

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Merujuk pada penelitian Raharjo Irawan dan Fitriana Ira (2005) mengenai analisis potensi pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. Pada intensitas radiasi matahari rata-rata di seluruh wilayah Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² yang berpotensi untuk membangkitkan energi listrik dan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Kendala yang dihadapi pada penerapan atau perancangan PLTS Fotovoltaik di Indonesia adalah tingginya biaya investasi dan modul fotovoltaik yang masih diimpor dari negara lain dan efisiensi dari modul fotovoltaik hanya sebesar 16% yang menyebabkan harga PLTS per kW masih sangat tinggi. Maka dari itu untuk meningkatkan kapasitas terpasang dari PLTS, pemerintah perlu mengeluarkan regulasi atau menambah kandungan lokal terhadap pembuatan komponen pendukung PLTS. Penambahan kandungan lokal tersebut akan menekan biaya pembangkitan PLTS sehingga PLTS menjadi lebih beralasan sebagai pembangkit listrik alternatif. Hasil keluaran model MARKAL mengidentifikasi bahwa pada kasus dasar meskipun biaya investasi tetap konstan sebesar 1.650 US\$/kW, PLTS sejak tahun 2010 dapat bersaing dengan pembangkit listrik lainnya, bahkan setiap periode terjadi kenaikan kapasitas.

Dari penelitian Sumbung, Letsoin dan Hardiantono (2016), mengenai analisis penentuan kapasitas dan karakteristik panel surya pada perencanaan pembangunan PLTS komunal di Distrik Okaba. PLTS komunal tersebut di rencanakan untuk 50 rumah tangga dengan kebutuhan energi listrik masing-masing 300 Wh/hari, 6 fasilitas umum dengan kuota energi listrik masing-masing 600 Wh/hari dan 40 PJU dengan kuota energi listrik masing-masing 50 Wh/hari dengan total kebutuhan daya listrik sebesar 45258 Wh/hari. Dari hasil perhitungan tersebut maka PLTS komunal dapat melayani dengan kapasitas 15 kWp dengan kapasitas panel surya 200 Wp sebanyak 74 unit dan kapasitas

baterai yang dibutuhkan dengan DOD 80% adalah 74 buah baterai berkapasitas masing-masing 1000 Ah dengan 24 baterai terhubung seri dan 3 rangkaian paralel.

Dari penelitian Suriadi dan Syukri (2010), membuat perencanaan PLTS terpadu pada komplek perumahan di Banda Aceh menggunakan software PVSYST. Pada perencanaan PLTS tersebut dengan kebutuhan daya sebesar 26927 Wh/hari membutuhkan 60 panel surya yang berkapasitas 200 Wp dan 30 unit baterai dengan total kapasitas 1500 Ah, *solar charge controller* berkapasitas 500 A dan inverter berkapasitas 12 kW. Energi listrik yang dihasilkan panel surya untuk insolasi tertinggi menghasilkan energi sebesar 65928 Wh dan insolasi terendah menghasilkan energi 29620 Wh.

Dari penelitian Ariani, Karnoto, dan Winardi (2014), yaitu mengenai analisis kapasitas dan biaya PLTS komunal untuk Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. PLTS komunal tersebut direncanakan untuk memenuhi kebutuhan listrik desa sebesar 8,9 kWh/hari. PLTS komunal tersebut membutuhkan panel surya sebanyak 36 buah berkapasitas 150 Wp dan baterai sebanyak 24 unit berkapasitas 500 Ah. PLTS komunal tersebut memerlukan biaya investasi total sebesar Rp 433.125.00, dengan *payback* period terjadi pada tahun ke-20. Dan dengan iuran warga sebesar Rp 3.600.000 per tahun tidak dapat menutupi biaya operasional dan biaya penggantian baterai.

