

BAB II

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

2.1. UMUM

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. Teknologi ini sudah ditemukan sejak tahun 1941 dan diaplikasikan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan militer Amerika Serikat, kemampuannya luar biasa dengan daya tahan yang cukup lama hingga 25 tahun dibawah cuaca panas, hujan, maupun beku. PLTS sering juga disebut *Solar Cell*, atau Solar Fotofoltaik, yang pada dasarnya PLTS adalah pencatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar baik secara mandiri, maupun dengan *hybrid* baik dengan metoda Desentralisasi maupun dengan metoda Sentralisasi.

2.1.1 Pembangkit Listrik Surya Fotovoltaik (*solar photovoltaic plants*)

2.1.1.1 Sel Surya

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah sebuah alat yang mengubah cahaya menjadi arus listrik dengan menggunakan efek fotolistrik. Sel surya pertama diciptakan oleh Charles Fritts pada tahun 1880. Pada tahun 1931 seorang insinyur Jerman, Dr Bruno Lange, mengembangkan sel fotovoltaik menggunakan selenida perak di tempat oksida tembaga. Meskipun sel prototipe selenium mengkonversi

kurang dari 1% dari cahaya menjadi listrik, Ernst Werner von Siemens dan James Clerk Maxwell mengakui penemuan ini sangatlah penting. Setelah karya Russell Ohl pada 1940-an, peneliti Gerald Pearson, Calvin Fuller dan Daryl Chapin menciptakan sel surya silikon pada tahun 1954.

- Tipe - Tipe Sel Surya

Ditinjau dari konsep struktur kristal bahannya, terdapat tiga tipe utama sel surya, yaitu sel surya berbahan dasar monokristalin, poli (multi) kristalin, dan amorf. Ketiga tipe ini telah dikembangkan dengan berbagai macam variasi bahan, misalnya silikon, CIGS, dan CdTe.

Berdasarkan kronologis perkembangannya, sel surya dibedakan menjadi sel surya generasi pertama, kedua, dan ketiga. Generasi pertama dicirikan dengan pemanfaatan wafer silikon sebagai struktur dasar sel surya; generasi kedua memanfaatkan teknologi deposisi bahan untuk menghasilkan lapisan tipis (*thin film*) yang dapat berperilaku sebagai sel surya; dan generasi ketiga dicirikan oleh pemanfaatan teknologi bandgap engineering untuk menghasilkan sel surya berefisiensi tinggi dengan konsep tandem atau multiple stacks.

Berikut jenis-jenis Sel surya yang saat ini di gunakan :

- Monokristalin (SI)

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. Efisiensi dari monocrystalline sekitar 16-17%. Bahkan dapat mencapai 24 % pada hasil penelitian di laboratorium. Kelemahan dari sel surya jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat teduh atau cahaya

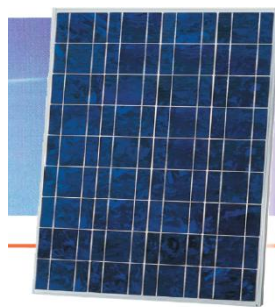
mataharinya kurang. Efisiensinya akan turun drastis dalam kondisi cuaca berawan.



Gambar 2.1: Modul monokristalin

- Poli (multi) kristalin

Dikarenakan biaya pembuatan sel surya monokristalin masih mahal oleh karena itu digunakanlah polikristalin yang biaya pembuatannya lebih murah. Namun sel jenis ini kurang efektif dibandingkan jenis monokristalin. Efisiensinya berkisar antara 10-14%. Jenis sel ini memerlukan luas permukaan yang lebih luas untuk menghasilkan daya listrik yang sama jika dibandingkan dengan jenis monokristal, namun masih dapat menghasilkan energi listrik pada cuaca mendung atau berawan.



Gambar 2.2: Modul Polycrystalline

- Amorphous Silicon

Sel jenis ini mempunyai efisiensi maksimum tidak lebih dari 10%. Biaya produksi jauh lebih murah dari jenis sel silikon yang lain. Efisiensi akan berkurang seiring dengan berjalannya waktu. Banyak dipakai pada jam tangan dan kalkukator.



Gambar 2.3. Thin Film Amorphous Silicon

Tabel 2.1 Perbandingan Karakteristik Jenis Fotovoltaik

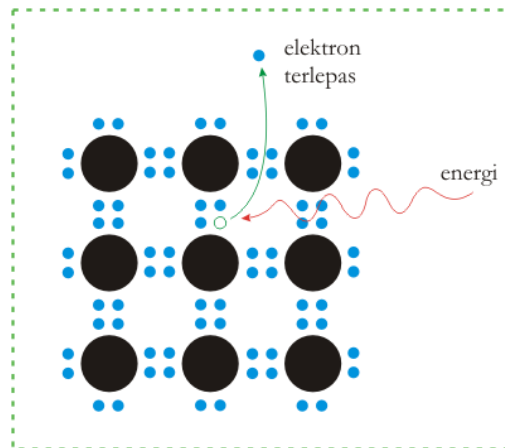
No.	Jenis Modul	Karakteristik
1	Monocrystalline	Efisiensi Maksimum : 24 %
		Merupakan generasi pertama photovoltaic
		Lifetime relatif lama
		Terbuat dari bahan silikon murni
		Biaya pembuatan relatif mahal
		Memiliki bentuk solid dan kaku
2	Polycrystalline	Efisiensi Maksimum : 14 %
		Merupakan generasi kedua (lanjutan) photovoltaic
		Lifetime relatif lama
		Terbuat dari bahan silikon lelehan
		Biaya pembuatan relatif lebih murah
		Memiliki bentuk solid dan kaku
3	Thin Film	Efisiensi Maksimum : 10 %
		Merupakan generasi ketiga (pengembangan) photovoltaic
		Lifetime relatif lebih singkat
		Terbuat dari bahan silikon yang di-deposisi ke kaca
		Biaya pembuatan paling murah
		Memiliki bentuk lentur dan bisa dibentuk
		Biasanya digunakan pada benda dengan nilai estetika

