

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Komponen sistem tenaga surya (Photovoltaik)

Untuk membangun suatu sistem energi surya (photovoltaik) yang dapat beroperasi dengan baik maka diperlukan beberapa komponen-komponen penyusun utama antara lain :

- a. Panel surya
- b. Charge controller
- c. Inverter
- d. Battery

2.2 Panel Surya

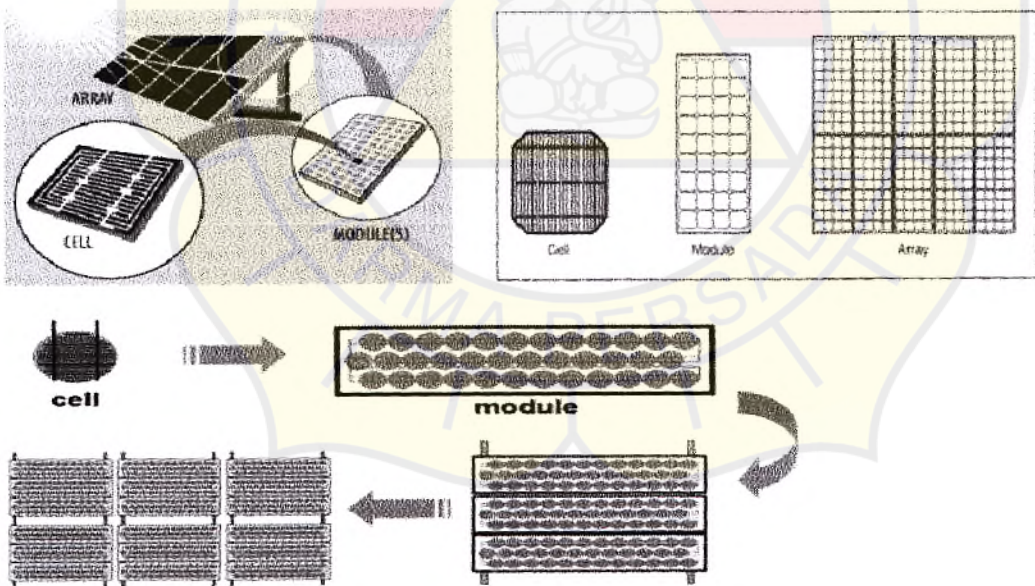
2.2.1 Pengertian sel surya (Photovoltaic)

Fotovoltaik adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Kata Photovoltaik berasal dari bahasa Yunani *photos* yang berarti cahaya dan *volta* berarti tegangan listrik. Photovoltaik biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun

seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaik.

2.2.2 Prinsip dasar teknologi sel surya

Inti dari kerja photovoltaik (PV) adalah mengubah atau mengkonversi energi dari radiasi matahari menjadi energi listrik. Beberapa komponen yang digunakan adalah elemen semikonduktor yang disebut sel surya, kemudian disusun menjadi modul surya.

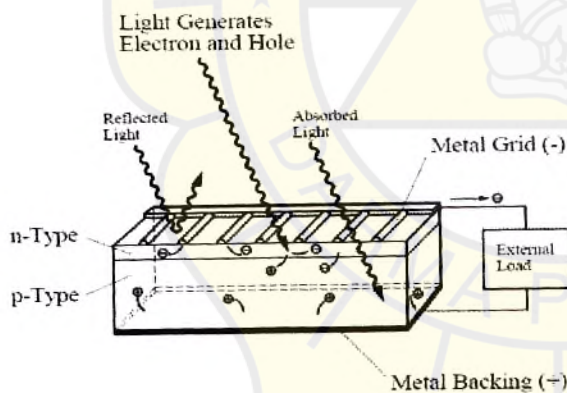


Gambar 2.1 Modul Surya

Pada sel surya terdapat sambungan (*junction*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing diketahui sebagai

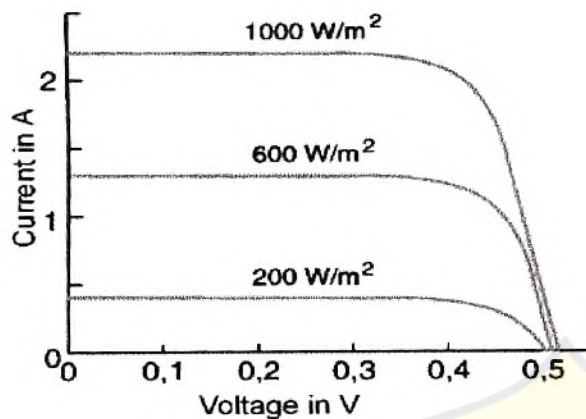
semikonduktor/silikon jenis "P" (positif) dan semikonduktor/silikon jenis "N" (negatif). Di dalam semikonduktor terdapat dua macam pembawa muatan listrik yang seimbang. Pembawa muatan listrik yang positif dinamakan hole sedangkan yang negatif dinamakan elektron.

