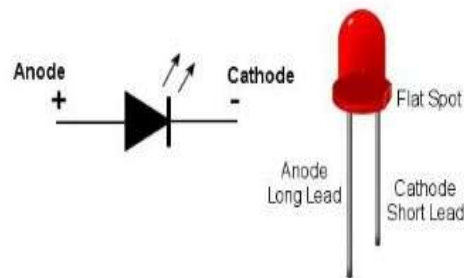


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Modul LED (Light Emitting Diode) Panel

Modul LED Panel merupakan komponen running text yang utama. Modul LED panel inilah yang memancarkan cahaya dalam bentuk pola tulisan atau text. LED (Light Emitting Diode) adalah suatu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis diode yang mampu menghasilkan cahaya. LED pada umumnya digunakan sebagai indikator visual karena tanggapannya yang cepat dan efisiensinya tinggi dibanding lampu pijar. Konversi energi LED adalah 10 sampai 50 kali lebih tinggi. Dan tanggapannya 100 sampai 1000 kali lebih cepat. Lebih jelasnya berikut ini ditampilkan gambar LED (Light Emitting Diode).



**Gambar 2.1** LED (Light Emitting Diode)<sup>[1]</sup>

Cahaya dihasilkan dari sinar LED yang terpasang pada modul panelnya. Modul panel memiliki variasi warna yang bermacam-macam. Modul LED panel terdiri dari bermacam-macam jenis. Klasifikasi jenisnya dapat dibedakan berdasarkan kerapatan (pitch), penampatan dan warnanya.[1]

### 2.1.1 Jenis-jenis Modul Led

Jenis Modul Runningtext yang dibedakan berdasarkan lokasi penempatan antara lain sebagai berikut ini :

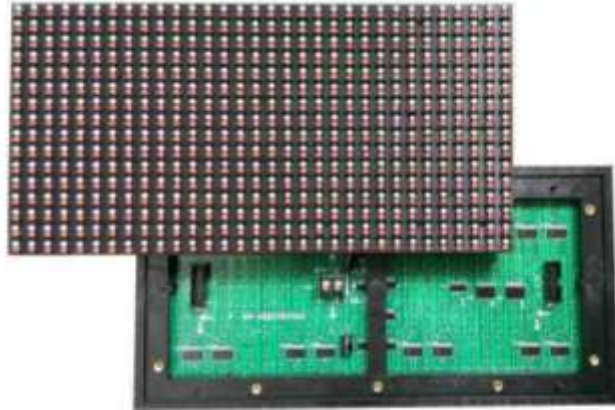
1. Indoor, hanya dapat digunakan di dalam ruangan. Tipe ini tidak tahan terhadap cuaca panas dan guyuran air hujan. Sehingga penempatan yang cocok adalah di indoor atau di dalam ruangan.
2. Semi Outdoor, hanya dapat digunakan di lokasi outdoor namun tidak terlalu tahan terhadap cuaca panas dan guyuran air hujan. Penempatan yang cocok untuk tipe ini adalah di luar ruangan, namun penempatannya harus memiliki pelindung cuaca atau hujan.
3. Outdoor, dapat digunakan di lokasi indoor ataupun outdoor. Tipe ini tahan terhadap cuaca panas maupun guyuran air hujan, dikarenakan modul LED yang digunakan dilapisi resin yang membuat tahan terhadap air(sumber: <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-modul-led/>)

Perbedaan berdasarkan warna antara lain sebagai berikut :

1. Single color, hanya dapat menampilkan satu warna tertentu baik berupa warna merah, kuning, hijau, biru dan warna lainnya
2. Dual color, dapat menampilkan beberapa warna khusus. Tipe ini menggunakan dua buah warna LED yang berbeda contohnya merah dengan hijau. Paduan warna LED merah dengan hijau dapat menghasilkan warna merah, hijau dan kuning
3. RGB full color, dapat menampilkan seluruh warna sehingga cocok digunakan untuk display untuk menampilkan gambar berwarna

Berdasarkan kerapatan (pitch), yaitu :

1. Modul p10, yang banyak digunakan adalah type P10. Dengan Spesifikasi Teknis: Ukuran module : 16cm (T) x 32cm (L) [4]



**Gambar 2.2** Modul p10<sup>[2]</sup>

Resolusi : 16 LEDs (T) x 32 LEDs (L) per module atau 10,000dots/m<sup>2</sup>

Jarak antara LED (pitch) : 10mm

Jumlah LED : 512 LEDs per module

2. Modul P4, dengan spesifikasi :

Ukuran: 128mm (T) x 256mm (L)

Jumlah LED per module: 32 LEDs (T) x 64 LEDs (L)

Jumlah LED : 2048 LEDs per module



**Gambar 2.3** Modul p4<sup>[2]</sup>

3. Modul P5, dengan spesifikasi :

Ukuran: 16cm (T) x 32cm (L)

Jumlah LED per module: 32 LEDs (T) x 64 LEDs (L)

Jumlah LED : 2048 LEDs per mod



Gambar 2.4 Modul p5<sup>[2]</sup>

LED dapat mengemisikan cahaya hijau, kuning, merah, jingga, biru, ataupun infrared bila diberi tegangan forward bias. Kebanyakan LED memiliki batas tegangan maksimum antara 3 sampai 5 volt. Sebuah tahanan harus dipasang seri untuk membatasi arus agar tidak melebihi harga maksimum yang diperbolehkan pada LED. Penentuan polaritas LED yang paling mudah dan paling akurat adalah dengan mengujinya secara langsung. Jika LED menyala, maka katoda adalah pena yang terhubung ke kaki negatif atau ground.[2]