2.1.1.2 Fotovoltaik

Apabila suatu bahan semikonduktor seperti misalnya bahan silikon disimpan dibawah sinar matahari, maka bahan silikon tersebut akan melepaskan sejumlah kecil listrik yang biasa disebut *efek fotolistrik*. Efek fotolistrik adalah pelepasan elektron dari permukaan metal yang disebabkan penumbukan cahaya. Efek ini merupakan proses dasar fisis dari fotovoltaik merubah energi cahaya menjadi listrik.

Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai "*photons*" yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada "*solar spectrum*". Pada saat photon menumbuk sel surya maka cahaya tersebut akan dipantulkan atau diserap atau mungkin hanya diteruskan. Cahaya yang diserap akan membangkitkan listrik.

Pada saat terjadinya tumbukan, energi yang dikandung oleh photon ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya yang merupakan bahan semikonduktor. Dengan energi yang didapat dari photon, elektron melepaskan diri dari ikatan normal bahan semikonduktor dan menjadi arus listrik yang mengalir dalam rangkaian listrik yang ada. Dengan melepaskan dari ikatannya, elektron tersebut menyebabkan terbentuknya lubang atau "*hole*".



Gambar 2.4 Sketsa penampang dua dimensi dari kristal silikon.

Untuk gelombang cahaya dengan frekuensi f dan panjang gelombang λ , energi E dan momentum p dari sebuah *foton* adalah:

$$E = hf \quad (\text{energi foton})$$

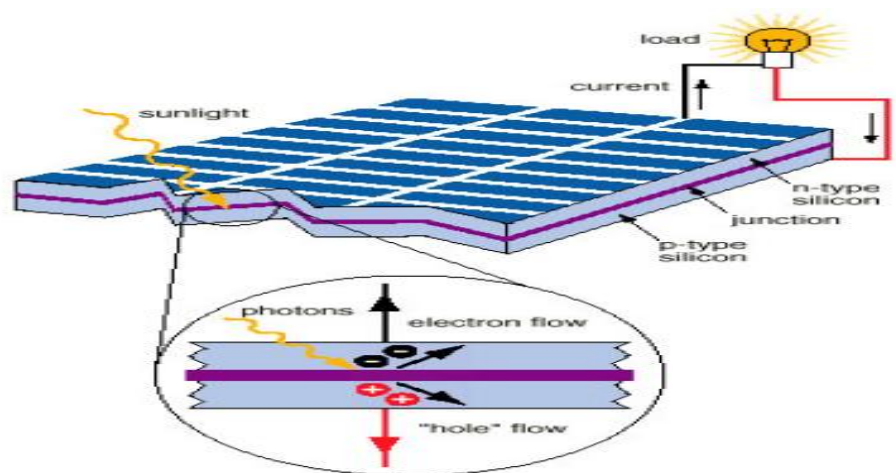
$$p = \frac{hf}{c} = \frac{hf}{\lambda} \quad (\text{momentum foton})$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Jika sebuah cahaya dengan frekuensi yang cukup tinggi jatuh pada permukaan logam yang bersih, elektron akan dipancarkan oleh permukaan tersebut oleh interaksi *foton*-elektron di dalam logam, sehingga hubungan yang berlaku adalah:

$$hf = K_{\max} + \Phi$$

Dimana hf adalah energi *foton* dan $K_{\max}$ adalah energi kinetik terbesar elektron yg dipancarkan, dan Φ adalah fungsi kerja material sasaran yaitu energi minimum yang harus dipunyai oleh elektron, jika elektron tersebut akan muncul dari permukaan sasaran. Jika hf lebih kecil dari Φ maka efek fotoelektrik tidak akan terjadi.



Gambar 2.5 Konversi cahaya matahari menjadi listrik

Kapasitas fotovoltaik di tentukan berdasarkan spesifikasi beban harian, data radiasi setempat dan berdasarkan kontribusi energi PV yang memungkinkan untuk mendapatkan sistem yang optimum, yaitu dengan mengambil kontribusi energi PV harian sebesar 50% dari beban harian. Untuk menentukan kapasitas Potovoltaik maka dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$C_{pv} = \frac{E_{pv}}{Q \times \frac{1}{A} \times K}$$

- Dimana :
- C_{pv} = Kapasitas fotovoltaik (kWp)
 - E_{pv} = Energi harian output PV (kWh)
 - Q = Insolasi matahari rata-rata (kWh/m²hari)

A = Standar radiasi matahari (1000 watt/m^2 padat = 25°C)
 1kW/m^2

K = Kompensasi rugi-rugi (looses) yang terjadi 0,73

Untuk menghitung berapa besar potensi energi yang di hasilkan oleh modul surya, maka di perlukan beberapa perhitungan terlebih dahulu yakni :

- Equivalent Sun Hour (ESH)

Pada sistem PLTS Equivalent Sun Hour merupakan suatu parameter yang penting. Seperti yang telah diketahui, besarnya intensitas sinar matahari berubah-ubah yang dipengaruhi beberapa faktor seperti jam penyinaran apakah pada pagi hari, siang hari atau sore hari. Kemudian apakah cuaca pada saat itu sedang cerah atau mendung dan sebagainya.

