

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Solar Panel**

Solar panel adalah konversi cahaya sinar matahari menjadi listrik, baik secara langsung dengan menggunakan photovoltaic, atau tidak langsung dengan menggunakan tenaga surya terkonsentrasi sehingga menghasilkan tenaga listrik untuk rumah Anda atau untuk perusahaan Anda.

Solar panel Sebagai sistem tenaga surya yang lebih efisien dan lebih terjangkau untuk mengambil keuntungan dari manfaat ekonomi dan lingkungan. Solar panel tidak hanya digunakan di rumah-rumah, surya panel digunakan dalam Kawasan dan daerah terpencil lokasi sekolah yang kekurangan listrik,, masyarakat dan peralatan telekomunikasi dan pompa air.

Untuk mendapatkan hasil maksimal dari sistem surya panel Anda, itu layak menghabiskan beberapa waktu untuk meneliti sistem tenaga surya untuk membuat keputusan terbaik saat membeli sebuah sistem solar panel.

Pemanfaatan energi surya ada 2 teknologi. Yang pertama memanfaatkan panas matahari dengan mengkonsentrasikan pantulan sinar matahari ke satu titik (receiver), panas yang dikumpulkan di receiver bisa dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik dengan cara konvensional (memanaskan air, menjadi uap dan memutar turbin

dan generator dan dihasilkan listrik), teknologi ini dikenal dengan nama *Concentrating Solar Power* (CSP). yang kedua adalah memanfaatkan sinar matahari langsung menjadi listrik

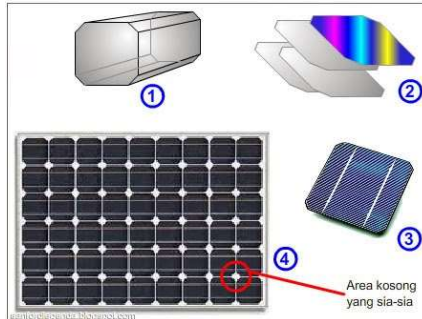
Photovoltaic atau sel surya mengubah cahaya matahari menjadi arus listrik.

### **2.1.1 Jenis Jenis Solar Panel**

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

#### **1. Monocrystalline**

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis. kristal silikon murni ini membutuhkan teknologi khusus untuk mengirisnya menjadi kepingan-kepingan kristal silikon yang tipis. kepingan sel surya ini identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%. Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya. Seperti gambar 2.1 .



Gambar 2.1 Bentuk Solar Panel Monocrystalline [16]

Keterangan gambar:

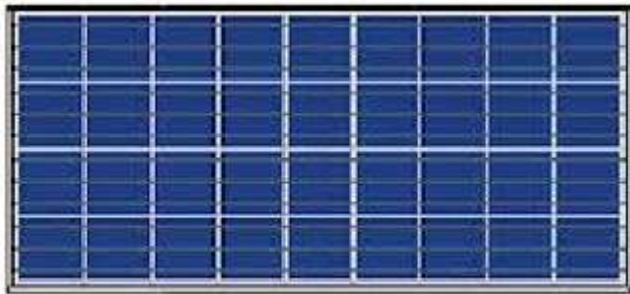
1. Batangan kristal silikon murni
2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis
3. Sebuah sel surya monocrystalline yang sudah jadi
4. Sebuah panel surya monocrystalline yang berisi susunan sel surya monocrystalline. Nampak area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini.

## 2. Polycrystalline

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur atau dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak sempurna pada sel surya monocrystalline, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16% .

Tampilannya seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel

surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya monocrystalline. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding monocrystalline.



Gambar 2.2 Solar Panel Polycrystalline [16]

### 3. Thin Film Solar Cell (TFSC)

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (Thin Film Photovoltaic). Berdasarkan materialnya, sel surya thin film ini digolongkan menjadi :

- Amorphous Silicon (a-Si) Solar Cells.

Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi

semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "stacking" (susun lapis), dimana beberapa lapis Amorphous Silicon ditumpuk membentuk sel surya, akan memberikan efisiensi yang lebih baik antara 6% - 8%.

- Cadmium Telluride (CdTe) Solar Cells.  
Sel surya jenis ini mengandung bahan Cadmium Telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%.
- Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells.  
Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe.



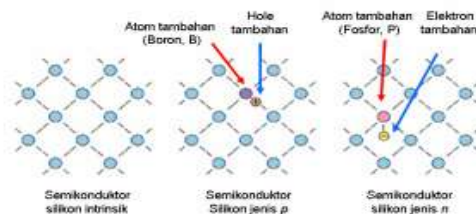
Gambar 2.3 Solar Panel Thin Film Solar Cell [16]

### **2.1.2 Konversi Solar Panel Menjadi Listrik**

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik karena bahan material yang menyusun sel surya

berupa semikonduktor, tersusun atas dua jenis semikonduktor yaitu jenis  $n$  dan jenis  $p$ .

Semikonduktor jenis  $n$  merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, ( $n =$  negatif). Sedangkan semikonduktor jenis  $p$  memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan  $p$  ( $p =$  positif) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut, sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.4 .



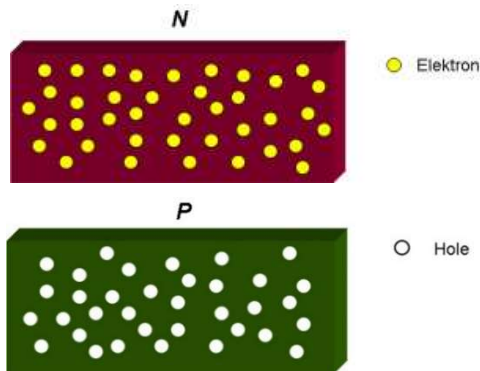
Gambar 2.4 Struktur atom semikonduktor [1]

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami (disebut dengan semikonduktor intrinsik) ini, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor.

Misal semikonduktor intrinsik yang dimaksud ialah silikon (*Si*). Semikonduktor jenis *p*, biasanya dibuat dengan menambahkan unsur boron (*B*), aluminium (*Al*), gallium (*Ga*) atau Indium (*In*) ke dalam *Si*. Unsur-unsur tambahan ini akan menambah jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis *n* dibuat dengan menambahkan nitrogen (*N*), fosfor (*P*) atau arsen (*As*) ke dalam *Si*. Dari sini, tambahan elektron dapat diperoleh. Sedangkan, *Si* intrinsik sendiri tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan ini disebut dengan *doping* yang jumlahnya tidak lebih dari 1 % dibandingkan dengan berat *Si* yang hendak di-*doping*.

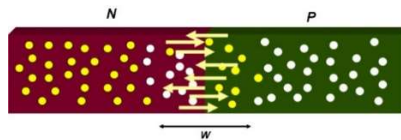
Dua jenis semikonduktor *n* dan *p* ini jika disatukan akan membentuk sambungan *p-n* atau dioda *p-n* (istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi / *metallurgical junction*) yang dapat digambarkan sebagai berikut.

