

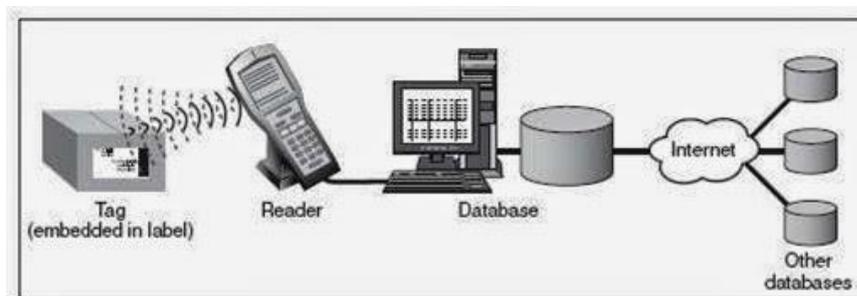
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Radio Frequency Identification (RFID)*

RFID adalah kepanjangan dari *radio frequency identification*, yang merupakan pengembangan teknologi komunikasi wireless yang digunakan secara unik mengidentifikasi benda atau orang yang di *tag*. RFID menggunakan teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap suatu obyek. RFID digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia yang awalnya harus mengidentifikasi obyek satu per satu secara manual menjadi otomatis dan terprogram. Hal ini juga dapat mengurangi *human error* akibat pencatatan identitas obyek secara manual.

Dengan teknologi RFID ini, identitas obyek akan dicatat dengan mudah dan cepat. Terdapat tiga komponen utama pada sistem RFID (gambar 2.1), yaitu:

- a. *Tag* (Transponder), yang terdiri dari *chip* semikonduktor, sebuah antena, dan untuk beberapa jenis memiliki baterai.
- b. *Reader* (Interogator), yang terdiri dari antena, modul elektronik RF, dan modul kontrol elektronik.
- c. *Controller*, yang biasanya diambil dari PC atau *workstation running database* dan *software* kontrol.



Gambar 2.1. Komponen sistem RFID

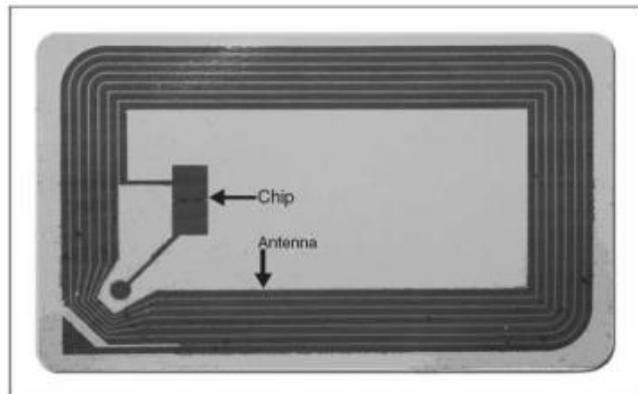
Sumber : [https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023_full.pdf)

Secara ringkas, mekanisme kerja yang terjadi dalam sebuah sistem RFID adalah bahwa sebuah reader frekuensi radio melakukan scanning terhadap data yang tersimpan dalam tag, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke sebuah controller.

Tag dan reader mengkomunikasikan informasi satu dengan yang lainnya melalui gelombang radio. Ketika obyek tag memasuki area pembacaan reader (interrogator), reader akan memberi sinyal pada tag agar mengirim informasi data yang dibawanya. Setelah reader mendapatkan informasi data dari tag, maka informasi tersebut akan di lanjutkan ke kontroler dengan jaringan interface standar seperti ethernet, LAN, dan atau internet. Kontroler akan menggunakan informasi data yang diterima untuk berbagai macam tujuan.

### 2.1.1 *Tag* RFID

Fungsi utama *tag* RFID adalah untuk menyimpan data dan juga untuk mentransmittkan ke *reader* (interogator). Secara umum, *chip* elektronik memuat memori untuk menyimpan banyak data yang akan dibaca dan kadang untuk menulis data, dalam penambahan sirkuit yang penting. Dalam sebuah tag RFID terdapat 3 bagian yang membuat tag RFID dapat difungsikan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Pertama terdapat lapisan pelindung dari benturan maupun resiko proses yang berlangsung. Kemudian terdapat juga lilitan antena dan sebuah kapasitor membentuk rangkaian yang beresonansi pada frekuensi tertentu. Antena akan menangkap induksi medan elektromagnet dari RFID reader dan mengubahnya menjadi sumber tenaga bagi chip. Lalu terdapat juga ID chip yang akan memodulasi arus yang merepresentasikan bit-bit sinyal. Bit-bit sinyal ini berisi kode yang tersimpan dalam ID chip. Panjang bit sinyal berbeda-beda untuk setiap produsen RFID tag.. *Chip* tersebut menyimpan nomor seri yang unik atau informasi lainnya.