Equivalent Sun Hour merupakan suatu pendekatan untuk merata-ratakan jumlah penyinaran energi setiap harinya. Data ESH bisa di dapatkan dari beberapa website penelitian seperti NASA. Penentuan nilai ESH dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$ESH = \frac{\text{insulasi rata-rata tahunan}}{\text{insulasi standar}} \quad (\text{kWh/m}^2)$$

- Potensi Loss energy

Sebagaimana perangkat elektronik lainnya, system PLTS juga memiliki potensi kehilangan energi listrik yang biasanya berubah menjadi energy panas. Potensi loss ini bias terjadi pada :

✓ Temperatur Losses pada Solar modul

Salah satu syarat solar panel dapat menghasilkan daya sesuai daya peaknya adalah temperature pada permukaan panel 25°C . tetapi hal itu sangat jarang terjadi untuk kondisi geografis di Indonesia, oleh karena itu dapat di asumsikan bahwa temperature solar panel diatas 25° . Ketika temperature solar panel diatas 25°C , maka daya yang berkurang adalah 0,5% daya peaknya. Sebagai contoh perhitungan dapat di lihat di bawah ini :

Temperatur udara + 15°C = Temperatur solar panel
Misalkan temperature udara = 30°C , maka:
Temperatur solar panel adalah $30^{\circ}\text{C} + 15^{\circ}\text{C} = 45^{\circ}\text{C}$

Temperatur dimana solar panel dapat memproduksi daya maksimum adalah 25°C , sehingga selisih temperature solar panel ketika temperature 30°C dengan temperature ideal adalah 20%. Jika di masukkan dalam perhitungan losses maka setidaknya daya yang dihasilkan solar panel mengalami losses sebesar 10% akibat temperature yang diatas kondisi idel. Jadi bila yang di gunakan adalah solar panel 100 watt dengan kondisi temperature 30°C , daya yang dihasilkan hanya 90 watt.

✓ Losses akibat efisiensi pada solar charge controller

Pada umumnya efisiensi dari solar charge controller adalah 98%, maka loss yang terjadi adalah 2%.

✓ Inverter memiliki efisiensi 95% sehingga loss yang terjadi sebesar 5%.

✓ Pada bagian baterai loss umumnya terjadi ketika proses charging ataupun discharging.

✓ Loss pada kabel tergantung jarak kabel dan resistansi kabel.

- Potensi Energi dari modul surya

Langkah awal untuk menghitung berapa persen potensi dari modul surya maka terlebih dahulu harus di hitung berapa banyak modul surya yang dapat di gunakan, hal ini dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Jumlah Modul} = \frac{\text{kapasitas PLTS yang diinginkan}}{\text{kapasitas tiap modul}}$$

Setelah di ketahui banyaknya modul yang di pakai, maka langkah selanjutnya adalah menentukan rangkaian modul.

Untuk modul rangkaian seri maka :

$$\Sigma PV \text{ seri} = \frac{V_b \times P_{pv}}{V_{op}}$$

Dimana : V_b = tegangan baterai dengan kondisi full charger

P_{pv} = Daya puncak modul PV

V_{op} = Tegangan operasional modul PV

Untuk modul rangkaian parallel:

$$\Sigma PV \text{ paralel} = \frac{C_{pv}}{PV \text{ seri} \times P_{pv}}$$

Dimana : C_{pv} = kapasitas photovoltaik.

Pada umumnya potensi energi dari photovoltaik dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Potensi energy PV} = \text{kapasitas PLTS} \times \text{ESH} \quad (\text{kWh/hari})$$

Dari perkiraan potensi energy PV, sebagian akan hilang sehingga untuk menghitung berapa potensi energy PV yang benar-benar bias di gunakan oleh beban maka di gunakan rumus berikut :

*Potensi energi PV termanfaatkan = potensi energi PV (kWh/hari) – potensi
loses*

Dengan mengetahui potensi PV, maka dapat diketahui besarnya kontribusi energy yang diberikan oleh PV dan kontribusi yang harus dipasok.

2.1.2 Prinsip Kerja PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya itu konsepnya sangat sederhana, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam, yang sudah terbukti banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya.

Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Pada siang hari panel surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat langsung disalurkan ke beban maupun dapat disimpan dalam baterai, sebelum digunakan ke beban. Pada malam hari dimana Panel Surya tidak menghasilkan listrik sehingga listrik yang sudah terkumpul didalam baterai akan dapat digunakan.



