral, nutrisi merupakan faktor penting untuk tumbuh kembang dan kualitas hasil tanaman hidroponik, untuk itu harus punya takaran yang tepat dari segi jumlah komposisi ion nutrisi dan suhu. Larutan nutrisi itu sendiri dibagi menjadi dua, yaitu unsur makro (C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg) dan unsur mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo dan Zn). Biasanya kualitas larutan nutrisi dapat diketahui dengan cara mengukur electrical conductivity pada larutan. Dalam pembuatan pupuk hidroponik, baik untuk sayuran, batang dan daun, bunga serta buah. Dibuat dua jenis pekatan A dan B. Kedua pekatan tersebut dicampur saat akan digunakan. Pekatan A dan B tidak dapat dicampur karena apabila kation Ca dalam pekatan A bertemu dengan anion sulfat dalam pekatan B maka akan terjadi endapan kalsium sulfat sehingga unsure Ca dan S tidak dapat diserap oleh akar. Tanaman pun akan menunjukkan gejala defisiensi Ca dan S. Begitu pula bila kation Ca dalam pekatan A bertemu dengan anion fosfat dalam pekatan B akan terjadi endapan ferri fosfat sehingga unsur Ca dan Fe tidak dapat diserap oleh akar.

Nutrisi hidroponik merupakan pupuk yang telah diformulasikan khusus dari garam-garam mineral yang larut dalam air, mengandung unsur-unsur hara penting yang diperlukan tanaman bagi tumbuh dan berkembang. Nutrisi ini terdiri dari 2 bagian yaitu bagian A dan bagian B, dan biasanya disebut AB mix. Cara penggunaannyapun sangat mudah, hanya dengan mencampurkan masing-masing bagian A dan bagian B dengan air, satu persatu secara terpisah, sesuai petunjuk yang diberikan produsen nutrisi tersebut untuk menjadikan larutan stok / pekatan. Larutan stok



ini perlu dicairkan lagi dengan air jika hendak digunakan. ( Jangan mencampurkan larutan A dan Larutan B sekaligus karena akan terjadi pengendapan ).



**Berikut komposisi baik larutan A maupun larutan B :**

Komposisi larutan A

- Kalsium nitrat: 1176 gram
- Kalium nitrat: 616 gram
- Fe EDTA: 38 gram

Komposisi larutan B

- Kalium dihidro fosfat: 335 gram
- Ammonium sulfat: 122 gram
- Kalium sulfat: 36 gram
- Magnesium sulfat: 790
- Cupri sulfat: 0,4 gram
- Zinc sulfat: 1,5 gram
- Asam borat: 4,0 gram
- Mangan Sulfat: 8 gram
- Amonium hepta molibdat: 0,1 gram

## **2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan**

### **2.3.1 Total Dissolved Solid (TDS)**

Total Dissolved Solid (TDS). Arti dari TDS adalah “benda padat yang terlarut” yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut

diluar molekul air murni (H<sub>2</sub>O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber organik seperti lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dan limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berbentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion, yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum.

Sesuai regulasi dari *Enviromental Protection Agency* (EPA) USA, menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500mg/liter (500 ppm). Kini banyak sumber-sumber air yang mendekati ambang batas ini. Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000mg/L maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, klorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (*short-term effect*), tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah *arsenic*, kadmium, nitrat dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air.

#### **2.3.1.1 TDS Meter**

*Total Dissolved Solid* (TDS) Meter adalah alat untuk mengetes jumlah zat padat yang terlarut dalam air. Hasil pengukuran TDS Meter mempunyai satuan *Part Per Million* (PPM) yaitu bagian per satu juta. PPM dapat diartikan suatu jumlah ion dalam suatu larutan. Sebagai contoh, terdapat 1 PPM ion Na dalam suatu larutan, ini berarti dalam larutan tersebut terdapat 1 juta ion Na total *Dissolved Solid* (TDS) merupakan salah satu indikator tingkat pencemaran air yang sering dianalisis. Nilai TDS maksimum untuk air minum adalah 1000 mg/l (WHO). Prinsip dasar TDS : *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah parameter yang menunjukkan kandungan padatan terlarut dalam air yang termasuk didalamnya unsur-unsur pencemaran seperti logam berat dan limbah

organik. Semakin tinggi nilai TDS semakin tercemar kualitas air yang diukur. Nilai TDS yang paling baik untuk dikonsumsi adalah 0, karena TDS 0 bermanfaat untuk :

- 1) Melarutkan endapan kristal yang ada dalam ginjal dan kantung kemih.
- 2) Membersihkan usus besar dan saluran darah dari racun kimia.
- 3) Mengikis kerak (penyebab *rheumatic* dan asam urat) pada persendian.
- 4) Menambah asupan oksigen dalam darah, karena air murni mengikat lebih banyak oksigen.

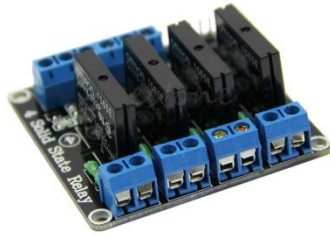


**Gambar 2.1. TDS Meter**

[\(http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/\)](http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/)

### **2.3.2 Relay Solid State Relay (SSR)**

**Solid State Relay** adalah *relay* yang elektronik, yaitu *relay* yang tidak menggunakan kontaktor mekanik. *Solid state relay* menggunakan kontaktor berupa komponen aktif seperti TRIAC, sehingga *solid state relay* dapat dikendalikan dengan tegangan rendah dan dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan AC dengan voltase besar. Baik *relay* kontaktor biasa maupun *solid state relay* (SSR) mempunyai keuntungan dan kerugian. Baik keuntungan maupun kerugian tersebut merupakan ‘*trade-off*’ yang harus dipilih bagi disainer sistem kontrol. seperti pada gambar 2.3.



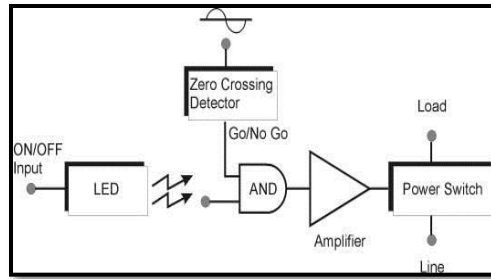
**Gambar 2.2. Relay Solid State Relay (SSR)**  
(Sumber <https://www.solid-state-relay-ssr-module>)

### 2.3.3 Diskripsi Relay Solid State Relay (SSR)

Pada dasarnya *Solid state relay* (SSR) merupakan *relay* yang dapat didiskripsikan sebagai berikut :

1. Mempunyai empat buah terminal, 2 input terminal dan 2 buah output terminal.
2. Tegangan input dapat berupa tegangan AC atau DC.
3. Antara output dan input di isolasi dengan sistem optikal.
4. Output menggunakan keluarga *thyristor*, SCR untuk beban DC dan *TRIAC* untuk beban AC.
5. Switching ON, yang sering disebut '*firing*', *solid state relay* hanya bisa terjadi pada saat tegangan yang masuk ke output pada level yang sangat rendah mendekati nol volt.
6. Output berupa tegangan AC (50 Hz atau 60 Hz).

Sebuah *solid state* kontaktor adalah tugas yang sangat berat solid state relay, termasuk yang diperlukan heat sink, digunakan untuk beralih pemanas listrik, motor listrik kecil dan pencahayaan load di mana sering on/off siklus diperlukan. Tidak ada bagian yang bergerak untuk memakai dan tidak ada kontak bouncing karena getaran. Mereka diaktifkan oleh sinyal kontrol AC atau DC sinyal kontrol dari *Programmable logic controller* (PLC), PC, transistor-transistor logic (TTL) sumber, atau lainnya kontrol *mikroprosesor* dan *Mikrokontroler* (solid state relay, 2014) seperti pada gambar 2.4.



**Gambar 2.3. Blok Diagram Solid-State Relay (SSR)**  
 (Sumber <https://www.solid-state-relay-ssr-module>)

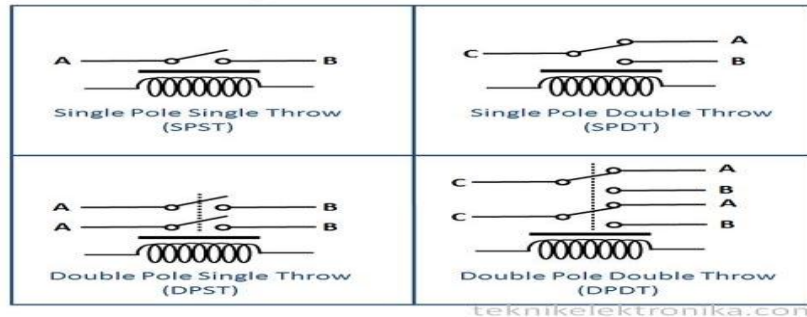
### 2.3.3.1 Jenis-jenis Relay

Berikut ini penggolongan relay berdasar jumlah pole dan throw :

- 1) DPST (Double Pole Single Throw), relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan
- 2) terminal lainnya untuk *coil*. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.
  - A. *SPST (Single Pole Single Throw)*, relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
  - B. *SPDT (Single Pole Double Throw)*, relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
  - C. *DPDT (Double Pole Double Throw)*, relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya terminal yang merupakan 2 pasang *relay SPDT* yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *coil*. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain golongan *relay* diatas, terdapat juga *relay-relay* yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari dua. Misal-nya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya.

Berikut ini merupakan gambar dari jenis *Relay* berdasarkan *Pole* dan *Throw*-nya :



**Gambar 2.4 Jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw**  
 (<http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

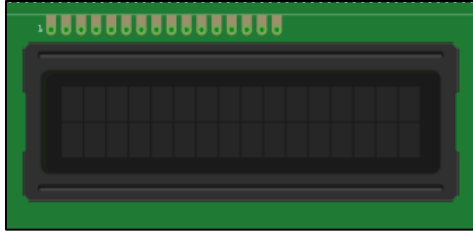
### 2.3.3.2 Fungsi-Fungsi Relay

Beberapa fungsi *relay* yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah :

- 1) *Relay* digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*).
- 2) *Relay* digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*).
- 3) *Relay* digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
- 4) Ada juga *relay* yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*).

### 2.3.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah penampil kristal cair yang terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya. Sel mempunyai ketebalan sekitar  $1 \times 10^{-5}$  meter dan diisi dengan kristal cair. Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk pengaksesan LCD yaitu LCD selalu berada pada kondisi tulis (*Write*) yaitu dengan menghubungkan kaki R/W ke ground. Hal ini dimaksudkan agar LCD tersebut tidak pernah mengeluarkan data (pada kondisi baca) yang mengakibatkan tabrakan data dengan komponen lain di jalur bus. Penampil kristal cair memerlukan catu daya dari power supply sebesar +5 volt. Bentuk LCD seperti pada gambar 2.13.



**Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD**

(Sumber <http://sainsdanteknologiku.blogspot.co.id/2017>)

### **2.3.5 Mikrokontroler**

*Mikrocontroller* adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program pada umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari *Mikrokontroler* ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board *Mikrokontroler* menjadi sangat ringkas. (Arduino, 2016)

### **2.3.6 Modul Arduino AT Mega2560**

Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (*datasheet*). Mempunyai 54 pin digital *input/output* (dimana 14 pun dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin input analog, 2 UARTs (*Hardware serial ports*), sebuah *crystal oscillator* 16 MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, ICSP *header*, dan tombol kembali. Setiap isi dari Arduino Mega 2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler; koneksi mudah antara Arduino mega 2560 ke komputer dengan sebuah kabel USB atau daya dengan AC to DC adaptor atau baterai untuk memulai. Arduino mega cocok sebagai rancangan pelindung untuk Arduino *Deumilanove* atau *Diecimila*.



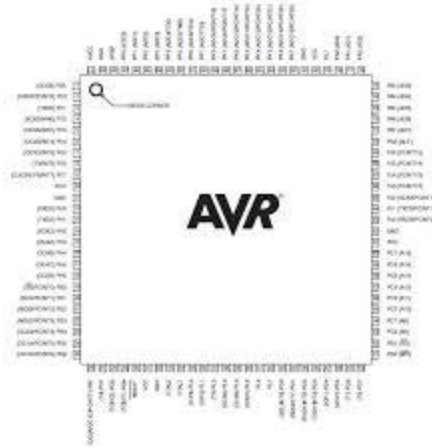
**Gambar 2.6 Arduino Mega 2560**  
(Arduinocorporation.2014)

### 2.3.7 Arsitektur Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 terbentuk dari processor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 memiliki beberapa fitur / spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur gambar 2.14 arduino mega 2560 dapat dilihat sebagai berikut:

- 1) Tegangan Operasi sebesar 5 V
- 2) Tegangan input sebesar 6 – 20 V tetapi yang direkomendasikan untuk ATmega 2560 sebesar 7 – 12 V.
- 3) Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.
- 4) Pin input analog sebanyak 16 pin
- 5) Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA
- 6) Flash memory 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
- 7) SRAM 8 Kbyte
- 8) EEPROM 4 Kbyte
- 9) Serta mempunyai 2 Port UARTs untuk komunikasi serial.





**Gambar 2.7 ATmega 2560 pada Arduino Mega 2560**  
(Atmel Corporation.2014)

### 2.3.8 Konfigurasi Pin Arduino Mega

Penjelasan dari gambar 2.15 Atmega 2560 pada arduino mega 2560 dapat dilihat sebagai berikut

- 1) VCC adalah tegangan catu digital
- 2) GND adalah Ground
- 3) Port A (PA7..PA0)

Port A adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port A memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Port A juga menyajikan fungsi dari berbagai fitur spesial dari Atmega640/1280/1281/2560/2561.

#### 1. Port B (PB7..PB0)

Port B adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port B memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Port B mempunyai kemampuan bergerak lebih baik daripada port lainnya.

#### 2. Port C (PC7..PC0)

Port C adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port C memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port C eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port C dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

### 3. Port D (PD7..PD0)

Port D adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port D memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port D eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor *pull-up* aktif. Pin port D dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

### 4. Port E (PE7..PE0)

Port E adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port E memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port E eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port E dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

### 5. Port F (PF7..PF0)

Port F disajikan sebagai masukan analog ke *A/D converter*. Port F juga menyajikan sebuah port I/O 8 bit dua arah, jika *A/D Converter* tidak digunakan. Pin port dapat menyediakan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port F memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port F *eksternal pulled low* sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port F dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Jika antarmuka JTAG mengizinkan, *pull-up resistor* pada pin PF7(TDI), PF5(TMS), dan PF4(TCK) akan iaktifkan bahkan jika terjadi reset. Port F juga menyajikan fungsi dari antarmuka JTAG.

### 6. Port G (PG7..PG0)

Port G adalah sebuah port I/O 6 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port G memiliki karakter penggerak karakteristik dengan

kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port G eksternal *pulled low* sumber arus jika resistor *pull-up* aktif. Pin port G dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

#### 7. Port H (PH7..PH0)

Port H adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port H memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port H eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port H dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

#### 8. Port J (PJ7..PJ0)

Port J adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port J memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port J eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port J dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

#### 9. Port K (PK7..PK0)

Port K disajikan sebagai masukan analog ke *A/D converter*. Port K adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port K memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port K eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port K dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

#### 10. Port L (PL7..PL0)

Port L adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan *internal pull-up resistor* ( dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port L memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port L eksternal *pulled low* sumber arus jika *resistor pull-up* aktif. Pin port L dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

## 11. Reset

Input reset. Sebuah level rendah pada pin ini untuk lebih panjang dari pada panjang minimum pulsa akan menghasilkan sebuah reset, bahkan jika waktu tidak berjalan. Panjang minimum pulsa dijelaskan pada “Sistem dan karakter reset” pada halaman 360. Pulsa terpendek tidak dijamin menghasilkan sebuah reset .

## 12. XTAL1

Input ke *inverting amplifier oscillator* dan input ke internal jalur operasi waktu.

## 13. 1XTAL2

Keluaran dari *inverting oscillator amplifier*

## 14. AVCC

AVCC merupakan pin tegangan catu untuk port F dan *A/D Converter*. AVCC dapat terhubung secara eksternal ke VCC, bahkan jika ADC tidak digunakan jika ADC digunakan, ADC akan terhubung ke VCC melalui sebuah *low pass filter*.

## 15. AREF

AREF adalah pin referensi analog untuk *A/D Converter* (Atmel Corporation.2014).

## 2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Pengertian perangkat lunak atau biasa disebut software adalah sekumpulan data elektronik yang sengaja disimpan dan diatur oleh komputer berupa program ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau software disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses oleh perangkat keras (hardware). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah.

### 2.4.1 *Software* Mikrokontroler Arduino Uno

*Software arduino* yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. IDE arduino terdiri dari :

1) Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

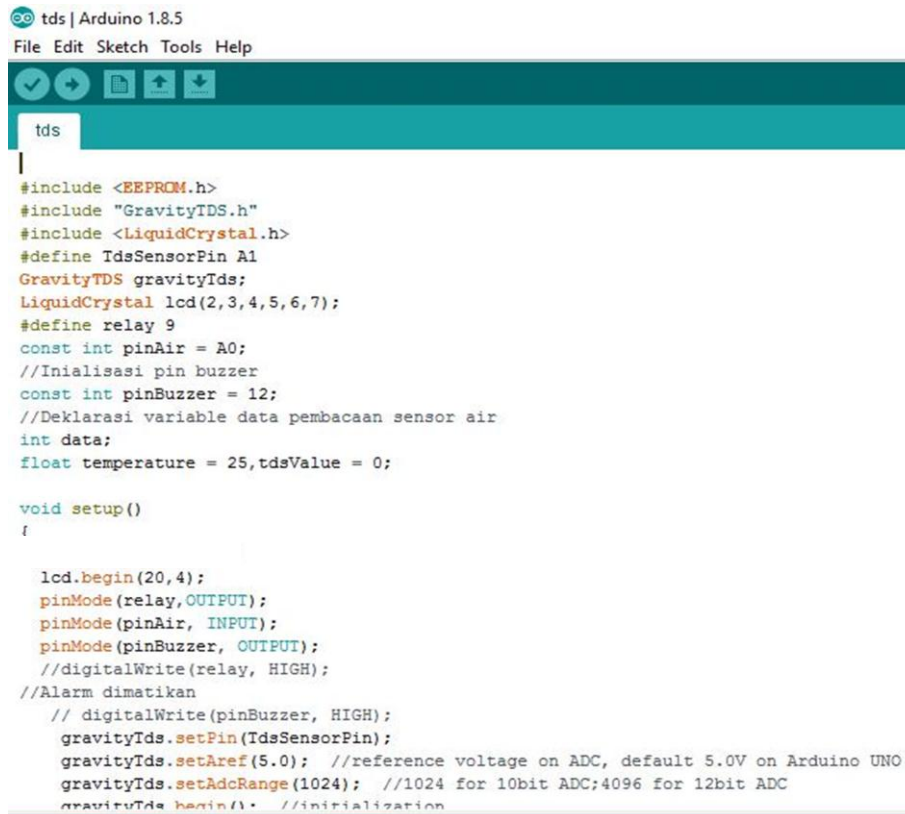
### 2) *Compiler*

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner* bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

### 3) *Uploader*

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port* COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer ke dalam *memory* didalam papan *arduino*.(Sumber: B.Gustomo, 2015 )

## 2.4.2 Program Arduino Ide



```
tds | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

#include <EEPROM.h>
#include "GravityTDS.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#define TdsSensorPin A1
GravityTDS gravityTds;
LiquidCrystal lcd(2,3,4,5,6,7);
#define relay 9
const int pinAir = A0;
//Inialisasi pin buzzer
const int pinBuzzer = 12;
//Deklarasi variable data pembacaan sensor air
int data;
float temperature = 25,tdsValue = 0;

void setup()
{
    lcd.begin(20,4);
    pinMode(relay,OUTPUT);
    pinMode(pinAir, INPUT);
    pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
    //digitalWrite(relay, HIGH);
    //Alarm dimatikan
    // digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
    gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
    gravityTds.setAref(5.0); //reference voltage on ADC, default 5.0V on Arduino UNO
    gravityTds.setAdcRange(1024); //1024 for 10bit ADC;4096 for 12bit ADC
    gravityTds.begin(); //initialization
```

Gambar 2.8 Tampilan Program Arduino Uno

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino* IDE bisa langsung *compile* dan *upload* ke *Arduino Board*. Secara sederhana, *sketch* dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas):

- 1) Header
- 2) Setup
- 3) Loop

#### 2.4.2.1 Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. *Code* dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu *compile*. Di bawah ini contoh *code* untuk mendeklarasikan *variable led* (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13

```
int led = 13;
```

#### 2.4.2.2 Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset: void setup() { // initialize the digital pin as an output. pinMode(led, OUTPUT); }
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan *Arduino* yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1);`

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai *output*, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

