

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian terdahulu

Aris Ansori dan Wayan Susila pada tahun 2017 melakukan penelitian yang berjudul Pembangkit Listrik *Hybrid Solar Cell* dan Turbin Angin di Pantai Tamban Kabupaten Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif-deskriptif dengan menampilkan data-data dalam bentuk grafik dan dijabarkan secara deskriptif untuk menarik kesimpulan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan energi matahari dan energi angin di pesisir pantai Tamban Kabupaten Malang untuk dikonversi energi listrik. Hasil dari penelitian model pembangkit listrik *solar cell* turbin angin menghasilkan daya listrik *solar cell* 1,98 KW per hari dan pembangkit listrik turbin angin rata-rata menghasilkan 33,2-33,5 watt. Performa tertinggi terdapat pada beban 100 Watt dengan efisiensi sebesar 64,72%. Sedangkan efisiensi terendah terdapat pada beban 25 Watt dengan efisiensi sebesar 63,68%, sehingga model pembangkit listrik *hybrid solar cell* turbin angin memiliki efektifitas dan efisien yang baik untuk diterapkan di daerah pesisir pantai.

Tito dan Liman Hartawan pada tahun Desember 2017 melakukan penelitian yang berjudul Perancangan Konsep Pembangkit Listrik *Hybrid Solar PV-Hydro*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, perhitungan parameter penelitian dan perancangan konsep rancang bangun. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan konsep

pembangkit listrik *Hybrid Solar PV-hydro* yang sesuai dengan kondisi aliran sungai maupun irigasi serta potensi matahari yang ada di daerah pedesaan. Dari hasil penelitian yang telah berjalan telah didapatkan jenis pembangkit yaitu pembangkit listrik pikohidro *Low Head* dengan dimensi pembangkit listrik maksimum berukuran 160 x 120 x 120 cm. Daya dari air yang memungkinkan untuk dihasilkan sekitar 295 watt serta dengan Luas sistem pembangkit solar PV dapat dipasang sekitar 200 Wp. Sistem pembangkit direncanakan dapat dipasang pada sungai dengan dan tanpa pelampung. Komponen elektrikal sebagai kontrol pembangkit *Hybrid* yaitu baterai dan *accumulator* 12V 20Ah, *voltage sensor up to 25V*, *current sensor up to 20A*, 2 *solid state relay module* dan Arduino MEGA 2560.

Prian Gagani dan Hamzah Hilal pada tahun 2018 melakukan penelitian yang berjudul Analisa Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan simulasi menggunakan *software* HOMER. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kapasitas pembangkit *hibryd* dari PLTD-PLTS, yang berdasarkan *Net Present Cost* (NPC) dan hasil analisis. Berdasarkan hasil simulasi tersebut kemudian akan dilakukan analisis untuk mengukur seberapa layak sistem pembangkit *hibryd* ini apabila diterapkan. Dari hasil simulasi sistem pembangkit hibrida PLTD-PLTS yang direncanakan didapat hasil total produksi listrik 206.961 kWh/tahun dengan kontribusi PLTD 81,3 % dan kontribusi PLTS 18,7 %, dimana NPC sebesar \$ 2.180.000, biaya listrik \$0.919 per kWh, kelebihan

listrik sebesar 42.711 kWh/tahun, emisi CO₂ yang dihasilkan pada sistem ini adalah sebesar 147 ton pertahun, terjadi penurunan jumlah emisi CO₂ sebesar 27 ton pertahun atau 15,5 %.

Harmini dan Titik Nurhayati pada tahun 2018 melakukan penelitian yang berjudul Pemodelan Sistem Pembangkit *Hybrid* Energi Solar Dan Angin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan menggunakan simulasi matlab. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi penggunaan sumber energi konvensional untuk beralih ke sumber energi terbarukan. Analisa dari sistem ini adalah performansi karakteristik pembangkit *hybrid* berdasarkan pada perubahan beban berupa nilai tegangan, arus dan daya. Daya yang dihasilkan PLTS sebesar 3.000 Watt dan pembangkit angin sebesar 1.000 Watt dengan beban berupa beban resistif sebesar 4.000 Watt. Sistem *hybrid* menghasilkan daya sebesar 2.640 Watt sehingga efisiensi sistem *hybrid* sebesar 66 %.

