

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1 Mikrokontroller**

##### **2.1.1 Pengertian Mikrokontroller**

Mikrokontroler merupakan suatu IC yang didalamnya berisi *CPU*, *ROM*, *RAM*, dan *I/O* yang dapat diprogram yang dapat disimpan didalam memory sehingga dapat mengendalikan perintah secara otomatis. Mikrokontroler terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. CPU (Central Processing Unit)
2. *RAM (Random Access Memory)*
3. *EEPROM/EPROM/PROM*
4. *I/O, Serial & Parallel*
5. Timer

##### **2.1.2 Macam-macam Mikrokontroller**

Secara umum mikrokontroller terbagi menjadi 3 macam yaitu :

1. MCS51
2. *Alv and Vegard's Risc Processor (AVR)*
3. Programmabel Intelligent Computer (PIC)

##### **2.1.3 Arduino**

Arduino adalah sebuah platform open source (sumber terbuka) yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika.

Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu sebuah papan sirkuit fisik (sering disebut juga dengan mikrokontroler) dan sebuah perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer. Perangkat lunak ini sering disebut Arduino IDE yang digunakan untuk menulis dan meng-upload kode dari komputer ke papan fisik (hardware) Arduino.



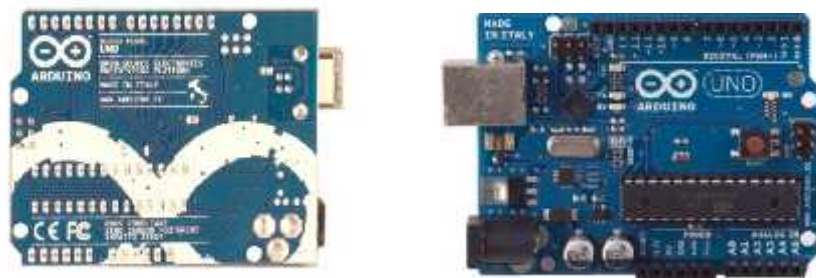
Gambar 2.1 Arduino  
(Sumber: B. Gustomo, 2015 )

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

1. Murah – Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (antara 125ribu hingga 400ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux.

2. Sederhana dan mudah pemrogramannya – Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman Processing, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan Processing tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.
3. Perangkat lunaknya Open Source – Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai Open Source, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.
4. Perangkat kerasnya Open Source – Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

#### 2.1.4 Arduino UNO



Gambar 2.2 Arduino UNO  
(Sumber: B. Gustomo, 2015 )

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 ([datasheet](#)). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari board Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- a. Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari board. Untuk ke depannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke-dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya.
- b. Sirkuit RESET yang lebih kuat
- c. Atmega 16U2 menggantikan 8U2 “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir

dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks dari board Arduino.

**Tabel 2.1 Index Board Arduino**

<b>Mikrokontroler</b>	<b>ATmega328</b>
<b>Tegangan pengoperasian</b>	<b>5V</b>
<b>Tegangan input yang disarankan</b>	<b>7-12V</b>
<b>Batas tegangan input</b>	<b>6-20V</b>
<b>Jumlah pin I/O digital</b>	<b>14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)</b>
<b>Jumlah pin input analog</b>	<b>6</b>
<b>Arus DC tiap pin I/O</b>	<b>40 mA</b>
<b>Arus DC untuk pin 3.3V</b>	<b>50 mA</b>
<b>Memori Flash</b>	<b>32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader</b>
<b>SRAM</b>	<b>2 KB (ATmega328)</b>
<b>EEPROM</b>	<b>1 KB (ATmega328)</b>
<b>Clock Speed</b>	<b>16 MHz</b>

(Sumber: B. Gustomo, 2015 )

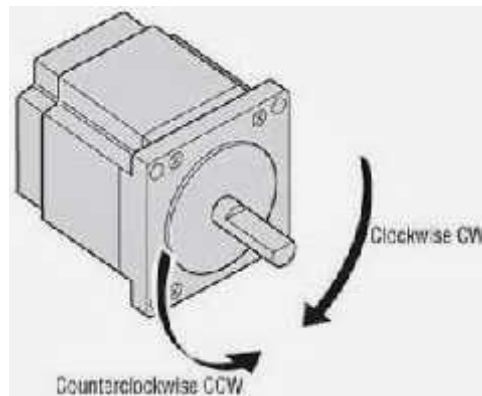
## 2.2 Motor DC

### 2.2.1 Pengertian Motor DC

Motor dapat diartikan sebagai penggerak. Karena fungsi utamanya sebagai pengubah sumber energi (panas, uap, bensin, cahaya, air, listrik,

dll) menjadi tenaga penggerak. Sebagai contoh: pada motor listrik: energi listrik (input) dikonversikan menjadi energi putar/gerakan berputar (output).