#### 2.4.2.3 Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

```
void loop() {
```

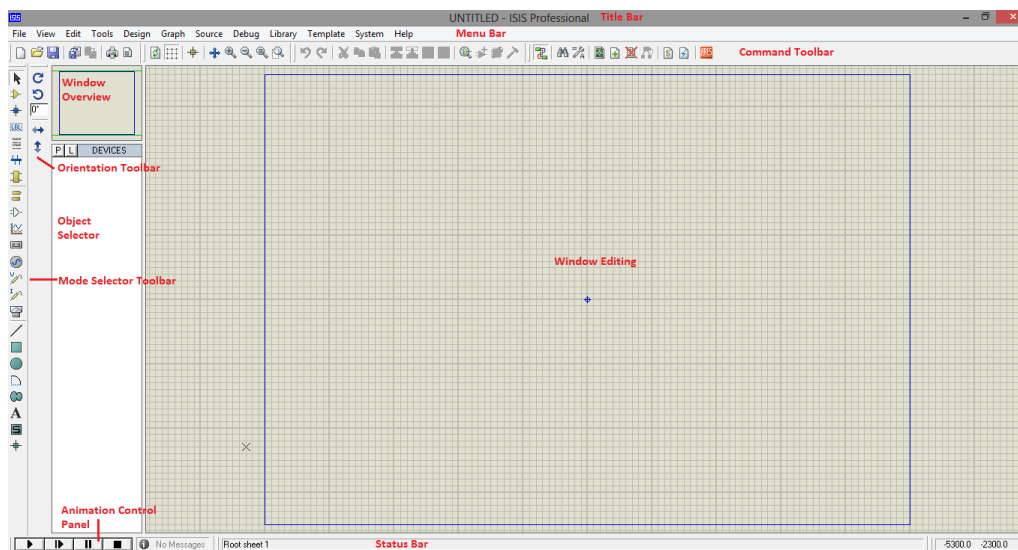
```
digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah *digitalWrite(pinNumber,nilai)* akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas *digitalWrite(led,HIGH)* akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan led = 13) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program di atas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli *Arduino*, pasang ke komputer dan *board arduino*, dan *upload* programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino* board kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di *board Arduino Uno* dan disambungkan ke pin 13.

Selain blok *setup()* dan *loop()* di atas kita bisa mendefinisikan sendiri blok fungsi sesuai kebutuhan. Kita akan jumpai nanti pada saat pembahasan proyek. (Sumber: Septa Ajjie, 2016)

#### 2.4.5 Software ISIS & ARES Proteus 7.0

Proteus adalah sebuah software untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi PSpice pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-upgrade ke PCB sehingga sebelum PCBnya di cetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak apakah sudah benar atau tidak. Proteus mampu mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik yang kita buat. Software Proteus ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroler.



**Gambar 2.9. Tampilan Software ISIS & ARES Proteus**  
(Sumber <https://www.Anakkendali.com>,2018)

Proteus juga bagus untuk belajar elektronika seperti dasar-dasar elektronika sampai pada aplikasi pada mikrokontroller. Software Proteus ini menyediakan banyak contoh aplikasi desain yang disertakan pada instalasinya. Adapun penjelasan dari tiap-tiap komponen yaitu:

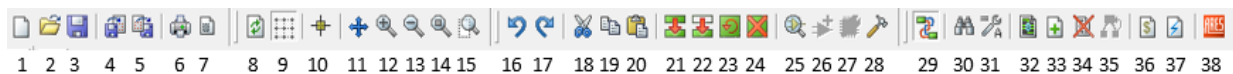
### 1. Title Bar

Berisi nama file yang sedang digunakan dan menunjukkan status simulasi. Pada title bar juga terdapat tombol minimize, maximize/restore, dan close.

### 2. Menu Bar

Berisi menu utama pada ISIS Proteus. Perhatikan gambar berikut. Fungsi-fungsi yang ada di submenu-nya hampir sama dengan software seperti MS Office dan Corel seperti open, save, zoom, undo, dan sebagainya.

### 3. Command Toolbar



Berikut ini penjelasan masing-masing toolbarnya:

1. New Design, digunakan untuk membuat desain baru
2. Open Design, digunakan untuk membuka file yang telah dibuat sebelumnya atau file bawaan ISIS yang dijadikan file sample
3. Save Design, digunakan untuk menyimpan file baru
4. Import Section, digunakan untuk mengimpor file section (.sec) ke lembar kerja
5. Export Section, digunakan untuk mengekspor objek pada window editing menjadi file section (.sec)
6. Print Design, digunakan untuk mencetak file yang sudah dibuat
7. Mark Output Area, digunakan untuk menandai area yang akan dicetak
8. Redraw Display, sama seperti refresh
9. Grid, digunakan untuk menampilkan dan menghilangkan grid sehingga pada window editing bisa tampil kotak-kotak, titik, atau polos



10. Origin, digunakan untuk menentukan koordinat awal
11. Pan, digunakan untuk menampilkan window editing di posisi tengah
12. Zoom In, digunakan untuk memperbesar
13. Zoom Out, digunakan untuk memperkecil
14. Zoom All, digunakan untuk menampilkan seluruh lembar kerja pada window editing
15. Zoom To Area, digunakan untuk menampilkan area tertentu
16. Undo, digunakan untuk mengembalikan proses yang terakhir dikerjakan
17. Redo, digunakan untuk mengembalikan proses undo
18. Cut To Clipboard, digunakan untuk memindahkan objek ke area lain
19. Copy To Clipboard, digunakan untuk menduplikasi objek ke clipboard
20. Paste From Clipboard, digunakan untuk menduplikasi objek dari clipboard
21. Block Copy, digunakan untuk menduplikasi objek yang sudah diblok
22. Block Move, digunakan untuk memindahkan objek yang sudah diblok
23. Block Rotate, digunakan untuk merotasi objek yang sudah diblok
24. Block Delete, digunakan untuk menghapus objek yang sudah diblok
25. Pick Parts From Libraries, digunakan untuk mengambil komponen dari libraries
26. Make Device, digunakan untuk membuat komponen baru
27. Packaging Tools, digunakan untuk membuat paket komponen
28. Decompose, digunakan untuk mengedit komponen
29. Toggle Wire Autorouter, digunakan untuk membuat jalur yang menghubungkan antar komponen
30. Search and Tags Components, digunakan untuk mencari dan men-tag komponen
31. Property Assignment Tool, digunakan untuk mengatur properti pada komponen
32. Design Explorer, digunakan untuk menampilkan informasi objek yang terdapat dalam rangkaian
33. New Root Sheet, digunakan untuk membuat sheet baru
34. Remove/Delete Sheet, digunakan untuk menghapus sheet
35. Exit to Parent Sheet, digunakan untuk kembali ke sheet utama
36. Bill of Materials, digunakan untuk membuat daftar komponen yang digunakan
37. Electrical Rule Check, digunakan untuk memeriksa hubungan antar komponen

38. Netlist Transfer to ARES, digunakan untuk mentransfer netlist ke ARES sehingga dapat dibuat layout PCB

#### 4. Mode Selector Toolbar

Terletak di layar kiri, terdiri dari:



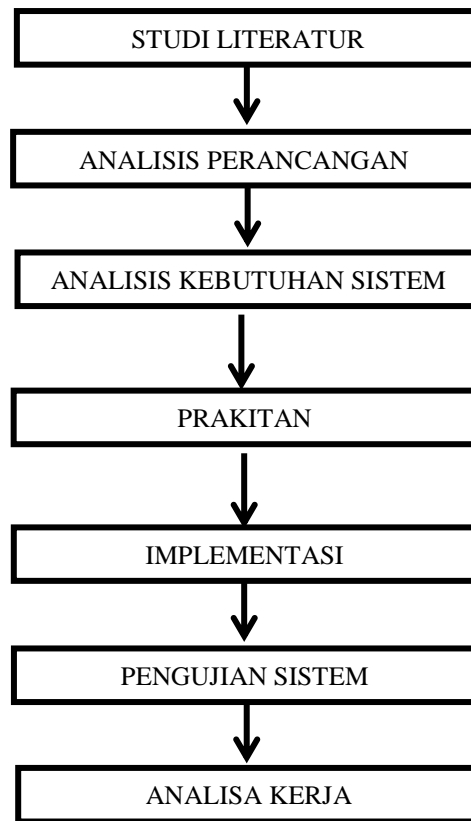
1. Selection Mode, digunakan untuk mengedit objek atau komponen
2. Component Mode, digunakan untuk memilih komponen elektronika yang akan digunakan
3. Junction Dot Mode, digunakan untuk meletakkan junction dot atau titik penghubung
4. Wire Label Mode, digunakan untuk menandai penghubung atau wire
5. Text Script Mode, digunakan untuk membuat script books, misalnya untuk memberi keterangan file desain mengenai fungsi rangkaian maupun nama pengarang
6. Buses Mode, digunakan untuk menghubungkan komponen yang satu dengan yang lain dengan bus
7. Subcircuit Mode, digunakan untuk mengedit subrangkaiian
8. Terminals Mode, berisi terminal yang akan digunakan di rangkaian, terdiri dari terminal input, output, bidir (bidirection), power, ground, dan bus. Power biasanya digunakan untuk sumber tegangan pada mikrokontroler karena di power bisa diatur tegangannya sama dengan Vcc.
9. Device Pins Mode, digunakan untuk meletakkan dan mengedit pin komponen, terdiri dari pin default, invert, posclk, negclk, short, dan bus
10. Graph Mode, digunakan untuk memilih graph/grafik yang akan digunakan, terdiri dari grafik analogue, digital, mixed, frequency, transfer, noise, distortion, fourier, audio, interactive, conformance, DC sweep, dan AC sweep
11. Tape Recorder Mode, digunakan untuk menyimulasikan tape recorder
12. Generator Mode, digunakan untuk menghasilkan sinyal seperti sinyal DC, sine, pulse, EXP, SFFM, PWLIN, file, audio, DState, DEdge, DPulse, DClock, DPattern, dan scriptable
13. Voltage Probe Mode, digunakan untuk mengukur nilai tegangan pada suatu titik
14. Current Probe Mode, digunakan untuk mengukur nilai arus pada suatu titik

15. Virtual Instruments Mode, digunakan untuk menganalisis rangkaian dengan instrumen yang ada, yaitu, oscilloscope, logic analyzer, counter timer, virtual terminal, SPI debugger, I2C debugger, signal generator, pattern generator, DC voltmeter, DC ammeter, AC voltmeter, dan AC ammeter
16. 2D Graphics Line Mode, digunakan untuk membuat grafik berbentuk garis
17. 2D Graphics Box Mode, digunakan untuk membuat grafik berbentuk kotak
18. 2D Graphics Circle Mode, digunakan untuk membuat grafik berbentuk lingkaran
19. 2D Graphics Arc Mode, digunakan untuk membuat grafik berbentuk busur
20. 2D Graphics Closed Path Mode, digunakan untuk membuat grafik berbentuk lintasan tertutup
21. 2D Graphics Text Mode, digunakan untuk menuliskan teks
22. 2D Graphics Symbols Mode, digunakan untuk membuat gambar yang digunakan sebagai symbol
23. 2D Graphics Markers Mode, digunakan untuk membuat tanda pada rangkaian



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam rancang bangun pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino . Alur penelitian yang digunakan seperti pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1. Alur Penelitian**

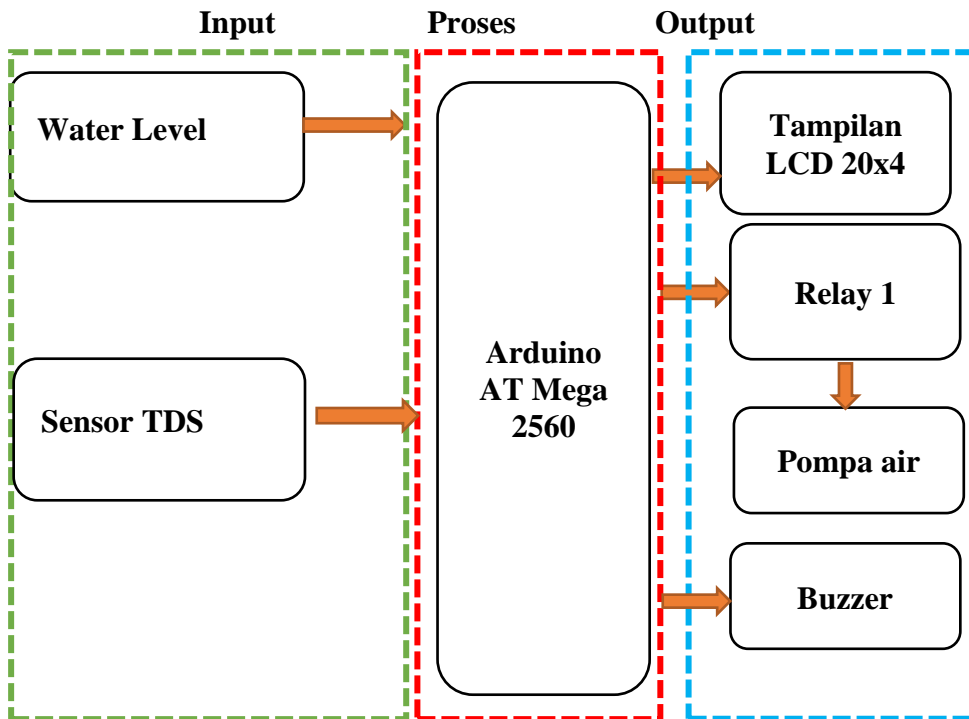
### **3.1 Studi Literatur**

Pada metode ini penulis mencari bahan penulisan tugas akhir yang diperoleh dari buku, jurnal dan website yang terkait dengan pembuatan rancang bangun pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino .

### **3.2 Analisa Perancangan Sistem**

Perancangan sistem merupakan suatu hal yang dilakukan untuk mempermudah proses pembuatan alat. Konsep rancang bangun pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino digambarkan pada diagram blok dapat dilihat pada gambar 3.2 Blok diagram

menjelaskan gambaran umum mengenai cara kerja dari sistem monitoring peringatan dini bencana banjir dan tanah longsor yang akan dibuat.



**Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem**

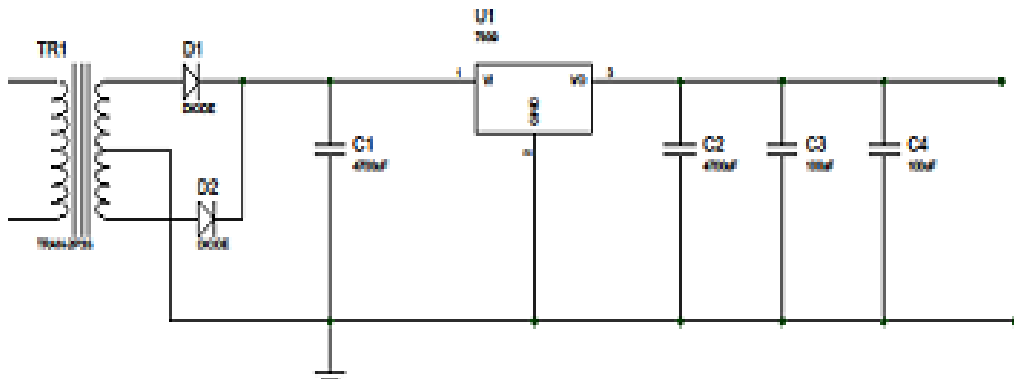
Dari gambar blok diagram di atas sistem dapat diketahui sistem kerja dari alat yaitu. Jika sensor TDS akan mendeteksi nilai ppm pada nutrisi A dan B yang akan digunakan sebagai peberi nutrisi pada tanaman cabe sedangkan sensor water level sebagai pengukur tinggi air. Jika nilai perhitungan analog to digital converter  $<400$  maka buzzer akan hidup dan jika nilai ppm pada nutrisi kurang dari 700ppm maka pompa akan menyala untuk memberi cairan nutrisi pada tanaman cabe Hasil perhitungan akan ditampilkan pad LCD 20x4

### **3.2.1 Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan menjadi bagian yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan suatu alat karena dengan merancang terlebih dahulu dengan komponen yang tepat akan mengurangi berlebihnya pembelian komponen dan kerja alat sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menghindari kerusakan komponen perlu dipahami juga akan karakteristik dari komponen-komponen tersebut.

### 3.2.1.1 Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian power supply digunakan untuk merubah tegangan AC 220V menjadi DC 12V dalam pembuat power suplay 9 volt peneliti menggunakan IC LM7809 menyalurkan sumber tegangan ke semua komponen elektronika yang ada pada suatu rangkaian agar rangkaian tersebut dapat bekerja seperti pada gambar 3.3.



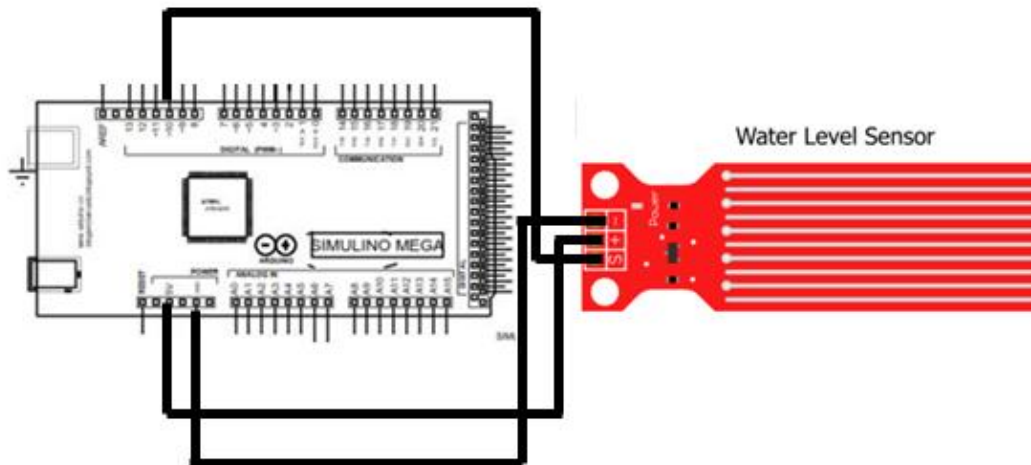
**Gambar 3.3 Rangkaian *Power Supply***

Penjelasan gambar 3.3 rangkaian power supplay dapat dilihat sebagai berikut :

- TR1 adalah Transformator Centre Tap dengan 2 kaki input 220V AC dan 2 kaki output 12V
- D1 dan D2 adalah dioda 6A05 yang dirangkai bridge
- U1 adalah IC Regulator 7809 dengan 1 kaki tegangan masukan, 1 kaki ground, dan 1 kaki tegangan keluaran
- C1 adalah kapasitor (penyaring) dengan besar kapasitansi 4700 $\mu$ F
- C2 adalah kapasitor (penyaring) dengan besar kapasitansi 4700 $\mu$ F
- C3 dan C4 adalah kapasitor (penyaring) dengan besar kapasitansi 100nF

### 3.2.1.2 Rangkaian sensor *Water Level*

Rangkaian *water level sensor* digunakan sebagai *inputan* dalam mengukur tinggi air yang akan diproses oleh Arduino Uno. Gambar rangkaian *Water level sensor* dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.3.



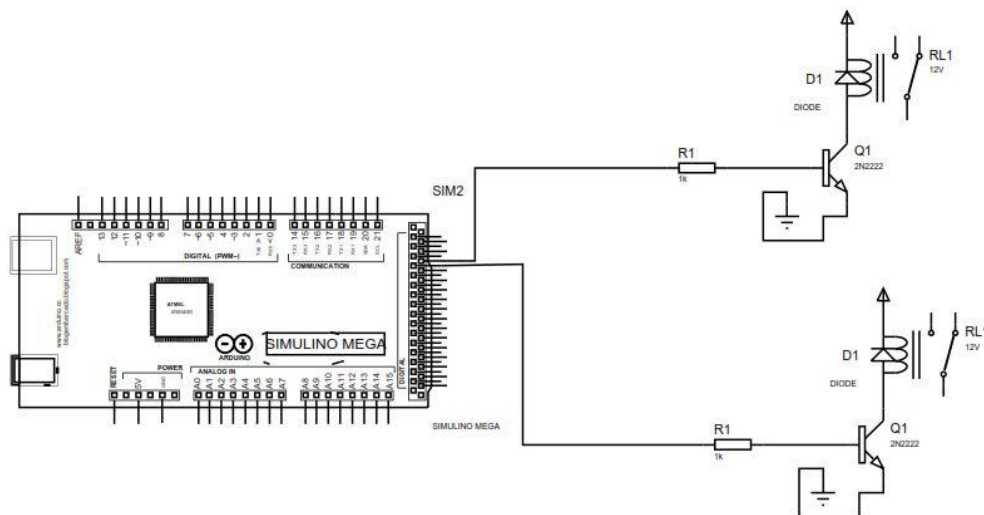
**Gambar 3.3 Sensor Water Level Sensor**

Pada rangkaian *water level sensor* kaki data out akan dihubungkan ke pin digital 10 pada arduino mega agar hasil proses pada Arduino dapat mengukur tinggi kondisi Air . Penjelasan penggunaan PIN Arduino dan *water level sensor* sebagai berikut :

- *Water Level Sensor* mendapat tegangan input sebesar +5.0V dari sumber tegangan.
- Kaki GND dihungkan ke air.
- Kaki Data 1 (Level Waspada) mendapat pin D10 dari mikrokontroler.

### 3.2.1.3 Rangkaian Relay

Rangkaian *relay* digunakan sebagai *output* yang akan diproses oleh arduino sehingga akan menyalakan pompa yang digunakan sebagai penyiram tanaman dan pemberi nutrisi. Gambar rangkaian *relay output* dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.8 berikut ini.





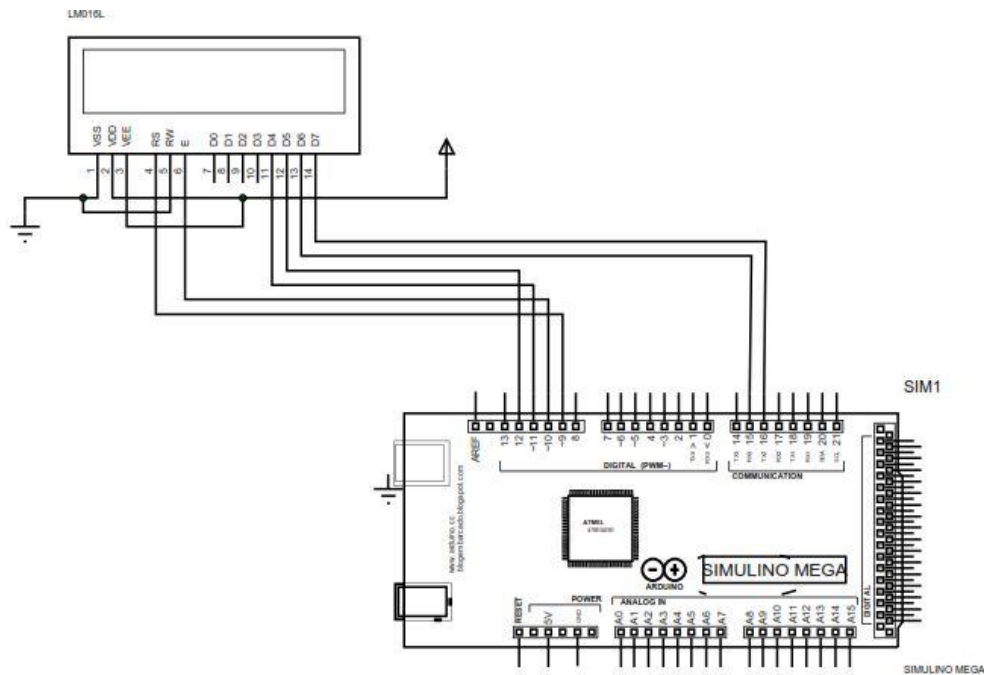
### Gambar 3.4 Rangkaian *Relay Output 1*

Pada rangkaian *relay* hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin analog arduino agar hasil proses pada arduino dapat membuka dan menutup pompa yang digunakan sebagai penyiram tanaman serta pemberi nutrisi. Penjelasan penggunaan PIN arduino dan *relay* pada gambar 3.8 ditampilkan sebagai berikut:

- Pin D21 dan D22 mikrokontroler mendapat resistor dengan tahanan sebesar  $100\Omega$
- Resistor mendapat kaki basis dari transistor BC547
- Kaki kolektor transistor BC547 terhubung dengan kaki coil relay dan kaki anoda dari dioda 1N4001
- Kaki katoda dari dioda 1N4001 mendapat tegangan masukan sebesar +12V dan kaki coil relay
- Kaki NO Relay terhubung ke NO kontaktor
- Kaki COM Relay terhubung ke coil kontaktor

#### 3.2.1.4 Rangkaian *LCD (Liquid Crystal Display)*

Rangkaian LCD Digunakan sebagai *outputan* untuk menampilkan informasi berbentuk data yang berasal dari sumber masukan dari, *sensor TDS dan water level* yang telah diolah oleh Arduino . Gambar rangkaian LCD dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.5 berikut ini.



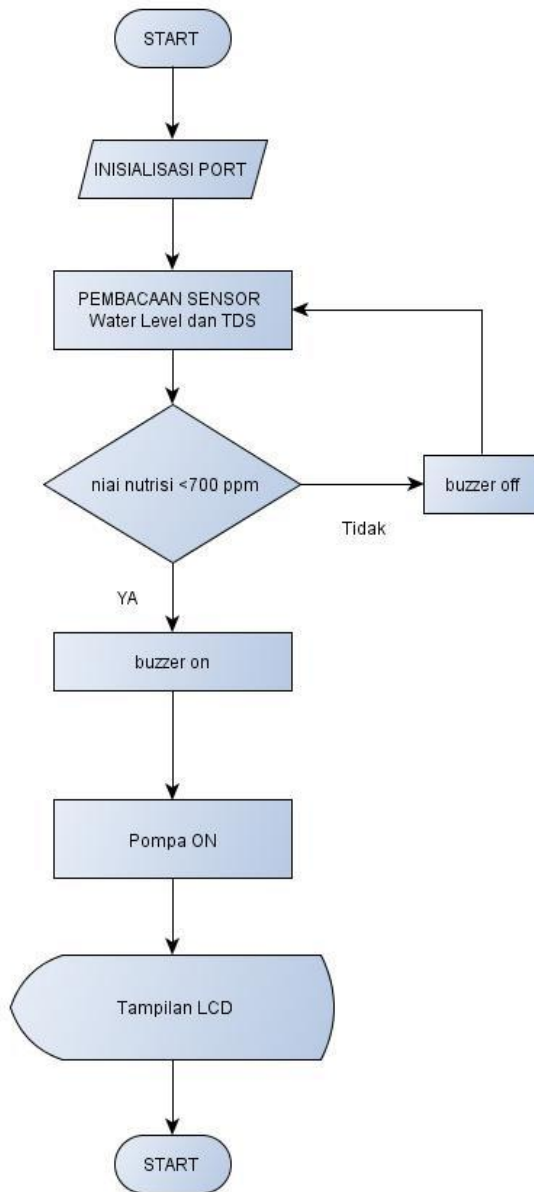
Gambar 3.5. Rangkaian *Liquid Crystal Display 20 X 4 Output 4*

Pada rangkaian LCD hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin digital arduino uno agar hasil proses pada arduino dapat ditampilkan kedalam LCD. Penjelasan dari gambar 3.5 penggunaan PIN arduino dan LCD 20x4 sebagai berikut:

- Kaki VSS LCD mendapat Ground dari sumber tegangan
- Kaki VCC LCD mendapat tegangan input sebesar +5.0V dari sumber tegangan
- Kaki VEE LCD terhubung dengan Pin Potensio
- Kaki D4 LCD terhubung dengan Pin D9 mikrokontroler
- Kaki D6 LCD terhubung dengan Pin D11 mikrokontroler
- Kaki D11 LCD terhubung dengan Pin D12 mikrokontroler
- Kaki D12 LCD terhubung dengan Pin D14 mikrokontroler
- Kaki D13 LCD terhubung dengan Pin D12 mikrokontroler
- Kaki D14 LCD terhubung dengan Pin D14 mikrokontroler
- Kaki D15 LCD terhubung dengan Pin D12 mikrokontroler
- Kaki A0-A2 mendapat Ground dari sumber tegangan.

### **3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak**

Perancangan perangkat lunak dibuat dari pembuatan *flowchart* untuk pembuatan pada *hardware*. Pada gambar 3.6. akan ditampilkan *flowchart* dari program yang akan dibuat dalam penelitian ini.



**Gambar 3.6 Flowcart Sistem**

Di bawah ini merupakan penjelasan dari *flowchart* program pada gambar 3.6 sebagai berikut:

Star adalah proses penyalaan alat dan Inisialisasi port adalah proses membaca port pada arduino. sistem kerja dari alat yang telah berkerja dengan baik yaitu. Jika sensor TDS akan mendeteksi nilai ppm pada nutrisi jika niai ppm <700 maka relay dan buzzer akan aktif. Hasil perhitungan akan ditampilkan pad LCD 20x4

End

### 3.3 Analisa Kebutuhan Sistem

Tahapan selanjutnya setelah membuat rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yaitu membuat analisa kebutuhan sistem. Analisa kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui alat dan komponen serta perangkat lunak apa saja yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem.

#### 3.3.1 Alat

Sebelum membuat rancang bangun pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Alat Yang Dibutuhkan**

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Komputer/ laptop	Window 7-10 32/64bit	Untuk membuat sebuah aplikasi yang akan di pakai di perangkat keras dan perngkat lunak	1 unit
2	Multitester	Analog/Digital	digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA- $\mu$ A)	1 buah
3	Obeng	Obeng + dan -	Untuk merangkai alat	1 buah
4	Solder	-	Untuk menempelkan timah ke komponen	1 buah
5	Bor pcb	-	Untuk membuat lobang baut atau komponen	1 buah
6	Tang Potong	-	Untuk memotong kabel dan kaki komponen	1 buah
7	Kit Arduino	-	Komponen Komplit arduino UNO	1 buah

#### 3.3.2 Komponen

Sebelum membuat rancang bangun pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar komponen yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2 Komponen Yang Dibutuhkan**

No	Nama Alat	Sepesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Kit Arduino UNO	Atmega328	Sebagai proses perintah yang akan di jalankan	1
2	<i>Sensor Water Level</i>		Digunakan sebagai pengukur suhu tanaman	1
3	<i>Sensor TDS</i>		Sebagai pembaca kadar	1

			campuran pada nutrisi	
4	Relay		Digunakan sebagai outputan untuk ON/OFF pompa	2
5	Lcd 20x4		Digunakan sebagai tampilan dari sensor	1
6	Jumper		Digunakan sebagai penghubung/menjumper seluruh komponen	30

### 3.3.3 Software

Sebelum membuat rancang bangun

peranti nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar Software yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3. Daftar Software Yang Digunakan**

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	IDE Arduino	Arduino 1.6.3	Membuat program yang akan di-download perangkat arduino
2	Proteus	7.1 Profesional	Merancang rangkaian yang akan digunakan untuk membuat alat

## 3.4 Implementasi

Setelah mengumpulkan alat dan bahan, langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi rancangan alat yang telah dibuat. Pada tahap ini hasil rancangan yang telah dibuat akan diimplementasikan untuk menjadi sistem yang sesungguhnya. Implementasi pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu: Implementasi perangkat keras dan Implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan sistem yang dilakukan dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

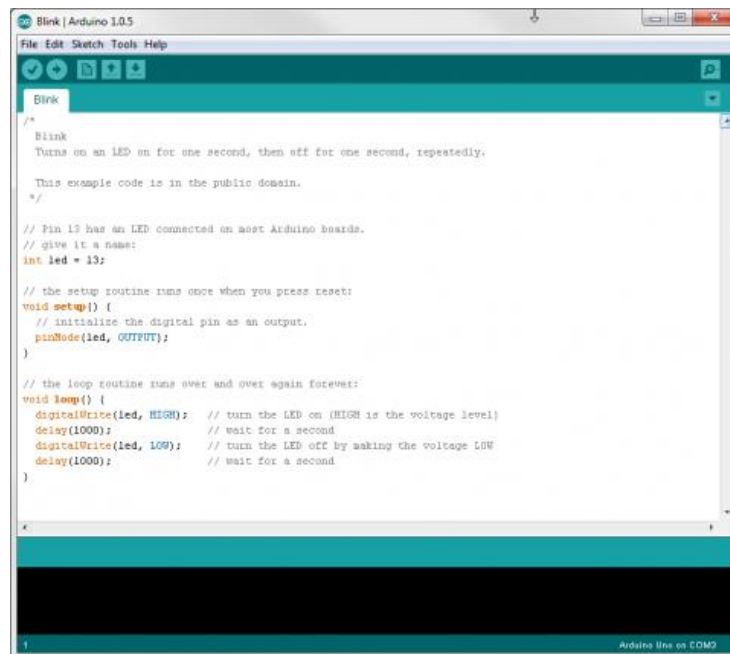
### 3.4.1 Implementasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat

### 3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Penerapan perangkat lunak merupakan suatu tahap dimana program yang telah hhd dirancang akan disimpan kedalam modul *mikrokontroler* melalui *downloader* dan menggunakan *software* tertentu sesuai dengan bahasa pemrograman yang akan digunakan. Disini peneliti menggunakan bahasa C dan menggunakan *software* Arduino. Pada *Software* Arduino program ditulis kemudian *dicompile*, tujuannya adalah untuk mengetahui apakah program yang dibuat

sudah benar atau belum. Langkah terakhir yaitu meng-*upload* program kedalam modul *mikrokontroler*.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 1.0.5". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". The main text area contains the following code:

