

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Energi yang dihasilkan dari bahan bakar minyak, gas, batu bara, air dan panas bumi memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energy sekarang ini. Pemanfaatan energi baru seperti energi matahari sekarang ini masih banyak menjadi topik penelitian sebagai sumber energi alternative untuk menghasilkan energi listrik sebagai kebutuhan yang sangat penting. Pemanfaatan energy matahari di Indonesia khususnya di Sumatera Utara seharusnya di terapkan karena memiliki iklim tropis dan suhu yang cukup untuk penggunaan panel surya sebagai pembangkit listrik.

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang bersifat terbarukan mengingat sumber tersebut sangat melimpah seperti terjunan air, energi angin, energi sinar matahari. Salah satunya upaya yang di kembangkan oleh pemerintah adalah teknologi fotovoltaik yang mengkonversikan langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya atau di sebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit listrik tenaga surya memanfaatkan energi matahari karena ramah lingkungan, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan energi matahari yang tiada batasannya. Energi Surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi

alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya. Sel surya atau solar cell sejak tahun 1970- an telah mengubah cara pandang kita tentang energi dan memberi jalan baru bagi manusia untuk memperoleh energi listrik tanpa perlu membakar bahan bakar fosil sebagaimana pada minyak bumi, gas alam, batu bara, atau reaksi nuklir.

Berdasarkan uraian diatas, penulis merasa tertarik untuk membahas dan ingin mengetahui lebih banyak kegunaan dari panel surya. Adapun tugas akhir yang penulis buat adalah “Sistem Penyiram Bibit Tanaman Otomatis Tenaga Surya Terjadwal Dengan Variasi Sudut Panel”

1.2. Rumusan Masalah

Dengan dasar pemikiran diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana upaya pemanfaatan panel surya sebagai energi penyemprot tanaman otomatis.
2. Bagaimana merancang alat penyemprot tanaman otomatis yang dapat di jadwalkan pagi dan sore.

1.3. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini akan melakukan kajian di Laboratorium Research Fakultas Teknik Universitas Harapan dengan menerapkan sumber energi matahari dengan memanfaatkan teknologi panel surya. Panel surya yang di gunakan adalah tipe polycrystalline dengan daya maksimum 150 watt peak (WP) dalam penelitian tugas akhir ini.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja penyiram bibit tanaman dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi.
2. Mengetahui efektivitas kemiringan panel surya terhadap penyerapan matahari.
3. Merekomendasikan data penyemprot bibit tanaman yang efisien.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi kepada masyarakat, institusi-institusi baik pemerintah maupun swasta terkait daya listrik yang dihasilkan dari panel surya terhadap potensi penyerapan radiasi matahari.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Sejarah Panel Surya

Tenaga listrik dari cahaya matahari pertama kali ditemukan oleh Alexandre – Edmund Becquerel seorang ahli fisika Perancis pada tahun 1839. Temuannya ini merupakan cikal bakal teknologi panel surya. Percobaannya dilakukan dengan menyinari 2 elektrode dengan berbagai macam cahaya. Elektrode tersebut di balut (*coated*) dengan bahan yang sensitif terhadap cahaya, yaitu *AgCl* dan *AgBr* dan dilakukan pada kotak hitam yang dikelilingi dengan campuran asam. Dalam percobaannya ternyata tenaga listrik meningkat mana kala intensitas cahaya meningkat.

Selanjutnya penelitian dari Bacquerel dilanjutkan oleh peneliti-peneliti lain. Tahun 1873 seorang insinyur Inggris Willoughby Smith menemukan Selenium sebagai suatu elemen *photo conductivity*. Kemudian tahun 1876, William Grylls dan Richard Evans Day membuktikan bahwa Selenium menghasilkan arus listrik apabila disinari dengan cahaya matahari. Hasil penemuan mereka menyatakan bahwa Selenium dapat mengubah tenaga matahari secara langsung menjadi listrik tanpa ada bagian bergerak atau panas. Sehingga disimpulkan bahwa panel surya sangat tidak efisien dan tidak dapat digunakan untuk menggerakkan peralatan listrik.