Dari perputarannya ada 2 jenis motor, CW dan CCW, dimana CW atau Counter Wise berputar searah jarum jam, sedangkan CCW atau Counter Clock Wise, putarannya berlawanan arah dengan jarum jam. Beberapa jenis motor dapat memiliki arah putaran yang berbeda, misalnya pada motor elevator atau stepping motor pada pembuatan robot.



Gambar 2.3 Perputaran Motor DC  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Kebanyakan motor terbuat dari Plastik (lebih murah). Namun ada juga motor yang terbuat dari besi, dan titanium(kuat).



Gambar 2.4 Motor DC  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet inilah jangkar/rotor berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, komutator mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya.

### **2.2.2 Macam-Macam Motor DC**

Secara umum motor DC terbagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. Motor DC daya sumber terpisah
2. Motor DC sumber daya sendiri

### **2.2.3 Motor Servo**

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

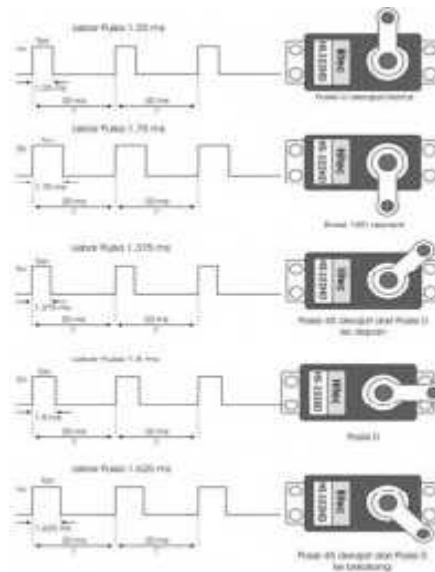


Gambar 2.5 Motor Servo  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Operasional motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan  $90^\circ$ , maka bila kita berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati  $0^\circ$  dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati  $180^\circ$ .

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi Ton duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut  $0^\circ$ / netral). Pada saat Ton duty cycle dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (Counter Clock wise, CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya Ton duty cycle, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika Ton duty cycle dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (Clock Wise, CW) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya Ton duty cycle dan bertahan diposisi tersebut





Gambar 2.6 Prinsip Kerja Motor Servo  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

### 2.3 RFID (RadioFrequency Identification)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan sebuah teknologi yang menggunakan metoda auto-ID atau Automatic Identification. Auto-ID adalah metoda pengambilan data dengan identifikasi objek secara otomatis tanpa ada keterlibatan manusia. Auto-ID bekerja secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam mengurangi kesalahan dalam memasukkan data.

RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang sebelumnya tersimpan dalam id tag dengan menggunakan gelombang radio. RFID adalah sebuah metode identifikasi secara otomatis dengan menggunakan suatu piranti yang disebut RFID tag atau transponder. Data yang ditransmisikan dapat berupa kode-kode yang bertujuan untuk mengidentifikasi suatu objek tertentu. Pada RFID proses identifikasi dilakukan oleh RFID reader dan RFID tag. RFID Tag diletakkan pada suatu benda atau objek yang akan diidentifikasi. Tiap-tiap

RFID Tag memiliki data angka identifikasi (ID number) yang unik, sehingga tidak ada RFID tag yang memiliki ID number yang sama.

### 2.3.1 RFID Tag

RFID tag terdiri dari chip rangkaian sirkuit yang terintegrasi dan sebuah antena. Rangkaian elektronik dari RFID Tag umumnya memiliki memori yang memungkinkan RFID tag mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada Tag dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data Read Only, seperti ID number. Semua RFID Tag mendapatkan ID number pada saat tag tersebut diproduksi.

Berdasarkan catu daya, RFID tag digolongkan menjadi :

#### 1. Tag Aktif

Tag yang catudayanya didapat dari baterai dan dapat dibaca (Read) dan ditulis (Write). Dengan adanya baterai internal tag aktif dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh dan reader hanya membutuhkan daya yang kecil untuk membaca tag ini. Bentuk fisik dari tag aktif dapat dilihat dari Gambar 2.7.

