

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Referensi yang terkait dengan “Analisis Biaya PLTS 200WP Sebagai Sumber Energi Terbarukan“ adalah dapat dilihat dari beberapa penelitian berikut :

(Vidhia Kumara dkk., 2018, hlm. 28) pada penelitiannya yang ditulis berjudul “Tinjauan Terhadap PLTS 24 KW Atap Gedung PT Indonesia Power Pesanggrangan Bali”. Dalam penelitian tersebut, penulis memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi. Tenaga surya yang didapatkan akan dikonversi menjadi sumber energi listrik oleh *photovoltaic*. Penulis menjelaskan terkait arah hadap PV terhadap matahari, dasar peletakan fotovoltaik, dan dasar penggunaan komponen utama terkait. Kelebihan dari jurnal tersebut, penulis menjelaskan terkait perawatan sistem PLTS.

(Kurniawan dkk., t.t., hlm. 2) melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pemanfaatan Lahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton”. Dalam penelitian tersebut, penulis jurnal menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Penulis menjelaskan tentang potensi lahan yang dapat dibangun PLTS, arah hadap PV terhadap matahari, studi terkait pergerakan matahari, dan perhitungan konversi energi pada PV. Penulis fokus membahas tentang potensi energi surya hingga keluaran berupa daya pada jurnal tersebut. Kelebihan jurnal tersebut, penulis menggunakan software *Pvsyst* untuk melakukan perhitungan pada perencanaan sistem PLTS.

(Ramadhana, 2022, hlm. 16) melakukan penelitian yang berjudul “Analisis PLTS *On grid*”. Dalam penelitian tersebut, penulis jurnal menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Penulis menggunakan energi surya sebagai sumber energi listrik. Terdapat penjelasan terkait prinsip kerja fotovoltaik, perbedaan PLTS *off grid* dan PLTS *on grid*. Tidak dijelaskan terkait spesifikasi komponen utama yang digunakan PLTS. Penulis menjelaskan terkait daya dan tegangan output dari panel surya dan inverter sebelum dan sesudah tersinkron dengan PLN hingga didapatkan perbandingan daya yang bersumber dari panel surya dengan PLN.

(Windarta dkk., 2019, hlm. 34) melakukan penelitian yang berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Homer DI SMA Negeri Surakarta”. Dalam penelitian tersebut, penulis jurnal menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Penulis menjelaskan tentang Menganalisis investasi awal dalam sistem PLTS, memahami biaya yang diperlukan selama pemanfaatan PLTS, mengevaluasi nilai energi yang dihasilkan oleh PLTS, dan menghitung kapan PLTS akan mulai memberikan hasil positif secara finansial.

(Hidayat dkk., 2019, hlm. 205) melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Iteas Bandung “. Dalam penelitian tersebut , penulis jurnal menjelaskan bahwa pengukuran efektif PLTS dilakukan selama 7 jam operasi dimulai pukul 08.00 – 17.00 WIB.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS merupakan jenis pembangkit listrik yang mengubah energi foton sinar matahari menjadi energi listrik. Proses transformasi ini terjadi pada panel surya yang tersusun dari unit-unit sel surya. PLTS menggunakan cahaya matahari untuk

menghasilkan arus listrik searah (DC), yang bisa diubah ke arus listrik bolak-balik (AC) apabila dibutuhkan. Pada dasarnya, PLTS merupakan sumber energi yang dapat diatur untuk memenuhi terhadap kebutuhan listrik, baik dalam skala kecil maupun besar, baik secara independen maupun bersama dengan sumber energi lain. Dalam pengaplikasiannya, PLTS mengumpulkan kelebihan daya listrik yang dihasilkan pada siang hari dan menyimpannya dalam baterai untuk digunakan sesuai kebutuhan di berbagai waktu.