Tahun 1894 Charles Fritts membuat panel surya pertama yang sesungguhnya yaitu suatu bahan semi *conductor* (selenium) dibalut dengan lapisan tipis emas.

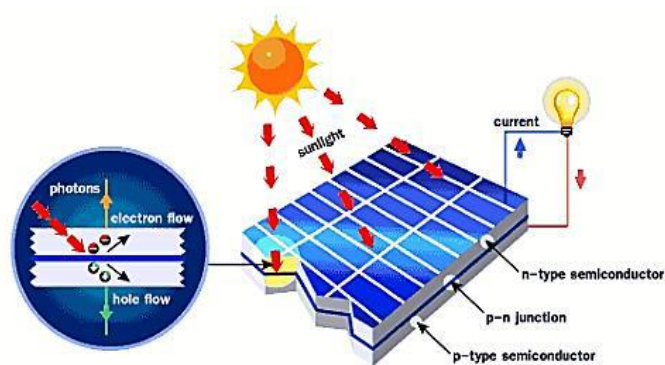
Tingkat efisiensi yang dicapai baru 1% sehingga belum juga dapat dipakai sebagai sumber energi, namun kemudian dipakai sebagai sensor cahaya. Tahun 1905 Albert Einstein mempublikasikan tulisannya mengenai *photoelectric effect*. Tulisannya ini mengungkapkan bahwa cahaya terdiri dari paket-paket atau “*quanta of energi*” yang sekarang ini lazim disebut “*photon*”. Teorinya ini sangat sederhana tetapi revolusioner.

Kemudian tahun 1916 pendapat Einstein mengenai *photoelectric effect* dibuktikan oleh percobaan Robert Andrew Millikan seorang ahli fisika berkebangsaan Amerika dan ia mendapatkan Nobel Prize untuk karya *photoelectric effect*. Tahun 1923 Albert Einstein akhirnya juga mendapatkan *Nobel Prize* untuk teorinya yang menerangkan *photoelectric effect* yang dipublikasikan 18 tahun sebelumnya. Hingga tahun 1980-an efisiensi dari hasil penelitian terhadap panel surya masih sangat rendah sehingga belum dapat digunakan sebagai sumber daya listrik. Tahun 1982, Hans Tholstrup seorang Australia mengendarai mobil bertenaga surya pertama untuk jarak 4000 km dalam waktu 20 hari dengan kecepatan maksimum 72 km/jam.

Tahun 1985 *University of South Wales Australia* memecahkan rekor efisiensi panel surya mencapai 20% dibawah kondisi satu cahaya matahari. Tahun 2007 *University of Delaware* berhasil menemukan *solar cell technology* yang efisiensinya mencapai 42.8% Hal ini merupakan rekor terbaru untuk “*thin film photovoltaic solar cell*.” Perkembangan dalam riset panel surya telah mendorong komersialisasi dan produksi panel surya untuk penggunaannya sebagai sumber daya listrik.

2.2. Pengertian Panel Surya (*Photovoltaic*)

Panel surya adalah komponen elektronika dengan mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* (PV) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak panel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek *Potovoltaic*. Panel surya mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan enegi fosil dan isu *Global Warming*. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. Skema panel surya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Panel Surya

2.3. Karakteristik Panel Surya (*Photovoltaic*)

Panel Surya pada umumnya memiliki ketebalan 0.3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub (+) dan kutub (-). Apabila suatu cahaya jatuh pada permukaannya maka pada kedua kutubnya timbul perbedaan tegangan

yang tentunya dapat menyalakan lampu, menggerakkan motor listrik yang berdaya DC. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar bisa menghubungkan panel surya secara seri atau paralel tergantung sifat penggunaannya. Prinsip dasar pembuatan panel surya adalah memanfaatkan efek *Photovoltaic* yakni suatu efek yang dapat merubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik.

