

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah energi matahari yang diubah menjadi energi listrik yang berfungsi ganda, yaitu memenuhi kebutuhan energi listrik sehari-hari dan sekaligus berfungsi sebagai pengganti energi listrik utama (PLN) disaat tegangan listrik terputus, bahkan pada daerah-daerah yang tidak terjangkau instalasi PLN, PLTS dapat berfungsi sebagai sumber utama energi listrik.

PLTS merupakan peralatan pembangkit listrik yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Maka dalam kaitannya ini meskipun cuaca mendung, selama masih terdapat cahaya matahari, maka PLTS tetap dapat menghasilkan listrik. PLTS pada dasarnya adalah alat yang menyediakan daya dan dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri maupun dengan *Hybrid* (dikombinasikan dengan sumber energi lain, seperti PLTS-genset, PLTS-*Microhydro*, PLTS-Angin), baik dengan metode desentralisasi atau sistem terdistribusi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi (listrik didistribusikan dengan gardu dan jaringan kabel).

2.2. Pengertian Sel Surya Sebagai Energi Alternatif Dan Terbarukan

Energi adalah satu kata yang mempunyai makna sangat luas karena tidak ada aktivitas di alam raya ini yang bergerak tanpa energi. Secara umum sumber

energi dikategorikan menjadi dua bagian yaitu *non-renewable energy* dan *renewable energy*. Sumber energi fosil adalah termasuk kelompok yang pertama yang sebagian besar aktivitas di dunia ini menggunakan energi konvensional ini.

Sekitar tahun delapan puluhan ketika para ahli di Indonesia menawarkan sumber energi alternatif yang banyak digunakan di negara maju yaitu nuklir, banyak terjadi pertentangan dan perdebatan yang cukup panjang sehingga mengandaskan rencana penggunaan sumber energi yang dinilai sangat membahayakan itu. Diantara usulan yang banyak dilontarkan saat itu adalah mengapa kita tidak menggunakan sumber energi surya.

Memang tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari. Selain itu, di negara tropis semacam Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.

Jumlah energi yang begitu besar dihasilkan dari sinar matahari, membuat energi surya menjadi alternatif sumber energi masa depan yang sangat menjanjikan. Energi surya juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis mengingat tidak membutuhkan transmisi karena dapat dipasang secara modular di setiap lokasi yang membutuhkan.

Energi surya tidak memiliki eksese suara seperti pada pembangkit tenaga angin serta dapat dipasang pada hampir seluruh daerah karena hampir setiap lokasi di belahan dunia ini menerima sinar matahari. Bandingkan dengan pembangkit air (*hydro*) yang dapat dipasang hanya pada daerah-daerah dengan

aliran air tertentu. Dengan berbagai keunggulan ini maka tidak heran jika negara-negara maju berlomba mengembangkan sel surya agar dapat menghasilkan teknologi pembuatan sel surya yang berharga ekonomis.

Berbagai teknologi telah dikembangkan dalam proses pembuatan sel surya untuk menurunkan harga produksi agar lebih ekonomis. Jenis-jenis sel surya pun saat ini telah berkembang tidak hanya berbasis pada kristal semikonduktor silikon tetapi berbagai jenis tipe dari mulai lapisan tipis, organic, lapisan single dan *multi junction* hingga yang terbaru jenis *dye sensitized* sel surya.

2.3. Keunggulan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Dan Terbarukan

Berikut ini beberapa contoh keunggulan energi surya sebagai energi alternatif dan terbarukan, yaitu :

1. Tersedia dan dapat diperoleh secara gratis di alam.

Dapat kita ketahui bersama bahwa sel surya ini memanfaatkan energi sinar matahari sebagai sumbernya. Sinar matahari ini sangat mudah sekali didapat bahkan bisa dikatakan gratis.