## 2.2 Perangkat Arduino

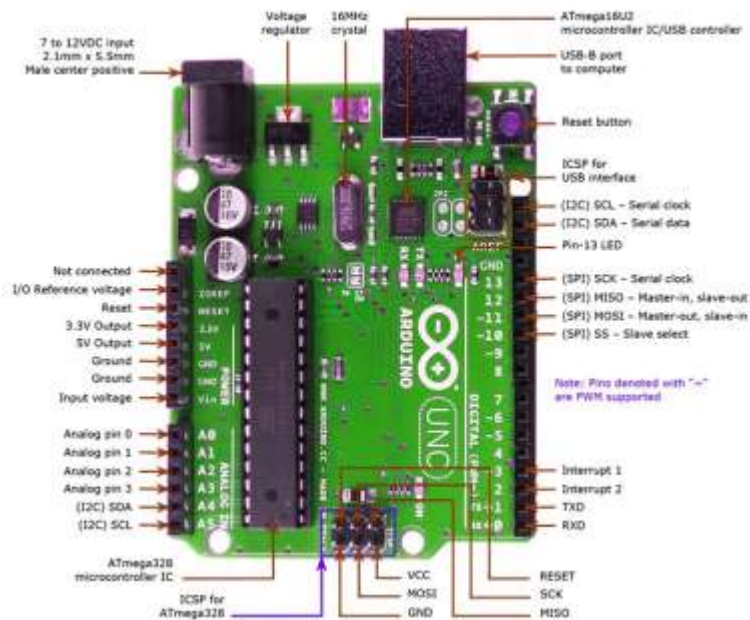
motor, lampu led, atau mencatat suatu data secara online. untuk dapat menggunakan arduino kita perlu melakukan setting intruksi ke microcontroller mengenai apa yang perlu dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Untuk melakukan hal itu, kita perlu menggunakan bahasa perograman arduino (dalam hal ini bahasa C) dengan menuliskannya pada software arduino (IDE). (sumber: Arduino adalah

sebuah papan elektronik berbasis Open Source (sistem terbuka) dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang diupayakan mudah digunakan. Papan (Board) ini dapat digunakan untuk membaca input berupa sensor, tombol tekan yang keudian diubahnya menjadi output berupa menyalakan running text. [2]

## 2.2.1 Jenis-Jenis Arduino

### 2.2.1.1 Arduino Uno

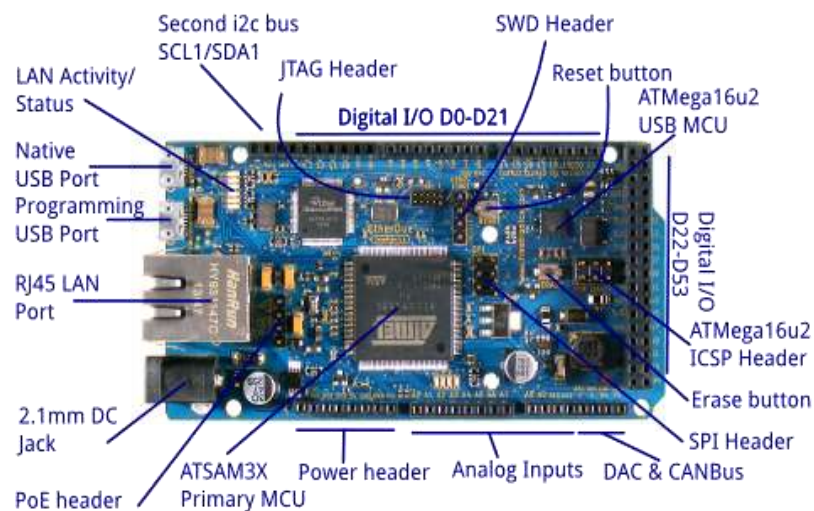
Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.5 Arduino Uno<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.2 Arduino Due

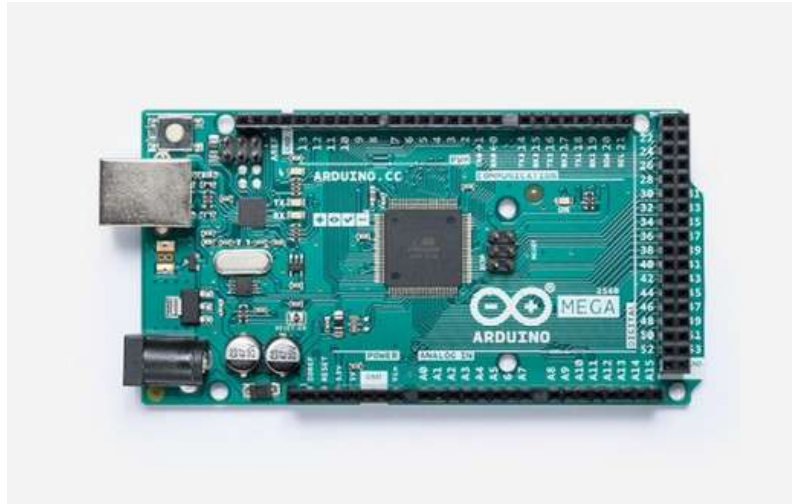
Arduino Due adalah varian papan pengembang mikrokontroler Arduino yang menggunakan CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3. Dengan demikian, Arduino Due adalah Arduino Development Board pertama yang didasarkan pada mikrokontroler ARM 32-bit. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin masukan analog. Untuk pemrogramannya menggunakan *micro* USB, terdapat pada beberapa *handphone*.



Gambar 2.5 Arduino Due<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.3 Arduino Mega.

Arduino Mega menggunakan USB *type A to B* untuk pemrogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan *chip* yang lebih tinggi ATMEGA 2560 dan tentu saja untuk Pin I/O digital dan pin masukan analognya lebih banyak dari Uno.



Gambar 2.6 Arduino mega<sup>[4]</sup>

(sumber: <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-microcontroller-arduino/>)

#### 2.2.1.4 Arduino Leonardo

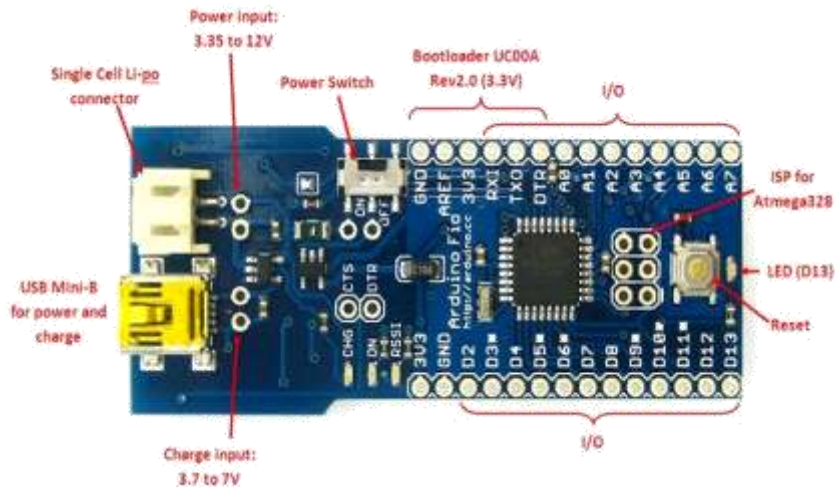
Arduino Leonardo adalah papan mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega32u4 (datasheet). Ini memiliki 20 pin input / output digital (dimana 7 dapat digunakan sebagai output PWM dan 12 sebagai input analog), osilator Kristal 16 MHz, koneksi micro USB, header ICSP, dan tombol reset. Bisa dibilang Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Mulai dari jumlah pin I/O digital dan pin masukan Analog yang sama. Pada Leonardo menggunakan *micro* USB untuk pemrogramannya.<sup>[4]</sup>



