

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi energi listrik. Panel surya sering disebut sel *photoVoltaic* yang dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. Sel surya atau sel *PhotoVoltaic* (PV) bergantung pada efek *photoVoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Sel surya perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan.

Panel surya merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi penyinaran matahari yang diubah menjadi arus listrik. Energi matahari sesungguhnya merupakan sumber energi yang menjanjikan mengingat sifatnya *continue* serta jumlahnya yang besar dan melimpah ketersediannya. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi atau memecahkan permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi konvensional berkurang jumlahnya serta tidak ramah terhadap lingkungan. Panel surya juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis dan ramah lingkungan mengingat tidak membutuhkan transmisi seperti jaringan listrik konvensional, karena dapat dipasang secara modular di setiap lokasi yang membutuhkan.

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari. Panel surya memiliki perlindungan *overheating* yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan *overheating* penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dari 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.

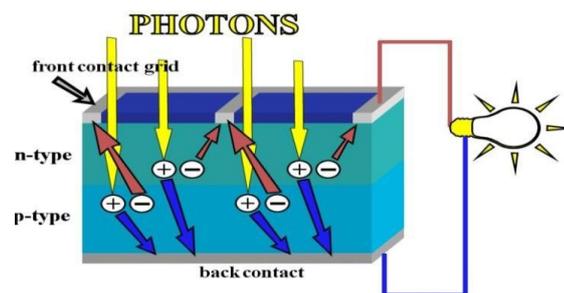


Gambar 2.1 Panel Surya

(Sumber : <http://krisnaenergi.com/wp-content/uploads/2014/05/img01170-20121020-10481-300x225.jpg>)

2.1.1 Prinsip Dasar Teknologi *Solar Cell (Photovoltaic)* dari Bahan Silikon

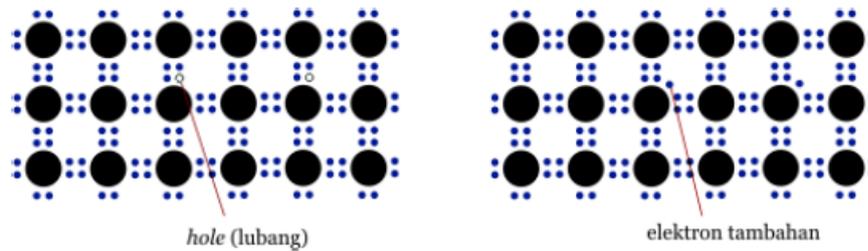
Solar cell merupakan suatu perangkat semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Proses penghasilan energi listrik terjadi jika pemutusan ikatan elektron pada atom-atom yang tersusun dalam Kristal semikonduktor ketika diberikan sejumlah energi. Salah satu bahan semikonduktor yang biasa digunakan sebagai sel surya adalah Kristal silikon (Ady Iswanto : 2008).



Gambar 2.2 Cara Kerja Solar Cell

(Sumber : <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/149/jtptunimus-gdl-efendiabdu-7401-3-babii.pdf>)

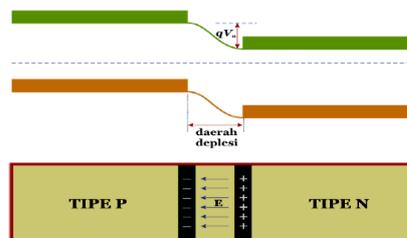
2.1.2 Semikonduktor Tipe P dan Tipe N



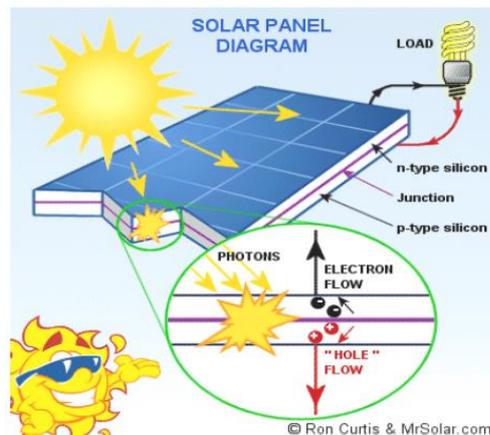
Gambar 2.3 Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan)
(Sumber : <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/149/jtptunimus-gdl-efendiabdu-7401-3-babii.pdf>)

