

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Radiasi Sinar Matahari**

Energi Matahari bisa sampai ke permukaan bumi dengan cara radiasi (pancaran), karena diantara bumi dan matahari terdapat ruang hampa (tidak ada zat perantara), sedangkan gelombang elektromagnetik adalah suatu bentuk gelombang yang dirambatkan dalam bentuk komponen medan listrik dan medan magnet, sehingga dapat merambat dengan kecepatan yang sangat tinggi dan tanpa memerlukan zat atau medium perantara.

Dari sekian banyak energi yang dikeluarkan matahari yang sampai ke bumi melalui melalui proses perambatan tadi kemudian diserap oleh bumi. Energi yang diserap ini akan menyebabkan suhu dari Bumi akan naik. Pada gilirannya, suhu bumi yang hangat atau panas ini akan memancarkan juga sebagian energinya, sehingga energi yang diterima bumi = energi yang diserap bumi + energi yang dipancarkan bumi.

##### **2.1.2 Radiasi pada Permukaan Material**

Radiasi yang jatuh pada permukaan material pada umumnya akan mengalami reflektivitas, absorbtivitas dan transmisivitas. Refleksi adalah pemantulan dari sebagian radiasi tersebut. Refleksi tergantung pada harga indeks bias dan sudut datang radiasi. Refleksi secara umum ada dua, yaitu:

1. Refleksi spektakular, terjadi seperti pantulan sinar pada sebuah cermin datar dimana sudut datang sama dengan sudut pantul.
2. Refleksi difusi, terjadi berupa pantulan ke segala arah.

Transmisi memberikan nilai besar radiasi yang dapat diteruskan oleh suatu lapisan permukaan. Kemampuan penyerapan (absorbtivitas) dari

suatu permukaan merupakan hal yang penting dalam pemanfaatan radiasi seperti pada pemanfaatan radiasi surya. Sebagian besar cahaya menembus bahan tembus cahaya, bagian *flux* cahaya yang dapat menembus ditentukan oleh faktor transmisi.

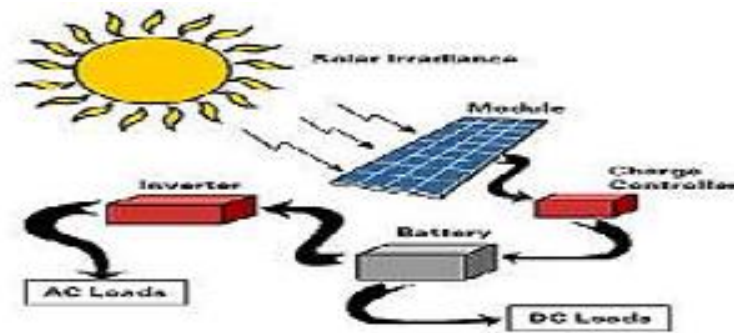
Absorbilitas memberikan nilai besarnya radiasi yang dapat diserap. Misalnya pada bagian absorber pada sebuah pengumpul radiasi surya. Ketiga proses tersebut diatas, yaitu absorpsi, refleksi dan transmisi adalah hal yang penting dalam proses pemanfaatan radiasi surya karena ini menyangkut efektivitas pemanfaatan pada sebuah pengumpul radiasi surya. Bagian yang diserap ini menimbulkan panas dari permukaan tersebut.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil hingga besar, baik secara mandiri maupun dengan *hybrid* (dikombinasikan dengan sumber energi lain) baik dengan metode Desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode Sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel).

Pada siang hari modul surya/panel solar cell menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaic. Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dapat langsung disalurkan ke beban atau disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban. Dan arus searah DC (*direct current*) yang dihasilkan dari modul surya yang telah tersimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban terlebih dahulu.

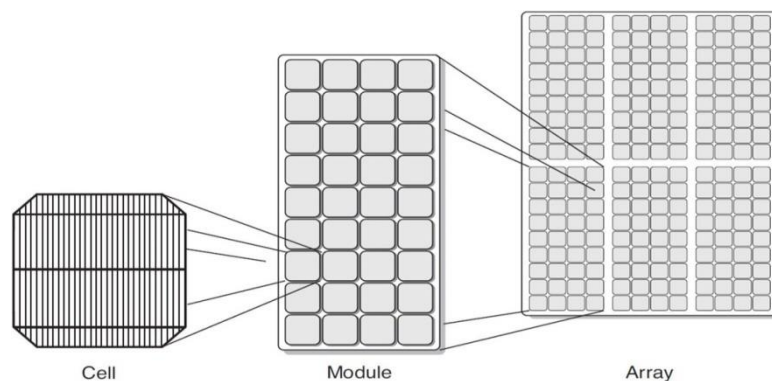


**Gambar 2.1** Skema Instalasi PLTS

## 2.3 Komponen Sistem PLTS

### 2.3.1 Modul Surya

Modul surya berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik DC. Secara prinsip, modul surya terdiri dari beberapa sel *photovoltaic* yang disambung spesifik untuk menghasilkan arus DC sesuai spesifikasi output. Sel-sel *photovoltaic* tersebut bisa disusun secara seri untuk menaikkan tegangan output, paralel untuk meningkatkan arus keluaran, maupun kombinasi seri paralel.