```
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
```

The bottom status bar indicates "Arduino Uno or COM9".

**Gambar 3.9 Prangkat Lunak Arduino**

### 3.5 Pengujian Sistem

Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai, maka yang dilakukan adalah *running* program, pengujian tiap-tiap rangkaian apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Pengujian dilakukan pada bagian-bagian seperti pengujian respon, jangkauan sistem, catu daya dan rangkaian keseluruhan pada sistem ini.

#### 3.5.1 Pengujian Sensor TDS

Pengujian Sensor *TDS* bertujuan untuk mengetahui apakah sensor telah berkerja dengan baik dalam mengukur nilai ppm pada nutrisi untuk tanaman hidroponik. Dalam melakukan uji coba peneliti menggunakan 2 cairan nutrisi yaitu nutrisi A dan B serta menggunakan suntikan yang terdapat ukuran milli yang digunakan sebagai pengukur cairan yang akan dicampur kedalam air. Langkah dalam melakukan uji coba sensor *TDS* yang pertama dengan menggunakan 5 milli cairan nutrisi A dan B yang akan dicampur dengan air 1 liter sehingga peneliti dapat mengetahui berapa ppm yang akan dihasilkan dengan 1 liter air yang dicampur nutrisi 5 milli.

### **3.5.2 Pengujian *Sensor Water Level***

Pengujian *Sensor water level* bertujuan untuk mengetahui apakah sensor telah berkerja dengan baik dalam mengukur nilai adc pada air akan di ujicoba berapa akurat ketika sensor membaca air. Langkah pengujian sensor water laver peneliti memasukan air kedalam paralon, selanjutnya peneliti memperhatikan nilai analog to digital comverter pada tampilan LCD.

### **3.5.3 Pengujian Relay**

Pengujian relay bertujuan untuk mengetahui apakah relay dapat dengan baik dalam menjalan pompa yang digunakan sebagai penyiram dan pemberi nutri. Apakah sudah sesuai dengan yang ada dalam program arduino yang telah dibuat. Langkah pengujian relay yaitu dengan nempelkan air pada sensor water level dan peneliti memperhatikan kedipan lampu yang ada pada relay.

### **3.5.4 Pengujian Sistem Keseluruhan**

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memastikan semua komponen dapat berjalan dengan sempurna. Mulai dari power supplay, *TDS*, *Sensor water level relay*, blok sistem arduino uno dan program yang mengatur jalannya sistem keseluruhan.

### **3.6 Analisis Kerja**

Untuk analisa kerja, dilakukan bersama pada saat melakukan uji coba alat yang bertujuan untuk mengetahui kerja alat tersebut. Selain itu yang akan dianalisa adalah jarak, respon dalam untuk inputan pada sistem implementasi alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah di dapat akan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibuat sesuai dengan harapan.





## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil uji coba dan analisis terhadap sistem. Pengujian dimulai dengan memastikan setiap komponen (arduino, sensor *TDS*, sensor water level, relay, sistem keseluruhan dan *catu daya*) apakah alat yang telah dibuat dalam kondisi bagus dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang telah dibuat, kemudian mengecek setiap jalur yang terhubung dengan komponen yang digunakan telah terkoneksi, dimana rangkaiannya disesuaikan dengan gambar skematiknya.

### **4.1 Hasil**

Uji coba dilakukan untuk memastikan rangkaian yang dihasilkan mampu bekerja sesuai dengan yang diharapkan. maka terlebih dahulu dilakukan langkah pengujian dan mengamati langsung rangkaian serta komponen. Hasil pengukuran ini dapat diketahui rangkaian telah bekerja dengan baik atau tidak, sehingga apabila terdapat kesalahan dan kekurangan akan terdeteksi. Gambar 4.1 berikut ini merupakan gambar dari bentuk fisik alat yang telah dibuat.



**Gambar. 4.1. Bentuk Fisik Alat**

Dari hasil perakitan peneliti dapat mengetahui sistem kerja dari alat yang telah berkerja dengan baik yaitu. Jika sensor TDS akan mendeteksi nilai ppm pada nutrisi sedangkan sensor water level sebagai pengukur tinggi air dengan nilai ADC. Jika nilai  $ADC < 400$  maka relay dan buzzer akan aktif. Hasil perhitungan akan ditampilkan pad LCD 20x4

### 4.1.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pada pengujian ini meliputi pengujian sensor *TDS*, *sensor water level* pengujian catu daya dan rangkaian keseluruhan. Pengujian ini dilakukan agar peneliti dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang telah di buat hasil pengujian sebagai berikut:

### 4.1.2 Hasil Pengujian Catu Daya

Tujuan dilakukannya pengujian catu daya ini adalah untuk memastikan tegangan pada catu daya apakah stabil sesuai dengan kebutuhan dari alat yang dibuat atau dirancang dimana kebutuhan dari alat yang dibuat sebesar 9 volt. Maka perlu diadakannya ujicoba catu daya sehingga dapat mengetahui apakah hasil rangkaian catu daya sudah sesuai dengan kebutuhan dalam membuat suatu alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis arduino

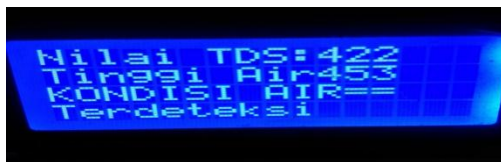
**Tabel 4.1. Pengujian Catu Daya**

Tahap pengujian	Inputan volt AC	Regulator yang digunakan	Output hasil pengukuran (volt)	
			Tanpa beban	Dengan beban
1	220 V	LM 7809	8,864 V DC	6,48V DC

Dari hasil tabel diatas dalam uji coba power supplay dapat memberikan keluaran sesuai dengan rancangan dan kebutuhan sebesar 9 volt. Dalam ujicoba power supplay peneliti menggunakan *inputan* sebesar 220v dengan regulator LM 7809 sehingga menghasilkan outputan tanpa beban sebesar 8,84 V DC serta apabila dengan ada tambahan beban maka menghasilkan ouputan sebesar 6,48 V DC.

### 4.1.3 Hasil Pengujian Sensor TDS Analog Meter

Pengujian TDS analog meter digunakan sebagai pengganti inputan dalam mengukur nilai ppm pada campuran nutrisi yang nantiinya akan digunakan sebagai pemberi nutri pada tanaman hidroponik. hasil pengujin dapat dilihat pada tabel 4.2.



**Gambar 4.2 Ujicoba 1 Liter Air Nutrisi A dan Ujicoba 1 Liter Air Nutrisi B**



**Gambar 4.3 Ujicoba 1 Liter Air 10ml Nutrisi**



**Gambar 4.4 (2 Liter Air 10ml Nutrisi)**

**Gambar 4.5 (3 Liter Air 10ml Nutrisi)**

**Tabel 4.2. Hasil Pengujian TDS Analog Meter**

Uji Coba Ke	Pemberian Campuran Nutrisi		Pemberian Air (Liter)	Hasil Pembacaan Sensor
	A Milli	B Milli		
1	5 Milli	-	1 Liter	863ppm
	-	5 Milli	1 Liter	422ppm
	5 Milli	5 Milli	1 Liter	998ppm
	5 Milli	5 Milli	2 Liter	705ppm
	5 Milli	5 Milli	3 Liter	588ppm

Dari hasil dari ujicoba *sensor TDS* dapat diketahui sebagai berikut yaitu jika nutrisi yang diberikan A atau B 5 milli dengan air 1 liter maka nilai ppm yang dihasilkan yaitu sebesar 863ppm, sedangkan jika nutrisi yang diberikan nutri A dan B sama-sama 5milli maka nilai yang dihasilkan yaitu 998ppm, sedangkan jika A dan B di campur dengan air 1 liter maka yang dihasilkan 998ppm.

#### 4.1.4 Hasil Uji Coba

#### 4.1.5 Hasil Pengujian Sensor Water Level

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa tidak ada kesalahan pada perintah terhadap keluaran yang didapatkan. Pada tahap ini pengujian melakukan ujicoba sensor terkena air dan tidak terkena air pada tahap ini akan ditampilkan pada tabel uji coba sebagai berikut :

**Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sensor *Water Level***

Ujicoba ke	Status Nilai ADC Sensor Water Level	Status Buzzer	Keterangan
1	100	High	Air Kondisi Habis
2	200	High	Air Kondisi Habis
3	300	High	Air Kondisi Habis
4	350	High	Air Kondisi Habis
5	400	Low	Air Kondisi Penuh

Dari hasil ujicoba sensor water level dapat diketahui jika sensor water level membaca nilai ADC <400 maka buzzer akan aktif sedangkan jika sensor water level membaca nilai ADC >400 buzzer akan low yang dimana sensor ini akan digunakan sebagai pengukur tinggi air pada tanaman hidroponik.

#### 4.1.6 Hasil Pengujian Relay

Pengujian *Relay* bertujuan untuk mengetahui apakah *Relay* dapat berkerja dengan baik dalam mengunci dan membuka pintu toilet .

**Tabel 4.4 Hasil Pegujian *Relay Solid State (SSR)***

Uji Coba Ke-	Status Nilai Sensor Water Level	Relay	Status Pompa	Keterangan
1	<400	Aktif (High)	Aktif	Sedang Mengisi Air
2	>400	Tidak Aktif Low	Tidak Aktif	Tidak Mengisi

Dari hasil ujicoba dapat diketahui jika relay akan aktif apabila sensor water level <400 dan relay akan mati jika sensor water level mengukur nilai ADC mencapai >400.

#### 4.2 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji kinerja sistem impleentasi alat pemeberi nutrisi pada tanaman hidroponik . Peneliti akan menguji coba sistem mulai dari kerja sensor TDS, sensor water level dan pengujian keseluruhan dilakukan ujicoba sistem agar peneliti dapat mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat berkerja dengan baik. Dari hasil ujicoba sistem dapat diketahui bahwa sistem dapat berkerja dengan baik sesuai perintah pada program yang telah dibuat hasil dari ujicoba sistem keseluruhan dapat dilihat seperti pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan**

<b>Nilai PPM Pada Sensor TDS</b>	<b>Status Buzzer</b>	<b>Relay</b>	<b>Keterangan</b>
863ppm	LOW	LOW	Nutrisi normal
422ppm	HIGH	HIGH	Nutrisi tidak normal
998ppm	LOW	LOW	nutrisi normal
705ppm	LOW	LOW	Nutrisi normal
588ppm	HIGH	HIGH	Nutrisi tidak normal

Dari hasil ujicoba sistem keseluruhan dapat diketahui sensor tds <700 maka *buzzer* dan relay akan aktif dan untuk memberitahukan jika campuran nutrisi tidak baik sedangkan jika nilai tds > 700 maka *buzzer* dan relay akan low yang artinya campuran nilai tds sudah normal..

### **4.3 Analisis Kerja Sistem**

#### **4.3.1 Kelebihan Sistem**

1. Sistem pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik ini dapat mengukur nilai ppm pada kandungan nutrisi A dan nutrisi B
2. Di lengkapi dengan *buzzer* untuk memberi peringatan jika nilai nutrisi mencapai batas normal
3. Nilai ppm dapat di ukur sehingga pencampuran nutrisi yang akan di siramkan sesuai dengan takaran

#### **4.3.2 Kekurangan Sistem**

1. Sistem alat pemberi nutrisi belum menggunakan timer untuk penjadwalan pemberian nutrisi
2. Nilai pengukuran sensor TDS hanya mencapai 1200ppm
3. Belum dapat mengontrol pemberian nutrisi secara otomatis atau terjadwal.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian dan analisa sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik ini menggunakan perangkat keras berbasis mikrokontroler dengan menggunakan AT MEGA 2560 dengan sofeware bahasa C
2. sensor water level di gunakan untuk mendeteksi ketinggian atau kedalaman air dengan membaca nilai ADC yang di digunakan sebagai pengukur ketinggian air nutrisi pada tanaman hidroponik yang ketiga menggunakan relay dan pompa akuarium yang digunakan sebagai pemberi cairan nutrisi jika air nutrisi pada tanaman telah kering.
3. Sensor TDS untuk pengukuran nilai ppm yang terkandung pada cairan nutrisi A dan B,
4. Dari hasil ujicoba keseluruhan alat pemberi nutrisi pada tanaman hidroponik dapat diketahui jika sensor TDS  $<700$  maka buzzer dan relay akan aktif dan untuk memberitahukan jika campuran nutrisi tidak baik sedangkan jika nilai TDS  $> 700$  maka buzzer dan relay akan low yang artinya campuran nilai tds sudah normal.. aktif sehingga dari hasil alat tersebut sudah sesuai dengan racangan

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil yang dimiliki oleh alat sehingga perlu diadakanya pengembangan. Berikut saran untuk pengembangan penelitian :

1. Diharapkan agar selanjutnya dapat dikembangkan dengan ditambahkan sensor yang dapat mendeteksi nilai pH pada nutrisi
2. Diharapkan memanfaatkan sumber energi alternatif lain nya seperti tenaga surya agar alat terus bekerja pada saat listrik padam
3. Dirharapkan selanjutnya dapat di tambah penjadwalan pemberi nutrisi dengan menggunakan RTC dan setting penjadwalan melalui kaypad.
4. Diharapkan dapat menambahkan timer pemberi nutrisi agar pemberi nutrisi dapat terjadwal
5. Diharapkan selanjutnya dapat menggunakan sensor TDS tipe terbaru di karnakan sistem

pemberi nutrisi saat ini hanya dapat mengukur nilai ppm mencapai 1200, dengan menggunakan sensor tds terbaru di harapkan dapat membaca nutrisi lebih dari 1200ppm





## DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin. (2018). Sistem Monitoring Parameter Suhu Cabe Merah Dengan Sistem Aeroponik Pada Greenhouse untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *Teknik Mesin Untirtav*, Vol 4.
- Arduino. (2016). *Arduino Uno & Geniuno Uno*. Retrieved Mei 6, 2016, from Arduino Website: <https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>
- Dekita Nuswantara. (2016). Desain Sistem Monitoring Pengontrolan Suhu, Kelembaban Dan Sirkulasi Air Otomatis Pada Tanaman Anggrek Hidroponik Berbasis Arduino Uno . *Pendidikan dan Teknologi Informas*, Vol 4.
- Delya, B., Tusi, A., Lanya, B., & Zulkarnain, I., 2014. Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pasang Surut Otomatis untuk Budidaya Tanaman Cabai. Lampung: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- Prayitno, W. A. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol 4.
- Subandi, A. (2016). Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Teknologi di Industri (SENIATI)*.
- Watiningsih, T., Kholistianingsih, & Wahjudi, D., 2016. Pengendali Waktu Penyiraman pada Tanaman Hidroponik Menggunakan IC 555. Semarang: Universitas Stikubank.

# Solid-State Relays

## Features

- Rugged, epoxy encapsulation construction
- 4,000 volts of optical isolation
- Subjected to full load test and six times the rated current surge before and after encapsulation
- Unique heat-spreader technology
- Guaranteed for life

## Overview

In 1974, Opto 22 introduced the first liquid epoxy-filled line of power solid-state relays (SSR). This innovation in SSR design greatly improved the reliability and reduced the cost of manufacturing. At that time, we also incorporated into our manufacturing process 100% testing under full load conditions of every relay we produced.

By 1978, Opto 22 had gained such a reputation for reliability that we were recognized as the world's leading manufacturer of solid-state relays. Through continuous manufacturing

## Part Numbers

Part	Description
<b>AC Switching</b>	
120A10	120 VAC, 10 Amp, AC Control
120A25	120 VAC, 25 Amp, AC Control
240A10	240 VAC, 10 Amp, AC Control
240A25	240 VAC, 25 Amp, AC Control
240A45	240 VAC, 45 Amp, AC Control
120D3	120 VAC, 3 Amp, DC Control
120D10	120 VAC, 10 Amp, DC Control
120D25	120 VAC, 25 Amp, DC Control
120D45	120 VAC, 45 Amp, DC Control
240D3	240 VAC, 3 Amp, DC Control
240D10	240 VAC, 10 Amp, DC Control
240Di10	240 VAC, 10 Amp, DC Control, with LED Indicators
240D25	240 VAC, 25 Amp, DC Control
240Di25	240 VAC, 25 Amp, DC Control, with LED Indicators
240D30-HS	240 VAC, 30 Amp, DC Control, with integrated heatsink
240D45	240 VAC, 45 Amp, DC Control
240Di45	240 VAC, 45 Amp, DC Control, with LED Indicators
380D25	380 VAC, 25 Amp, DC Control
380D45	380 VAC, 45 Amp, DC Control
480D10-12	480 VAC, 10 Amp, DC Control, Transient Proof
480D15-12	480 VAC, 15 Amp, DC Control, Transient Proof
480D25-12	480 VAC, 25 Amp, DC Control, Transient Proof
480D25-HS	480 VAC, 25 Amp, DC Control, Transient Proof, with integrated heatsink
480D45-12	480 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof



Opto 22 Power Series SSR

improvements and the same 100% testing policy established over 40 years ago, Opto 22 is still recognized today for the very high quality and reliability of all our solid-state relays.

## Description

Opto 22 offers a complete line of SSRs, from the rugged 120/240/380-volt AC Series to the small footprint MP Series, designed for mounting on printed circuit boards. All Opto 22 SSRs feature 4,000 volts of optical isolation, and most are UL and CSA recognized. The innovative use of room-temperature liquid epoxy encapsulation, coupled with Opto 22's unique heat-spreader technology, are key to mass producing the world's most reliable solid state relays.

Every Opto 22 solid state relay is subjected to full load test and six times the rated current surge both before and after

Part	Description
<b>AC Switching</b>	
575D15-12	575 VAC, 15 Amp, DC Control, Transient Proof
575D45-12	575 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof
575D30-HS	575 VAC, 30 Amp, DC Control, Transient Proof, with integrated heatsink
575Di45-12	575 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof, with LED Indicators
MP120D2 or P120D2	120 VAC, 2 Amp, DC Control. P model is low profile.
MP120D4 or P120D4	120 VAC, 4 Amp, DC Control. P model is low profile.
MP240D2 or P240D2	240 VAC, 2 Amp, DC. P model is low profile.
MP240D4 or P240D4	240 VAC, 4 Amp, DC. P model is low profile.
MP380D4	380 VAC, 4 Amp, DC
Z120D10	Z Model, 120 VAC, 10 Amp, DC Control
Z240D10	Z Model, 240 VAC, 10 Amp, DC Control

<b>DC Switching</b>	
DC60P or DC60MP	60 VDC, 3 Amp, DC Control. P model is low profile.
DC200P or DC200MP	200 VDC, 1 Amp, DC Control. P model is low profile.
DC60S-3	60 VDC, 3 Amp, DC Control
DC60S-5	60 VDC, 5 Amp, DC Control

<b>Accessories</b>	
SAFETY COVER	Power Series SSR safety cover
SSR-HS	Power Series SSR heatsink
SSR-THERMOPAD	Thermal conductive pad (pack of 10)

