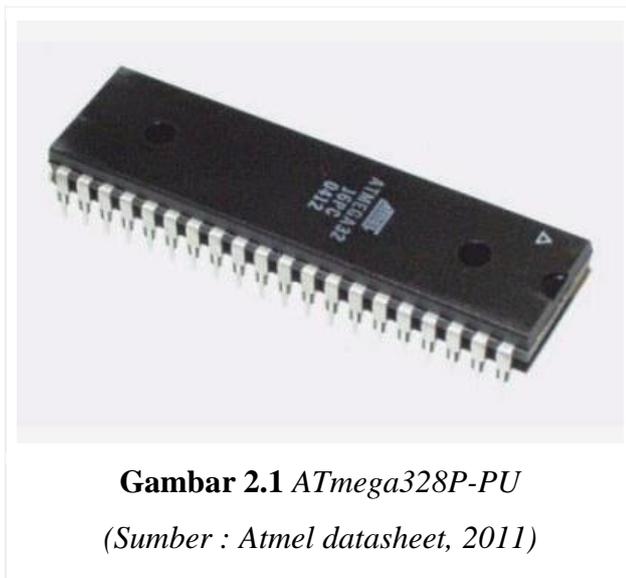


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mikrokontroler AVR ATmega328P-PU

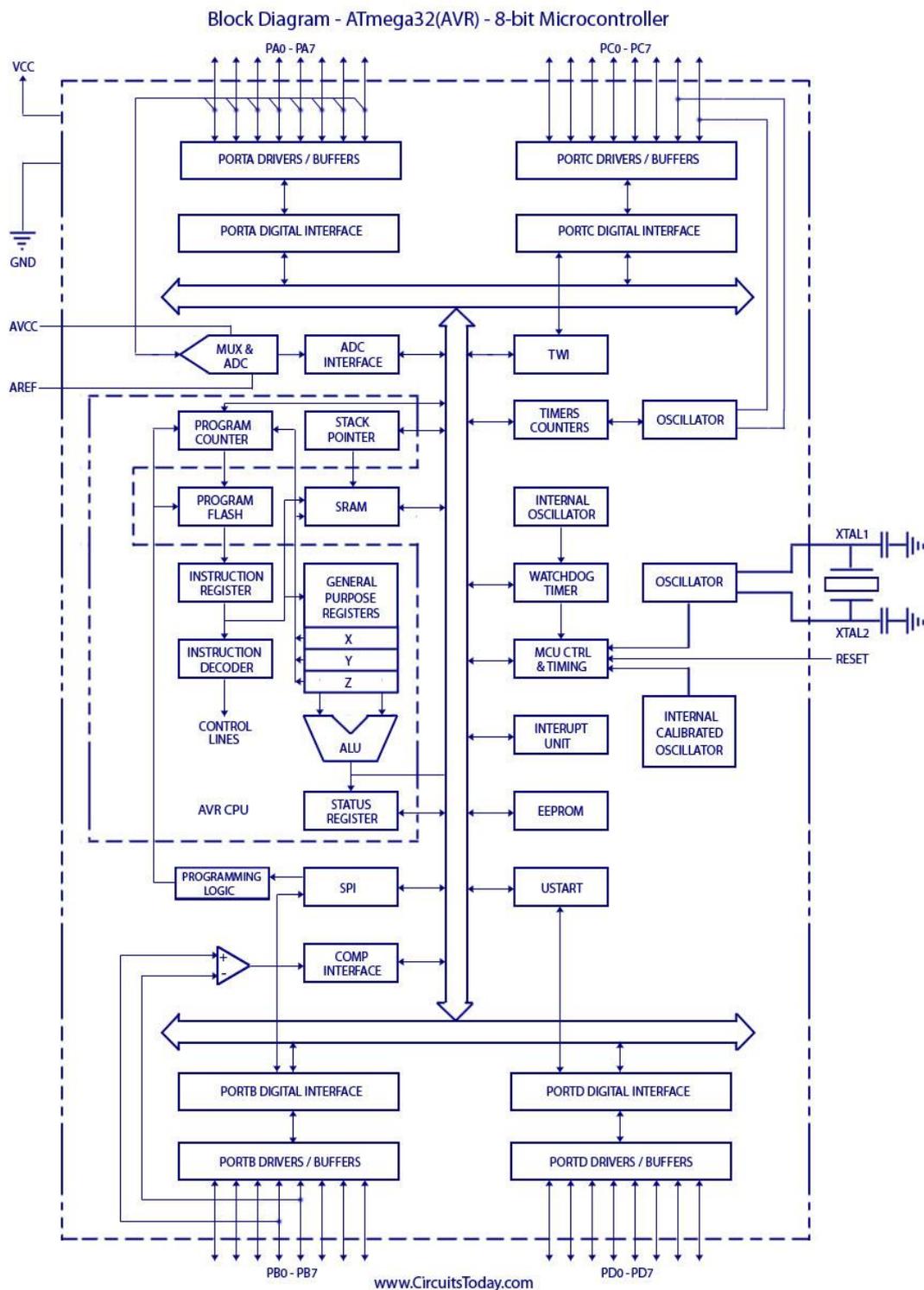
Mikrokontroler AVR ATmega328 merupakan CMOS dengan konsumsi daya rendah, mempunyai 8-bit proses data (CPU) berdasarkan arsitektur AVR RISC. Dengan mengeksekusi instruksi dalam satu (siklus) clock tunggal, ATmega328 memiliki kecepatan data rata-rata (throughputs) mendekati 1 MIPS per MHz, yang memungkinkan perancang sistem dapat mengoptimalkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan.<sup>1</sup>



Pada diagram blok ATMega328 digambarkan 32 *general purpose Working register* yang dihubungkan secara langsung dengan *Arithmetic Logic Unit (ALU)*. Sehingga memungkinkan dua *register* yang berbeda dapat diakses dalam satu siklus *clock*.