Ketika suatu Kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan kelima, misalnya arsen, maka atom-atom arsen itu akan menempati ruang diantara atom-atom silikon yang mengakibatkan munculnya elektron bebas pada material campuran tersebut. Elektron bebas tersebut berasal dari kelebihan elektron yang dimiliki oleh arsen terhadap lingkungan sekitarnya, dalam hal ini adalah silikon. Semikonduktor jenis ini kemudian diberi nama semikonduktor tipe-n. Hal yang sebaliknya terjadi jika Kristal silikon ditambahkan oleh insur golongan ketiga, misalnya boron, maka kurangnya elektron valensi boron dibandingkan dengan silikon mengakibatkan munculnya *hole* yang bermuatan positif pada semikonduktor tersebut. Semikonduktor ini dinamakan semikonduktor tipe-p. Adanya tambahan pembawa muatan tersebut mengakibatkan semikonduktor ini akan lebih banyak menghasilkan pembawa muatan ketika diberikan sejumlah energi tertentu, baik pada semikonduktor tipe-n maupun tipe-p.

2.1.3 Sambungan P-N



Gambar 2.4 Diagram Energi Sambungan P-N Munculnya Daerah Depleksi
(Sumber : Ady Iswanto, Staf Divisi Riset 102FM ITB, 2008)



Gambar 2.5 Struktur Solar Cell Silikon P-N Junction

(Sumber : <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/149/jtptunimus-gdl-efendiabdu-7401-3-babii.pdf>)

Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n disambungkan maka akan terjadi difusi *hole* dari tipe-p menuju tipe-n dan difusi elektron dari tipe-n menuju tipe-p. Difusi tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe-n dan daerah lebih negative pada batas tipe-p. Adanya perbedaan muatan pada sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus *drift*. Arus *drift* yaitu arus yang dihasilkan karena kemunculan medan listrik. Namun arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut (Ady Iswanto : 2008).

Sebagaimana yang kita ketahui bersama, elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. Kehadiran medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada solar cell sambungan p-n, yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar electron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik tersebut.

Ketika *junction* disinari, *photon* yang mempunyai *electron* sama atau lebih besar dari lebar pita *electron-electron* tersebut akan menyebabkan eksitasi electron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan *hole* pada pita valensi. Elektron dan *hole* ini dapat bergerak dalam material sehingga

menghasilkan pasangan *electronhole*. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka *electron* dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir.

2.2 *Charger Controller*

Charger Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Charger controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / *solar cell*. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Charger controller menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Menurut Agustinus Siahaan (2012:5) beberapa fungsi detail dari *charger controller* adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *overloading*.
- *Monitoring* temperatur baterai

Untuk membeli *charger controller* yang harus diperhatikan adalah:

- *Voltage* 12 Volt DC / 24 Volt DC
- Kemampuan (dalam arus searah) dari *controller*. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
- *Full charge* dan *low voltage cut*

Charger 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. Cara deteksi adalah melalui *monitor level* tegangan baterai. *Charger controller* akan mengisi baterai

sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan *drop*, maka baterai akan diisi kembali.

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*).

Teknologi Solar Charge Controller

Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh *solar charge controller*:

* PWM (*Pulse Wide Modulation*)

Seperti namanya menggunakan 'lebar' *pulse* dari *on* dan *off* elektrik, sehingga menciptakan seakan-akan *sine wave electrical form*. *Charge controller* PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecaskan aki dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika aki mendekati kondisi terisi penuh, alat PWM akan perlahan-lahan menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai demi untuk mengurangi stres pada aki tersebut. Alat pengecas PWM banyak terdapat di pasaran, harganya juga lebih murah, dan tersedia dalam berbagai ukuran untuk aplikasi yang luas. Keterbatasan kontroler PWM antara lain yaitu ukuran tegangan alat pengecas harus sesuai dengan tegangan bank baterai, dan kapasitas alat PWM biasanya terbatas pada 60 ampere (maksimum).