encapsulation. This double testing of every part before it leaves the factory means you can rely on Opto 22 solid state relays. All Opto 22 SSRs are guaranteed for life.

Accessories for the Power-Series SSRs include a safety cover, a heatsink, and a matching thermal conductive pad. See [page 3](#).

### Power Series SSRs



Opto 22 provides a full range of Power Series relays with a wide variety of voltage (120–575 volts) and current options (3–45 amps). All Power Series relays feature 4,000 volts of optical isolation and have a high PRV rating. Some Power Series relays include built-in LEDs to indicate operation. See [page 4](#).

### DC Series

The DC Series delivers isolated DC control to large OEM customers worldwide. All DC control SSRs are LS TTL compatible.

### AC Series

The AC Series offers the ultimate in solid state reliability. All AC Power Series relays feature a built-in snubber as well as zero-voltage turn-on and zero-current turn-off. Transient-proof models offer self protection for noisy electrical environments.

### Z Series SSRs



The Z Series employs a unique heat transfer system that makes it possible for Opto 22 to deliver a low-cost, 10-amp, solid state relay in an all-plastic case. The push-on, tool-free quick-connect terminals make the Z Series ideal for high-volume OEM applications. Operating temperature: –40 °C to 100 °C. See [page 7](#).

### Printed Circuit Series SSRs



Opto 22's Printed Circuit Series allows OEMs to easily deploy solid state relays on printed circuit boards. Two unique packages are available, both of which will switch loads up to four amps. Operating temperature: –40 °C to 100 °C. See [page 9](#).

## Solid-State Relays

### MP Series

The MP Series packaging is designed with a minimum footprint to allow maximum relay density on the printed circuit board.

### P Series

The P Series power relays provide low-profile [0.5 in. (12.7 mm)] center mounting on printed circuit boards.

### HS Series SSRs



The HS Series features an integrated heatsink, which makes them so *cool*. These relays have less thermal resistance inside, so heat dissipates more easily than in a standard SSR mounted to the same heatsink. With the heatsink built-in, you don't have to select one from a catalog, and installation is much easier. Includes a DIN-rail adapter. See [page 13](#).

### Specifications (all Power Series models)

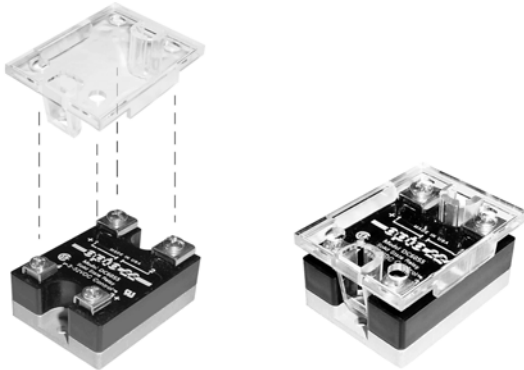
- 4,000 V optical isolation, input to output
- Zero voltage turn-on
- Zero-current turn-off
- Turn-on time: 0.5 cycle maximum
- Turn-off time: 0.5 cycle maximum
- Operating temperature: –40 °C to 100 °C
- Operating frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with six times off-state leakage)
- Coupling capacitance, input to output: 8 pF maximum
- Hermetically sealed
- DV/DT Off-state: 200 volts per microsecond
- DV/DT commutating: snubbed for rated current at 0.5 power factor
- UL recognized
- CSA certified
- CE component
- Torque specs for screws (this spec is both the recommended torque and the maximum torque you should use):  
Control terminals, 10 in-lb (1.13 N-m)  
Field terminals, 18 in-lb (2.03 N-m)

# Solid-State Relays

## Power Series SSR Accessories

### Safety Cover

A plastic safety cover (Opto 22 part number SAFETY COVER) is available for use with Opto 22 Power Series SSRs. The safety cover reduces the chance of accidental contact with relay terminals, while providing access holes for test instrumentation.



An optional plastic safety cover can be installed on a Power Series SSR.

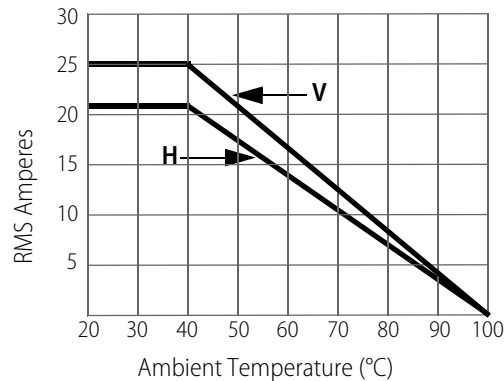
### SSR-HS Heatsink

Custom designed for the Power Series SSRs, the SSR-HS heatsink provides excellent heat dissipation when mounted to the SSR with a matching thermal conductive pad, used in place of silicon grease. One thermal pad is included with the heatsink. Additional pads may be purchased in packs of 10 (part number SSR-THERMOPAD). DIN-rail adapter is included.

### Thermal Ratings

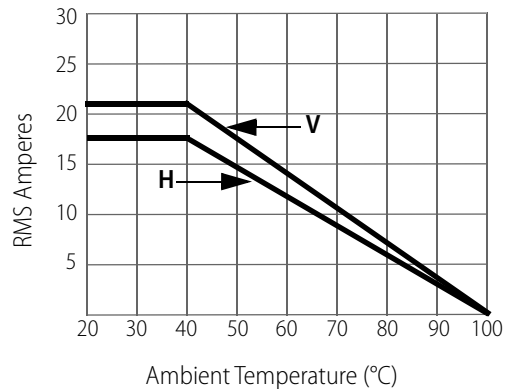
The thermal ratings shown in the following graphs were obtained with an SSR attached to a heatsink using a thermal conductive pad.

#### 45 Amp Relay on SSR-HS Heatsink Derating



**V:** Heatsink mounted to a **vertical** surface  
**H:** Heatsink mounted to a **horizontal** surface.

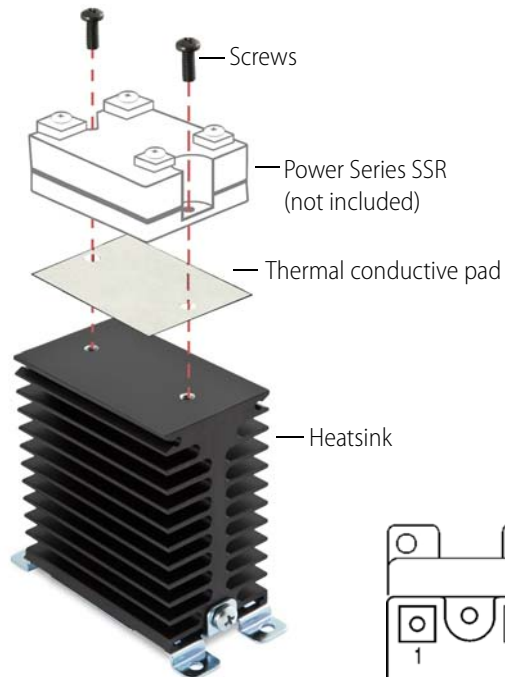
#### 25 Amp Relay on SSR-HS Heatsink Derating



**V:** Heatsink mounted to a **vertical** surface  
**H:** Heatsink mounted to a **horizontal** surface.

### Heatsink Assembly

Before attaching the SSR, remove the protective film from both sides of the thermal pad, then place the pad on the heatsink making sure to align the holes. Secure the SSR to the heatsink with the two 8-32 x 3/8" panhead Phillips screws included in the kit. Use 20 in-lb (2.26 N-m) of torque.



*NOTE: To take advantage of the cooling effect of natural air flow, mount the SSR/heatsink assembly to a vertical surface with the Opto 22 logo right side up as shown here.*

# Solid-State Relays

## AC Power Series Specifications

Opto 22 provides a full range of Power Series relays with a wide variety of voltage (120–575) and current options (3–45 amps). All Power Series relays feature 4,000 volts of optical isolation and have a high PRV rating. Operating temperature is –40 °C to 100 °C.

### 120/240/380 Volt

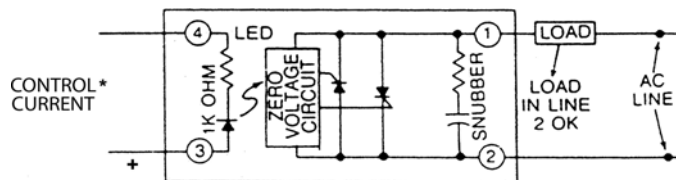
NOTE: Model numbers ending in -17 are replacement parts only. Their specifications are identical to the same model number without the -17. For example, 240D10-17 is identical to 240D10.

Model Number	Nominal AC Line Voltage	Nominal Current Rating (Amps)	1 cycle Surge (Amps) Peak	Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	Signal Pick-up Voltage (32V allowed)	Signal Drop-out Voltage	Peak Repetitive Voltage Maximum	Maximum Output Voltage Drop	Off-State Leakage (mA) Maximum**	Operating Voltage Range (Volts AC)	$t_{\text{off}}$ Rating $t=8.3$ (ms)	Isolation Voltage	$\theta_{\text{jc}}^*$ (°C/Watt)	Dissipation (Watts/Amp)
120D3	120	3	85	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	2.5mA	12–140	30	4,000V <sub>RMS</sub>	11	1.7
120D10	120	10	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.6
120D25	120	25	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
120D45	120	45	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
240D3	240	3	85	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	5 mA	24–280	30	4,000V <sub>RMS</sub>	11	1.7
240D10	240	10	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.6
240Di10	240	10	110	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.6
240D25	240	25	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
240Di25	240	25	250	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	12–280	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
240D45	240	45	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
240Di45	240	45	650	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
380D25	380	25	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	800	1.6 volts	12 mA	24–420	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
380D45	380	45	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	800	1.6 volts	12 mA	24–420	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
120A10	120	10	110	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.6
120A25	120	25	250	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
240A10	240	10	110	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.6
240A25	240	25	250	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	1.3
240A45	240	45	650	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9

Note:  $\theta_{\text{jc}}^*$  = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

\*\* Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)

### Connection Diagram, DC Power Series



\*Control Current varies with control voltage. See "Control Current Calculation" on page 17 for information.

# Solid-State Relays

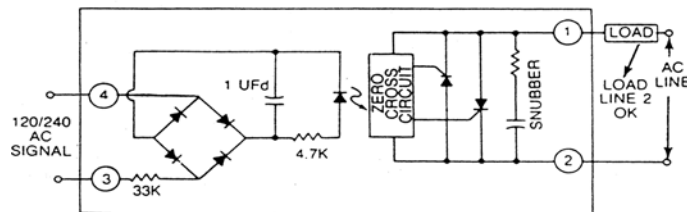
## 120/240/380 Volt (cont.)

### Surge Current Data

Time (Seconds)	Time* (Cycles)	3-Amp Peak Amps	10-Amp Peak Amps	25-Amp Peak Amps	45-Amp Peak Amps
0.017	1	85	110	250	650
0.050	3	66	85	175	420
0.100	6	53	70	140	320
0.200	12	45	60	112	245
0.500	30	37	50	80	175
1	60	31	40	67	134
2	120	28	33	53	119
3	180	27	32	49	98
4	240	26	31	47	95
5	300	25	30	45	91
10	600	24	28	42	84

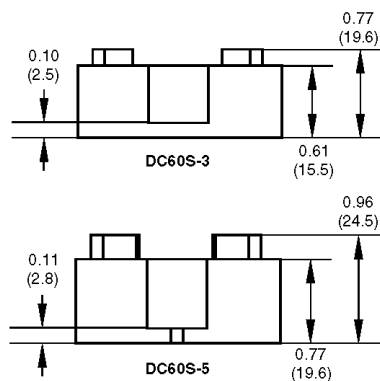
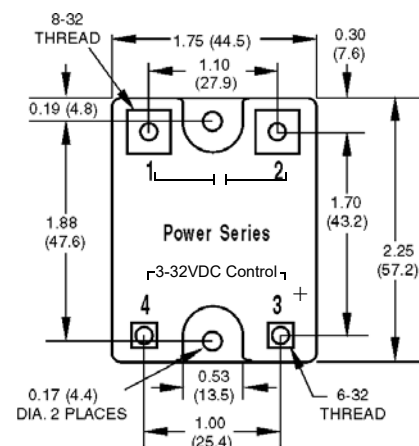
Note: \*60 Hz.

### Connection Diagram, AC Power Series



### Dimensional Drawings

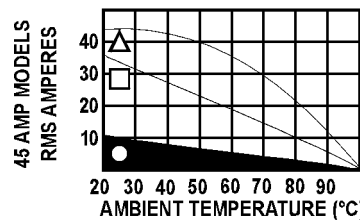
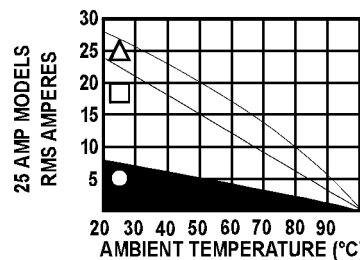
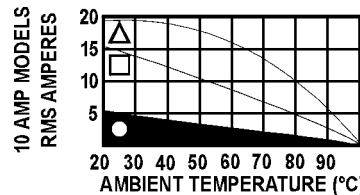
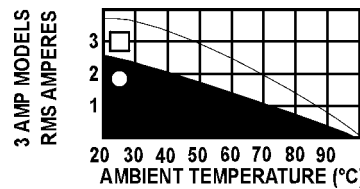
NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height from one terminal to another and from one SSR to another.



Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only

Side view: All other part numbers

### Thermal Ratings



- FREE AIR
- Mounted on a heat sink with 2°C/watt rating
- Mounted on a heat sink with 1°C/watt rating

# Solid-State Relays

## 480/575 Volt

Model Number	Nominal AC Line Voltage	Nominal Current Rating (Amps)	1 cycle Surge (Amps) Peak	Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	Signal Pick-up Voltage	Signal Drop-out Voltage	Peak Repetitive Voltage Maximum	Maximum Output Voltage Drop	Off-State Leakage (mA) Maximum**	Operating Voltage Range (Volts AC)	$\rho_t$ Rating $t=8.3$ (ms)	Isolation Voltage	$\theta_{jc}^*$ ( $^{\circ}$ C/Watt)	Dissipation (Watts/Amp)
480D10-12	480	10	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	11 mA	100-530	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	2.5
480D15-12	480	15	150	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	11 mA	100-530	50	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	2.5
480D25-12	480	25	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	11 mA	100-530	250	4,000V <sub>RMS</sub>	1.3	1.3
480D45-12	480	45	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	11 mA	100-530	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
575D15-12	575	15	150	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	15 mA	100-600	90	4,000V <sub>RMS</sub>	1.2	2.5
575D45-12	575	45	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	15 mA	100-600	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9
575Di45-12	575	45	650	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	15 mA	100-600	1750	4,000V <sub>RMS</sub>	0.67	0.9

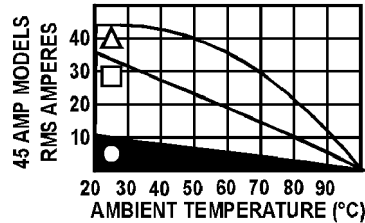
Note:  $\theta_{jc}^*$  = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110  $^{\circ}$ C.  
 \*\* Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)

### Surge Current Data

Time Second	Time*** (Cycles)	10-Amp Peak Amps	15-Amp Peak Amps	25-Amp Peak Amps	45-Amp Peak Amps
0.017	1	110	150	250	650
0.050	3	85	140	175	420
0.100	6	70	110	140	320
0.200	12	60	90	112	245
0.500	30	50	70	80	175
1	60	40	55	67	134
2	120	33	49	53	119
3	180	32	47	49	98
4	240	31	43	47	95
5	300	30	40	45	91
10	600	28	35	42	84

Note: \*\*\*60 Hz

### Thermal Ratings



- FREE AIR
- Mounted on a heat sink with 2  $^{\circ}$ C/watt rating
- Mounted on a heat sink with 1  $^{\circ}$ C/watt rating

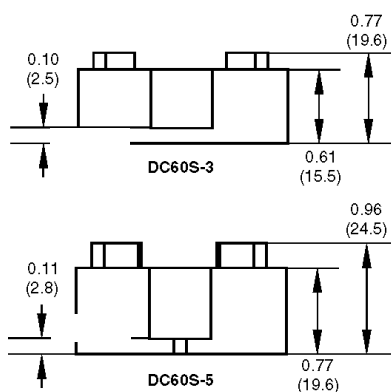
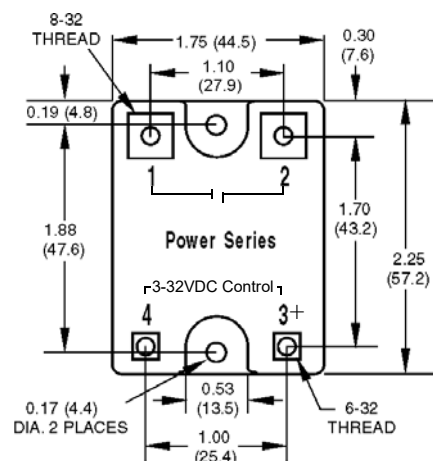


# Solid-State Relays

## 480/575 Volt (cont)

### Dimensional Drawings

*NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height from one terminal to another and from one SSR to another.*



Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only

Side view: All other part numbers

## Z Series Specifications

### AC Power: 120/240 Volt

The Z Series employs a unique heat transfer system that makes it possible for Opto 22 to deliver a low-cost, 10-amp, solid-state relay in an all-plastic case. The push-on tool-free quick-connect terminals make the Z Series ideal for high-volume OEM applications. Operating temperature is  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $100^{\circ}\text{C}$ .

	Z120D10	Z240D10
Nominal AC Line Voltage Nominal	120	240
Current Rating (Amps)	10	10
1 cycle Surge (Amps) Peak	110	110
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	1000	1000
Signal Pick-up Voltage	3VDC (32V allowed)	3VDC (32V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	600
Maximum Output Voltage Drop	1.6 volts	1.6 volts
Off-State Leakage (mA) Maximum**	6 mA	12 mA
Operating Voltage Range (Volts AC)	12–140	24–280
$I^2t$ Rating $t=8.3$ (ms)	50	50
Isolation Voltage	4,000 $V_{RMS}$	4,000 $V_{RMS}$
$\theta_{jc}^*$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$ ) Dissipation (Watts/Amp)	4	4

*NOTE: Part number Z240D10-17 is a replacement part only. Its specifications are identical to Z240D10.*

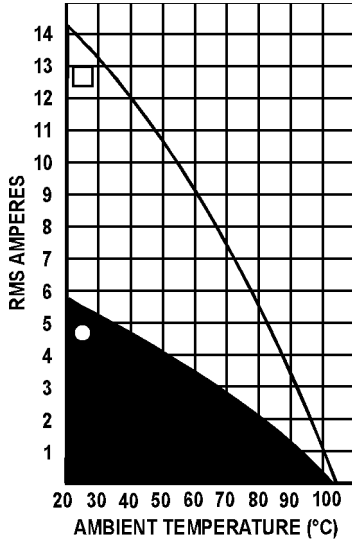
Notes:  $\theta_{jc}^*$  = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is  $110^{\circ}\text{C}$ .

\*\* Operating Frequency: 25–65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)

# Solid-State Relays

## AC Power: 120/240 Volt (cont.)

### Current vs. Ambient Ratings



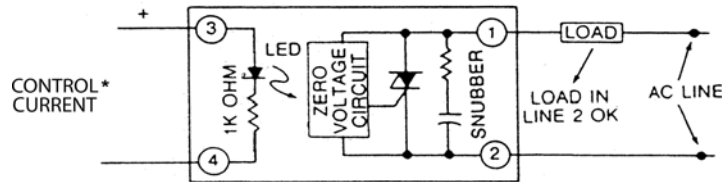
- FREE AIR**
- Mounted on a heat sink with 2°C/watt rating

### Surge Current Data

Time Second	Time*** (Cycles)	Peak Amps
0.017	1	110
0.050	3	85
0.100	6	70
0.200	12	60
0.500	30	50
1	60	40
2	120	33
3	180	32
4	240	31
5	300	30
10	600	28

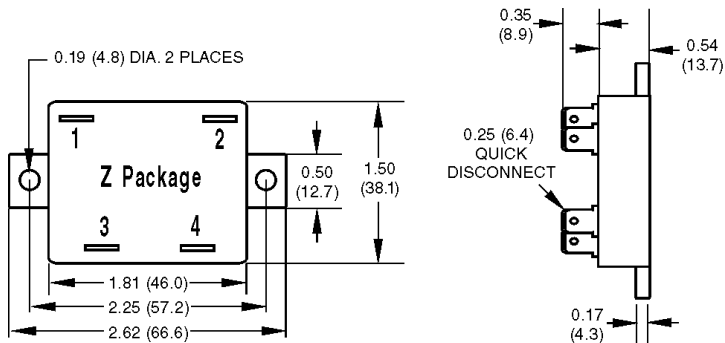
Note: \*\*\*60 Hz

### Connection Diagram



\*Control Current varies with control voltage. See "Control Current Calculation" on page 17 for information.

### Dimensional Drawings



*NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another.*

# Solid-State Relays

## Printed Circuit Series Specifications

### AC Power: MP and P Series

The MP Series packaging is designed with a minimum footprint to allow maximum relay density on the printed circuit board. The P Series power relays provide low-profile for

0.5-inch (12.7 mm) center mounting on printed circuit boards. Operating temperature: -40 °C to 100 °C.

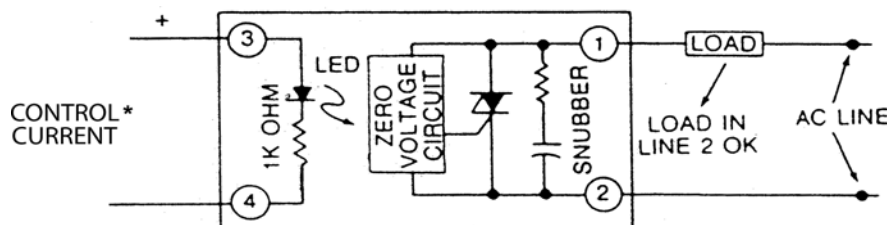
	MP120D2 or P120D2	MP120D4 or P120D4	MP240D2 or P240D2	MP240D4 or P240D4	MP380D4
Nominal AC Line Voltage	120	120	240	240	380
Nominal Current Rating Amps	2	4	2	4	4
1 cycle Surge (Amps) Peak	20	85	20	85	85
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	1000	1000	1000	1000	1000
Signal Pick-up Voltage	3VDC*** (24V allowed)	3VDC*** (24V allowed)	3VDC*** (24V allowed)	3VDC*** (24V allowed)	3VDC*** (24V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	600	600	600	800
Maximum Output Voltage Drop	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts
Off-State Leakage mA Maximum**	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA
Operating Voltage Range (Volts AC)	12-140	12-140	24-280	24-280	24-420
I <sup>2</sup> t Rating t=8.3 (ms)	2	30	2	30	30
Isolation Voltage	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>
θ <sub>jc</sub> * °C/Watt	20	6.5	20	6.5	6.5
Dissipation Watts/Amp	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Rating (Motor Load)	1 FLA at 120 VAC 6 LRA at 120 VAC	2.5 FLA at 240 VAC 6 LRA at 240 VAC	1 FLA at 120 VAC 15 LRA at 120 VAC	2.5 FLA at 240 VAC 15 LRA at 240 VAC	2.5 FLA at 380 VAC 15 LRA at 380 VAC

Notes: θ<sub>jc</sub>\* = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

\*\* Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)

\*\*\* = P Series 32 volts maximum.

### Connection Diagram



NOTE: Part numbers ending in -17 are replacement parts only. Their specifications are identical to the same part number without the -17. For example, P240D4-17 is identical to P240D4.

\*Control Current varies with control voltage. See "Control Current Calculation" on page 17 for information.

# Solid-State Relays

## AC Power: MP and P Series (cont.)

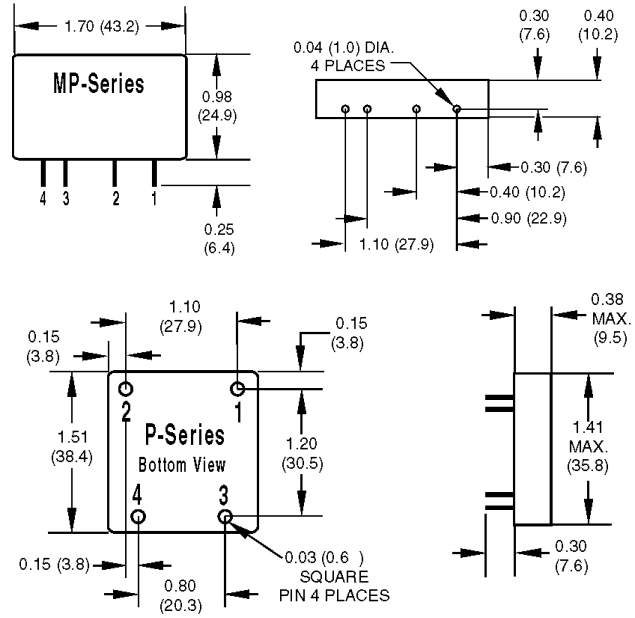
### Surge Current Data

Time (Seconds)	Time* (Cycles)	2-Amp Peak Amps	4-Amp Peak Amps
0.017	1	20	85
0.050	3	18	66
0.100	6	15	53
0.200	12	11	45
0.500	30	9	37
1	60	8.5	31
2	120	8	28
3	180	7.5	27
4	240	7	26
5	300	6.5	25
10	600	6	24

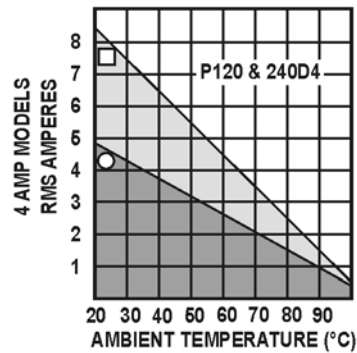
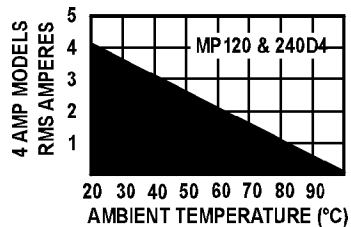
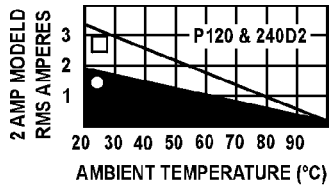
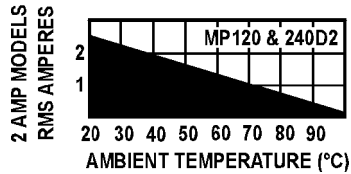
Note: \*60 Hz

### Dimensional Drawings

NOTE: All dimensions are nominal.



### Thermal Ratings



- FREE AIR
- MOUNTED ON A HEAT SINK WITH 2° C/WATT RATING

# Solid-State Relays

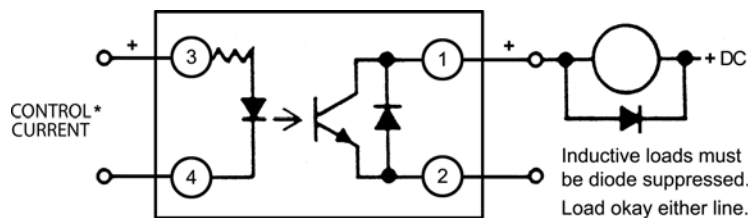
## DC Switching Series Specifications

	DC60P or DC60MP	DC200P or DC200MP	DC60S-3	DC60S-5
Operating Voltage Range	5–60 VDC	5–200 VDC	5–60 VDC	5–60 VDC
Forward Voltage Drop	1.5 volts at 3 amps	1.5 volts at 1 amp	1.5 volts at 3 amps	1.5 volts at 5 amps
Nominal Current Rating	3 amps	1 amp	3 amps	5 amps
Off-State Blocking	60 VDC	250 VDC	60 VDC	60 VDC
Signal Pickup Voltage	3 VDC 32 Volts* allowed	3 VDC 32 Volts* allowed	3 VDC 32 Volts allowed	3 VDC 32 Volts allowed