★ Eric Timotius dan Setiawan pada tahun 2018 melakukan penelitian yang berjudul Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga Dan Pengairan Kabupaten Badung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perhitungan manual untuk menghitung kebutuhan daya listrik, menetapkan daya yang akan dibangkitkan, menghitung jumlah serta kapasitas modul surya dan *inverter*, menghitung sudut kemiringan dan lokasi modul surya. Penelitian ini bertujuan untuk menambahkan pasokan energi listrik dan mengurangi penggunaan energi konvensional di

kabupaten badung, Bali. PLTS menggunakan sistem *hybrid* dengan PLN, bekerja secara otomatis yang akan diatur oleh sistem kontrol *inverter*. PLTS berkapasitas 148,274 kW mensuplai 30% dari konsumsi energi listrik pada gedung sebesar 2,310 MWh.

Deni *et al.* pada tahun 2020 melakukan penelitian yang berjudul Konversi Energi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sebagai Perencanaan Pembangkit *Hybrid*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran langsung di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis konversi energi berdasarkan nilai keluaran, kinerja serta efisiensi dari PLTB dan PLTS. Data tersebut diambil di lapangan parkir Fakultas Teknik (UBB) selama 3 hari sehingga didapatkan data tegangan, arus, daya, intensitas cahaya (PLTS), Kecepatan putaran turbin (PLTB) dan jumlah energi harian. Daya tertinggi yang dihasilkan PLTS sebesar 21,96 *watt* pada hari jumat (10/7) pukul 10.30 WIB dengan tegangan dan arus sebesar 18,3 Volt dan 1,2 A. Jumlah energi tertinggi yang dihasilkan sebesar 124 Wh. Kinerja rata-rata dan efisiensi PLTS sebesar 12,62 dan 47,47 % pada penyinaran sebesar 1.000 W/m² . Daya tertinggi yang dihasilkan PLTB sebesar 21,25 Watt pada hari Sabtu (11/7) pukul 15.10 WIB dengan nilai tegangan dan arus tertinggi sebesar 20,24 Volt dan 1,05 *Ampere*. Jumlah energi tertinggi yang dihasilkan sebesar 56 Wh. Kinerja rata-rata dan efisiensi PLTB sebesar 23,27 % dan 15,91 % pada kecepatan angin sebesar 7 m/s.

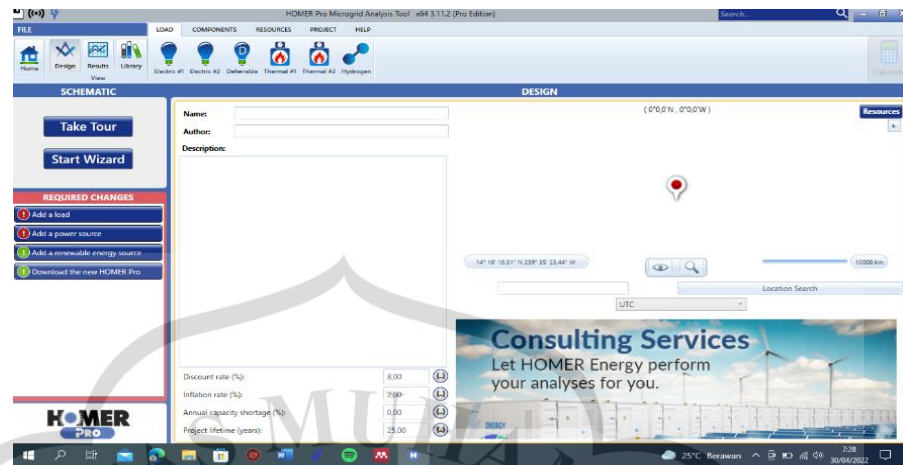
Mohammad *et al.* pada tahun 2021 melakukan penelitian yang berjudul Pemanfaatan Pembangkit Listrik *Hybrid* dalam Mendukung Elektrifikasi di Kawasan Javan Langur Centre Kota Batu Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan desain pembangkit *hybrid*, persiapan kebutuhan tenaga listrik serta estimasi potensi daya yang dapat dibangkitkan kedua pembangkit *hybrid* tersebut. Tujuan dari program pengabdian masyarakat ini adalah untuk menunjang kegiatan di pusat rehabilitasi Lutung Jawa di Javan Langur Center (JLC), dengan adanya sumber energi listrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan fasilitas penerangan dan pengoperasian mesin inkubator bayi primata. Hasil program pengabdian kepada masyarakat ini berupa pemasangan dan pengoperasian sistem pembangkit tenaga listrik *hybrid*, yang terdiri atas pembangkit listrik tenaga pikohidro berkapasitas 300 watt dan pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 200 *watt peak*. Dengan adanya pembangkit listrik *hybrid* ini, maka kebutuhan listrik di area JLC untuk penerangan dan pengoperasian mesin inkubator bayi Lutung, dengan total daya 180 watt dapat terpenuhi. Selain itu, untuk menjaga keberlangsungan pengoperasian dan pemeliharaan pembangkit tenaga listrik *hybrid* tersebut, telah dilakukan *transfer* pengetahuan dan keterampilan kepada pihak mitra kerja, yakni *The Aspinal Foundation* Indonesia Program dan Komunitas Konservasi Lutung Jawa.

