

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
JUMLAH SISA VOLUME MINYAK UNDERGROUND TANK  
BERBASIS MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**



**OLEH:**

**HADI SEPTIA SENDI  
138120002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2018**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
JUMLAH SISA VOLUME MINYAK UNDERGROUND TANK  
BERBASIS MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



Oleh :


**HADI SEPTIA SENDI  
138120002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2018**

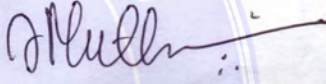
**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Jumlah Sisa Volume Minyak *Underground Tank* Berbasis Mikrokontroler  
Nama : Hadi Septia Sendi  
NPM : 13.812.0002  
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing



Ir. Zulkifli Bahri. MT  
Pembimbing I



Syarifah Muthia Putri ST. MT  
Pembimbing II



Syarifah Muthia Putri. ST. MT  
Ka. Prodi Teknik Elektro



Prof. Dr. Armansyah Ginting. M.Eng  
Dekan

Tanggal Lulus :

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bantuan orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 29 September 2018

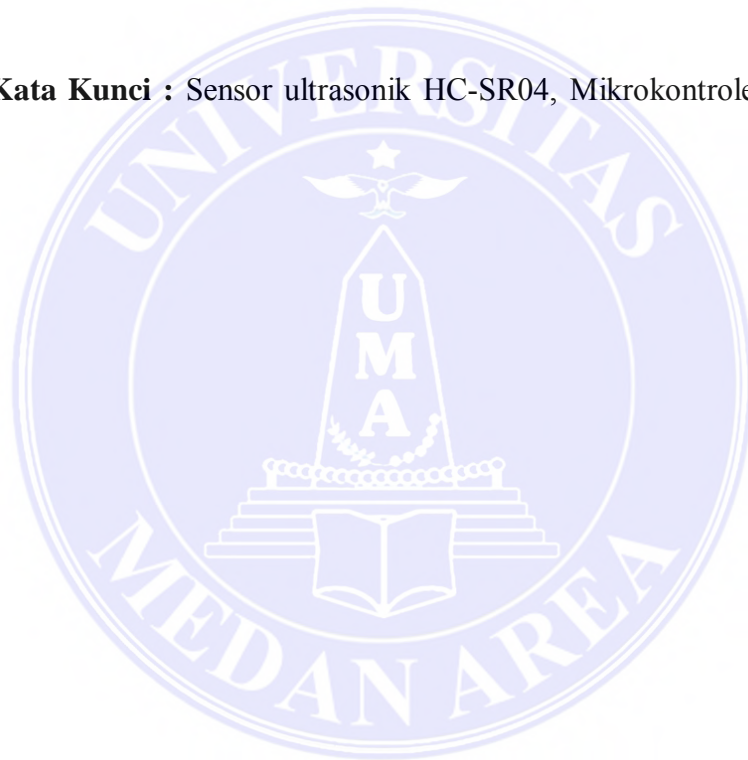


Hadi Septia Sendi  
13.812.0002

## ABSTRAK

Model monitoring ini untuk membuat suatu sistem peringatan dini apabila BBM didalam tangki pendam sudah mulai habis. Sistem pada prototipe terdiri dari *transmitter*, *receiver* ultrasonik yang berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Transmitter dan *receiver* diarahkan ke objek yang berada didalam tangki. Dimana jarak berbanding lurus dengan waktu pemancaran *transmitter* sampai diterima kembali oleh *receiver*, kemudian diproses menggunakan mikrokontroler ATmega 328P sebagai pengendali utama, dan *LCD* sebagai penampil keadaan BBM yang ada didalam tangki pendam.

**Kata Kunci :** Sensor ultrasonik HC-SR04, Mikrokontroler Arduino, dan *LCD*



## **ABSTRACT**

*This monitoring model is to create an early warning system if the fuel in the reservoir tank has begun to run out. System on the prototype consists of transmitters, ultrasonic receivers based on ATmega 328P microcontrollers. The transmitter and receiver are directed to the object in the tank. Where the distance is directly proportional to the transmitter transmitting time until it is received again by the receiver, then it is processed using the ATmega 328P microcontroller as the main controller, and the LCD as the BBM state viewer is in the receiving tank.*

**Keywords:** *HC-SR04 ultrasonic sensor, Arduino microcontroller and LCD*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, banyak nikmat yang Allah berikan, tetapi sedikit sekali yang kita ingat. Segala puji hanya layak untuk Allah atas segala berkat, rahmat, taufik, serta hidayah-Nya yang tiada terkira besarnya, sehingga saya dapat menyelesaikan hasil laporan tugas akhir ini.

Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah “Rancang Bangun Sistem Monitoring Jumlah Sisa Volume Minyak *Underground Tank* Berbasis Mikrokontroler “. Skripsi ini disusun guna menyelesaikan Program pendidikan Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

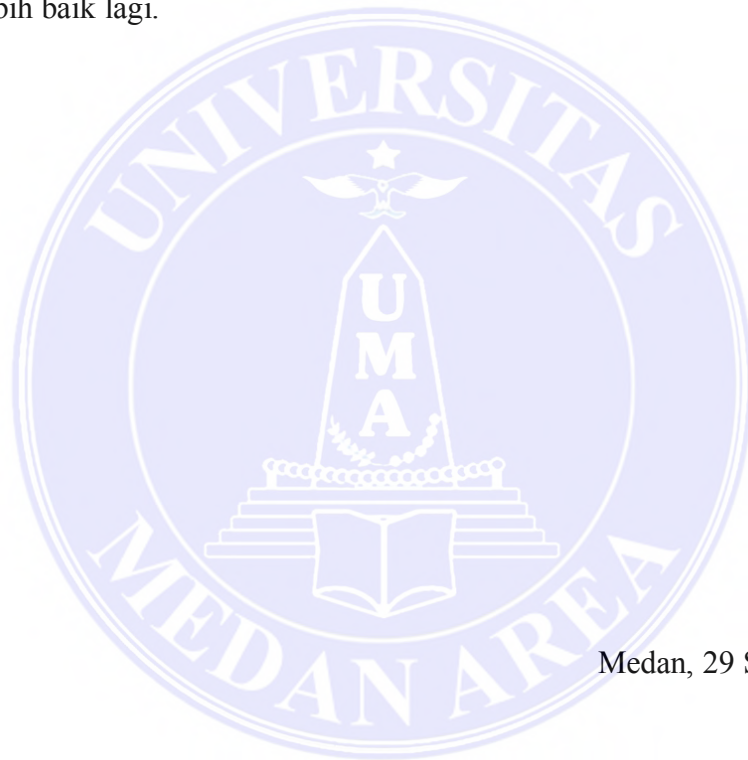
Dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun materil dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua penulis yang selalu memberi do'a dan dukungan secara moril maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area dan sekaligus ketua untuk Skripsi ini, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai.
3. Bapak Prof. Dr. Armansyah Ginting, M.Eng selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT selaku ketua program studi teknik elektro Universitas Medan Area dan sekaligus sebagai pembimbing II yang telah membantu dalam doa dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan pembuatan Skripsi ini.
5. Bapak Ir. Zulkifli Bahri, MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberi saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan Skripsi sampai selesai.
6. Seluruh staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang turut serta membantu dalam kelancaran proses mengerjakan tugas akhir ini.

7. Semua rekan-rekan yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya yang telah banyak memberikan kenangan manis dan persahabatan yang baik dan yang pastinya selalu membantu dalam doa serta dukungan.

Tidak lupa juga penulis ucapkan pada pihak-pihak yang sudah membantu penyusunan laporan tugas akhir ini, mohon maaf apabila ada kesalahan yang penulis lakukan selama tugas akhir baik yang disengaja maupun tidak disengaja.

Meskipun saya berharap isi dari laporan tugas akhir saya ini bebas dari kekurangan dan kesalahan, namun selalu ada yang kurang. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar laporan Tugas Akhir ini dapat lebih baik lagi.



Medan, 29 September 2018

Hadi Septia Sendi  
138120002



## DAFTAR ISI

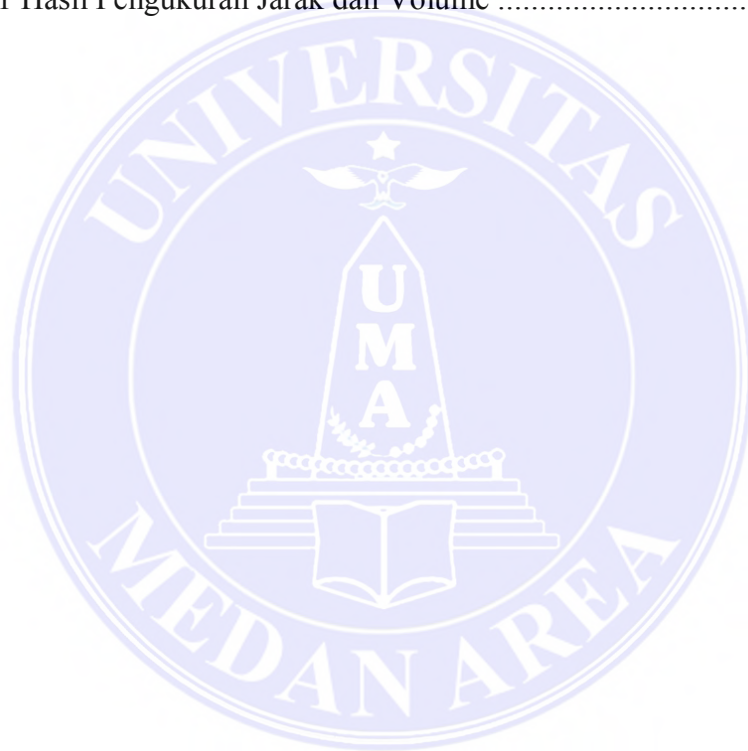
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Definisi Sistem monitoring underground tank.....	4
2.2 Mikrokontroler .....	5
2.2.1 Jenis-jenis Mikrokontroler .....	6
2.2.1.1 Mikrokontroler AVR .....	6
2.2.1.2 Mikrokontroler MCS-51 .....	11
2.2.1.3 Mikrokontroler PIC.....	11
2.2.1.4 Mikrokontroler ARM.....	11
2.2.2 Mikrokontroler Arduino Uno.....	12
2.2.3 Arsitektur Mikrokontroler ATmega 328P .....	16
2.3 Catu Daya ( <i>Power Supply</i> ) .....	17

2.3.1	Bagian-Bagian Pada Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	18
2.3.1.1	Rangkaian Penurun Tegangan ( <i>Step Down</i> ).....	18
1.	Trafo <i>CT</i> ( <i>Centre Tap</i> ) .....	19
2.	Trafo Biasa (Trafo Nol) .....	19
2.3.1.2	Rangkaian Penyearah ( <i>Rectifier</i> ).....	20
1.	Penyearah Setengah Gelombang .....	20
2.	Penyearah Gelombang Penuh.....	22
3.	Penyearah Dengan Kapasitor Sebagai Filter .....	24
2.3.1.3	Rangkaian Penstabil Tegangan.....	28
1.	Regulator Linear .....	28
2.	Regulator <i>switching</i> .....	28
2.4	Sensor.....	29
2.4.1	Sensor Ultrasonik .....	29
2.4.1.1	Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	29
2.4.1.2	Transduser Ultrasonik .....	32
2.4.1.3	Konstruksi Transduser Ultrasonik .....	33
2.5	LCD <i>Keypad Shield</i> .....	34
2.6	<i>Buzzer</i> .....	34
2.6.1	<i>Buzzer</i> Pasif.....	35
2.6.2	<i>Buzzer</i> Aktif .....	35
2.7	<i>Breadboard</i> .....	36
2.8	Alat-Alat Pendukung Lainnya .....	37
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
3.1.1	Tempat Penelitian.....	38
3.1.2	Waktu Penelitian .....	38
3.2	Metode Penelitian .....	38
3.2.1	Alat-Alat dan Bahan .....	40
3.2.2	Rancangan Struktural .....	41
1.	Tampilan Seluruh Sistem.....	41
2.	Dudukan Sistem Elektrikal .....	41

3.	Tata Letak Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	42
3.2.3	Rancangan Sistem Elektrikal .....	42
3.2.3.1	Sistem AC-DC Adaptor .....	43
3.2.3.2	Sistem Minimum Arduino Uno .....	44
3.2.3.3	Sistem Penampilan Data <i>LCD Keypad Shield</i> .....	44
3.2.3.4	Sistem Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	46
3.2.3.5	Sistem <i>Buzzer</i> .....	47
3.2.3.6	Sistem <i>Breadboard</i> .....	48
3.2.3.7	Sistem Secara Keseluruhan .....	49
3.3	<i>Flowchart</i> Program Monitoring Jumlah Sisa Volume Minyak .....	49
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>		<b>55</b>
4.1	Pembuatan Prototipe .....	55
4.1.1	Proses Pembuatan Bentuk Prototipe .....	55
4.1.2	Proses Pengambilan Data .....	55
4.1.3	Program Simulator Arduino-1.8.5-Windows .....	57
4.1.4	Proses Pemrograman Arduino .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>62</b>
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi pengelompokan AVR .....	7
Tabel 2.2 Perbandingan Mikrokontroler AVR Buatan ATmega .....	7
Tabel 2.3 Konfigurasi Port A .....	9
Tabel 2.4 Konfigurasi Port B .....	10
Tabel 2.5 Konfigurasi Port C .....	10
Tabel 2.6 Spesifikasi Arduino Uno.....	13
Tabel 3.1 Penetapan Komponen (Bahan).....	40
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Jarak dan Volume .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Desain <i>Underground Tank</i> .....	4
Gambar 2.2	Bentuk Fisik <i>Underground Tank</i> .....	5
Gambar 2.3	Mikrokontroler ATmega 328P .....	6
Gambar 2.4	Pin ATmega 328P .....	9
Gambar 2.5	Mikrokontroler Arduino Uno .....	12
Gambar 2.6	Skema Arduino Uno .....	15
Gambar 2.7	Blok Diagram Mikrokontroler ATmega 328P .....	16
Gambar 2.8	Adaptor AC-DC 12 Volt .....	17
Gambar 2.9	Transformator <i>Step Down</i> .....	18
Gambar 2.10	Lilitan Sekunder Transformator CT .....	19
Gambar 2.11	Lilitan Primer dan Sekunder Transformator Nol .....	20
Gambar 2.12	Bentuk Sinusoida Penyearah Setengah Gelombang .....	20
Gambar 2.13	Rangkaian dan Bentuk Sinusoida Penyearah Gelombang Penuh dengan Dua Dioda .....	22
Gambar 2.14	Rangkaian dan Bentuk Sinusoida Penyearah Gelombang Penuh dengan Dioda Jembatan ( <i>Bridge Diode</i> ) .....	23
Gambar 2.15	Rangkaian dan Bentuk Sinusoida Penyearah Setengah Gelombang dengan Kapasitor Filter .....	24
Gambar 2.16	Rangkaian dan Bentuk Sinusoida Penyearah Gelombang Penuh dengan Kapasitor Filter .....	26
Gambar 2.17	<i>IC Regulator 7805</i> .....	28
Gambar 2.18	Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	29
Gambar 2.19	Diagram Pita Frekuensi Suara .....	30
Gambar 2.20	Cara Kerja Sensor Ultrasonik .....	31
Gambar 2.21	Transduser Ultrasonik .....	32
Gambar 2.22	Konstruksi Transduser Ultrasonik .....	33
Gambar 2.23	<i>LCD Keypad Shield</i> .....	34
Gambar 2.24	<i>Buzzer</i> Pasif .....	35
Gambar 2.25	<i>Buzzer</i> Aktif .....	35
Gambar 2.26	<i>Breadboard</i> .....	36

Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Kerangka Berfikir .....	39
Gambar 3.2	Tampilan Seluruh Sistem Dalam Bentuk Tiga Dimensi .....	41
Gambar 3.3	Dudukan Seluruh Sistem Elektrikal.....	42
Gambar 3.4	Sketsa Penempatan Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	42
Gambar 3.5	<i>AC-DC Adaptor</i> .....	43
Gambar 3.6	Skema Rangkaian <i>AC-DC Adaptor</i> .....	43
Gambar 3.7	Skema Rangkaian Arduino Uno .....	44
Gambar 3.8	Bagian yang dipasang pada Arduino Uno.....	45
Gambar 3.9	Bagian yang dihubungkan dengan <i>LCD Keypad Shield</i> .....	45
Gambar 3.10	Tampilan <i>LCD Keypad Shield</i> Setelah di <i>Couple</i> dengan Arduino .....	46
Gambar 3.11	Pola Penginstalasian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	46
Gambar 3.12	Pola Instalasi <i>Buzzer</i> Terhadap <i>Breadboard</i> .....	47
Gambar 3.13	Penginstalasian <i>Breadboard</i> dengan Kabel <i>Jumper</i> .....	48
Gambar 3.14	Skema rangkaian seluruh sistem.....	49
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Program Monitoring Minyak.....	50
Gambar 4.1	Program Pada Simulator Arduino-1.8.5-Windows.....	53
Gambar 4.2	Hasil Data yang Dikeluarkan Simulator .....	54
Gambar 4.3	Skema Penginstalasian Arduino dengan LCD <i>Keypad Shield</i> .....	54
Gambar 4.4	Skema Penginstalasian <i>LCD</i> 16x2, Arduino dan <i>Breadboard</i> .....	55
Gambar 4.5	Skema Penginstalasian <i>LCD</i> 16x2 dan Arduino Tanpa <i>Breadboard</i> .....	55
Gambar 4.6	Fungsi pada Simulator Arduino Uno .....	56
Gambar 4.7	Data Looping pada Simulator Arduino Uno .....	57
Gambar 4.8	Variabel <i>Case</i> 3-6 pada Simulator Arduino Uno.....	57
Gambar 4.9	Variabel <i>Case</i> 7-10 pada Simulator Arduino Uno .....	58
Gambar 4.10	Data Eksekusi pada Simulator Arduino Uno .....	58
Gambar 4.11	Data <i>Default</i> pada Simulator Arduino Uno.....	59
Gambar 4.12	<i>Flowchart</i> Program Sistem Kerja Alat .....	60

## LAMPIRAN

1. Pemrograman Mikrokontroler ATmega 328P pada Arduino .....	64
2. Tabel Hasil Pengujian Jarak Sensor dengan Objek.....	71
3. <i>Datasheet</i> Arduino Uno dan <i>Datasheet</i> HC-SR04.....	72



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Peningkatan jumlah kendaraan yang demikian pesat membuat kebutuhan terhadap bahan bakar kendaraan terus meningkat. SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Untuk Umum) merupakan prasarana umum yang disediakan oleh PT. Pertamina untuk masyarakat luas guna memenuhi kebutuhan bahan bakar. Pada umumnya SPBU menjual bahan bakar sejenis premium, pertalite, solar dan pertamax. Seiring dengan itu, jumlah SPBU yang dibutuhkan juga meningkat. Setiap SPBU memiliki tangki pendam sebagai tempat penyimpanan bahan bakar, baik bensin, solar maupun pertamax. Tangki pendam penyimpan bahan bakar di setiap SPBU umumnya berupa bak penampung yang berada di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan survey awal yang telah dilakukan di sejumlah SPBU di Provinsi Sumatera Utara, pemeriksaan volume ketersediaan bahan bakar didalam tangki pendam SPBU itu umumnya dilakukan dengan mengukur ketinggian premium, solar atau pertamax yang ada di dalam tangki pendam secara manual, yaitu dengan menggunakan meteran tongkat atau galah panjang yang dimasukkan ke dalam tangki pendam hingga mencapai dasarnya. Batas antara bagian galah yang tercelup itulah yang kemudian digunakan sebagai indikator ketinggian bahan bakar yang terdapat didalam tangki pendam tersebut.