Signal Dropout Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Signal Input Impedance	1,000 ohms	1,000 ohms	1,000 ohms	1,000 ohms
1 Second Surge	5 amps	2 amps	5 amps	10 amps
Operating Temp. Range	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C
Isolation Voltage	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>	4,000 V <sub>RMS</sub>
Off-State Leakage	1 mA maximum	1 mA maximum	1 mA maximum	1 mA maximum
Package Type	P/MP series	P/MP series	Power series	Power series
Turn-on Time	100 usec	100 usec	100 usec	100 usec
Turn-off Time	750 usec	750 usec	750 usec	750 usec

Note: \*MP series maximum allowed control signal is 24 VDC.

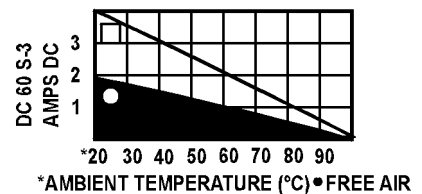
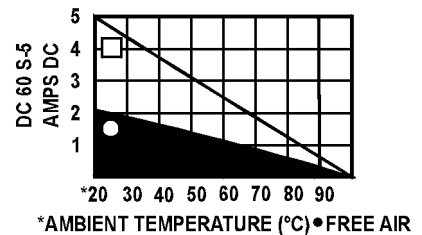
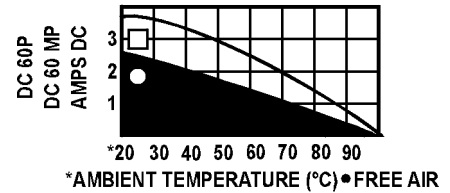
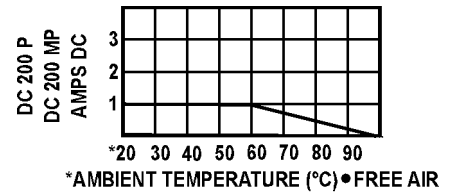
*NOTE: When controlling an inductive load, like a solenoid or coil, a commutating diode must be used. Install the commutating diode across the terminals of the load (not the SSR terminals). This will protect the SSR from damage caused by voltage spikes when turning off the load.*

### Model DC60MP Basic Schematic (also applies to the other SSRs on this page)



\*Control Current varies with control voltage. See "Control Current Calculation" on page 17 for information.

### Thermal Ratings



- FREE AIR
- Mounted on a heat sink with 2 °C/watt rating

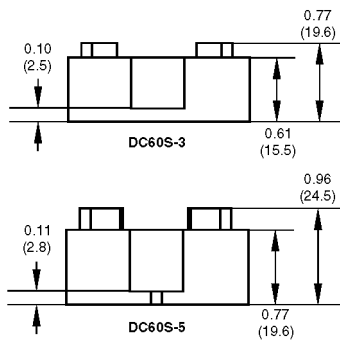
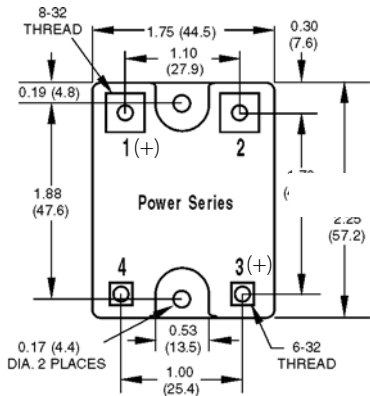
# Solid-State Relays

## Dimensional Drawings

NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of a Power Series or Z series SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there

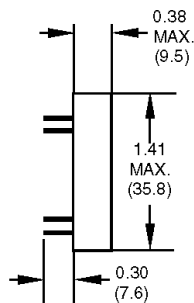
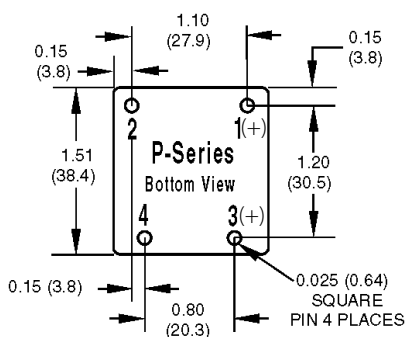
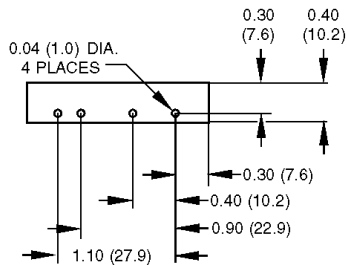
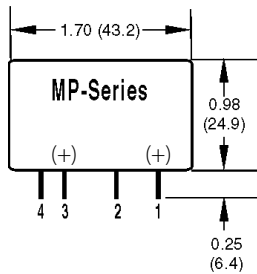
may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another.

MP series and P series are designed to mount on PCBs.



Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only

Side view: All other part numbers



# Solid-State Relays

## HS Series Specifications

The HS Series features an integrated heatsink, which makes them so cool. Because there is less thermal resistance internal to the unit than in a standard SSR mounted to the same heat sink, heat dissipates more easily. The built-in heatsink means you don't have to select a heatsink, and installation is much easier. Each HS-series SSR has built-in hardware for screw mounting and a built-in DIN-rail adapter clip for mounting to a 35mm DIN rail.

Model Number	240D30-HS	480D25-HS	575D30-HS
Nominal AC Line Voltage	240	480	575
Operating Voltage Range (Volts AC)	24–280	100–530	100–600
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	1000	1200
Off-State Leakage (mA) Maximum**	5 mA	10 mA	12 mA
Nominal Output Voltage Drop (RMS)	1.0 volts	1.0 volts	1.0 volts
Nominal Current Rating (Amps)	30	25	30
1 cycle Surge (Amps) Peak	610	610	610
I <sup>2</sup> t Rating t=8.3 (ms)	1550	1550	1550
Isolation Voltage (transient 4KV)	2,500V <sub>RMS</sub>	2,500V <sub>RMS</sub>	2,500V <sub>RMS</sub>
Dissipation (Nominal Watts/Amp)	1.0	1.0	1.0
Signal Pick-up Voltage	4VDC (32V allowed)	4VDC (32V allowed)	4VDC (32V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	730	1000	1000
θ <sub>ja</sub> * (°C/Watt)	2.2	2.2	2.2

**Note:** θ<sub>ja</sub>\* = Thermal resistance from internal junction to ambient. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

\*\* Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)

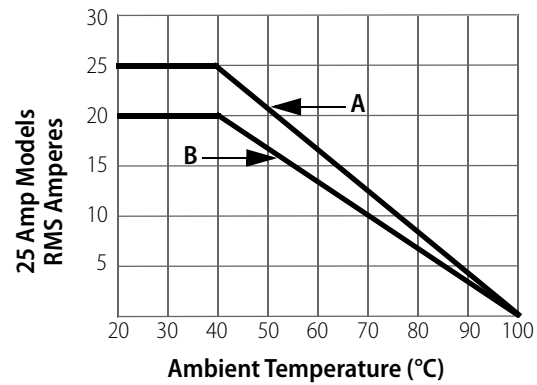
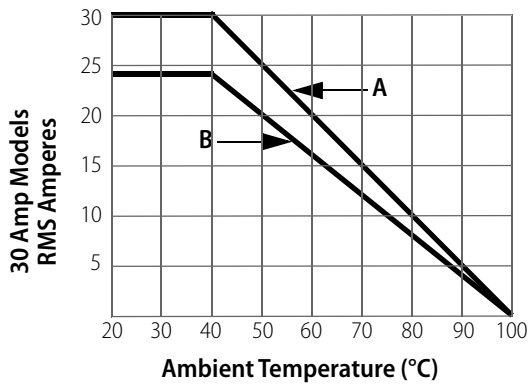
### Surge Current Data, Peak Amps

Time Second	60HZ	50HZ
0.0167	610	580
0.05	394	375
0.1	300	386
0.2	230	219
0.5	164	156
1	126	120
2	112	106
3	92	87
4	89	85
5	85	81
10	79	75

# Solid-State Relays

## HS-series (cont.)

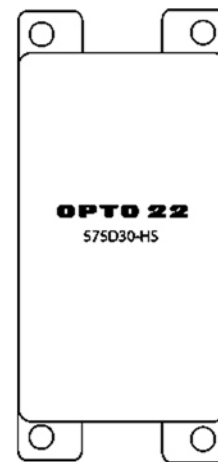
### Thermal Ratings



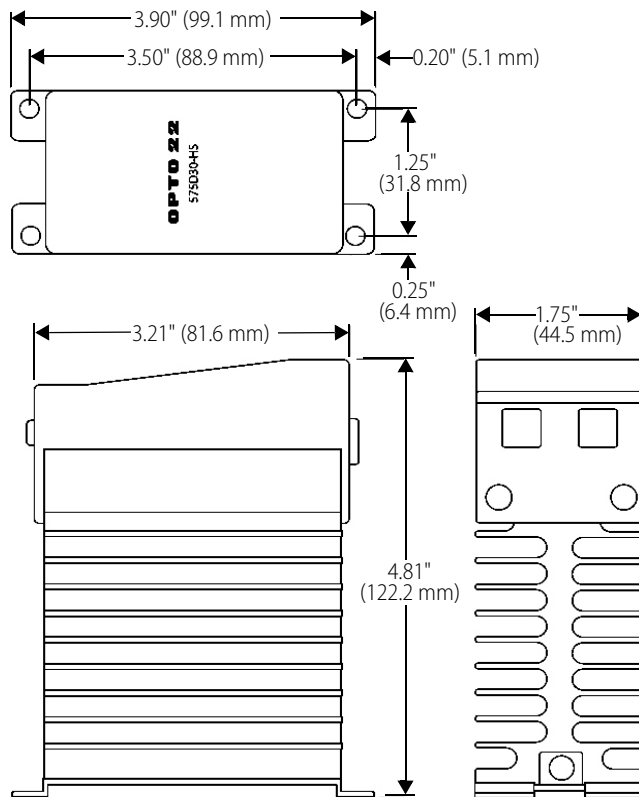
**A:** Single relay or with 0.75" spacing between relays. Derate above 40 °C; subtract 0.5 amp/°C.

**B:** Three relays side by side with 0.25" spacing. All relays with the same load. Derate above 40 °C; subtract 0.4 amp/°C.

*NOTE: This data is for SSRs mounted to a horizontal surface. To take advantage of the cooling effect of natural air flow, we recommend mounting HS-series SSRs to a vertical surface with the Opto 22 logo right side up as shown here.*



### Dimensional Drawing





# Solid-State Relays

## Applications: Tips

### Heat Sink Calculation

Like all semiconductor devices, SSR current ratings must be based on maximum internal junction temperature. All Opto 22 SSRs operate conservatively at maximum internal junction temperatures of 110 °C. Use the equation below to calculate the maximum allowable heat sink thermal resistance for your application. It is good engineering practice to provide a margin for error instead of running the application right at the limits. If your application is near the thermal limit, it can be helpful to add a fan to move air across the heat sink.

$$\text{Heat Sink Max Thermal Resistance (}^{\circ}\text{C/Watt)} = \frac{\left[ \text{SSR Max allowed internal junction temp} - \text{Max Ambient Temp} - \left[ \text{Max Load Current} \times \text{SSR Heat Dissipation Factor} \times \text{SSR Thermal Resistance} \right] \right]}{\left[ \text{Max Load Current} \times \text{SSR Heat Dissipation Factor} \right]}$$

**IMPORTANT:** Thermally conductive grease must be used between the relay base and the heat sink.

### Sample Calculation 1

120-volt, 20-amp load; 50 °C ambient air temperature

Model: 120D25 SSR.

See the last two columns of the table on [page 4](#) for *thermal resistance* and *dissipation* values for the 120D25. Also, see the note at the bottom of the table.

Dissipation: 1.3 watts/amp

Thermal resistance: 1.2 °C/watt

Maximum junction temperature: 110 °C

The calculation would be as follows:

Example for 120D25			Units
Max Ambient Temp	=	50.00	° C
Max Load Current	=	20.00	Amps
SSR Heat Dissipation Factor	=	1.30	Watts/Amp
SSR Thermal Resistance	=	1.20	° C/Watt
SSR Max allowed internal junction temp	=	110.00	° C
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	$\frac{(110 - 50 - (20 \times 1.3 \times 1.2))}{(20 \times 1.3)}$	° C/Watt
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	$\frac{28.8}{26}$	° C/Watt
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	1.1	° C/Watt

From Data Sheet

This calculation indicates that you should select a heat sink with a thermal resistance of less than 1.1 °C/watt.

## Solid-State Relays

### Sample Calculation 2

240-volt, 18-amp load, 25 °C ambient air temperature

Model: 240D45

See the last two columns of the table on [page 4](#) for thermal resistance and dissipation values for the 240D45. Also, see the note at the bottom of the table.

Dissipation: 0.9 watts/amp

Thermal resistance: 0.67 °C/watt

Maximum junction temperature: 110 °C

The calculation would be as follows:

Example for 240D45			Units
Max Ambient Temp	=	25.00	° C
Max Load Current	=	18.00	Amps
SSR Heat Dissipation Factor	=	0.90	Watts/Amp
SSR Thermal Resistance	=	0.67	° C/Watt
SSR Max allowed internal junction temp	=	110.00	° C
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	$\frac{(110 - 25 - (18 \times 0.9 \times 0.67))}{(18 \times 0.9)}$	° C/Watt
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	74.146	° C/Watt
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	16.2	° C/Watt
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	4.6	° C/Watt

From Data Sheet

This calculation indicates that you should select a heat sink with a thermal resistance of less than 4.6 °C/watt.

### Duty Cycle Calculation

When solid-state relays are operated in an on/off mode, it may be advantageous to calculate the RMS value of the current through the SSR for heat sinking or determining the proper current rating of the SSR for the given application.

$I_{RMS}$  = RMS value of load or SSR

$T_1$  = Time current is on

$T_2$  = Time current is off

$I_{ON}$  = RMS value of load current during on period

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{(I_{ON})^2 \times T_1}{T_1 + T_2}}$$

# Solid-State Relays

## Transformer Loads

Careful consideration should be given to the selection of the proper SSR for driving a given transformer. Transformers are driven from positive saturation of the iron core to negative saturation of the core each half cycle of the alternating voltage. Large inrush currents can occur during the first half cycle of line voltage if a zero-voltage SSR happens to turn on during the positive half cycle of voltage when the core is already in positive saturation. Inrush currents greater than 10 times rated transformer current can easily occur. The following table provides a guide for selecting the proper SSR for a given transformer rating.

120-Volt Transformers	
SSR MODEL	TRANSFORMER
P or MP 120D2	100 VA
Z120D10	500 VA
120D3	100 VA
P or MP 120D4	250 VA
120D10 or 120A10	500 VA
120D25 or 120A25	1 KVA
120D45	2 KVA
240-Volt Transformers	
P or MP240D2	200 VA
Z240D10	1 KVA
120D3	200 VA
P or MP240D4	500 VA
240D10 or 240A10	1 KVA
240D25 or 240A25	2 KVA
240D45	4 KVA
480-Volt Transformers	
SSR MODEL	TRANSFORMER
480D10-12	5-Amp Primary
480D15-12	5-Amp Primary

## Solenoid Valve and Contactor Loads

All Opto 22 SSRs are designed to drive inductive loads such as solenoid valves and electromechanical contactors. The built-in snubber in each SSR assures proper operation into inductive loads. The following table is a guide in selecting an SSR to drive a solenoid or contactor.

120-Volt Coils		
SSR CURRENT RATING	SOLENOID	CONTACTOR
2-Amp	1-Amp	NEMA Size 4
4-Amp	3-Amp	NEMA Size 7
240-Volt Coils		
SSR CURRENT RATING	SOLENOID	CONTACTOR
2-Amp	1-Amp	NEMA Size 7
4-Amp	3-Amp	NEMA Size 7

## Control Current Calculation

All Opto 22 DC-controlled SSRs have a control circuit consisting of 1000 ohms in series with an Optocoupler LED. The LED will drop 1 volt, so the voltage across the internal resistor will be 1 volt less than the control voltage.

The control current ( $I_C$ ) can be calculated from the control voltage ( $V_C$ ) as follows:

$$I_C = (V_C - 1)/1000$$

Examples:

3 VDC control voltage:

$$I_C = (3 - 1)/1000 = 0.002 \text{ A (2 mA)}$$

32 VDC control voltage:

$$I_C = (32 - 1)/1000 = 0.031 \text{ A (31 mA)}$$

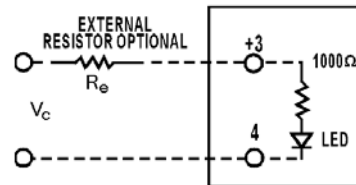
For control voltages above 32 VDC, an external resistor can be added in series with the SSR to limit the control current. Also, if the device driving the control current to the SSR is limited, you can limit the control current by using an external resistor ( $R_e$ ).

$$I_C = (V_C - 1)/(R_e + 1000)$$

$$R_e = [(V_C - 1)/I_C] - 1000$$

To limit the control current to 2 mA, this simplifies to:

$$R_e = 500 (V_C - 3)$$



Opto 22 SSRs for controlling single-phase motors are shown in the following tables:

120-Volt Single-Phase Non-Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP120D2	1 Amp
Z120D10	1/4 HP
120D3	1-1/2 Amp
P or MP120D4	1-1/2 Amp
120D10 or 120A10	1/4 HP
120D25 or 120A25	1/3 HP
120D45	3/4 HP

240-Volt Single Phase Non-Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP240D2	1 Amp
Z240D10	1/4 HP
240D3	1-1/2 Amp
P or MP240D4	1-1/2 Amp
240D10 or 240A10	1/3 HP
240D25 or 120A25	1/2 HP
240D45	1-1/2 HP

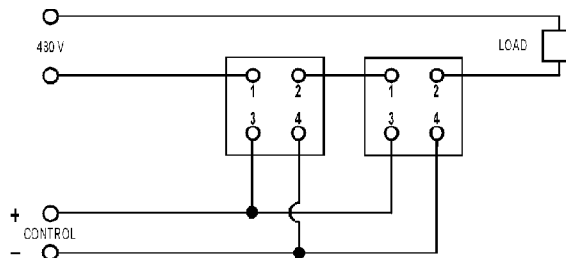
120-Volt Single-Phase Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP240D2	1 Amp
Z240D10	1/4 HP
240D3	1-1/2 Amp
P or MP240D4	1-1/2 Amp
240D10 or 240A10	1/4 HP
240D25 or 120A25	1/3 HP
240D45	3/4 HP

240-Volt Single-Phase Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
480D10-12	1/4 HP
480D15-12	1/4 HP

## Solid-State Relays

### Solid-State Relays in Series

In applications requiring higher voltage, two Opto 22 SSRs may be operated in series for double the voltage rating. The built-in snubber in each SSR assures proper voltage sharing of the two SSRs in series. In the following diagram, two 240-volt, 45-amp SSRs are connected in series for operation on a 480-volt line. The control is shown with a parallel hook-up but it should be noted that a serial connection can also be implemented.



### Lamp Loads

Since all Opto 22 AC output SSRs use zero-voltage turn-on, they are ideal for driving incandescent lamps, because the initial inrush current into a cold filament is reduced. The life of the lamp is increased when switched by a zero-voltage turn-on SSR. The following table is a guide to selecting an Opto 22 SSR for switching a given incandescent lamp.

120 Volt Lamps	
SSR CURRENT RATING	LAMP RATING
2-Amp	100 Watt
4-Amp	400 Watt
10-Amp	1 Kilowatt
25-Amp	2 Kilowatt
45-Amp	3 Kilowatt
240 Volt Rating	
SSR CURRENT RATING	LAMP RATING
2-Amp	200 Watt
4-Amp	800 Watt
10-Amp	2 Kilowatt
25-Amp	4 Kilowatt
45-Amp	6 Kilowatt

# Solid-State Relays

## Heater Loads

Care should be taken in selecting a SSR for driving a heater load if the load is cycled on and off in a continuous manner as might occur in a temperature control application. Constant cycling can cause thermal fatigue in the thyristor chip at the point where the chip bonds to the lead frame. Opto 22 employs a thick copper lead frame for mounting the SCR chips in the power series SSRs to eliminate thermal fatigue failures. In addition, Opto 22 recommends operating any SSR at 75% rated current for cycling heater loads to ensure complete reliability.

The following table is a guide to selecting the proper SSR for a given heater load.

Nominal SSR Current Rating	Maximum Recommended Heater Current
2-Amp	1½-Amp
4-Amp	2½-Amp
10-Amp	7½-Amp
25-Amp	18-Amp
45-Amp	35-Amp
10 480V	8-Amp
10 480V	8-Amp

## Single-Phase Reversing Motor Control

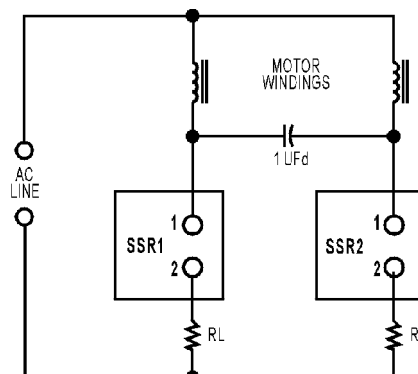
The circuit diagram below illustrates a typical 1 Ø motor winding inductance and the phase shift capacitor can cause twice-line voltage to appear across the open SSR. A 240-volt SSR should be used for a 120-volt line. During the transition period when one SSR is turned on and the other SSR is going off, both SSRs may be on. In this case, the capacitor may discharge through the two SSRs, causing large currents to flow, which may destroy the SSRs. The addition of RL as shown will protect the SSRs from the short circuit capacitor discharge current.

**CALCULATE RL as:**  $RL = \frac{1.4 \text{ EAC}}{10 \times \text{SSR full load rating}}$

**EXAMPLE:** 10 amp SSR  
120 V AC Line

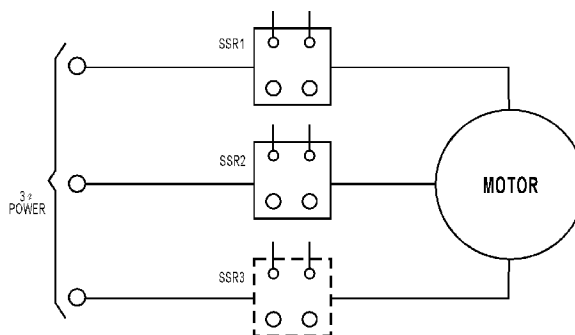
$$RL = \frac{1.4 \times 120}{10 \times 10} = 1.7 \text{ ohm}$$

## Single-Phase Reversing Motor Control (cont.)



The resistors are unnecessary if the control circuit is designed to ensure that one SSR is off before the other SSR is on.

## Three-Phase Motor Control

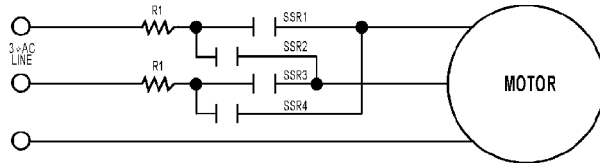


Three-phase motors may be controlled by solid-state relays as shown. A third SSR as shown is optional, but not necessary. The control windings may be connected in series or parallel. Care should be taken to ensure that the surge current drawn by the motor does not exceed the surge current rating of the SSR.

240 Volt Three-Phase Motor	
SSR MODEL	MOTOR
Z240D10	3/4 HP
240D10	3/4 HP
240A10	3/4 HP
240D25	2 HP
240A25	2 HP
240D45	3 HP

480 Volt Three-Phase Motors	
SSR MODEL	MOTOR
480D10-12	1-½ HP
480D15-12	1-½ HP

### Three-Phase Reversing Motor Control



Three-phase reversing motor control can be implemented with four SSRs as shown in the connection diagram. The SSRs work in pairs with SSR1 and SSR3 operated for rotation in one direction and SSR2 and SSR4 operated for rotation in the reverse direction. The resistor R1 as shown in the connection diagram protects against line-to-line shorts if SSR1 and SSR4 or SSR3 and SSR2 are on at the same time during the reversing transition period. Use the following table as a guide to the proper selection of an SSR for this application.

Opto 22 Relay	Motor Full Load Rating	Resistor for 120V line	Resistor for 240V line
3-Amp	1.25-Amp	4 ohm 50 W	8 ohm 50 W
10-Amp	5-Amp	1 ohm 100 W	2 ohm 100 W
25-Amp	8-Amp	.5 ohm 100 W	1 ohm 100 W
45-Amp	16-Amp	.25 ohm 150 W	.5 ohm 150 W
15-Amp	5-Amp	1 ohm 100 W	2 ohm 100 W

## Solid-State Relays

### FAQ: SSR Applications

#### Q : What is a solid-state relay?

A: A solid-state relay (SSR) is a semiconductor device that can be used in place of a mechanical relay to switch electricity to a load in many applications. Solid-state relays are purely electronic, normally composed of a low current "control" side (equivalent to the coil on an electromechanical relay) and a high-current load side (equivalent to the contact on a conventional relay). SSRs typically also feature electrical isolation to several thousand volts between the control and load sides. Because of this isolation, the load side of the relay is actually powered by the switched line; both line voltage and a load (not to mention a control signal) must be present for the relay to operate.