Ketika Photovoltaik menerima radiasi surya (berupa foton) pada semikonduktor jenis "P" dan "N" menyebabkan terciptanya pengkutuban (polarisasi) dimana hole bergerak menuju semikonduktor jenis "N". Dengan menyambungkan kedua jenis semikonduktor (jenis "P" dan jenis "N") melalui suatu penghantar luar maka terjadi beda potensial antara keduanya dan mengalirkan arus searah, lihat gambar 2.2



Gambar 2.2 Prinsip kerja photovoltaic

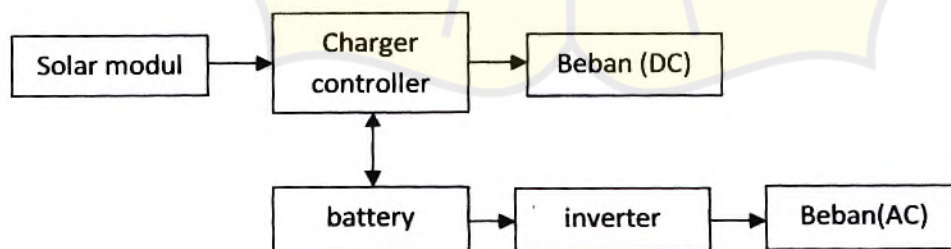
Suatu kristal silikon tunggal photovoltaic dengan luas permukaan 100 cm^2 akan menghasilkan sekitar 1,5 watt dengan tegangan sekitar 0,5 volt tegangan searah (0,5 Vdc) dan arus sekitar 2 Amper dibawah cahaya matahari dengan panas penuh (intensitas sekitar 1000 W/m^2). Lihat gambar 2.3



Gambar 2.3 Karakteristik sel photovoltaic

2.2.3 Sistem tenaga surya photovoltaik untuk penerangan

Sistem tenaga surya photovoltaik yang umum dipakai untuk penerangan adalah sistem individu atau yang lebih sering dikenal dengan nama solar home sistem (SHS). Sistem ini mempunyai tegangan 12 Vdc, yang terdiri dari satu buah modul photovoltaik, baterai, alat pengontrol dan 3 buah lampu dan sebuah stop kontak. (abu bakar dkkk,2006)



Gambar 2.4 diagram blok sistem solar modul (panel surya)

Dari gambar 2.4 dijelaskan bahwa energi sinar matahari yang dikonversi menjadi energi listrik oleh modul atau panel surya akan disalurkan ke charger control untuk mengatur pengisian energi listrik pada baterai. Selanjutnya energi listrik yang dihasilkan baterai akan dikonversi oleh inverter dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat dimanfaatkan pada beban.

Kondisi meteorologi yang paling dominan dalam mendesain sistem SHS adalah besarnya radiasi harian ($\text{Wh/m}^2.\text{hari}$), serta temperatur sekeliling, sedangkan kelembaban dan kecepatan angin tidak terlalu banyak berpengaruh. (abu bakar dkk, 2006)

2.2.4 Jenis panel sel surya

Jenis-jenis panel sel surya yang diproduksi antara lain :

a. Polikristal (Poly-crystalline)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Jenis polikristal ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.

b. Monokristal (mono-crystalline)

Merupakan panel yang efisien dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%.

Kelemahan dari pael jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

c. Amorphous

Silikon amosphous (a-Si) digunakan sebagai bahan baku panel surya untuk kalkulator pada waktu tertentu. Meskipun kinerjanya rendah daripada sel surya c-Si (crystalline) tradisional, hal ini tidak terlalu penting dalam kalkulator yang menggunakan tenaga yang sangat minim.

