

BAB II

PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK

2.1 Solar Cell

2.1.1 Pengertian Dan Sejarah Solar Cell

Solar cell adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Yang dimaksud dengan efek *photovoltaic* adalah suatu efek munculnya tegangan listrik yang diakibatkan adanya kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Efek ini pertama kali ditemukan oleh Alexandre – Edmund Becquerel seorang ahli fisika Perancis pada tahun 1839.

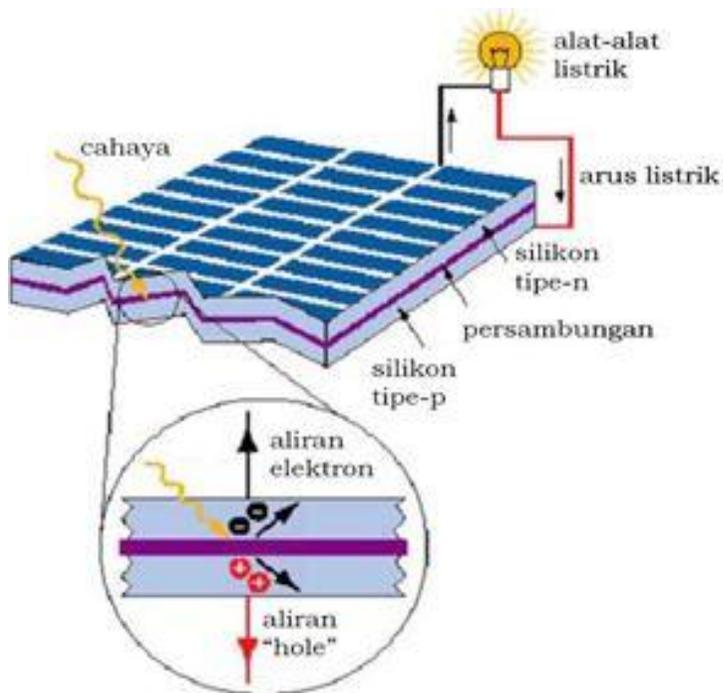
Pada dasarnya solar cell merupakan dioda photo yang memiliki permukaan yang luas. Perangkat solar cell menjadi sangat sensitif dengan cahaya yang masuk karena permukaan yang luas tersebut. Tegangan dan arus yang dihasilkan lebih besar dari dioda photo. Saat ini banyak sekali penggunaan solar cell dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya pada alat pengisian baterai, kalkulator, pada satelit, sebagian kecil penerangan jalan raya menggunakan solar cell sebagai sumber energi listriknya dan bahkan beberapa negara sudah mulai menggunakan solar cell sebagai alternatif pembangkit listrik tenaga terbarukan.

2.1.2 Prinsip Kerja Solar Cell

Solar cell terdiri minimal dua lapisan semikonduktor. Lapisan yang satu mengandung muatan positif dan yang lainnya mengandung muatan negatif. Dimana semikonduktor inilah yang nantinya akan berperan untuk menghasilkan muatan-muatan listrik. Cahaya matahari terdiri dari partikel

sangat kecil yang disebut dengan *foton*. Partikel cahaya matahari tersebut menghantam atom semikonduktor solar cell sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dari struktur atomnya muatannya menjadi negatif dan elektron tersebut akan bergerak bebas pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor solar cell. Atom yang kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan atau hole pada strukturnya. Kehilangan elektron mengakibatkan atom bermuatan positif. Peristiwa *foton* yang menghantam atom semikonduktor mengakibatkan elektron bergerak bebas dan berpindah ke daerah yang bermuatan positif inilah yang menimbulkan energi energi listrik dari solar cell.

Daerah semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N. Dan daerah semikonduktor yang memiliki hole atau kekosongan elektron bermuatan positif. Daerah semikonduktor ini bersifat sebagai penerima elektron. Daerah ini disebut dengan semikonduktor tipe P. Dibatasi daerah semikonduktor positif dan negatif (PN Junction) akan menimbulkan energi yang mendorong elektron (-) .