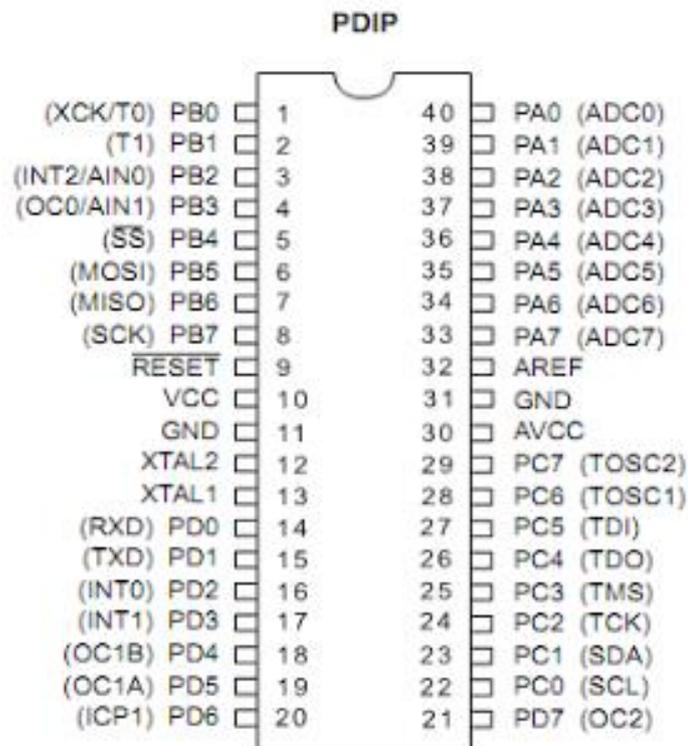
---

<sup>1</sup> Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung. Informatika Bandung



**Gambar 2.2** Blok diagram AVR ATmega328P-PU

(Sumber : Atmel datasheet, 2011)



**Gambar 2.3** Konfigurasi Pin-Pin ATmega328P-PU  
(Sumber : Atmel datasheet, 2011)

## 2.2 Arduino



**Gambar 2.4** Simbol *Arduino*  
(Sumber : Istiyanto, 2014)

Modul *hardware Arduino* diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005. Bahasa *arduino* merupakan *fork* (turunan) bahasa *wiring platform* dan bahasa *processing*. *Wiring platform* diciptakan oleh

Hernando Barragan di tahun 2003 dan *processing* dibuat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001. *Arduino* memakai standar *lisensi open source*, mencakup *hardware* (skema rangkaian, desain PCB), *firmware bootloader*, dokumen dan perangkat lunak IDE (*integrated development environment*) sebagai aplikasi *programmer board arduino*. Bahasa *arduino* merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman *wiring platform* dengan struktur bahasa yang lebih sederhana dari bahasa C.<sup>2</sup>

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman *arduino* yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware *arduino* dan membangunnya.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone arduino* dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan *arduino* pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

---

<sup>2</sup> Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta : Penerbit Andi.)

## 2.3 Arduino Uno



**Gambar 2.5** Papan Arduino Uno  
(Sumber : ArduinoBoardUno, 2014)

*Arduino uno* mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan *osilator* 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan *regulator* (pembangkit tegangan) 5 volt. Sejumlah *pin* tersedia di papan. *Pin* 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat *digital*, yang hanya bernilai 0 atau 1. *Pin* A0-A5 digunakan untuk isyarat *analog*. *Arduino uno* dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2 kb untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32 kb dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.<sup>3</sup>

### 2.3.1 Spesifikasi Arduino Uno

- Mikrokontroler ATmega328
- Catu Daya 5V
- Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
- Tegangan Input (batasan) 6-20V
- Pin I/O Digital 14 (of which 6 provide PWM output)
- Pin Input Analog 6

<sup>3</sup> Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

- Arus DC per Pin I/O 40 mA
- Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- Clock Speed 16 Mhz

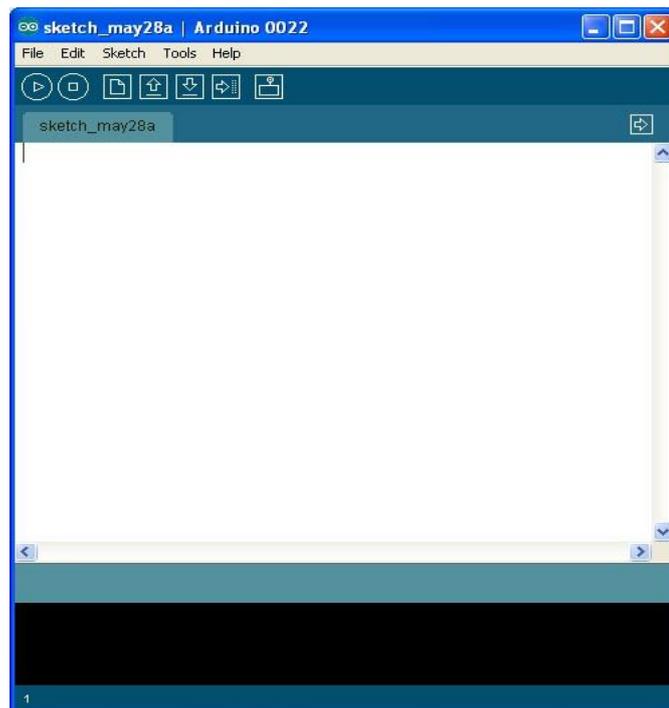


**Gambar 2.6** Rangkaian *Arduino Uno*

(Sumber: *ArduinoBoardUno*, 2014)

## 2.4 Aplikasi Program Arduino IDE

Ketika kita membuka program Arduino IDE ( Integrated Development Enviroment ), akan terlihat serupa dengan tampilan gambar 2.5 dibawah ini. Jika kita menggunakan Windows atau Linux, akan terlihat perbedaan, tetapi pada dasarnya IDE ( Integrated Development Enviroment ) akan sama tidak peduli Operasi Sistemnya apa yang digunakan. <sup>4</sup>



**Gambar 2.7** Tampilan program *IDE ( Integrated Development Enviroment)*

(*Sumber: ArduinoSoftware,2016*)

IDE terpisah dari toolbar, The code ada ditengah dan The Serial Output ada dibawah terdiri dari tujuh tombol diantaranya :

**a. Verify / compile**

Digunakan untuk mengecek atau memeriksa apakah kode sudah benar sebelum di kirim ke papan Arduino.

**b. Stop**

Berfungsi untuk memberhentikan Serial Monitor dari pengoprasian.

<sup>4</sup> Arduino.Software. <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>.

**c. New**

Berfungsi untuk membuat tampilan lembar kerja atau sketch baru untuk memasukan kode.

**d. Open**

Menampilkan list lembar kerja yang telah di simpan.