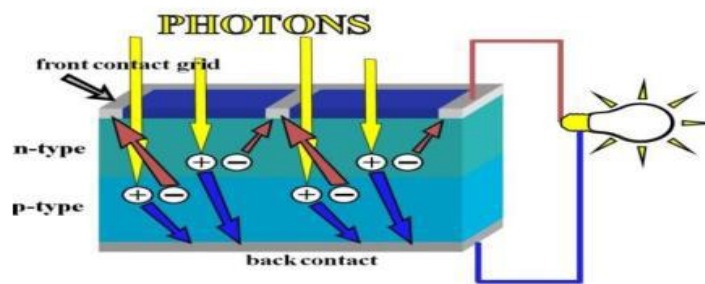
Kapasitas daya dari sel atau modul surya dilambangkan dalam watt peak (Wp) dan diukur berdasarkan standar pengujian Internasional yaitu *Standard Test Condition*(STC). Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar 1000 W/m^2 yang tegak lurus sel surya pada suhu 25°C Modul photovoltaic memiliki hubungan antara arus dan tegangan. Pada saat tahanan variable bernilai tak terhingga (open circuit) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, yang dikenal sebagai tegangan open circuit (V_{oc}).

Pada keadaan yang lain, ketika tahanan variable bernilai nol (short circuit) maka arus bernilai maksimum, yang dikenal sebagai arus short circuit (I_{sc}). Jika tahanan variable memiliki nilai yang bervariasi antara nol dan tak terhingga maka arus (I) dan tegangan (V) akan diperoleh nilai yang bervariasi.

2.4. Prinsip Dasar Teknologi Panel Surya (*Photovoltaic*)

Panel Surya merupakan suatu perangkat semi konduktor 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 panel surya adalah kristal *silicon*.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Panel Surya

2.5. Panel Surya

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal.

Banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Dalam artian semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak pula energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik.

2.5.1 Jenis Panel Surya

Panel surya adalah alat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Teknologi fotovoltaik (*photovoltaic / PV*) adalah teknologi yang digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan ini akan disimpan ke dalam baterai, yang dapat digunakan untuk perangkat elektronik dan disesuaikan dengan kebutuhan listriknya, berikut jenis-jenis panel surya :

1. Polikristal (Poly-crystalline)

Jenis polikristalin atau multi kristalin, yang terbuat dari kristal silikon dengan tingkat efisiensi antara 10 sampai 12%. Type polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik dalam keadaan cuaca berawan.



Gambar 2.3 Panel Polycrystalline

2. Monokristal (Mono-crystalline)

Panel ini adalah panel surya yang paling efisien, yaitu menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi di tempat yang cahaya matahari kurang (teduh), kestabilannya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Jenis monokristalin ini yang terbaik dan yang terbanyak digunakan masyarakat saat ini.



Gambar 2.4 Panel Monocrystalline

3. Gallium Arsenide (GaAs)

Panel surya yang terbuat dari GaAs (Gallium Arsenide) yang lebih efisien pada temperatur tinggi. Sel surya III-V semikonduktor yang sangat efisien sekitar 25.



Gambar 2.5 Panel GaAs

4. Silicon Amorphous

Panel ini berbentuk seperti film tipis. Mempunyai tingkat efisiensi setiar 4-6 %, pada mainan anak-anak banyak menggunakan panel jenis ini.