Gambar 2.6 Proses kerja PLTS

2.1.3 Komponen – Komponen PLTS

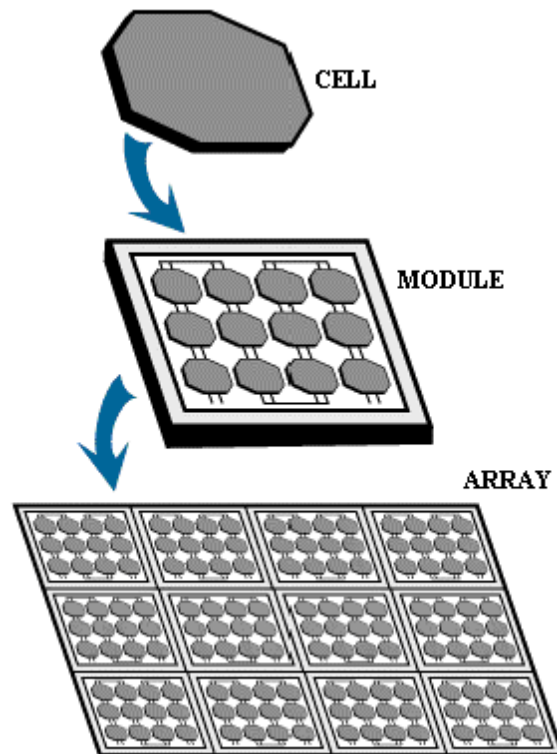
Komponen sistem PLTS Photovoltaic pada umumnya terdiri dari rangkaian modul surya (PV Array), baterai, solar charge controller, dan inverter.

- Rangkaian Modul Surya (PV Array)

Sel-sel surya saling dihubungkan dan dienkapsulasi dalam sebuah modul. Agar diperoleh besaran arus dan tegangan yang diinginkan, maka masing-masing sel surya saling dihubungkan satu sama lain baik secara seri maupun secara paralel untuk membentuk suatu rangkaian PV yang disebut “modul”.

Untuk memperoleh besaran tegangan dan daya yang diinginkan, maka beberapa modul surya dapat dirangkai secara seri, paralel, atau kombinasi seri dan paralel. Rangkaian modul surya ini disebut “Array”.

Array ini dipasang pada penyangga yang terbuat dari besi siku yang diproses dengan hot deep galvanize sehingga tahan terhadap pengkaratan dalam waktu yang cukup lama.



Gambar 2.1 Diagram hubungan sel surya, modul dan array



Gambar 2.7 Rangkaian Modul Surya (PV Array)

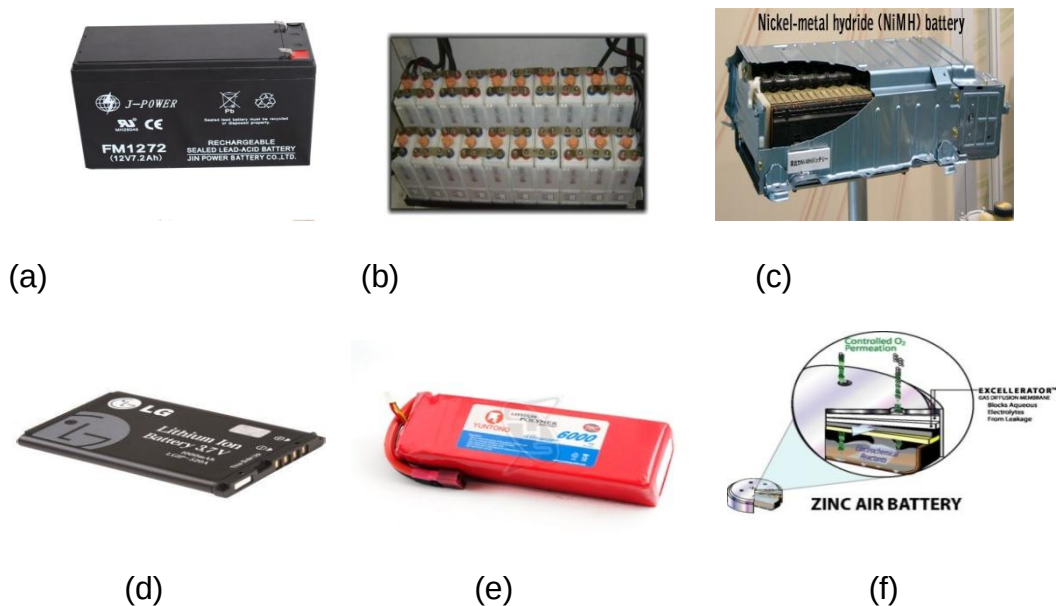
- Baterai

Baterai merupakan alat penyimpanan energi dalam bentuk elektrokimia. Baterai yang digunakan pada sistem PLTS adalah baterai *rechargeable* (dapat diisi ulang). Reaksi kimia yang terjadi bersifat reversible, sehingga setelah digunakan baterai ini dapat diisi kembali (charging) dengan memberikan arus listrik dari luar.

Baterai jenis ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik pada saat digunakan, dan mengubah energi listrik menjadi energi kimia pada saat diisi.

Depth of Discharge (DOD) adalah suatu ketentuan yang membatasi tingkat kedalaman discharge maksimum yang dapat diberlakukan pada baterai. Pengaturan DOD berperan dalam menjaga usia pakai (life time) dari baterai tersebut. Semakin dalam DOD yang diberlakukan pada suatu baterai, maka semakin pendek pula usia pakai dari baterai tersebut.

Baterai *rechargeable* ada beberapa jenis, antara lain *lead-acid (Pb-acid)*, *nickel-cadmium (NiCd)*, *nickel-metal hydride (NiMH)*, *lithium-ion (Li-ion)*, *lithium-polymer (Li-poly)*, dan *zinc-air*.