* MPPT (*Maximum Power Point Tracker*)

Semua panel surya PV berkekuatan dalam satuan Watts. Ini mengidentifikasi daya potensial yang dapat dihasilkan oleh panel PV tersebut ketika dipancarkan oleh sinar matahari. Kalau kita kalikan tegangan maksimum (V_{mp}) dengan arus maksimum (I_{mp}) yang tercantum pada label panel PV itu, maka akan dapat kita tentukan kapasitas panel itu dalam satuan Watt.

MPPT adalah singkatan *Maximum Power Point Tracking* merupakan perangkat elektronik yang terdapat pada alat pengatur pengisian aki yang dapat mengoptimalkan kinerja antara array surya (panel PV) dan bank aki. Dengan kata

lain, alat ini mampu mengkonversi tegangan tinggi output DC dari panel surya ke tegangan lebih rendah yang diperlukan aki / bank aki. Dalam proses pengisian ini, mekanisme MPPT juga melakukan peningkatan arus DC (amper) yang dicas ke aki / bank aki.

Kembali lagi ke contoh perhitungan di atas. Dengan MPPT, alat pengatur pengisian aki menjaga kestabilan tegangan 29,7V, sehingga tenaga yang ditarik dari modul surya tetap 240W dan controller pengeras aki ini kemudian mengkonversi tegangan yang 29,7V ke 12V untuk menyesuaikan dengan voltase aki. Dengan demikian arus yang masuk ke aki menjadi 20A ($240W / 12V$). Jadi daya arus yang diperoleh aki adalah 20A dan bukan lagi 8,1A seperti yang dihasilkan oleh alat pengatur pengisian jenis PWM. Perbedaan antara kedua jenis controller pengisian aki sudah sangat jelas. Dengan peningkatan daya arus sebesar 11,9A ($20A-8,1A$), MPPT jauh lebih efisien dari pada PWM.



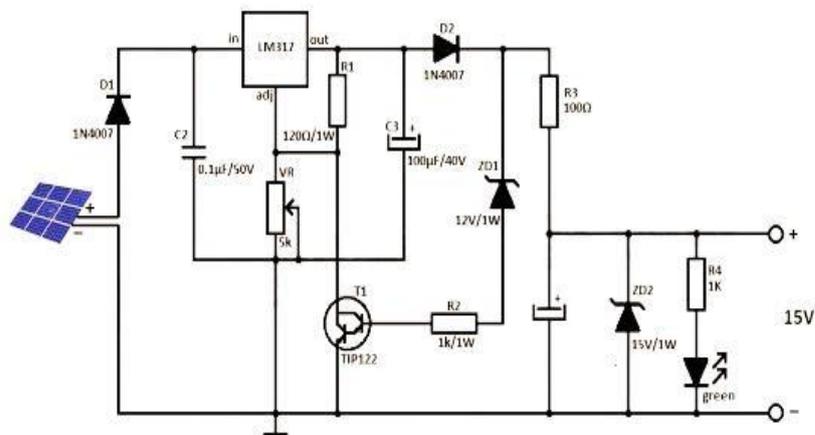
Gambar 2.6 *Charger Controller*

(Sumber: <http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-controller/12-solar-charge-controller-solar-controller>)

Regulator tegangan variabel IC LM 317 untuk mengatur tegangan output stabil sekitar 16 volt, Resistor variabel VR mengontrol tegangan output, ketika panel surya menghasilkan arus pada D1 bias maju dan IC regulator akan mendapat input arus pada saat itu. Tegangan output tergantung pada pengaturan VR dan arus output dikendalikan oleh R1. Arus ini melewati D2 dan R3, ketika tegangan output berada di atas 16 volt (seperti yang ditetapkan oleh VR), Dioda

zener ZD2 bekerja dan memberikan tegangan stabil sebesar 15 volt untuk pengisian baterai 12 V.