**e. Save**

Menyimpan lembar kerja atau sketch.

**f. Upload**

Mengirim lembar kerja kedalam papan Arduino.

**g. Serial Monitor**

Menampilkan hasil data-data yang telah dikirim dari Arduino.



**Gambar 2.8** Tampilan ToolBar Program IDE

( (Sumber: *ArduinoSoftware,2016*)

Untuk memulai Serial Monitor, tekan tombol Serial Monitor dan untuk menghentikan tekan tombol Stop. Pada Linux, Arduino akan me-reset sendiri ketika meng-klik tombol Serial Monitor. Untuk mengoprasikan atau menggabungkan Arduino pada PC ( Personal Computer ), kita dapat menggunakan program – program seperti Processing, Flash, MaxMSP, Visual Basic, dan lain – lain.

#### **2.4.1 Menu Software Arduino**

Kita dapat melihat beberapa menu untuk mengakses software arduino diantaranya adalah:

**a. Menu Help**

Pada menu ini dapat membantu kita menemukan informasi lebih lagi tentang IDE ( Integrated Development Enviroment ).

– Getting Stared

- Find in Reference
- Environment
- About Arduino
- Troubleshooting
- Visit Arduino.cc
- Reference
- Frequently Asked Question

**b. Menu Tools**

Pada menu ini terdapat peralatan untuk mengisi lembar kerja dari mulai mengedit kode-kode agar terlihat lebih rapih, memilih tipe papan Arduino, memilih serial port dan lain-lain diantaranya :

- Auto format
- Burn Bootloader
- *Archive Sketch*
- *Serial Port*
- *Fix Encoding dan Reload*
- *Board*
- *Serial Monitor*

**c. Menu Sketch**

Pada menu ini kita dapat menambah file kerja, mengeksekusi program yang kita buat, mengimport Library didalam menu ini antara lain :

- Verify / Compile
- Import Library
- Add File
- Show Sketch Folder
- Stop

**d. Menu Edit**

Pada menu ini kita dapat melakukan pengeditan pada lembar kerja, menu Edit ini berisi diantaranya :

- Undo / Compile
- Find nex
- Cut
- Find
- Copy
- Decrease indent
- Copy from forum
- Increase indent
- Copy as HTML
- Comment / uncomment

**e. Menu File**

Pada menu ini kita dapat mengakses atau membuat lembar kerja baru, menyimpan atau mengirim program ke papan Aduino didalam menu File terdapat.

- New
- Open
- Sketch book
- Example
- Close
- Save
- Quit
- Preference
- Print
- Page setup
- Upload to I/O board
- Save as

## 2.5 Program Bahasa C Arduino

C adalah bahasa yang standar, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi. Standar bahasa C yang asli adalah standar dari UNIX. Sistem operasi, kompiler C dan seluruh program aplikasi UNIX yang esensial ditulis dalam bahasa C. Patokan dari standar UNIX ini diambilkan dari buku yang ditulis oleh Brian Kernighan dan Dennis Ritchie berjudul "The C Programming Language", diterbitkan oleh Prentice-Hall tahun 1978. Deskripsi C dari Kernighan dan Ritchie ini kemudian dikenal secara umum sebagai "K&R C".

Kepopuleran bahasa C membuat versi-versi dari bahasa ini banyak dibuat untuk komputer mikro. Untuk membuat versi-versi tersebut menjadi standar, ANSI (American National Standards Institute) membentuk suatu komite (ANSI committee X3J11) pada tahun 1983 yang kemudian menetapkan standar ANSI untuk bahasa C. Standar ANSI ini didasarkan kepada standar UNIX yang diperluas. Standar ANSI menetapkan sebanyak 32 buah kata-kata kunci (keywords) standar. Versi-versi bahasa C yang menyediakan paling tidak 32 kata-kata kunci ini dengan sintaks yang sesuai dengan yang ditentukan oleh standar, maka dapat dikatakan mengikuti standar ANSI. Buku ajar ini didasarkan pada bahasa C dari standar ANSI.

### a. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada

- **void setup() { }**

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

- **void loop() { }**

Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi *void setup*) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi,

dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

### **b. Syntax**

Berikut ini adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan.

- `//`(komentar satu baris)

Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

- `/* */`(komentar banyak baris)

Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

- `{ }`(kurung kurawal)

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

- `;`(titik koma)

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

### **c. Variabel**

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya.

- **int** (integer)
 

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.
- **long** (long)
 

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori (RAM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.
- **boolean** (boolean)
 

Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai *TRUE* (benar) atau *FALSE* (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.
- **float** (float)
 

Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari -3.4028235E+38 dan 3.4028235E+38.
- **char** (character)
 

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

#### d. Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

- **=** (sama dengan )
 

Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya:  $x = 10 * 2$ , x sekarang sama dengan 20).\
- **%** (persentase)

Menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka dengan angka yang lain (misalnya:  $12 \% 10$ , ini akan menghasilkan angka 2).

- + (Penjumlahan)
- - (Pengurangan)
- \* (Perkalian)
- / (Pembagian)

#### e. Operator Perbandingan

Operator Perbandingan digunakan untuk membandingkan nilai logika.

- ==  
Sama dengan (misalnya:  $12 == 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 == 12$  adalah TRUE (benar))
- !=  
Tidak sama dengan (misalnya:  $12 != 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 != 12$  adalah FALSE (salah))
- <  
Lebih kecil dari (misalnya:  $12 < 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 14$  adalah TRUE (benar))
- >  
Lebih besar dari (misalnya:  $12 > 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 > 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 > 14$  adalah FALSE (salah))

#### f. Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya, berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

- **if..else**, dengan format seperti berikut ini:  
**if (kondisi) { }**  
**else if (kondisi) { }**

**else { }**

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada *else if* dan jika kondisinya FALSE maka kode pada *else* yang akan dijalankan.

- **for**, dengan format seperti berikut ini:

**for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }**

Digunakan bila anda ingin melakukan pengulangan kode di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan ke atas dengan *i++* atau ke bawah dengan *i--*.

#### g. Digital

- **pinMode(pin, mode)**

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, *pin* adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah *INPUT* atau *OUTPUT*.

- **digitalWrite(pin, value)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi ground).

#### h. digitalRead(pin)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *INPUT* maka anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi ground).

### i. Analog

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam alam analog (menggunakan trik). Berikut ini cara untuk menghadapi hal yang bukan digital.