2. Persediaan energi surya hampir tak terbatas, yang bersumber dari matahari (surya).

Sumber energi ini tidak terbatas kalau kita bandingkan dengan batu bara dan minyak bumi. Maka sesungguhnya energi surya ini lebih efisien. Bayangkan bila kita tergantung pada sumber energi dari batu bara seperti yang terjadi sekarang di negara kita. Bukan tidak mungkin pada tahun-tahun selanjutnya kita tidak siap menghadapi krisis energi, lalu kita semua kebingungan dalam hal pemenuhan kebutuhan energi.

3. Tanpa polusi dan emisi gas rumah kaca sehingga dapat mengurangi pemanasan global.

Isu tentang pemanasan global atau yang lebih dikenal dengan “*Global Warming*” sekarang sedang hangat-hangatnya dibicarakan oleh masyarakat dunia. Bumi semakin panas dan yang menjadi penyebab utama terjadinya global warming ini adalah produksi polusi yang sekarang sudah mulai tak terkendali. Oleh karena itu, teknologi ini ramah lingkungan dan tidak menghasilkan emisi yang membuat polusi udara kita sehingga dapat kita jadikan sebagai energi alternatif.

4. Dapat dibangun di daerah terpencil karena tidak memerlukan transmisi energi maupun transportasi sumber energi

Kebanyakan dari daerah terpencil sampai saat ini belum juga teraliri listrik. Maka pengembangan sel surya untuk daerah terpencil tersebut sangat bermanfaat.

5. Kondisi Indonesia dengan intensitas radiasi surya 4,5 kWh/m²/hari membuat pemanfaatan energi surya yang direkomendasikan.

2.4. Komponen Sistem PLTS

Adapun komponen-komponen yang terdapat dalam PLTS antara lain, dijelaskan berikut ini.

2.4.1. Modul Surya

Komponen utama dari PV yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan

semikonduktor (umumnya silikon) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik.

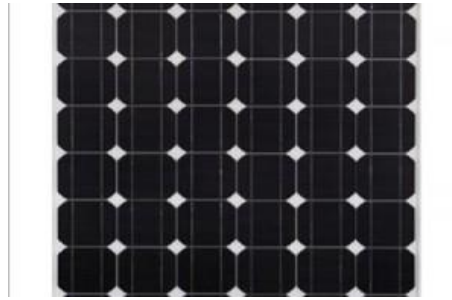


Gambar 2.1 Modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor

Berikut ini jenis-jenis modul surya yang ada dipasaran:

A. Monokristal (*Mono-crystalline*)

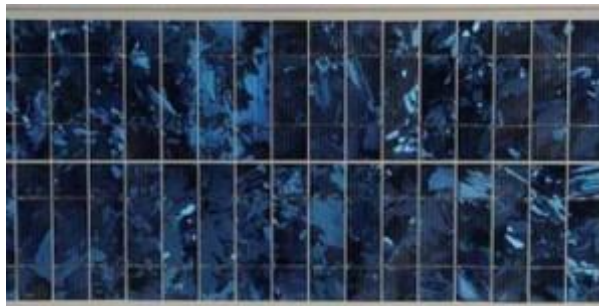
Monokristal merupakan panel surya yang paling efisien, dapat menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki tingkat efisiensi sampai dengan 15%. Tetapi jenis modul surya monokristal memiliki kelemahan yaitu, tidak dapat bekerja optimal ditempat dengan cahaya matahari yang kurang, efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.2 Modul surya jenis monokristal

B. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Polikrsital merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabriksi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih murah.



Gambar 2.3 Modul surya jenis polikristal

C. Amorphous

Silikon *Amorf* (a-Si) telah digunakan sebagai bahan modul surya untuk kalkulator selama beberapa waktu. Meskipun mempunyai kinerja yang lebih rendah dibandingkan modul surya tradisional c-Si, hal ini tidak penting dalam kalkulator, yang menggunakan daya sangat rendah.

Teknologi terbaru saat ini dengan perbaikan dalam teknik konstruksi telah membuat a-Si lebih menarik sebagian besar wilayah pemanfaatan modul surya. Disini efisiensi yang lebih tinggi dapat dicapai dengan menyusun beberapa sel tipis-film di atas satu sama lain, masing-masing sesuai untuk bekerja dengan baik pada frekuensi cahaya tertentu.