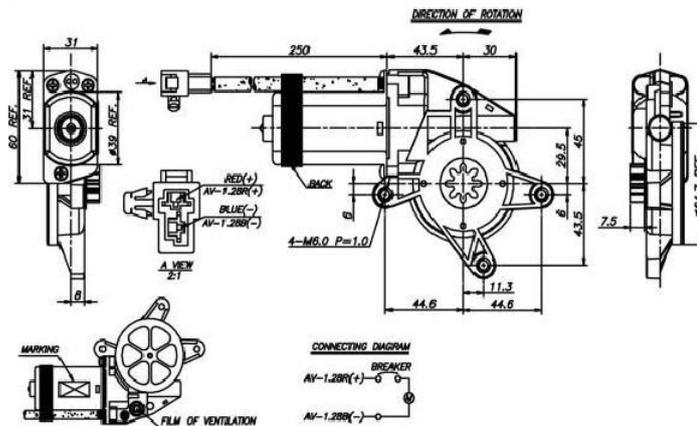
Arus pengisian tergantung pada R1 dan R3, sekitar 250 s/d 300 mili ampere akan tersedia untuk pengisian baterai 12 V. LED hijau mengindikasikan status pengisian daya dan ketika baterai mencapai tegangan penuh sekitar 13 volt, dioda zener ZD1 bekerja dan T1 dalam bias maju. Hal ini mengatur arus output dari IC regulator melalui T1 dan proses pengisian akan berhenti. Ketika tegangan baterai berkurang di bawah 12 volt, ZD1 mati dan pengisian baterai dimulai lagi.



Gambar 2.7 Rangkaian *Charger Controller* Sederhana
(Sumber: <http://www.electroschematics.com/4746/solar-charger-circuit/>)

2.3 Motor Power Window

Motor *power window* adalah suatu motor yang mengubah energi listrik menjadi energi searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor ini digunakan dimana kontrol kecepatan dan ketepatan torsi diperlukan memenuhi kebutuhan. Bagian motor yang paling penting adalah rotor dan stator. Bagian – bagian stator adalah badan motor, sikat – sikat dan inti kutub magnet. rotor adalah bagian yang berputar dari suatu motor *power window*. *Motor power window* banyak digunakan karena torsi tinggi dengan tegangan input yang rendah yaitu 12 V DC, dan dimensi motor yang relatif simple (ramping) dilengkapi dengan internal gearbox sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik.



Gambar 2.8 Konstruksi Motor DC Power Window

(Sumber:http://img.weiku.com//waterpicture/2012/6/6/16/electric_car_power_window_lift_motor_634759096469267759_3.jpg)

Motor DC biasanya digunakan dalam rangkaian yang memerlukan kepresisian yang tinggi untuk pengaturan kecepatan, pada torsi yang konstan. Semua motor DC beroperasi atas dasar arus yang melewati konduktor yang berada dalam medan magnet motor DC disini digunakan sebagai motor penggerak utama. Terdapat dua tipe motor DC berdasarkan prinsip medannya, yaitu:

1. Motor DC dengan magnet permanen.
2. Motor DC dengan lilitan yang terdapat pada stator.

Motor DC dapat bekerja hanya dengan memberi polaritas tegangan pada motornya. Untuk pengaturan penggunaannya diperlukan suatu rangkaian *driver*. Fungsi dari rangkaian *driver* ini adalah agar motor DC tersebut dapat diatur berjalan atau berhenti.

Untuk menentukan torsi dan kecepatan yang dikehendaki oleh motor DC. Diatur melalui besar beda potensial yang diberikan. Semakin besar potensial yang diberikan maka torsi yang dihasilkan akan semakin kecil sedangkan kecepatannya akan semakin besar. Alasan penggunaan motor *power window* karena banyak faktor seperti torsi tinggi dengan rating tegangan input yang rendah yaitu 12VDC dan dimensi motor yang relatif *simple* (ramping) dilengkapi dengan internal gearbox sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik. Aplikasi orisinil motor ini dipakai sebagai actuator *open-close* jendela mobil, akan tetapi banyak pula ditemui pemakaian motor ini dalam sistem actuator robot sebagai modul yang