Gambar 2.7 Arduino Leonardo<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.5 Arduino Fio

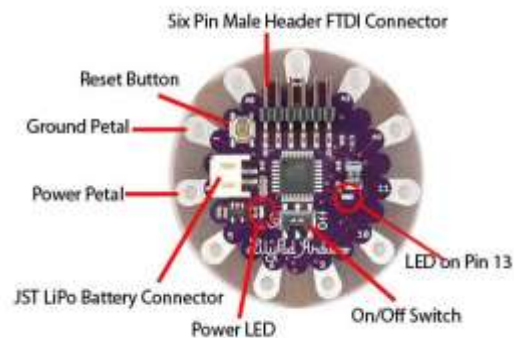
Arduino Fio walau jumlah pin I/O digital dan masukan analog sama dengan uno dan leonardo, tapi Arduino Fio memiliki Socket XBee. Arduino ini memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 8 input analog, resonator on-board, tombol reset, dan lubang untuk pemasangan pin header. [4]



Gambar 2.8 Arduino Fio<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.6 Arduino Lilypad

Arduino Lilypad mempunyai bentuk *board* yang melingkar. Lilypad versi lama menggunakan ATMEGA168 Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin masukan analognya.

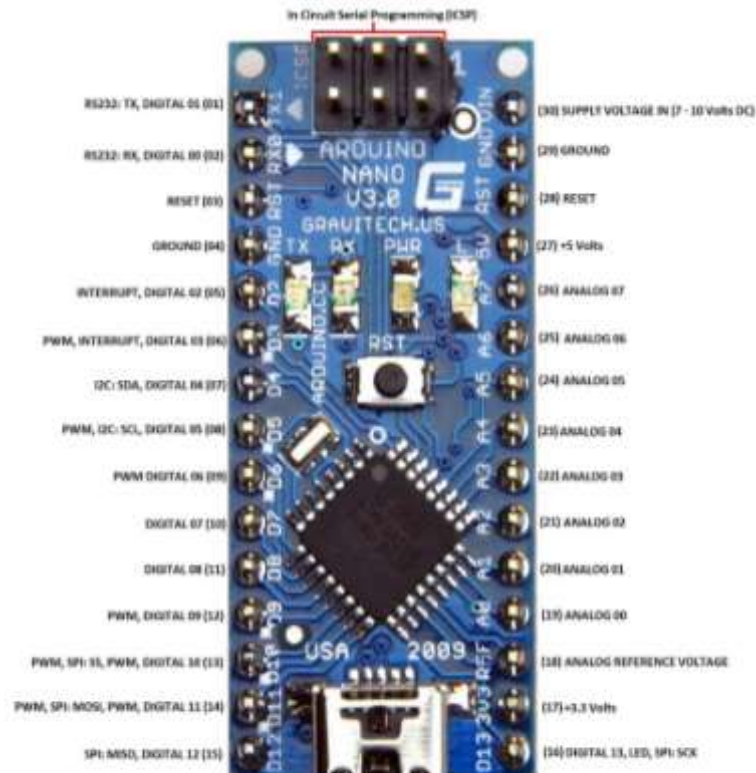


Gambar 2.9 Arduino Lilypad<sup>[4]</sup>



### 2.2.1.7 Arduino Nano

Arduino Nano yang berukuran kecil menyimpan banyak fasilitas dengan dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat *micro* USB. 14 pin I/O digital, dan 8 Pin masukan Analog (lebih banyak dari Uno) Dan ada yang menggunakan ATMEGA 168, atau atmega 328.



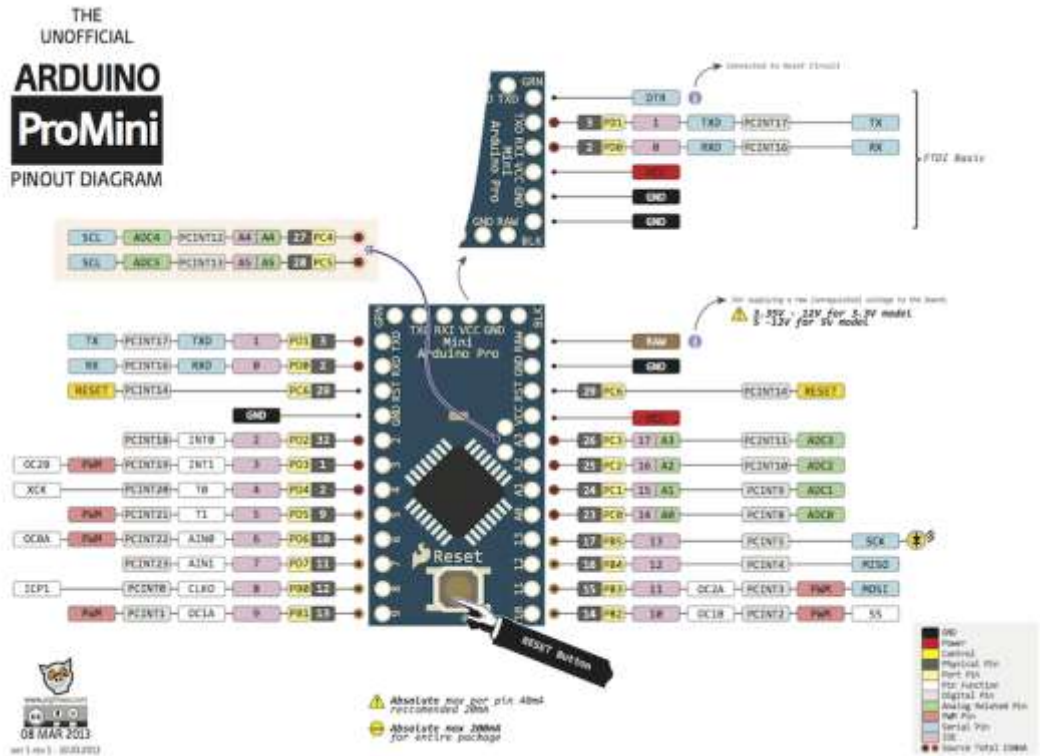
Arduino Nano V3 - Pin Description

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

Gambar 2.10 Arduino Nano<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.8 Arduino Mini