Sedangkan merujuk pada penelitian Junial Heri Junial (2012) mengenai Pengujian Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 Wp, data pada jumlah pemakaian beban harus disesuaikan dengan kapasitas energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Pada pengujian ini pembangkit listrik tenaga surya yang harus diperhatikan adalah ketelitian dan kelengkapan alat ukur. Salah satu alat ukur yang digunakan pada pengujian pembangkit listrik tenaga surya yaitu *voltmeter analog* dan *ampermeter digital*. Setelah dilakukannya pengujian, maka dapat disimpulkan dan diperoleh nilai arus rata – rata I sebesar 2,985 A dan tegangan rata-rata V sebesar 39,05 Volt.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Energi Surya (Matahari)

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya ini dapat dikonversikan menjadi energi lain melalui tiga proses, yaitu:

1. Proses *Heliochemical*. Reaksi *heliochemical* yang utama adalah proses foto sintesa, proses ini adalah sumber dari semua bahan bakar fosil.
2. Proses *Helioelectrical*. Reaksi *Helioelectrical* yang utama adalah produksi listrik oleh sel – sel surya.
3. Proses *Heliothermal* adalah penyerapan radiasi matahari dan pengkonversian energi ini menjadi energi termal.

Energi surya ini adalah salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh Pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar.



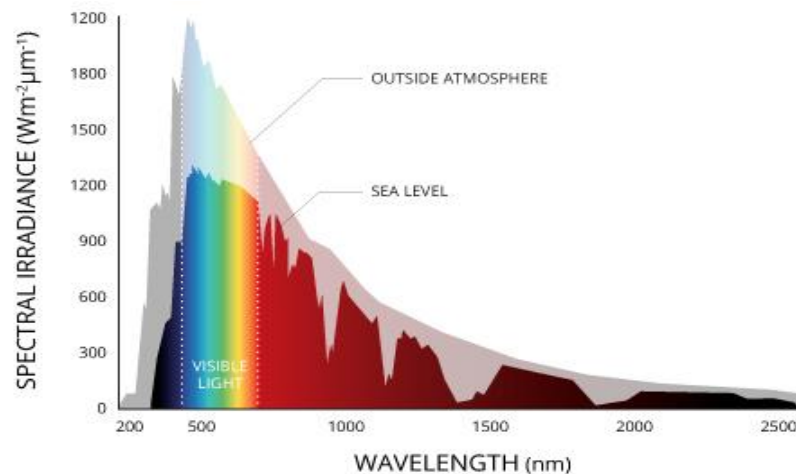
Gambar 2.1 Sel surya

(Sumber : <https://www.greeners.co>)

2.2.2 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah proses penyinaran matahari ke permukaan bumi dengan intensitas berbeda-beda. Intensitas radiasi matahari tersebut merupakan besar kecilnya sudut datang sinar

matahari tersebut ke permukaan bumi. Jumlah yang diterima berbanding lurus dengan sudut besarnya sudut datang. Sinar dengan sudut datang yang miring kurang memberikan energi pada permukaan bumi dikarenakan energinya tersebar pada permukaan yang luas dan juga karena sinar tersebut harus menempuh lapisan atmosfer yang lebih jauh ketimbang jika sinar dengan sudut datang yang tegak lurus. Radiasi matahari yang telah diterima dipermukaan bumi lebih rendah dari konstanta matahari. Pada radiasi matahari yang telah terjadi di atmosfer mengalami penyimpangan, sehingga ketika mencapai bumi kekuatannya lebih kecil.



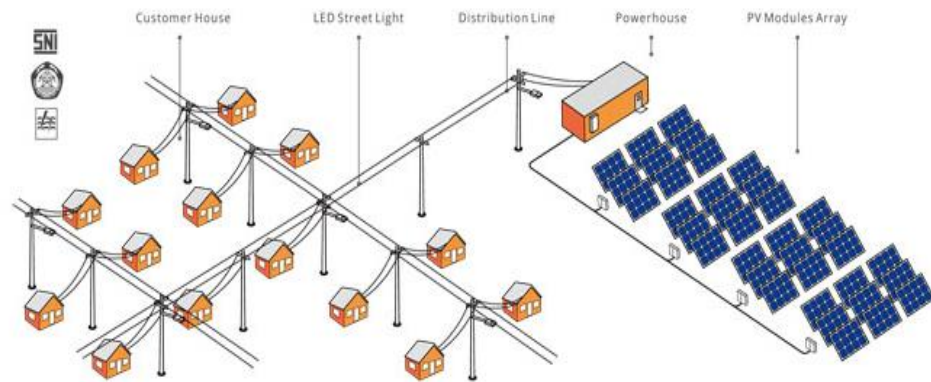
Gambar 2.2 Solar Radiation Earth

(Sumber : <https://www.fondriest.com>)