– **analogWrite(pin, value)**

Beberapa pin pada Arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (*on*) atau mati (*off*) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. *Value* (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0V) dan 255 (100% duty cycle ~ 5V).

– **analogRead(pin)**

Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volts) dan 1024 (untuk 5 volts).

## 2.6 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut. Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter.<sup>5</sup>

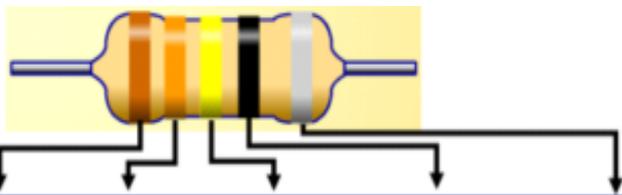
---

<sup>5</sup> Susanti, Eka. 2016. *Bahan Ajar Praktek Perancangan Telekomunikasi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.

Hubungan antara hambatan, tegangan, arus, dapat disimpulkan melalui hukum berikut ini, yang dikenal sebagai Hukum Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots^6$$

Dimana V adalah beda beda potensial antara kedua ujung benda penghambat, I adalah besar arus yang melalui benda penghambat, dan R adalah besarnya hambatan benda penghambat tersebut. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association) seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :



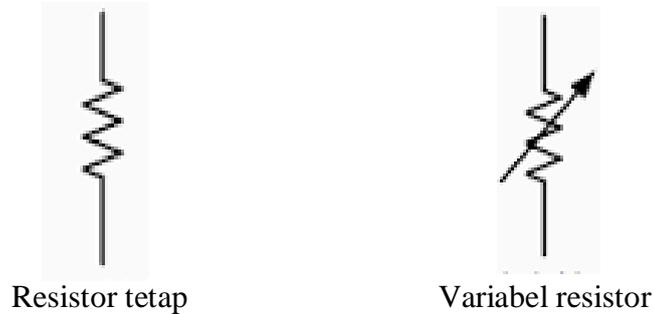
Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier Gelang 4	Toleransi Gelang 5
Hitam		0	0	1 Ohm	
Coklat	1	1	1	10 Ohm	± 1 %
Merah	2	2	2	100 Ohm	± 2 %
Orange	3	3	3	1 K Ohm	
Kuning	4	4	4	10 K Ohm	
Hijau	5	5	5	100 K Ohm	± 0,5 %
Biru	6	6	6	1 M Ohm	± 0,25 %
Ungu	7	7	7	10 M Ohm	± 0,10 %
Abu-abu	8	8	8		± 0,05 %
Putih	9	9	9		
Emas				0,1 Ohm	± 5 %
Perak				0,01 Ohm	± 10 %

**Gambar 2.9** Tabel Kode Warna Resistor

(Sumber : *Elektronika Dasar*, 2015)

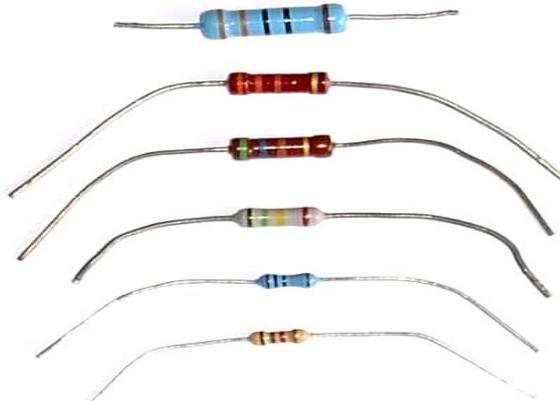
<sup>6</sup> Bishop, Owen. 2004. *Dasar-Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.

Fungsi dari resistor ini sendiri adalah sebagai pengatur kuat arus ataupun pengatur dan pembagi tegangan (beda potensial).



**Gambar 2.10** Simbol Resistor

(Sumber : *Elektronika Dasar*, 2015)



**Gambar 2.11** Contoh Resistor

(Sumber : *Elektronika Dasar*, 2015)

Jenis resistor sendiri dibedakan menjadi dua macam, yakni komponen Axial atau biasa disebut Radial dan Chip. Pada resistor Radial, perhitungan dilakukan berdasarkan warna, sedangkan untuk Chip, perhitungan resistor ini berdasarkan kode tertentu. Dalam cara menghitung resistor ini, standar dunia menggunakan ukuran satuan Ohm. Pada setiap resistor sendiri biasanya terdapat 4 hingga 5 kabel penghubung.

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke

dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut.

Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Gelang pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya.

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel-1 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau  $47 \times 100 = 4.7\text{K Ohm}$  dan toleransinya adalah 5%.<sup>7</sup>

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar  $W=I^2R$  watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

---

<sup>7</sup> Elektronika Dasar. 2015. *Membaca Kode Warna Resistor*. <http://www.elektronikadasar.web.id/membaca-kode-warna-resistor/>.

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100W 5W.

## **2.7 Sensor Ultrasonik**

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya.

Sensor ultrasonik pada umumnya digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yang mempunyai permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya lunak. Tidak seperti pada sensor-sensor lain seperti inframerah atau sensor laser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan deteksi yang relatif luas. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi yang didapat tanpa menggunakan pengolahan lanjutan.

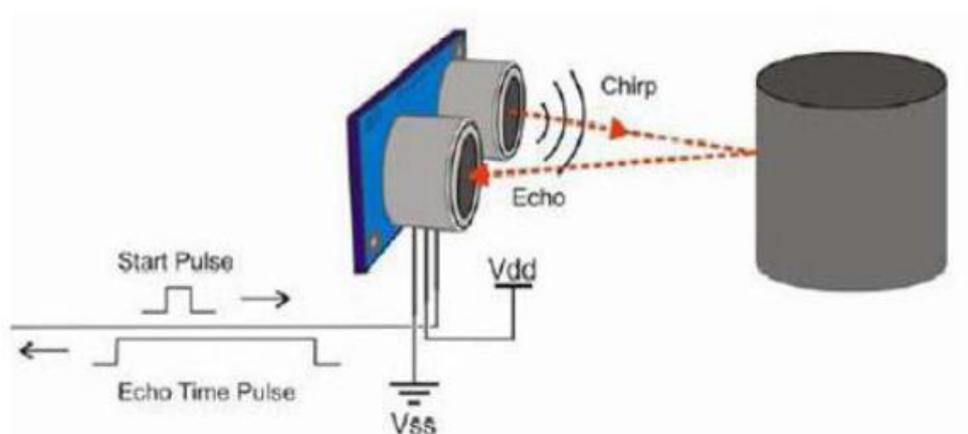
Pada perancangan alat ini digunakan sebuah sensor untuk membantu proses deteksi kecepatan dan penghitung jumlah kendaraan antara lain sensor ultrasonik. Adapun jenis sensor yang dipakai pada rancang bangun alat ini adalah sensor jarak ultrasonik HC-SR04.