Gambar 2.2. *Tag* RFID

Sumber : [https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023_full.pdf)

Antena yang terpasang pada *chip* mengirimkan informasi dari *chip* ke *reader*. Biasanya rentang pembacaan diindikasikan dengan besarnya antena. Antena yang lebih besar mengindikasikan rentang pembacaan yang lebih jauh. *Tag* tersebut terpasang atau tertanam dalam obyek yang akan diidentifikasi. *Tag* dapat dibaca dengan *reader* bergerak maupun stasioner menggunakan gelombang radio.

*Tag* RFID sangat bervariasi dalam hal bentuk dan ukuran. Sebagian tag mudah ditandai, misalnya tag anti pencurian yang terbuat dari plastik keras yang dipasang pada barang-barang di toko. *Tag* untuk *tracking* hewan yang ditanam di bawah kulit berukuran tidak lebih besar dari bagian lancip dari ujung pensil. Bahkan ada tag yang lebih kecil lagi yang telah dikembangkan untuk ditanam di dalam serat kertas uang.

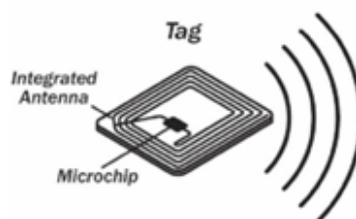
### 2.1.2 Jenis *Tag* RFID

*Tag* dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu *tag* pasif, *tag* aktif, dan *tag* semi aktif (disebut juga semi pasif). Pengelompokan ini berdasarkan pada ada tidaknya catu daya pada tag dan kemampuannya untuk menginisiasi komunikasi dengan *reader*.

#### 1. *Tag* Pasif

*Tag* versi paling sederhana adalah *tag* pasif, yaitu *tag* yang tidak memiliki catu daya sendiri serta tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Sebagai gantinya, *tag* merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang energi yang dipancarkan oleh *reader*.

Sebuah *tag* pasif minimal mengandung sebuah indentifier unik dari sebuah item yang dipasang *tag* tersebut. Data tambahan dimungkinkan untuk ditambahkan pada *tag*, tergantung kepada kapasitas penyimpanannya. Contoh aplikasi *tag* pasif adalah pada *pass transit*, *pass* masuk gedung, dan barang-barang konsumsi. Komponen *tag* pasif ditunjukkan pada Gambar 2.3.



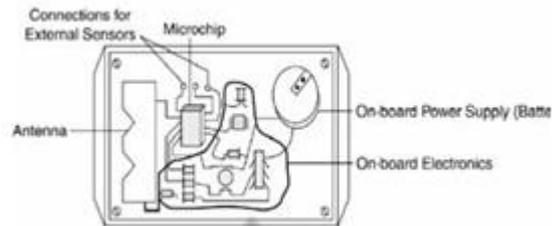
Gambar 2.3. Komponen *Tag* Pasif

Sumber : <http://pojokteknologi.com/index.php/component/content/article/>

## 2. *Tag* Semi Pasif

*Tag* semi pasif adalah versi *tag* yang memiliki catu daya sendiri (baterai) tetapi tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Dalam hal ini, baterai digunakan oleh *tag* sebagai catu daya untuk melakukan fungsi yang lain seperti pemantauan keadaan lingkungan dan mencatu bagian elektronik internal *tag*, serta untuk memfasilitasi penyimpanan informasi. *Tag* versi ini tidak secara aktif memancarkan sinyal ke *reader*. *Tag* semi pasif *tag* disebut juga *battery-assisted tag*. Pada komunikasi antara *tag* dan *reader* dengan *tag* ini, *reader* selalu

mengkomunikasikan terlebih dahulu, baru kemudian diikuti oleh *tag*. *Tag* ini dapat dihubungkan dengan sensor untuk menyimpan informasi untuk peralatan keamanan. Gambar 2.4. menunjukkan komponen *tag* semi pasif.



Gambar 2.4. Komponen *Tag* Semi Pasif

Sumber : [https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/6736/2/125114023_full.pdf)

### 3. *Tag* Aktif

*Tag* aktif adalah *tag* yang selain memiliki antena dan *chip*, juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal kontinyu. *Tag* versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data *tag* dapat ditulis ulang dan dimodifikasi. *Tag* aktif dapat menginisiasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, tergantung pada daya baterainya. Pada komunikasi antara *tag* dan *reader* dengan *tag* ini, *tag* selalu memulai terlebih dahulu, baru kemudian diikuti oleh *reader*.

#### 2.1.3 Tipe Memori *Tag*

Seperti yang telah disebutkan di atas, sebuah *chip* pada sebuah *tag* berfungsi untuk menyimpan nomor seri yang unik atau informasi lainnya. Ketentuan penyimpanan dan pengisiannya tergantung pada tipe memorinya. Klasifikasi tipe memori *tag* adalah *Read- Only* (RO), *Write Once-Read Many* (WORM), dan *Read-Write* (RW).