2.2.3 Prinsip Dasar Sistem PLTS Fotovoltaik

Menurut Rangkuti, Ch. dan S.G.,Ramadhan (2016) Pembangkit listrik tenaga surya merupakan suatu sistem pembangkit listrik dimana dengan memanfaatkan energi matahari yang akan dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi *photovoltaic*. Sel surya sendiri merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari tersebut menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip fotovoltaik. Pada penelitian kali ini energi listrik dapat diciptakan tanpa adanya bantuan fluida bergerak seperti uap atau gas.

Sel surya juga tidak membutuhkan pergerakan mekanik seperti *Rankine cycle* atau *Brayton cycle*.



Gambar 2.3 Ilustrasi PLTS Fotovoltaik

(Sumber : solarenergisolusi.co.id)

Sel photovoltaic merupakan alat utama yang berfungsi sebagai penangkap, pengubah, dan penghasil listrik. Ukuran dari sel *photovoltaic* ini hanya sekitar 5 X 5 atau 10 X 10 cm persegi namun memiliki kemampuan yang dapat mengubah atau menghasilkan daya sebesar 1 - 2 Watt. Alat ini dirangkai menjadi beberapa susunan sel surya disebut sebagai panel surya dengan merangkainya sesuai besar daya yang diinginkan. Iradiasi matahari akan mempengaruhi arus listrik yang dihasilkan dari PLTS, temperatur modul surya akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh PLTS, dan shading akan mempengaruhi iradiasi matahari yang diterima panel surya pada proses pembangkitan yang dapat mempengaruhi performa dari PLTS. Untuk menghitung jumlah kapasitas sistem PLST dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t_{ins} \times k_{ef} \times \text{eff. modul}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

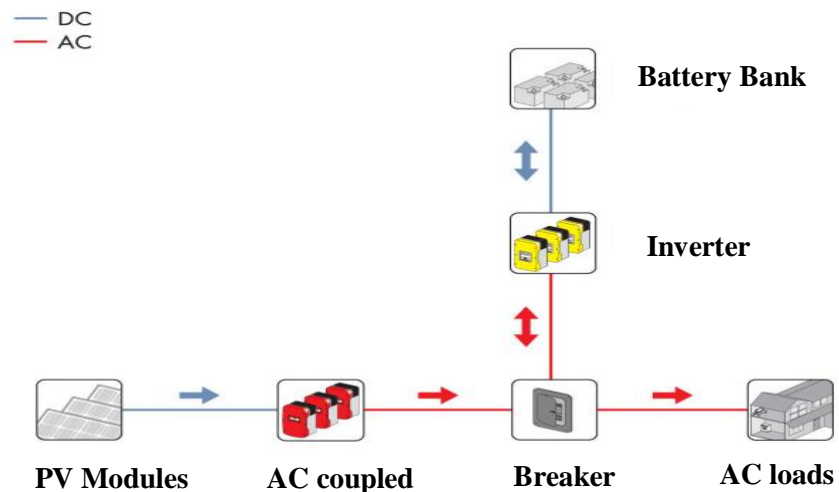
P (kWp) = Kapasitas PLTS

- W (kWh) = Kebutuhan Energi
- t_{ins} = Kelas Iradiasi (SNI IEC 04-6394-2000)
- Koef. PLTS (K_{ef}) = 0,8 (*Photovoltaics Systems Engineering Second Edition*, 2003)
- Eff. Modul = 88,5% (Bagus Ramadhani, 2018)