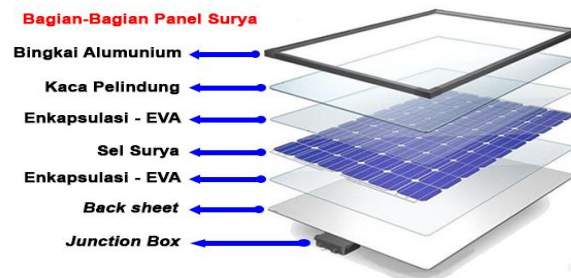


Gambar 2.6 Silicon Amorphous

2.5.2. Bagian Bagian Panel Surya

Walaupun sel surya saat ini sudah dibuat semakin tipis dan ringan, tetapi dari kekuatan materialnya sendiri bisa dikatakan rapuh dan mudah rusak jika terkena benturan yang terlalu keras. Maka dari itu, konstruksi panel surya dibuat

sedemikian rupa supaya sel surya yang ada di dalamnya lebih tahan lama. Berikut adalah bagian-bagian penting yang ada pada panel surya:



Gambar 2.7 Bagian Bagian Panel Surya

1. Bingkai Aluminium

Bingkai pada panel surya berfungsi untuk melindungi bagian tepi laminasi dan juga sebagai rangka dari panel surya itu sendiri. Bingkai umumnya dibuat dari aluminium sehingga bobotnya ringan, tetapi dengan kekuatan yang mumpuni untuk menjaga dari angin yang kencang, tumbukan, atau gesekan yang mungkin terjadi. Selain itu, bingkai juga harus memiliki konstruksi yang kokoh supaya kuat pada saat dipasang di posisinya.

2. Kaca Pelindung

Kaca pelindung atau tempered glass memiliki 2 sisi, yaitu depan dan belakang. Lembaran kaca sisi depan berfungsi untuk melindungi sel surya dari cuaca dan benturan dari hujan es atau puing-puing apapun yang ada di udara, sedangkan pada bagian sisi belakang kaca diberi lapisan anti reflektif supaya mengurangi kerugian dan meningkatkan transmisi cahaya.

3. Enkapsulasi-EVA

Enkapsulasi yaitu pelapisan pada sebuah material, sedangkan EVA adalah singkatan dari “*Ethylene Vinyl Acetate*”, yaitu lapisan polimer yang sangat transparan, seperti plastik yang dirancang khusus untuk merangkum sel dan menahannya pada posisinya selama pembuatan.

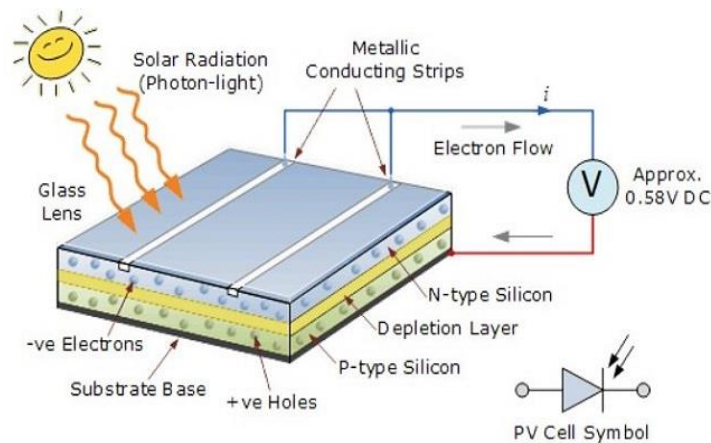
Bahan EVA harus memiliki spesifikasi, seperti tahan lama, toleran terhadap suhu, dan kelembaban ekstrem. Selain itu, bahan ini juga memiliki peran penting dalam kinerja jangka panjang dengan mencegah masuknya kelembaban dan kotoran.

Laminasi perlu dilakukan di kedua sisi sel surya agar memberikan penyerapan kejutan, membantu melindungi sel surya dan kabel interkoneksi dari getaran, dan dampak buruk lain dari benturan benda lainnya.

4. Sel Surya

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah hal bagian paling penting dari panel surya. Karena pada sel surya inilah tempat terjadinya konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik atau biasa disebut dengan proses fotovoltaik.