membutuhkan spek kecepatan rendah dan torsi yang tinggi. Motor *Power Window* (*made in Jerman*) memiliki spesifikasi sebagai berikut:

| | |
|--------------------------|---|
| <i>Rate voltage</i> | : DC 12 Volt <i>Operating</i> |
| <i>Voltage Range</i> | : DC 10-16 Volt <i>Operating</i> |
| <i>Temperature Range</i> | : -30° C – (+) 80° C (-22° F – (+) 176° F) |
| <i>Speed</i> | : 40 ± 5 rpm |
| <i>Load</i> | : 4 N.m |
| <i>Power Window</i> | : 200 mA (<i>coil load</i>) 12 V 10 A |
| Seri | : 4 Ra 003 510-08 |



Gambar 2.9 Motor Power Window
(Sumber : <https://www.tetrixrobotics.com>)

2.4 AKI/Accumulator

Ada beberapa jenis aki di pasaran yaitu jenis aki basah/ konvensional, *hybrid* dan MF (*Maintenance Free*). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah. Ada beberapa pertimbangan dalam memilih aki :

- Tata letak, apakah posisi tegak, miring atau terbalik. Bila pertimbangannya untuk segala posisi maka aki kering adalah pilihan utama karena cairan air aki tidak akan tumpah. Kendaraan *offroad* biasanya menggunakan aki kering mengingat medannya yang berat. Aki ikut terguncang-guncang dan

terbanting. Aki kering tahan guncangan sedangkan aki basah bahan elektrodanya mudah rapuh terkena guncangan.

- Voltase/tegangan, di pasaran yang mudah ditemui adalah yang bertegangan 6V, 12V da 24V. Ada juga yang multipole yang mempunyai beberapa titik tegangan. Kapasitas aki yang tertulis dalam satuan Ah (*Ampere hour*), yang menyatakan kekuatan aki, seberapa lama aki tersebut dapat bertahan mensuplai arus untuk beban/*load*.
- Cranking Ampere yang menyatakan seberapa besar arus start yang dapat disuplai untuk pertama kali pada saat beban dihidupkan. Aki kering biasanya mempunyai *cranking ampere* yang lebih kecil dibandingkan aki basah, akan tetapi suplai tegangan dan arusnya relatif stabil dan konsisten. Itu sebabnya perangkat audio mobil banyak menggunakan aki kering.
- Pemakaian dari aki itu sendiri apakah untuk kebutuhan rutin yang sering dipakai ataukah cuma sebagai back-up saja. Aki basah, tegangan dan kapasitasnya akan menurun bila disimpan lama tanpa recharge, sedangkan aki kering relatif stabil bila di simpan untuk jangka waktu lama tanpa *recharge*.
- Harga karena aki kering mempunyai banyak keunggulan maka harganya pun jauh lebih mahal daripada aki basah.



Gambar 2.10 AKI
(Sumber: <http://www.akibaterai.com>)

2.4.1 Kapasitas AKI

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh batera. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat

negative yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energy suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 Volt artinya secara ideal aru yang dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada didalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (*Ampere – hour*). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas dan baterai dinyatakan dalam ampere jam (*Ampere – hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Ah} = \text{Kuat Arus (ampere)} \times \text{waktu (hours)}$$

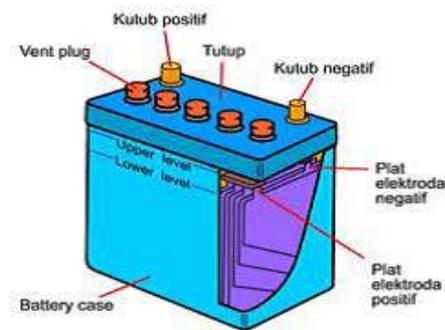
Dimana : Ah : kapasitas baterai aki
 I : kuat arus (ampere)
 t : waktu (jam/sekon)

2.4.2 Konstruksi Baterai Aki

Aki yang ada dipasaran ada 2 jenis yaitu aki basah dan aki kering. Aki basah media penyimpanan arus listrik ini merupakan jenis aki yang paling umum digunakan. Aki jenis ini perlu diberi air aki yang dikenal *accu zuur*. Sedangkan jenis aki kering merupakan jenis aki yang tidak memakai cairan, mirip seperti baterai telepon seluler. Aki ini tahan terhadap getaran dan suhu rendah.

