

BAB II

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.1 Tinjauan Umum 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.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (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).

Pembangkit listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan photovoltaic dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Photovoltaic mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik.

Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor. Sistem pemusatan energi surya (concentrated solar power, CSP) menggunakan lensa atau cermin dan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari dari luasan area tertentu ke satu titik. Panas yang terkonsentrasikan lalu digunakan sebagai sumber panas untuk pembangkitan listrik biasa yang memanfaatkan panas untuk menggerakkan generator. Sistem cermin parabola, lensa reflektor fresnel, dan menara surya adalah teknologi yang paling banyak digunakan. Fluida kerja yang dipanaskan bisa digunakan untuk menggerakkan generator (turbin uap konvensional hingga mesin stirling) atau menjadi media penyimpan panas.

2.1.1 Sistem Panel Surya

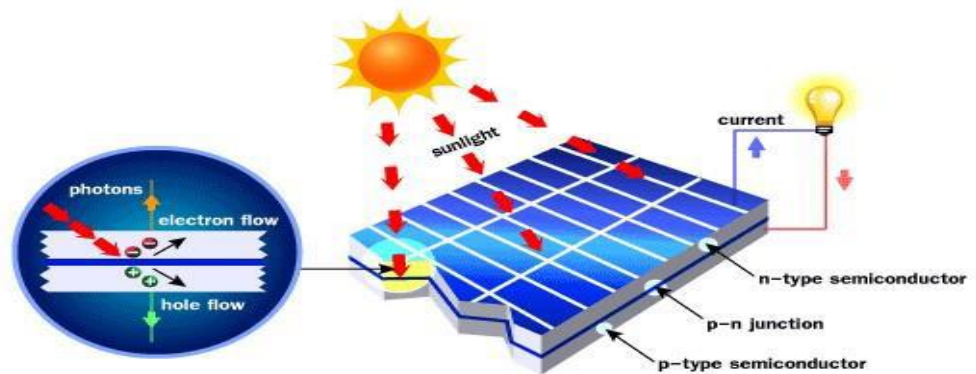
Panel surya mempunyai sistem yang mempunyai keuntungan misalnya tidak memerlukan bahan bakar, dan energi matahari tersedia sepanjang masa, untuk harga panel surya masih cukup tinggi akan tetapi penggunaannya efektif fasilitas minimum karena terdiri dari sel yang tipis. Bobot ringan dibandingkan dengan ukurannya. Dengan menentukan jumlah beban perhari, maka daya dan jumlah panel surya dapat di tentukan. Serta dapat ditentukan daya dan jumlah inverter. Desain sistem dimulai dari penyusunan ukuran dan pola beban, pemilihan komponen dan menyesuaikannya dengan data radiasi.

2.1.2 Bahan Sel Surya

Bahan yang terdapat pada sel surya adalah silikon, Silikon adalah elemen kedua yang terbanyak di bumi setelah oksigen, Di bumi silikon terdapat dalam bentuk silikon dioksida (SiO_2). Pada bahan sel surya saat ini adalah silikon yang dapat dari pemurnian SiO_2 . Pengelompokan sel surya di peroleh pada bahan dan susunan. Secara umum, dilakukan pengelompokan kedalam golongan silikon (Si) yang bahan dasarnya silikon dan golongan campuran yang bahan dasarnya adalah campuran semikonduktor.

Mekanisme penyerapan radiasi matahari pada modul surya sel surya atau photovoltaic adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pembangkit listrik tenaga surya tipe photovoltaic adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel N di bagian bawah.

Efek fotoelektrik adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.



Gambar 2.1 Struktur Sel Surya

2.1.3 Komponen Sistem PLTS

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

a. 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.



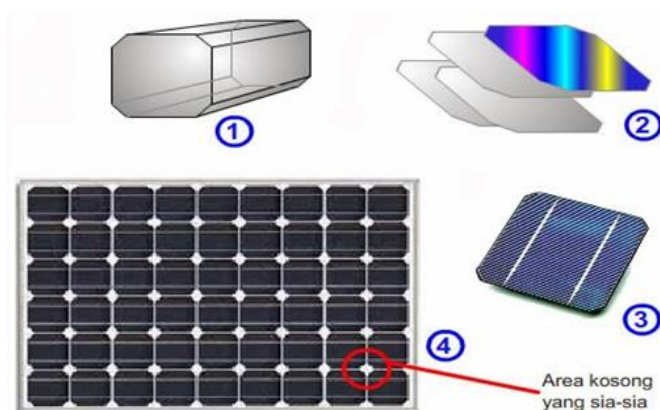
Gambar 2.2 Modul surya berbahan semikonduktor

Berbagai – macam teknologi telah diteliti oleh para ahli di dunia untuk merancang dan membuat sel surya yang lebih baik, murah, dan efisien.