Proses Fotovoltaik atau *Photovoltaic* (PV) adalah proses konversi dari energi cahaya menjadi energi listrik pada tingkat atom. Efek fotovoltaik pertama kali ditemukan pada tahun 1839, oleh fisikawan asal Perancis yang bernama Edmund Bequerel. Hingga saat ini, teknologi fotovoltaik masih diterapkan pada sel surya. Berikut adalah rincian proses terjadinya fotovoltaik pada sel surya:



Gambar 2.8 Cara Kerja Sel Surya

Saat energi foton cahaya mengenai semikonduktor tipe N, elektron-elektron pada semikonduktor tipe N dapat terbebaskan. Selanjutnya, elektron yang sudah terbebaskan disambungkan ke semikonduktor tipe P, sehingga elektron dari tipe N mengalir ke tipe P dan terjadilah arus listrik searah atau DC.

5. Back Sheet

Seperti namanya, *Back sheet* adalah lapisan paling belakang dari panel surya. Berfungsi untuk memberikan perlindungan mekanis dan isolasi listrik. Secara umum, bahannya terbuat dari berbagai polimer atau plastik termasuk PP, PET, dan PVF yang menawarkan berbagai tingkat perlindungan, stabilitas termal, dan ketahanan UV jangka panjang. Biasanya *back sheet* berwarna putih, tetapi tersedia juga bening atau hitam tergantung dari pabrikan dan modulnya.

6. Junction Box

Junction box berfungsi untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel sehingga terlihat jauh lebih rapi. Selain itu, *junction box* juga membuat kabel-kabel terhindar dari korsleting, karat, ataupun gangguan lainnya.

2.5.3. Karakteristik Panel Surya

Beberapa karakteristik penting dari fotovoltaik termasuk tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), efek perubahan intensitas matahari, efek perubahan suhu pada sel surya (T_{sc}), dan dalam fotovoltaik. Ada karakteristik tegangan-arus (karakteristik VI).

1. Tegangan Open Circuit (V_{oc})

V_{oc} adalah tegangan yang dibaca ketika tidak ada arus yang mengalir, yaitu, tegangan maksimum sel surya yang terjadi ketika arus hubung singkat adalah nol. Cara untuk mencapai tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) adalah dengan menghubungkan kutub positif dan negatif dari modul PV multimeter. Ini memungkinkan Anda memeriksa nilai tegangan rangkaian terbuka sel surya multimeter.

2. Arus *Short Circuit* (I_{sc})

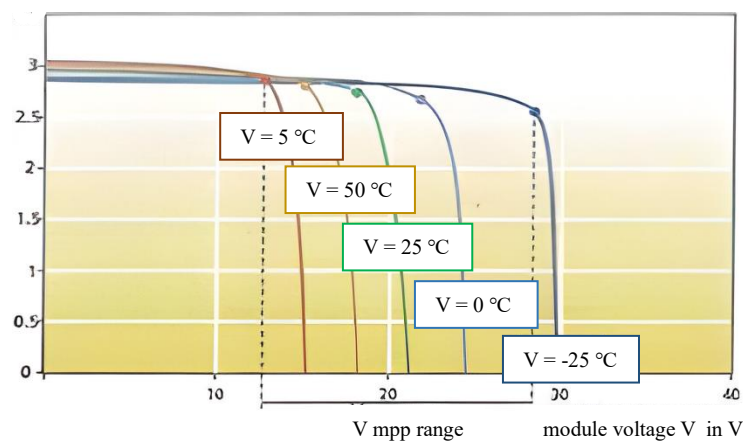
I_{sc} adalah arus maksimum yang dapat dihasilkan oleh modul sel surya. Nilai I_{sc} diperoleh dengan hubungan pendek elektroda positif dengan elektroda negatif dalam modul PV dan kemudian membaca nilai I_{sc} sebagai pembaca saat ini dengan multimeter untuk mendapatkan nilai pengukuran arus maksimum yang diperoleh dengan sel surya.

3. Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

Karena jumlah energi matahari yang diperoleh oleh sel surya (fotovoltaik) berkurang atau intensitas cahaya berkurang, demikian juga besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dari penurunan arus.

4. Efek Perubahan Temperatur Pada *Photovoltaic* (Tsc)

Suhu juga memengaruhi kinerja sel dan efisiensi fotovoltaik, yang menghasilkan lebih banyak daya ketika sel surya dingin. Secara umum, ketika sel terpapar $1 \text{ kW} / \text{m}^2$, suhu sel sekitar $30 \text{ }^\circ\text{C}$ lebih tinggi dari udara sekitar. Semakin tinggi suhu sel surya, semakin rendah tegangan sekitar $0,0023 \text{ V} / \text{ }^\circ\text{C}$ untuk teknologi kristal silikon dan sekitar $0,0028 \text{ V} / \text{ }^\circ\text{C}$ untuk teknologi film tipis. Tenaga listrik juga berkurang hingga $0,5\% / \text{ }^\circ\text{C}$ dalam teknologi kristal silikon dan menjadi sekitar $0,3 / \text{ }^\circ\text{C}$ dalam teknologi film tipis. Karakteristik perubahan suhu sel surya.



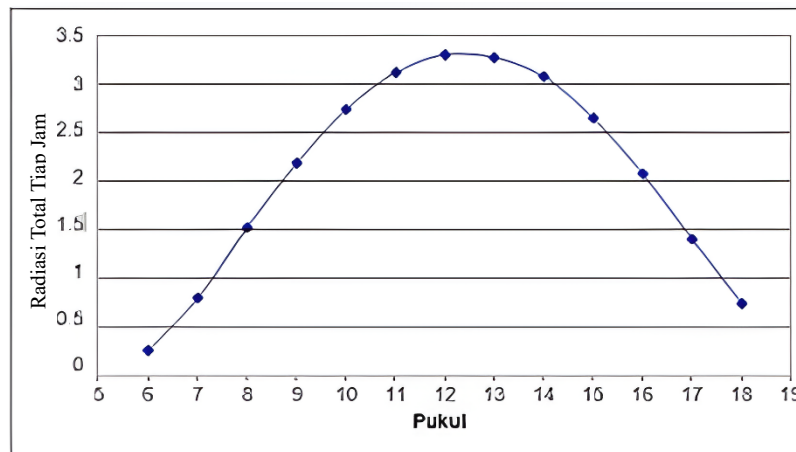
Gambar 2.9 Kemampuan Sel Surya pada Beberapa Variasi Temperatur

2.6. Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi

Konstanta radiasi matahari sebesar 1353 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 dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang

dipencarkan 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 gambar 2.7. 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.



Grafik 2.1 Besar Radiasi Harian Matahari Yang Mengenai Permukaan Bumi

2.7. Komponen Penyusun Pemyemprot Otomatis Energi Panel Surya

2.7.1. Panel Surya



Gambar 2.11 Panel Surya

Panel surya merupakan komponen paling utama dalam sistem PLTS. Panel surya biasanya menggunakan satuan kapasitas *watt-peak* (WP). WP merupakan satuan yang menyatakan daya produksi tertinggi yang dapat dihasilkan oleh panel surya sesuai kondisi tertentu. Misal jika ada panel surya berukuran 100 WP, panel tersebut mampu menghasilkan 100 watt listrik jika disinari secara optimal selama 1 jam.

2.7.2. Baterai

Baterai pembangkit listrik tenaga matahari pada umumnya hanya aktif pada saat siang hari (pada saat sinar matahari ada). Sehingga untuk keperluan malam hari solar cell tidak dapat digunakan.