### **2.7.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik**

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki

frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak – balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.

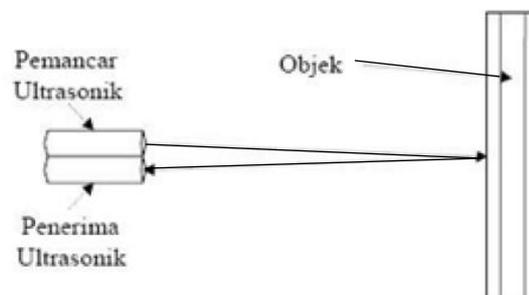


**Gambar 2.12** Prinsip Kerja Sensor *Ultrasonik*

(Sumber : Oktarima,2013)

Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu

dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada *input* dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal *input* maka dianggap tidak ada halangan didepannya..<sup>8</sup>

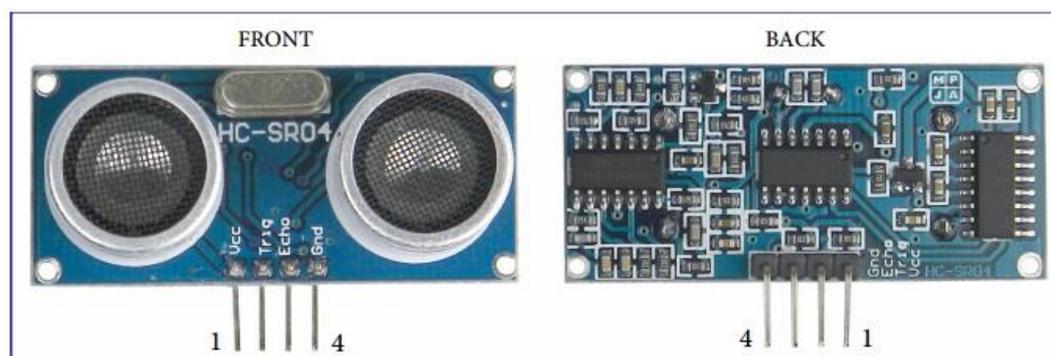


**Gambar 2.13** Prinsip Pemantulan Sensor *Ultrasonik*

(Sumber : Oktarima. 2013)

### 2.7.2 Sensor *Ultrasonik HC-SR04*

Sensor HC-SR04 adalah salah satu sensor salah satu sensor ultrasonik yang sering dipakai orang dalam melakukan eksperimen adalah HC-SR04. Jarak berkisar antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. Sudut deteksi bisa ditangani tidak lebih dari  $15^{\circ}$ . Tegangan yang dibutuhkan sebesar +5V. Jumlah *pin* adalah 4.



**Gambar 2.14** Sensor *Ultrasonik HC-SR04*

(Sumber : *Electroschematicsdatasheet,2014*)

<sup>8</sup> Oktarima. 2013. *Rancang Bangun Pengukur Level Tanki Bahan Bakar pada SPBU dengan Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Teamviewer*. Palembang. : Politeknik Negeri Sriwijaya.

– **Fungsi Pin-pin HC-SR04**

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki empat pin . dimana Sensor *Ultrasonik HCSR-04* ini memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut :

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.

– **Karakteristik HC-SR04**

Beberapa Karakteristik dari sensor *Ultrasonik HCSR-04* yaitu :

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 x 20 x 15 mm<sup>9</sup>

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan *receiver* tergantung dari jauh dekatnya obyek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses pendeteksian yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran.

Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian

---

<sup>9</sup> Electroshematics datasheet. 2014. *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04* [www.Electfreaks.com](http://www.Electfreaks.com).

*transmitter* sampai diterima oleh rangkaian *receiver*, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara . Pantulan gelombang ultrasonik tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengukur jarak antara sensor dan benda yang secara ideal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :<sup>10</sup>

$$S = \frac{V \times T}{2}$$

Keterangan :

s = jarak sensor ke obyek (m)

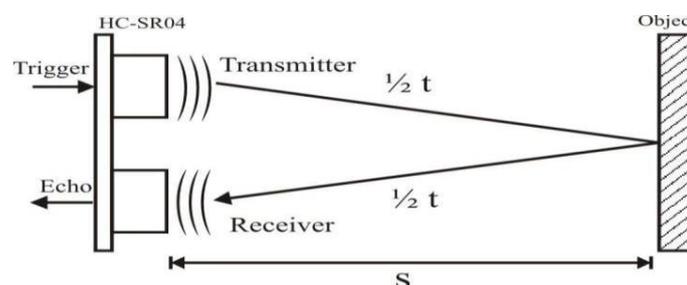
v = cepat rambat gelombang (343m/s)

T = waktu tempuh gelombang (detik)

Sedangkan dalam pengukuran tinggi badan digunakan rumus sebagai berikut :

$$TB = 195 - \text{hasil pengukuran sensor}$$

Seperti sensor ultrasonik pada umumnya, HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *transmitter* dan *receiver*. Fungsi dari *transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul



**Gambar 2.15** Prinsip Kerja HC-SR04

( Sumber : (Sumber : *Electroschematicsdatasheet*,2014)

<sup>10</sup> Kadir, Abdul. 2015. *Panduan Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.