Namun, sistem PLTS saat ini memiliki aspek positif dan negatif dalam pemanfaatannya. Salah satu keunggulan dari energi surya adalah :

1. Sumber energi dapat diperbaharui dan tidak pernah habis (berkelanjutan dan selalu tersedia).
2. Bersih dan ramah lingkungan.
3. Tidak memerlukan bahan bakar dan energi matahari mudah diakses di berbagai lokasi.
4. Panel surya merupakan investasi jangka panjang.
5. Mudah digunakan dan tidak memerlukan perhatian khusus.
6. Sesuai digunakan di wilayah tropis di Indonesia.

Namun, ada juga beberapa kelemahannya, yaitu:

1. Biaya pemasangan atau pembangunan PLTS cenderung mahal.
2. Pada saat malam hari atau sinar matahari rendah, panel surya memiliki kinerja yang terbatas.
3. Memerlukan perlengkapan tambahan dalam penggunaannya.

Dalam sistem panel surya, jumlah energi listrik yang terhasikan bervariasi sesuai kondisi cuaca. Saat cuaca sedang cerah, produksi listrik dapat lebih tinggi,

sedangkan saat cuaca mendung, produksi listrik cenderung rendah.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada prinsipnya merupakan jenis sumber energi yang dapat diatur untuk mencukupi kebutuhan dari skala kecil hingga besar, baik secara mandiri atau dengan menggabungkannya bersama sumber energi lain, baik melalui pendekatan desentralisasi (sebagai pembangkit listrik mandiri) atau pendekatan terpusat (distribusi melalui jaringan listrik).

2.3 Prinsip Kerja PLTS

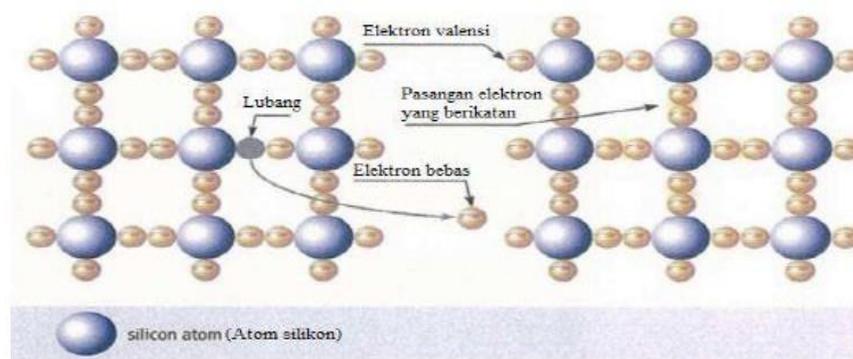
Radiasi cahaya matahari yang dipancarkan ditangkap oleh panel surya. Akibatnya, elektron dalam sel surya akan mengalir dari area berkelebihan elektron (N) ke area kurangnya elektron (P), menghasilkan arus listrik. Ini terjadi pada terminal keluaran panel surya.

Perbedaannya bergantung pada kombinasi jumlah dari sel surya yang ada pada panel surya tersebut. Hasil dari keluaran panel surya ini berupa arus listrik searah (DC) yang memiliki tegangan yang bervariasi sesuai dengan jumlah sel surya yang ditempatkan di dalam panel serta intensitas cahaya matahari yang mempengaruhinya. Hasil ini bisa langsung digunakan untuk memasok beban yang menggunakan tegangan DC dengan kebutuhan arus yang rendah.

Teknologi sel surya beroperasi berdasarkan prinsip p-n junction, yakni titik pertemuan dari dua jenis bahan semikonduktor, yaitu tipe-p dan tipe-n. Materi semikonduktor ini tersusun dari struktur atom yang mengandung elektron sebagai komponen dasar. Bahan semikonduktor tipe-n memiliki kelebihan elektron (muatan negatif), untuk semikonduktor tipe-p memiliki kelebihan *hole* (kekosongan tempat elektron dengan muatan positif) dalam susunan atomnya. Kondisi keseimbangan

antara kelebihan elektron dan *hole* ini bisa terjadi ketika Melakukan proses doping pada material dengan atom dopant. Sebagai contoh, untuk mendapatkan jenis material silikon tipe-p, silikon didoping dengan atom boron, sementara untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping dengan atom fosfor. Konsep p-n junction ini digunakan untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan *hole* dapat diekstraksi oleh material kontak, yang pada gilirannya menghasilkan arus listrik.

