

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan. Teknologi energi surya secara umum dikategorikan menjadi dua kelompok, yakni teknologi pemanfaatan pasif dan teknologi pemanfaatan aktif. Pengelompokan ini tergantung pada proses penyerapan, pengubahan, dan penyaluran energi surya. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif adalah penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif meliputi mengarahkan bangunan ke arah matahari, memilih bangunan dengan massa termal atau kemampuan dispersi cahaya yang baik, dan merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami.

Energi telah menjadi kebutuhan vital masyarakat yang sangat dibutuhkan untuk makanannya, manusia membutuhkan energi panas atau untuk memenuhi kebutuhan air di perkotaan, masyarakat membutuhkan energi listrik untuk menyalakan dan menjalankan pompa air. Energi listrik yang umumnya dipakai oleh masyarakat Indonesia berasal dari pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar fosil. Kelemahan penggunaan bahan bakar fosil adalah pembakarannya menghasilkan gas rumah kaca sehingga menambah konsentrasi gas rumah kaca di bumi penyebab peningkatan suhu bumi dan pemanasan global. Matahari adalah sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat terus-menerus (tidak habis), khususnya energi elektro

magnetik yang dipancarkan oleh matahari. Penggunaan tenaga surya tidak membutuhkan pembakaran sehingga tidak menghasilkan gas buang berupa gas rumah kaca. Pemanfaatan energi matahari dilakukan dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau listrik untuk memenuhi kebutuhan energi manusia. Pemanfaatan tenaga surya dilakukan dengan mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah sinar matahari dan photovoltaic, yaitu tenaga matahari. Bahan dasar untuk menangkap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi adalah bahan semi konduktor. Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan silikon. berwarna hitam. Bahan dasar silikon ini dibuat menjadi lempengan dan dipasang tiang agar bisa diarahkan langsung pada matahari. Silikon adalah bahan yang dapat merefleksikan matahari seperti kaca.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis mengambil judul “Pemanfaatan Energi Matahari Untuk Penyemprot Tanaman Otomatis”

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh kemiringan panel surya terhadap sinar matahari.
2. Bagaimana intensitas matahari di kota Medan.
3. Bagaimana kondisi cuaca yang di butuhkan dalam pemanfaatan energi matahari untuk penyemprotan tanaman otomatis.

## **1.3. Ruang Lingkup**

Dalam penelitian ini akan melakukan kajian di laboratorium teknik mesin universitas harapan dengan pemanfaatan panel surya.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

1. Analisa intensitas matahari di kota Medan.
2. Analisa pengaruh kemiringan panel surya terhadap tegangan panel surya.
3. Mencari kondisi optimal dari panel surya dengan variasi kemiringan.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian di harapkan membantu terutama petani tanaman hias agar lebih inovatif dan membantu petani dalam efektifitas dan efesiensi waktu yang digunakan dalam penyiraman tanaman.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Panel Surya**

Panel surya adalah perangkat yang terdiri dari sel surya yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Matahari atau matahari atau sol adalah sumber energi paling kuat yang tersedia. Sel surya atau sel surya dapat diartikan sebagai sel surya "petir" yang bergantung pada efek sel surya untuk menyerap energi. Secara umum, sel surya adalah semikonduktor yang dapat menyerap proton dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil yang telah dilapisi dengan bahan kimia khusus untuk membentuk dasar sel surya. Secara umum, sel surya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm dan terbuat dari irisan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Sambungan antara dua lapisan tipis sel surya terbuat dari bahan semikonduktor yang dikenal sebagai tipe "P" (positif) dan semikonduktor "N" (negatif). Silikon tipe P ditempatkan di permukaan dan dibuat sangat tipis sehingga sinar matahari dapat langsung menembus dan mencapai sendi. Bagian P ini dilengkapi dengan lapisan nikel berbentuk cincin sebagai terminal output positif. Ini terletak di bawah bagian P dan memiliki bagian tipe N berlapis nikel dan terminal keluaran negatif.