B. Landasan Teori

1. Energi Baru dan Terbarukan

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan energi tak terbarukan yang berasal dari fosil, khususnya minyak bumi dan batu bara, namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menipis dan untuk mengantisipasinya energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik (Harmini dan Nurhayati, 2018). Penggunaan energi baru dan terbarukan harus menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil melainkan juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan (Sandi dan Puriza, 2021). Dengan pemanfaatan yang tepat potensi EBT ini dapat membantu untuk mengatasi krisis energi khususnya di daerah pedesaan yang masih minim energi listrik. Untuk dapat mengolah sumber energi tersebut perlu adanya edukasi kepada masyarakat untuk meningkatkan minat masyarakat agar lebih tertarik mengenal sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) di daerah tempat tinggal sehingga dapat bersaing dengan penggunaan energi fosil.

2. HOMER



Gambar 2.1 Tampilan Awal Software HOMER
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

HOMER atau *Hybrid Optimization Model for Electric Renewable* merupakan sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) USA pada tahun 1993. HOMER dapat digunakan untuk mensimulasikan, mengoptimalkan, dan menganalisis sistem pembangkit tenaga listrik yang telah didesain menggunakan energi terbarukan baik secara *on grid* atau *off grid*, sehingga dengan memasukan konfigurasi yang tepat maka dapat didapatkan sebuah sistem yang optimal. HOMER memiliki fitur-fitur seperti *load*, *components*, *resources*, *project* dan *help* untuk membantu mendesain suatu sistem pembangkit listrik yang mengkombinasikan beberapa komponen, seperti turbin angin, *photovoltaic*, mikrohidro, biomassa, diesel, mikroturbin, *fuel-cell*, baterai, dan penyimpanan hidrogen untuk melayani beban listrik maupun termal. HOMER akan

mensimulasikan sistem dengan memperkirakan segi teknis dan ekonomis dari desain (Putra 2020).

3. Pembangkit Listrik Hybrid

Pembangkit listrik *hybrid* adalah penggunaan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Dengan kata lain, sistem energi ini di rancang untuk menghasilkan daya dengan menggunakan dua sumber energi. Energi *hybrid* memiliki kehandalan yang tinggi, efisiensi tinggi, tidak menimbulkan polusi dan biayanya rendah (Hidayat et al. 2021).

4. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator (Wahid and Erwanto 2020).

Untuk menentukan besarnya debit air, pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan rumus hidrolika *Manning* atau *Chezy* dan metode pengisian wadah dengan rumus sebagai berikut :

Rumus hidrolika *Manning* atau *Chezy*

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana

Q = Debit air yang mengalir (m³/detik)

V = Kecepatan aliran air (m/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

Sebelum menghitung debit air, dicari terlebih dahulu nilai V dan A, yaitu dengan rumus sebagai berikut.

$$V = D / t \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran air (m/detik)

D = Jarak antara daerah penampang I dengan II (meter)

t = Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak (detik)

Sedangkan untuk mendapatkan nilai A dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = L \times d \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

L = Lebar penampang (meter)

d = Kedalaman sungai atau aliran (meter)

Selanjutnya yaitu pengukuran dan pengujian menggunakan metode pengisian wadah antara lain menggunakan persamaan sebagai berikut :

Volume wadah

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot t (R^2 + rR + r^2) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

V = Kecepatan air (m/s)

π = Bilangan irasional (22/7 atau 3,14)

t = Tinggi wadah (m)

R^2 = Jari-jari diameter wadah atas (cm)

r = Jari-jari diameter wadah bawah (cm)

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\text{Waktu}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Q = Debit air (m³/s)

V = Volume air (m³)

t = Waktu (detik)

Luas penampang pipa

$$r = \frac{1}{2} \times d \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

r = Jari-jari pipa (mm)

d = Diameter pipa (mm)

$$A = \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

A = Luas penampang pipa pesat (m^2)

π = Bilangan irasional ($22/7$ atau $3,14$)

r^2 = Jari-jari pipa (mm)