Pengukuran ketinggian bensin, solar atau pertamax secara manual kurang praktis, karena harus mencari posisi batas tercelupnya batang galah di dalam zat cair tersebut, juga memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala pada meteran. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat saat ini, terutama dibidang elektronika dan instrumentasi, telah memungkinkan dirancangnya berbagai alat ukur elektronik (digital) yang dapat membantu memudahkan pekerjaan manusia. Alat ukur ini biasanya merupakan suatu sistem instrumentasi yang terdiri atas sensor elektronik, pengondisi sinyal, pengontrol, pemroses, dan penampil hasil yang diukur.



## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara agar dapat mengetahui berapa ketinggian, dan jumlah volume minyak dengan hasil yang akurat
2. Membuat sistem pengolah data berbasis mikrokontroler sehingga mampu menerjemahkan hasil transduser menjadi besaran jarak dan menampilkannya dalam bentuk yang praktis.
3. Bagaimana cara agar petugas stasiun untuk mengetahui volume minyak secara otomatis
4. Bagaimana cara mendapatkan angka jumlah volume minyak yang akan ditampilkan oleh output pada *LCD* ?

## 1.3. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan pemecahan masalah yang objektif dan terarah, maka perlu dipertimbangkan keterbatasan ruang lingkup dalam tulisan ini. Batasan pembahasan pada perancangan sistem ini adalah :

1. Merancang ataupun merakit rangkaian alat penelitian.
2. Rancangan ataupun rakitan alat masih dalam bentuk prototipe sebagai alat simulator untuk mendeskripsikan kejadian sebenarnya.
3. Tidak membahas terlalu *detail* mengenai *coding program* yang digunakan pada alat.
4. Menggunakan air sebagai objek percobaan, mengingat faktor keamanan jika menggunakan BBM jenis lain semisal pertalite atau pertamax.
5. Prototipe tangki tidak memiliki lengkungan seperti pada *underground tank*.
6. Jarak maksimum deteksi adalah 400cm-500cm.
7. Sensor hanya mendeteksi jarak pada bilangan bulat.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang bangun model monitoring *underground tank* SPBU dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang berbasis mikrokontroler.
2. Merancang sistem kelistrikan sensor pendeteksi tinggi minyak pada tangki dan jumlah volume minyak dalam bentuk angka.

3. Merancang dan merakit sistem peringatan dini atau *warning* untuk petugas saat minyak pada *underground tank* telah menipis.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa jumlah minyak yang tersedia di *underground tank* dalam satuan liter yang tertera pada *LCD* tanpa membuka tutup tangki yang dapat menimbulkan resiko kebakaran.
2. Memudahkan untuk memonitor penyediaan BBM pada *underground tank* SPBU.
3. Dapat dijadikan sebagai alat pengukur jarak antara pengamat dan objek yang berguna bagi pekerja.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan skripsi nantinya adalah sebagai berikut:

##### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, perumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah yang diteliti dan sistematika penulisan laporan.

##### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang teori yang berhubungan dengan penelitian yang dibuat serta perangkat ataupun komponen-komponen pendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

##### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang bagaimana metode penelitian alat dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

##### **4. BAB IV HASIL PENELITIAN**

Berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasannya secara detail.

##### **5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

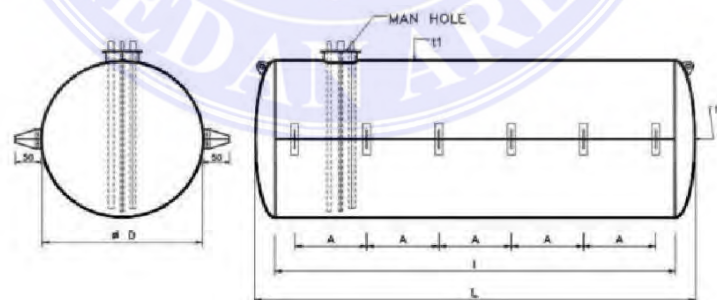
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi Sistem *Monitoring Underground Tank*

Sistem monitoring tangki pendam penyediaan BBM di SPBU saat ini banyak digunakan. Dalam hal ini dapat kendala yang sering dihadapi karena belum menggunakan sistem otomatis. Monitoring pengukuran level ketinggian BBM didalam tangki pendam menggunakan garis ukur.

Pada tugas akhir ini telah dirancang model monitoring tangki pendam SPBU menggunakan aplikasi gelombang ultrasonik dengan menggunakan *metode time of flight*. Model monitoring ini untuk membuat suatu sistem peringatan dini apabila BBM didalam tangki pendam sudah mulai habis atau tangki penuh saat proses pengisian ulang, dan membantu petugas mengetahui sisa jumlah minyak dalam satuan liter.

*Underground Tank* (tangki pendam) adalah tempat penyimpanan bahan bakar disetiap SPBU yang umumnya berupa bak yang berada dibawah permukaan tanah. Pengukuran bahan bakar yang dilakukan saat ini kurang efisien, hal ini dikarenakan pengukuran kapasitas bahan bakar dalam tangki pendam SPBU dilakukan manual. Pengukuran dengan menggunakan sensor merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam proses pengukuran kapasitas tangki. Perhatikan gambar 2.1 dan 2.2 berikut ini :



Gambar 2.1. Desain *underground tank*

( <http://electrician.unila.ac.id> )



Gambar 2.2. Bentuk fisik *underground tank*  
( <http://electrician.unila.ac.id>)

## 2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. 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. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did *MCS51* ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 *KB Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory)* yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi *high density non-volatile memory. Flash PEROM on-chip* tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem (*in-system programming*) atau dengan menggunakan *programmer non-volatile memory konvensional*. Kombinasi *CPU* 8 bit serba guna dan *Flash PEROM*, menjadikan mikrokontroler *MCS51* menjadi microcomputer handal yang fleksibel.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan *I/O* terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.

### 2.2.1 Jenis-Jenis Mikrokontroler



Gambar 2.3. Mikrokontroler ATmega 328P  
( <https://www.google.com/url?sa=atmega328p> )

Terdapat banyak jenis-jenis dari mikrokontroler. Bahkan dalam satu jenis saja terdapat beberapa tipe dan spesifikasi yang berbeda-beda.

#### 2.2.1.1. Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat *AVR* merupakan mikrokontroler *RISC* 8 bit. Karena *RISC* inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. Mikrokontroler *AVR* merupakan salah satu jenis arsitektur mikrokontroler yang menjadi andalan Atmel. Arsitektur ini dirancang memiliki berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari arsitektur mikrokontroler-mikrokontroler yang sudah ada. Berbagai seri mikrokontroler *AVR* telah diproduksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat *low cost dan high performance*. Di Indonesia, mikrokontroler *AVR* banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk didapatkan, dan harganya yang relatif terjangkau.

*AVR* dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu *TinyAVR*, *AT90Sxx*, dan *ATMega*, namun kesemuanya memiliki arsitektur yang sama, dan juga set instruksi yang relatif tidak berbeda. Berikut tabel 2.1 spesifikasi pengelompokan *AVR* dan tabel 2.2 perbandingan beberapa seri mikrokontroler *AVR* buatan Atmel.

Tabel 2.1. Spesifikasi pengelompokan AVR

Jenis	Jumlah Pin	Flash	EEPROM	SRAM
nyAVR	8-32	1-2K	64-128	0-12
T90Sxx	20-44	1-8K	128-512	0-1K
ATmega	32-64	8-128K	512-4K	512-4

( <http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File%20III.pdf> )

Tabel 2.2. Perbandingan mikrokontroler AVR buatan ATmega

Name	Processor	Operating/Input Voltage	CPU Speed	Analog In/Out	Digital IO/PWM	EEPROM [kB]	SRAM [kB]	Flash [kB]	USB	UART
IoT	Intel® Curie	3.3 V / 7-12V	32MHz	6/0	14/4	—	24	196	Regular	—
Gemma	ATtiny85	3.3 V / 4-16 V	8 MHz	1/0	3/2	0.5	0.5	8	Micro	0
LilyPad	ATmega168V ATmega328P	2.7-5.5 V / 2.7-5.5 V	8MHz	6/0	14/6	0.512	1	16	—	—
LilyPad SimpleSnap	ATmega328P	2.7-5.5 V / 2.7-5.5 V	8 MHz	4/0	9/4	1	2	32	—	—
LilyPad USB	ATmega32U4	3.3 V / 3.8-5 V	8 MHz	4/0	9/4	1	2.5	32	Micro	—
Mega 2560	ATmega2560	5 V / 7-12 V	16 MHz	16/0	54/15	4	8	256	Regular	4
Micro	ATmega32U4	5 V / 7-12 V	16 MHz	12/0	20/7	1	2.5	32	Micro	1

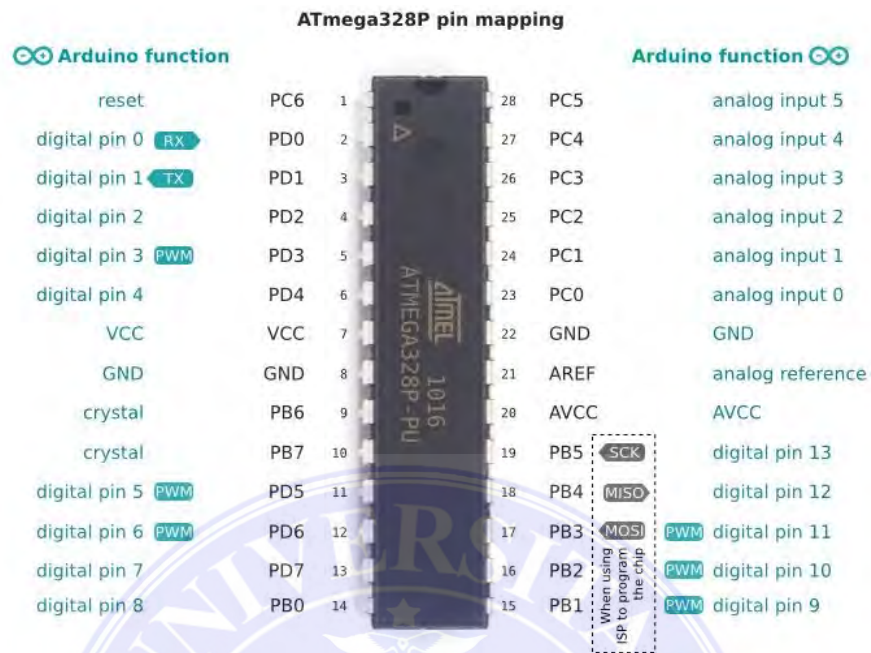
( <http://blog.unnes.ac.id/widiyanti/2016/02/12/jenis-jenis-mikrokontroler/> )

Keterangan:

- \* *Operating/Input Voltage* adalah tegangan yang dibutuhkan untuk pengoperasian mikrokontroler (*Operating/Input Voltage* ATmega328P yaitu 2,7-5,5 V).
- \* *CPU Speed* atau flash merupakan suatu jenis *Read Only Memory* yang biasanya diisi dengan program hasil buatan manusia yang harus dijalankan oleh mikrokontroler ( *CPU speed* ATmega adalah 8 bit )
- \* *Analog In/Out* adalah jumlah *output* terhadap *input* Analog.
- \* *Digital IO/PWM* adalah jumlah *PWM* terhadap pin Digital ( Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *PWM (Pulse Width Modulation output)* )
- \* *Port I/O* adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program.

- \* *ADC ( Analog to Digital Converter )* adalah fasilitas untuk dapat menerima sinyal analog dalam *range* tertentu untuk kemudian dikonversi menjadi suatu nilai digital dalam *range* tertentu.
- \* *EEPROM ( Erasable Programmable Read Only Memory )* adalah memori untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang running.
- \* *SRAM ( Static Random Acces Memory )* sebesar 1 KB
- \* *RAM ( Random Acces Memory )* merupakan memori yang membantu *CPU* untuk penyimpanan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang *running*.
- \* *Timer* adalah modul dalam *hardware* yang bekerja untuk menghitung waktu/pulsa.
- \* *UART ( Universal Asynchronous Receive Transmit )* adalah jalur komunikasi data khusus secara serial *asynchronous*.
- \* *PWM ( Pulse Width Modulation )* adalah fasilitas untuk membuat modulasi pulsa.
- \* *SPI ( Serial Peripheral Interface )* adalah jalur komunikasi data khusus secara serial secara serial *synchronous*.

## Pin ATmega328P



Gambar 2.4 . Pin ATmega 328P

( <http://www.google.co.id/search?q=atmega328p+pin+mapping> )

Berikut tabel 2.3 konfigurasi pin ATmega 328P :

Tabel 2.3. Konfigurasi *port A*

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	$\overline{SS}$ (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

( <http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File%20III.pdf> )



Tabel 2.4. Konfigurasi *port B*

PORT PIN	Alternate Function
PC6	RESET (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

( <http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File%20III.pdf> )

Tabel 2.5. Konfigurasi *port C*

PORT PIN	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

( <http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File%20III.pdf> )

### 2.2.1.2. Mikrokontroler *MCS-51*

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler *CISC* ( *Complex Instruction Set Computer* ). Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler *MCS-51* buatan Atmel terdiri dari dua versi, yaitu versi 20 kaki dan versi 40 kaki. Semua mikrokontroler ini dilengkapi dengan *Flash PEROM* ( *Programmable Erasable Read Only Memory* ) sebagai media memori-program, dan susunan kaki *IC-IC* tersebut sama pada tiap versinya. Perbedaan dari mikrokontroler-mikrokontroler tersebut terutama terletak pada kapasitas memori-program, memori-data dan jumlah pewaktu 16-bit. Mikrokontroler *MCS-51* Atmel versi mini (20 pin) dan versi 40 pin secara garis besar memiliki struktur dasar penyusun arsitektur mikrokontroler yang sama.

### 2.2.1.3. Mikrokontroler *PIC*.

Pada awalnya, *PIC* merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. *PIC* termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur *Harvard* yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi *Mikroelektronik General Instruments* dengan nama *PIC1640*. *PIC* memungkinkan untuk mengontrol perangkat *output* ketika mereka dipicu oleh sensor dan *switch*. Program dapat dihasilkan dengan menggunakan diagram alur dalam perangkat lunak komputer, yang kemudian dapat di-download ke dalam *chip PIC*. Semuanya dapat ditulis ulang sebanyak yang diinginkan. Memori jenis ini disebut *memory flash*. Sebuah mikrokontroler *PIC* adalah sirkuit terpadu tunggal cukup kecil untuk muat di telapak tangan dan berisi memori pengolahan unit, Jam dan sirkuit *Input / Output* dalam satu unit. Sebuah mikrokontroler *PIC*, oleh karena itu, sering digambarkan sebagai komputer dalam sirkuit terpadu. Mikrokontroler *PIC* dapat dibeli kosong dan kemudian diprogram dengan program kontrol tertentu. Mikrokontroler *PIC* juga dapat dibeli dengan pra-diprogram seperangkat perintah yang memungkinkan download langsung dari kabel komputer dan mengurangi biaya peralatan pemrograman.

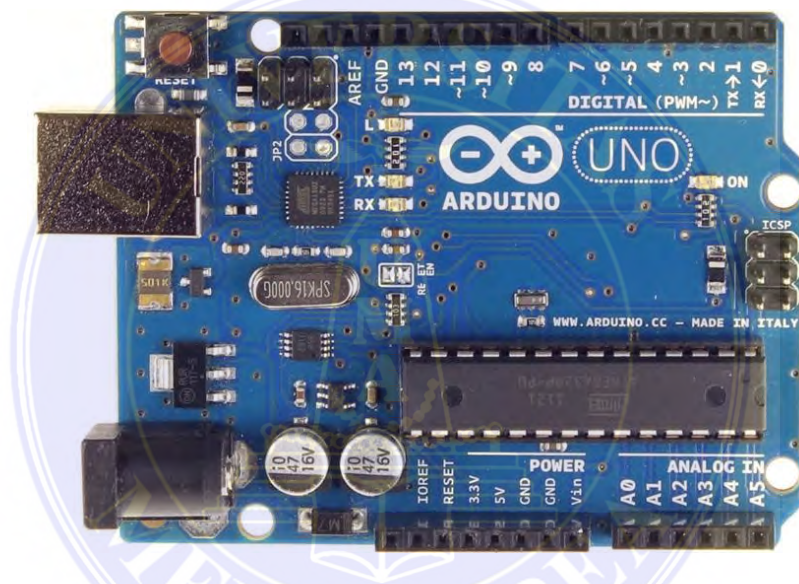
### 2.2.1.4. Mikrokontroler *ARM*.

*ARM* adalah prosesor dengan arsitektur set instruksi 32bit *RISC* ( *Reduced Instruction Set Computer* ) yang dikembangkan oleh *ARM Holdings*. *ARM* merupakan singkatan dari *Advanced RISC Machine* (sebelumnya lebih dikenal

dengan kepanjangan *Acorn RISC Machine*). Pada awalnya *ARM* prosesor dikembangkan untuk *PC (Personal Computer)* oleh *Acorn Computers*, sebelum dominasi Intel x86 prosesor Microsoft di *IBM PC* kompatibel menyebabkan *Acorn Computers* bangkrut.

Melalui izin dari seluruh dunia, arsitektur *ARM* adalah yang paling umum dilaksanakan 32-bit set instruksi arsitektur. Arsitektur *ARM* diimplementasikan pada *Windows*, *Unix*, dan sistem operasi mirip *Unix*, termasuk *Apple iOS*, *Android*, *BSD*, *Inferno*, *Solaris*, *WebOS*, *Plan 9* dan *GNU / Linux*. *Advanced RISC Machine* awalnya dikenal sebagai Mesin *Acorn RISC*.