2.2.4 Sistem Konfigurasi PLTS Fotovoltaik

Secara umum pada sistem PLTS Fotovoltaik ada 2 tipe konfigurasi yaitu menggunakan konfigurasi DC *coupling* dan konfigurasi AC *coupling*. Ada dua sistem listrik yang berbeda pada sistem PLTS Fotovoltaik ini yaitu, DC dan AC. Ketika sistem ini menggunakan baterai, ada dua poin dari koneksi yang dapat dibuat dari keluaran panel surya. Pada keluaran tersebut dapat dihubungkan ke sisi DC dari sistem listrik atau ke sisi AC. Aplikasi kedua sistem konfigurasi ini akan membedakan perangkat yang akan digunakan.

2.2.4.1 Sistem AC Coupling

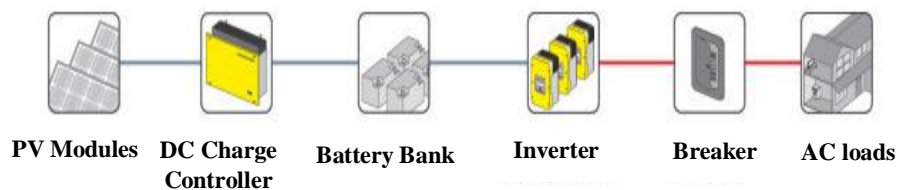


Gambar 2.4 AC Coupling

(Sumber : <https://gadgionlifestyle.com>)

Pada konfigurasi *AC Coupling*, *PV modules* menyerap energi matahari lalu mengubah energi matahari tersebut menjadi energi listrik. Listrik yang telah dihasilkan oleh *PV modules* berupa listrik DC yang arus dan tegangannya masih dapat berubah-ubah mengikuti kondisi iradiasi (*irradiance*) matahari. Lalu *grid* Inverter akan mengkonversi listrik DC dari PV menjadi listrik AC. Keluaran dari *grid* inverter tersebut akan disalurkan ke beban dan daya lebihnya akan diubah kembali menjadi listrik DC oleh *Bidirectional* Inverter untuk mengisi baterai. Kemudian baterai akan menyimpan sisa energi yang dihasilkan pada siang hari untuk dipakai di malam hari. Pada malam hari, *Bidirectional* inverter akan mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC untuk disalurkan ke beban.

2.2.4.2 Sistem DC Coupling



Gambar 2.5 DC Coupling

(Sumber : <https://gadgeonlifestyle.com>)

Pada sistem *DC coupling*, *PV modules* menyerap energi matahari lalu mengubah energi matahari tersebut menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan *PV modules* berupa listrik DC yang tegangan dan arusnya berubah-ubah mengikuti kondisi iradiasi (*irradiance*) matahari. SCC merupakan DC-DC konverter yang berfungsi mengatur pengisian baterai dari tegangan DC dari PV yang berubah-ubah menjadi lebih stabil sehingga umur baterai tidak cepat rusak. Lalu baterai tersebut akan menyimpan energi yang dihasilkan pada siang hari untuk dipakai di malam hari. Pada malam hari, inverter akan mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC

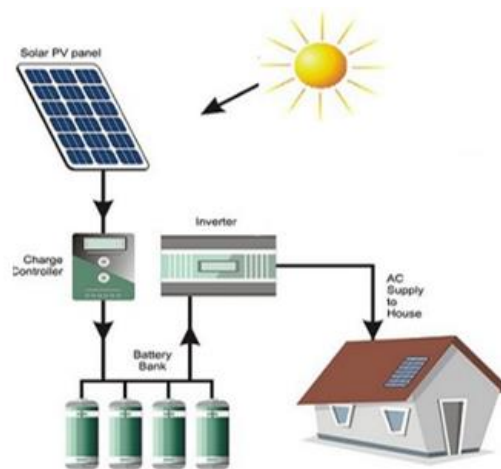
untuk disalurkan ke beban. Pada kondisi ini hanya terdapat beban DC dan tidak ada beban AC (misal: *Tower* BTS), maka inverter bisa tidak dipasang dan beban bisa disuplai langsung dari baterai (bila level tegangan sama) atau dipasang DC-DC konverter (bila level tegangan berbeda).