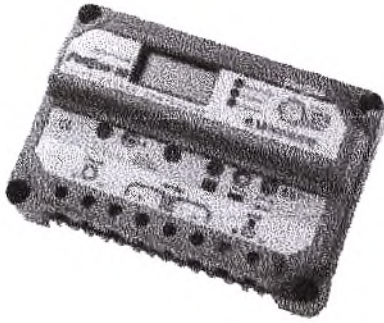
Saat ini, perkembangan pada teknik a-Si menjadi lebih efektif untuk area yang luas yang digunakan panel sel surya. Efisiensi tinggi dapat dicapai dengan penyusunan beberapa layar sel a-Si yang tipis dibagian atas satu sama lain, setiap rangkaian diatur untuk bekerja pada frekuensi tertentu. Pendekatan ini tidak berlaku untuk sel c-Si, dimana sangat tebal sebagai hasil dari teknik pembangunan dan buram, menghalangi cahaya pada lapisan tiap susunan.

Keuntungan dasar dari a-Si dalam skala produksi yang besar bukan pada efisiensi tetapi pada biaya. Sel a-Si menggunakan sekitar 1% silikon daripada sel c-Si dan biaya untuk silikon adalah faktor terbesar dalam biaya sel.

2.3 Charge Controller

Charge controller didalam sistem PLTS dapat sebagai "otak" karena fungsinya sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk maupun arus yang keluar/ digunakan. Adapun fungsi-fungsi controller ini adalah sebagai berikut :

- a. Saat voltase dibaterai telah dalam keadaan penuh, maka controller berfungsi menghentikan arus listrik yang masuk kedalam baterai dengan maksud untuk menjaga ketahanan baterai agar jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini , listrik yang tersuplai dari panel surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
- b. Saat voltase dibaterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kadar voltase tertentu (umumnya sekitar 10% sisa voltase dibaterai), maka pemutusan dilakukan oleh controller. Pada kebanyakan controller , indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu (umumnya berwarna merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa voltase dibaterai sudah hampir habis dan perlu untuk proses charging. Dalam kondisi ini , meskipun sisa voltase dibaterai masih ada, namun karena pengambilan arus listrik dari baterai telah diputus oleh controller maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi.

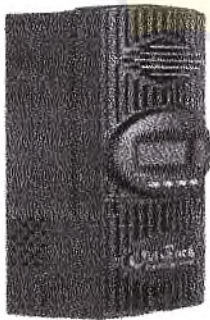


Gambar 2.5 Charger Controller

2.4 Inverter

Pada prinsipnya, photovoltaik menghasilkan arus DC (searah). Bila arus yang dibutuhkan arus AC (bolak-balik), maka dapat dipenuhi dengan memasang alat pengubah, peralatan elektronik yang bekerja sangat efisien disebut inverter.

Spesifikasi inverter tidaklah sama yakni tergantung dari seberapa besar konsumsi daya peralatan listrik keseluruhan. Semakin besar kebutuhan dayanya, maka kapasitas daya inverter juga makin besar.



Gambar 2.6 Inverter

2.5 Baterai

2.5.1 Cara kerja baterai

Baterai adalah perangkat yang mengkonversi energi kimia secara langsung ke energi listrik. Sebuah baterai terdiri dari satu atau lebih sel voltaic dan setiap sel voltaic terdiri dari dua setengah sel terhubung dalam seri oleh konduktif elektrolit yang mengandung anion (ion negatif) dan cation (ion positif). Dalam reaksi reduksi oksidasi power baterai, reaksi reduksi (penambahan elektron) ke cation terjadi di katoda, sedangkan reaksi oksidasi (penghapusan elektron) ke anion terjadi di anode. Elektroda-elektroda tidak saling berhubungan namun elektrik terhubung oleh elektrolit, yang dapat berupa padat atau cair.

Baterai merupakan sumber listrik yang diperoleh melalui suatu proses kimia, untuk mendapatkan energi listrik dengan waktu yang lama, maka dibutuhkan pelat positif dan pelat negatif cukup banyak. Pelat positif dan negatif disusun berkelompok kemudian dirapatkan satu sama lain dan tidak mengadakan hubungan satu terhadap yang lain. Pembuatan pelat positif dan pelat negatif terdiri dari suatu rangka yang dibuat bahan campuran timah dan antimon. Rangka itu mempunyai rusuk-rusuk yang berbentuk segi empat miring. Campuran timah untuk pelat positif dan campuran oksida timah dengan loodlight untuk pelat negatif dapat menempel pada rangka pelat dengan baik.

active material dari pure lead impurities rendah dan formula khusus untuk lifetime yang lama. Envelope separator menggunakan bahan mikroporous silica polyethelin dengan pori-pori kecil skala micron sehingga memperkecil short, dengan electrical resistance rendah sehingga memiliki daya start yang rendah. Pada baterai basah rata-rata memiliki tegangan baterai 12 volt dengan kapasitas 20 jam dan memiliki ampere hour sekitar 200 Ah.