##### 1. *Read Only* (RO)

Sebuah *tag* RO hanya dapat diprogram atau diisi sekali dalam

penggunaanya. Data diisikan oleh pabrikan pada saat proses produksi. Setelah itu, data sama sekali tidak dapat dituliskan kembali pada *tag*. *Tag* tipe ini memiliki kapasitas memori minimum (biasanya kurang dari 64 bit) dan mengandung data yang terprogram permanen sehingga tidak dapat diubah.

2. *Write Once, Read Many* (WORM)

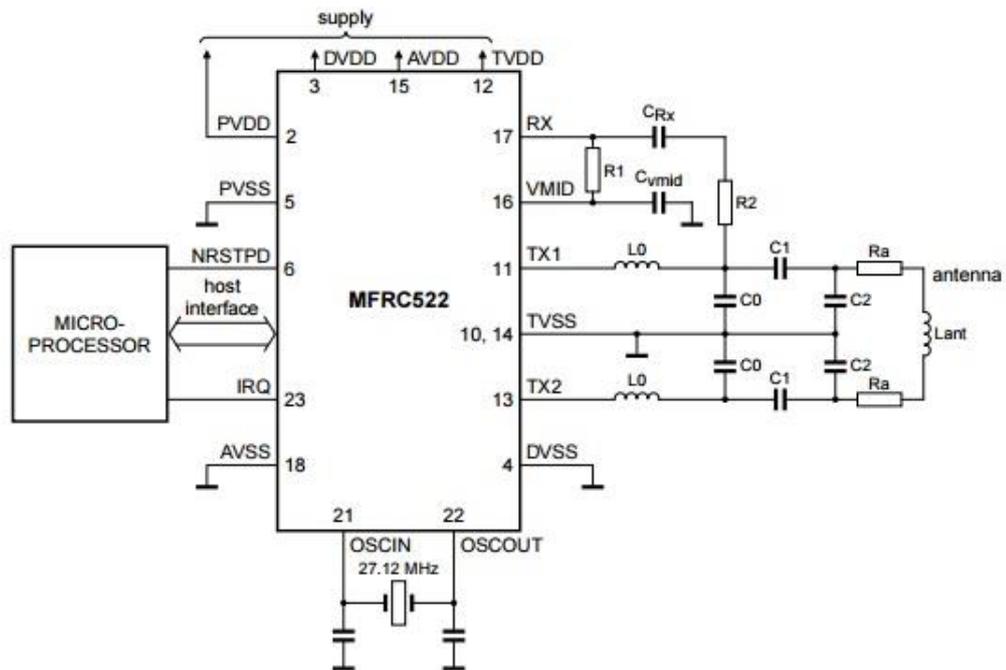
Sebuah *tag* dengan tipe memori WORM dapat diprogram atau satu sekali. Berbeda dengan tipe RO, pengisian tidak dilakukan oleh pabrikan tetapi dilakukan sendiri oleh pengguna.

3. *Read Write* (RW)

Pada *tag* dengan tipe memori RW, data dapat dimutakhirkan jika diperlukan. Sebagai konsekuensinya kapasitas memorinya lebih besar dan harganya lebih mahal dibandingkan tag RO. *Tag* dengan tipe memori RW menawarkan keuntungan yang luar biasa karena data yang telah terisi dapat ditulis ulang dan diubah oleh pengguna.

#### 2.1.4 **Reader RFID**

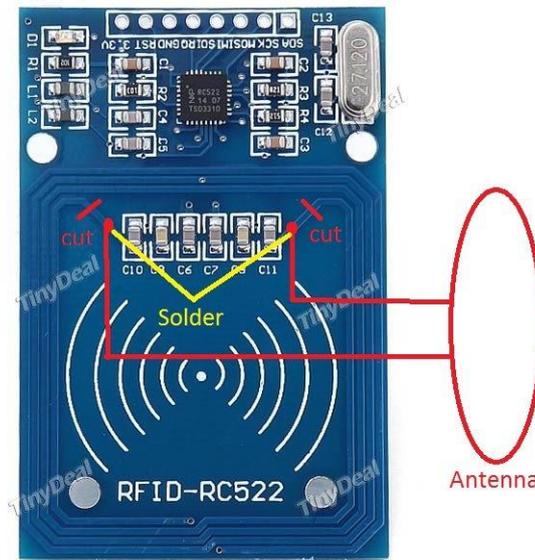
Untuk berfungsinya sistem RFID, diperlukan sebuah *reader* atau alat scanning yang dapat membaca *tag* dengan benar dan mengkomunikasikan hasilnya ke suatu *controller*. *Reader* disebut juga interogator, yaitu perangkat yang dapat membaca data pada *tag* dan mengisi data pada *tag*. Jadi *reader* juga berfungsi sebagai *writer*. Dalam kasus *tag* pasif, *reader* berfungsi juga sebagai catu daya untuk mengaktifkan *tag*. *Reader* merupakan jembatan antara *tag* dengan *controller*. *Reader* memiliki beberapa komponen utama, yaitu *transmitter*, *receiver*, *microprocessor*, *memory*, *input/output channels*, *communication interface*, dan *power*.