1. Monokristal

Merupakan panel surya yang lebih efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Kelemahan dari panel surya jenis ini adalah tidak akan berfungsi lebih baik di tempat yang cahayanya matahari kurang (teduh), efisiennya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

sel surya ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya, seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3 Panel Surya Jenis Monokristal

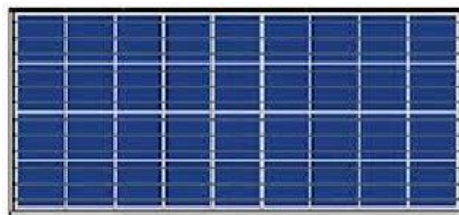
Keterangan gambar :

1. Batangan Kristal silicon murni.
2. Irisan kristal silicon yang sangat tipis.
3. Sebuah sel surya monokristal yang sudah jadi.
4. Sebuah panel surya monokristal yang berisi susunan sel surya monokristal. Nampak area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini.

2. Polikristal

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar di bandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.

Karena sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama yang lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16%. Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca didalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruang kosong yang sia – sia seperti susunan pada panel surya monokristal di atas.



Gambar 2.4 Panel Surya Jenis Polikristal

Pada gambar 2.4 panel surya jenis polikristal proses pembuatannya lebih mudah dibandingkan monokristal karenanya harga lebih murah.

3. Thin Film

Lapisan tipis atau Thin Film, mempunyai ketebalan sekitar 10 nm diatas substrat atau steel (baja) atau juga disebut advanced sel surya. Tipe yang paling maju saat ini adalah amorphous silikon dengan heterojunction. Thin Film mempunyai efisiensi 10 %, Thin Film lain adalah metal Isolator Silikon (MIS). MIS transparan adalah teknologi lebih hemat 30 %, dari konvensional.



Gambar 2.5 Panel Surya Jenis Thin Film

b. 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 pemicu 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

c. **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

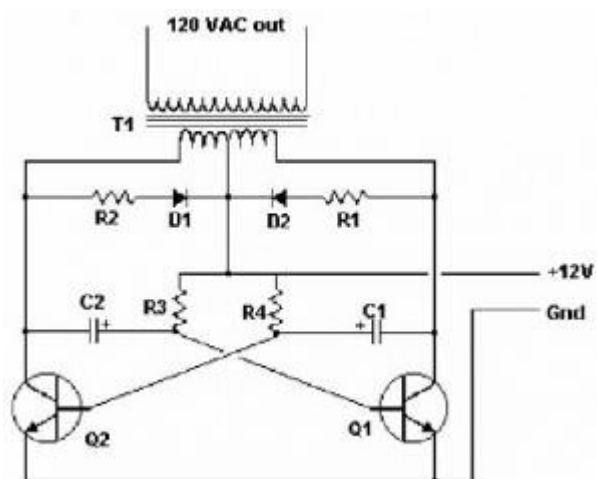
pengisian dapat mengurangi umur baterai. *Solar Charge Controller* dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi.



Gambar 2.7 *Solar Charge Controller*

d. 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 Rangkaian *Inverter*

e. 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%.

2.1.3 Prinsip Kerja Modul Surya

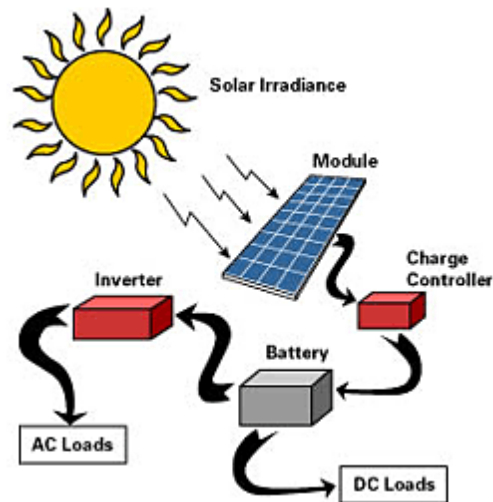
Secara sederhana sel surya terdiri dari P – N *junction semiconductor* yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran listrik. Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah *absorber* (penyerap).