1. Semikonduktor jenis *p* dan *n* sebelum disambung.



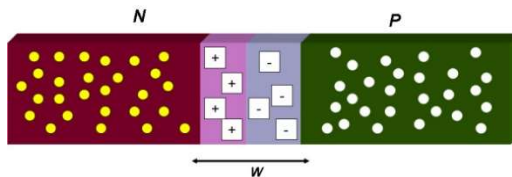
Gambar 2.5 Semikonduktor *p* dan *n* sebelum disambung [1]

2. Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor  $n$  menuju semikonduktor  $p$ , dan perpindahan hole dari semikonduktor  $p$  menuju semikonduktor  $n$ . Perpindahan elektron maupun hole ini hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal.



Gambar 2.6 Semikonduktor  $p$  dan  $n$  disambung [1]

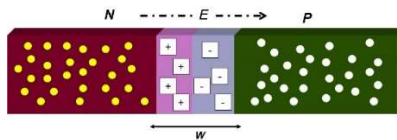
3. Elektron dari semikonduktor  $n$  bersatu dengan hole pada semikonduktor  $p$  yang mengakibatkan jumlah hole pada semikonduktor  $p$  akan berkurang. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan positif. Pada saat yang sama, hole dari semikonduktor  $p$  bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor  $n$  yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.



Gambar 2.7 Semikonduktor  $n$  bersatu dengan hole  $p$  [1]



4. Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (depletion region) ditandai dengan huruf W.
5. Baik elektron maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
6. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal  $E$  dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor  $p$  dan elektron ke semikonduktor  $n$ . Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan hole maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi.

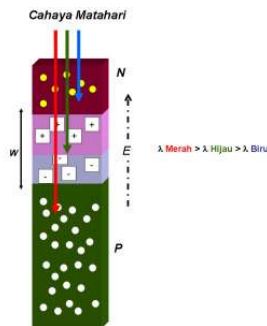


Gambar 2.8 Medan Magnet  $p$  dan  $n$  [1]

7. Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan  $pn$  berada pada *titik setimbang*, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor  $p$  ke  $n$  dikompensasi dengan jumlah

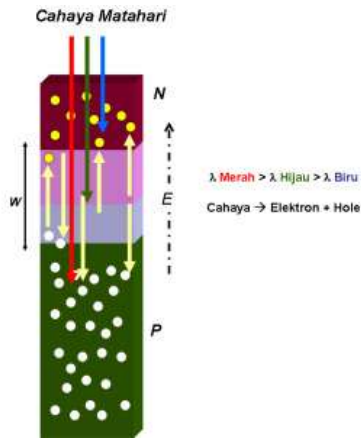
hole yang tertarik kembali kearah semikonduktor  $p$  akibat medan listrik  $E$ . Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari smikonduktor  $n$  ke  $p$ , dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor  $n$  akibat tarikan medan listrik  $E$ . Dengan kata lain, medan listrik  $E$  mencegah seluruh elektron dan hole berpindah dari semikonduktor yang satu ke semiikonduktor yang lain.

Pada sambungan  $p-n$  inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor  $n$  berada pada lapisan atas sambungan  $p$  yang menghadap kearah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor  $p$ , sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor  $p$ .



Gambar 2.9  $pn$  pada sel surya [1]

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor  $n$ , daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi elektron-hole (*electron-hole photogeneration*) yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari.



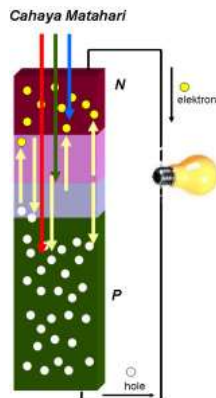
Gambar 2.10 fotogenerasi electron-hole [1]

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “lambda” pada di gambar atas ) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan  $pn$  berada pada bagian sambungan  $pn$  yang berbeda pula.

Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor *py* yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor *n*.

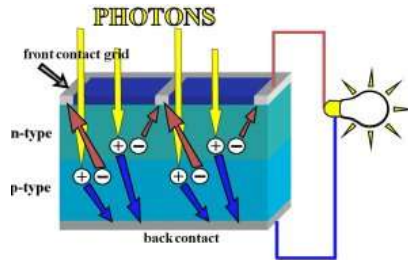
Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan *pn* terdapat medan listrik  $E$ , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor *n*, begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor *p*.

Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan electron.



Gambar 2.11 Sel surya dihubungkan dengan beban. [1]

Pada umumnya, untuk memperkenalkan cara kerja sel surya secara umum, ilustrasi di bawah ini menjelaskan segalanya tentang proses konversi cahaya matahari menjadi energi listrik.

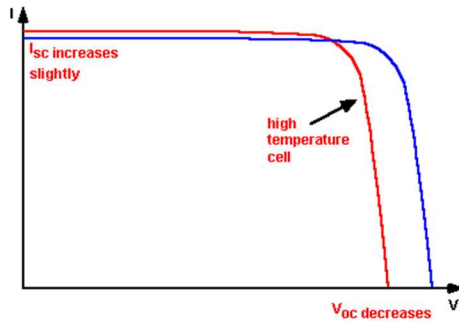


Gambar 2.12 ilustrasi konversi sel surya [1]

### 2.1.3 Pengaruh suhu panas pada Solar Cell

Seperti semua perangkat semikonduktor lainnya, sel surya sensitif terhadap suhu. Peningkatan suhu mengurangi celah pita (*band gap*) pada semikonduktor.

Penurunan *band gap* semikonduktor dengan peningkatan suhu dapat dilihat pada peningkatan energi elektron pada material. Karena itu energi yang lebih rendah membutuhkan pemutus ikatan. Pengurangan energi ikatan juga mengurangi *band gap*. Dalam sel surya, parameter yang paling dipengaruhi oleh kenaikan suhu adalah tegangan rangkaian terbuka (*Volt open current*). Dampak peningkatan suhu dapat dilihat pada gambar 2.3 .



Gambar 2.13 Efek temperatur pada karakteristik IV sel surya

[13]

Pengaruh suhu panas pada matahari hanya akan memperkecil daya yang dihasilkan oleh sel surya. Pengaruh panas pada sel surya sangatlah sedikit. Karena dampak peningkatan daya cahaya masih lebih tinggi. *Irradiance* atau daya radiasi per unit area dijadikan parameter untuk melihat tingkat pencahayaan / radiasi energi matahari yang ditangkap oleh sel surya, satuan umumnya yaitu  $W/m^2$ .