## 2.8 LCD (*Liquid Cristal Display*)

Layar LCD merupakan layar penampil data yang sangat efektif dalam suatu sistem elektronika. Agar sebuah pesan atau gambar dapat tampil pada layar LCD, diperlukan sebuah rangkaian pengatur *scanning* dan pembangkit tegangan sinus. LCD matrik konfigurasi 16 karakter dan 2 baris setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel*. Pada modul LCD telah terdapat suatu *driver* yang berfungsi untuk mengendalikan tampilan pada layar LCD. Modul LCD dilengkapi terminal keluaran yang digunakan sebagai jalur komunikasi dengan mikrokontroler. LCD mengirim data penerima data 4 bit atau 8 bit dari perangkat prosesor kemudian data tersebut diproses dan ditampilkan berupa titik-titik yang membentuk karakter atau huruf. Adapun Bentuk fisik modul LCD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.<sup>11</sup>



**Gambar 2.16** Bentuk Fisik LCD 16x2

(Sumber : Sparkfun datasheet, 2008)

### 2.8.1 Karakteristik LCD (*Liquid Cyristal Display* )

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5×7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.

---

<sup>11</sup> Sparkfun datasheet.2008. Data sheet LCD. [www. Sparkfun.com](http://www.Sparkfun.com). Diakses pada tanggal 11 Februri 2017

6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0oC sampai 55oC.

### 2.8.2 Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)

Dalam modul *LCD (Liquid Cristal Display)* terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter *LCD (Liquid Cristal Display)*. Microcontroller pada suatu *LCD (Liquid Cristal Display)* dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

1. **DDRAM (Display Data Random Access Memory)** merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. **CGRAM (Character Generator Random Access Memory)** merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. **CGROM (Character Generator Read Only Memory)** merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat *LCD (Liquid Cristal Display)* tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.<sup>12</sup>

### 2.8.3 Konfigurasi Pin Pada LCD

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu *LCD (Liquid Cristal Display)* diantaranya adalah :

1. **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan *LCD (Liquid Cristal Display)* dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

---

<sup>12 12</sup> Sumber : elektronika dasar, 2012. <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>

2. **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
4. **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
5. **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

## 2.9 Modul I2C pada LCD 16 x 2

Pada modul I2C ini dapat mengendalikan LCD dengan mudah menggunakan 2 kabel yang terhubung ke papan Arduino Anda melalui input SDA dan SCL melihat ilustrasi di bawah ini untuk menemukan pin yang benar di mana dapat menghubungkan modul I2C.

### 1. Diagram Modul I2C

Di sisi kiri modul kita memiliki 4 pin, dan dua adalah tegangan dan ground, dan dua lainnya adalah I2c (SDA / dan SCL). Papan memiliki pot tripper untuk mengatur kontras LCD, dan jumper terletak di sisi berlawanan dari lampu belakang yang dikendalikan oleh program atau tetap tidak aktif.



**Gambar 2.17** Wiring I2C Module Lcd 16x2

( Sumber : <http://www.14core.com/wiring-i2c-module-on-16x2-lcd-with-sclsda>)

## 2.10 Loudspeaker

Loudspeaker merupakan sebuah *transduser elektroacoustical* yang mengubah sinyal listrik ke bentuk getaran suara. Speaker adalah mesin pengubah terakhir atau kebalikan dari mikropon. Speaker membawa sinyal elektrik dan mengubahnya kembali menjadi vibrasi-vibrasi fisik untuk menghasilkan gelombang-gelombang suara.<sup>13</sup>



**Gambar 2.18** Loudspeaker

(Sumber: Teknik Elektronika, 2015 )

Suara adalah Frekuensi yang dapat didengar oleh Telinga Manusia yaitu Frekuensi yang berkisar di antara 20Hz – 20.000Hz. Timbulnya suara dikarenakan adanya fluktuasi tekanan udara yang disebabkan oleh gerakan atau getaran suatu obyek tertentu. Ketika Obyek tersebut bergerak atau bergetar, Obyek tersebut akan mengirimkan Energi Kinetik untuk partikel udara disekitarnya. Hal ini dapat di-analogi-kan seperti terjadinya gelombang pada air. Sedangkan yang dimaksud dengan Frekuensi adalah jumlah getaran yang terjadi dalam kurun waktu satu detik. Frekuensi dipengaruhi oleh kecepatan getaran pada obyek yang menimbulkan suara, semakin cepat getarannya makin tinggi pula frekuensinya.

Dalam rangka menterjemahkan sinyal listrik menjadi suara yang dapat didengar, Speaker memiliki komponen Elektromagnetik yang terdiri dari Kumaran yang disebut dengan Voice Coil untuk membangkitkan medan magnet dan berinteraksi dengan Magnet Permanen sehingga menggerakkan Cone Speaker maju dan mundur. Voice Coil adalah bagian yang bergerak sedangkan Magnet Permanen adalah bagian Speaker yang tetap pada posisinya. Sinyal listrik yang

<sup>13</sup> *Pengertian Speaker dan Prinsip Kerja Speaker.* <http://www.teknikelektronika.com/fungsi-pengertian-prinsip-kerja-speaker/>

melewati Voice Coil akan menyebabkan arah medan magnet berubah secara cepat sehingga terjadi gerakan “tarik” dan “tolak” dengan Magnet Permanen. Dengan demikian, terjadilah getaran yang maju dan mundur pada Cone Speaker. Cone adalah komponen utama Speaker yang bergerak. Pada prinsipnya, semakin besarnya Cone semakin besar pula permukaan yang dapat menggerakkan udara sehingga suara yang dihasilkan Speaker juga akan semakin besar.

Suspension yang terdapat dalam Speaker berfungsi untuk menarik Cone ke posisi semula setelah bergerak maju dan mundur. Suspension juga berfungsi sebagai pemegang Cone dan Voice Coil. Kekakuan (rigidity), komposisi dan desain Suspension sangat mempengaruhi kualitas suara Speaker itu sendiri. Berdasarkan Frekuensi yang dihasilkan, Speaker dapat dibagi menjadi :

1. Speaker Tweeter, yaitu speaker yang menghasilkan Frekuensi Tinggi (sekitar 2kHz – 20kHz)
2. Speaker Mid-range, yaitu speaker yang menghasilkan Frekuensi Menengah (sekitar 300Hz – 5kHz)
3. Speaker Woofer, yaitu speaker yang menghasilkan Frekuensi Rendah (sekitar 40Hz – 1kHz)
4. Speaker Sub-woofer, yaitu speaker yang menghasilkan Frekuensi sangat rendah yaitu sekitar 20Hz – 200Hz.
5. Speaker Full Range, yaitu speaker yang dapat menghasilkan Frekuensi Rendah hingga Frekuensi Tinggi.<sup>14</sup>

Berdasarkan Fungsi dan bentuknya, Speaker juga dapat dibedakan menjadi :

1. Speaker Corong
2. Speaker Hi-fi
3. Speaker Handphone
4. Headphone
5. Earphone
6. Speaker Televisi

---

<sup>14</sup> Elektronikadasar. 2015. *Dasar loudspeaker*. [www.elektronika-dasar.web.id](http://www.elektronika-dasar.web.id).