#### **2.2. Sejarah Panel Surya**

Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek photovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Efek photovoltaic pertama kali dikenali pada tahun 1839 oleh Fisikawan Perancis

Alexandre-Edmond Becquerel. Akan tetapi, sel surya yang pertama dibuat baru pada tahun 1883 oleh Charles Fritts, yang melingkupi semikonduktor selenium dengan sebuah lapisan emas yang sangat tipis untuk membentuk sambungan-sambungan. Alat tersebut hanya memiliki efisiensi 1%. Russell Ohl mematenkan sel surya modern pada tahun 1946 (U.S. Patent 2,402,662, "Light Sensitive Device"). Masa emas teknologi tenaga surya tiba pada tahun 1954 ketika Bell Laboratories, yang bereksperimen dengan semikonduktor, secara tidak disengaja menemukan bahwa silikon yang didoping dengan unsur lain menjadi sangat sensitif terhadap cahaya. Hal ini menyebabkan dimulainya proses produksi sel surya praktis dengan kemampuan konversi energi surya sebesar sekitar 6 persen. Pertama kali penggunaan sel surya diperuntukkan bagi satelit-satelit ruang angkasa pada tahun 1958, dikarenakan ringandan dapat diandalkan, tahan lama dan energi matahari di angkasa lebih besar dari bumi. Tapi penggunaan sel Surya pada masyarakat umum belum begitu meluas dikarenakan mahalnya biaya untuk instalasinya. Solar cell adalah divais yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Jadi secara langsung arus dan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell bergantung pada penyinaran matahari. Pada solar cell ini dibutuhkan material yang dapat menangkap matahari dan energi tersebut digunakan untuk memberikan energi ke elektron agar dapat berpindah melewati band gapnya ke pita konduksi, dan kemudian dapat berpindah ke rangkaian luar. Melalui proses tersebutlah arus listrik dapat mengalir dari solar cell. Umumnya, divais dari solar cell ini menggunakan prinsip PN junction. Pada pelaksanaannya, sel surya tidak dipakai sendirian, tetapi biasanya dirakit menjadi Modul Surya.

Modul Surya (fotovoltaic) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel untuk

meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari. Komponen utama sistem surya photovoltaic adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya photovoltaic.

Untuk membuat modul photovoltaic secara pabrikasi bisa menggunakan teknologi kristal dan thin film. Modul photovoltaic kristal dapat dibuat dengan teknologi yang relatif sederhana, sedangkan untuk membuat sel photovoltaic diperlukan teknologi tinggi. Modul photovoltaic tersusun dari beberapa sel photovoltaic yang dihubungkan secara seri dan paralel.

### **2.3. Struktur panel surya**

Sesuai dengan perkembangan sains & teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi.

Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula (Jenis-jenis teknologi surya akan dibahas di tulisan “Sel Surya : Jenis-jenis teknologi”).

Dalam tulisan ini akan dibahas struktur dan cara kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya silikon) dan kedua (thin film/lapisan tipis).



Gambar 2.1 Struktur dari sel surya komersial yang menggunakan material silikon sebagai semikonduktor

Gambar diatas menunjukkan ilustrasi sel surya dan juga bagian-bagiannya. Secara umum terdiri dari :

#### 1. Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

#### 2. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum

diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$  (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti  $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$  (CZTS) dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (copper oxide) Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe-p, tipe-n, dan juga prinsip p-n junction dan sel surya akan dibahas dibagian “cara kerja sel surya”.

### 3. Kontak metal / contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

### 4. Lapisan anti reflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan antirefleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.



## 5. Enkapsulasi / cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

### **2.4. Distribusi Energi Listrik Dari Solar Cell Ke Baterai**

Solar cell merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang tidak menghasilkan polusi sehingga ramah lingkungan, selain itu tidak menghasilkan suara yang bising, dan tahan lama. Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa solar cell sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk pada permukaannya.

Yang terjadi adalah bahwa daya yang disuplai oleh solar cell ini berubah-ubah dan tidak stabil tergantung kondisi penyinaran saat itu, sehingga apabila solar cell ini dihubungkan secara langsung ke beban, maka dapat merusak beban tersebut. Solusinya adalah dengan menggunakan sistem penyimpanan energi yang menyimpan energi listrik tersebut untuk kemudian disambungkan ke beban, sehingga apabila kondisi penyinaran matahari dalam keadaan mendung, dari sistem penyimpanan energi tersebut masih dapat menyuplai beban secara stabil.