#### 1. VOC (Volt Open Current)

*Volt Open Current* adalah perbedaan potensial listrik antara dua terminal perangkat ketika terputus dari sirkuit apa pun. Tidak ada beban eksternal yang terhubung[4]. Tidak ada arus listrik eksternal yang mengalir di antara terminal. Atau, tegangan rangkaian terbuka dapat dianggap sebagai tegangan yang harus diterapkan pada sel surya atau baterai untuk menghentikan arus. Terkadang diberi simbol  $V_{oc}$ . Dalam

analisis jaringan, tegangan ini juga dikenal sebagai tegangan Thévenin.[11]

$$V_{oc} = \frac{nKT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_0} + 1\right) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$n$  : *ideale factor*

$K$  : Konstanta Boltzman ( $1,3806 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$q$  : Muatan elektron ( $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

$T$  : Temperature (K)

$I_L$  : Arus yang dialiri solar cell (A)

$I_0$  : Arus Saturasi diode (A)

## 2. *Fill Factor*

*Fill factor* sel surya atau faktor pengisian sel surya kerap kali dihubungkan dengan nilai efisiensi panel surya yang merupakan bagian dari pengukuran performansi panel surya. Sel surya atau panel merupakan salah satu produk teknologi fotovoltaik yang dikembangkan pada bahan semikonduktor (silikon multi-kristal, mono-kristal dan amorf) yang mampu menyerap gelombang elektromagnetik dan konversi energi cahaya (photon) menjadi energi listrik secara langsung. Prinsip dasar sel surya merupakan kebalikan dari LED (Light Emitting Diode) yang mengubah energi listrik menjadi cahaya atau boleh dikatakan identik dengan sebuah diode cahaya (photodiode) sambung p-n (p-n junction) dengan cahaya energi. Pengetahuan tentang fill

factor sel surya sangat dibutuhkan untuk membuat sebuah panel surya yang lebih efisien dalam memanfaatkan listrik dari tenaga surya.

Fill factor sel surya merupakan salah satu nilai yang menjadi parameter kemampuan kerja sel surya. Besaran ini nilainya tidak berdimensi dan didapatkan dari perbandingan daya maksimum panel surya ( $V_m \cdot I_m$ ) dalam rangkaian terbuka dibagi dengan tegangan rangkaian tertutup dan arus hubungan singkatnya ( $V_{oc} \cdot I_{sc}$ ). Dan hasilnya, jika nilainya semakin besar maka akan semakin baik kualitas panel surya tersebut. Demikian juga sebaliknya, jika semakin kecil maka kualitasnya akan semakin buruk[12].

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$V_{mp}$  : Tegangan maksimum Solar Cell (V)

$I_{mp}$  : Arus maksimum Solar Cell (A)

$V_{oc}$  : Tegangan rangkaian terbuka (V)

$I_{sc}$  : Arus hubung singkat (A)

### 3. *Power Input*

*Power Input* ini difungsikan untuk mencari daya yang dapat diterima sel surya oleh matahari[13].

$$P_{in} = A \times IE \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$A$  : Luas solar cell ( $m^2$ )



$IE$  : Irradiance ( $W/m^2$ )

#### 4. Efisiensi panel surya

Efisiensi panel surya merupakan rasio output listrik dari panel surya untuk energi dalam bentuk sinar matahari[8]. Adapun efisiensi konversi energi dari sel surya adalah presentase energi surya untuk sel yang terkena tidak diubah menjadi energi listrik. Sebuah sel surya beroperasi atas tegangan dan arus. Dengan peningkatan beban resistif pada sel iradiasi dari nol ke yang tertinggi. Berikut rumus efisiensi sel surya[13].

$$\eta = \frac{V_{oc} \times I_{sc} \times FF}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$V_{oc}$  : Tegangan rangkaian terbuka (V)

$I_{sc}$  : Arus hubung singkat (A)

$FF$  : Fill Factor

$P_{in}$  : Power Input (Watt)

## 2.2 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat

berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memori mikrokontroler. Ada banyak projek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino.

Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk hardware maupun *software*-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560.

### **2.2.1 Jenis Jenis Papan Arduino**

Saat ini bermacam-macam bentuk papan Arduino yang disesuaikan dengan peruntukannya seperti diperlihatkan berikut ini:

- **Arduino Uno**



Gambar 2.14 Arduino USB (Arduino Uno)

Menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer. Contoh Arduino Uno, Arduino Duemilanove, Arduino Diecimia, Arduino NG Rev.C, Arduino NG (Nouva Generazione), Arduino Extreme dan Arduino Extream v2, Arduino USB dan Arduino Usb v2.0.

- **Arduino Serial**

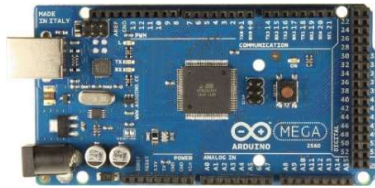
Menggunakan RS232 sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer. Contohnya adalah Arduino serial dan arduino serial v2.0.



Gambar 2.15 Arduino Serial

- **Arduino Mega**

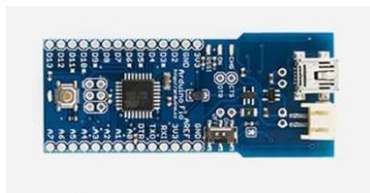
Papan arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Contohnya Arduino mega dan arduino mega 2560.



Gambar 2.16 Arduino Mega

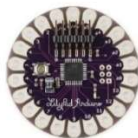
- **Arduino FIO**

Arduino Fio ditujukan untuk penggunaan nirkabel.



Gambar 2.17 Arduino Fio

- **Arduino Lilypad**

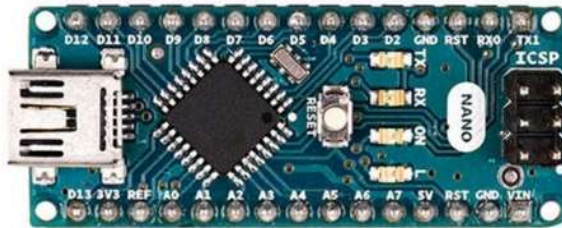


Gambar 2.18 Arduino Lilypad

Papan dengan bentuk yang melingkat. Contoh: Lilypad Arduino 00, Lilypad Arduino 01, Lilypad Arduino 02, Lilypad Arduino 03, Lilypad Arduino 04.

- **Arduino Mini dan Arduino Nano**

Papan berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh : Arduino nano 3.0, Arduino nano 2.x , arduino mini 04, Arduino mini 03, arduino stamp 02.



Gambar 2.19 Arduino Mini/nano

### 2.2.2 Pengenalan Arduino Uno

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino uno. Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset.

Arduino mampu *men-support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.20 Mikrokontroler Arduino

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler.

Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika

diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Berikut deskripsi dari mikrokontroler Arduino UNO.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
Memori Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power*nya diselek secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack* adaptor pada koneksi port input *supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 – 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

- **Vin**

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

- **5V**

Regulasi *power supply* digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.



- **3V3**

Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA

- **Pin Ground**

berfungsi sebagai jalur ground pada arduino ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM. Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
- Interupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih

mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.

- LED : 13. Ini dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

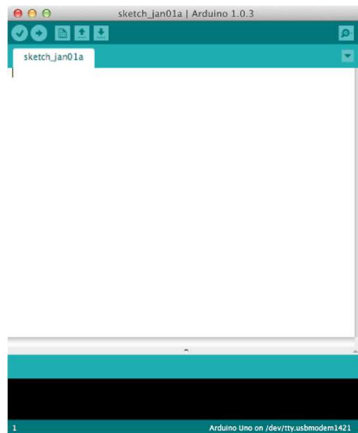
Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.

- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.



Gambar 2.21 Tampilan IDE Arduino dengan sebuah sketch

Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari paraprogramer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya:

- Bahasa C merupakan bahasa yang *powerful* dan *fleksibel* yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
- Bahasa C merupakan bahasa yang *portabel* sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
- tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programer berpengalaman sehingga kemungkinan besar *library* pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
- Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (*function*) dan fungsi-fungsi tersebut dapat

digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.

- Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.
- Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama `main()`. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain

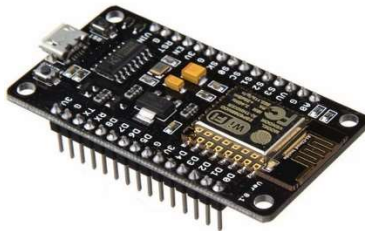
Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa prosedural yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian prototipe (*prototype*), hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada kompiler daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian prototipe diatas.

### **2.3 NodeMCU ESP8266**

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espressif System*, juga firmware

yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit.

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduinonya ESP8266. Dalam memprogram NodeMCU ini menggunakan Arduino IDE dengan USB mini.

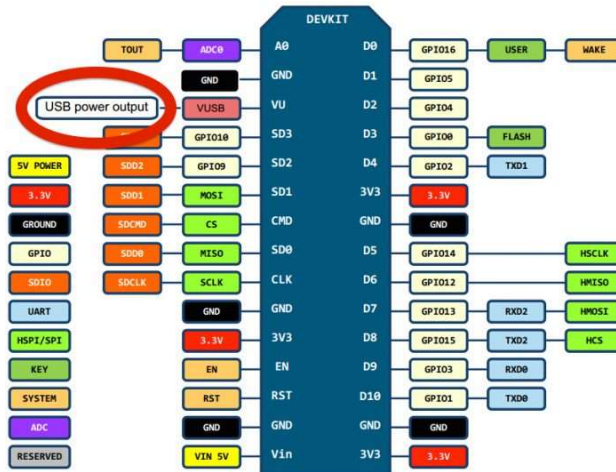


Gambar 2.22 *Board NodeMCU V3*

Karena jantung dari NodeMCU adalah ESP8266 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU v.2 dan v.3) kecuali NodeMCU telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih cukup mirip dengan javascript. Beberapa fitur tersebut antara lain.

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. Fungsionalitas PWM

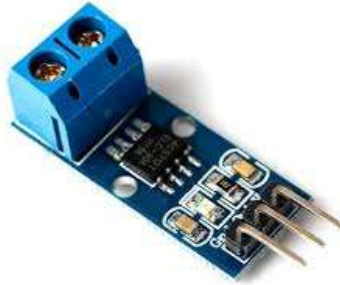
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire
5. ADC



Gambar 2.23 Skema pin NodeMCU V3

## 2.4 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.

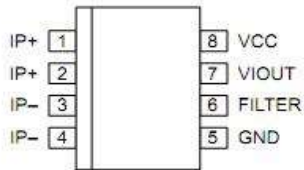


Gambar 2.24 ACS712

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Berikut *terminal list* dan gambar *pin out* ACS712.



## Pin-out Diagram



Gambar 2.25 Pin Out ACS712

Tabel 2.2 Terminal list sensor ACS712

<i>Number</i>	<i>Name</i>	<i>Description</i>
1 and 2	<i>IP +</i>	<i>Terminals for current being sampled ; fused internally</i>
3 and 4	<i>IP -</i>	<i>Terminals for current being sampled ; fused internally</i>
5	<i>GND</i>	<i>Signal ground terminal</i>
6	<i>FILTER</i>	<i>Terminal for external capacitor that sets bandwidth</i>
7	<i>VOUT</i>	<i>Analog output signal</i>
8	<i>VCC</i>	<i>Device power supply terminal</i>

### 2.5 Module Sensor Voltage

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli.



Gambar 2.26 Modul Sensor Tegangan

Fitur-fitur dan kelebihanya:

- Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
- Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
- Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- Output Interface: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung Arduino pin A0
- DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND

Prinsip kerja modul sensor tegangan ini dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan Arduino analog input dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus tidak lebih dari 16,5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki

10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari (5 V / 1023), dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari 0,00489 V x 5 = 0,02445 V.

## 2.6 PWM Solar Charge Control

*Solar Charge Control* adalah sebuah modul untuk pengontrol pengisian baterai aki serta melindungi dari *overcharge* dan *over-discharge* sehingga masa pakai baterai aki lebih panjang.

Fungsi Menurut tegangan baterai, pengontrol pengisian daya surya akan menyesuaikan arus pengisian dan memutuskan apakah akan memasok daya ke beban.

1. Umumnya menjaga baterai pada kondisi tegangan penuh.
2. Mencegah baterai dari pengisian berlebih.
3. Mencegah baterai dari pemakaian yang berlebihan.
4. Mencegah baterai dari memasok daya ke panel surya pada malam hari.



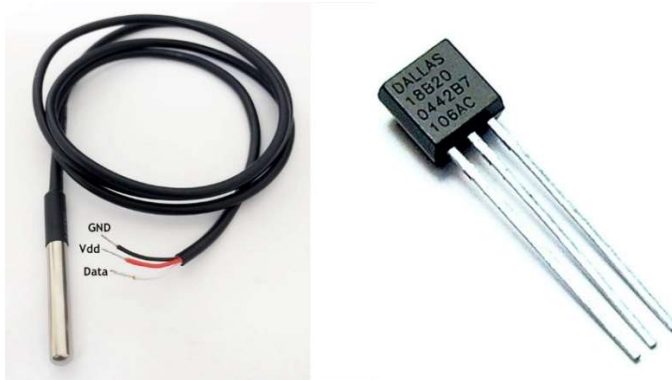
Gambar 2.27 PWM Solar Charge Control

### Spesifikasi pada PWM Solar *Charge Control*

- Output voltage : 12V 24V auto switch
- Max load current :  $\leq 12A$
- Full charge cut : 13.7V
- Low voltage cut : 10.5V
- Temp ompensation :  $-3mv\ ^\circ C/cell$
- Zero Load Loses :  $\leq 20mA$
- Voltage Drop :  $< 160mv$

### **2.7 Sensor Suhu DS18B05**

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu di beli oleh Maxim Integrated Products). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang  $-55^\circ C$  hingga  $125^\circ C$  dengan ketelitian ( $\pm 0.5^\circ C$ ). Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus / 1-wire protocol*).