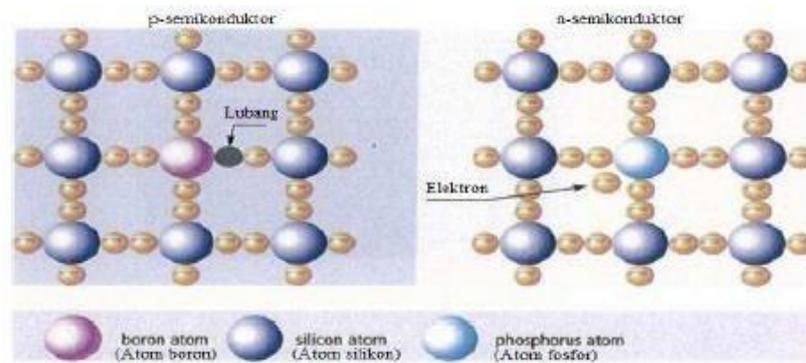
Ketika dua semikonduktor P dan N bersentuhan, kelebihan elektron akan berpindah dari semikonduktor N ke semikonduktor P, menghasilkan polarisasi positif di semikonduktor N dan polarisasi negatif di semikonduktor P. Interaksi antara elektron dan *hole* ini menciptakan medan listrik. Saat sinar matahari menyinari persambungan P-N, medan listrik ini mendorong gerakan elektron dari semikonduktor ke kontak negatif, yang kemudian dapat diambil sebagai sumber listrik. Sebaliknya, hole bergerak menuju kontak positif, menunggu kedatangan elektron, seperti yang dijelaskan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Kondisi Struktur Kristal Silikon Dan Konduktivitas Intrinsik Electron

Konduktivitas pada material tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk

menghasilkan tenaga listrik. Agar material silikon bisa digunakan sebagai sumber energi, pengotoran disengaja (doping) dilakukan dengan menyuntikkan atom khusus ke dalam struktur kristal. Proses ini disebut atom doping. Atom tersebut mempunyai satu elektron tambahan (seperti fosfor) atau satu elektron kurang (seperti boron) dibandingkan dengan struktur silikon di kulit elektron terluarnya. Akibatnya, proses doping ini menghasilkan atom pengotor di susunan kristal.

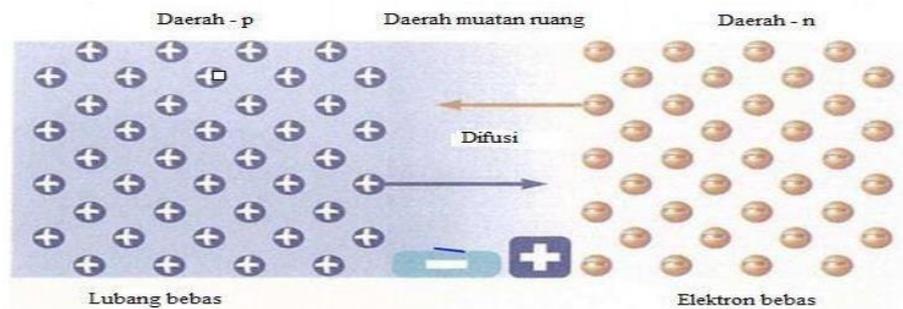


Gambar 2.2 Kondisi Ekstrinsik di dalam Silikon dengan *Doping* p dan n

Pada Gambar 2.2 terlihat situasi ekstrinsik dalam silikon dengan doping tipe-p (p) dan tipe-n (n). Ketika fosfor digunakan sebagai doping tipe-n, masing-masing atom fosfor dalam kristal memiliki kelebihan elektron. Elektron ini dapat bergerak dengan bebas di dalam struktur kristal dan sebagai hasilnya membawa muatan listrik. Apabila boron digunakan sebagai doping tipe-p, maka akan terdapat "lubang" (yaitu tempat dalam struktur elektron yang kosong) untuk setiap atom boron dalam kisi kristal. Dalam hal material yang telah di-doping dengan tipe p dan n, muatan bebas tidak memiliki arah tetap untuk pergerakan mereka.