Dalam aki ini terdapat jenis elemen dan sel untuk menyimpan aru yang mengandung asam sulfat (H_2SO_4). Tiap sel berisikan pelat positif dan negative. Pada pelat positif terkandung oksidal timbale coklat (PbO_2), sedangkan pelat

negatif mengandung timbale (Pb). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsure kimia ini berinteraksi, maka muncullah arus listrik.

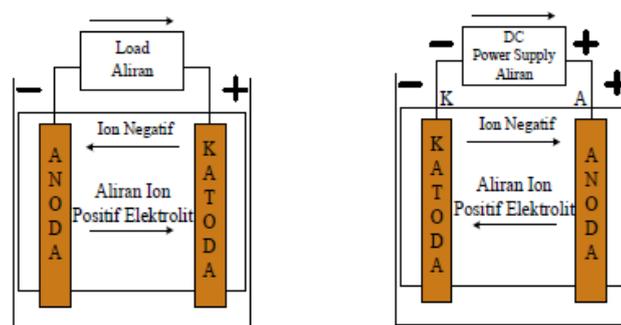


Gambar 2.11 Sel AKI/Baterai

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/47361/4/Chapter%20II.pdf>)

2.4.3 Prinsip Kerja Aki

Proses pengosongan (*discharge*) pada sel berlangsung jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda, bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda.



Gambar 2.12 Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai

(Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/47361/4/Chapter%20II.pdf>)

Dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :

- Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda.

- Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
- Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda

Jadi, reaksi kimia pada saat pengisian (*charging*) adalah kebalikan dari pengosongan (*discharging*).

2.4.4 Cara Pengisian Aki

- Pengisian awal (*Initial Charge*)

Pengisian ini dimaksud untuk pembentukan sel baterai, cara ini hanya dilakukan pada *single* sel atau baterai *stationer* dan hanya dilakukan sekali saja.

- Pengisian kembali (*Recharging*)

Recharging dilakukan secara otomatis setelah baterai mengalami pengosongan. Lamanya pengisian kembali disensor oleh *rectifier* sehingga apabila baterai sudah penuh maka dilanjutkan dengan pengisian *trickle*.

- Pengisian *equalizing* / penyesuaian

Pengisian penyesuaian/ *equalizing* dimaksudkan untuk mendapatkan kapasitas penuh pada setiap sel seimbang dengan kata lain memulihkan kapasitas baterai. Pengisian ini juga dilakukan pada saat baterai setelahnya ada penambahan *aquadest*.

- Pengisian perbaikan / *treatment*

Pengisian perbaikan / *treatment* dimaksudkan untuk memulihkan kapasitas baterai yang berada dibawah standar setelah baterai dilakukan perbaikan, apabila setelah diadakan perbaikan hasilnya belum dapat dicapai maka dapat dilakukan beberapa kali.

- Pengisian khusus / *Boost Charge*

Pengisian khusus / *boost charge* dimaksudkan untuk memulihkan baterai secara cepat setelah adanya pengosongan yang banyak, misalnya pada sistem operasi *charge* dan *discharge* yang belum mendapat catu PLN.

- Pengisian kompensasi *floating* / *trickle charge*

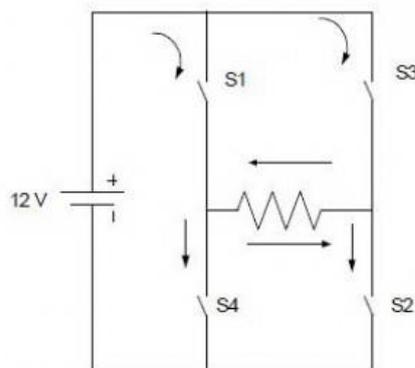
Pengisian kompensasi dimaksudkan untuk menjaga kapasitas baterai selalu dalam kondisi penuh akibat adanya pengosongan diri (*self discharge*) yang besarnya 1% dari kapasitas baterai.