Lebih detail lagi bisa dijelaskan sinar matahari yang terdiri dari foton-foton, jika menimpa permukaan bahan sel surya (*absorber*), akan diserap, dipantulkan atau dilewatkan begitu saja dan hanya foton dengan level energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalirlah arus listrik. Level energi tersebut disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadilah aliran arus listrik.

Untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi foton harus sedikit lebih besar atau diatas dari pada energi *band-gap*. Jika energi foton terlalu besar dari pada energi *band-gap*, maka ekstra energi tersebut akan dirubah dalam bentuk panas pada sel surya. Karenanya sangatlah penting pada sel surya untuk mengatur bahan yang

dipergunakan, yaitu dengan memodifikasi struktur molekul dari semikonduktor yang dipergunakan. Pada dasarnya sel surya merupakan sebuah foto dioda yang besar dan dirancang dengan mengacu pada gejala fotovoltaiik sedemekian rupa sehinggadapat menghasilkan daya yang sebesar mungkin. Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran negatip. Untuk mendapatkan daya yang cukup besar diperlukan banyak sel surya. dinamakan panel *photovoltaic* (PV). Agar efisiensi dari sel surya bisa tinggi maka foton yang berasal dari sinar matahari harus bisa diserap secara maksimal, kemudian memperkecil refleksi dan rekomendasi serta memperbesar konduktivitas dari bahannya.

Untuk bisa membuat agar foton yang diserap dapat secara maksimal, maka *absorber* harus memiliki energi *band-gap* dengan rentang yang lebar, sehingga memungkinkan untuk bisa menyerap sinar matahari yang mempunyai energi sangat bermacam-macam tersebut. Salah satu bahan yang sedang banyak diteliti adalah CuInSe_2 yang dikenal merupakan salah satu dari *direct semiconductor*.



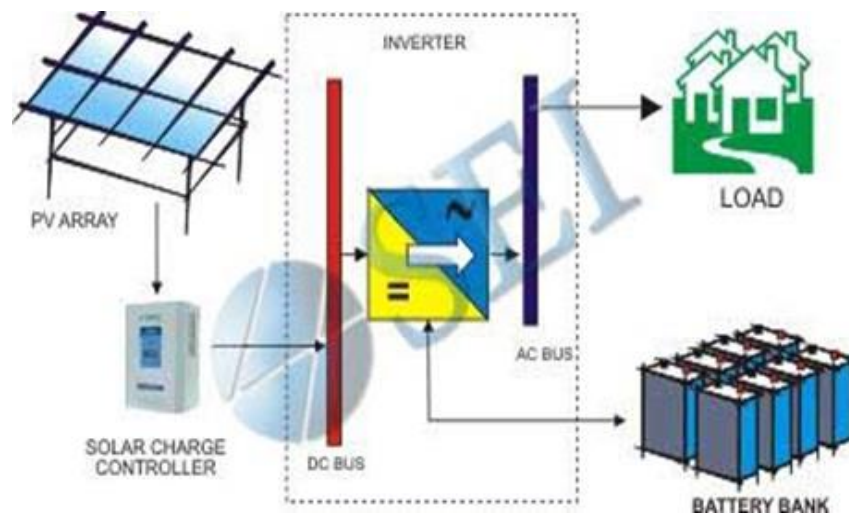
Gambar 2.9 Proses Kerja Panel Surya Menjadi Energi Listrik

2.2 Sistem PLTS

2.2.1 STAND ALONE PHOTOVOLTAIC

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

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



Gambar 2.10 Prinsip Kerja sistem PLTS Terpusat

Prinsip kerja sistem PLTS terpusat dapat diuraikan sebagai berikut :

- Pada sistem PLTS terpusat ini, sumber energi 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 kepada intensitas penyinaran matahari yang diterima oleh PV dan efisiensi cell. Intensitas matahari maksimum mencapai 1000 Watt/m², dengan efisiensi cell 14% maka daya yang dapat dihasilkan oleh PV adalah sebesar 140 Watt/m².
- 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.