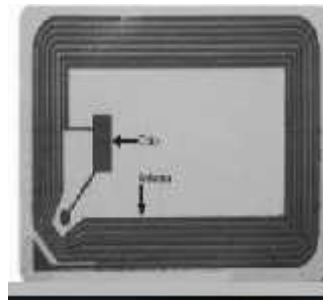


Gambar 2.7 RFID tag aktif  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

#### 2. Tag Pasif

Tag ini hanya dapat dibaca saja (Read) dan tidak memiliki internal baterai seperti halnya tag aktif. Sumber tenaga untuk mengaktifkan tag ini didapat dari RFID reader. Ketika medan gelombang radio dari

reader didekati oleh tag pasif, koil antenna yang terdapat pada tag pasif ini akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada tag pasif. Kelemahan tag pasif hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan untuk membaca tag ini, RFID reader harus memancarkan gelombang radio yang cukup besar sehingga menggunakan daya yang cukup besar. Bentuk fisik dari tag pasif dapat dilihat Gambar 2.8.

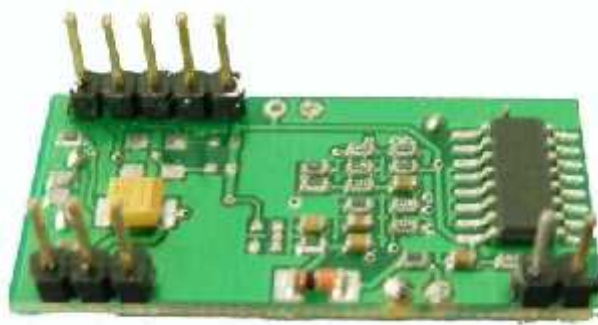


Gambar 2.8 RFID tag pasif  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

### 2.3.2 RFID Reader RDM6300

RFID reader adalah merupakan penghubung antara software aplikasi dengan antenna yang akan meradiasikan gelombang radio ke RFID tag. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antenna berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara wireless ke tag RFID yang berada berdekatan dengan antenna.

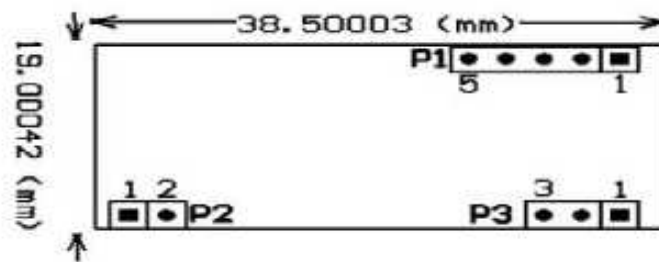
Salah satu jenis RFID Reader adalah RDM6300. Bentuk fisik dan deskripsi pin dari RDM6300 adalah seperti gambar 2.9 dan gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.9 RFID Reader RDM6300

(Sumber:<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/RDM630-Spec.pdf>)

Dalam Datasheet RDM6300, deskripsi pinnya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.10 Deskripsi pin RDM6300

(Sumber:<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/RDM630-Spec..pdf>)

Penjelasan lebih lengkap mengenai pin dari RDM6300 tercantum dalam tabel 2.2 hingga tabel 2.4.

- **P 1**

Pin 1	TX
Pin 2	RX
Pin 3	
Pin 4	GND
Pin 5	+5V(DC)

**Tabel 2.2 Tabel pin 1**

(Sumber:<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/RDM630-Spec..pdf>)

- **P 2**

Pin 1	ANT 1
Pin 2	ANT 2

**Tabel 2.3 Tabel pin 2**

(Sumber:<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/RDM630-Spec..pdf>)

- **P 3**

Pin 1	LED
Pin 2	+5V(DC)
Pin 3	GND

**Tabel 2.4 Tabel pin 3**

(Sumber:<http://www.seeedstudio.com/depot/datasheet/RDM630-Spec..pdf>)

## 2.4 Keypad

Keypad adalah rangkaian tombol yang berfungsi untuk memberikan sinyal kepada suatu rangkaian dengan menghubungkan jalur-jalur tertentu.