Sistem penyimpanan energi yang sering digunakan adalah baterai/ accumulator. Solar cell yang memiliki nominal tegangan 12 V, biasanya dapat menghasilkan tegangan yang berubah dari 8 - 20 V, sedangkan baterai yang digunakan mempunyai tegangan nominal 12 V. Adanya perbedaan antara tegangan keluaran dari solar cell dan baterai tentu saja memiliki dampak, yaitu kerusakan pada baterai yang berakibat akan mengurangi lifetime dari baterai. Oleh karena dibutuhkan regulator tegangan yang mengubah tegangan solar cell tersebut ke 12 V. Regulator ini selain berfungsi sebagai regulator tegangan, juga harus mempunyai fungsi sebagai dioda proteksi,

sehingga hanya melewatkan arus yang menuju baterai dan tidak ada arus balik ke solar cell. Apabila sore, dengan tidak adanya penyinaran dari matahari, tegangan dari solar cell bisa lebih kecil dari baterai yang memungkinkan adanya arus balik dari baterai ke solar cell, tapi dengan adanya dioda proteksi ini hal tersebut tidak terjadi. Regulator ini juga disebut sebagai Charger.

## **2.5. Kelebihan Dan Kelemahan Panel Surya**

### **2.5.1. Kelebihan Panel Surya**

Seperti yang anda ketahui energi surya merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM). Tak hanya itu saja, energi surya juga merupakan sumber energi terbarukan yang tidak akan habis meski digunakan secara terus menerus oleh manusia. Berbeda dengan Bahan Bakar Minyak yang dapat semakin menipis ketika digunakan secara terus menerus. Hal ini dikarenakan bahan bakar minyak berasal dari fosil jutaan tahun lalu. Berbeda dengan energi surya yang memerlukan sinar matahari.

#### **1. Tidak akan pernah habis.**

Keuntungan yang pertama adalah tidak akan pernah habis dan ramah lingkungan. Seperti yang Anda ketahui energi matahari merupakan sumber energi terbarukan yang tidak akan pernah habis. Penggunaan energi surya juga dapat mencegah penggunaan bahan bakar fosil menjadi semakin menipis. Dan bahkan saat ini banyak sekali negara-negara maju yang menggunakan energi surya untuk menjadikannya energi listrik

#### **2. Ramah lingkungan**

Dikatakan ramah lingkungan karena penggunaan energi surya tidak akan menghasilkan emisi karbon sama seperti BBM. Oleh karena itu energi surya dapat dikatakan sebagai salah

satu sumber energi alternatif yang sangat lingkungan. Dan pastinya hal ini dapat mencegah pemanasan global yang dapat menyebabkan perubahan iklim tak menentu.

### 3. Hanya Membutuhkan Sedikit Perawatan

Keuntungan pembangkit listrik tenaga surya selanjutnya adalah hanya membutuhkan sedikit perawatan. Setelah instalasi dan dioptimasi, panel surya dapat menciptakan listrik dengan luasan hanya beberapa milimeter dan tidak memerlukan perawatan yang berarti. Tak hanya itu saja, panel surya juga memproduksi energi dalam diam, sehingga tak mengeluarkan bunyi bising dan lainnya.

### 4. Sangat Cocok Untuk Daerah Tropis Seperti Indonesia

Selain itu, energi surya juga memiliki keuntungan lainnya seperti, bebas dari biaya perawatan. Pemasangan sangat mudah, kapasitas yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan lainnya.

#### 2.5.2. Kelemahan Panel Surya

Meskipun memiliki keuntungan, PLTS juga memiliki beberapa kelemahan, apa saja? Berikut ulasannya. Kelemahan penggunaan listrik tenaga surya :

##### 1. Daya Yang Dihasilkan Berkurang Ketika Mendung

Seperti yang kita ketahui tenaga surya membutuhkan sinar matahari untuk bekerja ketika mendung atau pada malam hari keluaran energi panel surya pastinya kurang maksimal, namun untuk menyasati hal ini banyak tenaga surya skala besar yang melacak matahari untuk menjaga panel surya di sudut optimal tiap hari.

## 2. Besarnya Biaya Pembangunan

Pembangkit listrik ini juga sangat membutuhkan biaya yang sangat besar per MW oleh karena itu banyak sekali negara-negara yang memikirkan hal ini ketika ingin membangunnya

### 2.5.3. Distribusi Energi Listrik Dari Solar Cell Ke Baterai

Solar cell merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang tidak menghasilkan polusi sehingga ramah lingkungan, selain itu tidak menghasilkan suara yang bising, dan tahan lama. Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa solar cell sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk pada permukaannya.