Gambar 2.8 a) lead-acid(Pb-acid), b) nickel-cadmium(NiCd), c) nickel-metal hydride(NiMH), d) lithium-ion(Li-ion), e) lithium-polymer(Li-poly), f)zinc-air

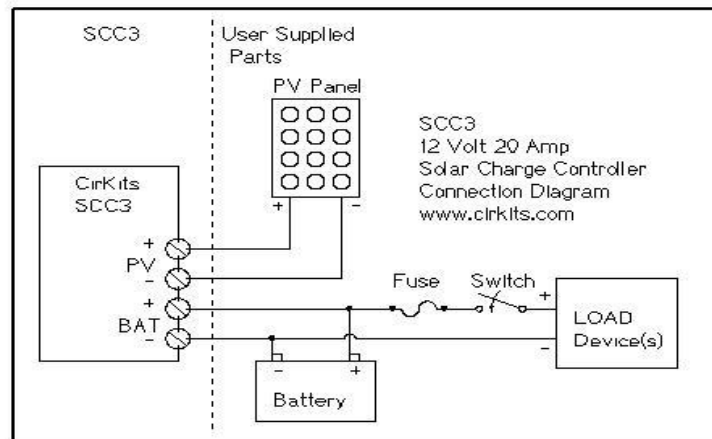
Gambar 2.8 *Battery Bank*

- Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik pada sistem PLTS yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas arus listrik dari modul surya ke baterai, dan dari baterai ke beban. Saat pengisian baterai, solar charge controller mengatur arus yang masuk ke baterai. Apabila baterai sudah penuh, maka arus listrik dari modul surya tidak akan dimasukkan ke baterai. Hal ini untuk menghindari overcharging yang dapat mengurangi umur baterai. Alat ini juga mengatur arus yang dibebaskan dari baterai ke beban. Jika energi pada baterai tinggal 20-30% (tergantung pengaturannya), maka listrik ke beban akan otomatis dimatikan.



Gambar 2.9 Solar Charge Controller



Gambar 2.10 Rangkaian Solar Charge Controller

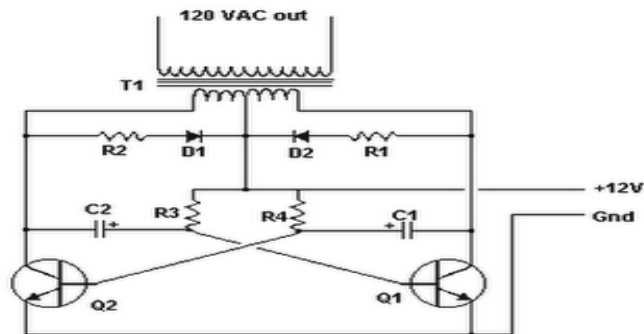
- Inverter

Inverter adalah alat elektronik yang berfungsi mengubah tegangan input DC menjadi tegangan AC. Sumber tegangan input DC inverter dapat berupa sel surya, baterai, atau sumber tegangan DC lainnya. Output dari inverter umumnya 120 V atau 220 V dengan frekuensi 50 Hz atau 60 Hz.

Jenis inverter pada umumnya ditentukan oleh bentuk gelombang output yang dihasilkan. Bentuk gelombang output dapat berupa gelombang kotak (square wave), modifikasi gelombang kotak (modified square wave) yang disebut juga modified sine wave, atau gelombang sinus (sine wave).

Untuk PLTS yang terhubung dengan jaringan, inverter yang digunakan adalah inverter khusus yang disebut Grid Tie Inverter atau inverter sinkron (synchronous inverter). Inverter ini mengubah arus DC menjadi AC dengan frekuensi dan fasa yang sesuai dengan kriteria PLN sehingga dapat dihubungkan ke jaringan PLN. Proses sinkronisasi ini dilakukan dengan PLL (*Phase Locked Loop*), yaitu suatu algoritma yang dapat menegestimasi besaran amplitudo dan fasa dari sinyal referensi yang dijadikan sinyal input. Algoritma ini memerlukan input sinyal

referensi untuk kalkulasi perhitungan amplitudo dan fasa estimasi. Sinyal referensi yang digunakan adalah sinyal besaran listrik jaringan PLN. Sehingga dengan PLL dapat dihasilkan sinyal keluaran yang sudut fasa dan frekuensinya sama dengan sudut fasa dan frekuensi listrik jaringan PLN.



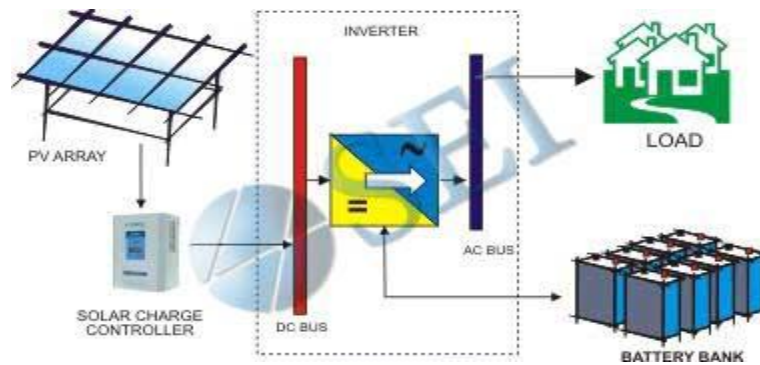
Gambar 2.11 Rangkaian Inverter

2.1.4 Jenis – Jenis Sistem PLTS

A. Stand Alone System

Stand Alone System atau Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (PLTS-Terpusat) merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Sistem PLTS Sistem Terpusat yaitu sistem pembangkit yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian photovoltaik module untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.