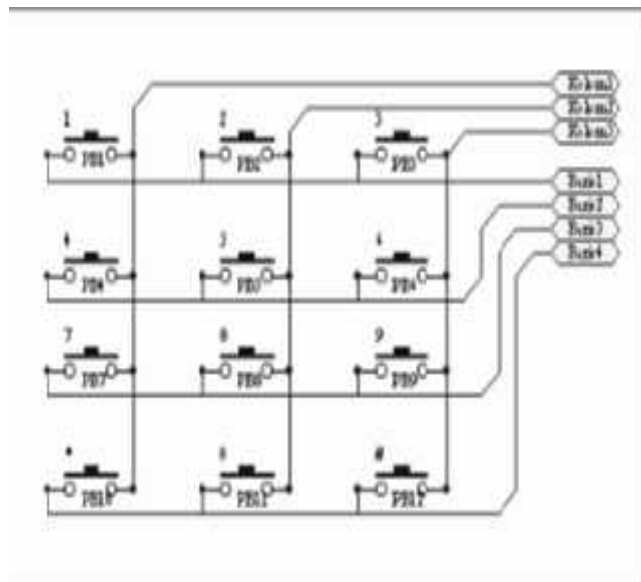
### 2.4.1 Keypad matrix 3x4

Keypad digunakan untuk memasukkan suatu kode atau data yang akan diolah, untuk itu setiap (tombol) dari keypad akan mempunyai kode sendiri setelah masuk ke sistem yang kita rancang. Keypad matrik adalah keypad yang dapat menghasilkan suatu kode kedalam sistem bila kita tekan salah satu tombolnya. Kode ini merupakan hasil pertemuan dua jalur, yaitu jalur kolom (sumbu tegak) dengan baris (sumbu datar). Keypad matrik 3x4 di sini mempunyai tiga jalur kolom dan empat jalur baris, sehingga akan menghasilkan dua belas kode yang berbeda. Contoh Keypad matrik 3x4.



2.11. Tampilan Fisik Keypad 3x4  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Rancangan keypad matrik 3x4 ditunjukkan dalam Gambar 2.12



Gambar 2.12 Keypad matrik 3x4  
([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Keypad ini bekerja menggunakan dasar scanning. Jika diantarmuka akan dengan mikrokontroler, maka program dalam mikrokontroler akan mengaturnya. Pertama, akan dikirim sebuah sinyal aktif ke sebuah kolom, selanjutnya mikrokontroler akan membaca secara bergantian baris ke-1 sampai baris ke-4 untuk menyeleksi tombol mana yang aktif. Hal ini akan dilakukan berulang kali sampai kolom ketiga dan kembali lagi ke kolom pertama.

## 2.5 LCD

LCD adalah sebuah display dot matrix yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya).

Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak “titik”. LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur „titik-titik” LCD tadi menjadi huruf atau angka yang terbaca.

Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi „titik-titik” LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanyalah mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan.

LCD memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD untuk pengaturan kontras cahaya pada display dan CMOS LCD drive sudah terdapat di dalamnya. Semua fungsi display dapat dikontrol dengan memberikan instruksi. Ini membuat LCD berguna untuk range yang luas dari terminal display unit untuk mikrokomputer dan display unit measuring gages. Cara kerja LCD yaitu:

D1 – D7 pada LCD berfungsi menerima data dari mikrokontroler. Untuk menerima data, pin 5 pada LCD (R/W) harus diberi logika 0 dan berlogika 1 untuk mengirimkan data ke mikrokontroler. Setiap kali menerima / mengirimkan data untuk mengaktifkan LCD diperlukan sinyal E ( Chip Enable ) dalam bentuk perpindahan logika 1 ke 0 sedangkan pin RS (Register Selector) berguna untuk memilih instruction register (IR) atau data register (DR). Jika RS =1 dan R/W=1 maka akan dilakukan penulisan data ke DDRAM sedangkan jika RS dan R/W berlogika 1 akan membaca data dari DDRAM ke register DR. Karakter yang akan ditampilkan ke display disimpan dimemori DDRAM.

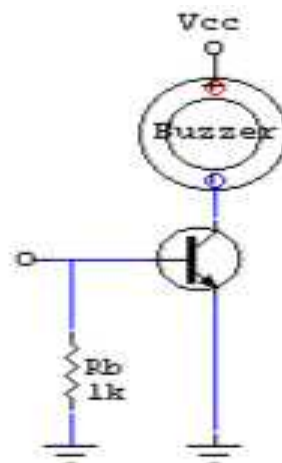


Gambar 2.13. Bentuk LCD

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.6 Buzzer

Alarm berfungsi untuk memberitahukan jika terjadi suatu kejadian tidak sesuai dengan yang diinginkan. Alarm yang akan digunakan pada alat ini adalah alarm DC (buzzer). Gambar di bawah ini merupakan gambar rangkaian driver penguat alarm.