**Gambar 2.2** Modul dan Array Surya

Untuk sistem PLTS di Indonesia umumnya hanya 3 jenis yang digunakan, yaitu:

#### a. Mono Kristal

Jenis mono kristal dibuat dari *keeping (wafer) silicon* Kristal tunggal yang dicirikan dengan susunan atom yang teratur dan hanya

mempunyai satu orientasi kristal, yaitu semua atom tersusun secara simetris. Dibandingkan dengan jenis poli kristal, sel ini memiliki efisiensi yang relatif lebih tinggi, namun lebih mahal.







b. Poli Kristal

Sel surya poli kristal dibuat dengan teknologi *casting* berupa balok silikon dan dipotong-potong tipis (*wire-sawing*) menjadi kepingan dengan ketebalan sekitar 250–350 mikrometer. Metode ini relatif tidak memerlukan ketelitian dan biaya tinggi, namun menghasilkan sel surya dengan efisiensi lebih rendah.

c. Thin Film

Sel surya ini dibuat dengan teknologi lapisan tipis (*thin film*) material semikonduktor. Pembuatan sel surya dengan lapisan tipis ini dapat mengurangi biaya pembuatan solar sel karena hanya menggunakan kurang dari 1% dari bahan baku silikon jika dibandingkan dengan bahan baku untuk tipe silikon wafer. Selain itu, sel surya *thin film* juga dapat dibuat dari bahan semikonduktor lainnya yang memiliki efisiensi solar sel tinggi seperti *Cadmium Telluride* (Cd Te) dan *Copper Indium Gallium Selenide* (CIGS).

Semakin tinggi efisiensi modul surya, semakin besar daya listrik yang dihasilkan oleh modul tersebut untuk luas modul yang sama. Sehingga semakin tinggi efisiensi modul surya yang dipakai semakin kecil luas lahan yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya listrik tertentu. Secara teknologi, efisiensi suatu modul surya lebih banyak ditentukan oleh faktor material yang digunakan, meskipun proses *layering* dan *manufacturing* dapat juga memberikan pengaruh kepada tingkat efisiensi suatu modul surya.

CELL MATERIAL	MODULE EFFICIENCY	SURFACE AREA NEED FOR 1 kWp	
Monocrystalline silicon	13–19%	5–8 m <sup>2</sup>	
Polycrystalline silicon	11–15%	7–9 m <sup>2</sup>	
Micromorphous tandem cell (a-Si/μc-Si)	8–10%	10–12 m <sup>2</sup>	
Thin film copper-indium/gallium-sulfur/diselenide (CI/GS/Se)	10–12%	8–10 m <sup>2</sup>	
Thin-film cadmium telluride (CdTe)	9–11%	9–11 m <sup>2</sup>	
Amorphous silicon (a-Si)	5–8%	13–20 m <sup>2</sup>	

**Gambar 2.3** Tipikal Efisiensi Tiap Sel Surya

### 2.3.2 *Solar Charge Controller*

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah “penuh”) dan kelebihan voltase dari panel surya / *solar cell*. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.



**Gambar 2.4** *Solar Charge Controller*

### 2.3.3 Baterai

Baterai atau akkumulator adalah alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik agar sewaktu - waktu dapat kita pergunakan. Aki (*Battery*) adalah alat penyimpan energi yang diisi oleh aliran DC dari panel surya. Disamping menyimpan tenaga DC, aki juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi aliran listrik. Pada dasarnya, orang mengetahui dua jenis aki, yaitu, aki primer (*primary battery*) dan aki sekunder (*secondary battery*). Baterai ABC adalah salah contoh alat penyimpan energi primer. Baterai primer ini biasanya tidak bisa dicas ulang. Aki sekunder adalah baterai yang bisa diisi kembali, contohnya aki merek Yuasa yang terpasang pada kendaraan bermotor. Untuk sistem PLTS, hanya aki sekunderlah yang kita gunakan.



**Gambar 2.5** Baterai

### 2.3.4 Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya/*solar cell* menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam PLTS adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (*Alternating Current*). Tegangan keluarannya dapat tetap atau variabel dengan frekuensi yang tetap atau variabel pula. Tegangan keluaran variabel dapat ditentukan dengan mengubah tegangan keluaran masukan DC nya, dimana dalam hal ini penguatan dari inverter dijaga untuk tetap konstan.



**Gambar 2.6** Inverter

#### **2.3.5 Beban (*Loads*)**

Beban adalah peralatan yang mengonsumsi daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS. Beban termasuk peralatan komunikasi nirkabel, lampu jalan, lampu penerangan rumah atau gedung, TV, radio dan lain-lain