### 2.2.2. Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 2.5 : Mikrokontroler arduino uno  
( <http://www.caratekno.com>>2015/07 )

Mikrokontroler inilah yang digunakan untuk mendukung segala program yang direncanakan. *Board* Arduino uno adalah *Board* Mikrokontroler (*Development Board*) menggunakan *chip* mikrokontroler ATmega 328P yang fleksibel dan *open-source*, *Software* dan *Hardware* nya relatif mudah di gunakan sehingga banyak di pakai oleh pemula sampai ahli. Untuk dapat digunakan *Board* Arduino Uno di hubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel *USB* atau dengan adaptor atau *Power Supply* 7-12 *V DC*. Arduino Uno dapat di gunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan membaca data dari berbagai sensor .misalnya jarak, inframerah, suhu, cahaya, ultrasonik, tekanan,kelembaban dan

lain lain. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel *USB* atau menggunakan adaptor *AC-DC* 12 volt untuk menjalankannya. Pin listrik adalah *VIN* Tegangan masukan kepada *board* Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi *USB* atau sumber daya lainnya), 5V catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya. 3v3 sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator *on-board*, *GND*. *Ground* pin. Memori ATmega 328P memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari *SRAM* dan 1 KB *EEPROM* (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *EEPROM library*).

Tabel 2.6. Spesifikasi Arduino uno

a. Mikrokontroler	ATmega328
b. Tegangan Operasi	5V
c. Tegangan <i>Input</i> (disarankan)	7-12V
d. Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20V
e. pin Digital I/O	14 pin
f. Pin Analog <i>Input</i>	6 pin
g. Arus DC per I/O pin	40 mA
h. Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
i. Flash Memory	32 KB
j. SRAM	2 KB
k. EEPROM	1 KB
l. <i>Clock</i>	16 MHz

( <http://widuri.raharja.info/index.php/SI1233472982> )

Masing-masing dari 14 pin digital pada arduino uno dapat di gunakan sebagai *Input* atau *Output* dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, mereka beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat

memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pull-up resistor* (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhms.

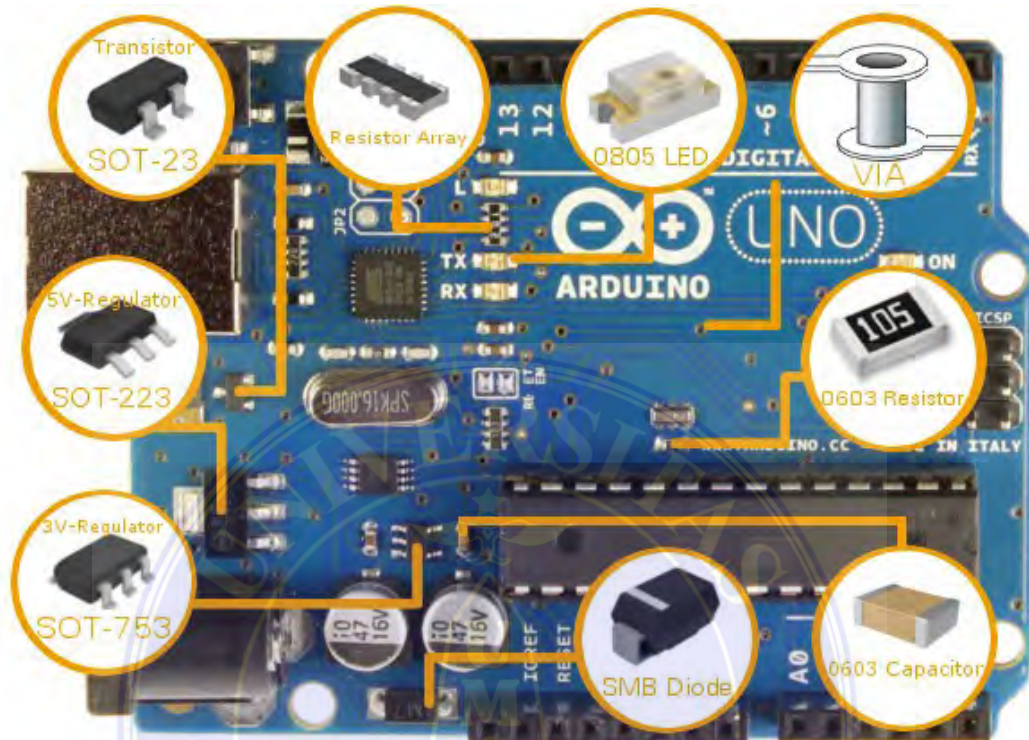
Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- **Serial** : Pin 0 (*RX*) dan pin 1 (*TX*) dapat di gunakan untuk mengirim (*TX*) dan menerima (*RX*) *TTL* data serial
- **External Interrupts** : *INT 0* adalah pin 2 dan *INT 1* adalah pin 3
- **PWM** : 3, 5, 6, 9, 10, and 11. menyediakan *output PWM* 8 bit
- **SPI** : 10 (*SS*), 11 (*MOSI*), 12 (*MISO*), 13 (*SCK*). Pin ini mendukung komunikasi *SPI* menggunakan *SPI Library*
- **LED** : 13 *Buit-in LED* terhubung dengan pin digital 13

Uno memiliki 6 *input* analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

- **I<sup>2</sup>C**: A4 atau *SDA* pin dan A5 atau *SCL* pin. Mendukung komunikasi *I<sup>2</sup>C*.
- **Aref**: Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan analog *Reference ()*.
- **Reset**

Secara garis besar Arduino berjalan pada *clock* 16 MHz dengan *auto*-reset, memiliki 6 *input* analog dan 14 pin digital *I/O*, Berikut ini gambar 2.6 skema Arduino uno :



Gambar 2.6. Skema arduino uno

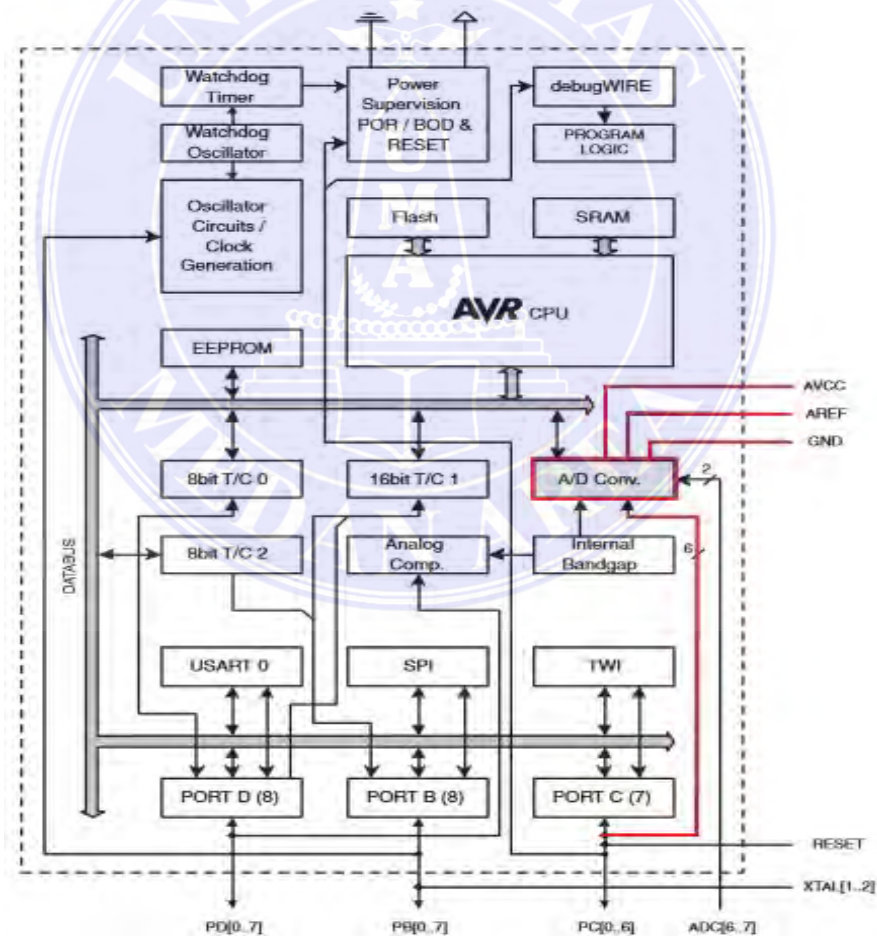
([https://www.allaboutcircuits.com/uploads/articles/Arduino\\_Parts\\_diag.jpg](https://www.allaboutcircuits.com/uploads/articles/Arduino_Parts_diag.jpg) )

Papan Arduino mengandung empat *LED* yang masing-masing diberi kode *L*, *TX*, *RX*, dan *ON*. Peran setiap *LED* adalah seperti berikut:

1. *L*: *LED* ini terhubung ke pin bernomor 13.
2. *TX*: *LED* ini menandakan terdapat pengiriman data dari Arduino.
3. *RX*: *LED* ini menandakan terdapat penerimaan data.
4. *ON*: *LED* ini menyala sekiranya Arduino mendapatkan pasokan listrik.

### 2.2.3. Arsitektur Mikrokontroler ATmega 328P

Seluruh mikrokontroler yang diimplementasikan pada produk Arduino menggunakan ATmega keluarga AVR. Salah satunya seri ATmega 328P dengan sejumlah fitur diantaranya *ON-Chip System Debug*, 5 ragam tidur (*Mode Sleep*), 6 saluran *ADC* yang mendukung reduksi derau, ragam hemat daya (*Power-save Mode*, *Power-down*), dan ragam siaga (*Standby Mode*). (Istiyanto, 2014). Mikrokontroler ATmega 328P menggunakan kristal 16 MHz sebagai pembangkit *clock*. Keduanya juga memiliki blok memori *Flash* untuk penyimpanan instruksi program, *SRAM* untuk penyimpanan variabel data sementara, dan *EEPROM* sebagai media penyimpanan data yang tetap tersimpan meskipun mikrokontroler dalam kondisi tidak dicatu. Berikut ini gambar 2.7 blok diagram mikrokontroler ATmega 328P



Gambar 2.7. Blok diagram mikrokontroler ATmega 328P

( <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/understanding-arduino-uno-hardware-design/> )

### 2.3. Catu Daya ( *Power Supply* )



Gambar 2.8. Adaptor *AC-DC* 12 Volt

Adaptor memiliki *output* tegangan sebesar 12 volt *DC* dengan arus *output* sebesar 1 ampere. *Power supply* merupakan rangkaian penyearah yang dapat mengubah tegangan *AC* ( *Altemating Current* ) menjadi tegangan *DC* ( *Direct Current* ). Pengertian lain dari *power supply* atau yang juga dikenal dengan sebutan catu daya adalah sebuah alat yang digunakan untuk menyediakan energi listrik untuk perangkat-perangkat elektronika seperti komputer, televisi, dan lain sebagainya. Pada dasarnya rangkaian *power supply* ini sering disebutkan sebagai pengganti baterai atau adaptor.

Prinsip kerja dari *power supply* ini terbilang sangat sederhana. *Input* yang diterima oleh rangkaian *power supply* berupa arus *AC* yang kemudian diturunkan tensingannya melalui komponen transformator. Setelah arus *AC* tersebut turun menjadi nilai tertentu, komponen dioda yang bertugas menyearahkan arus *AC* menjadi *DC*.

Arus *DC* yang menjadi keluaran dari *power supply* yang nantinya dialirkan langsung menuju perangkat-perangkat elektronika sehingga dapat difungsikan sebagaimana mestinya. *Power supllly* sendiri memiliki banyak sekali jenis, mulai



dari *power supply DC power, AC power, Switching mode, Programmable*, sampai dengan *high voltage*.

### 2.3.1. Bagian-Bagian Pada Rangkaian *Power Supply*.

Pada dasarnya rangkaian *power supply* sederhana terdiri dari beberapa bagian, diantaranya sebagai berikut :

#### 2.3.1.1. Rangkaian Penurun Tegangan ( *Step Down* )

Merupakan rangkaian yang berfungsi menurunkan tegangan *AC* dari 220 *volt* menjadi tegangan yang lebih rendah. Seperti yang diketahui, tegangan listrik di rumah adalah sebesar 220 *volt AC*. Untuk membuat rangkaian *power supply*, tegangan 220 *volt AC* tersebut harus diturunkan terlebih dahulu supaya tegangannya menjadi lebih rendah. Penurunan tegangan bisa menggunakan transformator *step down*. Berikut gambar 2.9 transformator *step down*:



Gambar 2.9. Transformator *step down*

( [https://s.kaskus.id/images/2015/01/21/2009050\\_20150121112339.jpg](https://s.kaskus.id/images/2015/01/21/2009050_20150121112339.jpg) )

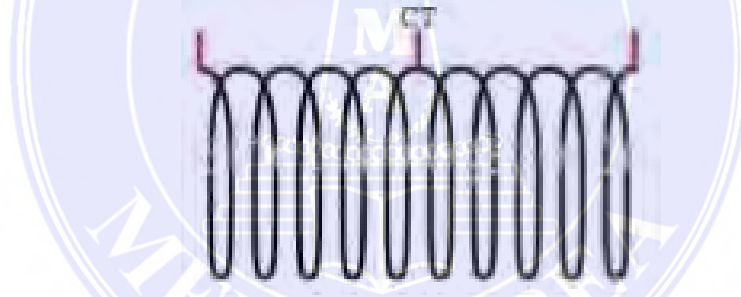
Transformator *step down* ini dapat menurunkan tegangan dari 220 *volt* menjadi 7 *volt AC* sampai 12 *volt AC*, tergantung kebutuhan berapa tegangan

luaran rangkaian *power supply* sederhana yang didesain. Selain transformator *step down*, ada juga transformator jenis lain yaitu transformator *step up*. Jika *step down* untuk menurunkan tegangan, maka *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan. Hanya saja jenis transformator yang dibutuhkan adalah transformator *step up*.

Ada beberapa jenis transformator *step down* yang dapat di gunakan untuk membuat *power supply*, yaitu :

#### 1. Transformator *CT* ( *Centre Tap* )

Titik *centre tap* adalah titik tengah lilitan sekunder pada transformator *CT* yang dihubungkan keluar lilitan dan bersifat sebagai *ground*. Jadi semisal terdapat 10 lilitan kawat pada bagian sekundernya maka diantara lilitan ke-5 dan ke-6 dihubungkan pada sebuah kawat yang terhubung keluar lilitan. Perhatikan gambar 2.10 berikut :



Gambar 2.10. Lilitan sekunder transformator *CT*

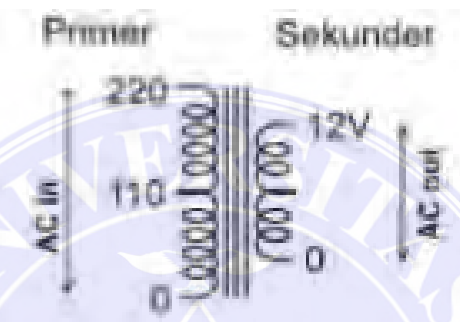
Tegangan sekunder yang dihasilkan oleh transformator *CT* ini ada 2 macam, mempunyai amplitudo yang sama namun saling berlawanan fasa, masing-masing sebesar 11 *VAC* atau setengah dari tegangan sekunder pada transformator biasa seperti gambar diatas. Tegangan sekunder transformator *CT* ini diukur dari salah satu ujung lilitan terhadap titik *centre tap*-nya.

#### 2. Transformator Biasa (Transformator Nol)

Transformator ini mempunyai satu gulungan tunggal yang utama pada bagian sekundernya, karena itu tegangan keluarannya pun tunggal. Transformator tegangan tunggal sering juga disebut dengan transformator “nol” disebut begitu karena mempunyai dua sambungan keluaran yang salah satunya adalah 0 *Volt* (nol *Volt*) Transformator nol biasa disebutkan hanya tegangan dan besar arus

sekundernya saja. Contoh : transformator 0-12V/3A, transformator 0-18V/5A dan lain-lain. Penggunaan transformator nol terdapat sangat banyak diberbagai perangkat elektronik seperti *radio-tape recorder*, *DC regulator*, dan lain-lain.

Berikut ini gambar 2.11 lilitan primer dan sekunder transformator nol :

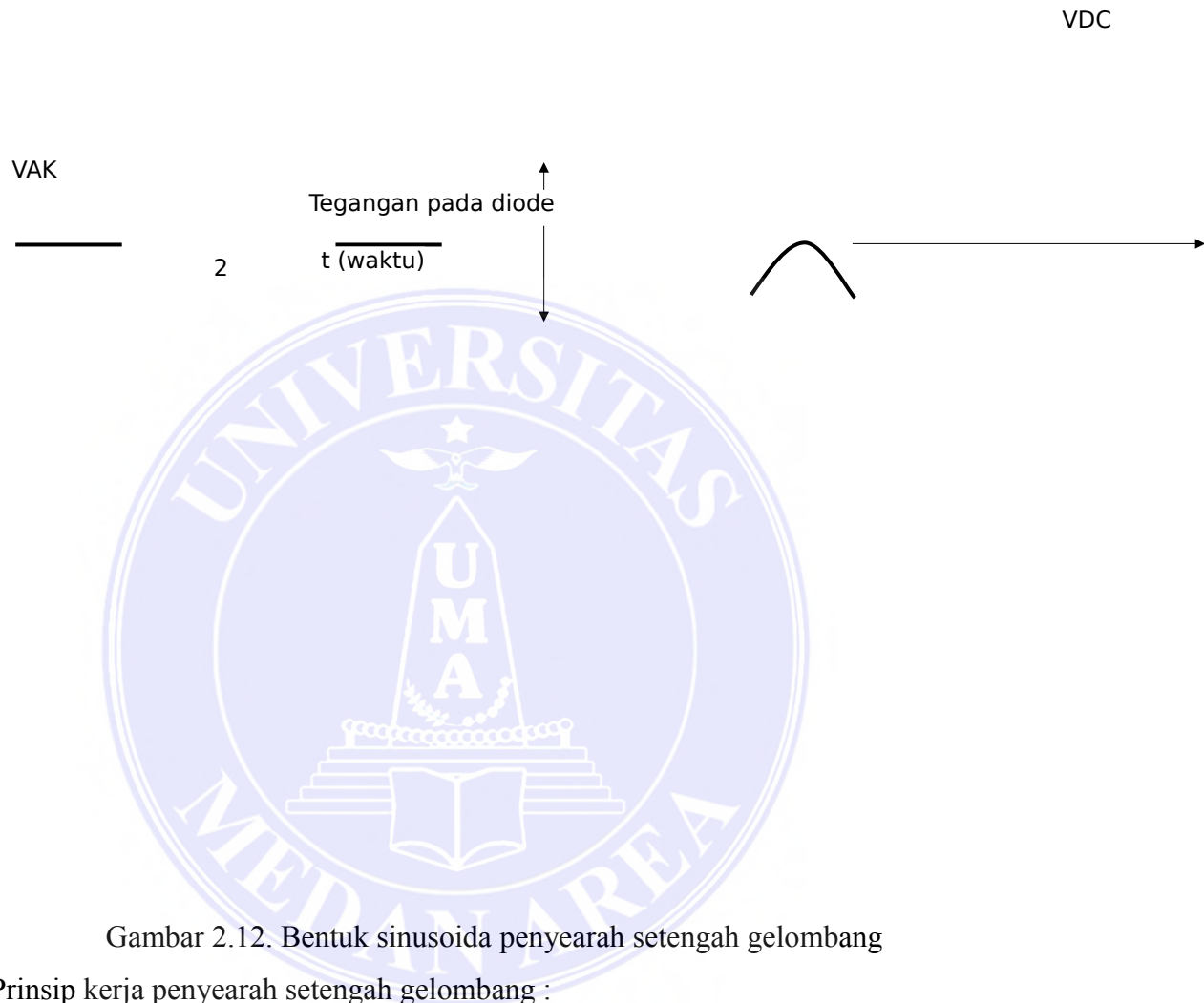


Gambar 2.11. Lilitan primer dan sekunder transformator nol

### 2.3.1.2. Rangkaian Penyearah (*Rectifier*)

Rangkaian penyearah atau yang biasa disebut rangkaian *rectifier*, merupakan rangkaian yang berfungsi untuk merubah tegangan *AC* ( bolak-balik ) menjadi tegangan *DC* ( searah ). Rangkaian ini menggunakan kombinasi dari beberapa dioda. Ada 2 jenis rangkaian *rectifier* yang dapat digunakan untuk membuat *power supply*. Antara lain adalah sebagai berikut:

1. Penyearah Setengah Gelombang



Gambar 2.12. Bentuk sinusoida penyearah setengah gelombang

Prinsip kerja penyearah setengah gelombang :

- Pada periode  $0$  s/d  $\pi$  titik A mendapat tegangan positif sedangkan titik B (nol) atau titik A lebih positif dari titik B, dioda dalam keadaan *forward bias* sehingga dapat melalukan arus ke beban  $R_L$ , dan timbul tegangan pada beban
- Pada periode  $\pi$  s/d  $2\pi$  titik A mendapat tegangan negatif sedangkan titik B tetap nol atau dikatakan titik B lebih positif dari titik A sehingga dioda dalam keadaan *reverse bias* dan tidak dapat melalukan arus, tegangan pada beban =  $0$ , demikian seterusnya

- Karena dari satu periode penuh hanya setengah periode gelombang yang disearahkan maka penyearah ini disebut penyearah setengah gelombang.
- Pada saat *reverse bias* dioda mendapat tegangan negatif hingga mencapai tegangan puncak tegangan *input*. Bila tegangan ini lebih besar dari *PIV*, maka dioda akan rusak.