Pada lapisan semikonduktor dengan doping tipe-p dan tipe-n jika digabungkan, maka terbentuk suatu sambungan p-n (positif-negatif). Pada sambungan ini, elektron berlebih dari lapisan semikonduktor tipe-n bergerak

menuju lapisan *semikonduktor* tipe-p melalui difusi. Ini menciptakan daerah di mana terdapat beberapa pembawa muatan bebas disebut juga sebagai daerah muatan ruang. Atom *doping* dengan muatan positif tetap berada di wilayah tipe-n, sementara atom doping dengan muatan negatif tetap berada di wilayah tipe-p selama periode transisi. Medan listrik terbentuk bertentangan dengan gerakan pembawa muatan, sehingga proses difusi tidak berlanjut secara terus-menerus.



Gambar 2.3 Daerah Ruang Muatan Sambungan p-n

Pada Gambar 2.3 terlihat bagaimana daerah ruang muatan terbentuk pada sambungan p-n. Saat semikonduktor p-n (seperti sel surya) terkena cahaya, foton diabsorpsi oleh elektron. Energi foton memisahkan ikatan elektron menjadi bebas dan ditarik melalui medan listrik ke wilayah tipe-n. Lubang yang muncul bergerak ke wilayah tipe-p dalam arah yang berlawanan. Proses keseluruhan ini dikenal sebagai efek fotovoltaiik. Sebagai akibat dari migrasi pembawa muatan ke kontak listrik, terjadi perbedaan potensial di sel surya, yang pada gilirannya menghasilkan tegangan.

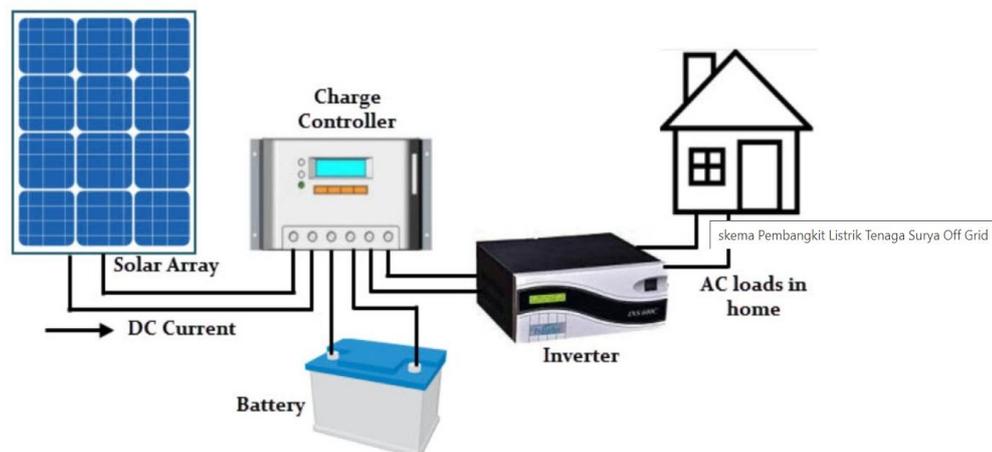
2.4 Konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, ada tiga konfigurasi yang membedakan hubungannya dengan jaringan, yakni sistem PLTS yang terhubung

secara langsung dengan jaringan PLN, dikenal sebagai PLTS *On-Grid*. Sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan PLN, yang dikenal sebagai PLTS *Off-Grid* atau *Stand-Alone*. Selanjutnya, ada sistem PLTS yang digabungkan dengan sumber pembangkit lain, dikenal sebagai sistem PLTS *Hybrid*.