2.2.2 GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Grid Connected PV System merupakan solusi Green Energy bagi penduduk perkotaan baik perumahan ataupun perkantoran. Sistem PLTS ini menggunakan Modul Surya (Photovoltaic Module) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan

adanya sistem PLTS ini akan mengurangi tagihan listrik rumah tangga, dan memberikan nilai tambah pada pemiliknya.

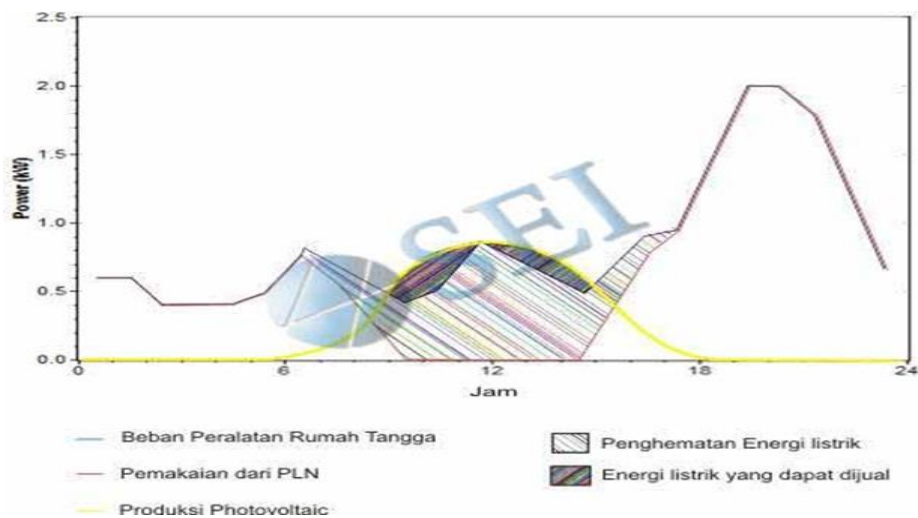


Gambar 2.11 Prinsip Kerja sistem PLTS On Grid

Sesuai namanya, Grid Connected-PV, maka sistem PLTS 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 pada atap akan mengkonversi sinar matahari menjadi Energi listrik Arus Searah (DC). Selanjutnya sebuah komponen yang disebut Grid-inverter merubah listrik arus searah (DC) dari PV menjadi listrik arus bolak-balik (AC) yang kemudian dapat digunakan untuk mensuplai berbagai peralatan rumah tangga seperti Lampu, TV, Kulkas, Mesin Cuci, dll. Jadi pada siang hari, kebutuhan energi listrik berbagai peralatan disuplai langsung oleh Modul Surya. Jika pada kondisi ini terdapat kelebihan energi dari PV maka kelebihan energi ini dapat dijual ke PLN (tergantung kebijakan).

Pada malam hari atau jika kondisi cuaca mendung maka peralatan akan disupport oleh jaringan PLN. Hal ini dimungkinkan karena sistem ini tetap terkoneksi dengan jaringan PLN. Ilustrasi penggunaan Grid Connected dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 2.12 Grafik Penggunaan Grid Connected Photovoltaic System

Keuntungan menggunakan Energi Surya (Grid-Connected PV):

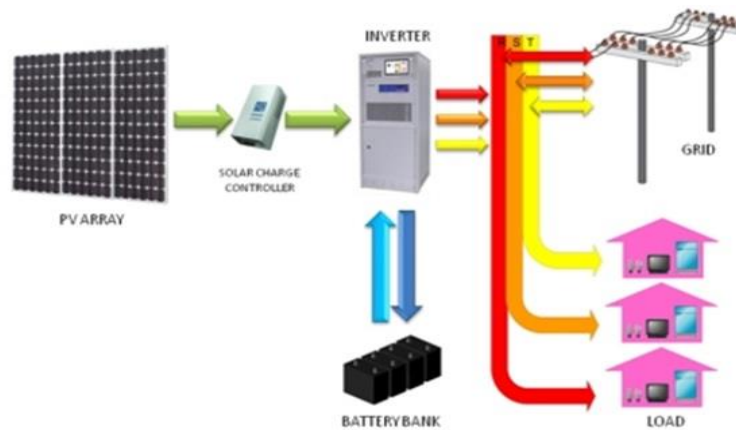
- Mereduksi penggunaan bahan bakar fosil sehingga mengurangi polusi/emisi bahan bakar
- Bersih, tidak berisik, menggunakan energi gratis dari matahari sepanjang tahun
- Tidak memerlukan biaya operasional sepeserpun
- Pengoperasian dan Perawatan sistem yang sangat mudah
- Membantu menstabilkan tegangan PLN pada sisi beban
- Membantu mengurangi biaya tagihan listrik bulanan
- Meningkatkan nilai prestise pada rumah/perkantoran
- Kelebihan Listrik yang dihasilkan PV dapat dijual kepada PLN (tergantung kebijakan)