Gambar 2.5. Rangkaian Dasar Reader RFID

Sumber : [https://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/MFRC522.pdf](https://www.nxp.com/documents/data_sheet/MFRC522.pdf)

Pada gambar 2.5 terdapat rangkaian antenna sebagai pemancar gelombang. Rangkaian antenna tersebut terhubung dengan pin RX dan pin TX yang kedua pin tersebut berfungsi sebagai pemancar dan penerima gelombang kemudian gelombang tersebut akan dipengaruhi oleh tag RFID ketika ditempelkan. Kemudian pada gambar 2.6 dibawah ini merupakan bentuk fisik rangkaian antenna pada RFID reader.



Gambar 2.6. Bentuk Fisik Rangkaian Antena pada RFID Reader

Sumber : [https://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/MFRC522.pdf](https://www.nxp.com/documents/data_sheet/MFRC522.pdf)

## 2.2 Sensor Infra Red (infra merah)

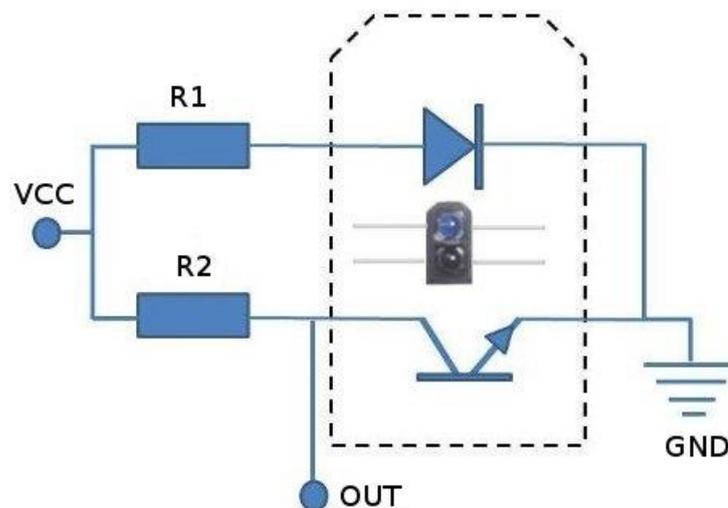
Sinar infra red yang dipancarkan oleh pemancar infra merah tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu baik di pengirim infra merah maupun penerima infra merah harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa dioda (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. .

Sensor IR pada dasarnya terdiri dari IR LED dan Photodiode , pasangan ini umumnya disebut IR pair atau Photo coupler . Sensor IR bekerja pada

prinsipal di mana LED IR memancarkan radiasi IR dan Photodiode merasakan radiasi IR. Resistansi fotodiode berubah sesuai dengan jumlah radiasi IR yang jatuh di atasnya, maka jatuhnya tegangan juga berubah dan dengan menggunakan komparator tegangan (seperti LM358) kita dapat merasakan perubahan voltase dan menghasilkan output yang sesuai.

Pada Penempatan LED IR dan Photodiode, sensor infrared dibagi menjadi dan tidak langsung. Pada kejadian langsung, LED IR dan fotodiode berada di depan satu sama lain atau disusun secara seri, sehingga radiasi IR dapat langsung jatuh pada fotodiode. Jika kita menempatkan benda apapun di antara keduanya, maka benda itu akan menghentikan jatuhnya cahaya IR pada fotodiode

Dan pada insiden tidak langsung, LED IR dan Photo Diode ditempatkan secara paralel (berdampingan), menghadap ke arah yang sama. Dengan cara itu, ketika sebuah benda disimpan di depan pasangan IR, cahaya IR akan tercermin oleh objek dan diserap oleh fotodiode. Perhatikan bahwa benda tidak boleh berwarna hitam karena akan menyerap semua cahaya infra merah, bukan bercermin. Umumnya pasangan IR ditempatkan dengan mode ini di modul sensor inframerah. Berikut gambar 2.6 merupakan rangkaian modul infrared.



Gambar 2.7. Rangkaian sensor Infrared.

Sumber : <https://circuitdigest.com/electronic-circuits/ir-sensor-circuit-diagram>

Pada gambar 2.6 terlihat bahwa terdapat infrared dan phototransistor yang tersusun secara paralel pada rangkaian. Pada rangkaian tersebut mempunyai prinsip kerja dimana sensor infrared berperan sebagai pemancar sedangkan photodiode sebagai penerima. Dalam rangkaian ini, photodiode akan mendeteksi infrared ketika infrared tersebut dipantulkan oleh sebuah objek. Rangkaian ini baru bisa bekerja jika objek yang dapat dipantulkan.

### **2.2.1 *Infra Red***

Cahaya infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi.