2.4.1 Sistem PLTS *Off-Grid*

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (*Off-Grid*) adalah sistem pembangkit listrik yang mengambil manfaat dari sinar matahari tanpa mengandalkan jaringan PLN. Dengan kata lain, sumber utama pembangkitannya menggunakan sinar matahari melalui panel surya atau teknologi fotovoltaik untuk menghasilkan energi listrik. Sistem PLTS *Off-Grid* hanya digunakan di daerah yang tidak terjangkau oleh pasokan listrik dari PLN, seperti wilayah pedesaan.

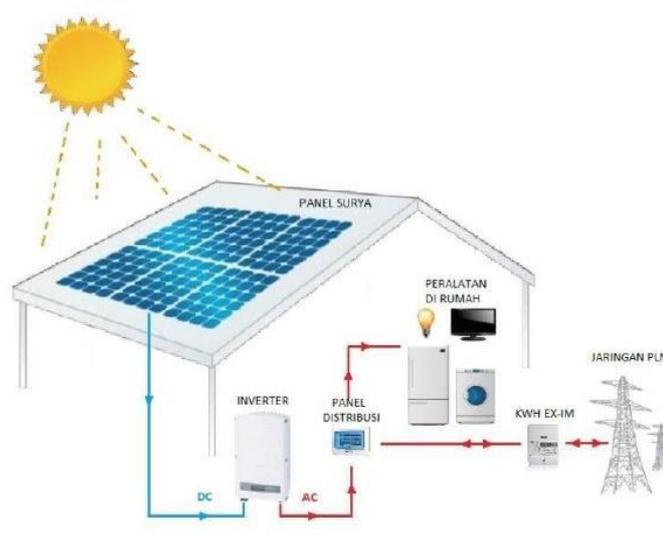


Gambar 2.4 Skema System PLTS *Off-Grid*

2.4.2 Sistem PLTS *On-Grid*

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhubung ke Jaringan (*On Grid*), yang juga dikenal sebagai Grid Connected PV System, merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan radiasi matahari untuk menghasilkan energi

listrik. Pada sistem ini dihubungkan dengan jaringan PLN dan memaksimalkan pemanfaatan energi matahari melalui panel surya atau modul fotovoltaik untuk menghasilkan listrik seefisien mungkin. Pada sistem ini memiliki sifat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan emisi. Sistem PLTS terhubung ke jaringan juga menjadi solusi energi hijau bagi masyarakat perkotaan, termasuk kantor dan perumahan, dengan tujuan untuk mengurangi tagihan listrik dari PLN dan memberikan nilai tambah bagi pemiliknya.



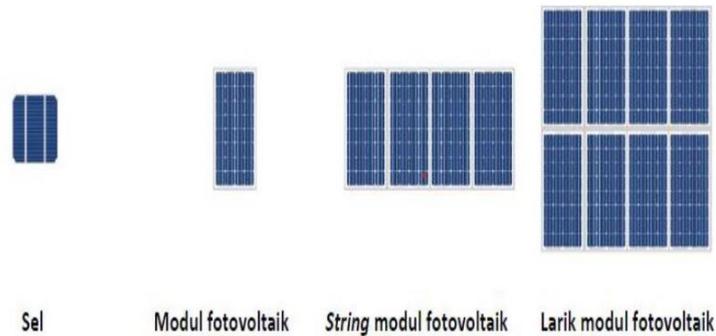
Gambar 2.5 Skema System PLTS On Grid

2.4.3 Sistem PLTS Hybrid

Definisi System PLTS dengan teknologi Hybrid adalah dimana sumber listrik yang dihasilkan oleh Panel surya dapat digabungkan dengan sumber listrik dari PLN. Dengan demikian secara berganti kedua system ini akan saling membackup ketika terjadi kekurangan daya listrik atau pemadaman. Dalam system ini, Sumber Energi Utama adalah dari Panel Surya yang dikonversikan dan ditampung ke baterai, dan ketika pemakaian listriknya melebihi dari kapasitas baterainya, maka secara otomatis listrik dari PLN akan masuk.