Yang terjadi adalah bahwa daya yang disuplai oleh solar cell ini berubah-ubah dan tidak stabil tergantung kondisi penyinaran saat itu, sehingga apabila solar cell ini dihubungkan secara langsung ke beban, maka dapat merusak beban tersebut. Solusinya adalah dengan menggunakan sistem penyimpanan energi yang menyimpan energi listrik tersebut untuk kemudian disambungkan ke beban, sehingga apabila kondisi penyinaran matahari dalam keadaan mendung, dari sistem penyimpanan energi tersebut masih dapat menyuplai beban secara stabil.

Sistem penyimpanan energi yang sering digunakan adalah baterai/ accumulator. Solar cell yang memiliki nominal tegangan 12 V, biasanya dapat menghasilkan tegangan yang berubah dari 8 - 20 V, sedangkan baterai yang digunakan mempunyai tegangan nominal 12 V. Adanya perbedaan antara tegangan keluaran dari solar cell dan baterai tentu saja memiliki dampak, yaitu kerusakan pada baterai yang berakibat akan mengurangi lifetime dari baterai. Oleh karena dibutuhkan regulator tegangan yang mengubah tegangan solar cell tersebut ke 12 V. Regulator ini selain berfungsi sebagai regulator tegangan, juga harus mempunyai fungsi sebagai dioda proteksi, sehingga hanya melewatkan arus yang menuju baterai dan tidak ada arus balik ke solar cell. Apabila sore, dengan tidak adanya penyinaran dari matahari, tegangan dari solar cell bisa lebih kecil dari baterai yang memungkinkan adanya arus balik dari baterai ke solar cell, tapi dengan adanya dioda proteksi ini hal tersebut tidak terjadi. Regulator ini juga disebut sebagai Charger.

## **2.6. Sel Surya dan Semikonduktor**

Elemen yang memiliki kemampuan listrik antara konduktor dan isolator disebut semikonduktor (Malviano, 2003: 35). Sel surya adalah perangkat yang mengikuti prinsip fotovoltaiik dan memiliki kemampuan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Keberadaan energi dari cahaya (foton) dengan panjang gelombang tertentu bersemangat. Beberapa elektron dalam materi yang berhubungan dengan energi ditemukan oleh Alexander Edmond Becquarel (Belgia) pada tahun 1894. Semikonduktor listrik dengan konduktivitas sedang dapat menyebabkan efek ini. Pita valensi. Keadaan non-elektronik juga disebut celah pita, tetapi dua pita energi kontinu

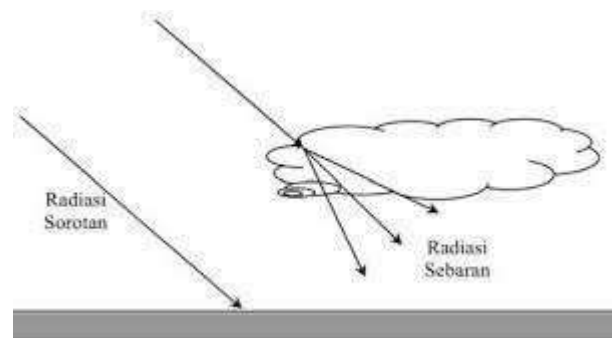
dan pita valensi dan pita konduksi rendah. Ukuran celah pita ini bervariasi dari bahan semikonduktor ke material, tetapi disarankan untuk tidak melebihi 3 atau 4 eV ( $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ ). Gambar 2.1 solar cell (sumber: <http://imal.iteadstudio.com> di akses pada 18 oktober 2019 ) Maxwell menganjurkan teori radiasi elektromagnetik, di mana cahaya dianggap sebagai spektrum elektromagnetik dari berbagai panjang gelombang. Menurut 7 Einsten, efek fotovoltaik menunjukkan bahwa cahaya adalah partikel diskrit atau energi.