b. Baterai kering

Pada saat ini perkembangan teknologi baterai kering semakin meningkat dengan berbagai jenis, tipe, dan karakteristik yang berbeda. Produk dari baterai kering terdiri dari :

a) Baterai Nickel Cadmium

Sel baterai kering jenis NiCad adalah jenis baterai yang dapat diisi kembali. Pada sel NiCad tegangan rata-rata pengisian hanya 1,2 volt sedangkan pada sel baterai kering biasanya 1,5 volt. Pada sel kering primer biasa terdapat suatu sel tambahan yang disebut alkaline sel (mangan alkaline) yang mempunyai kemampuan lebih besar dibanding dengan sel NiCad.

Baterai NiCad sama halnya dengan unit timah-asam belerang yang lain merupakan baterai sekunder atau akumulator yang aksi kimianya dapat dibalik. Bila baterai dihubungkan pada suatu

beban yaitu ketika digunakan untuk mencatu sebuah alat, maka energi listrik yang tadinya sudah dirubah menjadi energi kimia dan disimpan pada waktu pengisian berubah kembali menjadi energi listrik yang dipakai oleh beban.

b) Baterai Lead Acid

Baterai Lead Acid adalah jenis baterai yang dapat diisi kembali. Baterai tersebut berbalut asam timbale pada konstruksinya. Baterai ini sangat luas pemakaiannya pada industri, sebagai power supply utama pada motor listrik, dan sebagai cadangan penerangan. Baterai tipe ini memiliki rating kapasitas arus sebesar 3000 Ah pada tegangan 2 volt.

Pada sistem pengisian, arus pengisian tidak boleh kurang dari $\frac{1}{2}$ arus pengisian normal yang disarankan. Bila terlalu sering melakukan pengisian dengan arus rendah dan mengakibatkan sel tidak akan pernah penuh, maka akan terjadi penurunan kapasitas akibat suatu efek memory yang dimiliki oleh sel yang bersangkutan. Kalau hal ini berlangsung terus, artinya setiap pengisian tidak pernah penuh, sel-sel lambat laun akan menyesuaikan diri dengan keadaannya yang berdampak daya kerja yang dimiliki menjadi tidak baik.

Untuk mengukur besarnya energi listrik yang dimiliki suatu baterai dapat dilakukan secara bersama pada saat berlangsung pengisian aliran listrik kepada baterai. Untuk mengukur besarnya tenaga listrik dapat dipergunakan alat seltester (pencoba sel), alat ini terdiri dari 2 buah kaki yang terisolasi satu sama lain, diantara kaki-kaki terdapat sebuah voltmeter DC yang mempunyai batas pengukuran sampai sebesar 3 volt.

Keadaan tenaga listrik didalam sel baterai sebagai berikut :

- a. Baterai dalam kondisi baik = 1,5 – 2 Volt
- b. Baterai kondisi kurang baik = 1,5 – 2 Volt
- c. Baterai kondisi rusak = 1 – 1,5 Volt



Gbr 2.7 Baterai

Campuran timah dengan meni timah dan campuran oksida timah dengan loodlight merupakan suatu campuran tepung cair (berupa pasta) yang mempunyai masa aktif. Masa aktif inilah yang menerima proses kimia sehingga aliran listrik dapat disimpan didalam baterai, kemudian aliran listrik yang tersimpan dalam proses kimia itu dikeluarkan kembali untuk dimanfaatkan. Pelat negatif dan pelat positif tidak diperbolehkan mengadakan hubungan langsung. Oleh karena itu diantaranya diberi dinding dimana merupakan penghalang (separator). Separator dibuat dari bahan karet dan fiberglass yang diberi lubang. Seandainya masa aktif dalam bilangan jumlah banyak gugur dibawah tempat raknya, maka baterai tidak dapat dimanfaatkan lagi, baterai harus dibongkar dan pelat-pelat yang kehilangan masa aktif harus diganti dengan pelat yang baru.

2.5.2 Jenis Baterai

Pada saat ini diproduksi berbagai jenis baterai dengan berbagai kapasitas dan tegangan kerja yang dibutuhkan. Pada dasarnya sebuah baterai dibedakan menurut tipe dan jenisnya antara lain :

a. Baterai basah

Pada umumnya baterai basah dibuat dari bahan "low antimony lead alloy" dan "calcium lead alloy". Untuk menghasilkan self discharger dan water loss yang rendah, pelat yang terpasang dibuat dengan bahan