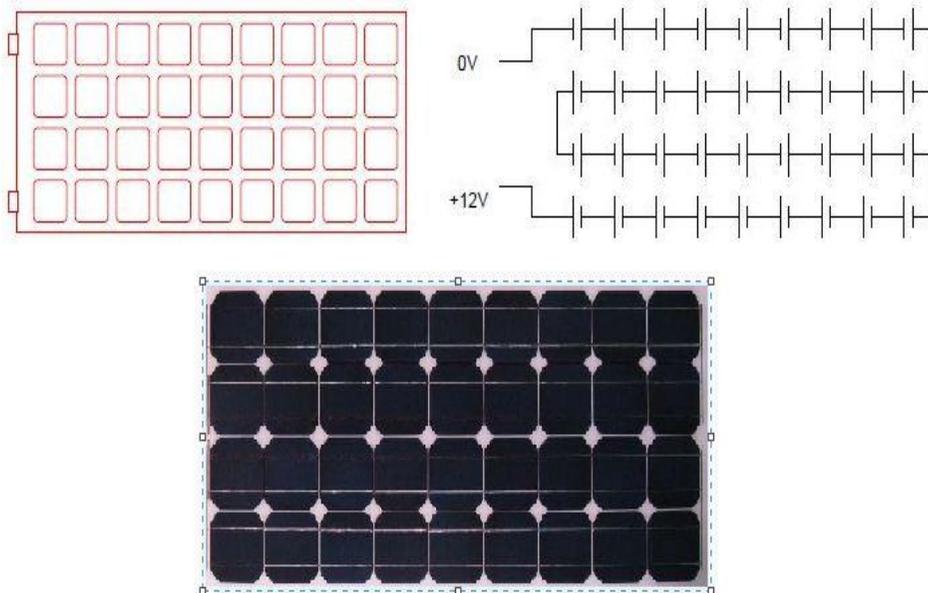


Gambar 2.1 Prinsip Kerja Solar Cell¹⁵

Ketika disinari cahaya matahari, biasanya satu cell dari panel surya hanya menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 volt sampai dengan 1 volt, dan arus short circuitnya dalam skala miliampere per cm². Besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan setiap cell tidak akan cukup untuk mensuplay berbagai aplikasi. Sehingga solar cell biasanya tersusun oleh beberapa cell secara seri membentuk suatu panel. Satu panel solar cell biasanya terdiri dari 28 sampai 36 cell dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi mendapatkan cahaya standart. Suatu modul

¹⁵ Andi Julisman, Ira Devi Sara, Ramdhan Halid Siregar. 2017. *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Pada Sistem Otomatis Atap Sation Bola*. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

solar cell bisa digabungkan secara seri maupun paralel untuk mendapatkan tegangan atau arus yang sesuai kebutuhan.



Gambar 2.2 Susunan cell pada solar panel¹⁶

2.1.3 Jenis – Jenis Solar Cell

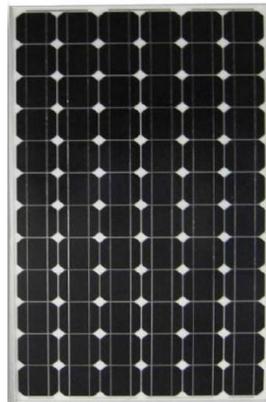
Solar cell yang ada dipasaran saat ini jenisnya bermacam-macam, berdasarkan teknologi pembuatannya antara lain:

a. Monocrystalline

Solar cell monocrystalline dibuat menggunakan crystal silikon murni yang sudah melalui proses czochralski yang hasilnya adalah ingot. Ingot kemudian diiris tipis-tipis, irisan ingot inilah yang

¹⁶ <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya>, diakses pada Rabu, 16 Mei 2018

menyebabkan jenis solar cell monocrystalline berbentuk bundar atau segidelapan. Ciri-ciri fisik type monocrystalline dapat dibedakan dengan melihat bentuknya yang segidelapan dan juga warnanya lebih gelap. Pembuatan solar cell jenis ini cukup rumit dan memakan biaya produksi yang mahal, sehingga harga jual juga relatif mahal. Solar cell jenis monocrystalline merupakan yang paling efisien dibanding jenis solar cell lainnya. Jenis ini mempunyai efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan jenis solar cell ini adalah tidak dapat berfungsi dengan baik jika cahaya matahari kurang atau pada saat mendung. Selain itu jika disusun membentuk solar modul akan menyisakan banyak ruangan kosong karena bentuknya segi delapan.



Gambar 2.3 Solar Cell Monocrystalline¹⁷

¹⁷<https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya>, diakses pada Rabu, 16 Mei 2018

b. Polycrystalline

Solar cell polycrystalline diperkenalkan ke pasar pada tahun 1981. Solar cell jenis ini memiliki susunan kristal acak. Polycrystalline tidak memerlukan proses czochralski seperti pada proses pembuatan monocrystalline. Polycrystalline membutuhkan luas permukaan yang lebih besar dibanding jenis monocrystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Akan tetapi kelebihanannya adalah dapat bekerja lebih baik dari monocrystalline pada saat mendung. Jenis polycrystalline dihasilkan dari proses metalurgi grade silikon dengan pemurnian kimia. Silikon baku dicairkan dan dituangkan kedalam cetakan persegi, kemudian didinginkan dan dipotong menjadi wafer-wafer persegi yang sempurna. Proses produksi jenis polycrystalline jauh lebih mudah dibandingkan jenis monocrystalline, sehingga harganya jauh lebih murah. Ciri fisik polycrystalline adalah warna permukaan lebih kebiruan dan bentuknya kotak atau persegi dan susunannya lebih rapat. Efisiensi jenis solar cell polycrystalline adalah sekitar 13%-16%.