Karena bahan yang membentuk sel surya adalah semikonduktor, proses mengubah sinar matahari menjadi listrik dimungkinkan. Lebih tepatnya, muatan berlebih adalah negatif ( $n = \text{negatif}$ ) karena terdiri dari dua semikonduktor dengan elektron berlebih. Ini disebut p ( $p = \text{positif}$ ) karena kelebihan positif karena ada terlalu banyak lubang di semikonduktor tipe-p. Awalnya, produksi kedua jenis semikonduktor ini bertujuan untuk meningkatkan konduktivitas listrik atau konduktivitas listrik dan kapasitas panas semikonduktor alami. Dalam semikonduktor alami ini, ada jumlah elektron dan lubang yang sama. Kelebihan elektron atau lubang dapat meningkatkan konduktivitas dan panas semikonduktor. Kombinasi dari dua semikonduktor ini, n dan pp, membentuk koneksi dioda p-n atau p-n.

## **2.7. Radiasi Matahari Per Hari Pada Permukaan Bumi**

Konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi 13 dengan panjang

gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran. Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik 2.1. pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.



Gambar 2.2 Radiasi Sorotan Dan Radiasi Sebaran Yang Mencapai Permukaan Bumi

## 2.8. Pengaruh Sudut Datang Terhadap Radiasi Yang Diterima

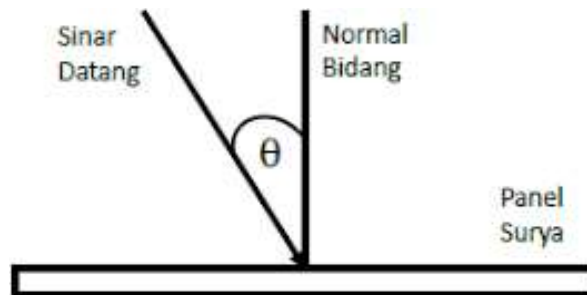
Besarnya radiasi yang diterima panel surya dipengaruhi oleh sudut datang (angle of incidence) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel. 14 Gambar 2.10 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Surya (sumber : Yuwono, 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Surya Dengan Menggunakan System Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. surakarta : halaman13) Sel surya mendapat radiasi matahari maksimal pada saat posisi matahari

tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $\Theta$  seperti gambar 2.2 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor  $\cos \Theta$ .

$$I_r = I_{r0} \cos \Theta \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$I_r$  = radiasi yang diserap panel  $I_{r0}$  = radiasi yang mengenai panel  $\Theta$  = sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel



Gambar 2.3 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Surya.

## 2.9. Komponen Utama PLTS

### 2.9.1. Panel surya

Panel surya ialah salah satu komponen berfungsi merubah energy pancaran matahari menjadi energy listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Ada beberapa jenis panel yang di gunakan dalam system PLTS yaitu :

1. Jenis yang pertama adalah jenis terbaik dan banyak digunakan pada saat ini, yaitu jenis monokristalin. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 % sampai 14 %





Gambar 2.4 Panel Surya Jenis Monokristalin

2. Jenis kedua yaitu jenis polikristalin atau disebut juga multikristalin yang terbuat dari Kristal silicon yang memiliki tingkat efisiensi antara 10 % sampai 12 %.



Gambar 2.5 Panel Surya Jenis Polikristalin

3. Jenis ketiga yaitu jenis silicon amorphous, berbentuk seperti film tipis. Mempunyai tingkat efisiensi setiar 4-6 %, pada mainan anak-anak banyak menggunakan panel jenis ini. 16 Amorphous



Gambar 2.6 Panel Surya Jenis Silicon Amorphous

#### 4. Jenis keempat yaitu panel yang terbuat dari GaAs (Gallium Arsenide)



Gambar 2.7 Panel Surya GaAs (Gallium Arsenide)

Selain itu, IC 78xx mempunyai tiga terminal dan sering ditemui dengan kemasan TO220, walaupun begitu kemasan pasang permukaan D2PAK dan kemasan logam TO3 juga tersedia. Piranti ini biasanya mendukung tegangan masukan dari 3 volt di atas tegangan keluaran hingga kira-kira 36 volt, dan biasanya mampu memberi arus listrik hingga 1,5 ampere 17 (kemasan yang lebih kecil atau lebih besar mungkin memberikan arus yang lebih kecil atau lebih besar)

#### 2.9.2. Baterai

Secara umum, pembangkit listrik tenaga surya menggunakan baterai siang hari. Karena itu, panel surya malam hari tidak digunakan. Oleh karena itu, cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menyimpan energi yang dilepaskan dari panel surya pada siang hari untuk memenuhi kebutuhan energi cuaca mendung dan buruk.