2.5 Komponen Utama Sistem PLTS

2.5.2 Panel Surya



Gambar 2.6 Panel Surya

Panel Surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang memiliki kemampuan untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik. Sel surya adalah perangkat yang mampu merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik, oleh karena itu juga dikenal sebagai sel fotovoltaik (Photovoltaic cell – disingkat PV). Tegangan listrik yang dihasilkan dari sel surya cenderung sangat rendah, sekitar 0,6 Volt dalam kondisi tanpa beban atau 0,45 Volt ketika berbeban. Untuk menghasilkan tegangan listrik yang lebih tinggi sesuai kebutuhan, diperlukan penggabungan beberapa panel surya dalam susunan seri. Misalnya, dengan menggabungkan 36 panel surya dalam susunan seri, dapat menghasilkan tegangan sekitar 16 Volt. Tegangan ini sudah cukup untuk memberi daya pada aki dengan tegangan 12Volt.

Jenis panel sel surya :

1. Polycrystalline

Panel surya yang terdiri dari kristal-kristal yang tersusun secara acak. Tipe polikristalin membutuhkan lebih banyak luas permukaan daripada varian

monokristalin untuk menghasilkan daya listrik yang setara, tetapi memiliki kemampuan untuk membangkit listrik bahkan saat cuaca mendung.



Gambar 2.7 Polycrystalline

2. *Monocrystalline*

Panel surya dengan kinerja optimal, membangkitkan daya listrik yang paling tinggi per unit luas. Mampu mencapai tingkat efisiensi hingga 24%. Namun, panel ini tidak akan bekerja efektif di area dengan cahaya matahari yang terbatas (tertutup bayangan), dan efisiensinya akan menurun secara signifikan saat cuaca mendung.



Gambar 2.8 Monocrystalline

3. *Thin Film*

Panel surya tersusun dua lapisan, terdiri dari struktur tipis dari mikrokrystal-silikon dan *amorphous*.



Gambar 2.9 *Thin Film*

2.5.1 *Solar Charge Controler (SCC)*

SCC merupakan bagian sistem pembangkit listrik dari tenaga matahari. Fungsinya untuk perangkat pengaturan aliran arus yang masuk dari Panel Surya ataupun yang keluar menuju beban. Tugasnya adalah melindungi baterai dari pengisian berlebih. Fungsi utama SCC adalah mengendalikan tegangan dan arus yang mengalir dari Panel Surya menuju baterai. Panel Surya dengan tegangan keluaran 12 Volt menghasilkan sekitar 16 hingga 20 Volt DC. Tanpa pengaturan yang tepat, baterai berisiko rusak karena terpapar tegangan yang terlalu tinggi. Secara umum, baterai dengan tegangan 12 Volt memerlukan tegangan pengisian antara 13-14,8 Volt (sesuai jenis baterai) untuk mencapai kondisi pengisian penuh. Fungsi dari SCC yaitu :

1. Mengelola aliran arus untuk pengisian baterai, mencegah pengisian berlebih dan tegangan berlebih.
2. Mengendalikan arus yang dilepaskan/ditarik dari baterai untuk mencegah baterai tidak benar-benar terhabiskan dan kelebihan beban.
3. Pemantauan suhu baterai.

Solar Charge Controller umumnya memiliki komponen sebagai berikut: 1 masukan yang terkoneksi dengan keluaran panel surya atau sel surya, 1 keluaran yang terhubung pada baterai, 1 keluaran dihubungkan pada beban listrik. Arus searah (DC) baterai tidak dapat mengalir ke panel surya sebab adanya perlindungan *diode* yang hanya memungkinkan arus searah dari panel surya ke baterai.