Gambar 2.14. Rangkaian Penguat Alarm

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.7 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 Ohm.



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. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association).



Gambar 2.15. Resistor

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.8 Kapasitor

Kapasitor merupakan komponen pasif elektronika yang sering dipakai didalam merancang suatu sistem yang berfungsi untuk mengeblok arus DC, Filter, dan penyimpanan energi listrik. Didalamnya 2 buah pelat elektroda yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah insulator. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai insulator dinamakan dielektrik. Ketika kapasitor diberikan tegangan DC maka energi listrik disimpan pada tiap elektrodanya. Selama kapasitor melakukan pengisian, arus mengalir. Aliran arus tersebut akan berhenti bila kapasitor telah penuh. Yang membedakan tiap-tiap kapasitor adalah dielektriknya.



Gambar 2.16 Kapasitor

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.9 Dioda

Dioda adalah peralatan semikonduktor bipolar yaitu kutub anoda dan kutub katoda. Dalam operasinya, dioda akan bekerja bila diberi arus bolak-balik (AC) dan berfungsi sebagai penyearah. Selain itu dioda dapat mengalirkan arus searah (DC) dari kutub anoda (+) ke kutub katoda (-). Jika kutub anoda diberi arus negatif dan kutub katoda diberi arus positif maka dioda akan bersifat menahan arus listrik.

Dioda merupakan gabungan antara bahan semikonduktor tipe P dan tipe N. Bahan tipe P adalah bahan campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan aluminium dan merupakan bahan yang kekurangan elektron dan bersifat positif. Bahan tipe N adalah bahan campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan fosfor dan merupakan bahan yang kelebihan elektron dan bersifat negatif.



Gambar 2.17 Dioda

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.10 LED

Kebanyakan semikonduktor akan memancarkan cahaya apabila ditembaki energi. Penembakan energi ini dapat terjadi dalam bentuk elektron, cahaya atau panas. Dioda Emisi Cahaya (Light Emitting Diode) menggunakan sifat ini, dimana LED adalah dioda yang dipasang dalam wadah tembus pandang yang akan menyala/memancarkan cahaya bila dilalui arus. Dengan menggunakan unsur-unsur seperti : gelium, arsen dan posfor, maka bisa didapatkan LED yang menghasilkan cahaya merah atau cahaya tak tampak. Bila sebuah LED diberi tegangan maju, maka LED tersebut akan memancarkan cahaya karena elektron-elektron bebasnya akan bergabung kembali dengan lubang disekitar persambungan ketika melaju dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah.

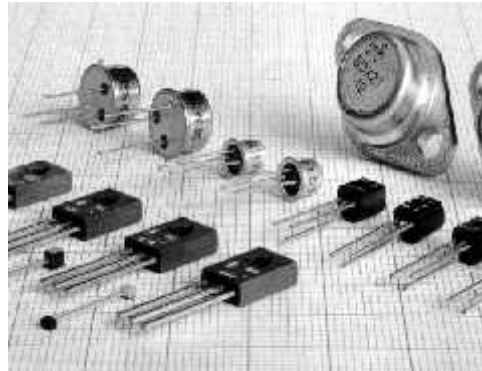


Gambar 2.18 LED

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.11 Transistor

Sama halnya dengan komponen semi konduktor lainnya transistor dibuat dari bahan indium, germanium dan silikon. Dalam bidang elektronika komponen transistor banyak sekali macamnya, diantaranya jenis transistor bipolar dan jenis transistor efek medan. Bipolar adalah jenis transistor yang paling umum dan paling banyak digunakan.



Gambar 2.19 Transistor

(Sumber:<http://tentangarduino.blogspot.co.id/2014/09/macam-macam-arduino-iniakan-saya.html>)

## 2.12 IC

IC (Integrated Circuit) merupakan suatu komponen semikonduktor yang di dalamnya terdapat puluhan, ratusan atau ribuan, bahkan lebih komponen dasar elektronik yang terdiri dari sejumlah komponen resistor, transistor, dioda, dan komponen semikonduktor lainnya. Komponen dalam IC tersebut membentuk suatu rangkaian yang terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil.



Gambar 2.20 IC

(Sumber: B. Gustomo, 2015 )