2.2.5 Sistem Off Grid, On Grid, Hybrid Pada PLTS

Secara umum sistem PLTS ini sendiri terdiri dari 3 macam, yaitu PLTS *On-Grid* (sistem PLTS yang terhubung dengan *grid*), PLTS *Off Grid* (sistem PLTS yang tidak terhubung dengan *grid*), dan PLTS *Hybrid* (sitem PLTS yang terhubung dengan beberapa pembangkit yang menggunakan energi yang berbeda). Di bawah ini merupakan penjelasan dari beberapa sistem tersebut :

2.2.5.1 Sistem PLTS Off Grid

Sistem off-grid adalah sistem PLTS yang umum digunakan pada daerah-daerah terpencil atau pedesaan yang memang tidak terjangkau oleh jaringan listrik. Sistem *off-grid* atau *stand-alone* pv sistem merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang hanya memanfaatkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian panel surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya bisa digunakan langsung ke beban untuk kebutuhan listrik yang ada dan selebihnya akan disimpan langsung ke dalam baterai untuk dijadikan cadangan energi. Berikut skema sistem *off-grid* seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.6 Skema Sistem Off-Grid
(Sumber : solarsuryaindonesia.com)

2.2.5.2 Sistem PLTS On-Grid

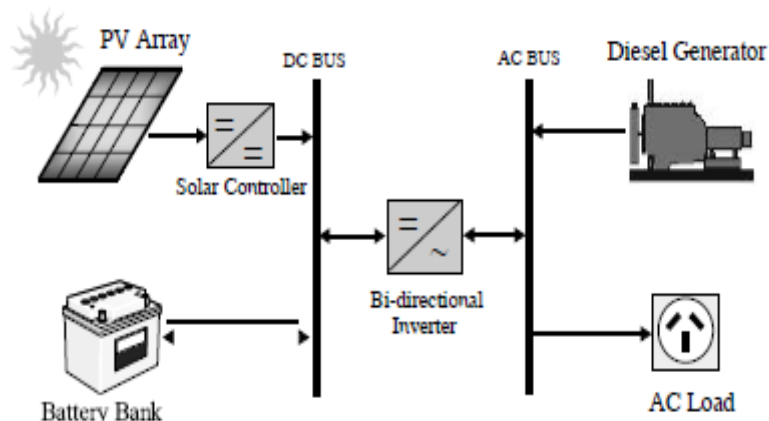
Sistem *on-grid* ini menggunakan panel surya atau panel *photovoltaic* untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem ini dapat mengurangi tagihan listrik rumah tangga. Rangkaian sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan listrik utama atau jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin. Pada sistem ini tidak menggunakan baterai. Berikut skema sistem *on-grid* seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.7 Skema Sistem On-Grid
(Sumber : <http://panelsuryajakarta.com>)

2.2.5.3 Sistem PLTS Hybrid

Sistem *hybrid* adalah gabungan dari sistem *off-grid* dan *on-grid*. Dalam kemampuan untuk menyimpan energi ini memungkinkan sistem *hybrid* untuk tetap beroperasi sebagai cadangan selama pemadaman. Secara umum istilah *hybrid* mengacu pada dua sumber pembangkit seperti angin, matahari dan *genset*. Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat dilakukan perancangan pada daerah-daerah yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN. Pada sistem *hybrid* ini dengan memanfaatkan PLTS sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan *genset* atau lainnya sebagai sumber energi cadangan (sekunder). Berikut skema sistem hybrid seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.8 Skema Sistem Hybrid

(Sumber : hybrid-system.com)