Besar tegangan *DC* yang dihasilkan pada penyearah setengah gelombang Nilai rata-rata atau *DC* didefinisikan sebagai:

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int v(t) dt \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Bila tegangan *input AC* :  $v(t) = V_m \sin \omega t$ , maka tegangan yang dihasilkan

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t)$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_0^{\pi}$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{2\pi} (-\cos 180^\circ - (-\cos 0^\circ)) = \frac{V_m}{2\pi} (1 + 1)$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} = 0,318 V_m$$

.....

(2.2)

$$V_m = \sqrt{2} V_{\text{eff}}$$

Karena

Maka :

$$V_{DC} = 0,45 V_{\text{in eff}}$$

Dimana :

$V_m$  = Tegangan maksimum *input AC*

$V_{\text{in eff}}$  = Tegangan *input* efektif *AC*

Sedangkan arus beban  $I_L = I_{DC}$  dan daya beban  $P_L = P_{DC}$ , masing-masing adalah :

$$I_L = \frac{V_{DC}}{R_L}$$

.....

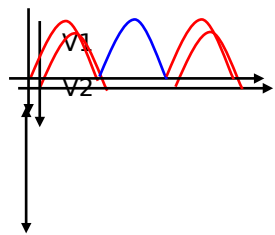
..

(2.3)

$$P_L = V_{DC} \times I_L$$

..... (2.4)

2. Penyearah Gelombang Penuh  
 A. Penyearah dengan transformator titik tengah (*center tap transformer*)  
*Transformer CT*  
 Output melalui D1



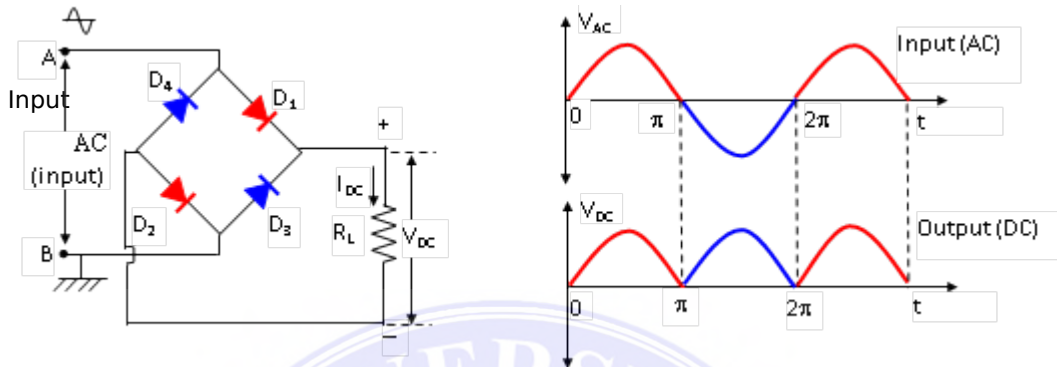
Gambar 2.13. Rangkaian dan bentuk sinusoida penyearah gelombang penuh dengan dua dioda

Prinsip kerja penyearah penyearah dengan transformator titik tengah (*center tap transformer*) *Transformer CT* :

- Pada periode  $0$  s/d  $\pi$ , titik A mendapat tegangan positif, sedangkan titik B mendapat tegangan negatif. Dioda  $D_1$  dalam keadaan *forward bias* sedangkan dioda  $D_2$  dalam keadaan *reverse bias*, sehingga arus mengalir dari titik A melalui  $D_1$  ke beban  $R_L$  dan kembali ke *CT* transformator.
- Pada periode  $\pi$  s/d  $2\pi$ , titik A mendapat tegangan negatif, sedangkan titik B mendapat tegangan positif. Dioda  $D_2$  dalam keadaan *forward bias* sedangkan dioda  $D_1$  dalam keadaan *reverse bias*, sehingga arus mengalir dari titik B melalui  $D_2$  ke beban  $R_L$  dan kembali ke *CT* transformator. *Output* melalui  $D_1$  dan  $D_2$  merupakan bentuk gelombang hasil penyearah gelombang penuh. Karena dari satu periode penuh, seluruh periode gelombang yang disearahkan maka penyearah ini disebut penyearah gelombang penuh.

B. Penyearah gelombang penuh dengan dioda jembatan ( *bridge diode* )

Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan empat buah dioda yang dihubungkan secara jembatan ( dioda jembatan = *bridge diode* )



Output melalui D2  
 Gambar 2.14. Rangkaian dan bentuk sinusoida penyearah gelombang penuh dengan dioda jembatan ( *bridge diode* )

Prinsip kerja penyearah gelombang penuh gelombang :

- Pada periode 0 s/d  $\pi$  titik A mendapat tegangan positif sedangkan titik B (nol) atau titik A lebih positif dari titik B, dioda  $D_1$  dan  $D_2$  , dalam keadaan *forward bias*,  $D_3$  dan  $D_4$  dalam keadaan *reverse bias* sehingga arus mengalir dari titik A,  $D_1$ , beban  $R_L$  ,  $D_2$  dan ke titik B
- Pada periode  $\pi$  s/d  $2\pi$  titik A mendapat tegangan negatif sedangkan titik B tetap nol atau titik B lebih positif dari titik A, dioda  $D_3$  dan  $D_4$ , dalam keadaan *forward bias*  $D_1$  dan  $D_2$  dalam keadaan *reverse bias* sehingga arus mengalir dari titik B,  $D_3$ , beban  $R_L$  ,  $D_4$  dan ke titik A.
- Pada beban  $R_L$  mengalir arus searah, dimana pada gambar di atas arus mengalir sesuai dengan arah anak panah  $I_{DC}$  (periode 0 s/d  $\pi$  dan  $\pi$  s/d  $2\pi$ ), walaupun polaritas gelombang *input* telah berubah dari positif ke negatif dan seterusnya
- Karena dari satu periode penuh, seluruh periode gelombang yang disearahkan maka penyearah ini disebut penyearah gelombang penuh.

Besar tegangan DC yang dihasilkan pada penyearah setengah gelombang.

Nilai rata-rata atau DC didefinisikan sebagai:

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int v(t) dt \tag{2.5}$$

Bila tegangan *input AC* :  $v(t) = V_m \sin \omega t$ , maka tegangan yang dihasilkan

$$V_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t)$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{\pi} \left| -\cos \omega t \right|_0^{\pi}$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} (-\cos 180^\circ - (-\cos 0^\circ)) = \frac{V_m}{\pi} (1 + 1)$$

$$V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} = 0,636 V_m$$

.....(2.6)

$$V_m = \sqrt{2} V_{\text{eff}}$$

Karena

Maka :

$$V_{DC} = 0,90 V_{\text{ineff}}$$

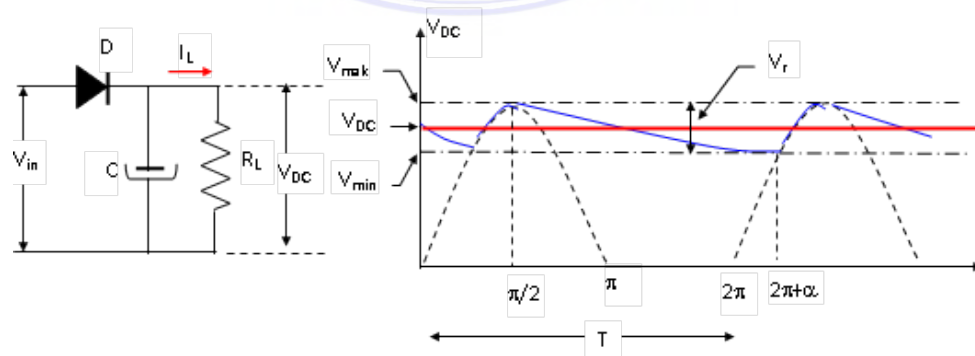
..... (2.7)

Tegangan yang dihasilkan oleh penyearah gelombang penuh 2 kali tegangan yang dihasilkan penyearah setengah gelombang. Bentuk gelombang hasil penyearah masih berbentuk pulsa-pulsa positif atau masih mempunyai tegangan *ripple*.

### 3. Penyearah Dengan Kapasitor Sebagai Filter

Untuk mendapatkan bentuk gelombang yang mendekati rata seperti bentuk gelombang *DC* murni yang dihasilkan oleh baterai dan akumulator, maka pada *output* rangkaian penyearah dipasangkan kapasitor sebagai filter.

#### A. Penyearah setengah gelombang dengan kapasitor filter



Gambar 2.15. Rangkaian dan bentuk sinusoida penyearah setengah gelombang dengan kapasitor filter



Kapasitor diisi sampai mencapai tegangan maksimum ( $V_{maks}$ ) pada  $\pi/2$ . Setelah waktu  $\pi/2$  tegangan yang mengisi kapasitor semakin kecil, sehingga terjadi proses pengosongan kapasitor karena kapasitor telah bermuatan, sampai waktu  $(2\pi + \alpha)$  ke beban  $R_L$  tidak ke dioda karena dioda dalam keadaan *reverse bias* (Katoda lebih positif dari Anoda). Setelah  $(2\pi + \alpha)$  terjadi proses pengisian kembali karena muatan kapasitor semakin kecil. Demikian seterusnya. Dari kurva diperoleh:

$$\text{Bila: } V_r = V_{mak} - V_{min} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$V_{DC} = V_{mak} - \frac{1}{2} V_{min}$$

Maka :  $(V_{DC}$  berada ditengah-tengah antara  $V_{mak}$  dan  $V_{min}$ )

Dimana:

$V_r$  = Tegangan *ripple*

$V_{DC}$  = Tegangan *DC* yang dihasilkan

Bila muatan ( $Q$ ) dari kapasitor yang dikosongkan selama 1 periode, maka:

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$Q = C \cdot V \quad \text{atau :}$$

$$\dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

$Q$  = Muatan yang dikosongkan (*coulomb*)

$C$  = Kapasitas kapasitor (*farad*)

$V$  = Beda potensial selama pengosongan kapasitor =  $V_r$

Sehingga :

$$V_r = \frac{Q}{C}$$

$$\dots \dots \dots (2.10)$$

muatan = arus x waktu atau :  $Q = I \times T$ , dimana  $T$  waktu pengosongan kapasitor yang dianggap 1 periode. Bila arus pengosongan kapasitor = arus beban ( $I_L$ ), maka:

$$Q = \frac{I_L}{f}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

dimana

$$V_r = \frac{I_L}{fC}$$

$$I_L = \frac{V_{DC}}{R_L}$$

dan bila

$$V_r = \frac{V_{DC}}{fR_L C}$$

maka:

$$V_{DC} = V_{mak} - \frac{V_{DC}}{2fR_L C} \quad V_{DC} + \frac{V_{DC}}{2fR_L C} = V_{mak}$$

atau

$$V_{DC} \left( 1 + \frac{1}{2fR_L C} \right) = V_{mak}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{mak}}{\left( 1 + \frac{1}{2fR_L C} \right)}$$

$$V_{mak} = \sqrt{2} V_{in}$$

karena :

$$V_{DC} = \frac{\sqrt{2} V_{in}}{\left( 1 + \frac{1}{2fR_L C} \right)}$$

maka:  
(2.11)

dimana :

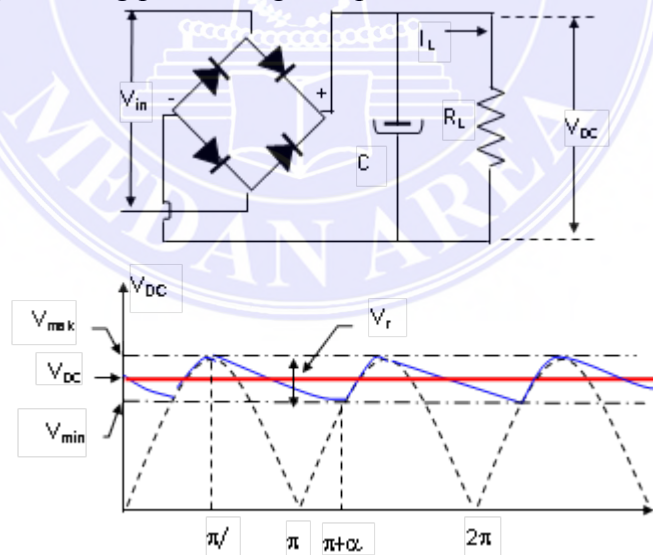
$V_{DC}$  = Tegangan DC yang dihasilkan (*Volt*)

$f$  = Frekuensi (*Hz*)

$R_L$  = Resistansi (*ohm*)

$C$  = kapasitas kapasitor (*farad*)

#### B. Penyearah gelombang penuh dengan kapasitor filter



Gambar 2.16. Rangkaian dan bentuk sinusoida penyearah gelombang penuh dengan kapasitor filter

Kapasitor diisi sampai mencapai tegangan maksimum ( $V_{maks}$ ) hingga  $\pi/2$ . Setelah  $\pi/2$  tegangan yang mengisi kapasitor semakin kecil sedangkan kapasitor telah bermuatan, sehingga terjadi proses pengosongan kapasitor sampai waktu  $\pi +$

$\alpha$  ke beban  $R_L$  tidak ke dioda karena dioda dalam keadaan *reverse bias* ( Katoda lebih positif dari Anoda ). Setelah  $\pi + \alpha$  terjadi proses pengisian kembali. Dari kurva diperoleh:

$$\text{Bila : } V_r = V_{\text{mak}} - V_{\text{min}} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$V_{\text{DC}} = V_{\text{mak}} - \frac{1}{2} V_r$$

Maka :  $(V_{\text{DC}}$  berada ditengah-tengah antara  $V_{\text{mak}}$  dan  $V_{\text{min}})$

Dimana:

$V_r$  = Tegangan *ripple*

$V_{\text{DC}}$  = Tegangan *DC* yang dihasilkan

Besar muatan (Q) kapasitor yang dikosongkan

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$Q = C \cdot V \quad \text{atau :}$$

.....(2.13)

Dimana:

Q = Muatan yang dikosongkan (*coulomb*)

C = Kapasitas kapasitor (*farad*)

V = Beda potensial selama pengosongan kapasitor =  $V_r$

Sehingga:

$$V_r = \frac{Q}{C}$$

.....(2.14)

muatan = arus x waktu atau :  $Q = I \times T$ . Waktu pengosongan kapasitor dianggap 1/2 dari periode pengosongan pada penyearah setengah gelombang. Bila arus pengosongan kapasitor = arus beban ( $I_L$ ), maka:

$$Q = \frac{I_L}{f} \quad T = \frac{1}{f}$$

dimana

$$V_r = \frac{I_L}{2fC} \quad I_L = \frac{V_{\text{DC}}}{R_L}$$

dan bila

$$V_r = \frac{V_{\text{DC}}}{2fR_L C}$$

maka:

$$V_{\text{DC}} = V_{\text{mak}} - \frac{V_{\text{DC}}}{4fR_L C} \quad V_{\text{DC}} + \frac{V_{\text{DC}}}{4fR_L C} = V_{\text{mak}}$$

atau

$$V_{\text{DC}} \left( 1 + \frac{1}{4fR_L C} \right) = V_{\text{mak}}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{mak}}{\left(1 + \frac{1}{4fR_L C}\right)}$$

$$V_{mak} = \sqrt{2} V_{in}$$

karena :

$$V_{DC} = \frac{\sqrt{2} V_{in}}{\left(1 + \frac{1}{4fR_L C}\right)}$$

maka: .....  
(2.15)

dimana:  $V_{DC}$  = Tegangan *DC* yang dihasilkan (*Volt*)

$f$  = Frekuensi (*Hz*)

$R_L$  = Resistansi (*ohm*)

$C$  = Kapasitas kapasitor (*farad*)

Tegangan *ripple* pada penyearah gelombang penuh dengan  $C$  filter adalah  $\frac{1}{2}$  dari penyearah setengah gelombang ( lihat rumus untuk tegangan *ripple* ), sehingga penyearah gelombang penuh dengan  $C$  filter mempunyai faktor *ripple* yang lebih kecil sehingga tegangan *DC* yang dihasilkan lebih besar bila dibandingkan dengan penyearah setengah gelombang.

Penyearah yang baik mempunyai faktor *ripple* yang kecil (5 – 10%). Untuk memperkecil faktor *ripple* dapat dilakukan dengan menambah kapasitas kapasitor. Jenis kapasitor yang digunakan adalah kapasitor elektrolit ( *electrolyte capacitor* = el-co ).