Gambar 2.28 Sensor Suhu DS18B05

### Fitur dari sensor suhu DS18B20

Sebagai acuan dan informasi pendukung, sensor ini memiliki fitur utama sebagai berikut:

1. Antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol *Unique 1-Wire*)
2. Setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit yang tertanam di onboard ROM
3. Kemampuan multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi
4. Tidak memerlukan komponen tambahan
5. Juga bisa diumpankan daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V
6. Bisa mengukur temperatur mulai dari  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125^{\circ}\text{C}$

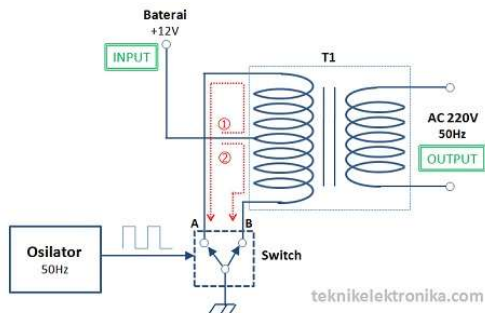
7. Memiliki akurasi  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada rentang  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Resolusi sensor bisa dipilih mulai dari 9 hingga 12 bit
9. Bisa mengkonversi data suhu ke 12-bit digital word hanya dalam 750 milidetik (maksimal)
10. Memiliki konfigurasi alarm yang bisa disetel (nonvolatile)
11. Bisa digunakan untuk fitur pencari alarm dan alamat sensor yang temperaturnya diluar batas (temperature alarm condition)
12. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

## **2.8 Inverter DC-AC**

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

## Prinsip Kerja Inverter

Sederhananya, suatu Power Inverter yang dapat mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC ini hanya terdiri dari rangkaian Osilator, rangkaian Saklar (Switch) dan sebuah Transformator (trafo) CT seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.29 Skematik Inverter

Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12V) diberikan ke Center Tap (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar (switch) dua arah ke ground rangkaian. Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke ground melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus

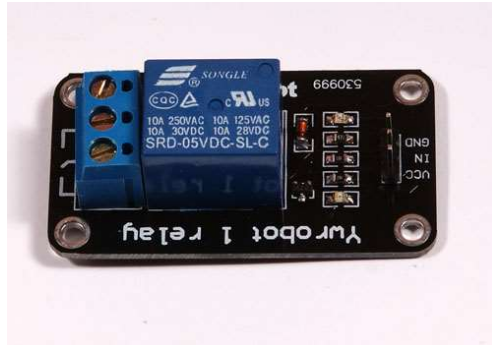
listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator hingga ke ground melalui Saklar titik B.

Peralihan ON dan OFF atau A dan B pada Saklar (Switch) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik. Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50Hz. Sedangkan komponen utama yang digunakan sebagai Switch di rangkaian Switch Inverter tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun Transistor.

## **2.9 Modul Relay**

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar / *Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.





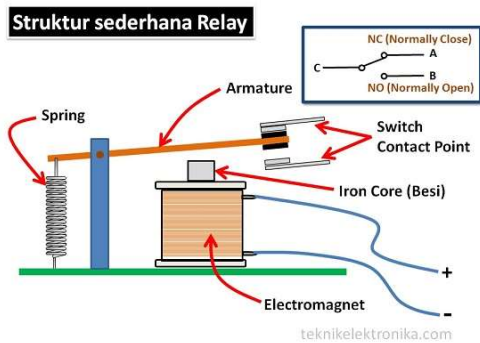
Gambar 2.30 Modul Relay

### Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



Gambar 2.31 Struktur Sederhana Relay

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

## **2.10 PZEM-004**

PZEM-004T adalah module pengukur arus listrik ac yang dapat di hubungkan dengan berbagai macam mikrokontroller dengan format TTL ataupun juga dapat di

hubungkan langsung dengan PC untuk aplikasi monitoring energi.

Fungsi dari Modul PZEM-004 ini adalah :

1. Pengukuran Arus, Tegangan dan Daya Aktif.
2. Tombol Power untuk mematikan dan menghidupkan modul.
3. Dapat menyimpan data terakhir masuk sebelum modul di matikan.
4. Dilengkapi dengan keluaran data dalam bentuk Serial TTL



Gambar 2.32 Modul PZEM-004

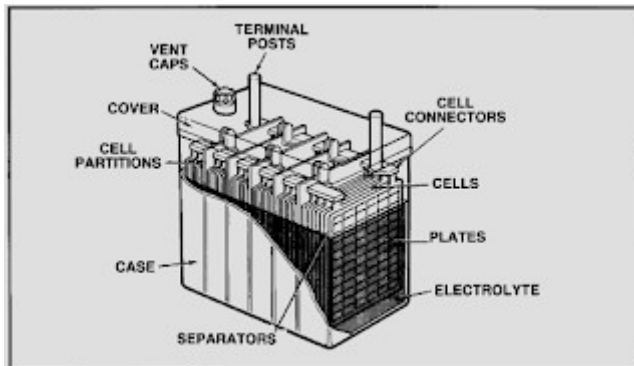
Spesifikasi Umum pada modul PZEM-004 ini adalah :

- Supply Voltage : 80-260V
- Max Operating Current : 100A - 119A

- Rated Voltage : 220V
- Display Type : Digital Only
- Power Supply : AC

## 2.11 Batrai AKI

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan 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 di dalam sel.



Gambar 2.33 Batrai AKI[2]

di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell.

Aki merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari *elektrode* Pb sebagai anode dan *PbO<sub>2</sub>* sebagai katode dengan elektrolit *H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

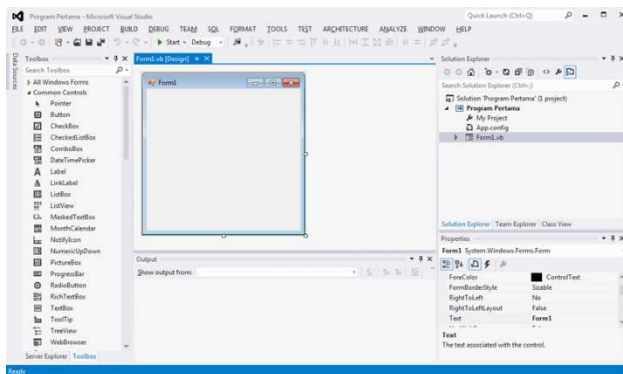
## **2.12 Visual Basic NET**

Visual Basic adalah salah satu development tools untuk membangun aplikasi dalam lingkungan Windows. Dalam pengembangan aplikasi, Visual Basic menggunakan pendekatan Visual untuk merancang user interface dalam bentuk form, sedangkan untuk kodingnya menggunakan dialek bahasa Basic yang cenderung mudah dipelajari. Visual Basic telah menjadi tools yang terkenal bagi para pemula maupun para developer. Visual Basic adalah bahasa pemrograman berbasis Microsoft Windows yang merupakan Object Oriented Programming (OOP), yaitu pemrograman berorientasi objek, Visual Basic menyediakan objek-objek yang sangat kuat, berguna dan mudah.

Dalam lingkungan Windows, User-interface sangat memegang peranan penting, karena dalam pemakaian aplikasi yang kita buat, pemakai senantiasa berinteraksi dengan User-

interface tanpa menyadari bahwa dibelakangnya berjalan instruksi-instruksi program yang mendukung tampilan dan proses yang dilakukan.

Pada pemrograman Visual, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembentukan user interface, kemudian mengatur properti dari objek-objek yang digunakan dalam user interface, dan baru dilakukan penulisan kode program untuk menangani kejadian-kejadian (event). Tahap pengembangan aplikasi demikian dikenal dengan istilah pengembangan aplikasi dengan pendekatan Bottom Up.