Radiasi inframerah memiliki panjang gelombang antara 700 nm sampai 1 mm dan berada pada spektrum berwarna merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah tidak akan terlihat oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih dapat dirasakan/dideteksi. Walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata. LED infrared memiliki arus maksimal sebesar 100mA. Kelemahan dari LED infrared adalah daya jelajah yang tidak jauh hanya sekitar 7 – 8 meter dengan sudut radiasi sebesar 45°.

### **2.2.2 *Fotodiode***

Fotodiode adalah jenis diode yang berfungsi mendeteksi cahaya. Fotodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah

besaran cahaya menjadi besaran listrik. Fotodiode merupakan sebuah dioda dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh fotodiode ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Aplikasi fotodiode mulai dari penghitung kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan di bidang medis.

Photodiode dapat kalibrasi untuk menyesuaikan pembacaan sensor terhadap kondisi pencahayaan ruangan. Sehingga pembacaan sensor selalu akurat. Dalam penggunaannya terhadap objek, prinsip kerjanya sederhana, hanya memanfaatkan sifat cahaya yang akan dipantulkan jika mengenai benda berwarna terang dan akan diserap jika mengenai benda berwarna gelap. Sebagai sumber cahaya kita gunakan LED (*Light Emitting Diode*) yang akan memancarkan cahaya merah. Dan untuk menangkap pantulan cahaya LED, kita gunakan photodiode. Jika sensor berada diatas garis hitam maka photodiode akan menerima sedikit sekali cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan. Berikut adalah ilustrasinya seperti gambar 2.7:



Gambar 2.8 Prinsip kerja infrared pada objek

Sumber : <https://circuitdigest.com/electronic-circuits/ir-sensor-circuit-diagram>

Tanggapan frekuensi sensor photodiode tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor photodiode memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar  $0,9 \mu\text{m}$ . Photodiode mempunyai resistansi yang rendah pada kondisi forward bias, kita dapat

memanfaatkan photo dioda ini pada kondisi reverse bias dimana resistansi dari photo dioda akan turun seiring dengan intensitas cahaya yang masuk.

### **2.3 Mikrokontroller**

Pada mikrokontroller terdapat arduino yang merupakan papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroller. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

#### **2.3.1 Proteksi**

Development board Arduino Mega 2560 R3 telah dilengkapi dengan polyfuse yang dapat direset untuk melindungi port USB komputer/laptop anda dari korsleting atau arus berlebih. Meskipun kebanyakan komputer telah memiliki perlindungan port tersebut didalamnya namun sekring pelindung pada Arduino Uno memberikan lapisan perlindungan tambahan yang membuat anda bisa dengan tenang menghubungkan Arduino ke komputer anda. Jika lebih dari 500mA ditarik pada port USB tersebut, sirkuit proteksi akan secara otomatis memutuskan hubungan, dan akan menyambung kembali ketika batasan aman telah kembali.

#### **2.3.2 Power Supply**

Board Arduino Mega 2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal. Pilihan power yang digunakan akan dilakukan secara otomatis.

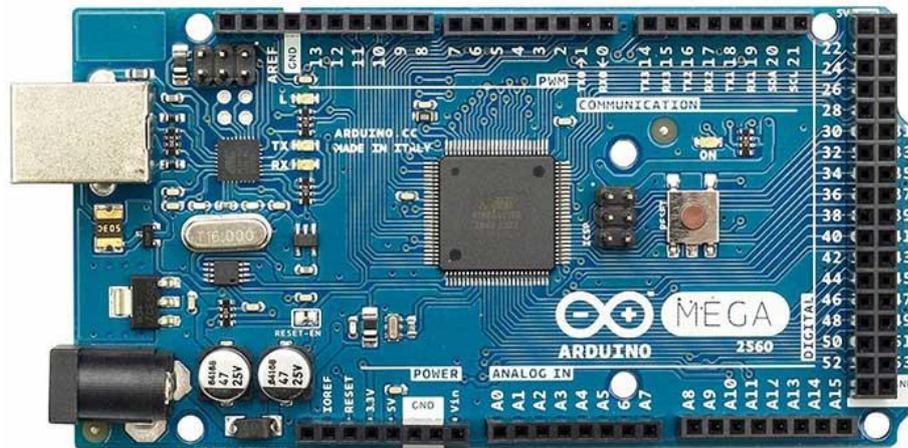
External power supply dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan power dari external power supply yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa over heat yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V.

Beberapa pin power pada Arduino Uno :

- GND. Ini adalah ground atau negatif.
- Vin. Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V
- Pin 5V. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- 3V3. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- IOREF. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

### **2.3.3 Memori**

Chip ATmega2560 pada Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki memori 256 KB, dengan 8 KB dari memori tersebut telah digunakan untuk bootloader. Jumlah SRAM 8 KB, dan EEPROM 4 KB, yang dapat di baca-tulis dengan menggunakan EEPROM library saat melakukan pemrograman.