7. Speaker Sound System (Home Theater)
8. Speaker Laptop

Speaker yang digunakan untuk Sound System Entertainment pada umumnya dapat dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu Speaker Pasif dan Speaker Aktif. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai kedua jenis Speaker ini.

### 1. Speaker Pasif (Passive Speaker)

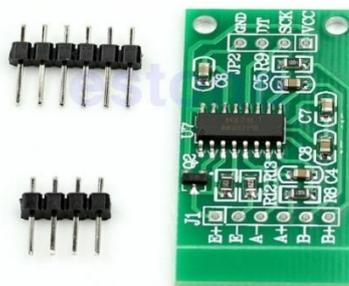
Speaker Pasif adalah Speaker yang tidak memiliki Amplifier (penguat suara) di dalamnya. Jadi Speaker Pasif memerlukan Amplifier tambahan untuk dapat menggerakannya. Level sinyal harus dikuatkan terlebih dahulu agar dapat menggerakkan Speaker Pasif. Sebagian besar Speaker yang kita temui adalah Speaker Pasif.

### 2. Speaker Aktif (Active Speaker)

Speaker Aktif adalah Speaker yang memiliki Amplifier (penguat suara) di dalamnya. Speaker Aktif memerlukan kabel listrik tambahan untuk menghidupkan Amplifier yang terdapat didalamnya.

## 2.11 Modul HX711

HX711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja menguatkan perubahan tegangan yang terukur pada sensor *load cell* dan mengkonversinya kedalam besaran listrik.<sup>15</sup>



**Gambar 2.19** Modul HX711

(Sumber : Rohmadi, 2008)

<sup>15</sup> Rohmadi, 2008.. [www.rohmadi.my.id/20/timbangan-5kg-hx711](http://www.rohmadi.my.id/20/timbangan-5kg-hx711).

### 2.12 Sensor *Strain Gauge (Load cell)*

Load cell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital dimana tingkat keakurasian timbangannya bergantung dari jenis load cell yang dipakai. Sensor load cell apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi pada strain gauge-nya akan berubah yang dikeluarkan melalui tiga buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabelnya lagi sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Sebuah load cell terdiri dari konduktor, strain gauge, dan jembatan wheatstone. Berikut ini adalah gambar dari sensor load cell <sup>16</sup>



**Gambar 2.20** sensor *Load cell*

Sumber : (<http://www.elektronikadasar>, 2015 )

*Load Cell* terdiri dari satu buah strain gauge atau lebih, yang ditempelkan pada batang atau cincin logam. Sel beban dikalibrasikan oleh pabrikan yang bersangkutan. Piranti ini dirancang untuk mengukur gaya tekanan mekanis, gaya pemampatan (kompresi), atau gaya puntir yang bekerja pada sebuah objek. Ketika batang atau cincin logam piranti ini berada di bawah tekanan, tegangan yang timbul pada terminal-terminalnya dapat dijadikan rujukan untuk mengukur besarnya gaya.

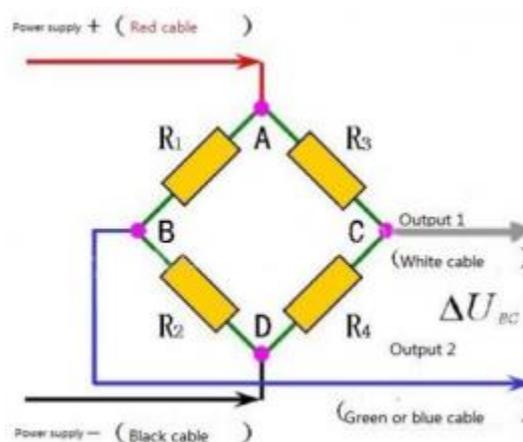
Perangkat-perangkat elektronik khusus, secara otomatis akan menghitung dan menampilkan nilai gaya yang bekerja pada sel beban. Sel-sel beban seringkali digunakan untuk menimbang berat suatu objek. Tipe-tipe kelas berat dapat

---

<sup>16</sup> <http://www.elektronikadasar.net/pengertian-loadcell.html>

digunakan untuk menimbang bobot sebesar ratusan atau bahkan ribuan kilogram. Pada sebuah *weight bridge* atau jembatan penimbang, sel-sel beban semacam ini digunakan untuk menimbang kendaraan dengan bobot muatan yang sangat besar. Versi-versi yang lebih kecil juga dibuat, untuk menimbang massa dengan bobot hingga beberapa kilogram.<sup>17</sup>

– **Prinsip Kerja Load Cell yaitu**



**Gambar 2.21.** Prinsip Kerja Load Cell

(Sumber : *elektronikabersama.2015*)

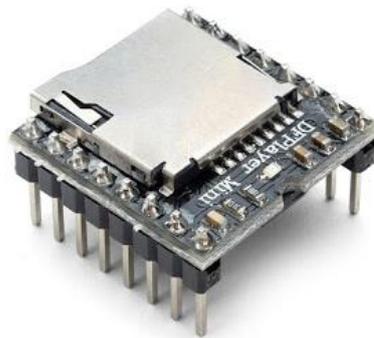
Prinsip kerja load cell ketika mendapat tekanan beban, Ketika bagian lain yang lebih elastic mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh strain gauge, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Dan berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul.

<sup>17</sup> <http://www.elektronikabersama.web.id/2011/09/sensor-gaya-strain-gauge-load-cell.html> .

### 2.13 DF Mini Player

DF mini player adalah modul mp3 dengan output yang telah disederhanakan langsung ke penguat suara (speaker). Modul ini dapat digunakan berdiri sendiri dengan baterai, speaker dan push button, atau dapat juga dikombinasikan dengan Arduino UNO atau perangkat lainnya dengan kemampuan RX/TX.<sup>18</sup>

DF player menghubungkan modul decoding yang rumit dengan sempurna, yang mendukung format audio pada umumnya seperti MP3, WAV, WMA. Selain itu, juga mendukung TF card dengan sistem file FAT16, FAT32. Melalui port serial yang sederhana, pengguna dapat memainkan musik yang dipilih tanpa perintah-perintah rumit untuk melakukannya.