2.5 *Inverter*

Inverter adalah Rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (push-pull inverter) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor *split*, *diode clamped* dan susunan kaskade).

2.5.1 Prinsip Kerja *Inverter*

Pada dasarnya *inverter* merupakan sebuah alat yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Namun gelombang tegangan yang terbentuk dari *inverter* tidak berbentuk sinusoida melainkan berbentuk gelombang dengan persegi. Berikut Gambar 2.23 ini merupakan gambar yang akan menerangkan prinsip kerja *inverter* dalam pembentukan gelombang tegangan persegi.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Inverter

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/inverter-dc-ke-ac/>)

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 konversi tegangan DC menjadi tegangan AC.



Gambar 2.14 Inverter
(Sumber: <http://duniaelektro.com>)

2.6 *Arduino*

Arduino dirilis oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles pada tahun 2005. *Arduino* terdiri dari perangkat elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. *Arduino* memiliki *software* dan *hardware*.

2.6.1 *Hardware*

Arduino saat ini telah menggunakan seri chip megaAVR , khususnya ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280, ATmega2560. Kebanyakan papan *Arduino* memiliki regulator *linear* 5 volt dan 16 MHz osilator kristal (atau resonator keramik dalam beberapa varian).

Arduino AT Mega yaitu mikrokontroler *Arduino* dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. *Arduino Mega* berbasis ATmega2560 dengan 54 digital input/output. Modul *Arduino* yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah *Arduino mega 2560*. *Arduino mega 2560* adalah piranti mikrokontroler menggunakan ATmega 2560. Modul ini memiliki 54 digital *input* dan *output*. Dimana 14 p digunakan untuk PWM *output* dan 16 pin digunakan sebagai analog *input*, 4 pin untuk UART, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, *power jack* ICSP *header*, dan tombol reset. Modul ini memiliki segala yang dibutuhkan untuk memprogram

mikrokontroler seperti kabel USB dan catu daya melalui adaptor atau baterai. Semua ini diberikan untuk mendukung pemakaian mikrokontroler Arduino, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau listrik dengan adaptor dari AC ke DC atau baterai untuk memulai pemakaian.

Spesifikasi :

- Mikrokontroler : ATmega 2560
- *Operating Voltage* : 5V
- *Input Voltage (recommended)* : 7 – 12 V
- *Input Voltage (limits)* : 6 – 20 V
- *Digital I/O Pins* : 54 (15 PWM Output)
- *Analog Input Pins* : 16
- *DC current for I/O pin* : 40 mA
- *DC current for 3.3 V pin* : 50 mA
- *Flash Memory* : 256 KB (8 KB digunakan untuk *bootloader*)
- SRAM : 8 KB
- EEPROM : 4 KB