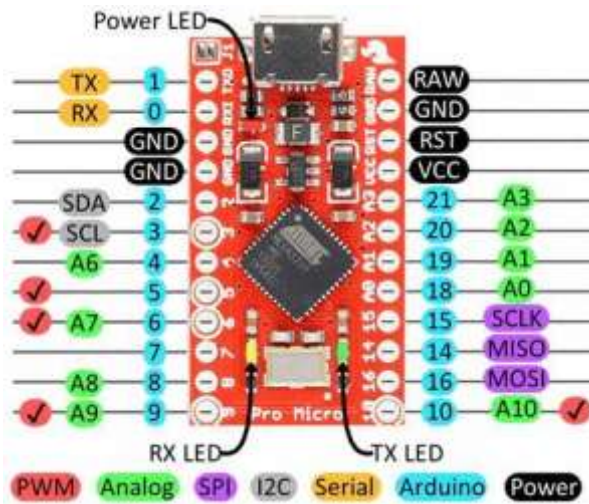
Arduino mini adalah board mikrokontroler berdasarkan ATmega328 (datasheet). Dan memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan outout PWM) , 6 input analog, resonator onboard, tombol reset, dan tempat pemasangan pin header. Terdapat header 6 pin yang dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau Sparktrun board breakout untuk memberikan daya USB dan komunikasi untuk board. Arduino Mini dilengkapi dengan *micro* USB untuk pemrograman dengan ukuran hanya 30 mm x 18 mm.



Gambar 2.11 Arduino Mini<sup>[14]</sup>

### 2.2.1.9 Arduino Micro

Arduino Micro ukurannya lebih panjang dari Nano dan Mini. Karena memang fasilitasnya lebih banyak yaitu; memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin masukan analog.

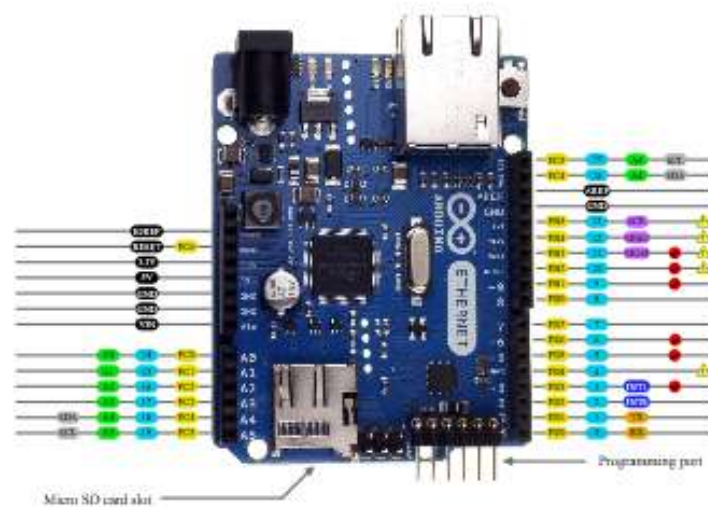


Gambar 2.12 Arduino Micro<sup>[14]</sup>

### 2.2.1.10 Arduino Ethernet

Arduino yang sudah dilengkapi dengan fasilitas *ethernet*. Membuat Arduino dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan *Input* Analognya sama dengan Uno.

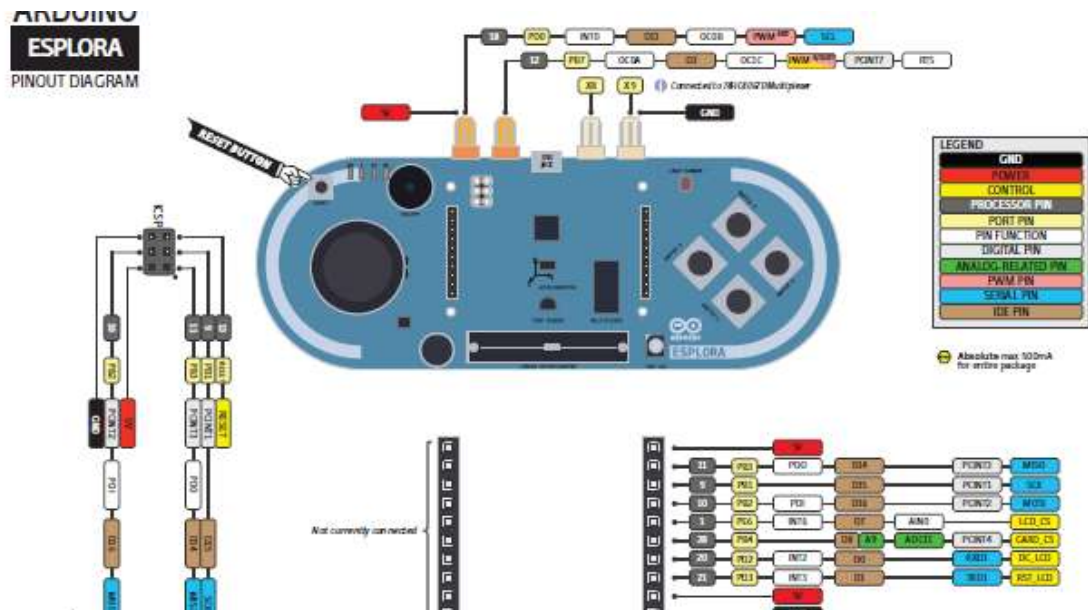
## Arduino Ethernet Pinout



Gambar 2.13 Arduino Ethernet<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.11 Arduino Esplora

Arduino Esplora sudah dilengkapi dengan *Joystick*, *button*, dan sebagainya. Arduino Esplora menggunakan mikrokontroler AVR Atmega32U4.



Gambar 2.14 Arduino Esplora<sup>[4]</sup>

### 2.2.1.12 Arduino BT

Arduino BT mikrokontroler Arduino yang mengandung modul *Bluetooth*.