2.2.3 GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC BATTERY BACKUP

Grid-connected PV with battery backup adalah sistem PLTS solusi energi hijau untuk penduduk perkotaan baik perumahan, perkantoran, atau fasilitas publik. Sistem ini menggunakan Modul Surya (Photovoltaic Module) sebagai penghasil listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan

adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik PLN dan sekaligus turut andil dalam penyelamatan lingkungan dengan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkitan energi listrik.

Sistem PLTS ini juga berfungsi sebagai backup energi listrik untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan-peralatan elektronik. Jika suatu saat terjadi kegagalan pada suplai listrik PLN (Pemadaman listrik) maka peralatan-peralatan elektronik dapat beroperasi secara normal dalam jangka waktu tertentu tanpa adanya gangguan.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja sistem PLTS On Grid With Battery Backup

Keuntungan :

- Menghasilkan energi listrik mandiri dan mengurangi tagihan listrik PLN anda
- Mereduksi penggunaan bahan bakar fosil sehingga mengurangi polusi/emisi bahan bakar
- Bersih, tidak berisik, menggunakan energi gratis dari matahari sepanjang tahun
- Menyediakan cadangan (backup) listrik untuk beban-beban peralatan penting apabila terjadi gangguan PLN pada periode waktu tertentu
- Meningkatkan nilai (prestise) pada bangunan/perusahaan anda.

- Tidak memerlukan biaya operasional yang besar (low maintenance)
- Pengoperasian dan Perawatan sistem yang sangat mudah
- Kelebihan energi listrik yang dihasilkan PV dapat dijual kepada PLN (tergantung kebijakan)

2.2.4 HYBRID PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM

Pengertian Hybrid pada tulisan ini adalah penggunaan 2 atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda, umumnya digunakan untuk captive genset, sehingga diperoleh sinergi yang memberikan keuntungan ekonomis maupun teknis.

Tujuan utama dari sistem PLTS hybrid pada dasarnya adalah berusaha menggabungkan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) sehingga dapat saling menutupi kelemahan masing-masing dan dapat dicapai keandalan supply dan efisiensi ekonomis pada type load (Load profile) tertentu.

System Hybrid dapat melibatkan 2 atau lebih system pembangkit listrik, umumnya system pembangkit yang banyak digunakan untuk hybrid adalah genset, PLTS, mikrohydro, Tenaga Angin. Sehingga system hybrid bisa berarti PLTS-Genset, PLTS-Mikrohydro, PLTS-Tenaga Angin dst. Di Indonesia system hybrid telah banyak digunakan, baik PLTSGenset, PLTS-Mikrohydro, maupun PLTS-Tenaga Angin-Mikro Hydro. Namun demikian hybrid PLTS-Genset yang paling banyak dipakai. Umumnya digunakan pada captive genset/isolated grid (stand alone genset, yakni genset yang tidak di interkoneksi).

Tujuan dari Hybrid PV-Genset adalah mengkombinasikan keunggulan dari setiap pembangkit (dalam hal ini genset & PLTS) sekaligus menutupi kelemahan masing-masing pembangkit untuk kondisi-kondisi tertentu, sehingga secara keseluruhan system dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien. Photovoltaic memerlukan