Baterai kemudian digunakan untuk menyimpan energi. Sistem pembangkit tenaga surya yang menggunakan baterai fungsi ganda.



Gambar 2.8 Baterai

Artinya, baterai bertindak sebagai penyimpanan energi. Baterai kedua juga harus bertindak sebagai sumber daya tegangan konstan untuk memasok energi listrik ke beban. Ada dua kategori baterai, tergantung pada aplikasinya:

a. Baterai primer

Baterai jenis ini dapat digunakan sekali pemakaian saja. Salah satu elektroda didalam baterai menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat kembali dalam bentuk awal.

b. Baterai sekunder

Baterai jenis ini adalah baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang. Ketika baterai diisi, elektrolit dan elektroda mengalami perubahan kimia, dan ketika baterai digunakan, elektrolit dan elektroda dimuat ulang. Setelah daya melemah karena arus mengalir ke arah yang berlawanan saat menggunakan baterai. Ketika dimuat, energi listrik diubah menjadi energi kimia. Oleh karena itu, fungsi baterai dalam

desain pembangkit tenaga surya ini adalah untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh sel surya di siang hari, dan tujuannya adalah sebagai cadangan untuk cuaca buruk di malam hari. Jadi itu berfungsi sesuai kebutuhan. Baterai yang digunakan adalah baterai basah yang dapat diisi dengan energi listrik atau bahan kimia.

### 2.9.3. Inverter

Perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arusbolak-balik (AC). Perangkat inverter arus DC seperti baterai, panel surya / solar cell akan menjadi AC. Penggunaan inverter dalam PLTS adalah untuk perangkat yang menggunakan arus AC.

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan ketika memilih inverter.

1. Memuat kapasitas dalam watt. Pilih inverter dengan beban yang dekat dengan beban yang digunakan untuk memaksimalkan efisiensi kerja.
2. Input DC 12V atau 24V
3. Output AC gelombang persegi atau gelombang sinus.

Inverter gelombang sinus sejati diperlukan, terutama untuk beban yang menggunakan motor. Ini membuat motor berjalan lebih mudah, lebih halus, dan tidak cepat panas. Oleh karena itu, dari segi harga, inverter gelombang sinus sejati adalah yang paling mahal karena paling dekat dengan bentuk gelombang dari jaringan PLN.

19 Dalam pengembangan pasar ada juga inverter gelombang sinus yang dimodifikasi

yang menggabungkan gelombang persegi dan gelombang sinus. Bentuk gelombang seperti yang terlihat melalui osiloskop sinusoidal dengan garis putus-putus antara sumbu  $y = 0$  dan grafik sinus. Perangkat yang menggunakan gulungan dapat bekerja dengan gelombang sinus yang dimodifikasi, tetapi tidak optimal. Di sisi lain, dengan inverter gelombang persegi, beban listrik menggunakan kumparan dan motor tidak bekerja sama sekali.

Selain itu, ada istilah Grid Tie Inverter, yang merupakan inverter khusus yang biasanya digunakan dalam sistem energi terbarukan. Mengubah daya DC ke AC dan mendistribusikan ke jaringan listrik yang ada. Grid tie inverter, juga dikenal sebagai inverter sinkron, jangan biarkan perangkat ini digunakan sendiri, terutama ketika grid tidak tersedia. Dengan inverter tie grid, surplus kWh yang diperoleh dari sistem PLTS dapat dikembalikan ke jaringan PLN dan dinikmati bersama, tentu saja digantikan oleh kWh yang dipasok ke penyedia PLW PLTS dengan tarif yang telah disepakati sebelumnya.