Pendekatan ini tidak berlaku untuk c-sel Si, dengan teknik konstruksi yang tebal dan karenanya sangat buram, menghalangi cahaya mencapai lapisan lain dalam susunan. Pembuatan dari modul surya bertipe a-Si dalam produksi skala besar tidak efisien, tetapi biaya a-Si sel menggunakan sekitar 1% dari silikon yang dibutuhkan untuk sel c-Si dan biaya silikon adalah faktor terbesar dalam biaya pembuatan sel. Namun, biaya lebih tinggi karena pembuatan konstruksi multi-layer, sampai saat ini membuat a-Si tidak menarik kecuali dalam peran mana ketipisan atau fleksibilitas adalah keuntungan.

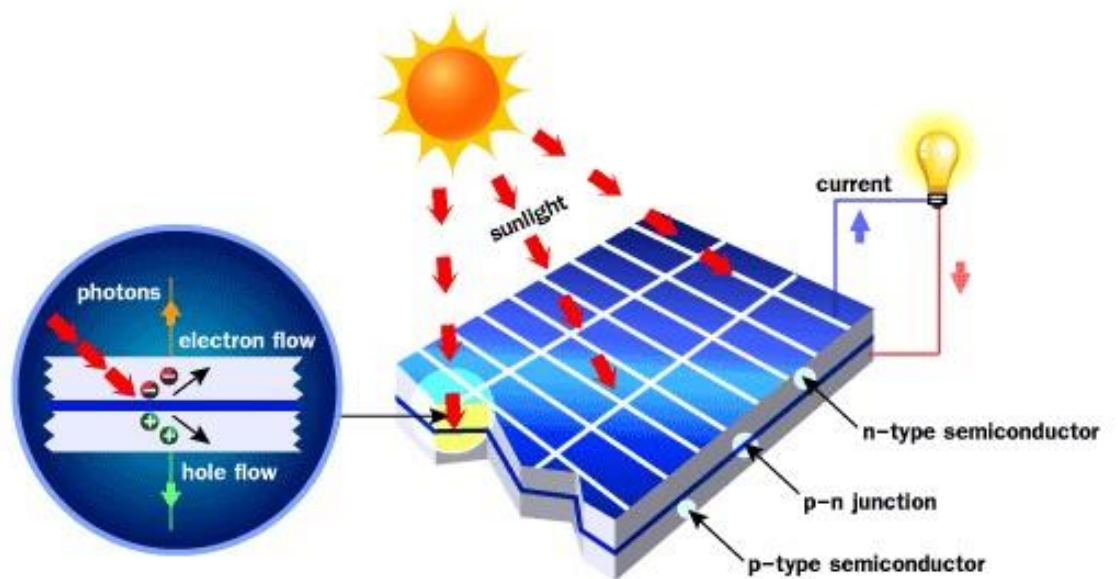


Gambar 2.4 Modul surya jenis amorphous

Tabel 2.1 Karakteristik modul surya

Jenis modul surya	Perubahan Daya	Daya Tahan	Biaya	Keterangan	Penggunaan
Monokristal	Sangat baik	Sangat baik	Baik	Kegunaan pemakaian luas	Sehari-hari
	Efisiensi 15-20%				
Polikristal	Baik	Sangat baik	Sangat baik	Cocok untuk produksi massal di masa depan	Sehari-hari
	Efisiensi 13-16%				
Amorphous	Cukup baik	Cukup baik	Baik	Bekerja baik dalam pencahayaan fluorescent	Sehari-hari & perangkat komersial (kalkulator)
	Efisiensi 7-8%				

Mekanisme penyerapan radiasi matahari pada modul surya



Gambar 2.5 Elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif

2.4.2. Baterai

Baterai adalah penyimpan energi listrik pada saat matahari tidak ada. Baterai yang cocok digunakan untuk PV adalah baterai *deep cycle lead acid* dengan efisiensi sekitar 80%. Berikut jenis-jenis baterai yang dapat digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya:

A. Baterai *Nickel Cadmium* (NiCad)

Merupakan salah satu jenis baterai tertua yang digunakan, memiliki kelebihan tahan gangguan fisik, tetapi memiliki kekurangan pada berat dan volume baterai serta efek memori karena sifat material baterai. Pada baterai jenis NiCad ini, berat dan volumenya jauh lebih besar dibandingkan baterai jenis lain dalam daya yang sama, sehingga

penggunaannya yang kurang praktis ini baterai jenis NiCad sudah jarang digunakan pada sistem PLTS.