Gambar 2.15 Arduino BT<sup>[4]</sup>

## 2.3 Modul Bluetooth

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain<sup>1</sup>. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. modul Bluetooth HC-05 merupakan salah satu

modul Bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda – beda[4]

### 2.3.1 jenis-jenis Modul Bluetooth

#### 2.3.1.1 Bluetooth HC-05

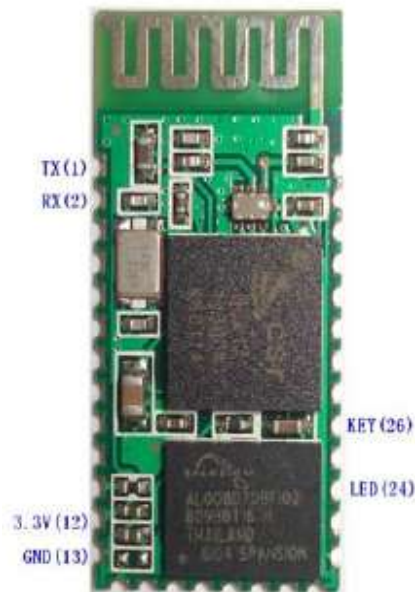
modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. modul Bluetooth HC-05 merupakan salah satu modul Bluetooth yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda - beda.[5]



Gambar 2.16 Modul Bluetooth<sup>[5]</sup>

#### 2.3.1.2 Bluetooth HC-06

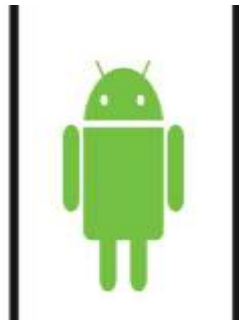
Bluetooth jenis ini adalah seri bluetooth yang bisa digunakan dengan arduino. Bluetooth HC 05 dan HC 06 secara tampilan fisik tampak tidak memiliki perbedaan yang kasat mata. Namun secara fungsi ternyata memiliki perbendaan. Secara khusus letak perbedaannya yaitu HC 05 adalah bluetooth yang bisa difungsikan sebagai master atau slave. Sedangkan jika yang seri HC 06 hanya sebagai slave saja karna telah diset dari pabrik.



Gambar 2.17 Bluetooth HC-06<sup>[5]</sup>

## 2.4 Android

Smartphone Android adalah Smartphone yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu dengan Operating System (OS) Android. Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dipergunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, baik untuk smartphone dan juga PC tablet. Secara umum Android terbuka bagi para pengguna yang ingin mengembangkan dalam menciptakan aplikasi sendiri untuk digunakan oleh berbagai piranti bergerak. Interface pengguna Android umumnya berupa gerakan langsung, menggunakan gerakan sentuh yang serupa dengan tindakan nyata, misalnya menggeser dan mengetuk untuk memanipulasi objek di layar, serta papan ketik virtual untuk menuliskan teks. Android yang merupakan open source juga telah mendorong munculnya sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi yang memperluas fungsionalitas perangkat. Android memungkinkan penggunanya untuk memasang berbagai macam aplikasi lainnya, baik yang diperoleh dari toko aplikasi seperti Google Play, Amazon Appstore, maupun dengan mengunduh dan memasang berkas APK dari situs pihak ketiga. Sistem operasi ini memiliki simbol robot yang berwarna hijau, simbol tersebut dapat dilihat pada gambar ini:



Gambar 2.18 Android<sup>[5]</sup>

## 2.5 Kabel jumper

Kabel jumper berfungsi untuk menghubungkan satu rangkaian elektronika ke rangkaian elektronika lainnya ataupun untuk menghubungkan suatu perangkat dengan perangkat lainnya. Pada umumnya,

### 2.5.1 Jenis kabel jumper

#### 2.5.1.1 Kabel Data(kabel 16 pin)

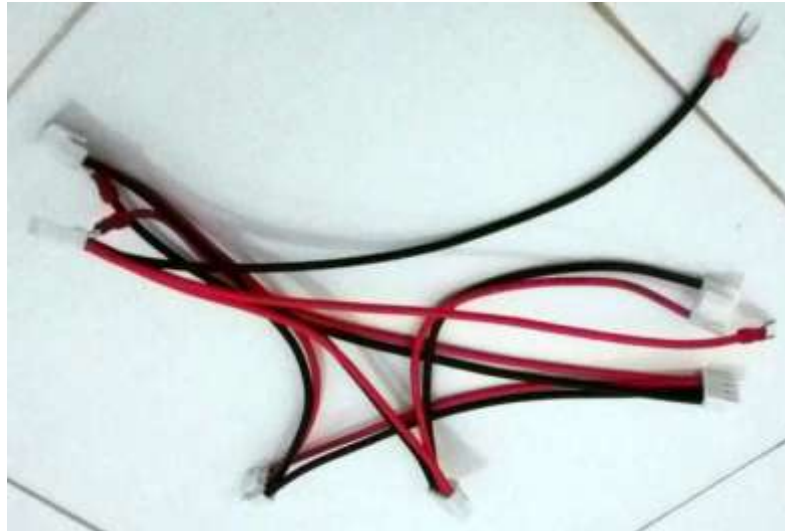
Kabel data adalah kabel 16 pin yang berwarna putih cara pemasangannya secara serial dihubungkan kontroler ke P10 pertama, P10 pertama ke P10 kedua, P10 kedua ke P10 ketiga, dan seterusnya sampai panel P10 terakhir. Lebih jelasnya ditampilkan gambar kabel 16 pin sebagai berikut ini.



Gambar 2.19 Kabel 16 pin<sup>[2]</sup>

#### 2.5.1.2 Kabel Power DC

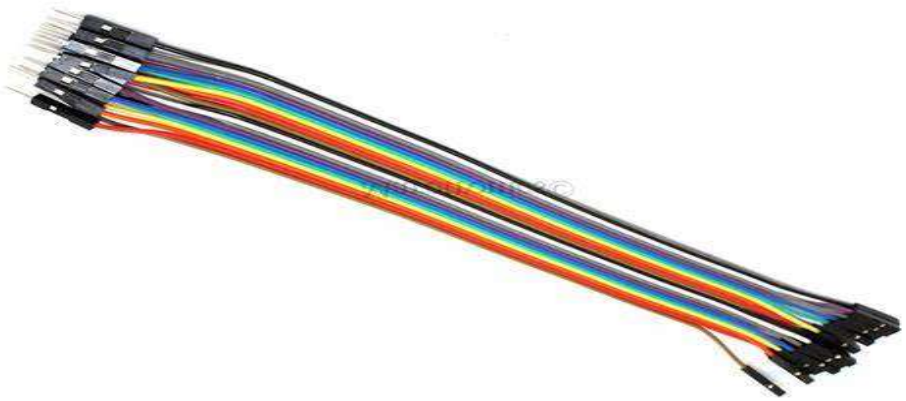
Kabel Power DC, digunakan untuk menghubungkan terminal 5V dari power supply ke modul LED dan kontroler.