#### Q : What are the advantages of using an SSR over a mechanical relay?

A: There are many applications that require a moderate amount of power (W to kW) to be switched on and off fairly rapidly. A good example would be the operation of a heater element in a controlled-temperature system. Typically, the amount of heat put into the system is regulated using pulse-width modulation turning a fixed-power heating element on and off for time periods ranging from seconds to minutes. Mechanical relays have a finite cycle life, as their components tend to wear out over thousands to millions of cycles. SSRs do not have this problem; in the proper application, they could be operated almost infinitely.

#### Q : What are the limitations of using an SSR?

A: SSRs have a few limitations when compared to the capabilities of their mechanical counterparts. First, because the relay is semiconductor-based, it will never turn all the way on, nor off. This means that in the "on" state, the relay still has some internal resistance to the flow of electricity, causing it to get hot. When in the "off" state, the relay will exhibit a small amount of leakage current, typically a few mA. This leakage can conspire to keep some loads, especially ones with a high impedance, from turning off! Additionally, SSRs are more sensitive to voltage transients; while Opto 22 relays are very well transient-protected, if a relay gets hit hard enough a sufficient number of times, it will die or degrade. This makes SSRs less ideal for driving highly inductive electromechanical loads, such as some solenoids or motors. SSRs should also never be used for applications such as safety power disconnects, because even in the off state, leakage current is present. Leakage current through an SSR also implies the presence of a potentially high voltage. Even though the relay is not conducting a large amount of current, the switched terminal will still be "hot," and thus dangerous.

# Solid-State Relays

## Q: Which SSRs should I use with a printed circuit board (PCB)?

A: If you are mounting SSRs to a PCB, use the MP or P series SSRs, which are designed for that purpose.

We do not recommend mounting the terminal side of a Power Series or Z series SSR to a flat PCB (or to any other flat surface), because there may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another.

## Q: Do you make multi-pole or multi-throw SSRs?

A: Opto 22 manufactures only single-pole, single-throw SSRs. If multi-phase operation is required, just use a relay on each phase. Because of the limitations on semiconductor devices of the type used in SSRs, it is not practical to build single-device multi-throw SSRs. However, an alternative to multi-throw operation may be accomplished with multiple relays.

## Q: Can I hook up SSRs in parallel to achieve a higher current rating?

A: No. There is no way to guarantee that two or more relays will turn on simultaneously when operated in parallel. Each relay requires a minimum voltage across the output terminals to function; because of the optical isolation feature, the "contact" part of the SSR is actually powered by the line it switches. One relay turning on before the other will cause the second relay to lose its turn-on voltage, and it won't ever turn on, or at least not until the first relay fails from carrying too much current.

## Q: What does a "zero-crossing" turn-on circuit refer to?

A: An AC sine wave will be positive for the first half of each cycle and negative for the second half of each cycle. The voltage will cross through zero when the sine wave changes from the positive half-cycle to the negative half-cycle, and vice versa. So the voltage crosses through zero twice with each full AC sine wave cycle. "Zero-crossing" turn-on means that the SSR will only turn on when the AC sine wave passes through zero voltage. The actual turn-on will occur at or near zero voltage. All Opto 22 AC output solid-state relays are designed with a zero-crossing turn-on circuit. Zero-voltage turn-on has the benefit of minimizing electrical noise. All Opto 22 AC output solid-state relays use a zero-current turn-off circuit as well.

## Q: Can I use an AC SSR to switch DC?

A: No. Because of the zero-crossing circuit described above, the relay will most likely never turn on, and even if it is on, it will most likely not be able to be turned off.

## Q: Can I use a DC SSR to switch AC?

A: No. The semiconductor device used in Opto 22's DC SSRs is polarized. It may break down and conduct for the portion of the waveform that is reversed in polarity.

## Q: Can a DC SSR be used to switch an analog signal?

A: This is not recommended at all. First, the voltage drop across the relay will cause signal loss. Second, the conduction characteristics of the SSR are very non-linear at low operating voltages and currents. Use a mechanical relay; it will work much better.

## Q: What agency approvals do your SSRs carry?

A: In general, Opto 22 relays carry UL, CSA, and CE approval. See <http://support.opto22.com>. Additionally, some SSRs contain VDE-approved optocouplers; contact Opto 22 for more information.

## FAQ: SSR Troubleshooting

### Q: My SSR does not function anymore. What may have happened?

A: There is no "normal" mode of failure for SSRs. They just stop working, by refusing to turn on or off. An improper installation is often to blame for an SSR failure, as these are very simple, reliable devices. If you have a failed SSR, it is important to look at the normal operating parameters of that relay within the larger system to make sure that the relay being used is appropriate to the application, and that the relay is being properly installed in the system. The three most common causes of SSR failure are as follows:

- **SSR improperly matched to load.** The relay was destroyed by overheating from carrying too much current too long.
- **SSR insufficiently protected.** Remember, a semiconductor is less tough than a simple metal contact. Reverse voltages exceeding the PRV rating of the relay will cause damage. Voltage spikes on the switched line, perhaps from inductive kickback, may have destroyed one or more of the internal switching devices. Remember to use snubbers, transorbs, MOVs, and/or commutating diodes on highly inductive loads.
- **SSR improperly installed.** The SSR was not mounted to a large enough heat sink, or no thermal compound was used, causing the relay to overheat. Also, insufficient tightening of the load terminals can cause arcing and ohmic heating of the relay. Opto 22 recommends 18 inch-pounds of torque on the load screw terminals. Similar failures have also been attributed to the use of

crimp-on terminal lugs or spades; make sure such terminals are tightly crimped, and even drip some solder into the joint to ensure good electrical contact and protection from corrosion.

**Q : How can I test my SSR?**

A: It is not possible to test an SSR by the same methods used to test mechanical relays; a typical SSR will always show an infinite impedance to a resistance meter placed across the output terminals. There are a few reasons for this. First, the SSR requires a small amount of power to operate, derived from whatever voltage source is placed on the load terminals. A typical multimeter will not supply sufficient voltage to cause the relay to change state. Second, AC SSRs contain zero-voltage turn-on and zero-current turn-off circuits. The SSR will not be able to turn on unless there is AC voltage connected to the output terminals. Most test equipment will supply a DC voltage to the relay, so it will never see the zero-voltage transition it requires to turn on. To test an SSR, it is best to operate it at the actual line voltage it will be used at, driving a load such as a large light bulb.

**Q : I have an SSR driving a load. The load turns on okay, but never seems to turn off, unless I remove power from the relay entirely. What might be happening?**

A: This is normally a problem when using an SSR with a high-impedance load, such as a neon lamp or a small solenoid. Loads like these often have relatively large initial currents, but

## Solid-State Relays

relatively small “hold in” currents. The result is that the off-state leakage current through the relay (see previous section) is insufficient to cause the load to turn on to start with, but sufficient to keep it on, once started. The solution is to place a power resistor, sized for 8–10 times the rated maximum leakage current for the SSR in parallel with the load. Make sure that this resistor has a high enough power rating for the application. For example, for a 5 mA leakage current at 120 VAC, a resistor drawing 50 mA would be desirable. Using Ohm’s Law, the resistor value becomes 2,400 ohms. This resistor will dissipate 6 watts, so a 7.5 or 10-watt size power resistor should be used.

**Q : I have a new AC SSR driving a solenoid. It turns on okay once, but will not turn on again. What is going on?**

A: Some solenoids, some types of halogen lights, and some types of strobe lights incorporate a diode in series with the coil or filament. This causes the light to behave as a half-wave rectifier. Opto 22 SSRs have a built-in R-C snubber circuit in parallel with the output. The capacitor in this circuit charges up but cannot discharge through the series diode, causing a voltage to appear across the SSR terminals. Because the SSR must detect the AC waveform cross through zero volts on the load terminals, it will not be able to turn on again. The solution here would be to put a high-value resistor (several tens of Kohms) across the terminals of the relay, to allow the capacitor to drain its charge.



# More About Opto 22

## Products

Opto 22 develops and manufactures reliable, easy-to-use, open standards-based hardware and software products deployed worldwide.

Industrial automation, process control, building automation, industrial refrigeration, remote monitoring, data acquisition, Industrial Internet of Things (IIoT), and information technology applications all rely on Opto 22.



### groov

Monitor and control your equipment from anywhere using your smartphone or tablet with groov. Build your own mobile app easily—just drag, drop, and tag. No programming or coding. Visit [groov.com](http://groov.com) for more information and your free trial.

## SNAP PAC System

Developer- and IIoT-ready, the SNAP PAC System connects physical assets to databases and applications using open standards. The SNAP PAC System consists of four integrated components:

- SNAP PAC controllers
- PAC Project™ Software Suite
- SNAP PAC brains
- SNAP I/O™

### SNAP PAC Controllers

SNAP PAC programmable automation controllers handle a wide range of digital, analog, and serial functions for data collection, remote monitoring, process control, and discrete and hybrid manufacturing.

For IIoT applications and easier integration with company systems, standalone and rack-mounted SNAP PACs include a built-in HTTP/HTTPS server and **RESTful API** (application program interface). The REST API gives you secure, direct access to I/O and variable data using your choice of programming languages. No middleware, protocol converters, drivers, or gateways needed.

Based on open Ethernet and Internet Protocol (IP) standards, SNAP PACs make it easier to build or extend a system without the expense and limitations of proprietary networks and protocols.

### PAC Project Software Suite

Opto 22's PAC Project Software Suite offers full-featured, cost-effective control programming, HMI (human machine interface), OPC server, and database connectivity software.

Control programming includes both easy-to-learn flowcharts and optional scripting. Commands are in plain English; variables and I/O point names are fully descriptive.

PAC Project Basic offers control and HMI tools and is free for download on our website, [www.opto22.com](http://www.opto22.com). PAC Project Professional, available for separate purchase, adds one SoftPAC software-based controller, OptoOPCServer, OptoDataLink, options for controller redundancy or segmented networking, and support for legacy Opto 22 serial *mistic*™ I/O units.

### SNAP PAC Brains

While SNAP PAC controllers provide central control and data distribution, SNAP PAC brains provide distributed intelligence for I/O processing and communications. Brains offer analog, digital, and serial functions, including thermocouple linearization, local PID loop control, watchdog, totalizing, and much more.

### SNAP I/O

I/O provides the local connection to sensors and equipment. Opto 22 SNAP I/O offers 1 to 32 points of reliable I/O per module. Analog, digital, and serial modules are mixed on one mounting rack and controlled by a SNAP PAC brain or rack-mounted PAC.

## Quality

Founded in 1974, Opto 22 has established a worldwide reputation for high-quality products. All are made in the U.S.A. at our manufacturing facility in Temecula, California.

Because we test each product twice before it leaves our factory, rather than only testing a sample of each batch, we can guarantee most solid-state relays and optically isolated I/O modules for life.

## Free Product Support

Opto 22's California-based Product Support Group offers free, comprehensive technical support for Opto 22 products from engineers with decades of training and experience. Support is available in English and Spanish by phone or email, Monday–Friday, 7 a.m. to 5 p.m. PST.

Additional support is always available on our website: how-to videos, OptoKnowledgeBase, self-training guide, troubleshooting and user's guides, and OptoForums.

In addition, hands-on training is available for free at our Temecula, California headquarters, and you can [register online](#).

## Purchasing Opto 22 Products

Opto 22 products are sold directly and through a worldwide network of distributors, partners, and system integrators. For more information, contact Opto 22 headquarters at 800-321-6786 (toll-free in the U.S. and Canada) or 951-695-3000, or visit our website at [www.opto22.com](http://www.opto22.com).

{RESTful API}

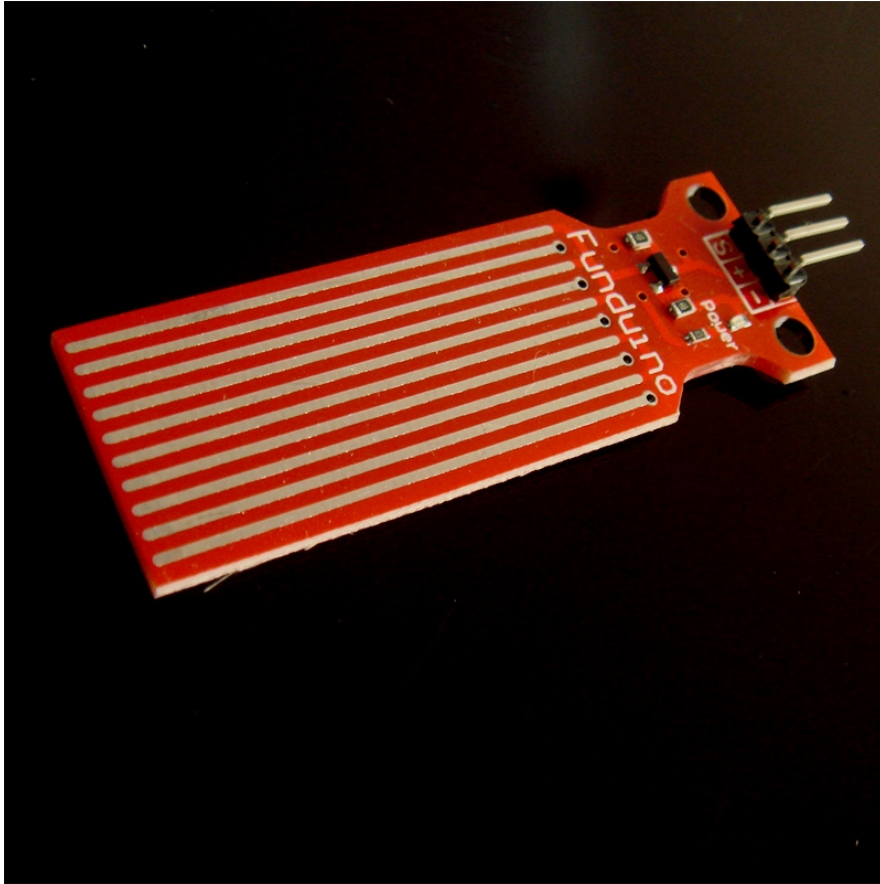


[www.opto22.com](http://www.opto22.com)

www.opto22.com • Opto 22 • 43044 Business Park Drive • Temecula, CA 92590-3614 • Form 1335-160810  
SALES 800-321-6786 • 951-695-3000 • FAX 951-695-3095 • sales@opto22.com • SUPPORT 800-835-6786 • 951-695-3080 • FAX 951-695-3017 • support@opto22.com

© 2013–2016 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

# Water Sensor Module User's Manual



## I. Notice

(1) did not carefully read the instructions before you do not give the driver board is powered ! Avoid faulty wiring caused permanent damage to the drive plate .

(2) Please carefully check pin function , attention condensed identifier , correct wiring ! Do not reverse the power cord , resulting in Electronic devices burned.

## 2. the product introduction

2013 latest Water Sensor is a Easy to use, compact and lightweight , high cost of water , droplets identification and detection sensors. This sensor is working The principle is to measure the size of the trace amount of water droplets through the line with a series of parallel wires exposed . And domestic and foreign Products compared not only small , powerful, and cleverly designed with the following features : First, the amount of water to simulate Conversion ; Second, plasticity , based on the sensor output analog values ; Third, low power consumption , high sensitivity ; Fourth, can Directly connected to a microprocessor or other logic circuitry , and the controller board for a variety of , for example : ArduinoController , STC microcontroller , AVR microcontroller and so on.

### 3, the specification parameters

- 1 Product Name: water level sensor
- 2 Item :. K-0135
- 3 Operating voltage :. DC5V
- 4 Working current : less than 20mA
- 5 Sensor Type : Analog
- 6 detection area :. 40mm x16mm
- 7 Production process :. FR4 double-sided HASL
- 8 mounting hole size : 3.0mm
- 9 user-friendly design : half-moon -slip handle depression
- 10 Working temperature :. 10 °C -30 °C
- 11 Operating Humidity : 10% ~ 90 % non -condensing
- 12 Weight :. 3g
- 13 Product Dimensions : 65mm x 20mm x 8mm

### 4., the test Water Sensor Module

We use the Arduino controller to be tested , need to use hardware devices as follows :

- 1, Arduino controller × 1
- 2, Arduino sensor expansion board × 1
- 3, Water Sensor Module × 1
- 4, 3P sensor cable × 2
- 5, IR & LED Modue ( red ) × 1
- 6, USB data communication cable × 1

Water Sensor DuPont line will be connected to the Arduino sensor expansion board interface A1. The use of sensors

The red line will be connected to the Arduino piranha light sensor expansion board D8. After completing the hardware connection , the code is compiled

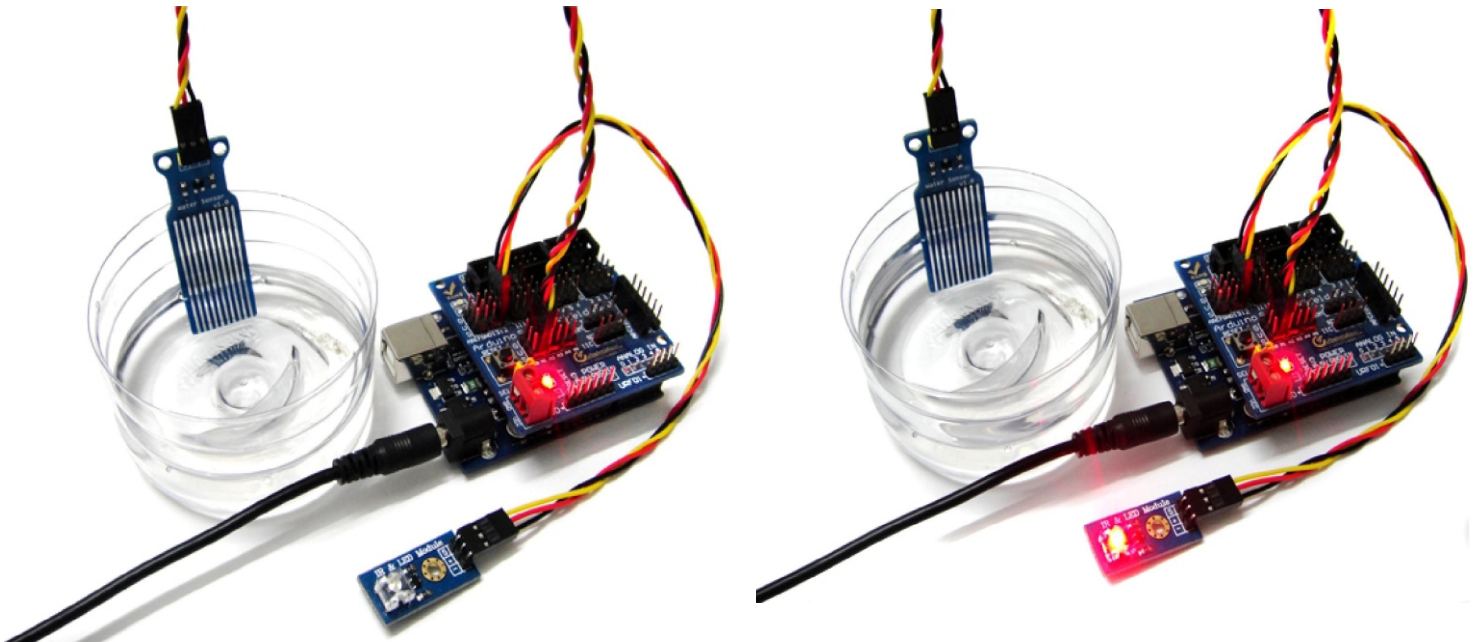
After downloading the Arduino inside .

Arduino experimental code .