Gambar 2.12 Baterai

Untuk mengatasi hal tersebut, maka energi yang dihasilkan solar cell pada siang hari disimpan sebagai energi cadangan pada saat matahari tidak tampak. Untuk menyimpan energi tersebut dipakai suatu baterai sebagai penyimpanan muatan energi. Baterai digunakan untuk sistem pembangkit tenaga listrik matahari mempunyai fungsi yang ganda. Di suatu sisi baterai berfungsi sebagai penyimpanan energi, sedang disisi lain baterai harus dapat berfungsi sebagai satu daya dengan

tegangan yang konstan untuk menyuplai beban. Menurut penggunaan baterai dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Baterai Primer

Baterai primer hanya digunakan dalam pemakaian sekali saja. Pada waktu baterai dipakai, material dari salah satu elektroda menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula.

2. Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan kembali dan kembali dimuati.

Pada waktu pengisian baterai elektroda dan elektrolit mengalami perubahan kimia, setelah baterai dipakai, elektroda dan elektrolit dapat dimuati kembali, kondisi semula setelah kekuatannya melemah yaitu dengan melewatkan arus dengan arah yang berlawanan dengan pada saat baterai digunakan. Pada saat dimuati energi listrik diubah dalam energi kimia. Jadi, dapat kita ketahui bahwa fungsi baterai pada rancangan pembangkit tenaga surya ini adalah untuk menyimpan energi yang dihasilkan solar cell pada siang hari, tujuannya adalah untuk menyimpan energi listrik cadangan ketika cuaca mendung atau hujan serta pada malam hari. Dengan demikian dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan. Baterai yang digunakan adalah jenis asam timbal (baterai basah) yang dapat diisi ulang cairan kimia dan energi listrik.

Intensitas arus listrik didefinisikan sebagai muatan listrik yang lewat per satuan waktu melalui suatu penampang daerah dimana muatan mengalir, seperti penampang tabung pemacu atau kawat logam. Karena itu jika dalam waktu t , N

partikel bermuatan yang masing-masing membawa muatan q , lewat melalui suatu penampang medium penghantar, maka muatan total yang lewat adalah $Q = Nq$; dan intensitas listriknya adalah :

$$I = Q t \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

I = Kuat arus listrik dalam satuan ampere

Q = muatan listrik dalam satuan coulomb (setara dengan ampere second/ampere detik)

T = Waktu dalam satuan detik

Dari persamaan di atas, persamaan muatan listrik dapat diperoleh diperoleh yaitu:

$$Q = I.t \dots\dots\dots (2.2)$$

Perhitungan daya tahan baterai dihitung dari persamaan :

$$t = Q/I \dots\dots\dots (2.3)$$

Dari persamaan tegangan diperoleh :

$$V=I.R \dots\dots\dots (2.4)$$

$$I= V/R . \dots\dots\dots (2.5)$$

2.7.3. Solar Charge Controller

Dalam penggunaan panel surya dengan sistem *off-grid*, terdapat sebuah alat yang penting untuk diperhatikan. Alat tersebut adalah SCC (*Solar Charge Controller*), terpasang di antara panel surya dan baterai. SCC adalah sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke dalam baterai.

Komponen ini mengatur energi listrik yang dihasilkan dari panel surya yang untuk mengisi baterai. Charge controller merupakan komponen yang cukup penting untuk menjaga umur baterai.



Gambar 2.13 Solar Charge Controller

Fungsi Utama dari *Solar Charge Controller*:

1. Menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai, supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak. Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*.
2. Menghindari baterai *Over Discharge* atau baterai dalam keadaan lemah. Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Ini penting, kerana apabila baterai dalam kondisi tegangan sangat rendah, beteraai akan cepat rusak.
3. Menghentikan arus terbalik ketika tidak ada sumber energi matahari yang memadai. Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari, baterai tidak

bisa di *charge*. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solar panel. Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi.

2.7.4. Real Time Clock

RTC adalah jam bertenaga baterai yang termasuk dalam sebuah microchip pada Motherboard komputer yang biasanya terpisah dari mikroprosesor serta chip lainnya, dan sering disebut sebagai “CMOS” (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*).