Gambar 2.19 Kabel Power DC<sup>[2]</sup>

#### 2.5.1.3 Kabel Male to Female

Kabel jumper pelangi male to female yang digunakan untuk menyambungkan komponen-komponen elektronik yang digunakan.



Gambar 2.20 Kabel male to female<sup>[2]</sup>



## 2.6 Casing

Casing merupakan bagian terakhir yang harus diketahui. Dalam dunia bisnis banyak yang mengatakan, seberap bagus fungsi sebuah alat tapi tanpa kemasan yang menarik orang tidak akan tertarik untuk melihatnya[10]



**Gambar 2.21** Frame running Text<sup>[10]</sup>.

## 27. Sumber Energi Listrik

### 2.7.1. Umum

Energi Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Sedangkan energi alam adalah sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan hidup manusia agar hidup lebih sejahtera. Energi alam bisa terdapat dimana saja seperti di dalam tanah, air, permukaan tanah, udara, dan lain sebagainya. Contoh dasar sumber daya alam seperti barang tambang, sinar matahari, tumbuhan, hewan dan banyak lagi lainnya.[6]

### 2.7.2 Macam- Macam Energi

#### 2.7.2.1 Energi Terbaru dan Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi (geothermal), angin, air (hydropower) dan berbagai bentuk dari biomassa. Sumber energi tersebut tidak dapat habis dan dapat

terus. Selain dapat dipulihkan kembali, energi terbarukan diyakini lebih bersih (ramah lingkungan), aman, dan terjangkau masyarakat. Penggunaan energi terbarukan lebih ramah lingkungan karena mampu mengurangi pencemaran lingkungan dan kerusakan lingkungan di banding energi non-terbarukan.

Jenis sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang dimiliki Indonesia cukup banyak. Jika dikelola dan dimanfaatkan dengan baik diyakini dapat menggantikan energi fosil. [6]

### **2.7.3 Energi Surya**

Energi Surya Sumber energi berjumlah besar dan bersifat kontinyu terbesar yang tersedia bagi umat manusia adalah energi surya khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Sementara energi surya ini belum lagi dipakai sebagai sumber energi primer bahan bakar sekarang ini, penelitian dan pengembangan besar-besaran sedang dijalankan untuk mencari suatu sistem yang ekonomis untuk memanfaatkan energi surya ini sebagai sumber utama bahan bakar. Dalam arti luas, sumber energi surya atau tenaga matahari bukan hanya terdiri atas pancaran matahari langsung ke bumi melainkan juga meliputi efek-efek matahari secara tidak langsung seperti tenaga angin, tenaga air, panas laut, dan bahkan termasuk biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Berapa besar jumlah energi yang dikeluarkan oleh matahari sukar dibayangkan. Menurut salah satu perkiraan, inti sang surya yang merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu 100 juta derajat Celcius tiap detik mengkonversikan 5 ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luas sebanyak  $6,41 \cdot 10^7$  W/m<sup>2</sup>. [6]

### **2.7.4 PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)**

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.



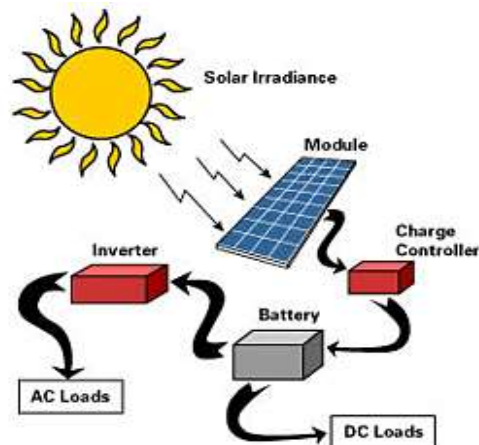
**Gambar 2.22** Fotovoltaik<sup>[3]</sup>

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1883 oleh Charles Fritts.

#### **2.7.5 Prinsip Kerja Solar Cell (Panel Surya)**

Sistem sel surya yang digunakan terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge Controller*), dan aki (*battery*) 12 volt. Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Modul sel surya itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari.

Rangkaian kontroler pengisian aki dalam sistem sel surya itu merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian akinya. Kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt plus minus 10 persen. Bila tegangan turun sampai 10,8 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian itu akan terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Jika penurunan tegangan itu terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutuskan pemasokan energi listrik. Setelah proses pengisian itu berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki itu akan naik. Bila tegangan aki itu mencapai 13,2 volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki itu.[3]



**Gambar 2.23** Proses kerja solar cell<sup>[3]</sup>

Pembangkit listrik tenaga surya tipe fotovoltaik adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel N di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.

## 2.7.6 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

### 2.7.6.1 Panel surya (fotovoltaik)

Panel surya adalah perangkat rakitan sel-sel fotovoltaik yang mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antara satu dengan yang lain pada sistem tersebut. Sel surya juga perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi yang signifikan dan menurunkan masa pakai yang diharapkan panel surya biasanya memiliki umur 20+ tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan

teknologi mukhtahir, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Panel surya komersial sangat jarang yang melampaui efisiensi 20% posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari (untuk memastikan efisiensi maksimum).

Panel surya modern memiliki perlindungan overheating yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan overheating penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dan energi surya yang ada menjadi listrik, sementara sisanya akan terbuang sebagai panas, dan tanpa perlindungan yang memadai kejadian overheating dapat menurunkan efisiensi panel surya secara signifikan. Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut[3]

a) Prinsip Kerja Sel Surya (fotovoltaik)

Pengkonversian sinar matahari menjadi listrik dengan panel photovoltaik, kebanyakan menggunakan Poly Crystalline Silicon sebagai material semikonduktor photocell mereka. Prinsipnya sama dengan prinsip diode p-n Gambar dibawah ini mengilustrasikan prinsip kerja photovoltaik panel. Secara Sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

- 1) Cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
- 2) Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.