Gambar 2.9 Arduino Mega

Sumber : <http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega>

### 2.3.4 Input dan Output (I/O)

Arduino Mega 2560 memiliki jumlah pin terbanyak dari semua papan pengembangan Arduino. Mega 2560 memiliki 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus sebesar 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi disconnect). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroler.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- Serial, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2.

- External Interrupts, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi `attachInterrupt()` untuk mengatur interrupt tersebut.
- PWM: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
- SPI : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
- LED : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set HIGH untuk menyalakan led, LOW untuk memadamkan nya.
- TWI : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire Library

Arduino Mega 2560 R3 memiliki 16 buah input analog. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara default, pin-pin tersebut diukur dari ground ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`. Beberapa in lainnya pada board ini adalah :

- AREF. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
- Reset. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroller. Sama dengan penggunaan tombol reset yang tersedia.

### 2.3.5 Komunikasi

Arduino Mega R3 memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, berkomunikasi dengan Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroller lain nya. Chip Atmega2560 menyediakan komunikasi serial

UART TTL (5V) yang tersedia di pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Chip ATmega16U2 yang terdapat pada board berfungsi menterjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai Virtual Port di komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB standar sehingga tidak membutuhkan driver tambahan.

Pada Arduino Software (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data textual untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip USB to Serial via kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, gunakan SoftwareSerial library.

Chip ATmega2560 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino Software (IDE) sudah termasuk Wire Library untuk memudahkan anda menggunakan bus I2C. Untuk menggunakan komunikasi SPI, gunakan SPI library.

## **2.4 Motor DC**

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional.

Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (double pole, double throw switch). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah

medan magnet dan arah aliran arus. Kecepatan putar motor DC ( $N$ ) dirumuskan dengan Persamaan berikut.

$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K\phi} \quad \dots (2.1)$$

Keterangan:

$V_{TM}$  : Tegangan terminal

$I_A$  : Arus jangkar motor

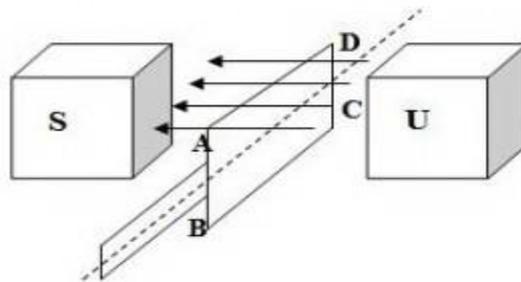
$R_A$  : Hambatan jangkar motor

$K$  : Konstanta motor

$\phi$  : Fluk magnet yang terbentuk pada motor.

#### 2.4.1 Prinsip Kerja Motor DC

Kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah *fluks* magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor DC

Sumber : <https://www.electrical4u.com>

Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena pengaruh momen putar ( $T$ ). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar :

$$T = F \cdot r \quad \dots (2.2)$$

Dimana :

$T$  = momen putar (Nm)

$F$  = gaya tolak (newton)

$r$  = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter)

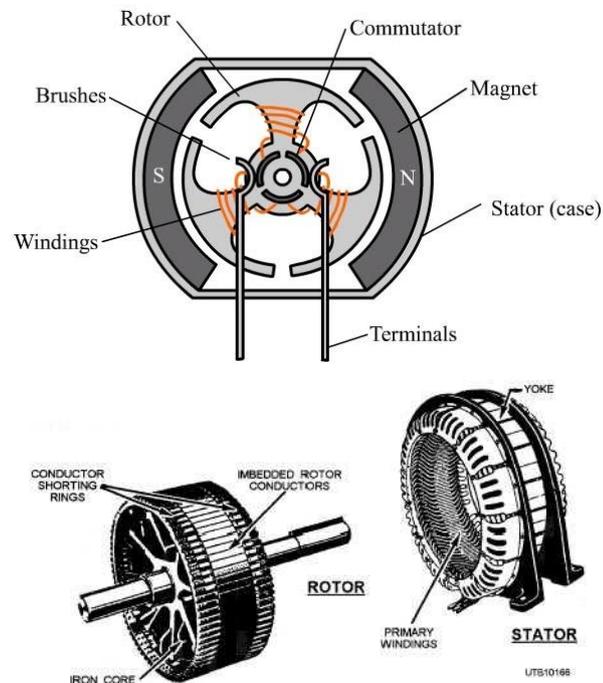
Pada daerah dibawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis netral sisi-sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan. Kumparan-kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami setiap sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan itupun disebut lilitan jangkar.

Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

#### 2.4.2 Bagian Atau Komponen Utama Motor DC

- **Kutub medan.** Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- **Current Elektromagnet atau Dinamo.** Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- **Commutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

## Bagian-bagian dari Motor DC



Gambar 2.11 Bagian-Bagian Motor DC

Sumber : <https://www.electrical4u.com>

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

Gaya Elektromagnetik (E)

$$E = K\Phi N \quad \dots(2.3)$$

Torque (T) :

$$T = K\Phi I_a \quad \dots(2.4)$$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

$\Phi$  = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

$T$  = torque elektromagnetik

$I_a$  = arus dinamo

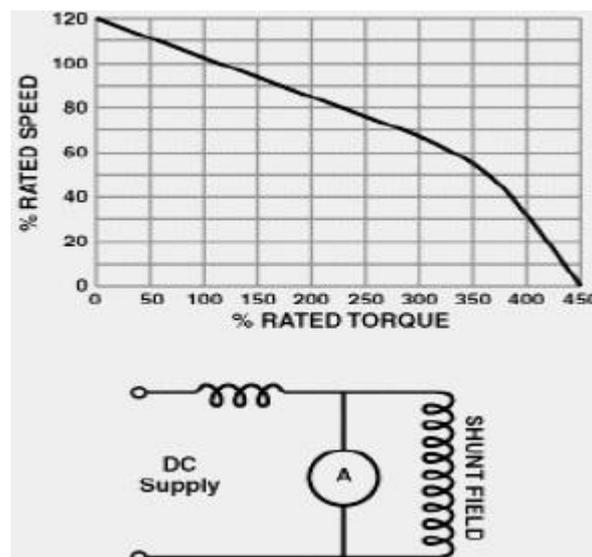
$K$  = konstanta persamaan

### 2.4.3 Kelebihan Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

- Tegangan kumparan motor DC – meningkatkan tegangan kumparan motor DC akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya.



Gambar 2.12 Karakteristik *Motor DC* Kompon

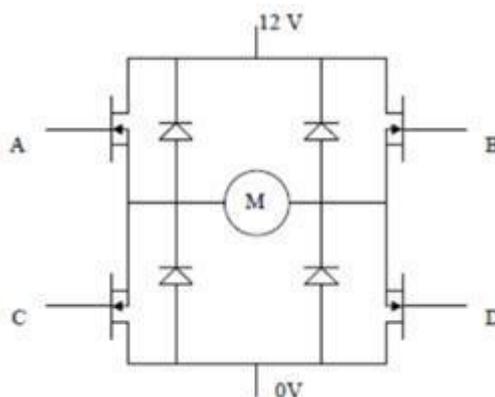
Sumber : <http://www.edukasiElektronika.com/>

## 2.5 Driver Motor DC

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal motor  $V_{TM}$ . Metode lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation* (PWM).

Teori H-Bridge MOSFET:

*H-bridge* adalah sebuah perangkat keras berupa rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan motor. Rangkaian ini diberi nama *H-bridge* karena bentuk rangkaiannya yang menyerupai huruf H seperti pada Gambar berikut.



Gambar 2.13 Konfigurasi *H-Bridge* MOSFET

Sumber : <http://www.edukasielektronika.com/>

Rangkaian ini terdiri dari dua buah MOSFET kanal P dan dua buah MOSFET kanal N. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati-hidupnya ke empat MOSFET tersebut. Huruf M pada gambar adalah motor DC yang akan dikendalikan. Bagian atas rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub positif, sedangkan bagian bawah rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub negatif. Pada saat MOSFET A dan MOSFET D *on* sedangkan MOSFET B dan MOSFET C *off*, maka sisi kiri dari gambar motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sedangkan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam.

- A dan D *on*, B dan C *off*

Sebaliknya, jika MOSFET B dan MOSFET C *on* sedangkan MOSFET A dan MOSFET D *off*, maka sisi kanan motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya sedangkan sisi kiri motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya. Maka motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam.

- A dan D *off*, B dan C *on*

Konfigurasi lainnya adalah apabila MOSFET A dan MOSFET B sedangkan MOSFET C dan MOSFET D *off*. Konfigurasi ini akan menyebabkan sisi kiri dan kanan motor terhubung pada kutub yang sama yaitu kutub positif sehingga tidak ada perbedaan tegangan diantara dua buah polaritas motor, sehingga motor akan diam. Konfigurasi seperti ini disebut dengan konfigurasi *break*. Begitu pula jika MOSFET C dan MOSFET D saklar *on*, sedangkan MOSFET A dan MOSFET C *off*, kedua polaritas motor akan terhubung pada kutub negatif dari catu daya. Maka tidak ada perbedaan tegangan pada kedua polaritas motor, dan motor akan diam. Konfigurasi yang harus dihindari adalah pada saat MOSFET A dan MOSFET C *on* secara bersamaan atau MOSFET B dan MOSFET D *on* secara bersamaan. Pada konfigurasi ini akan terjadi hubungan arus singkat antara kutub positif catu daya dengan kutub negatif catu daya.