Gambar 2.34 Software Visual Basic NET

Ada beberapa hal yang harus dipahami dalam mempelajari Visual Basic :

- Objek

Sering disebut entity adalah sesuatu yang bisa dibedakan dengan lainnya. Pada dasarnya seluruh benda didunia ini bisa dikatakan sebagai objek, contoh : mobil,

komputer, radio, dan lain-lain. Dalam Visual Basic objek-objek yang dimaksud disebut kontrol. Jenis-jenis control antara lain ; Label, Text Box, Combo Box, List Box, dan masih banyak lagi

- Properti

Sering disebut atribut, adalah ciri-ciri yang menggambarkan suatu objek. Misalnya disebut objek mobil jika mempunyai ban, spion, rem, dan lain-lain

- Event

Suatu kejadian yang menimpa objek. Bagaimana jika mobil didorong, ditabrak, dicat, dan sebagainya

- Metode

Kemampuan yang dimiliki oleh suatu objek. Contohnya jika mobil berbelok, mundur, maju.

## **Platform .NET Framework**

Microsoft .NET yang awalnya disebut Next Generation Windows Services (NGWS) adalah suatu platform untuk membangun dan menjalankan generasi penerus aplikasi-aplikasi terdistribusi. Microsoft.NET merupakan framework (kerangka) pengembangan yang menyediakan antarmuka pemrograman baru untuk layanan Windows dan API (Application Programming Interface).Microsoft .NET merupakan strategi Microsoft untuk menghubungkan sistem, informasi, dan alat (device), sehingga orang dapat berkomunikasi serta berkolaborasi dengan lebih efektif.

Teknologi .NET terintegrasi penuh melalui produk-produk Microsoft, dan menyediakan kemampuan untuk mengembangkan solusi dengan menggunakan Web service. Platform Microsoft .NET terdiri dari lima komponen utama yang tersusun dalam tiga lapisan (layer). Lapisan paling bawah adalah sistem operasi; lapisan kedua terdiri dari tiga komponen; lapisan teratas adalah Visual Studio .NET.

### **2.13 VPS (Virtual Private Server)**

VPS ( Virtual Privat Server ) adalah teknologi server side tentang sistem operasi dan perangkat lunak yang memungkinkan sebuah mesin dengan kapasitas besar dibagi ke beberapa virtual mesin. Tiap virtual mesin ini melayani sistem operasi dan perangkat lunak secara mandiri dan dengan konfigurasi yang cepat. Secara global VPS sering digunakan untuk Cloud Computing, Software Bot, Menjalankan Software robot forex (untuk trading), dan sebagainya.

VPS juga dapat diartikan sebagai sebuah metode untuk mempartisi atau membagi sumber daya atau resource sebuah server menjadi beberapa server virtual. Server virtual tersebut memiliki kemampuan menjalankan operating system sendiri seperti layaknya sebuah server. Bahkan Anda dapat me-reboot sebuah server virtual secara terpisah (tidak harus mem-reboot server utama).

Kita dapat mengendalikan VPS ( Virtual Privat Server ) dengan Remote Access Dekstrop atau biasa disebut pengendali



jarak jauh, dengan menggunakan aplikasi seperti Putty untuk yang menggunakan OS windows dan Terminal untuk Linux.

### **Dasar-Dasar VPS**

Berikut adalah informasi dasar tentang VPS :

- VPS bekerja seperti sebuah server yang terpisah. VPS memiliki processes, users, files dan menyediakan full root access. Setiap VPS mempunyai ip address, port number, tables, filtering dan routing rules sendiri. VPS dapat melakukan konfigurasi file untuk sistem dan aplikasi software.
- Setiap VPS dapat memiliki system libraries atau mengubah menjadi salah satu system libraries yang lain.
- Setiap VPS dapat delete, add, modify file apa saja, termasuk file yang ada di dalam root, dan menginstall software aplikasi sendiri atau mengkonfigurasi root application software.
- Dalam sebuah VPS, resource server yang alokasikan adalah meliputi CPU Core, CPU Usage, RAM, dan Storage atau ruang penyimpanan.
- Spesifikasi sebuah VPS itu sendiri berbagai macam, baik dari segi Hard disk, memory nya, jenis prosesor nya, pilihan operasi sistemnya (Windows/Linux/ dan sebagainya). VPS sudah terhubung dengan internet selama 24 jam dengan kecepatan tinggi agar setiap user bisa dengan mudah mengaksesnya. VPS biasanya

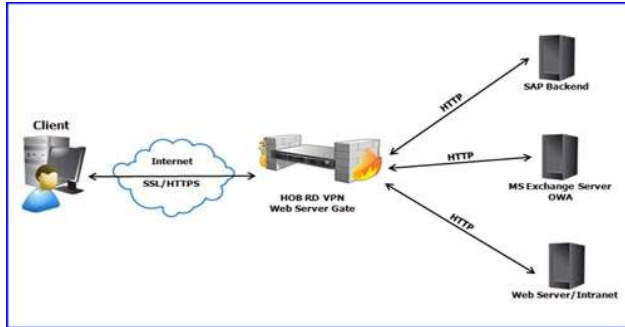
diakses melalui komputer pribadi menggunakan software Remote Desktop Connection (RDC) yang biasanya sudah tersedia di operasi sistem WINDOWS.

- VPS dilengkapi dengan pengaturan sendiri untuk init script, users, pemrosesan, filesystem dan sebagainya. VPS bekerja seperti sebuah server yang terpisah memiliki processes, users, files dan menyediakan full root access. Setiap VPS mempunyai ip address, port number, tables, filtering dan routing rules sendiri. VPS juga dapat melakukan konfigurasi file untuk sistem dan aplikasi software.
- Dengan Vps pengguna tidak perlu lagi merawat Server Virtual ini, karena perusahaan penyedia VPS akan merawat secara berkala serta mengupgrade OS, RAM, dsb.

## **2.14 Web Server**

Pengertian Web server adalah sebuah software yang memberikan layanan berbasis data dan berfungsi menerima permintaan dari HTTP atau HTTPS pada klien yang dikenal dan biasanya kita kenal dengan nama web browser dan untuk mengirimkan kembali yang hasilnya dalam bentuk beberapa halaman web dan pada umumnya akan berbentuk dokumen HTML. itulah pengertian web server sebenarnya. dalam bentuk sederhana web server akan mengirim data HTML kepada

permintaan web Browser sehingga akan terlihat seperti pada umumnya yaitu sebuah tampilan website.



Gambar 2.35 Cara kerja *Web Server*

### 2.14.1 Fungsi Web Server

Fungsi utama Web server adalah untuk melakukan atau akan tranfer berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan sedemikian rupa. halaman web yang diminta terdiri dari berkas teks, video, gambar, file dan banyak lagi. pemanfaatan web server berfungsi untuk mentransfer seluruh aspek pemberkasan dalam sebuah halaman web termasuk yang di dalam berupa teks, video, gambar atau banyak lagi.

**Beberapa Jenis Web Server di antanya adalah :**

- Apache Web Server / The HTTP Web Server
- Apache Tomcat
- Microsoft windows Server 2008 IIS (Internet Information Services)
- Lighttpd

- Zeus Web Server
- Sun Java System Web Server

### **2.14.2 Cara kerja Web Server**

1. Cara kerja dari Web Server merupakan salah satu mesin yang dimana tempat software atau aplikasi beroperasi dalam mendistribusikan web page ke user/pengguna, ini bisa ditentukan pada permintaan user.
2. Menghubungkan antara Web Server dan Web Browser Internet dan ini merupakan gabungan dari jaringan Komputer yang ada di seluruh dunia. Setelah semuanya terhubung secara fisik, Protocol TCP , IP atau networking protocol yang memungkinkan semua komputer di dunia dapat berkomunikasi satu sama lainnya.