### 2.3.1.3 Rangkaian Penstabil Tegangan

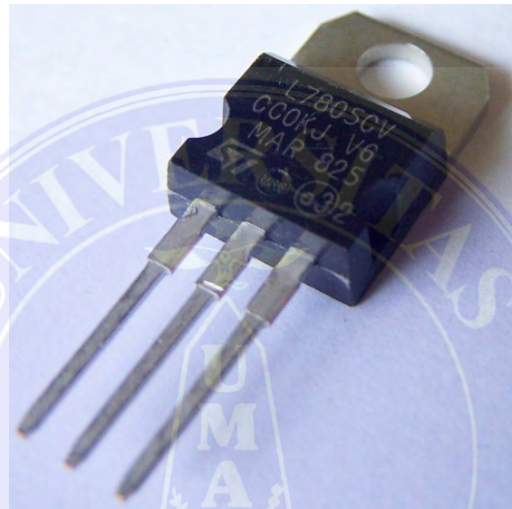
Rangkaian penstabil tegangan atau yang biasa disebut sebagai rangkaian regulator, merupakan rangkaian yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan pada nilai tertentu. Rangkaian ini biasanya menggunakan *IC* khusus regulator.

Ada 2 jenis *IC* regulator yang biasanya dijual di pasaran, yaitu :

1. Regulator linear

Regulator linear banyak digunakan untuk membuat rangkaian *power supply* sederhana. Karena regulator jenis ini cukup banyak dijual dipasaran. *IC regulator linear* ini biasanya berseri 7812 atau 7912. Dimana XX adalah beda tegangan keluaran regulator. Contoh jika diinginkan *power supply* dengan tegangan luaran 5 volt maka *IC regulator linear* yang digunakan adalah 7805. Jika yang diinginkan adalah *power supply* dengan tegangan luaran 12 volt, maka yang digunakan adalah *IC regulator* 7812.

Berikut ini gambar 2.17 *IC regulator* 7805 :



Gambar 2.17. *IC regulator* 7805

## 2. Regulator *switching*

Sebuah *switching regulator* bekerja dengan mengambil potongan kecil energi, sedikit demi sedikit, dari sumber tegangan *input*, dan memindahkan mereka ke *output*. Hal ini dilakukan dengan bantuan sebuah saklar listrik dan pengontrol yang mengatur tingkat di mana energi yang ditransfer ke *output* ( maka istilah "*switching regulator*" . Regulator ini biasa digunakan dalam perangkat seperti telepon portabel, *platform video game*, robot, kamera digital, dan komputer.

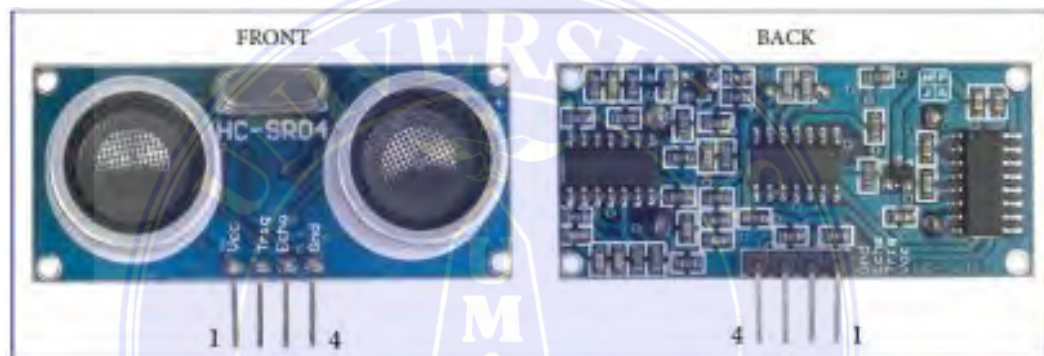
### 2.4. Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

### 2.4.1. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, di mana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar penginderaannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara dipancarkan dengan ditangkapnya kembali gelombang suara tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindera di antaranya adalah: Objek padat, cair, butiran maupun tekstil. Sensor inilah yang digunakan untuk mengetahui ketinggian air.

#### 2.4.1.1. Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2.18. Sensor ultrasonik HC-SR04

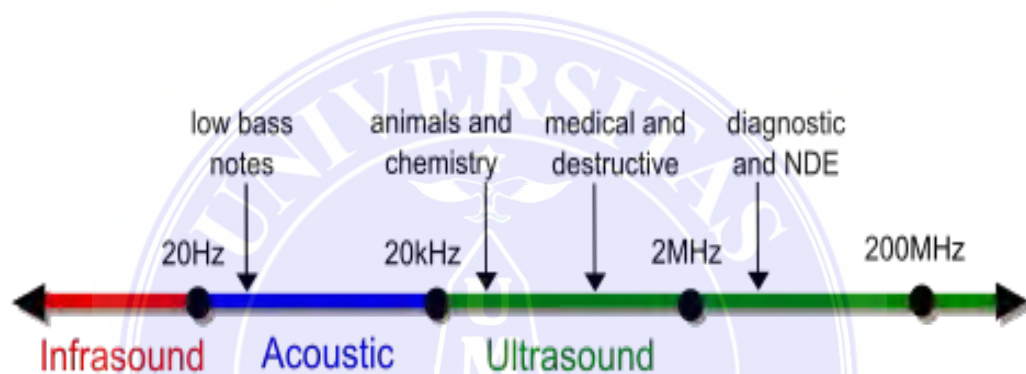
( <https://depokinstruments.com/2016/02/23/hc-sr04-ultrasonic-sensor/> )

Sensor yang dipakai untuk mengetahui ketinggian air yaitu dengan sensor ultrasonik HC-SR04. HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang memiliki dua elemen, yaitu elemen pendeteksi gelombang ultrasonik, dan juga sekaligus elemen pembangkit gelombang ultrasonik.

Fungsi pin-pin HC-SR04 :

1. *VCC = 5V power supply*. Pin sumber tegangan positif sensor.
2. *Trig = Trigger/Penyulut*. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
3. *Echo = Receive/Indikator*. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
4. *GND = Ground/0V power supply*. Pin sumber tegangan negatif sensor.

Sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi ultrasonik atau frekuensi di atas kisaran frekuensi pendengaran manusia. Sensor ini memiliki frekuensi ultrasonik sebesar 40 *kHz* sedangkan batas frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia berkisar antara 20 *Hz* sampai 20 *kHz* pada amplitudo berbagai variasi dalam kurva responnya. Suara di atas 20 *kHz* disebut ultrasonik dan di bawah 20 *Hz* disebut infrasonik. Berikut gambar 2.19 diagram pita frekuensi suara :

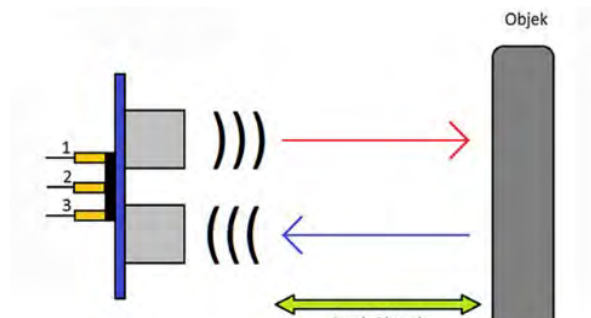


Gambar 2.19. Diagram pita frekuensi suara

( <https://depokinstruments.com/2016/01/17/ultrasonic-sensortransducer/> )

Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia, bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Prinsip kerja sensor ultrasonik HC-SR04 adalah gelombang ultrasonik di pancarkan oleh *transmitter* melalui *TX* pada Arduino kemudian di terima balik oleh *receiver* ultrasonik melalui *RX* pada arduino. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot. Berikut ini gambar 2.20 ilustrasi prinsip kerja sensor ultrasonik:



Gambar 2.20. Cara kerja sensor ultrasonik

Sensor ini menggunakan *metode time of flight* adalah metode untuk mencari rentang waktu sejak gelombang ultrasonik dipancarkan oleh pemancar hingga menghasilkan gema yang pertama kali dapat ditangkap oleh penerima. Pada gambar diatas menunjukkan pengukuran jarak dengan transduser pemancar dan *transmitter* penerima yang ada pada pengamat dengan posisi sejajar. Sistem pengukuran berbasis sensor ultrasonik melakukan pengukuran pada sifat-sifat fisik gelombang suara utamanya pada cepat-rambat, pemantulan, dan efek *doppler* gelombang suara.

Karakteristik HC-SR04 :

1. Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V
2. Konsumsi arus 15 mA
3. Frekuensi operasi 40 KHz
4. Minimum pendeteksi jarak 0.02 m (2 cm)
5. Maksimum pendeteksian jarak 4 m
6. Sudut pantul gelombang pengukuran 15 derajat
7. Minimum waktu penyulutan 10 mikrodetik dengan pulsa berlevel TTL
8. Pulsa deteksi berlevel TTL dengan durasi yang bersesuaian dengan jarak deteksi
9. Dimensi 45 mm x 20 mm x 15 mm

Rumus yang digunakan untuk menghitung jarak terhadap objek pantul adalah :

$$x = v.t/2 \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :  $x$  = jarak (m)

$v$  = kecepatan suara (340 meter/detik) atau 0,034 cm/ $\mu$ s dengan demikian untuk menempuh jarak 1 cm memerlukan waktu 1/340 atau 0,00294 s atau 29,4 cm/ $\mu$ s

$t$  = waktu (s)

#### 2.4.1.2. Transduser Ultrasonik

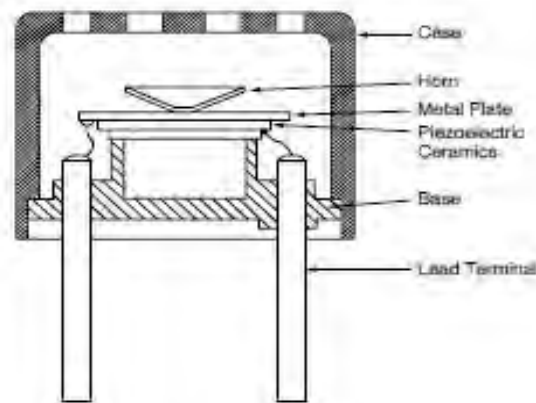


Transduser ultrasonik adalah komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik dan sebaliknya. Gelombang suara ultrasonik adalah gelombang suara yang tidak dapat didengar oleh manusia secara normal karena frekuensi gelombang ultrasonik diatas 20 *KHz*. Transduser ultrasonik dalam aplikasinya selalu berpasangan, yaitu terdapat transduser ultrasonik yang berfungsi sebagai pemancar (*transmitter*) dan transduser ultrasonik sebagai penerima (*receiver*). Secara umum transduser ultrasonik yang beredar dipasaran adalah sepasang dan dapat dilihat pada gambar 2.21 contoh transduser ultrasonik berikut.



Gambar 2.21. Transduser Ultrasonik  
(<http://elektronika-dasar.web.id/transducer-ultrasonic/>)

#### 2.4.1.3. Konstruksi Transduser Ultrasonik



Gambar 2.22. Konstruksi transduser ultrasonik

(<http://elektronika-dasar.web.id/transduser-ultrasonic/>)

Konstruksi transduser ultrasonik terdiri dari bagian utama yaitu elemen aktif, dan *wear plate* (plat logam).

Elemen aktif dari transduser ultrasonik adalah *piezoelectric* yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. *Piezoelectric* yang digunakan dalam transduser ultrasonik pada umumnya berbahan keramik, akan tetapi untuk aplikasi atau keperluan khusus yang membutuhkan performansi tinggi elemen *piezoelectric* pada transduser ultrasonik ini dibuat dari bahan *polymer* atau *composite*. Pada beberapa transduser selain elemen *piezoelectric* juga ditambahkan *backing* yang berfungsi untuk mengendalikan atau meredam getaran frekuensi ultrasonik dari elemen aktif *piezoelectric* agar tidak tembus ke bagian belakang transduser, sehingga pancaran energi ultrasonik hanya kedepan saja.

*Wear plate* (plat logam) dalam transduser ultrasonik berfungsi untuk melindungi elemen *piezoelectric* pada saat transduser bekerja. *Wear plate* ini harus mampu bekerja pada getaran dengan frekuensi tinggi (frekuensi ultrasonik) dan tahan terhadap korosi, karena transduser ultrasonik sering digunakan pada perangkat tanpa pelindung (sensor dalam posisi terbuka).

## 2.5. LCD Keypad Shield



Gambar 2.23. *LCD keypad shield*  
( [www.hobbytronics.co.uk/arduino-lcd-keypad-shield](http://www.hobbytronics.co.uk/arduino-lcd-keypad-shield) )

*LCD Keypad Shield* dikembangkan untuk *Arduino board*, untuk menyediakan antar muka yang *user-friendly* yang memungkinkan pengguna untuk masuk melalui menu, membuat pilihan dll. Dengan kapasitas 1.602 karakter berwarna putih *LCD backlight* biru. keypad terdiri dari 5 Tombol; pilih, atas, kanan, bawah dan kiri. Untuk menyimpan pin *IO* digital, antar muka keypad hanya menggunakan satu saluran *ADC*. Nilai kunci dibaca melalui pembagi tegangan 5 *stage*. Namun semua tombol yang terdapat pada *LCD* ini tidak digunakan karena program yang di muat cukup sederhana dan telah diprogram dengan menggunakan *PC*.

## 2.6. **Buzzer**

*Buzzer* adalah sebuah alat yang bisa mengeluarkan bunyi. Banyak diaplikasikan berbagai rangkaian elektronik sebagai indikator alarm. Ada 2 jenis *buzzer* yaitu *buzzer* aktif dan *buzzer* pasif. *Buzzer* aktif adalah *buzzer* yang bisa mempunyai suaranya sendiri, sehingga *buzzer* jenis ini dapat berdiri sendiri, cukup menghubungkannya ke listrik dan terdengar suara. Tanpa perlu tambahan rangkaian *oscilator*. *Buzzer* pasif adalah *buzzer* yang tidak mempunyai suaranya sendiri, sehingga perlu ditambahkan suara atau nada. Dibutuhkan rangkaian *oscilator* untuk membangkitkan suara *buzzer* pasif ini. *Speaker* adalah salah satu contoh *buzzer* pasif.

### 2.6.1. **Buzzer pasif**



### PASIF BUZZER

Gambar 2.24. *Buzzer* pasif

( <https://www.baharelectronic.com/perbedaan-buzzer-aktif-dan-pasif> )

Gambar tersebut merupakan sebuah *buzzer* pasif, Sebagai mana telah dijelaskan diatas, *Buzzer* pasif merupakan jenis *buzzer* yang tidak memiliki suara sendiri, *buzzer* ini baru bisa mengeluarkan bunyi apa bila ditambahkan rangkaian *oscilator* didalannya. *Buzzer* pasif sering digunakan dan dipasang pada *motherboard* komputer, sebagai indikator *beep bios* jika terjadi *problem* di *motherboard PC*.

#### 2.6.2. *Buzzer* Aktif



### AKTIF BUZZER

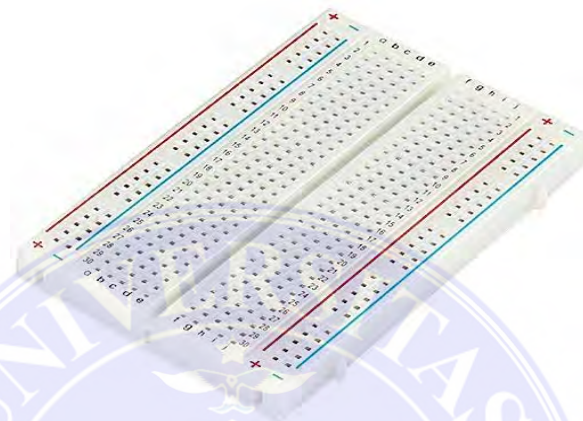
Gambar 2.25. *Buzzer* aktif

( <https://www.baharelectronic.com/perbedaan-buzzer-aktif-dan-pasif> )

*Buzzer* adalah merupakan speaker atau *device* yang digunakan untuk mengeluarkan suara, bunyi yang dihasilkan ini hanya satu nada. *Buzzer* kebanyakan digunakan sebagai indikator terhadap sesuatu, yang biasanya banyak digunakan pada sensor keamanan, ataupun pada jam alarm. *Buzzer* terhadap banyak jenis, dari yang kecil hingga yang besar, semakin besar *buzzer* yang dipergunakan, maka tentunya penggunaan tegangan dan arusnya juga lebih besar.

*Buzzer* hanya memiliki dua kaki yaitu kaki positif dan kaki negatif. Prototipe ini menggunakan *buzzer* aktif sebagai alarm yang akan mengeluarkan suara apabila isi tangki sudah mulai menipis. *Buzzer* aktif merupakan jenis *buzzer* yang dapat mengeluarkan suara sendiri, bahkan *buzzer* jenis ini hanya memerlukan tegangan sebesar 5 volt DC agar bisa digunakan.

## 2.7. Breadboard



Gambar 2.26. Breadboard

( <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=breadboard&client> )

*Breadboard* adalah *board* yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik baik untuk melakukan uji coba atau pembuatan prototipe tanpa harus menyolder. Dengan memanfaatkan *breadboard*, komponen-komponen elektronik yang dipakai tidak akan rusak dan dapat digunakan kembali untuk membuat rangkaian yang lain. *Breadboard* umumnya terbuat dari plastik dengan banyak lubang-lubang di atasnya. Lubang-lubang pada *breadboard* diatur sedemikian rupa membentuk pola sesuai dengan pola jaringan koneksi di dalamnya.

*Breadboard* yang tersedia di pasaran umumnya terbagi atas 3 ukuran: *mini breadboard*, *medium breadboard* dan *large breadboard*. *Mini breadboard* memiliki 170 titik koneksi (bisa juga lebih). Kemudian *medium breadboard* memiliki 400 titik koneksi. Dan *large breadboard* memiliki 830 titik koneksi. *Breadboard* yang digunakan adalah *medium breadboard* yaitu jenis *breadboard* 400 holes atau 400 lubang.

## 2.8. Alat-Alat Pendukung Lainnya

Alat-alat pendukung yang digunakan misalnya ember cat tembok sebagai pengganti tangki, *styrofoam* sebagai pengapung objek pantul sensor, sebuah tabung agar objek pantul tidak bergerak ketempat yang tidak dapat dibaca sensor, kran air untuk mengurangi air, tutup ember yang sudah diberi lubang sebagai jalan masuk air untuk menambahkan kapasitas air dan untuk tempat sensor ultrasonik, kabel dan lain-lain.