investasi awal yang besar tetapi tidak memerlukan operation & maintenance (O&M) cost, dan lebih murah untuk jangka panjang, oleh karenanya ideal untuk mencatu base load, yang umumnya tidak terlalu besar. Apabila digunakan untuk mencatu peak load, investasi awal yang dibutuhkan akan terlalu besar. Di lain pihak, Investasi awal genset tidak besar tetapi O&M cost tinggi dan mahal untuk jangka panjang, sehingga efektif dan efisien untuk mencatu load besar pada saat peak load, tetapi tidak efisien pada base load, karena jauh dibawah kapasitas optimumnya. Kombinasi Hybrid PV-Genset akan mengurangi jam operasi genset (misalnya dari 24 jam per hari menjadi hanya 4 jam per hari pada saat peak load saja) sehingga biaya O&M dapat lebih efisien, sementara PLTS digunakan untuk mencatu base load, sehingga tidak dibutuhkan investasi awal yang besar. Dengan demikian Hybrid PV-Genset akan dapat menghemat O&M cost, mengurangi inefisiensi penggunaan genset, serta sekaligus menghindari kebutuhan investasi awal yang besar.

System Hybrid PV-Genset terdiri dari empat komponen utama, sebagai berikut:

1. Genset

Membangkitkan listrik AC, untuk sistem PLTS hybrid umumnya dilengkapi dengan automatic starter, agar nyala-mati nya genset dapat diatur otomatis dari electronic controller.

2. PLTS (Photovoltaic)

Mengkonversi sinar matahari menjadi listrik DC. Mengingat sistem PLTS hybrid menggunakan modul surya (Solar module/Solar panel) dalam jumlah yang cukup banyak dan semuanya disambungkan baik seri maupun paralel, maka modul surya dengan kapasitas per panel yang besar (> 100 Wp/panel) lebih disukai, dengan demikian dapat mengurangi kebutuhan kabel koneksi. Listrik yang dihasilkan oleh modul surya, sebelum masuk ke jaringan distribusi dikonversi menjadi listrik AC (alternating current), oleh karena itu output dari

solar modul diusahakan dengan voltage >12VDC (system voltage 48V ~ 120 VDC umum dipakai). Untuk kebutuhan ini, BP Solar mengeluarkan modul surya 160Wp dengan system voltage 24V DC, hal ini memudahkan koneksi untuk mengejar DC voltage yang tinggi. Koneksi seri/paralel antar modul surya juga disertai dengan diode-diode pengaman (Bypass Diode & Blocking Diode) untuk mencegah short circuit, hot spot, dan reverse current.

3. Electronic Controller/Bi directional Inverter

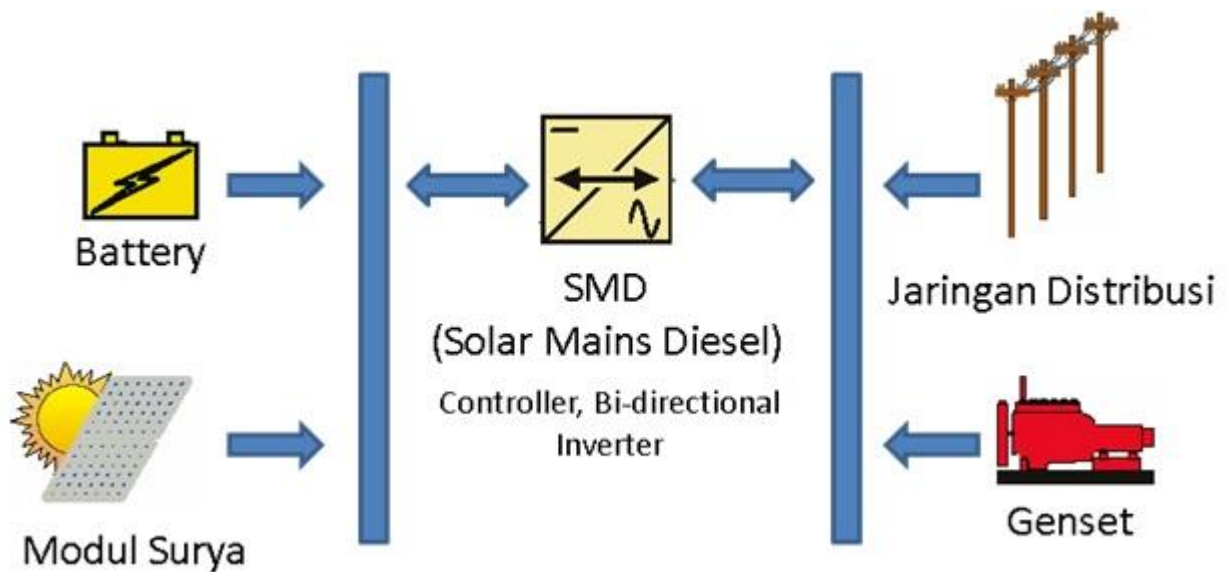
Sering juga disebut sebagai power conditioner. Pada hakekatnya berfungsi sebagai : (a). Voltage conditioning sebelum di catu ke load, (b). Berfungsi sebagai inverter dengan mengkonversi listrik DC yang dihasilkan solar pv system menjadi listrik AC yang akan dicatu ke load, (c). Berfungsi sebagai charger untuk mencharge battery dengan memanfaatkan kelebihan listrik dari genset, (d).