B. Baterai *Lead-acid*

Baterai *Lead-acid* juga merupakan salah satu baterai tertua yang pernah digunakan, terdiri dari dua tipe utama, baterai pemacu yang digunakan pada kendaraan seperti mobil, dirancang untuk lonjakan daya singkat pada saat menyalakan mesin dan baterai bersiklus panjang yang memberikan daya yang lebih rendah, digunakan di kapal, mobil golf, sebagai daya di berbagai *gadget*, dan penyimpanan energi PLTS. Baterai *lead acid* dapat dikelompokkan menjadi *Liquid Vented* dan *Sealed (VRLA - Valve Regulated Lead Acid)*

C. Baterai Absorbed Glass Mat (AGM)

Baterai AGM menggunakan mat gelas silikon berserat untuk menampung elektrolit. Mat ini menyediakan kantong yang membantu dalam penggabungan gas-gas yang dihasilkan selama *charging*, dan membatasi jumlah dari gas *hidrogen* yang dihasilkan. Keuntungan utama dari baterai *sealed* yaitu memiliki *spill-proof* (anti tumpah). Baterai ini sangat rentan terhadap kerusakan dari *overcharging* khususnya pada cuaca panas dan jangka hidup lebih pendek daripada jenis baterai lainnya. Kebanyakan baterai *sealed* harus di *charge* pada tegangan rendah dan tingkat ampere yang rendah untuk menghindari kelebihan gas dari kerusakan sel.



Gambar 2.6 Baterai sebagai penyimpan energi listrik

2.4.3. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke baterai dan sebaliknya. Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka *Controller* akan memutuskan dengan beban. *Solar Charge Controller* juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai. *Solar Charge Controller* dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi.



Gambar 2.7 Contoh *Solar Charge Controller*

2.4.4. *Inverter*

Inverter adalah alat yang mengubah arus DC menjadi AC sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Alat ini mengubah arus DC dari panel surya menjadi arus AC untuk kebutuhan beban-beban yang menggunakan arus AC.



Gambar 2.8 *Inverter* untuk mengubah arus DC menjadi AC

2.4.5. Kabel Instalasi

Kabel yang digunakan untuk instalasi PV adalah kabel khusus yang dapat mengurangi *loss* (kehilangan) daya, pemanasan pada kabel, dan kerusakan pada perangkat. Spesifikasi kabel yang cocok dapat mengurangi *loss* 3%.

2.5. Penyimpanan Arus Listrik

Setelah mendapatkan keluaran dari modul surya yang berupa arus listrik dapat langsung digunakan untuk beban yang dimanfaatkan. Tetapi juga arus listrik tersebut dapat digunakan sebagai pengisian dengan cara disimpan ke dalam baterai agar dapat dipergunakan pada saat yang diperlukan khususnya pada malam hari karena tidak adanya sinar matahari. Apabila modul surya tersebut digunakan untuk penyimpanan ke baterai, maka besarnya tegangan yang

dihasilkan harus diatas spesifikasi baterai tersebut. Misalnya baterai yang digunakan 12 volt, maka tegangan yang dihasilkan modul surya harus diatas 12 volt untuk dapat melakukan pengisian.

Sebelum melaksanakan pengisian sebaiknya baterai dalam keadaan kosong karena arus yang masuk akan dapat terisi dengan maksimal. Satuan kapasitas suatu baterai adalah Ampere jam (Ah) dan biasanya karakteristik ini terdapat pada label suatu baterai. Misalnya suatu baterai dengan kapasitas 10 Ah akan terisi penuh selama 10 jam dengan arus keluaran modul surya sebesar 1 Ampere.