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.1.1. Tempat Penelitian**

Pembuatan dan pengujian rancangan alat penelitian ini dilakukan di :

1. Nama Tempat : Laboratorium Rangkaian Listrik UMA
2. Alamat : Jalan Kolam No. 1 Medan Estate, Medan

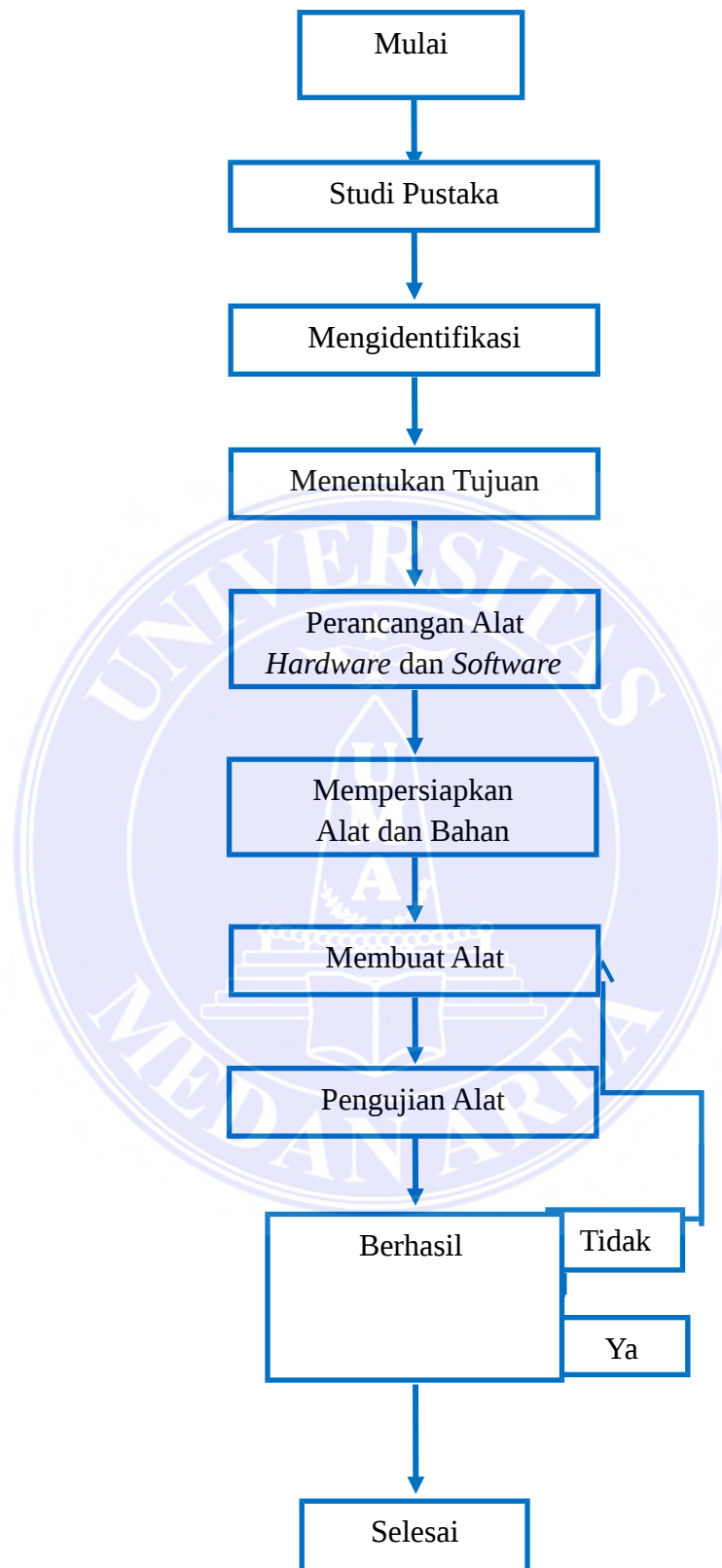
#### **3.1.2. Waktu Penelitian**

Rencana pembuatan dan pengujian alat penelitian ini membutuhkan waktu dengan rincian sebagai berikut :

1. Penyediaan bahan dan alat : 2 minggu
2. Perancangan seluruh sistem : 1 bulan
3. Pengujian sistem : 2 minggu
4. Penyusunan laporan Tugas Akhir : 1 bulan

### **3.2. Metode Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian. Berikut ini gambar 3.1 *flowchart* kerangka berfikir dalam penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan proses penelitian Rancang Bangun Sistem Monitoring Jumlah Sisa Volume Minyak *Underground Tank* Berbasis Mikrokontroler :



Gambar 3.1. *Flowchart* kerangka berfikir



### 3.2.1. Alat-Alat dan Bahan

Alat-alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan sistem ini adalah: ember cat ukuran 3 kg, wadah air 600 ml, *styrofoam*, *double tape*, kran air, alat tulis. Alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat rancangan antara lain: multimeter, dan testpen.

Bahan elektrik maupun mekanik yang digunakan dalam pembuatan sistem ini secara umum adalah seperti pada tabel 3.1 berikut :

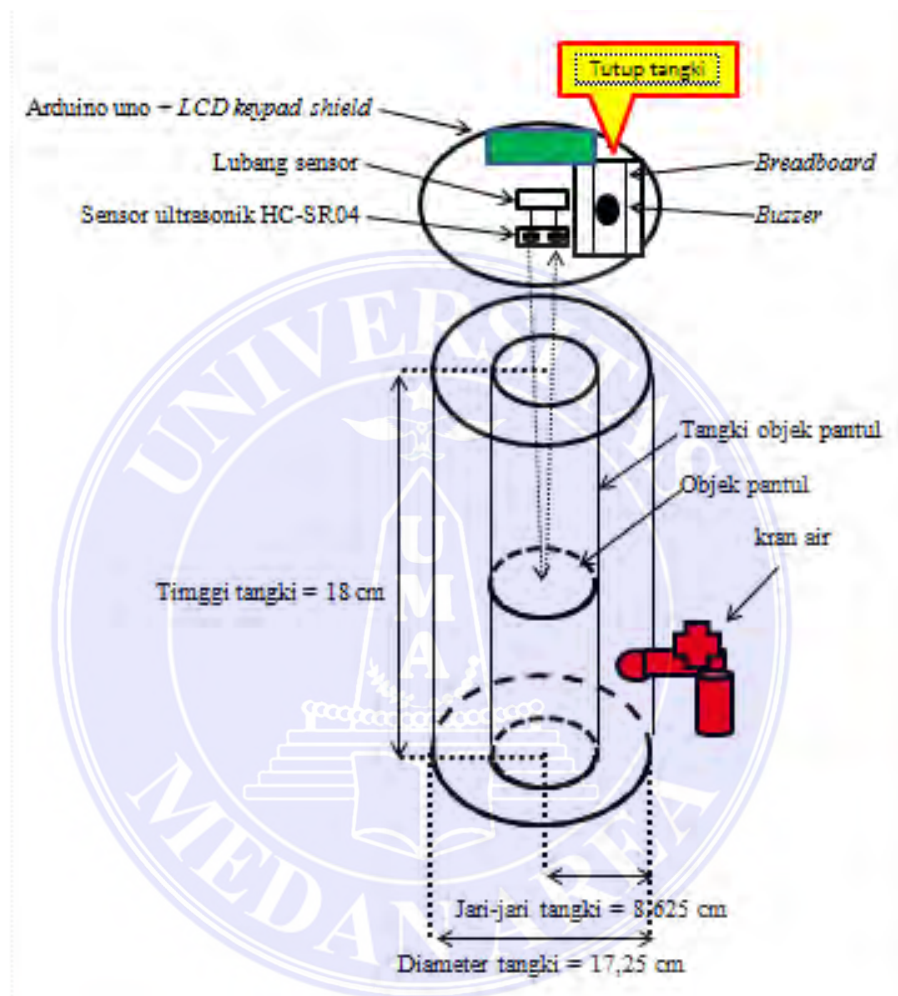
Tabel 3.1. Penetapan komponen ( bahan )

No.	Komponen	No.	Komponen
1	Arduino Uno	6	<i>Styrofoam</i>
2	<i>LCD Keypad Shield</i>	7	Kran Air
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	8	Ember cat 3 kg
4	<i>Breadboard 400 Holes</i>	9	Kabel <i>jumper</i>
5	<i>Buzzer</i>		

### 3.2.2 Rancangan Struktural

#### 1. Tampilan Seluruh Sistem

Dudukan seluruh sistem merupakan gambaran prototipe secara keseluruhan, baik dari sistem elektrikal, dudukan, hingga bentuk dari tangki dalam bentuk tiga dimensi. Perhatikan gambar 3.2 berikut ini :

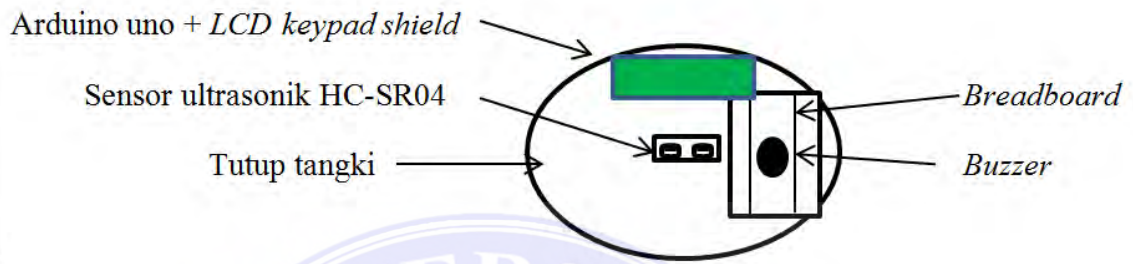


Gambar 3.2. Tampilan seluruh sistem dalam bentuk tiga dimensi

- Tinggi = 18 cm
- Diameter = 17,25 cm
- Jari – jari = 8,625 cm
- Kapasitas = 4000 ml

#### 2. Dudukan Sistem Elektrikal

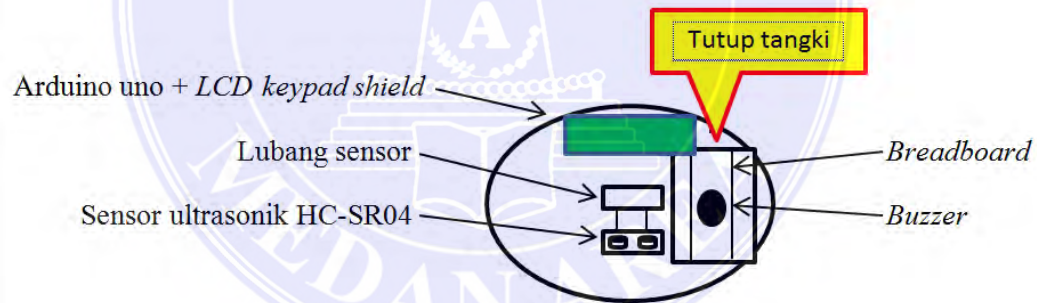
Dudukan berfungsi sebagai tempat seluruh sistem elektrikal dan objek penelitian (air dalam tangki) atau dalam hal ini adalah sebagai simulator skala kecil (prototipe). Dudukan yang digunakan adalah tutup tangki tersebut hanya tinggal meletakkan sensor, *breadboard*, dan Arduino + *LCD* saja, sebagai mana yang dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3. Dudukan seluruh sistem elektrikal

### 3. Tata Letak Sensor Ultrasonik HC-SR04

Berikut ini adalah gambar 3.4 yaitu sketsa penempatan sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap objek yang di ukur pada penelitian ini yaitu ketinggian air dari objek pantul terhadap sensor :



Gambar 3.4. Sketsa penempatan sensor ultrasonik HC-SR04

### 3.2.3. Rancangan Sistem Elektrikal

Rancanga sistem elektrikal yang dimaksud adalah meliputi sebagai berikut:

1. Sistem *AC-DC* adaptor.
2. Sistem minimum Arduino uno.
3. Sistem penampil data *LCD keypad shield*.
4. Sistem sensor ultrasonik HC-SR04.
5. Sistem *buzzer*.
6. Sistem *breadboard*.

7. Sistem secara keseluruhan.

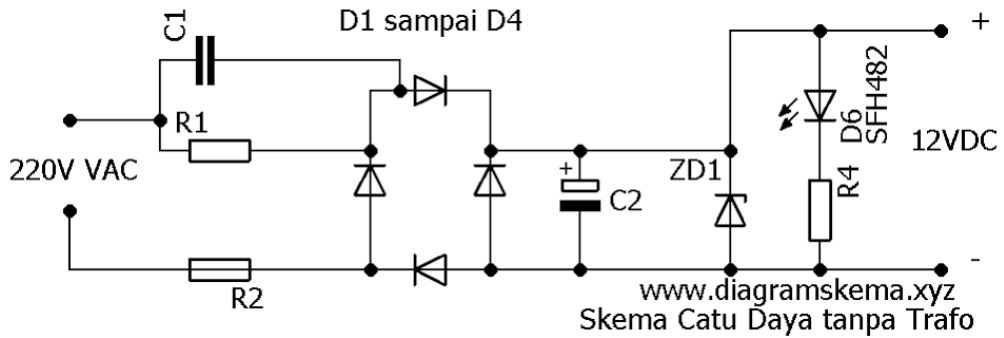
### 3.2.3.1. Sistem AC-DC Adaptor

AC-DC adaptor yang digunakan adalah AC-DC adaptor yang sudah jadi dan lebih simpel. Namun hal yang harus diperhatikan adalah spesifikasinya harus sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Berikut adalah gambar 3.5 yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor yang digunakan beserta spesifikasinya yang tertera di badan adaptor :



Gambar 3.5. AC-DC adaptor

Adaptor memiliki *output* tegangan sebesar 12 volt DC dengan arus *output* sebesar 1 ampere. Dan berikut ini gambar 3.6 yang menunjukkan skema rangkaian adaptor 12 volt :

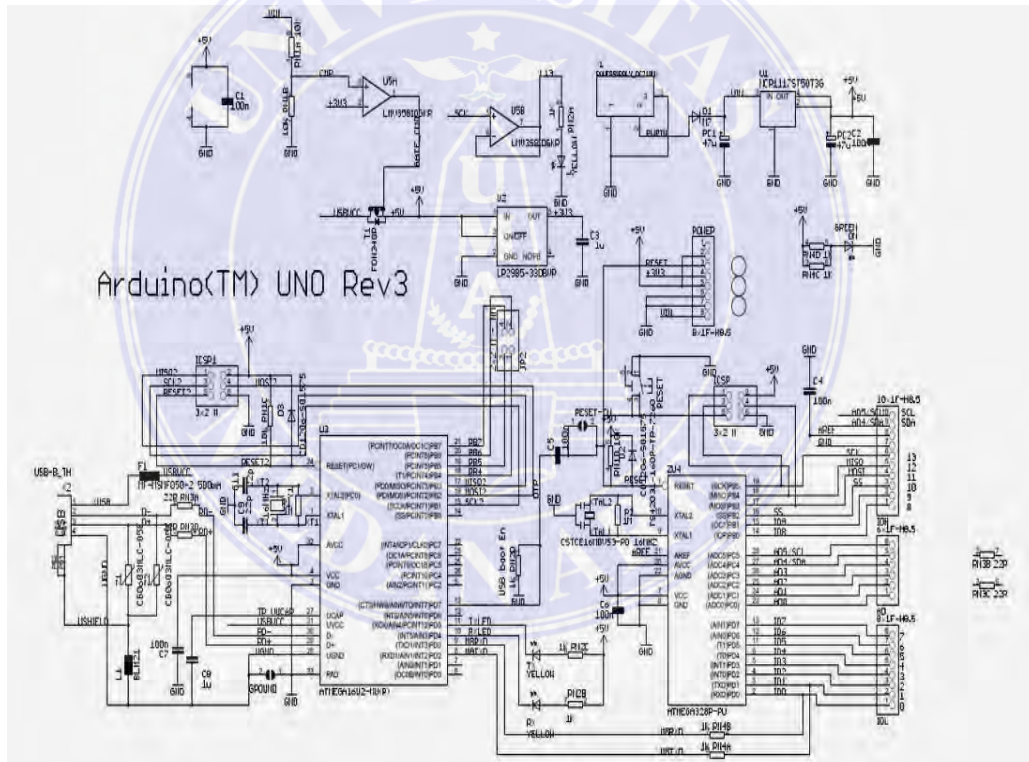


Gambar 3.6. Skema rangkaian AC-DC adaptor

( <http://skema+rangkaian+ac+dc+adaptor+spc+12+volt&oq> )

**3.2.3.2. Sistem Minimum Arduino Uno**

Gambar 3.7 berikut adalah gambar yang menunjukkan skema rangkaian dari sistem minimum Arduino uno beserta miktokontroler ATmega 328P :



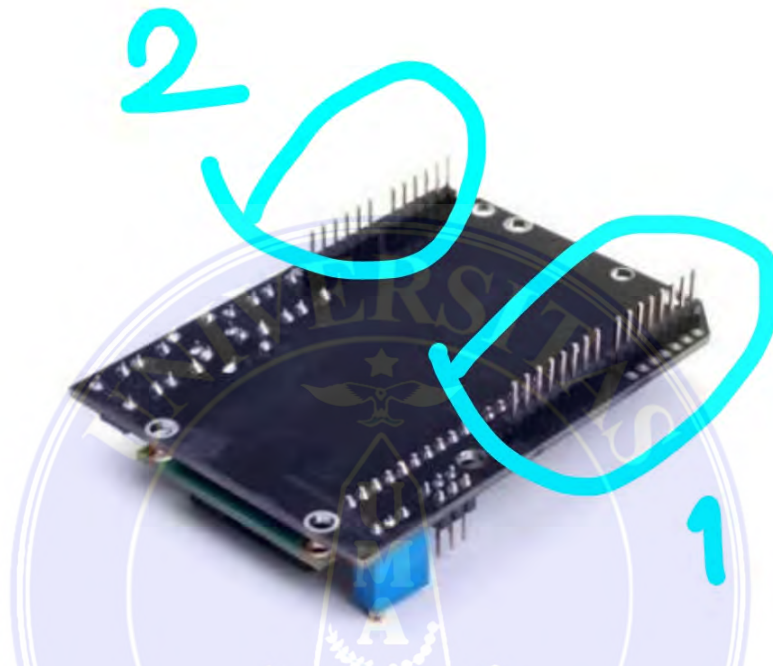
Gambar 3.7. Skema rangkaian arduino uno

( <http://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q> )

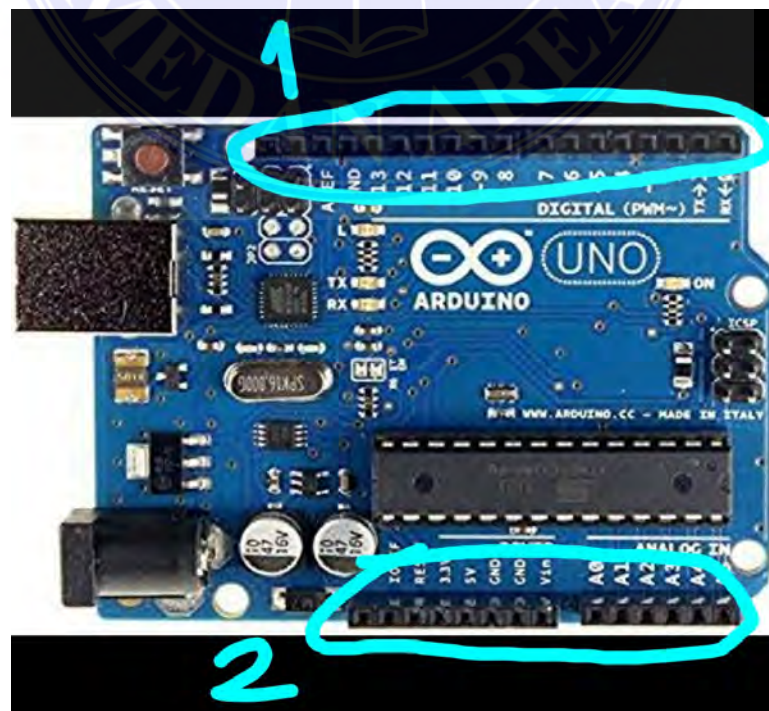
**3.2.3.3. Sistem Penampil Data LCD Keypad Shield**