Berfungsi mengatur charging battery dari solar module, (e). Mengatur dan mengelola pembangkit mana yang harus bekerja sesuai dengan kebutuhan load, termasuk mematikan dan menyalakan genset.

4. Battery

Berfungsi sebagai buffer daya untuk mengatasi time lag antara dihasilkannya listrik oleh pembangkit (PV ataupun genset) dengan waktu digunakannya listrik oleh load. Ukuran battery yang dipakai sangat tergantung pada ukuran genset, ukuran solar panel, dan load pattern. Ukuran battery yang terlalu besar baik untuk efisiensi operasi tetapi mengakibatkan kebutuhan investasi yang terlalu besar, sebaliknya ukuran battery terlalu kecil dapat mengakibatkan tidak tertampungnya daya berlebih dari pembangkit dan genset terlalu sering menyala.

Sistem PLTS hybrid secara skematis disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.14 Skema sistem PLTS Hybrid

Cara Kerja System Hybrid

Terdapat beragam system hybrid, tergantung pada system design dan pilihan peralatan. Pada system hybrid tertentu, peralihan PLTS atau genset yang dioperasikan dilakukan secara manual. System ini tidak disarankan karena sangat tergantung pada ketelitian operator dalam mengamati perilaku load. System hybrid yang baik dilengkapi dengan automatic engine starter pada gensetnya dimana mati-hidupnya genset di atur secara elektronik. Perkembangan teknologi system control untuk hybrid sudah sangat baik akhir-akhir ini.

Apabila load dapat di catu oleh PLTS dan battery, maka SMD akan mengkonversi listrik DC dari PLTS atau battery menjadi listrik AC, lalu di catu ke jaringan. Apabila PLTS dan battery tidak mampu lagi mencatu load, maka genset akan di nyalakan untuk membantu mencatu listrik. Tergantung pada system sizing dan system designnya, hal ini berarti pada dasarnya base load akan dicatu oleh PLTS (dan battery), sedangkan peak load akan dicatu oleh genset.

Battery akan di isi (charge) oleh dua sumber, yakni PLTS pada siang hari, dan genset yang berasal dari daya berlebih (excessive power) pada saat genset mencatu peak load, yakni ketika peak load mulai menurun (dan genset masih menyala). Perilaku hybrid tersebut di atas dapat di set pada SMD, dan dasar set up nya adalah pada saat penentuan system sizing dan system design berdasarkan data load profile. Oleh Battery Modul Surya SMD (Solar Mains Diesel) Controller, Bi-directional Inverter Jaringan Distribusi Genset karena itu, seperti telah dijelaskan di bab sebelumnya, load profile sangat menentukan perilaku system hybrid dalam mencatu listrik.

Apabila system sizing dan system designnya tidak baik, genset dapat sering menyala atau menyala pada jam-jam yang tidak diinginkan (misalnya tengah malam), sehingga persediaan BBM tidak dapat diprediksi. Hal ini akan menjadi masalah besar apabila system hybrid di tempatkan di wilayah dimana supply BBM relatif sulit.

System Sizing dan Design

1. System sizing

adalah proses menentukan kapasitas (ukuran) system berdasarkan load profile yang ingin di catu dengan memperhatikan kemampuan output masing-masing pembangkit.

2. System Design

adalah proses menentukan design peralatan yang akan dipakai agar dapat dicapai tujuan yang telah ditetapkan, dan agar peralatan satu dengan lainnya dapat berinteraksi dengan baik.