2.3 Pengukuran Radiasi Pada Panel Surya

2.3.1 Pengukuran Nilai Radiasi Matahari

Dalam melakukan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang tepat dengan kapasitas yang diinginkan, maka harus dilakukan suatu pengukuran nilai radiasi matahari pada lokasi yang telah di rencanakan. Berikut ini adalah istilah-istilah iradiasi matahari di permukaan bumi, antara lain:

2.3.1.1 Direct Normal Irradiance (DNI)

Direct normal irradiance (DNI) merupakan jumlah iradiasi matahari yang diterima per satuan luas oleh permukaan bumi yang selalu tegak lurus atau normal terhadap sinar yang datang dalam garis lurus dari arah matahari. Nilai ini dapat memaksimalkan jumlah iradiasi setiap tahun yang diterima oleh permukaan dengan menjaganya agar tetap normal terhadap iradiasi yang masuk. Jumlah ini sangat berguna untuk memusatkan instalasi panel surya yang dapat melacak penyinaran matahari yang maksimal.

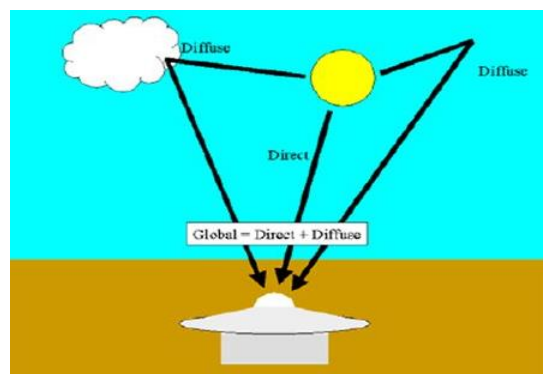
2.3.1.2 Diffuse Horizontal Irradiance (DHI)

Diffuse horizontal irradiance (DHI) merupakan jumlah iradiasi yang diterima per satuan luas yang tidak tiba pada jalur langsung dari matahari, tetapi telah tersebar oleh molekul dan partikel di atmosfer dan datang sama dari semua arah.

2.3.1.3 Global Horizontal Irradiance (GHI)

Global horizontal irradiance (GHI) merupakan jumlah total iradiasi gelombang pendek yang diterima dari atas oleh permukaan horizontal ke tanah. Nilai ini sangat lah penting untuk instalasi panel surya yang tidak menggunakan alat pelacak penyinaran matahari karena nilai GHI mencakup baik *direct normal irradiance* dan *diffuse horizontal irradiance*.

Berikut ini adalah gambar perbedaan antara DNI, DHI, GHI :



Gambar 2.9 Perbedaan DNI,DHI,GHI

(Sumber : homeenergy.com)

2.3.2 Instalasi Pemasangan Panel Surya

2.3.2.1 Letak Panel Surya

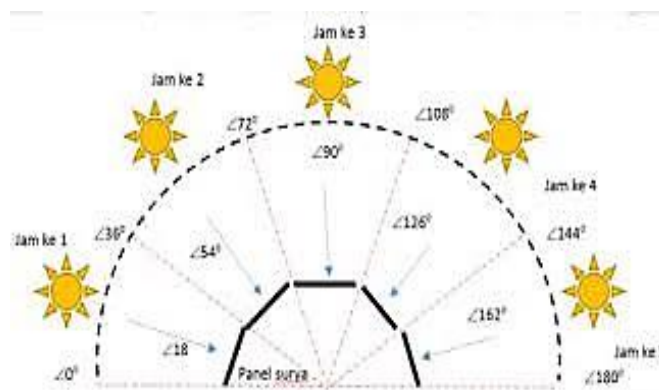
Sesuai letak panel surya yang akan dipasang itu akan berdampak pada temperatur panel. Posisi diletakkannya panel surya penting untuk menambah nilai tambahan suhu tertinggi ketika melakukan desain rangkaian panel *array*.