Secara umum konfigurasi PLTS Sistem Terpusat dapat dilihat seperti terlihat blok diagram dibawah:



Gambar 2.12 konfigurasi PLTS

Prinsip Kerja PLTS Sistem Terpusat dapat diuraikan sebagai berikut:

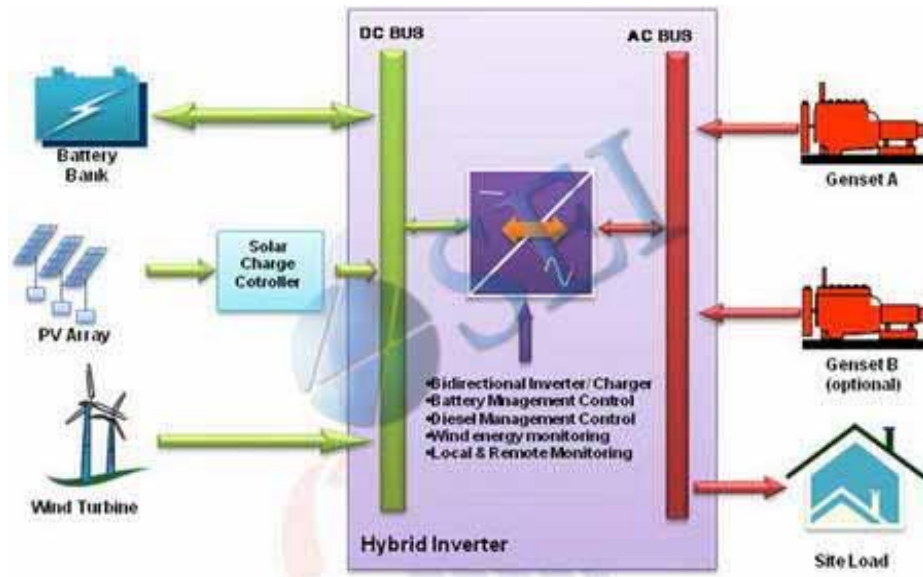
1. Pada PLTS Sistem Terpusat ini, sumber energi listrik yang dihasilkan oleh Modul Surya (PV) pada siang hari akan disimpan dalam baterai. Proses pengisian energi listrik dari PV ke baterai diatur oleh Solar Charge kontroler agar tidak terjadi over charge. Besar energi yang dihasilkan oleh PV sangat tergantung pada intensitas penyinaran matahari yang diterima oleh PV dan efisiensi cell. Intensitas matahari maksimum mencapai 1000 Watt/m^2 , dengan efisiensi cell 14% maka daya yang dapat dihasilkan oleh PV adalah sebesar 140 Watt/m^2 .

2. Selanjutnya energi yang tersimpan dalam baterai digunakan untuk menyuplai beban melalui inverter saat dibutuhkan. Inverter mengubah tegangan DC pada sisi baterai menjadi tegangan AC pada sisi beban.

3. Hybrid Power System

Pada PLTHybrid, renewable energy yang digunakan dapat berasal dari energy matahari, angin dan lain-lain yang dikombinasikan dengan Diesel-Generator Set sehingga menjadi suatu pembangkit yang lebih efisien, efektif dan handal untuk dapat mensuplai kebutuhan energi listrik baik sebagai penerangan rumah atau kebutuhan peralatan listrik yang lain seperti TV, pompa air, strika listrik, serta

kebutuhan industri kecil di daerah tersebut. Dengan adanya kombinasi dari sumber-sumber energi tersebut diharapkan dapat menyediakan catu daya listrik yang kontinu dengan efisien yang optimal.



Gambar 2.13 Sistem PLTHybrid Angin, Matahari, Diesel

Cara kerja PLTHybrid Surya, Bayu dan Diesel sangat tergantung dari fluktuasi beban atau fluktuasi pemakaian energi (load profile) yang mana selama 24 jam distribusi beban tidak merata untuk setiap waktunya. Load profil ini sangat dipengaruhi penyediaan energinya, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka kombinasi sumber energi antara Sumber energi terbarukan dan Diesel Generator atau Sistem PLTH adalah salah satu yang paling cocok untuk sistem pembangkitan yang terisolir dengan jaringan yang lebih besar seperti jaringan PLN.

Semua proses kerja tersebut diatur oleh System Comman Unit yang berada pada Hybrid Controller. Proses kontrol ini bukan sekedar mengaktifkan dan menonaktifkan diesel tetapi yang utama adalah pengaturan energi agar pemakaian BBM diesel menjadi efisien. Parameter pemakaian BBM dinyatakan

dengan Specified Fuel Consumption (SFC), yaitu besar atau volume bahan bakar untuk dapat menghasilkan energi tertentu dari suatu diesel-generator. Nilai SFC tergantung efisiensi engine dan berapa persen daya yang dipikul oleh engine terhadap kapasitas maksimumnya, yang nilainya antara 0,25 – 0,5 liter/kWh. Nilai optimum diperoleh saat pembebanan genset 75%-80%.

B. ON GRID



Gambar 2.14 Sistem On Grid

Sesuai namanya, Grid Connected- PV, maka sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan Energi PV untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin.