Fungsi dari sistem ini adalah sebagai penampil data berupa informasi ketersediaan minyak pada tangki dalam bentuk tulisan dan bukanlah dalam bentuk sinyal tegangan atau arus namun telah dirubah olehnya data tegangan menjadi suatu tulisan yang tertampil dilayarnya. Sedangkan tulisan yang tampil tergantung

dari tulisan yang dibuat pada program yang dibuat. Dalam penelitian ini perlu diketahui bagaimana pola penginstalasian *LCD keypad shield* terhadap pin Arduino uno agar dapat bekerja sebagai fungsi *LCD* sebagai penampil data. Berikut adalah gambar 3.8 dan gambar 3.9 yaitu pola penginstalasian *LCD keypad shield* terhadap *Arduino Uno* :



Gambar 3.8. Bagian yang di pasang pada arduino uno  
(<https://lcd+keypad+shield&safe=strict&client=ucweb-b&channel>)



Gambar 3.9. Bagian yang dihubungkan dengan *LCD keypad shield*  
( <https://arduino+uno&safe=strict&client=ucweb-b&channel> )

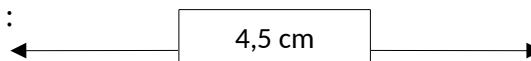
Dengan menyatukan Arduino dengan *LCD keypad shield*, dengan otomatis Arduino dengan *LCD tercouple* tanpa harus menyolder bagian-bagian pada keduanya. Bahkan cara ini tidak membutuhkan kabel *jumper* untuk dapat *mengcouple* arduino dengan *LCD*. Sehingga akan menjadi seperti pada gambar 3.10 berikut ini :

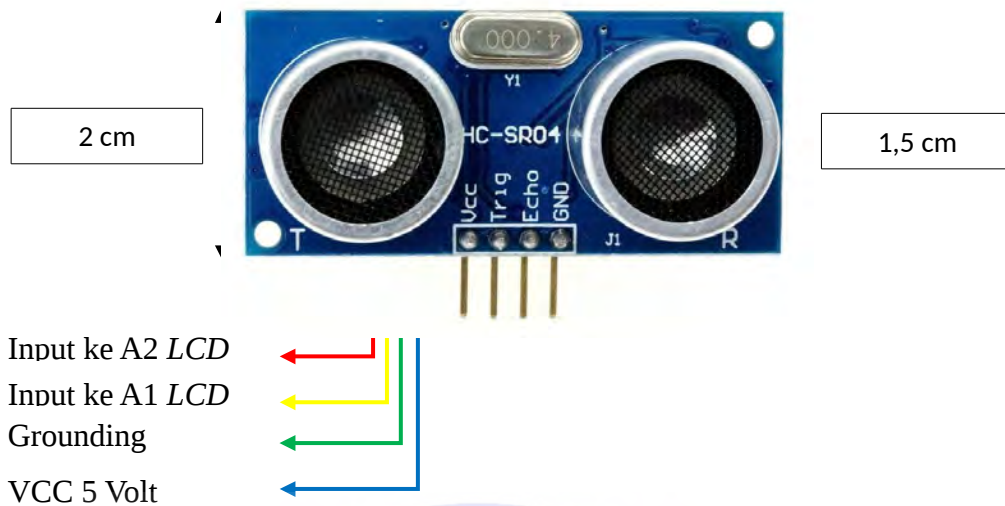


Gambar 3.10. Tampilan *LCD keypad shield* setelah *dicouple* dengan arduino  
( <https://arduino+uno+lcd+keypad+shield&safe=strict&client=ucweb-b&channel> )

#### 3.2.3.4. Sistem Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sistem ini juga tidak perlu dirancang ataupun dibuat lagi karena sensor ini sudah ada yang siap pakai namun yang perlu dipahami dan diperhatikan adalah bagaimana cara kerja sensor ini dan bagaimana cara penginstalasian pin-pin sensor terhadap sistem pengendali Arduino uno agar dapat berfungsi sesuai karakteristiknya sebagai pendeteksi ataupun pengukur jarak benda. Berikut ini akan dijelaskan bagaimana pola penginstalasian pin sensor ultrasonik yang disajikan dalam bentuk gambar. Berikut gambar 3.11 yang memperlihatkan pola penginstalasiannya :

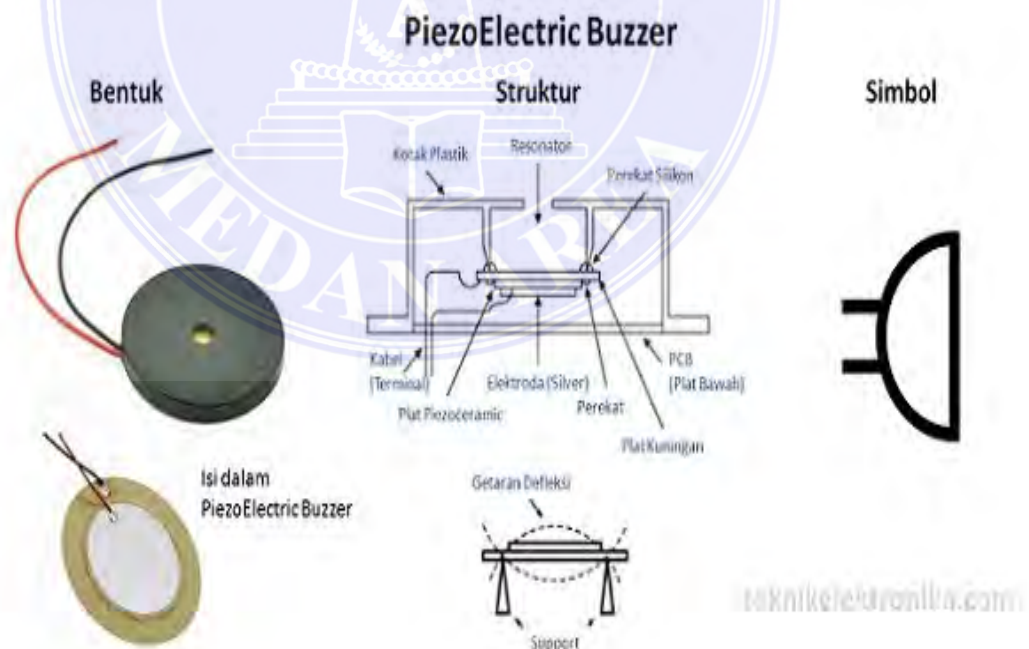




Gambar 3.11. Pola penginstalasian sensor ultrasonik HC-SR04

### 3.2.3.5. Sistem Buzzer

Rangkaian *buzzer* pada penelitian ini berfungsi sebagai pemberitahu atau kode dengan mengeluarkan bunyi suara sebagai pertanda sensor mendeteksi isi tangki sudah pada level terendah. Gambar 3.12 merupakan struktural sistem pada *buzzer* yang digunakan.



Gambar 3.12. Pola instalasi *buzzer* terhadap *breadboard*

(<https://struktural+buzzer&safe=strict&client=ucweb-b&channel>)

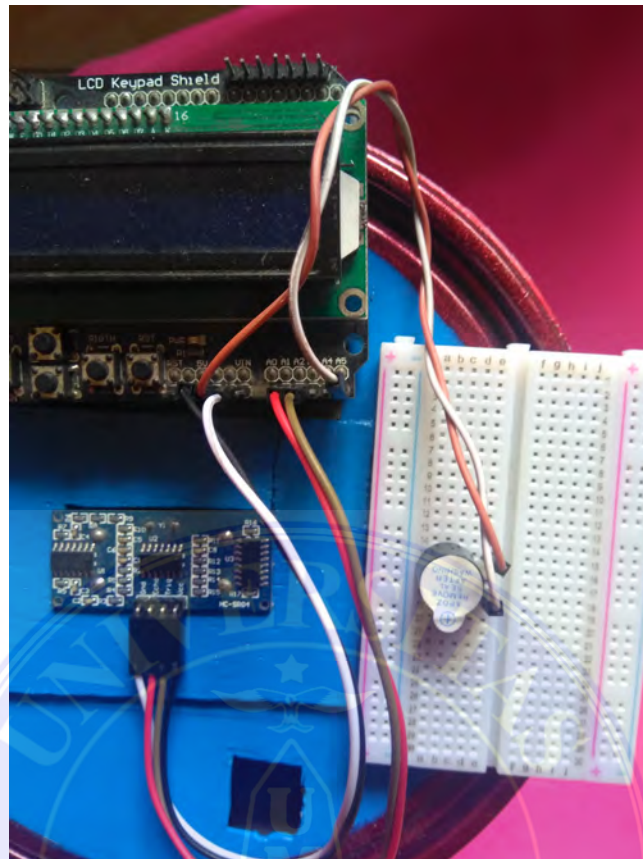
*Output* positif *buzzer* dihubungkan ke *input* analog pada *LCD keypad shield* dengan menggunakan kabel *jumper*, dan *output* negatif *buzzer*



dihubungkan ke *input power* pada *LCD keypad shield*. Cara kerja *buzzer* pada saat aliran listrik atau tegangan listrik yang mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoelectric* tersebut. *Piezo buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 - 6 *kHz* hingga 100 *kHz*. *Buzzer* ini bisa dicoba tanpa menggunakan *board* Arduino yang diprogram. Jadi kita hanya beri inputan tegangan 3 - 12 *V* (Tegangan Kerja *Buzzer*). *Buzzer* mempunyai nilai impedansi sama seperti *speaker*. Jika nilai impedansi kurang dari 10 *ohm* kita bisa langsung menghubungkan ke Arduino dan jika impedansi yang lebih besar, akan membutuhkan *driver* untuk meredam arus yang masuk ke *buzzer*

#### 3.2.3.6. Sistem Breadboard

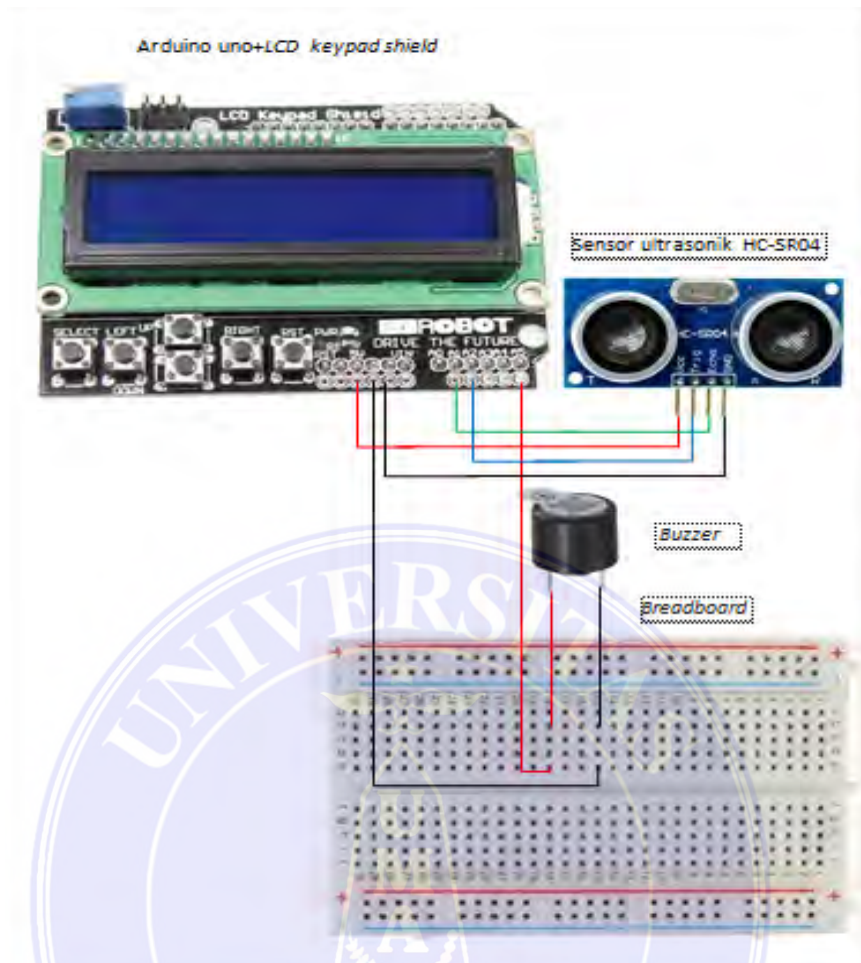
*Breadboard* memiliki *power rails* berupa *port* yang terhubung secara *horizontal* dan biasa digunakan untuk mengaliri arus listrik. Ada dua pasang baris (atas dan bawah) yang tiap pasanganya dialiri oleh arus positif dan negatif (*ground*). Jika suatu kolom membutuhkan aliran listrik, maka yang dilakukan yaitu cukup sambungkan salah satu *port* yang dialiri arus positif pada *power rails* ke *port terminal strip*, pada prototipe *port positif* diambil dari input analog A5 pada *LCD keypad shield*. Lalu untuk aliran *ground*-nya, sambungkan ke *input ground* pada *LCD keypad shield*. Perhatikan kabel *jumper* pada penginstalan *breadboard* yang dapat dilihat pada gambar 3.13 berikut ini :



Gambar 3.13. Penginstalasian *breadboard* dengan kabel *jumper*

### 3.2.3.7. Sistem Secara Keseluruhan

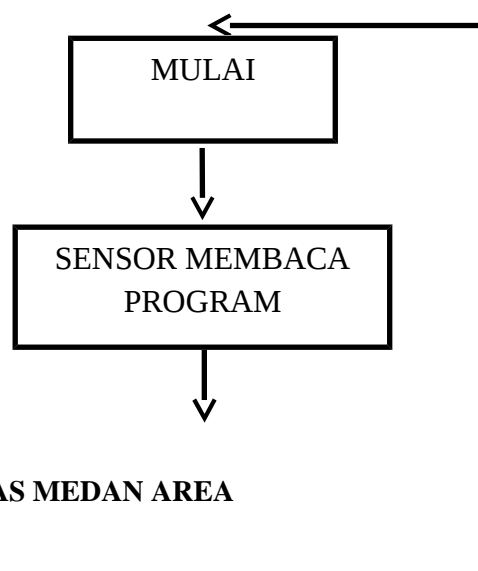
Dalam perancangan dan pembuatan sistem secara keseluruhan berarti seluruh komponen pembentuk sistem pemantauan jumlah sisa minyak akan dilakukan penggabungan seluruhnya baik dari segi mekanik maupun instalasi listriknya. Berikut gambar 3.14 yang menampilkan skema rangkaian seluruh sistem :

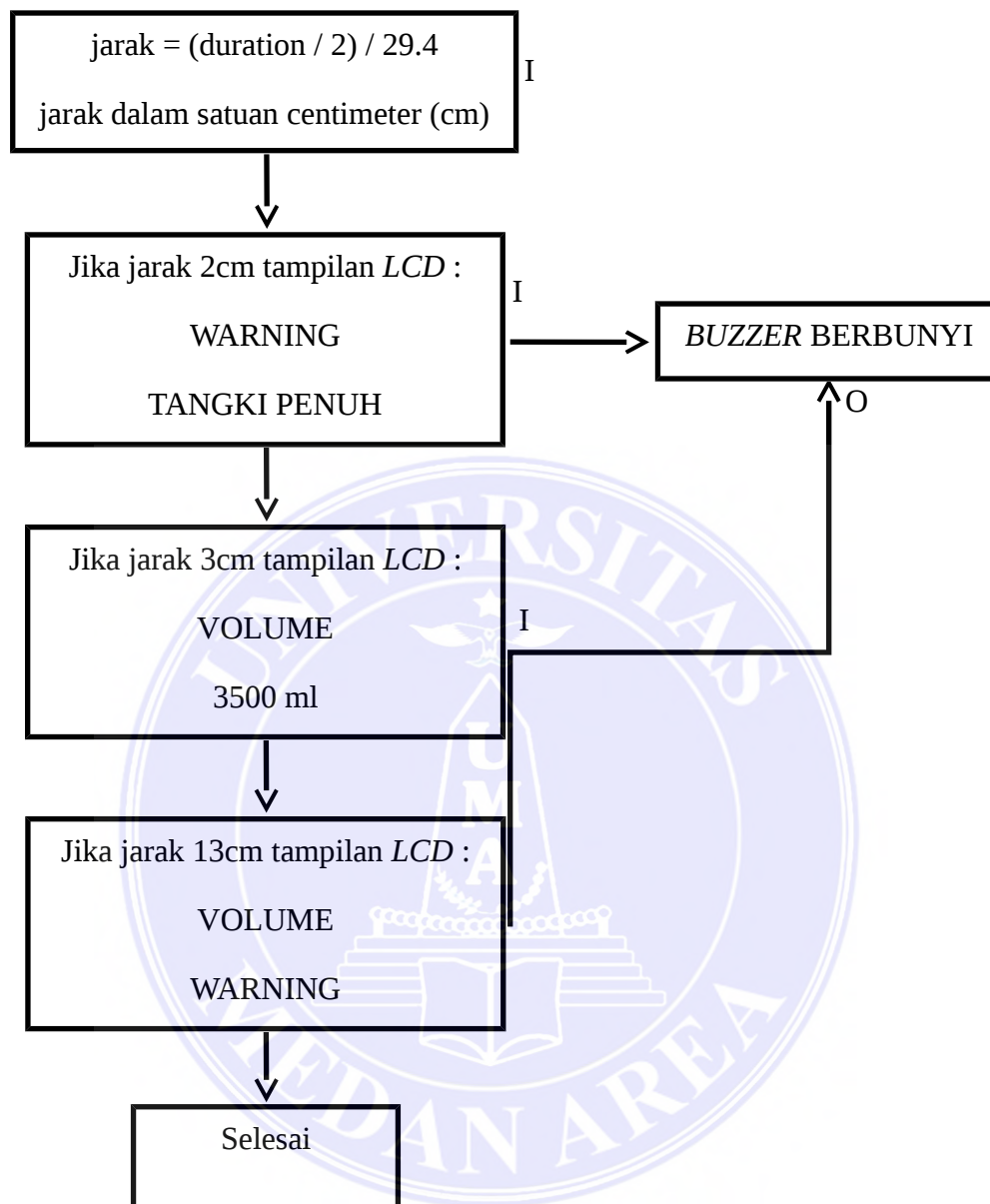


Gambar 3.14. Skema rangkaian seluruh sistem

### 3.3. Flowchart Program Monitoring Jumlah Sisa Volume Minyak

Berikut adalah gambar 3.15 yang memperlihatkan alur kerja program monitoring jumlah sisa volume minyak.