Ketika browser meminta data web page kepada server maka instruksi dari permintaan data browser tersebut akan di kemas di dalam TCP yang merupakan satu protocol transport kemudian dikirim ke alamat, dalam hal ini adalah protocol berikutnya yaitu HTTP atau *Hyper Text Transfer Protocol* yang sudah kita kenal. HTTP ini merupakan sebuah protocol yang akan digunakan dalam WWW (*World Wide Web*) antar komputer yang saling terhubung dalam jaringan internet di dunia ini.

Untuk dapat mengenal protocol anda bisa mengetik `http://`, dan seketika itu anda akan di bawa ke jaringan internet seluruh dunis.

Data yang di passing dari browser ke Web server biasanya disebut HTTP request yang akan meminta web page dan kemudian web server akan mencarikan data HTML yang ada dan akan di kemas dalam bentuk TCP protocol kemudian di kirim kembali ke browser dan data yang dikirim dari mulai server ke browser disebut HTTP response. dan bila data yang diminta oleh web browser tidak ditemukan Web server maka akan menimbulkan error yang biasanya kita sebut dengan halaman error 404 atau Page Not Found.

## **2.15 Apache HTTP Server**

Server HTTP Apache atau Server Web/WWW Apache adalah server web yang dapat dijalankan di banyak sistem operasi (Unix, BSD, Linux, Microsoft Windows dan Novell Netware serta platform lainnya) yang berguna untuk melayani dan memfungsikan situs web. Protokol yang digunakan untuk melayani fasilitas web/www ini menggunakan HTTP.

Apache memiliki fitur-fitur canggih seperti pesan kesalahan yang dapat dikonfigur, autentikasi berbasis basis data dan lain-lain. Apache juga didukung oleh sejumlah antarmuka pengguna berbasis grafik (GUI) yang memungkinkan penanganan server menjadi mudah.

Apache merupakan perangkat lunak sumber terbuka dikembangkan oleh komunitas terbuka yang terdiri dari pengembang-pengembang di bawah naungan Apache Software Foundation.

## **2.16 MYSQL**

Pada dasarnya MySQL adalah turunan salah satu konsep utama pada basis data yang sebelumnya sudah ada yaitu SQL (Structured Query Language). MySQL adalah sebuah implementasi dari RDBMS yang dapat digunakan secara bebas dan gratis dibawah lisensi GNU General Public License (GPL). Namun terdapat MySQL yang dijual dibawah lisensi komersial untuk penggunaan fungsi database yang kurang cocok pada konsep GPL.

MySQL dibuat oleh TcX yang dipercaya untuk mengelola system yang terdiri dari 40 buah database dengan 10.000 tabel, kemudian diantaranya memiliki 7 juta baris. MySQL secara komersil disponsori oleh MyAB yang merupakan perusahaan komersial Swedia dan memiliki MySQL. Para pendiri MySQL AB adalah berasal dari Swedia David Axmark, Allan Larsson dan satu orang Finlandia bernama Michael "Monty" Widenius.

Saat ini penggunaan database MySQL merupakan database server yang banyak digunakan di dunia yang yang multi

thread dan multi-user. Lalu seiring berjalannya waktu, kemudian SQL juga dikembangkan oleh Oracle, Informix dan Sybase.

### **2.16.1 Kelebihan Database MySql**

Sebuah sistem basis data (DBMS) yang handal dapat dilihat dari mekanisme cara kerja yang optimal dalam melakukan eksekusi proses pada perintah-perintah SQL (query) yang dibuat oleh para penggunanya dan juga pada program-program aplikasi atau bahasa pemrograman yang memanfaatkannya. Berikut ini keistimewaan MySQL :

1. Bersifat Sumber terbuka (*open source*) – Perangkat lunak MySQL dapat disebarluaskan secara gratis dengan *source code* yang dapat digunakan secara luas.
2. Banyak pengguna – Database MySQL dapat dipakai oleh lebih dari pengguna dalam waktu tertentu secara bersamaan tanpa mengalami gangguan atau konflik.
3. Efektif dan portabilitas – Hal ini berarti MySQL dapat berjalan dengan stabil untuk berbagai platform sistem operasi Linux, Windows, FreeBSD, Mac Os X Server, Solaris, Amiga, dan masih banyak lagi.
4. Banyak tipe data – MySQL mendukung berbagai jenis tipe data dan bervariasi seperti signed / unsigned integer, float, double, char, text, date, timestamp, dan lain-lain.
5. Perintah dan Fungsi – Penggunaan operator dan fungsi pada MySQL secara penuh yang mendukung perintah “*Select*” dan “*Where*” dalam perintah SQL (query).

6. Keamanan – memiliki beberapa lapisan keamanan seperti password yang telah dilakukan enkripsi.
7. Kapasitas data berskala besar – Database MySQL dapat menangani basis data dalam jumlah yang besar, dengan jumlah record lebih dari 60 ribu tabel serta 5 milyar baris. Selain itu batas indeks yang dapat ditampung mencapai 32 indeks pada tiap tabelnya.
8. Konektivitas – Database MySQL melakukan koneksi dengan klien dengan menggunakan protokol TCP/IP, Unix soket (UNIX), atau named pipes (NT).
9. Antar Muka. MySQL memiliki antar muka (interface) terhadap berbagai aplikasi dan bahasa pemrograman dengan menggunakan fungsi API (Application Programming Interface).

### **2.16.2 Kekurangan Database MySql**

Selain kelebihan, sistem database mysql ini juga memiliki beberapa kekurangan yaitu :

1. Technical Support Kurang Baik

Dibalik kelebihan dari MySQL, ada juga kekurangan dibaliknya, termasuk technical Support pada MySQL diklaim kurang bagus. Ini berhubungan dengan statusnya yang open source. Hal tersebut membuat user mengalami kesulitan ketika menghubungi technical support untuk mencari MySQL ketika dihadapkan pada



suatu permasalahan pada saat menggunakan software tersebut.

2. Sulit Diaplikasikan dengan Database yang Besar  
MySQL memang tidak cocok untuk diterapkan pada perusahaan ataupun instansi yang besar. Karena mereka pasti menggunakan database dan jumlah data yang sangat besar. Itu dikarenakan MySQL merupakan DBMS yang sangat ramah dengan spesifikasi komputer yang rendah, maka dari itu MySQL tidak memiliki fitur yang selengkap Oracle.
3. Tidak Populer Untuk Aplikasi Game dan Mobile  
Jika ingin membangun sebuah aplikasi mobile ataupun game, MySQL bukan salah satu database yang tepat untuk kamu gunakan. Karena DBMS ini sangat kurang digunakan untuk aplikasi-aplikasi tersebut.