Gambar 2.4 Solar Cell Polycrystalline¹⁸

c. Thin Film Solar Cell

Jenis solar cell ini adalah jenis solar cell generasi kedua yang dibuat dengan menambahkan satu atau lebih lapisan tipis ke dalam substrate seperti kaca, plastik atau metal. Bahan pembuatannya menggunakan campuran teknologi Cadmium Telluride, Copper Indium Gallium Diselenide dan Amorphous Silicon serta thin film silicon. Jenis solar cell ini memiliki kerapatan atom yang rendah sehingga mudah dibentuk. Ketebalan film solar cell bervariasi dari beberapa nanometer hingga puluhan micrometer. Jenis ini lebih tipis dibanding jenis solar cell lainnya. Sehingga jenis ini lebih fleksibel dan lebih ringan. Aplikasi jenis solar cell thin film ini banyak dijumpai pada penggunaan kalkulator, jam tangan dan peralatan yang tidak membutuhkan daya listrik yang besar.

¹⁸ <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya>, diakses pada 16 Mei 2018



Gambar 2.5 Thin Film Solar Cell¹⁹

Berdasarkan materialnya, thin film solar cell digolongkan menjadi:

❖ Amorphous Silicon Solar Cell

Solar berbahan amorphous awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun pada perkembangan pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknologi yang disebut stacking (susun lapis), dimana beberapa lapis amorphous silicon ditumpuk membentuk sel surya yang memberikan efisiensi lebih baik antara 6% - 8%.

¹⁹ <https://teknologisurya.wordpress.com/tag/thin-film-solar-cells>, diakses pada 16 Mei 2018

❖ Cadmium Telluride Solar Cell

Solar cell ini terbuat dari bahan cadmium telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari solar cell amorphous silicon. Efisiensinya sekitar 9% - 11%.

❖ Copper Indium Gallium Selenide Solar Cell

Jenis solar cell ini memiliki efisiensi lebih tinggi dibanding solar cell amorphous silicon dan cadmium telluride. Efisiensinya adalah sekitar 10% - 12%. Jenis ini juga tidak mengandung bahan berbahaya cadmium.

2.2 Aki / Accumulator

Aki atau bisa disebut accumulator adalah komponen elektronika yang menghasilkan energi listrik searah dengan mengubah energi kimia menjadi listrik. Disamping itu aki juga bisa digunakan sebagai penyimpan energi listrik untuk kemudian digunakan pada saat dibutuhkan. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. Ketika aki dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapat pada anode (reduksi) dan katode (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anode dan katode tidak ada beda potensial, artinya aki menjadi kosong. Supaya dapat digunakan lagi maka aki harus dicharger seperti layaknya baterai lainnya.

2.2.1 Jenis Aki Untuk Solar Cell

Jenis aki atau accumulator yang sesuai untuk digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya antara lain:

a. Deep Cycle Battery

Deep cycle baterai atau aki industri adalah jenis aki yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik yang stabil dan dalam waktu yang lama. Aki jenis ini memiliki ketahanan terhadap siklus charging dan discharging yang berulang-ulang. Idealnya aki jenis deep cycle dapat digunakan hingga 80% dari kapasitas normalnya.



Gambar 2.6 Deep Cycle Battery²⁰

b. Baterai Li Ion

Baterai Li Ion adalah baterai yang terbuat dari senyawa litium interkalasi. Baterai jenis ini memiliki daya tahan yang tinggi dan tingkat penurunan daya saat tidak digunakan cukup rendah. Sehingga baterai ini dapat bertahan dalam kondisi lingkungan apapun, dan tentunya dapat menyimpan daya yang

²⁰ sumber : <http://dayasurya.weebly.com/aki.html>, diakses pada Rabu, 16 Mei 2018

lebih besar. Baterai ini memiliki berat yang lebih ringan dari jenis baterai lainnya dan daya tahan siklus pengisiannya lebih tinggi. Kapasitasnya lebih tinggi dan rasio self dischargingnya sekitar 20% perbulan.



Gambar 2.7 Baterai Li Ion²¹

2.2.2 Perhitungan Daya Aki

Untuk mengetahui kapasitas daya aki atau accumulator digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad \dots(2.1)$$

Dimana :

P = Daya dalam satuan watt

V = Tegangan dalam satuan volt

²¹ sumber : <http://dayasurya.weebly.com/aki.html>, diakses pada Rabu, 16 Mei 2018

I = Kuat arus dalam satuan ampere

Dari persamaan (2.1) dapat diperoleh persamaan tegangan yaitu :

$$V = P/I \quad \dots(2.2)$$

Dari persamaan (2.1) dapat juga diperoleh persamaan arus yaitu:

$$I = P/V \quad \dots(2.3)$$

Untuk penentuan berapa kebutuhan aki yang dibutuhkan pada suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya, diperlukan perhitungan sebagai berikut:

Misalkan:

- Kebutuhan daya selama 12 jam (18.00 malam - 06.00 pagi) = 200 watt
- Antisipasi hari mendung dan hujan maka kapasitas aki dibuat 3 kali beban = $200 \times 3 = 600$ watt
- Jadi kapasitas aki yang diperlukan = $P = V \cdot I$

$$600 = 12 \cdot I$$

$$I = 600 : 12$$

$$I = 50 \text{ ampere}$$

Jadi aki yang dibutuhkan untuk backup adalah 50 ampere