Gambar 3.15. Flowchart program monitoring minyak

## DAFTAR PUSTAKA

- Hamonangan, cannon lee. M. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Cairan Infus Menggunakan Arduino Uno(Lampiran)*. Medan: Universitas Medan Area
- Hani, Slamet. 2010. *Sensor Ultrasonik SRF05 Sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor(Jurnal Teknologi)*. Vol 3 No 2 120-128. Yogyakarta: IST AKPRIND Yogyakarta
- Rizki, Maida, Rahyul Amri. 2016. *Perancangan Kontrol dan Monitoring Level Ketinggian Air di Waduk Bagian Hulu Untuk Meningkatkan Efektifitas Kinerja PLTA Koto Panjang*. Vol 3 No 1. Riau: Universitas Riau
- Subagio, Budi Basuki. 2014. *Saluran Transmisi Frekuensi 850-950 MHz Menggunakan Teknologi Microstrip(Analisa Sistem)*. ISSN : 2252-4908. Semarang: Politeknik Negeri Semarang
- Tambun, M.Saputra, Noer Sudjarwanto dan Agus Trisanto. 2015. *Rancang Bangun Model Monitoring Underground Tank SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler(Jurnal Rekayasa dan Tenkologi ELEktro)*. Vol 9 No 2. Lampung: Universitas Lampung
- Yenni, Helda, dan Muhammad Ridwan. 2015. *Implementasi Kendali Mikrokontroler ATmega8535 pada Alat Pembuat Kopi Otomatis(Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*. Vol 1 No 2. Riau: STMIK AMIK Riau
- Budiharto, Widodo dan Firmansyah, Sigit. 2005. *Elektronika Digital Dan Mikroprosesor*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Kadir, Abdul. 2016. *Scratch for Arduino (S4A)-Panduan Mempelajari Elektronika dan Pemograman*. Yogyakarta. Penerbit Andi
- Pitowarno, Endro. 2006. *Robotika: Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Syahwil Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Supriyadi, Nur. 2014. *Laporan Praktikum Mikroprosesor Modul II Seven Segment, Keypad dan Lcd*. FMIPA UNPAD.
- Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan arduino*, <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>. (21 Agustus 2017)

## LAMPIRAN

### 1. Pemrograman Mikrokontroler ATmega 328P pada Arduino

#### 1. Pemrograman Pengukuran Jarak

```
#include <NewPing.h> //Library untuk Sensor Ultrasonic

#define trigPin 7 //Set Trigger HCSR04 di Pin digital 12

#define echoPin 6 //Set Echo HCSR04 di Pin digital 13

#define MAX_DISTANCE 500 //Set jarak maksimal

NewPing sonar(trigPin, echoPin, MAX_DISTANCE);

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Kecepatan komunikasi serial

  pinMode(trigPin, OUTPUT); //Set Pin Trigger sebagai output

  pinMode(echoPin, INPUT); //Set pin Echo sebagai input

}

void loop() {

  int duration, jarak, posisi = 0, i;

  digitalWrite(trigPin, LOW);

  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);

  delayMicroseconds(10);

  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  jarak = (duration / 2) / 29.4;
```

```

Serial.print("Jarak Sensor : ");

Serial.print(jarak );

Serial.println(" cm");

}

```

## 2. Pembrograman Keseluruhan Sistem

```

#include <NewPing.h> //Library untuk Sensor Ultrasonic
#include <LiquidCrystal.h>
#define trigPin A2 //Set Trigger HCSR04 di Pin digital 12
#define echoPin A1 //Set Echo HCSR04 di Pin digital 13
#define MAX_DISTANCE 500 //Set jarak maksimal
NewPing sonar(trigPin, echoPin, MAX_DISTANCE);

int buzzer = A5;

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

void setup() {
  //Serial.begin(9600); //Kecepatan komunikasi serial
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //Set Pin Trigger sebagai output
  pinMode(echoPin, INPUT); //Set Pin Echo sebagai input
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(3, 0);
  lcd.print("HADI SEPTIA");
  lcd.setCursor(6, 1);
  lcd.print("SENDI");

  //lcd.clear();
  delay(2500);
}

void loop() {
  int duration, jarak, posisi = 0, i;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  jarak = (duration / 2) / 29.4;
  Serial.print("Ketinggian Minyak : ");

```

```
Serial.print(jarak);
Serial.println("cm");

switch (jarak)
{
    case 2:
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print("W A R N I N G");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print("TANGKI PENUH");
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(50);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(50);
        //lcd.clear();
        delay(50);
        break;

    case 3:
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(" V O L U M E ");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print(" 3 5 0 0 ml ");
        break;

    case 4:
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(" V O L U M E ");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print(" 3 0 0 0 ml ");
        break;

    case 5:
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(" V O L U M E ");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print(" 3 0 0 0 ml ");
        break;

    case 6:
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print(" V O L U M E ");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print(" 2 5 0 0 ml ");
        break;
}
```



```
case 7:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 2 5 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 8:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 2 0 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 9:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 2 0 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 10:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 1 5 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 11:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 1 5 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 12:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 1 0 0 0 ml ");  
break;
```

```
case 13:  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print(" V O L U M E ");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print(" 1 0 0 0 ml ");  
digitalWrite(buzzer, HIGH);
```

```

delay(700);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(700);
break;

case 14:
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print(" V O L U M E ");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print(" 1 0 0 0 ml ");
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(700);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(700);
break;

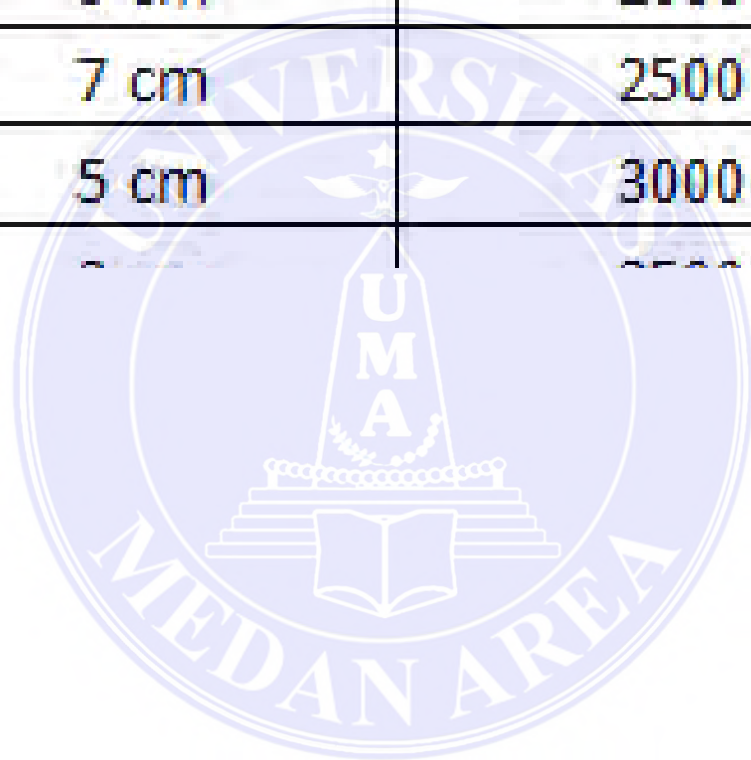
case 15:
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print(" V O L U M E ");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print(" 1 0 0 0 ml ");
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(700);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(700);
break;

default :
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print(" V O L U M E ");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("W A R N I N G");
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(50);
digitalWrite(buzzer, LOW);
delay(50);
break;
}
}

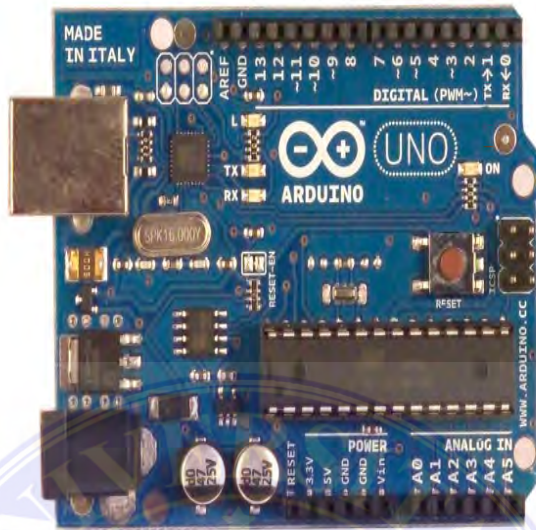
```

2. Tabel Hasil Pengujian Jarak Sensor dengan Objek

13 cm	1000 ml
11 cm	1500 ml
9 cm	2000 ml
7 cm	2500 ml
5 cm	3000 ml



# Arduino UNO



## Product Overview

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

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

## Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino  
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies  
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7

# Technical Specification

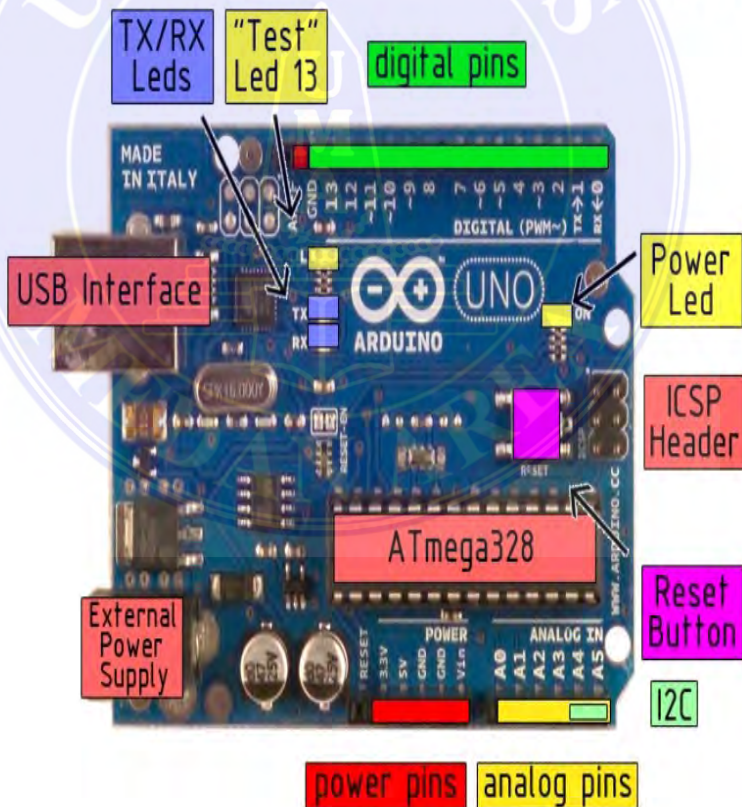


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

## Summary

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

## the board



---

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

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

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

The power pins are as follows:

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

## Memory

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

## Input and Output

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

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



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 the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

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

There are a couple of other pins on the board:

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

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

## Communication

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

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

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

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

## Programming

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

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

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

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



*radiospares* **RADIONICS**



## Automatic (Software) Reset

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

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

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

## USB Overcurrent Protection

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

## Physical Characteristics

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





# How to use Arduino



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

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

**Linux Install**

**Windows Install**

**Mac Install**

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

## Blink led

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

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

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

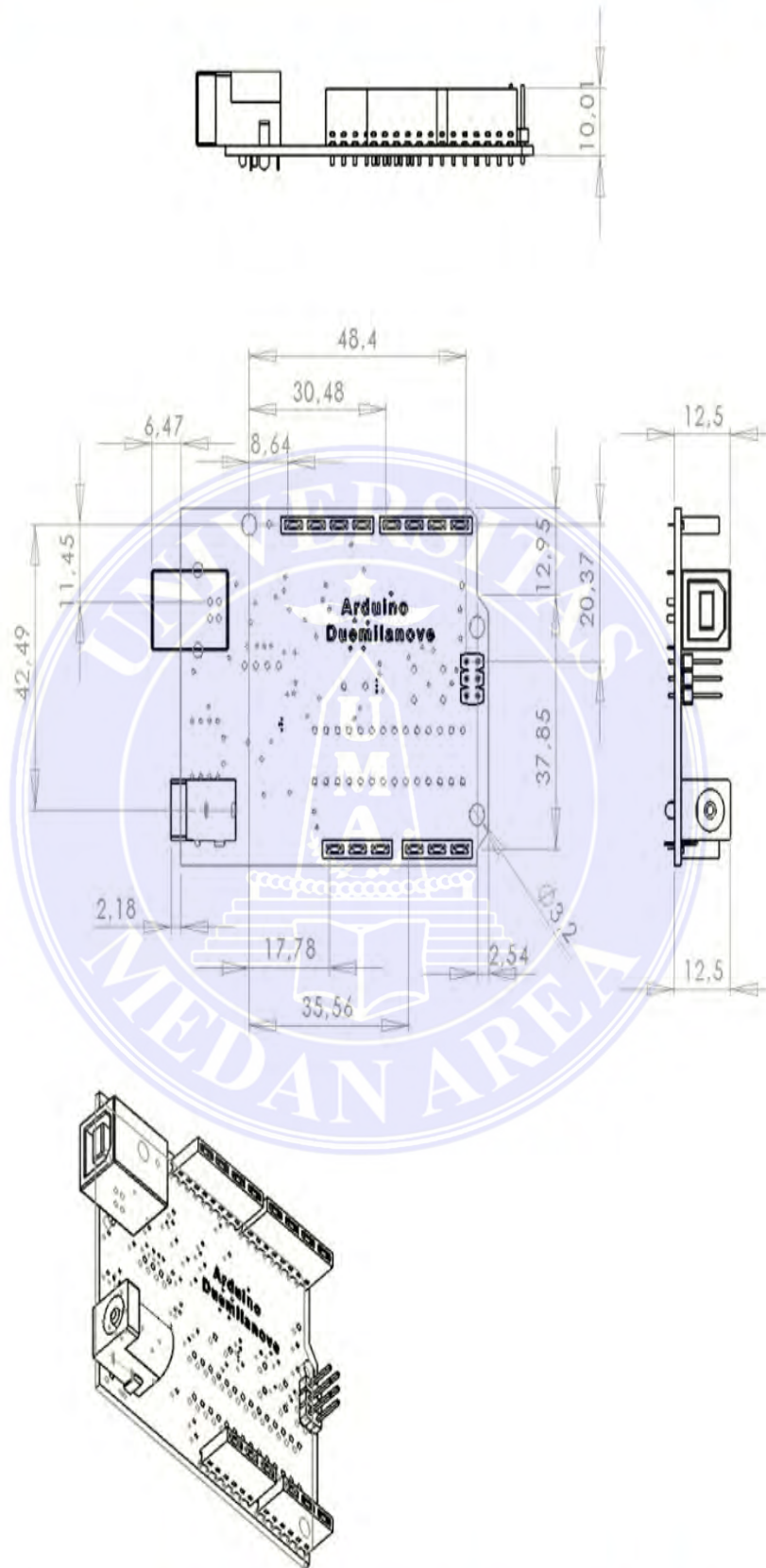
In **Tools>Board** select

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

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
// The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```

Press Compile button (to check for errors)    Upload    TX RX Flashing    Blinking Led!





## 1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## 2. Indemnification

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

## 3. Consequential Damages Waiver

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

## 4. Changes to specifications

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



## Environmental Policies



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



radiospares

RADIONICS



## HC-SR04 User Guide

### Part 1 Ultrasonic Introduction

#### 1. 1 Ultrasonic Definition

The human ear can hear sound frequency around 20HZ ~ 20KHZ, and ultrasonic is the sound wave beyond the human ability of 20KHZ .

#### 1.2 Ultrasonic distance measurement principle

Ultrasonic transmitter emitted an ultrasonic wave in one direction, and started timing when it launched. Ultrasonic spread in the air, and would return immediately when it encountered obstacles on the way. At last, the ultrasonic receiver would stop timing when it received the reflected wave. As Ultrasonic spread velocity is 340m / s in the air, based on the timer record  $t$ , we can calculate the distance (s) between the obstacle and transmitter, namely:  $s = 340t / 2$ , which is so- called time difference distance measurement principle

The principle of ultrasonic distance measurement used the already-known air spreading velocity, measuring the time from launch to reflection when it encountered obstacle, and then calculate the distance between the transmitter and the obstacle according to the time and the velocity. Thus, the principle of ultrasonic distance measurement is the same with radar.

Distance Measurement formula is expressed as:  $L = C \times T$

In the formula, L is the measured distance, and C is the ultrasonic spreading velocity in air, also, T represents time (T is half the time value from transmitting to receiving)

### 1.3 Ultrasonic Application

Ultrasonic Application Technology is the thing which developed in recent decades. With the ultrasonic advance, and the electronic technology development, especially as high-power semiconductor device technology matures, the application of ultrasonic has become increasingly widespread:

- Ultrasonic measurement of distance, depth and thickness;
- Ultrasonic testing;
- Ultrasound imaging;
- Ultrasonic machining, such as polishing, drilling;
- Ultrasonic cleaning;
- Ultrasonic welding;

### Part 2 HC-SR04 Ultrasonic Module Introduction

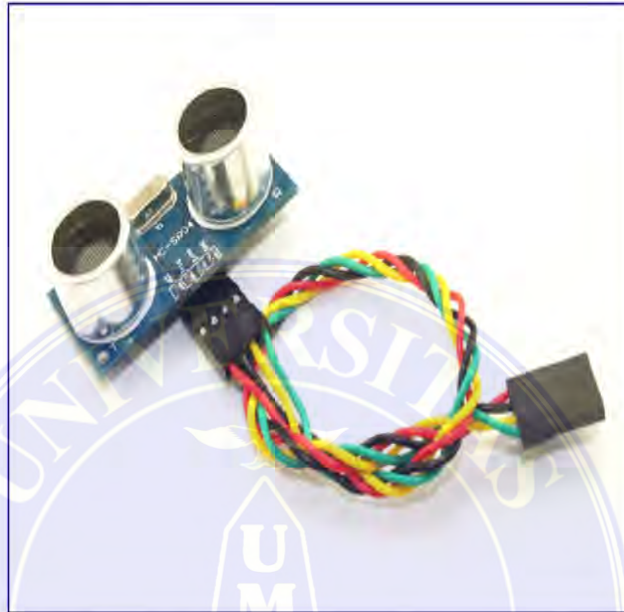
#### 2.1 Product Features

- Stable performance
- Accurate distance measurement
- High-density
- Small blind

#### **Application Areas:**

- Robotics barrier
- Object distance measurement
- Level detection
- Public security
- Parking detection

## 2.2 Product Image



## 2.3. Module pin definitions

Types	Pin Symbol	Pin Function Description
HC-SR04	VCC	5V power supply
	Trig	Trigger pin
	Echo	Receive pin
	GND	Power ground

## 2.4. Electrical parameters

Electrical Parameters	HC-SR04 Ultrasonic Module
Operating Voltage	DC-5V
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHZ
Farthest Range	4m
Nearest Range	2cm
Measuring Angle	15 Degree
Input Trigger Signal	10us TTL pulse
Output Echo Signal	Output TTL level signal, proportional with range
Dimensions	45*20*15mm