```
int analogPin = 1; // level sensor connected to an analog port
int led = 12; // Piranha LED connected to digital port 12
int val = 0; // define a variable val initial value of 0
int data = 0; // define a variable data initial value of 0
void setup ()
{
  pinMode (led, OUTPUT); // define led to an output pin
  Serial.begin (9600); // set the baud rate to 9600
}

void loop ()
{
  val = analogRead (analogPin); // read the analog value to the variable val
  if (val > 700) { // determine whether more than 700 variables val
    digitalWrite (led, HIGH); when // variable val is greater than 700 , Piranha LED lights
  }
  else {
    digitalWrite (led, LOW); when // variable val is less than 700 , the lamp goes out piranha
  }
  data = val; // variable is assigned to the variable data val
  Serial.println (data); // Serial print variable data
  delay (100);
}
```

After these steps are completed, we test the low water level, see experimental phenomena :



The water level does not reach the warning value , piranhas lamp is not lit  
Water level reaches and exceeds the alert value , piranha lights , initiate alarm.

# RobotShop

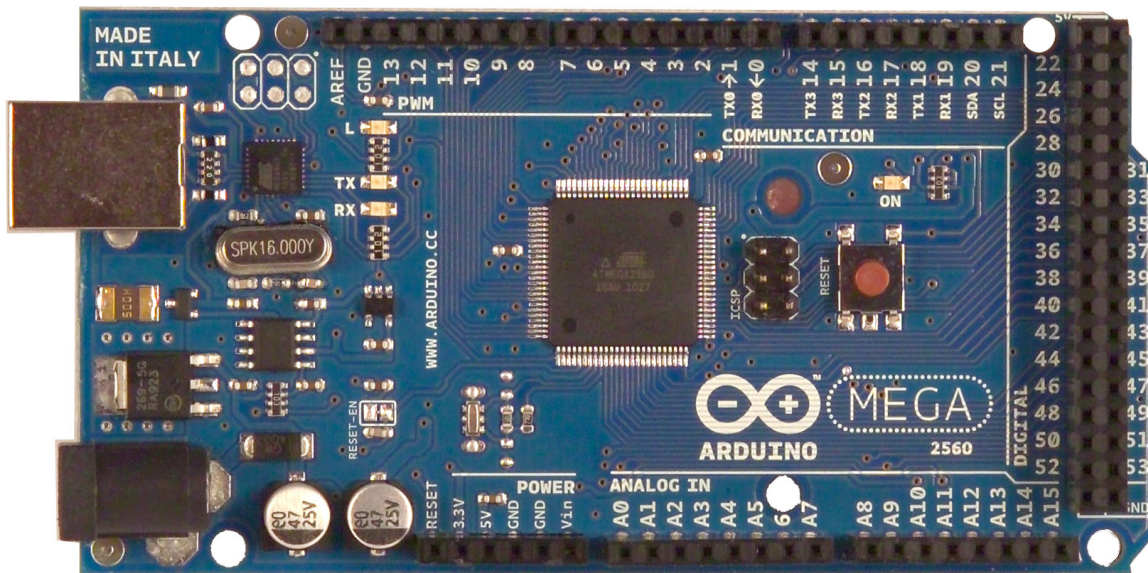
[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)

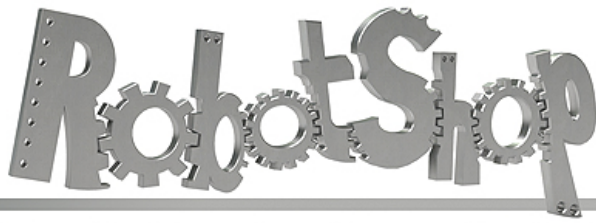


La robotique à votre service! - Robotics at your service!



## Arduino Mega 2560 Datasheet

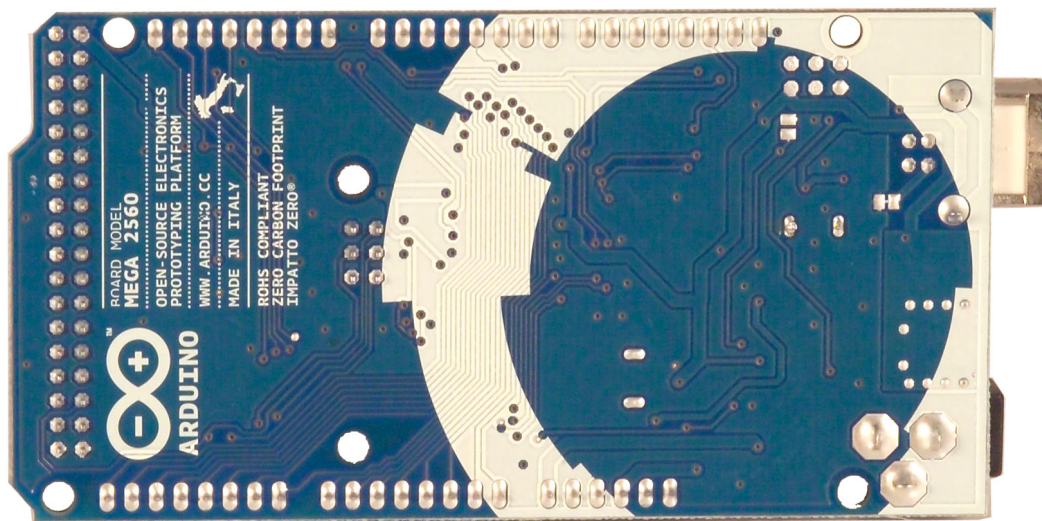




www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!



## Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), 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 Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

## Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#)



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

## Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

## Power

The Arduino Mega 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 Mega2560 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.



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

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

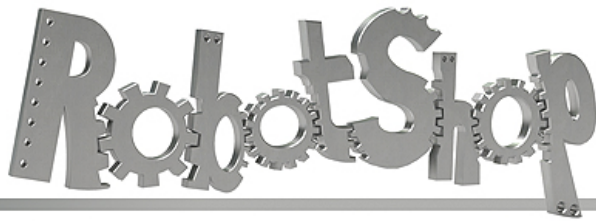
The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega 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); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** 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: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH





www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I<sup>2</sup>C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I<sup>2</sup>C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 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 is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

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.

## Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 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 Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I<sup>2</sup>C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I<sup>2</sup>C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

## Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

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.

## Automatic (Software) Reset

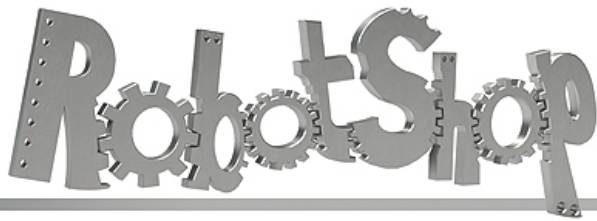
Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 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 Mega2560 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 Mega2560. 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 Mega2560 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 Mega2560 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 and Shield Compatibility



[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)

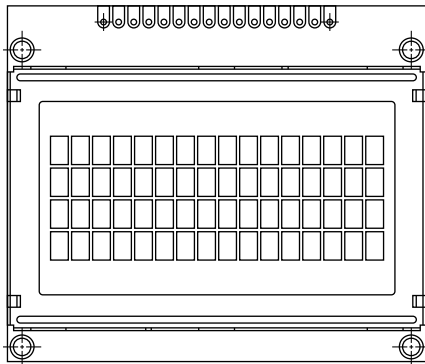


**La robotique à votre service! - Robotics at your service!**

The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 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.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I2C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*

## 16 x 4 Character LCD



### FEATURES

- Type: Character
- Display format: 16 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- B/L to be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)


**RoHS  
COMPLIANT**

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	70.6 x 60.0	mm
Viewing Area	60.0 x 32.6	
Dot Size	0.55 x 0.55	
Dot Pitch	0.60 x 0.60	
Mounting Hole	65.6 x 50.0	
Character Size	2.95 x 4.75	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	$V_{DD}$ to $V_{SS}$	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	$V_I$	- 0.3	-	$V_{DD}$	

#### Note

- $V_{SS} = 0\text{ V}$ ,  $V_{DD} = 5.0\text{ V}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	$V_{DD}$	$V_{DD} = + 5\text{ V}$	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = + 3\text{ V}$	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	$I_{DD}$	$V_{DD} = + 5\text{ V}$	-	1.65	-	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	$V_{DD}$ to $V_0$	- 20 °C	5.0	5.1	5.7	V
		0 °C	4.6	4.8	5.2	
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
EL Power Supply Current	$I_{EL}$	$V_{EL} = 110\text{ V}_{AC}$ , 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
PROCESS COLOR						BACKLIGHT			
TN	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

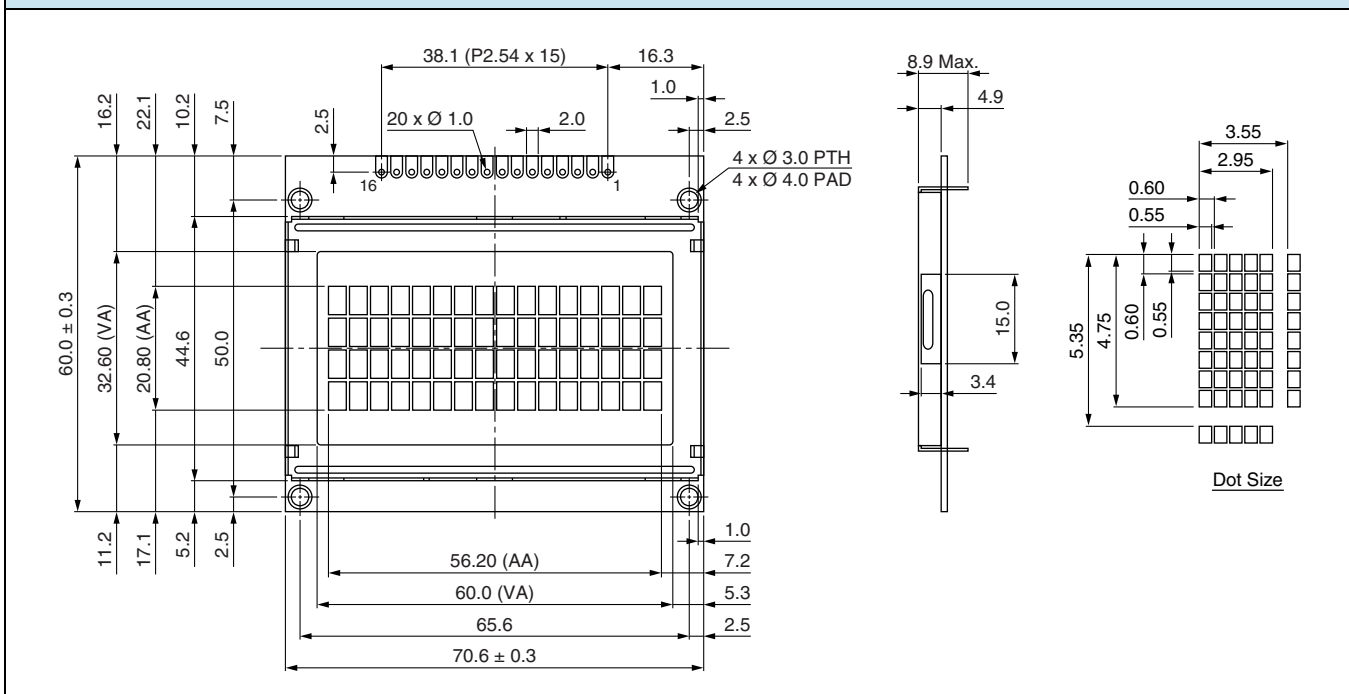
**DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE**

Display Position

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
DD RAM Address	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
DD RAM Address	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

**INTERFACE PIN FUNCTION**

PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	$V_{SS}$	Ground
2	$V_{DD}$	+ 3 V or + 5 V
3	$V_0$	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	$R/\bar{W}$	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	$A/V_{EE}$	+ 4.2 V for LED ( $R_A = 0 \Omega$ )/negative voltage output
16	K	Power supply for B/L (0 V)

**DIMENSIONS** in millimeters




## **Disclaimer**

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

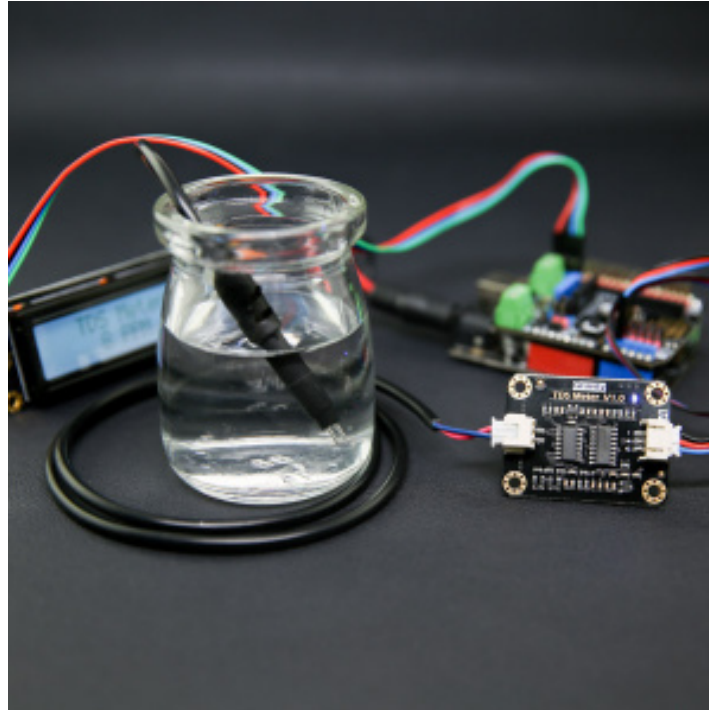
Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.



## Gravity: Analog TDS Sensor / Meter For Arduino

### SKU: SEN0244

TDS (Total Dissolved Solids) indicates that how many milligrams of soluble solids dissolved in one liter of water. In general, the higher the TDS value, the more soluble solids dissolved in water, and the less clean the water is. Therefore, the TDS value can be used as one of the references for reflecting the cleanliness of water.

TDS pen is a widely used equipment to measure TDS value. The price is affordable, and it is easy to use, but it is not able to transmit data to the control system for online monitoring to do some water quality analysis. The professional instrument has high accuracy and can send data to the control system, but the price is expensive for the ordinary people. To this end, we have launched an analog TDS sensor kit which is compatible with Arduino, plug and play, easy to use. Matching with Arduino controller, you can build a TDS detector easily to measure the TDS value of liquid.

This product supports 3.3 ~ 5.5V wide voltage input, and 0 ~ 2.3V analog voltage output, which makes it compatible with 5V or 3.3V control system or board. The excitation source is AC signal, which can effectively prevent the probe from polarization and prolong the life of the probe, meanwhile, increase the stability of the output signal. The TDS probe is waterproof, it can be immersed in water for long time measurement.

This product can be used in water quality application, such as domestic water, hydroponics. With this product, you can easily DIY a TDS detector to reflect the cleanliness of water to protect your health.



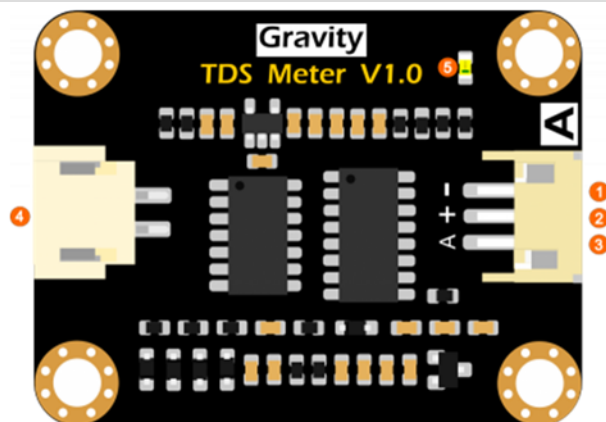
**Attention:**

- 1.The probe can not be used in water above 55 degrees centigrade.
- 2.The probe can not be left too close to the edge of the container, otherwise it will affect the reading.
- 3.The head and the cable of the probe are waterproof, but the connector and the signal transmitter board are not waterproof. Please be careful.

## Specification

- **Signal Transmitter Board**  
Input Voltage: 3.3 ~ 5.5V  
Output Voltage: 0 ~ 2.3V  
Working Current: 3 ~ 6mA  
TDS Measurement Range: 0 ~ 1000ppm  
TDS Measurement Accuracy:  $\pm 10\%$  F.S. (25 °C)  
Module Size: 42 \* 32mm  
Module Interface: PH2.0-3P  
Electrode Interface: XH2.54-2P
- **TDS probe**  
Number of Needle: 2  
Total Length: 83cm  
Connection Interface: XH2.54-2P  
Colour: Black  
Other: Waterproof Probe

## Board Overview



Analog TDS Sensor / Meter For Arduino



Num	Label	Description
1	-	Power GND(0V)
2	+	Power VCC(3.3 ~ 5.5V)
3	A	Analog Signal Output(0 ~ 2.3V)
4	TDS	TDS Probe Connector
5	LED	Power Indicator

## Tutorial

This tutorial will show you how to measure the TDS value of the water. Please read this tutorial carefully, and pay attention to the steps and details.



The probe can not to be used in water above 55 degrees centigrade.  
 The probe can not be too close to the edge of the container, otherwise it will affect the reading.  
 The head and the cable of the probe are waterproof, but the connector and the signal transmitter board are not waterproof. Please pay attention to use.

## Requirements

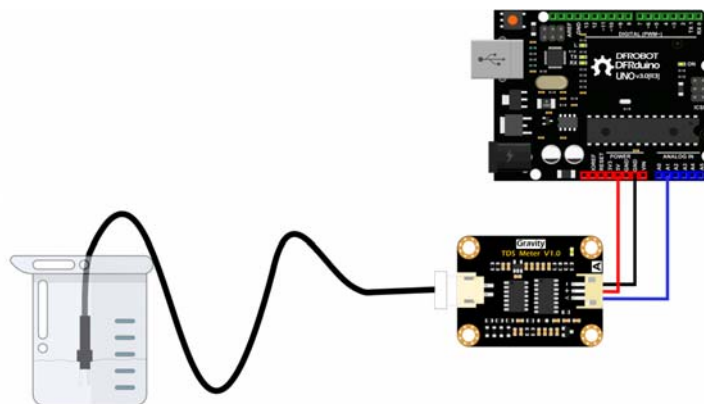
- **Hardware**  
 DFRduino UNO R3 (or similar) x 1  
 Analog TDS Sensor / Meter Module x 1  
 TDS Probe x1  
 Jumper Wires x3  
 tested liquid x1

- **Software**

Arduino IDE (Version requirements: V1.0.x or V1.8.x), Click to Download Arduino IDE from Arduino®

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software%7C>

## Connection Diagram



# Sample Code