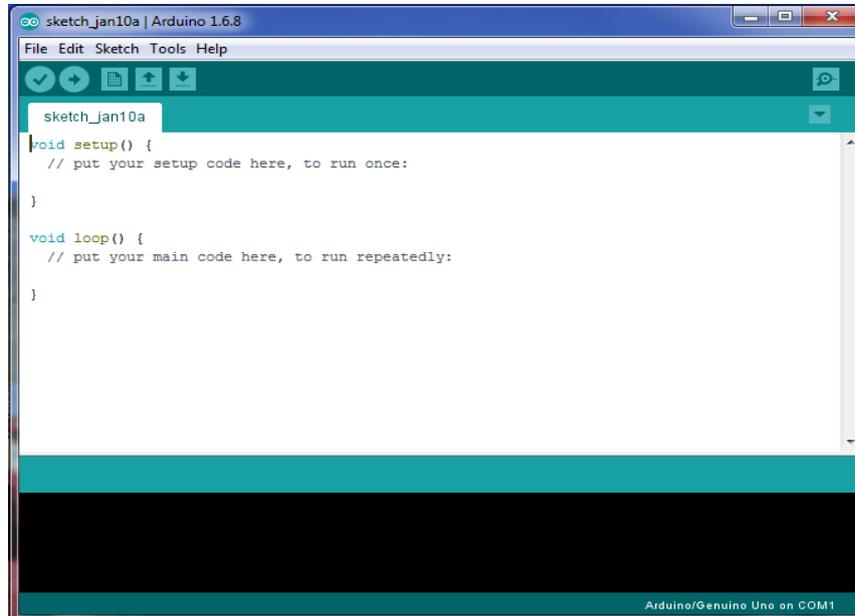
2.6.2 Software Arduino

Arduino diciptakan untuk pemula bahkan yang tidak memiliki *basic* bahasa pemrograman sama sekali, karena pemrograman Arduino menggunakan bahasa C Arduino yang telah dipermudah melalui *library* (arduino.cc)

Arduino menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. *Processing* Arduino ini dapat di-*instal* di berbagai *operating system* (OS) seperti : LINUX, Mac OS, dan Windows. *Software (Integrated Development Environment)* IDE Arduino terdiri dari tiga bagian yaitu:

1. *Editor* program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Lisitng* program pada Arduino disebut *Sketch*.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.

3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.



Gambar 2.15 *Software* Arduino
(Sumber : arduino.cc)

Struktur perintah Arduino secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak Arduino dihidupkan sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama Arduino dinyalakan.

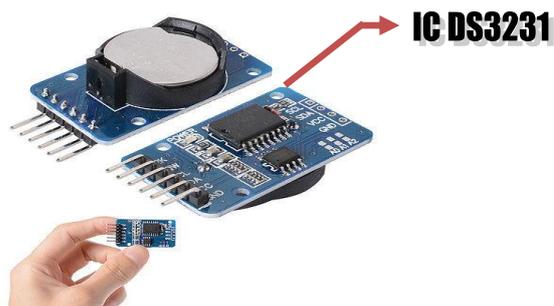
2.7 *Real Time Clock (RTC)*

RTC (Real Time Clock) merupakan sebuah IC yang memiliki fungsi untuk menghitung waktu, mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan, serta tahun. Ada beberapa RTC yang di jual di pasaran, seperti :

- DS1307
- DS1302
- DS12C887
- DS3234
- DS3231

DS3231 adalah RTC (*real time clock*) dengan kompensasi suhu Kristal osilator yang terintegrasi (TXC0). TXC0 menyediakan *clock* referensi yang stabil dan akurat, dan memelihara RTC sekitar ± 2 menit per tahun. Keluaran frekuensi tersedia pada pin 32 kHz. DS3231 menyediakan waktu dan kalender dengan dua waktu alarm dalam satu hari dan keluaran gelombang persegi yang dapat deprogram. Waktu/kalender memberikan informasi tentang detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun yang terdapat pada register internal. Register internal ini dapat di akses menggunakan bus antar muka I2C.

Informasi waktu dan kalender diperoleh dengan membaca *byte register* yang isinya dalam format BCD (*binary code decimal*). Waktu dan kalender diset atau diinisialisasikan dengan menuliskan datanya dalam format BCD pada register. DS3231 dapat aktif dalam mode 12 jam atau 24 jam dengan memiliki bit *select*. Ketika bit *select* tinggi, maka mode 12 jam yang dipilih dan bit 5, AM/PM bit akan menjadi tinggi jika PM atau rendah jika AM. Dalam mode 24 jam bit 5 merupakan bit 10-jam yang kedua (20-23 jam). Register hari dalam seminggu bertambah saat tengah malam. Ketika membaca atau menulisi waktu dan tanggal pada register, *buffer* kedua digunakan untuk menjada kesalahan ketika internal register diupdate.



Gambar 2.16 Modul RTC DS3231

(Sumber : http://thumbs4.picclick.com/d/1400/pict/191811556115_/5x-RTC-DS3231-AT24C32-IIC-I2C-precision-Real.jpg)