## 2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

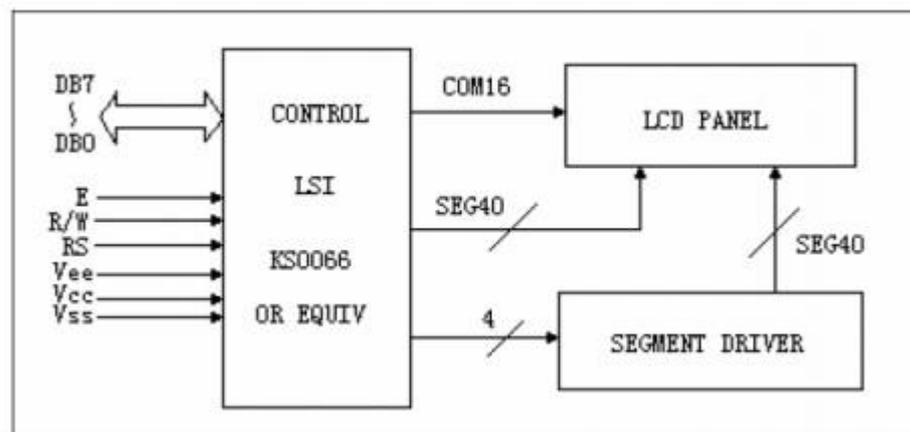
Display LCD sebuah liquid crystal atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).

Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat

terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED. Sebuah LED display (sering digunakan dalam radio jam) terdiri dari sejumlah LED yang benar-benar mengeluarkan cahaya (dan dapat dilihat dalam gelap). Sebuah layar LCD hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap.

LMB162A adalah modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris terakhir adalah kursor).



Gambar 2.14 Blok Diagram LCD

Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom\\_a-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf)

Memori LCD terdiri dari 9.920 bit CGROM, 64 byte CGRAM dan 80x8 bit DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh Address Counter dan akses datanya (pembacaan maupun penulisan datanya) dilakukan melalui register data. Pada LMB162A terdapat register data dan register perintah. Proses akses data ke atau dari register data akan mengakses ke CGRAM, DDRAM atau CGROM bergantung pada kondisi Address Counter, sedangkan proses akses data ke atau

dari Register perintah akan mengakses Instruction Decoder (dekoder instruksi) yang akan menentukan perintah-perintah yang akan dilakukan oleh LCD. Pada gambar 2.14 dapat dilihat blok diagram LCD.

Klasifikasi LED Display 16x2 Character :

- a. 16 karakter x 2 baris
- b. 5x7 titik Matrix karakter + kursor
- c. HD44780 Equivalent LCD kontroller/driver Built-In
- d. 4-bit atau 8-bit MPU Interface
- e. Tipe standar
- f. Bekerja hampir dengan semua Mikrokontroler.

### 2.6.1 Karakter LCD

Tabel karakter LCD dibawah ini menunjukkan karakter khas yang tersedia pada layar LCD. Kode karakter diperoleh dengan menambahkan angka di atas kolom dengan nomor di sisi baris.

Perhatikan bahwa karakter 32-127 selalu sama untuk semua LCD, tapi karakter 16-31 & 128-255 dapat bervariasi dengan produsen LCD yang berbeda. Oleh karena itu beberapa LCD akan menampilkan karakter yang berbeda dari yang ditunjukkan dalam tabel.

Karakter 0 sampai 15 dijelaskan user-defined sebagai karakter dan harus didefinisikan sebelum digunakan, atau LCD akan berisi perubahan karakter secara acak. Untuk melihat secara rinci bagaimana menggunakan karakter ini dapat dilihat pada data Character LCD.

Tabel 2.1 Data CharacterLCD

High-Order Low-Order 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	@	P	\	p		-	タ	ε	α	p
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	ム	ä	q
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	Γ	イ	フ	ノ	β	θ
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	J	ワ	テ	モ	e	∞
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	.	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	*	オ	ナ	ユ	σ	ü
xxxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)	,	7	G	W	g	w	フ	キ	ス	ラ		π
xxxx1000	(1)	(	8	H	X	h	x	+	ク	ネ	リ	√	¯
xxxx1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	*	ケ	ノ	ル	-1	y
xxxx1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	*	コ	ハ	レ	j	
xxxx1011	(4)	+	:	K	[	k	(	*	サ	ヒ	ロ	x	
xxxx1100	(5)	,	<	L	¥	l		+	シ	フ	ワ	¢	
xxxx1101	(6)	-	=	M	]	m	)	*	ス	ヘ	ン	£	+
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	→	*	セ	ホ	*	ñ	
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	←	*	ソ	マ	*	ó	■

### 2.6.2. Deskripsi Pin LCD

Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut yang dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut

Tabel 2.2 Blok Pin LCD

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VSS	VCC	VEE	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	LED+	LED-

Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom\\_a-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf)

- a. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
- b. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (Ground).
- c. Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada cermet. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- d. Kaki 4 (RS) : Register Select, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke Register Data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
- e. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke Ground.
- f. Kaki 6 (E) : Enable Clock LCD, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau membaca data.
- g. Kaki 7 – 14 (D0 – D7) : Data bus, kedelapan kaki LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- h. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari backlight LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki backlight).
- i. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif backlight LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki backlight).