Tabel 2.1 Temperature untuk letak panel surya

Type Of Mount	Adder
Pole or ground	25° C
Tilted rack on roof	30° C
Roof mount	35° C

2.3.2.2 Sudut Kemiringan

Dalam menentukan sudut kemiringan, sudut tersebut memiliki dampak yang besar terhadap iradiasi matahari dipermukaan panel surya. Untuk pemasangan panel surya dengan sudut kemiringan yang tetap (*fixed*), maka daya maksimum selama satu tahun akan diperoleh ketika sudut kemiringan panel surya sama dengan lintang lokasi.



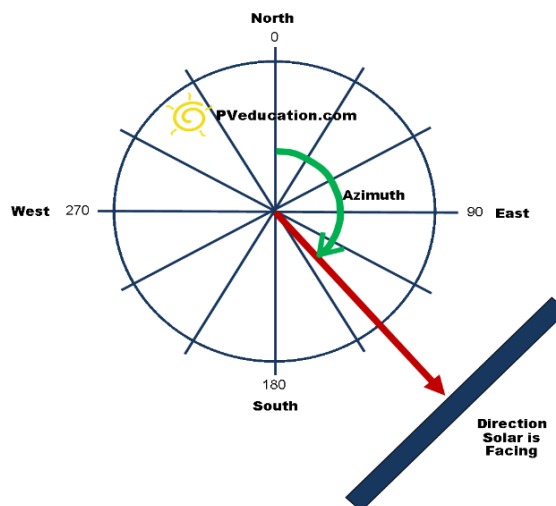
Gambar 2.10 Pemasangan sudut kemiringan panel surya

(Sumber: <http://eprints.ums.ac.id>)

Sudut kemiringan dari panel surya yang ditetapkan sebesar 15° mengacu pada standar SNI IEC 04-6394-2000, agar memudahkan pembersihan panel surya dari air hujan serta mendapatkan nilai iradiasi yang optimal.

2.3.2.3 Arah Panel Surya

Arah panel surya mengikuti besaran *azimuth* dari lokasi. *Azimuth* merupakan besarnya sudut yang diapit oleh garis yang ditentukan dengan garis utara dan selatan (dihitung menurut perputaran jarum jam mulai dari titik utara dengan limit 0°-360°).



Gambar 2.11 Pemasangan posisi sudut *azimuth*

(Sumber: pveducation.com)

Untuk perhitungan jarak yang digunakan antar panel *array* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$h = x \times \sin(\theta) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$D' = \frac{h}{\tan(a)} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$D = D' \times \cos(\psi) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

D' = Jarak bayangan maksimal

D = Jarak antar panel *array* minimal

2.4 Komponen Perancangan Sistem PLTS Fotovoltaik

2.4.1 Panel Surya

Panel surya merupakan komponen utama yang dapat menghasilkan energi listrik DC dan terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya silicon) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik. Panel surya tersebut dihubungkan secara seri maupun paralel yang dirancang sedemikian rupa hingga berbentuk peseri atau persegi panjang, dilaminasi dan dilapisi kaca khusus hingga diberi penguat rangka atau frame pada keempat sisinya. Ketika mendapatkan pancaran sinar matahari pada umumnya satu sel surya dapat menghasilkan tegangan listrik searah (DC) sebesar 0,5 sampai dengan 1 *volt*, dan juga arus *short-circuit*. Besar tegangan dan juga arus tersebut tidak cukup untuk diaplikasikan langsung oleh sebab itu sejumlah sel surya disusun 19 secara seri dan juga paralel sehingga rangkaian beberapa sel ini akan membentuk sebuah set yang disebut panel surya. Kebanyakan, panel surya terdiri dari 28 sampai 72 sel surya, yang dapat menghasilkan tegangan DC 12-38 *volt* dalam kondisi sinar matahari standar. Untuk menghitung jumlah solar panel yang digunakan pada sistem PLTS Fotovoltaik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{\text{Kapasitas Total PLTS}}{\text{Kapasitas Panel Surya}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Kumpulan panel surya dikonfigurasi seri maupun paralel hingga membentuk sistem yang disebut panel *array*. Berikut ini merupakan beberapa jenis-jenis panel surya :

2.4.1.1 Polikristal (Poly-crystalline)

Polikristal adalah panel surya / *solar cell* yang memiliki susunan kristal acak. Panel ini memiliki efisiensi sampai dengan 13.5%. Type Polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.