Pada siang hari, Modul Surya yang terpasang akan mengkonversikan sinar matahari menjadi Energi listrik DC. Selanjutnya sebuah komponen yang disebut Grid-inverter merubah listrik DC dari PV menjadi listrik AC yang kemudian dapat digunakan untuk mensuplai berbagai peralatan rumah tangga seperti lampu, TV, Kulkas, Mesin Cuci, dan lain-lain. Jadi pada siang hari, kebutuhan energi energi listrik berbagai peralatan disuplai langsung oleh PV.

Pada malam hari maka peralatan akan disupport oleh jaringan PLN, hal ini dimungkinkan karena sistem ini tetap terkoneksi dengan jaringan PLN.

2.2 Kontruksi Pengapung (FLOATING PLATFORM)

2.2.1 Umum

FLOATING PLATFORM adalah konstruksi modular, yang berfungsi sebagai landasan apung. Hal ini juga dapat digunakan untuk keperluan lain, misalnya lahan bangunan. Floating platform adalah kisi ruang, terdiri dari modul kecil yang terbuat dari stainless steel dengan built-in tangki apung. Modul kecil di platform, semua dapat dirakit dengan tangan. Sistem modular memfasilitasi ekstensi bertahap dan membuat platform kurang rentan terhadap kerusakan, misalnya: kebocoran yang hanya berdampak lokal dan dapat diperbaiki secara local. Platform ini melebar sekitar 1,2 meter saat dimuat.



Gambar 2.15 Floating Platform

2.2.2 Latar Belakang Teknis

Sistem mengambang yang terletak di dalam air sebagian besar memiliki persyaratan yang harus stabil selama navigasi. Misalnya, stabilitas dapat diperoleh tanpa pemberat atau penyeimbang, sehingga mengurangi penggunaan bahan. Selain itu, metode konstruksi yang biasanya tidak digunakan pada air dapat diterapkan.

Sistem Floating juga dapat dibentuk sesuai dengan penggunaan yang diinginkan. Floating Platform memiliki daya apung bersih relatif rendah. Ini merupakan keuntungan ekonomi, tetapi membatasi jumlah berat yang dapat ditambahkan ke platform. Namun, modul platform membuat kemungkinan untuk menambah daya apung ketika ada kebutuhan lebih, tangki tambahan dapat dihubungkan ke sisi platform, bahan dapat dimasukkan ke dalam rongga di dalam rangka baja.

2.2.3 Konstruksi

Platform ini dibangun sebagai "truss oktet" ruang kisi dan berbentuk segitiga sama sisi. 189 tank polyethylene membuat platform apung. Mereka terkonsentrasi di tiga ponton terletak di setiap sudut platform. Ponton dibangun dari 3 lapisan tank dan berbentuk tetrahedra dengan satu simpul mengarah ke bawah dan pesawat menghadap ke atas.



Gambar 2.16 Kontruksi Platform

Tank-tank terbuat dari low density polyethylene. Yang dibangun ke dalam tetrahedra dari stainless, tahan asam baja, yang dirakit menjadi koheren "oktet truss" ruang kisi. Daya apung tank berkurang pada suhu rendah karena mereka terbuat dari bahan yang fleksibel (ada diperkirakan 10% perbedaan antara 0 ° dan 20 ° C).

Karena daya apung kuat di ponton , leverage menciptakan ketegangan menuju pusat. Hal ini diimbangi dengan memperkuat platform dengan sidepiece terdiri dari lapisan tambahan struts. Rongga antara tangki dalam rangka baja menciptakan turbulensi , dan dengan demikian efek gelombang berkurang ketika mereka bertemu platform . Bentuk segitiga juga menambah stabilitas sebagai platform mengapung di tiga " titik ". Papan yang melekat pada rangka baja diikat di atas mereka. Fungsi lapis kedua sebagai dek dan lantai . Hal ini juga memberikan kontribusi untuk stabilisasi konstruksi kisi.

Konstruksi atas adalah tetap langsung ke papan serta dengan baut melalui papan untuk platform Ruang kisi di platform dibangun dari jenis baja yang paling tahan lama di air payau , dengan syarat bahwa tanaman dan ganggang akan tumbuh di atasnya. Namun, arus galvanik akan menyebabkan korosi pada baja sporadis kecuali tindakan pemeliharaan dilakukan . Blok seng yang melekat pada

baja dengan jarak 1 meter maksimal . Seng merupakan logam yang reaktif lebih reaktif daripada stainless steel dan karna itu akan memberikan perlindungan. Dengan menggunakan metode ini yang seharusnya mampu menghindari setiap korosi dari baja.

2.2.4 Beban Angin dan Penambatan

Pembangunan secara keseluruhan stabil dan aman dalam cuaca berat dan angin dengan kekuatan badai, asalkan itu baik ditambatkan. Beban maksimum pada sisi besar adalah 3000 kg horizontal dan 300 kg vertikal dalam angin 33 m/s (yaitu badai kondisi). Untuk mengamankan konstruksi di bawah kondisi ini, harus ditambatkan dari setiap sudut dengan kekuatan 3,3ton dan sudut 12 °. Ada tambat rantai tetap sekitar 2 poin node di setiap sudut dari platform. Dua bruce-jangkar memegang salah satu sudut dan dua lainnya adalah tertambat ke trotoar di darat.

2.2.5 Ekstensi

Untuk meningkatkan daya apung adalah mungkin untuk menambahkan tangki tambahan. Tangki dapat digunakan pada air limbah dan keperluan lainnya.