## **2.17 PHP**

PHP adalah bahasa pemrograman script server-side yang didesain untuk pengembangan web. PHP disebut bahasa pemrograman server side karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman client-side seperti JavaScript yang diproses pada web browser (client).

### **Fungsi PHP Dalam Pemrograman Web**

Untuk membuat halaman web, sebenarnya PHP bukanlah bahasa pemrograman yang wajib digunakan. Kita bisa

saja membuat website hanya menggunakan HTML. Web yang dihasilkan dengan HTML (dan CSS) ini dikenal dengan website statis, dimana konten dan halaman web bersifat tetap.

Sebagai perbandingan, website dinamis yang bisa dibuat menggunakan PHP adalah situs web yang bisa menyesuaikan tampilan konten tergantung situasi. Website dinamis juga bisa menyimpan data ke dalam database, membuat halaman yang berubah-ubah sesuai input dari user, memproses form, dll.

Untuk pembuatan web, kode PHP biasanya di sisipkan ke dalam dokumen HTML. Karena fitur inilah PHP disebut juga sebagai Scripting Language atau bahasa pemrograman script.

## **2.18 PhpMyAdmin**

phpMyAdmin adalah aplikasi web untuk mengelola database MySQL dan database MariaDB dengan lebih mudah melalui antarmuka (interface)grafis. Aplikasi web ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman PHP. Sebagaimana aplikasi-aplikasi lain untuk lingkungan web (aplikasi yang dibuka atau dijalankan menggunakan browser), phpMyAdmin juga mengandung unsur HTML/XHTML, CSS dan juga kode JavaScript. Aplikasi web ini ditujukan untuk memudahkan pengelolaan basis data MySQL dan MariaDB dengan penyajian antarmuka web yang lengkap dan menarik.

phpMyAdmin merupakan aplikasi web yang bersifat open source (sumber terbuka) sejak pertama dibuat dan

dikembangkan. Dengan dukungan dari banyak developer dan translator, aplikasi web phpMyAdmin mengalami perkembangan yang cukup pesat dengan ketersediaan banyak pilihan bahasa. Sampai saat ini, ada kurang lebih 65 bahasa yang sudah didukung oleh aplikasi web phpMyAdmin.

Keberadaan phpMyAdmin yang dianggap sangat penting dan juga sifatnya yang terbuka menjadikannya salah satu aplikasi yang selalu ada di dalam cPanel (aplikasi populer untuk pengontrol website). Hal ini menunjukkan bahwa penyedia web hosting (web hosting provider) menaruh kepercayaan yang sangat besar pada phpMyAdmin sebagai salah satu aplikasi web yang dipasang (install) di server.

Keuntungan dengan hadirnya phpMyAdmin tidak saja dapat dinikmati oleh penyedia web hosting, Anda juga bisa menginstal phpMyAdmin di server Anda sendiri (server lokal) asalkan syarat minimumnya (minimum requirements) telah terpenuhi. Versi terkini phpMyAdmin saat artikel ini ditulis adalah phpMyAdmin 3.5.2. Adapun syarat agar phpMyAdmin dapat dipasang dan berjalan dengan baik di server lokal adalah:

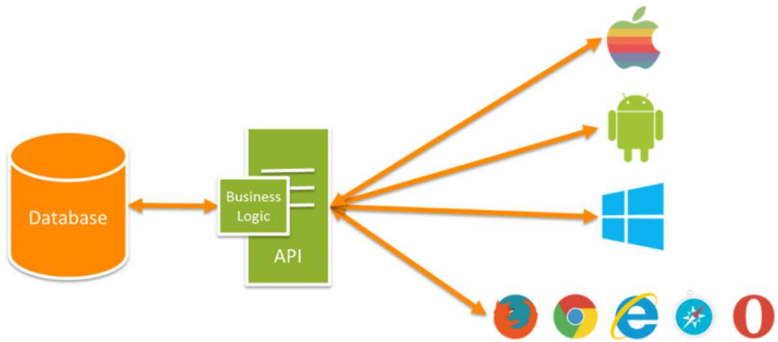
- HP 5.2.0 atau yang terbaru.
- MySQL 5.0 atau yang terbaru.
- Web browser dengan memperbolehkan cookies.

phpMyAdmin menawarkan fitur yang mencakup pengelolaan keseluruhan server MySQL (memerlukan super-user) dan basis data tunggal. phpMyAdmin juga mempunyai sistem internal untuk mengelola metadata dan mendukung fitur-

fitur untuk operasi tingkat lanjut. Melalui sistem administrator, phpMyAdmin juga dapat mengelola users dan sekaligus hak aksesnya (privilege). Nah, Anda yang kususnya bekerja sebagai database administrator dengan MySQL sebagai basis data pilihan, tidak ada salahnya menggunakan phpMyAdmin untuk kemudahan pengelolaan.

## 2.19 API CRUD

API adalah singkatan dari *Application Programming Interface*, dan memungkinkan *developer* untuk mengintegrasikan dua bagian dari aplikasi atau dengan aplikasi yang berbeda secara bersamaan. API terdiri dari berbagai elemen seperti *function*, *protocols*, dan *tools* lainnya yang memungkinkan *developers* untuk membuat aplikasi. Tujuan penggunaan API adalah untuk mempercepat proses *development* dengan menyediakan *function* secara terpisah sehingga tidak perlu membuat fitur yang serupa. Penerapan API akan sangat terasa jika fitur yang diinginkan sudah sangat kompleks, tentu membutuhkan waktu untuk membuat yang serupa dengannya. Misalnya: integrasi dengan payment gateway. Terdapat berbagai jenis sistem API yang dapat digunakan, termasuk sistem operasi, library, dan web.



Gambar 2.36 Penggunaan API

API yang bekerja pada tingkat sistem operasi membantu aplikasi berkomunikasi dengan layer dasar dan satu sama lain mengikuti serangkaian protokol dan spesifikasi. Contoh yang dapat menggambarkan spesifikasi tersebut adalah POSIX (Portable Operating System Interface). Dengan menggunakan standar POSIX, aplikasi yang di-compile untuk bekerja pada sistem operasi tertentu juga dapat bekerja pada sistem lain yang memiliki kriteria yang sama. Software library juga memiliki peran penting dalam menciptakan compatibility antar sistem yang berbeda.

Aplikasi yang berinteraksi dengan library harus mengikuti serangkaian aturan yang ditentukan oleh API. Pendekatan ini memudahkan *software developer* untuk membuat aplikasi yang berkomunikasi dengan berbagai *library* tanpa harus memikirkan kembali strategi yang digunakan selama semua library mengikut API yang sama. Kelebihan lain dari metode ini

menunjukkan betapa mudahnya menggunakan *library* yang sama dengan bahasa pemrograman yang berbeda.

Web API dalam diakses melalui protokol HTTP, ini adalah konsep bukan teknologi. Kita bisa membuat Web API dengan menggunakan teknologi yang berbeda seperti PHP, Java, .NET, dll.

CRUD adalah singkatan dari *Create Read Update Delete* , yang sering digunakan pada aplikasi-aplikasi pengolahan data yang kebanyakan menggunakan fungsi CRUD didalamnya . Fungsi ini digunakan untuk menambahkan data, menghapus data, serta mengupdate data.