- 3) Gabungan / susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai.

Daya listrik dc tidak dapat langsung digunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listriknya menjadi daya listrik ac. Dengan menggunakan konverter maka daya listrik dc dapat berubah menjadi daya listrik ac sehingga dapat digunakan.

b) Luas Panel Surya

Luas modul panel surya yang digunakan menunjang seberapa besarnya daya yang mampu diserap oleh panel surya tersebut dapat dihitung sebagai berikut

$$A = P.L \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

A = Luas penampang modul surya ( $m^2$ )

P = Panjang modul surya (m)

L = Lebar modul surya (m)

c) Daya yang diserap Panel Surya

Solar panel mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (disebut juga solar cells) yang disinari matahari/surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0,5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum)[3]

$$P = V.I \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$P$  = Daya yang digunakan (Watt)

$V$  = Tegangan hasil pengukuran (Volt)

$I$  = Arus hasil pengukuran (Amper)

### 2.7.7 Inverter

Inverter adalah salah satu komponen penting catu daya yang berfungsi mengubah sumber tegangan masukan DC ke bentuk sumber tegangan keluaran AC. Secara definisi, rangkaian inverter ideal adalah inverter yang tidak menghasilkan riak di sisi masukannya dan menghasilkan sinyal sinusoidal murni di sisi keluarannya, baik yang terkontrol arus/tegangan, terkontrol frekuensi, ataupun terkontrol kedua-duanya. Secara umum rangkaian inverter biasanya digunakan dalam aplikasi pengendali kecepatan motor AC, variable-frequency drives, UPS/catu-daya AC, pemanas induksi/microwave, Static VAR Generator, FACTS (Flexible AC Transmission System), transmisi daya HVDC, ataupun digunakan sebagai rangkaian rectifier-inverter.

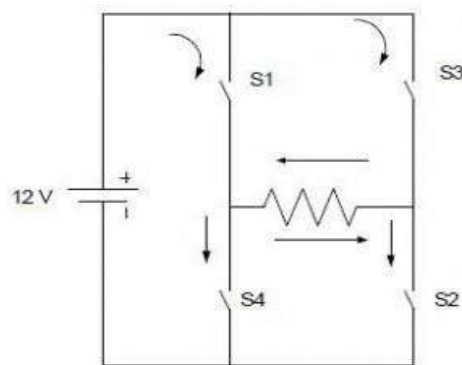


Gambar 2.24 inverter<sup>[11]</sup>

Cara kerja inverter ini sebenarnya dilakukan dengan cara mengubah input motor listrik AC menjadi DC, yang kemudian diubah lagi menjadi AC dengan frekuensi yang dikehendaki, sehingga motor listrik tersebut dapat dikontrol atau dikendalikan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.[11]

Agar inverter dapat menghasilkan sinyal sinusoidal, salah satunya adalah dengan mengatur keterlambatan sudut penyalaan inverter di tiap-tiap lengannya. Cara paling umumnya yang biasa digunakan adalah modulasi lebar pulsa (PWM).

a) Fungsi Inverter



Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 sakelar seperti ditunjukkan pada diatas. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4. Maka, akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

b) Pemilihan inverter

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih inverter DC ke AC diantaranya adalah :

- 1) Kapasitas beban yang akan disupply oleh inverter dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.



- 2) Sumber tegangan input inverter yang akan digunakan, input DC 12 Volt atau 24 Volt.
- 3) Bentuk gelombang output inverter, Sinewave ataupun square wave untuk tegangan output AC inverter. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian dan efisiensi inverter DC ke AC tersebut.

Seperti yang telah dikaitkan tadi, inverter memiliki fungsi mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Perubahan tersebut dilakukan dengan mengubah kecepatan motor

AC dengan cara mengubah frekuensi outputnya, bisa disebut multifungsi dikarenakan dapat mengubah arus AC ke DC, lalu mengembalikannya lagi ke AC.

Inverter banyak digunakan pada bidang otomatisasi industri. Pengaplikasian inverter biasanya terpasang diproses linear (parameter yang bisa diubah ubah). Linear yang dimaksud memiliki bentuk seperti grafik sinus, atau untuk sistem axis (servo) yang membutuhkan atau memerlukan putaran yang presisi.[11]

### **2.7.8 Baterai**

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimanadidalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversible, adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel.[2]



Gambar 2.25 Baterai<sup>[2]</sup>

a) Fungsi dan konstruksi baterai aki

- 1) Baterai adalah alat untuk menyimpan sumber dari tenaga listrik dengan melalui proses elektrokimia sehingga sumber dari tenaga listrik dapat diubah menjadi tenaga kimia dan sebaliknya
- 2) Tenaga kimia menjadi tenaga listrik
- 3) Fungsi baterai adalah untuk memberikan sumber tenaga listrik yang cukup pada sebuah peralatan misalnya untuk menghidupkan mobil (starter) serta melayani proses pada sistem pengapian hingga melayani penerangan lampu dan kebutuhan
- 4) Lainnya pada mobil atau motor
- 5) Contoh Konstruksi Baterai Aki Mobil dan Motor

b) Prinsip kerja baterai/aki

Baterai merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia saat pengisian dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik saat digunakan. Baterai memiliki dua kutub yaitu kutub pertama yang bertanda positif (+) dan kutub bertanda negatif (-).

Didalam baterai terdapat beberapa sel listrik, dan sel listrik tersebut menjadi tempat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Elektroda-elektroda yang tersimpan didalam baterai ada yang negatif dan ada yang positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang memiliki fungsi sebagai pemberi elektron, sedangkan elektroda positif, disebut

anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron. Ada aliran arus listrik yang mengalir dari kutub positif ke negatif, sedangkan elektron akan mengalir dari kutub negatif menuju kutub positif.

Didalam baterai sendiri terjadi sebuah reaksi kimia yang menghasilkan elektron, kecepatan dari proses ini (elektron, sebagai hasil dari elektrokimia) mengontrol seberapa banyak elektron dapat mengalir diantara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai ke kabel dan tentunya bergerak dari kutub negatif ke kutub positif tempat dimana reaksi kimia tersebut sedang berlangsung

Dan inilah alasan mengapa baterai bisa bertahan selama satu tahun dan masih memiliki sedikit power, selama tidak terjadi reaksi kimia atau selama kita tidak menghubungkannya dengan kabel atau sejenis Load lain. Seketika kita menghubungkan dengan kabel maka reaksi kimia pun dimulai.