Gambar 2.12 Polykristal

(Sumber : <https://www.oliytechsolar.com>)

2.4.1.2 Monokristal (Mono-crystalline)

Monokristal adalah panel yang paling efisien, dalam menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel monokristal ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari nya kurang (teduh) dan efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.13 Monokristal

(Sumber : <https://www.oliytechsolar.com>)

2.4.2 Solar Charge Controller

Solar charge controller merupakan sebuah rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian baterai. Kontroler ini berfungsi sebagai pengendali atau pengatur daya dan tegangan yang masuk ke baterai dari panel surya agar tidak melampaui batas toleransi dayanya. Alat ini memastikan baterai tidak diisi berlebihan pada siang hari, dan daya tidak lari mundur ke panel surya pada malam hari dan menguras baterai. Untuk menghitung kebutuhan *solar charge controller* pada sistem PLTS Fotovoltaik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$SCC = \frac{\text{Kapasitas Total PLTS (kWp)}}{\text{Output SCC (kW)}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Solar charge controller ini memiliki 2 jenis yaitu :

2.4.2.1 Charge Controller PWM

Charge controller PWM (Pulse Width Modulation) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecaskan baterai dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika baterai mendekati kondisi terisi

penuh, alat PWM akan perlahan-lahan menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai demi untuk mengurangi stres pada baterai tersebut.



Gambar 2.14 Solar Charge Controller PWM
(Sumber : ncharge.com)

2.4.2.2 Charge Controller MPPT

MPPT adalah singkatan *Maximum Power Point Tracking* merupakan perangkat elektronik yang terdapat pada alat pengatur pengisian baterai yang dapat mengoptimalkan kinerja antara array surya (panel PV) dan *battery bank*. Dengan kata lain, alat ini mampu mengkonversi tegangan tinggi output DC dari panel surya ke tegangan lebih rendah yang diperlukan baterai / baterai bank. Dalam proses pengisian ini, mekanisme MPPT juga melakukan peningkatan arus DC (*amper*) yang dicas ke baterai / *battery bank*.



Gambar 2.15 Solar Charge Controller MPPT
(Sumber : solarelectric.com)

2.4.3 Inverter

Inverter merupakan sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Alat ini sangat penting karena sel surya menghasilkan energi listrik yang berupa DC.



Gambar 2.16 Inverter DC ke AC

(Sumber : freecleansolar.com)

2.4.4 Baterai

Baterai merupakan alat elektro kimia yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai pada sistem PLTS menggunakan baterai jenis sekunder. Baterai sekunder merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang atau rechargeable battery. Baterai pada PLTS harus memenuhi tujuan yaitu untuk menyimpan kelebihan daya dari PLTS yang selanjutnya digunakan untuk memberikan daya listrik ke sistem ketika daya tidak disediakan oleh panel surya.



Gambar 2.17 Baterai

(Sumber : <http://www.rollsbattery.com>)

Untuk menghitung kapasitas baterai untuk sistem PLTS Fotovoltaik dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Baterai (kWh)} = \frac{\text{Otonomi sistem} \times \text{Total daya per hari (kWh)}}{\text{Efisiensi}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

Otonomi sistem = Cadangan baterai 2 hari jika tidak ada cahaya matahari

Efisiensi = Efisiensi baterai x Efisiensi Penghantar

Eff. baterai = 0,85 (Bagus Ramadhani, 2018)

Eff. penghantar = 0,98 (Bagus Ramadhani, 2018)

$$\text{Baterai (Ah)} = \text{Baterai (kWh)} \times \frac{1000 \text{ V}}{\text{Nominal tegangan}} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{\text{Baterai (Ah)}}{\text{DOD}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

Depth of Discharge (DOD) = 80% (Permen ESDM No. 36 Tahun 2018).