```
/******  
  
DFRobot Gravity: Analog TDS Sensor / Meter For Arduino  
  
<https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:\_Analog\_TDS\_Sensor/\_Meter\_For\_Arduino\_SKU:\_SEN0244>  
  
Created 2017-8-22  
  
By Jason <jason.ling@dfrobot.com@dfrobot.com>  
  
GNU Lesser General Public License.  
  
See <http://www.gnu.org/licenses/> for details.  
  
All above must be included in any redistribution  
  
/******Notice and Trouble shooting*****  
  
1. This code is tested on Arduino Uno and Leonardo with Arduino IDE 1.0.5  
r2 and 1.8.2.  
  
2. More details, please click this link: <https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:\_Analog\_TDS\_Sensor/\_Meter\_For\_Arduino\_SKU:\_SEN0244>  
  
*****/  
  
#define TdsSensorPin A1  
  
#define VREF 5.0 // analog reference voltage(Volt) of the ADC  
  
#define SCOUNT 30 // sum of sample point  
  
int analogBuffer[SCOUNT]; // store the analog value in the array, read  
from ADC  
  
int analogBufferTemp[SCOUNT];  
  
int analogBufferIndex = 0,copyIndex = 0;  
  
float averageVoltage = 0,tdsValue = 0,temperature = 25;  
  
void setup()  
{  
  Serial.begin(115200);  
  pinMode(TdsSensorPin,INPUT);  
}
```

```

void loop()
{
    static unsigned long analogSampleTimepoint = millis();

    if(millis()-analogSampleTimepoint > 40U)    //every 40 milliseconds,read the analog value from the ADC
    {
        analogSampleTimepoint = millis();

        analogBuffer[analogBufferIndex] = analogRead(TdsSensorPin);    //read the analog value and store into the buffer

        analogBufferIndex++;

        if(analogBufferIndex == SCOUNT)
            analogBufferIndex = 0;
    }

    static unsigned long printTimepoint = millis();

    if(millis()-printTimepoint > 800U)
    {
        printTimepoint = millis();

        for(copyIndex=0;copyIndex<SCOUNT;copyIndex++)
            analogBufferTemp[copyIndex]= analogBuffer[copyIndex];

        averageVoltage = getMedianNum(analogBufferTemp,SCOUNT) * (float)VREF / 1024.0; // read the analog value more stable by the median filtering algorithm, and convert to voltage value

        float compensationCoefficient=1.0+0.02*(temperature-25.0);    //temperature compensation formula: fFinalResult(25^C) = fFinalResult(current)/(1.0+0.02*(fTP-25.0));

        float compensationVolatge=averageVoltage/compensationCoefficient; //temperature compensation

        tdsValue=(133.42*compensationVolatge*compensationVolatge*compensationVolatge - 255.86*compensationVolatge*compensationVolatge + 857.39*compensationVolatge)*0.5; //convert voltage value to tds value

        //Serial.print("voltage:");

        //Serial.print(averageVoltage,2);

        //Serial.print("V    ");

        Serial.print("TDS Value:");

        Serial.print(tdsValue,0);

        Serial.println("ppm");
    }
}

```

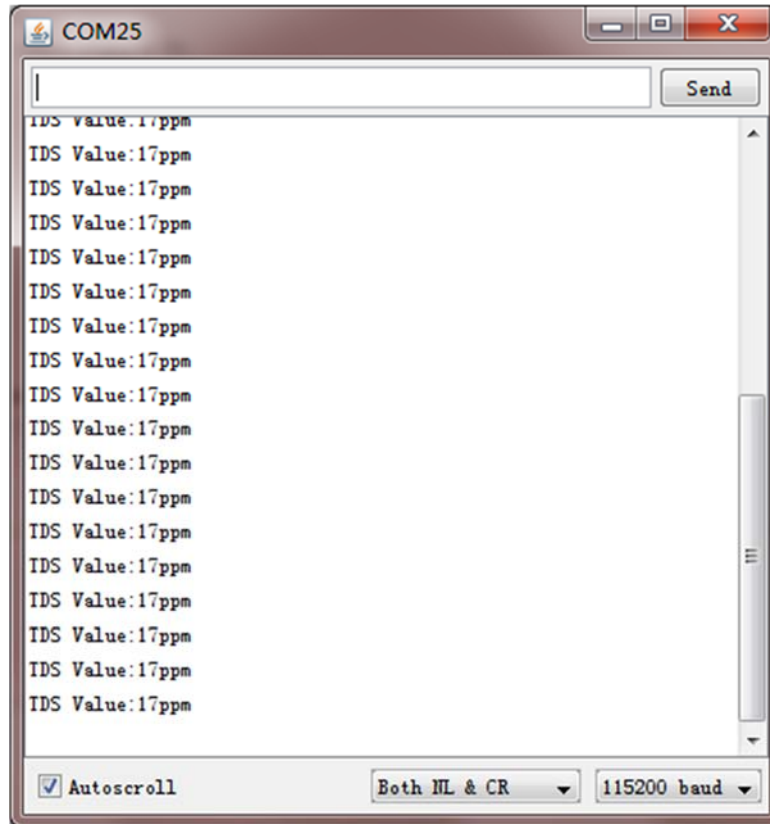
```

}
int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen)
{
    int bTab[iFilterLen];
    for (byte i = 0; i<iFilterLen; i++)
        bTab[i] = bArray[i];
    int i, j, bTemp;
    for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
    {
        for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
        {
            if (bTab[i] > bTab[i + 1])
            {
                bTemp = bTab[i];
                bTab[i] = bTab[i + 1];
                bTab[i + 1] = bTemp;
            }
        }
    }
    if ((iFilterLen & 1) > 0)
        bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
    else
        bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
    return bTemp;
}

```

## Expected Results

After uploading the sample code, open the serial monitor of the Arduino IDE. Then insert the TDS probe into the water, and gently stir it. Waiting for the reading to be stable, and you will get the TDS value of the water.



## FAQ

**Q1. Does this sensor have a temperature sensor? How to make the temperature compensation?**

**A.** This TDS probe has no temperature sensor, but the temperature compensation algorithm is reserved in the sample code. The temperature variable in the sample code will default to 25 °C without a temperature sensor. You can add a waterproof temperature sensor to read the temperature, then update the temperature variable, to make automatic temperature compensation.

For any questions, advice or cool ideas to share, please visit the **DFRobot Forum**.