Lalu bagaimana komponen-komponen tersebut bisa menghasilkan aliran listrik? Anoda dan katoda terbuat dari bahan yang dapat bereaksi dengan bahan elektrolitnya. Saat anoda dan elektrolitnya bereaksi, terbentuklah satu senyawa baru yang menyisakan satu elektron. Sebaliknya, reaksi antara katoda dan elektrolit membutuhkan satu elektron.[2]

### **2.7.9 Solar Charger Controller**

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.

*Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 2.26 Solar Charger Controller <sup>[9]</sup>

Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt.. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari over charging dan over voltage
- Memonitoring temperatur baterai
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge dan overloading

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti.

Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali. Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input ( 2 terminal ) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan beban ( load ). Arus listrik DC yang berasal dari baterai

tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada '*diode protection*' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.[9]

*Charge Controller* bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui *charge controller 'tandem'* yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat *disupport* oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari.

a) Prinsip Kerja *Charger Controller*

Solar *charge controller*, adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Solar *charge controller* berfungsi untuk:

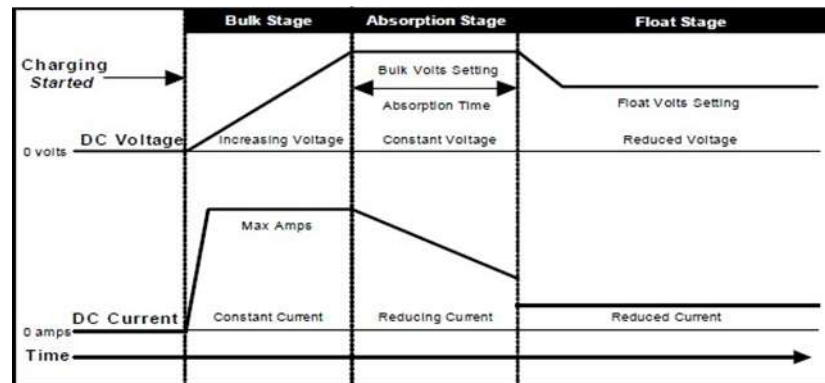
- 1) *Charging mode*: Mengisi baterai (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau baterai penuh).
- 2) *Operation mode*: Penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong').

b) *Charging Mode Solar Charge Controller*

Dalam *charging mode*, umumnya baterai diisi dengan metoda *three stage charging*:

- 1) *Fase bulk*: baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (*bulk* - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / *solar cell*. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (*bulk*) dimulailah *fase absorption*.
- 2) *Fase absorption*: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan *bulk*, sampai *solar charge controller timer* (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.

- 3) *Fase float*: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada *stage* ini.[9]



### 2.7.10 MCB

MCB merupakan kependekan dari Miniature Circuit Breaker, Biasanya MCB digunakan oleh pihak PLN untuk membatasi arus serta pengaman instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubungan singkat/korset serta mempunyai fungsi pengaman beban lebih, MCB otomatis akan memutuskan arus bila arus yang melewatinya melebihi batas nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut, nominal arus MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A dan lain sebagainya. Nominal MCB ditentukan dari besarnya arus yang bisa MCB hantarkan, satuan dari arus adalah Ampere. Untuk kedepannya akan saya tulis A. Jadi jika MCB dengan nominal arus 2Ampere maka hanya perlu ditulis 2A.



Gambar 2.27 MCB<sup>[11]</sup>

Banyak perangkat yang menggunakan Listrik, mulai dari lampu, AC Dll. Kebanyakan pelanggan PLN di Indonesia masih menggunakan MCB 2A karena banyak pelanggan yang masih menggunakan daya 450VA (Volt Ampere).

Beberapa manfaat (fungsi MCB) adalah sebagai berikut :

1) Pengaman hubungan arus pendek

Hubungan arus pendek/konseleting memang seringkali terjadi di Indonesia, Tak jarang rumah atau pasar yang terbakar karena hubungan arus pendek/konseleting. Ada banyak faktor yang menyebabkan konsleting, salah satunya adalah tidak dipasang pengaman hubungan singkat

2) Mengamankan beban lebih

Biasanya pelanggan telah mengontrak listrik dengan PLN, kontraknya adalah berapa catu daya yang dikontrak oleh pelanggan. Misalnya pelanggan mengontrak daya 450, secara otomatis MCB akan trip (putus)

3) Sebagai saklar utama

MCB yang terpasang dirumah kita selain berfungsi sebagai pengaman terjadinya konslet dan beban lebih juga bias difungsikan sebagai saklar utama instalasi dirumah kita, Jika kita ingin memasang lampu atau memasang stop kontak (steker) maka kita hanya perlu menggunakan MCB untuk memutus semua arus listrik didalam rumah.

Banyak perangkat yang menggunakan Listrik, mulai dari lampu, AC Dll. Kebanyakan pelanggan PLN di Indonesia masih menggunakan MCB 2A karena banyak pelanggan yang masih menggunakan daya 450VA (Volt Ampere).[11]

Beberapa manfaat (fungsi MCB) adalah sebagai berikut :

1) Pengaman hubungan arus pendek

Hubungan arus pendek/konseleting memang seringkali terjadi di Indonesia, Tak jarang rumah atau pasar

yang terbakar karena hubungan arus pendek/konsleting. Ada banyak faktor yang menyebabkan konsleting, salah satunya adalah tidak dipasang pengaman hubungan singkat

2) Mengamankan beban lebih

Biasanya pelanggan telah mengontrak listrik dengan PLN, kontraknya adalah berapa catu daya yang dikontrak oleh pelanggan. Misalnya pelanggan mengontrak daya 450, secara otomatis MCB akan trip (putus)

3) Sebagai saklar utama

MCB yang terpasang dirumah kita selain berfungsi sebagai pengaman terjadinya konslet dan beban lebih juga bisa difungsikan sebagai saklar utama instalasi dirumah kita. Jika kita ingin memasang lampu atau memasang stop kontak (steker) maka kita hanya perlu menggunakan MCB untuk memutus semua arus listrik didalam rumah.[11]