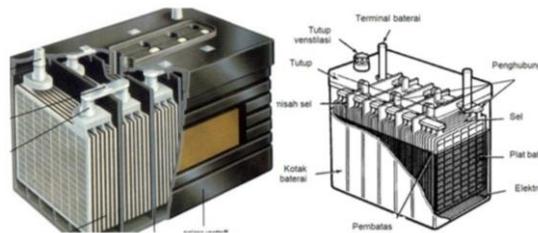


Gambar 2.10 Solar Charge Controller

2.5.2 Baterai

Baterai berfungsi sebagai wadah untuk menampung energi yang diperoleh dari aliran arus searah (DC) yang berasal dari panel surya. Selain sebagai penyimpan energi DC, baterai berperan dalam mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari dua atau lebih. Setiap sel baterai memiliki kutub *positif* yang disebut katoda sebaliknya kutub *negatif* yang disebut *anoda*. Kutub dengan tanda *positif* menunjukkan bahwa itu memiliki energi potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan kutub berlabel *negatif*. Kutub berlabel *negatif* berfungsi sebagai sumber elektron yang, saat terhubung dengan sirkuit eksternal, mengalirkan dan memberikan energi ke perangkat eksternal. Saat baterai disambungkan ke rangkaian, *elektrolit* dapat bergerak sebagai ion di dalamnya, menyebabkan terjadinya reaksi kimia di antara kutub. Pergerakan ion di baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai.

Baterai berfungsi sebagai *reservoir* sementara untuk penyimpanan energi listrik yang dihasilkan pada sel surya. Selain itu, baterai berperan sebagai sumber energi dan cadangan untuk semua sistem pengendalian dalam sistem (PLTS) serta untuk beban keluaran yang akan digunakan.



Gambar 2.11 Baterai

2.5.3 Inverter

Inverter merupakan komponen yang ada dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), fungsinya adalah sebagai perangkat yang mengubah arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh sel surya atau panel surya menjadi arus listrik bolak-balik (AC), dan sebaliknya, untuk memungkinkan penggunaan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.

Inverter diperlukan saat peralatan membutuhkan pasokan daya arus bolak-balik (AC). Inverter berfungsi untuk mengubah dan memutar balikkan arus searah (DC) dengan tujuan menghasilkan gelombang persegi yang kemudian diolah menjadi gelombang sinus, dengan menghilangkan komponen harmonik yang tidak diinginkan.



Gambar 2.12 Inverter

Dari segi gelombang output, inverter diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu: *square wave*, *modified sine wave*, dan *pure sine wave*.

1. *Square Wave*

Inverter jenis ini merupakan varian yang sangat mendasar. Meskipun mampu menghasilkan arus AC dengan tegangan 220V dan frekuensi 50 Hz, kualitasnya terbatas. Sebagai akibatnya, inverter ini hanya cocok untuk digunakan dengan beberapa perangkat listrik tertentu. Kualitas rendah dari jenis ini disebabkan oleh tingkat *distorsi* harmonik total output tinggi.

2. *Modified Sine Wave*

Disebut juga sebagai *Modified Square Wave* atau *Quasy Sine Wave*, gelombang *Modified Sine Wave* hampir mirip dengan *Square Wave*, tetapi pada *Modified Sine Wave*, outputnya mencapai titik 0 sejenak sebelum beralih ke polaritas positif atau negatif. Selain itu, tingkat distorsi harmonik lebih rendah daripada *square wave*, *Modified Sine Wave* bisa digunakan untuk beberapa perangkat listrik yaitu komputer, TV, dan lampu. Namun, tidak cocok untuk perangkat yang lebih sensitif.

3. *Pure Sine Wave*

Pure Sine Wave atau sering disebut juga *True Sine Wave* adalah jenis gelombang inverter hampir mirip dengan gelombang sinusoida murni. Dengan tingkat distorsi harmonik total (*Total Harmonic Distortion/THD*) kurang dari 3%, ini membuatnya sesuai untuk semua jenis perangkat elektronik. Karena keunggulannya ini, inverter ini juga sering disebut sebagai pasokan daya bersih (*clean power supply*). Teknologi yang dapat difungsikan dalam jenis inverter ini umumnya *pulse width modulation* (PWM), yang mampu merubah tegangan searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan bentuk gelombang yang sangat mendekati gelombang sinusoida.