2.2.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan baik pada baja maupun tangki (tank) adalah: tidak perlu pemeliharaan selain pemeriksaan rutin. Konstruksi dapat diangkat untuk memeriksa secara menyeluruh untuk korosi dan kebocoran.

2.2.7 Spesifikasi teknis:

Dimensi: Sisi 8,4 m, daerah sekitar. 40 m ~, tinggi: 1,5 m.

Konstruksi platform: 7500 kg.

Total berat konstruksi: 5500 kg.

Apung Bersih: 2000 kg.

Tank: apung / tangki pada 20 ° C: 44,8 l. Pada 0 ° C: 41,3 l.

2.3 Solar Floating

Solar Floating adalah sebuah sistem dimana panel atau modul surya yang dirancang untuk mengapung di atas permukaan air, memanfaatkan pembuatan platform yang mudah dan murah, juga sebagai teknik pendinginan yang unik secara alami. Solar Floating ini ditunjukkan sebagai metode baru pada generasi energi surya yang memanfaatkan permukaan air yang tersedia di bendungan, waduk, air sungai, air limbah penduduk maupun industri.

Tujuan dalam mengembangkan system ini adalah :

- a) Menjaga temperature pada panel surya.
- b) Pemanfaatan permukaan air untuk mengurangi penggunaan sumber daya lahan (tanah) sekaligus menjaga kuantitas dan kualitas air.
- c) Memanfaatkan permukaan air sebagai teknik pendinginan panel surya.

2.3.1 Karakteristik Solar Floating sistem PV

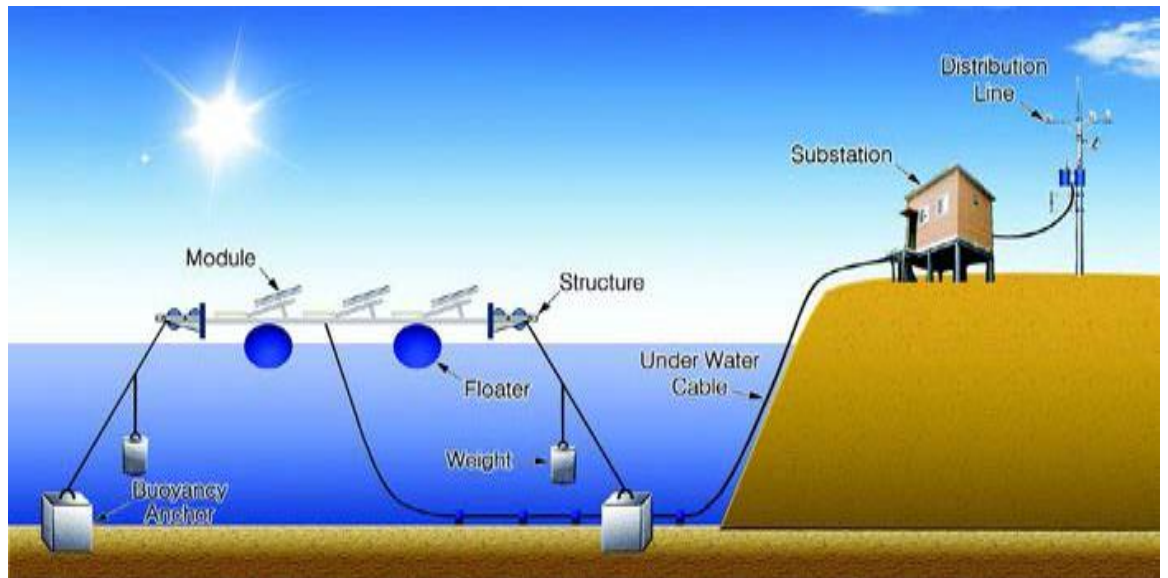
Sistem panel surya yang digunakan pada Solar Floating masih sama dengan sistem panel surya pada umumnya yaitu modul PV (photovoltaic) . Panel Surya yang penggunaannya pada intensitas sinar matahari menciptakan situasi dimana si panel akan lumayan panas di atas suhu minimum.

Hal ini menyebabkan efisiensi mereka turun secara signifikan dan mengurangi keandalan dimana tidak bisa menghasilkan daya yang maksimal juga dapat memperpendek umur operasi dari sebuah panel atau sebuah modul . Untuk mengatasi efek ini, pendinginan pada modul PV diperlukan dengan memanfaatkan suhu pada permukaan air yang relatif lebih dingin daripada suhu yang didarat.

2.3.2 Konsep Solar Floating sistem PV

Listrik, Energi, Sistem, dan Simulasi dari Sebuah PV mengembangkan hasil pembangkit listrik Surya terapung (Solar Floating) dari kombinasi Teknologi terapung dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic pada umumnya yang

di install di atas lahan dan bangunan, serta tidak ada pekerjaan penggalian atau pondasi beton yang diperlukan untuk menginstal Solar floating platform.



Gambar 2.17 Konsep Solar Floating

- A. Solar Floating: Sebuah badan terapung (Struktur + pelampung) yang memungkinkan instalasi dari modul PV.
- B. Jangkar Apung (Buoyancy Anchor): Dapat menyesuaikan diri dengan fluktuasi muka air tetap menjaga posisi dalam arah selatan.
- C. Modul PV: Peralatan generasi panel Photovoltaic yang diinstal di atas sistem terapung.
- D. Underwater Cable: Transfer daya yang dihasilkan, dari tanah ke sistem PV.