#### 2.9.4. Solar Charger Controller (SCC)

Solar charger controller adalah salah satu komponen PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus yang masuk ke baterai dan mengatur over charging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan juga kelebihan voltase dari panel surya kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Ada dua jenis teknologi yang terpasang pada SCC yaitu :

1. PWM (pulse wide modulation) Seperti namanya SCC dengan teknologi ini menggunakan lembar pulse dari on dan off elektrik sehingga menciptakan

seakan-akan sine wave elektrikal form. 2. MPPT (maximum point tracker) SCC dengan teknologi ini dinilai lebih efisien dalam mengkonversi arus DC to DC. Teknologi ini dapat mengambil maximum daya dari PV. MPPT charger controller dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban kedalam baterai, dan apabila diperlukan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

Ada dua jenis teknologi yang terpasang pada SCC yaitu :

1. PWM (pulse wide modulation) Seperti namanya SCC dengan teknologi ini menggunakan lembar pulse dari on dan off elektrikal sehingga menciptakan seakan-akan sine wave elektrikal form.
2. MPPT (maximum point tracker) SCC dengan teknologi ini dinilai lebih efisien dalam mengkonversi arus DC to DC. Teknologi ini dapat mengambil maximum daya dari PV. MPPT charger controller dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban kedalam baterai, dan apabila diperlukan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan PV, maka daya dapat diambil dari baterai

## **2.10. Perhitungan Data Kebutuhan Beban, Kapasitas Batrai, Kapasitas Modul Surya.**

### **2.10.1. Data Kebutuhan Beban**

Sebelum kita melakukan analisa kesebuah sistem PLTS maka terlebih dahulu kita mengetahui beban energy keseluruhan yang terdapat pada suatu gedung. Adapun

cara untuk mendapatkan data kebutuhan beban adalah perkalian antara daya beban (watt) dan opras/hari (jam)

### 2.10.2. Perhitungan Jumlah Panel Surya

Untuk menghitung jumlah panel yang dibutuhkan oleh sistem, supaya dapat memenuhi energi yang diperlukan dapat menggunakan rumus sebagai berikut

Dimana :

$n$  = Jumlah Panel

$P$  = Total daya harian

$q$  = Kapasitas Panel Surya

$\Delta t$  = Jam Efektif

..... (2.2) (sumber : Buku System-Sistem Pembangkit Tenaga Surya, Adjat Sudrajat)

### 2.10.3. Perhitungan Kapasitas Modul Surya

Untuk menghitung kapasitas daya modul surya yang dibutuhkan, akan sangat tergantung dari energy beban yang diutuhkan dan radiasi harian yang tersedia dilokasi. Menurut SNI 04-6394-2000, didefinisikan bahwa energy yang harus dikeluarkan oleh modul surya.

### 2.10.4. Perhitungan Kapasitas Baterai

Untuk mendapatkan kapasitas batrai yang sesuai dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$h = et/vs \dots\dots\dots (2.3)$$

(sumber : Jurnal Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Baling Lompo, Abdul Hafid Dkk, Universitas Muhammadiyah Makasar)

Dimana :

Ah = kuat arus per jam (Ah)

Er = energy system (Wh)

Vs = tegangan system baterai (v)

#### 2.10.5 Perhitungan Kapasitas Solar Carger Controller (SCC)

Untuk memghitung kapasitas SCC dapat menggunakan persamaan berikut:

$$ISCC = ISC \text{ Panel} \times N_{\text{panel}} \times 25\% \dots\dots\dots (2.4)$$

(sumber : Buku System-Sistem Pembangkit Tenaga Surya, Adjat Sudrajat)

Dimana :

ISCC = arus SCC (ampere)

ISC panel = arus hubungan singkat panel surya (ampere)

Npanel = jumlah panel surya

25% = kompensasi

### 2.11. Perhitungan Daya Masukan, Daya Keluaran Dan Efisiensi Pada Panel

#### Surya

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan harus diketahui daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah : Perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul PV dengan persamaan :

$$P_{in} = I_r A \dots\dots\dots \text{Pers (2.7)}$$

(sumber : Ihsan., 2003, “ Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor”, UIN Aliuddin Makasar.

Keterangan :



$P_{in}$  = Daya input akibat Radiasi matahari (W)

$I_r$  = Intensitas radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>)

$A$  = Luas area permukaan photovoltaic module (m<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk besarnya daya keluaran pada panel surya ( $P_{out}$ ) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), dan Fill Factor (FF) yang dihasilkan oleh sel photovoltaic yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{out} = V_{oc} I_{sc} FF \dots\dots\dots \text{Pers. (2.8)}$$

(sumber : Ihsan., 2003, “ Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor”, UIN Aliuddin Makasar.

Keterangan :

$P_{out}$  = Daya yang dibangkitkan oleh panel surya (Watt)

$V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka pada panel surya (Volt)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat pada panel surya (Ampere) FF = Fill Factor dapat dihitung dengan rumus.