2.6 Daya Listrik

Pengertian daya listrik adalah jumlah energi yang digunakan dalam melakukan tindakan tertentu. Dalam konteks sistem listrik, daya mengacu pada seberapa banyak energi yang telah digunakan untuk melakukan pekerjaan atau aktivitas tertentu. Biasanya, Satuan daya listrik dinyatakan dalam Watt atau *Horsepower* (HP), dengan 1 HP setara 746 Watt. Dimana 1 Watt setara dengan daya yang dihasilkan dari perkalian antara arus listrik I Ampere dan tegangan I volt.

Daya (P), Tegangan (V) dan Arus (I), besarnya daya yaitu :

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

$$I_{rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Arus}}{\text{Jumlah Data}} \quad (2.2)$$

$$V_{rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Tegangan}}{\text{Jumlah Data}} \quad (2.3)$$

$$P_{rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Daya}}{\text{Jumlah Data}} \quad (2.4)$$

$$P_{TOTAL} = P \text{ (rata - rata) } \times \text{lama penyinaran} \quad (2.5)$$

Keterangan :

P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

I_{rata-rata} : Nilai arus rata- rata (Ampere)

V_{rata-rata} : Nilai tegangan rata-rata (Volt)

P_{rata-rata} : Nilai daya rata-rata (Watt)

P_{TOTAL} : Nilai daya total daya (Watt)

2.6.1 Daya Aktif

Daya aktif yaitu daya yang digunakan pada energi sebenarnya atau energi yang benar-benar dilakukan. Satuannya Watt. Contohnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2.6)$$

$$P = 3 \cdot V1 \cdot I1 \cdot \cos \varphi \quad (2.7)$$

Keterangan :

P : Daya Aktif (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus Listrik (Ampere)

Cos φ : Faktor Daya Aktif

2.6.2 Daya Reaktif

Daya reaktif yaitu total daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini menghasilkan fluks medan magnet. Satuannya Var.

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sin } \varphi \quad (2.8)$$

$$Q = 3 \cdot V_I \cdot I_I \cdot \text{Sin } \varphi \quad (2.9)$$

Keterangan :

Q : Daya reaktif (VAR)

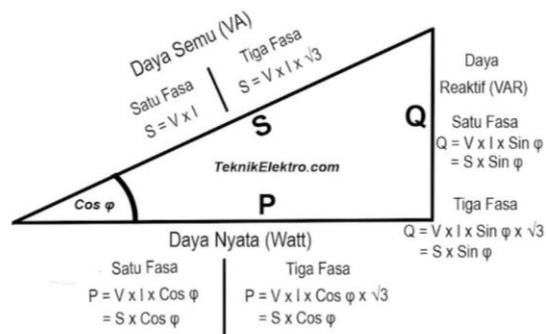
V : Tegangan (Volt)

I : Arus Listrik (Ampere)

Sin φ : Faktor Daya Reaktif

2.6.3 Daya Semu

Daya nyata yaitu hasil dari mengalikan nilai efektif tegangan dan arus dalam rangkaian, ataupun merupakan hasil penjumlahan aritmetika antara daya aktif dan daya reaktif. Satuannya VA.



Gambar 2.13 Trigonometri Daya

$$S = V \cdot I \quad (2.8)$$

Keterangan :

S : Daya Semu (VA)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus Listrik (Ampere)

2.7 Harga Daya per kWh

Harga per kWh dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Harga kWh harian = kWh Produksi harian x Harga per kWh

Harga kWh satu bulan = Harga kWh harian x 30 hari

Harga kWh satu tahun = Harga kWh satu bulan x 12 bulan