Gambar 2.14 Real Time Clock

2.7.5. Pompa PE

Pompa adalah suatu mesin yang digunakan untuk menaikkan cairan dari head (elevasi, tekanan, kecepatan) yang rendah ke head yang lebih tinggi, seperti ilustrasi pada gambar 1.1. Agar supaya bisa bekerja, pompa membutuhkan gaya putar (daya poros) dari mesin penggerak (motor, *engine*). Di dalam roda jalan (impeller) fluida mendapat percepatan sedemikian rupa sehingga fluida tersebut mempunyai kecepatan mengalir ke luar sudu dari sudu-sudu roda jalan. Kecepatan keluar fluida ini selanjutnya akan berkurang dan berubah menjadi head statis di sudu-sudu pengarah atau rumah pompa.



Gambar 2.15 Pompa PE

2.7.6. Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat.



Gambar 2.16 Sensor

2.7.7. Motor DC

Motor Listrik DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC juga disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor mempunyai dua terminal serta

memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk bisa menggerakannya. Motor DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) serta bisa dibuat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada motor DC tersebut dibalik. Motor DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan motor DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm sampai 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke motor DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya, maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut.



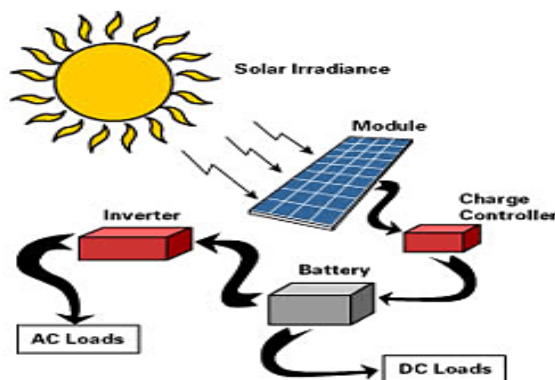
Gambar 2.17 Motor DC

2.8. Prinsip dan Cara Kerja Panel Surya

Pancaran sinar matahari terdiri atas partikel – partikel yang sangat kecil dan sering disebut sebagai foton. Foton ini nantinya akan menghantam bagian atom yang terdiri atas silikon semikonduktor sel surya. Ledakan yang terjadi akibat hantaman foton tersebut akan menimbulkan energi yang sangat besar dan mampu memisahkan elektron dari struktur – struktur atom penyusunnya. Elektron yang

terpisah akibat proses ledakan akan berubah menjadi dua muatan yakni elektron dengan muatan negatif dan elektron dengan muatan positif.

Sebenarnya apa saja perbedaan elektron bermuatan negatif dan elektron bermuatan positif? Elektron bermuatan negatif akan lebih bebas bergerak di daerah pita konduksi yang berasal dari material silikon semikonduktor. Nantinya pada atom yang kehilangan elektron akibat pergerakan elektron tersebut akan meninggalkan struktur kosong yang disebut juga dengan “hole” atau sebagai elektron dengan muatan positif.



Gambar 2.18 Cara Kerja *Solar Cell*

Bagian silikon semikonduktor yang diisi dengan elektron bebas akan memiliki sifat negatif dan berfungsi sebagai donor elektron pada bagian semikonduktor dengan tipe semi konduktor N. Sedangkan pada bagian semikonduktor dengan hole yang memiliki sifat positif akan berfungsi sebagai penerima atau resipien elektron dan sering disebut sebagai tipe P.

Pada persimpangan yang terjadi antara tipe P dan tipe N atau tipe positif dan tipe negatif akan membentuk (PN Junction). PN Junction inilah yang akan

menimbulkan energi dan mampu mendorong elektron beserta hole secara kuat untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Arus listrik juga berasal dari persimpangan daerah positif atau negatif atau disebut juga sebagai PN Junction.