**Gambar 2.22** DF Mini Player

(Sumber : <http://duwiarsana.com/produk/mp3-DF-Miniplayer-arduino/> )

#### **Kelebihan DF mini Player**

1. Dapat mentransmisikan file audio dari SD card ke arduino
2. Memiliki transmitter dan receiver
3. Kapasitas mencapai 32 Gb

#### **Kekurangan DF mini Player**

Kekurangan pada modul ini terdapat pada penyusunan file audio yang harus disusun sedemikian rupa agar ketika dipanggil oleh program arduino modul ini dapat lebih sigap untuk diputar

---

<sup>18</sup> <http://duwiarsana.com/produk/mp3-DF-Miniplayer-arduino/>

## 2.14 *Power Supply* (Pencatu Daya)

*Power Supply* adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplai tegangan langsung ke komponen dalam casing yang membutuhkan tegangan, misalnya motherboard, hardisk, kipas, dll. Input power supply berupa arus bolak-balik (AC) sehingga power supply harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah), karena hardware komputer hanya dapat beroperasi dengan arus DC. Power supply berupa kotak yang umumnya diletakan dibagian belakang atas casing.<sup>19</sup>



**Gambar 2.23** Power Supply (Pencatu Daya)

(Sumber : *Teknikelektronika*, 2016)

### 2.14.1 Jenis-jenis Power Supply

Selain pengklasifikasian diatas, Power Supply juga dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah

#### a. DC Power Supply

DC Power Supply adalah pencatu daya yang menyediakan tegangan maupun arus listrik dalam bentuk DC (Direct Current) dan memiliki Polaritas yang tetap yaitu Positif dan Negatif untuk bebannya.

#### b. AC Power Supply

AC Power Supply adalah Power Supply yang mengubah suatu taraf tegangan AC ke taraf tegangan lainnya. Contohnya AC Power Supply yang menurunkan tegangan AC 220V ke 110V untuk peralatan yang

---

<sup>19</sup> : <http://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>.

membutuhkan tegangan 110VAC. Atau sebaliknya dari tegangan AC 110V ke 220V.

**a. Switch-Mode Power Supply**

Switch-Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis Power Supply yang langsung menyearahkan (rectify) dan menyaring (filter) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi.

**b. Programmable Power Supply**

Programmable Power Supply adalah jenis power supply yang pengoperasiannya dapat dikendalikan oleh Remote Control melalui antarmuka (interface) Input Analog maupun digital seperti RS232 dan GPIB.

**c. Uninterruptible Power Supply (UPS)**

Uninterruptible Power Supply atau sering disebut dengan UPS adalah Power Supply yang memiliki 2 sumber listrik yaitu arus listrik yang langsung berasal dari tegangan input AC dan Baterai yang terdapat didalamnya. Saat listrik normal, tegangan Input akan secara simultan mengisi Baterai dan menyediakan arus listrik untuk beban (peralatan listrik). Tetapi jika terjadi kegagalan pada sumber tegangan AC seperti matinya listrik, maka Baterai akan mengambil alih untuk menyediakan Tegangan untuk peralatan listrik/elektronika yang bersangkutan.

**d. High Voltage Power Supply**

High Voltage Power Supply adalah power supply yang dapat menghasilkan

Tegangan tinggi hingga ratusan bahkan ribuan volt. High Voltage Power Supply biasanya digunakan pada mesin X-ray ataupun alat-alat yang memerlukan tegangan tinggi.

### 2.15 Perhitungan Tubuh Ideal

Perhitungan tubuh ideal yang digunakan yaitu berdasarkan rumus dari Indeks Massa Tubuh (IMT) atau Body Mass Indeks ( BMI)

Mengukur berat badan ideal dengan indeks massa tubuh (IMT) ini merupakan cara yang paling banyak atau paling umum dilakukan orang. Caranya, berat badan yang terukur dalam satuan kilogram dibagi dengan tinggi badannya dalam satuan meter yang sebelumnya sudah dikuadratkan. Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO atau WHO. Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Adapun rumus perhitungan IMT adalah sebagai berikut :<sup>20</sup>

$$IMT = \frac{BB}{(TB)^2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana IMT adalah indeks masa tubuh, BB adalah berat badan (kg), dan TB adalah tinggi badan (m). Pengelompokan Kategori IMT/BMI menurut WHO dapat dilihat pada table berikut

**Tabel 2.1** Kategori IMT / BMI

Nilai IMT/ BMI	Kategori
< 18,5	Underweight / Kurus
18,5 – 24,9	Normal / Ideal
25,0 – 29,9	Overweight / Gemuk
30,0 atau lebih	Obesitas

<sup>20</sup> Erlita,N., 2015. *Aplikasi alat Ukur Tubuh Digital Menggunakan Metode Fuzzy Logic Untuk Menentukan Kondisi Ideal Badan dengan Tampilan LCD dan output Suara*. Tugas Akhir. Universitas Jember

## 2.16 Pengujian Tingkat Akurasi Alat

Setelah didapatkan data hasil pengukuran tinggi dan berat badan, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data tersebut dan melakukan perhitungan analisis nilai persentase (%) tingkat akurasi dan rumus pencarian persentase akurasi adalah berdasarkan Persamaan 2 berikut ini<sup>21</sup>

$$\text{Persentase Akurasi} = \frac{\text{Pengukuran Digital}}{\text{Pengukuran Analog}} \times 100 \% \quad \dots \dots \dots (2)$$

Berdasarkan pencarian persentase akurasi maka range persentase dan tingkat akurasi dapat ditetapkan pada Tabel 2.2 berikut ini.

**Tabel 2.2** Range Persentase dan Tingkat Akurasi

Skor dalam persentase	Kriteria
80% < persentase ≤ 100%	Sangat Baik
60% < persentase ≤ 80%	Baik
40% < persentase ≤ 60%	Cukup Baik
20% < persentase ≤ 40%	Kurang Baik
0% < persentase ≤ 20%	Tidak Baik

<sup>21</sup>. Erlita,N., 2015. *Aplikasi alat Ukur Tubuh Digital Menggunakan Metode Fuzzy Logic Untuk Menentukan Kondisi Ideal Badan dengan Tampilan LCD dan output Suara*. Tugas Akhir. Universitas Jember