Efisiensi PLTPH

$$\eta = \frac{P_g}{P_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

η PLTPH = Efisiensi keseluruhan sistem PLTPH (%)

P_g = Daya generator (*watt*)

P_t = Daya turbin (*watt*)

Komponen dalam Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro antara lain :

- a. Turbin



Gambar 2.2 Turbin
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak dimana fluida kerjanya adalah air. Berdasarkan prinsip kerja turbin

dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, turbin air diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi (Mafruddin., Marsuki, 2017). Energi potensial turbin dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

Daya potensial air (PH)

$$P_H = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

P_H = Daya potensial air (*watt*)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

Q = Debit air (m^3/detik)

G = Gravitasi (m/s^2)

H = Tinggi aliran (m)

Daya turbin (P_T)

$$P_T = \frac{2 \cdot \pi \cdot nT}{60} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

P_T = Daya turbin (*watt*)

nT = Putaran turbin (rpm)

Efisiensi turbin

$$\eta_T = \frac{P_T}{P_H} \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

P_T = Daya turbin (*watt*)

P_H = Daya potensial air (*watt*)

b. Generator Arus Searah (DC)



Gambar 2.3 Konstruksi Generator DC
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Generator arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum *Faraday*, pada kawat penghantar akan timbul Garis Gaya Listrik (GGL) induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Perbedaan setiap generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang terdapat didalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat (Saputra *et al.*, 2016).

Perhitungan generator pada penelitian ini antara lain menggunakan persamaan sebagai berikut :

Daya Generator

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

P_g = Daya generator (*watt*)

V = Tegangan PLTPh (*volt*)

I = Arus PLTPh (*ampere*)

$$\eta \text{ Generator} = \frac{P_G}{P_T} 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

η Generator = Efisiensi generator (*watt*)

P_G = Daya generator (*watt*)

P_T = Daya turbin (*watt*)

c. Baterai / Aki



Gambar 2.4 Aki
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Baterai atau Aki (*accumulator*) yaitu salah satu bentuk sumber energi listrik arus searah, yang berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik.

Menghitung waktu *charging* aki antara lain sebagai berikut :

$$\text{Waktu Pengisian Aki} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Beban}} \times 80\% \dots\dots(2.14)$$

Dimana :

Kapasitas aki = 45 Ah

80% = Faktor efisiensi aki

d. *Inverter* DC-AC



Gambar 2.5 *Inverter*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Inverter adalah sebuah alat pengubah listrik yang merubah listrik tegangan DC menjadi listrik tegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat dirubah. *Inverter* menerima sumber tegangan DC sebagai tegangan masukan yang dapat diperoleh dari akumulator (aki). Dengan proses penyaklaran dari komponen semikonduktor yang ada pada rangkaian *inverter* (Mundus, Khwee, and Hiendro 2019).

Efisiensi *inverter* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

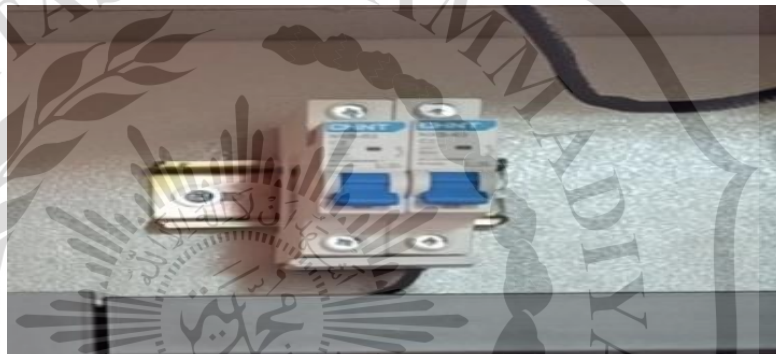
$$\eta \text{ Inverter} = \frac{P_{AC}}{P_{DC}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

P_{AC} = Daya output AC (*watt*)

P_{DC} = Daya output DC (*watt*)

e. *Miniature Circuit Breaker* (MCB)



Gambar 2.6 *Miniature circuit Breaker* (MCB)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen instalasi listrik yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit*). Kegagalan fungsi dari MCB ini berpotensi menimbulkan masalah seperti timbulnya percikan api karena hubung singkat yang akhirnya bisa menimbulkan kebakaran (Tira Anjeli Rahmah 2021).

5. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*fotovoltaik*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Teknologi produksi energi surya adalah yang paling ekonomis dalam hal biaya, menjadi kompetitif dengan pembangkit listrik konvensional berbahan bakar fosil (Agus Setiawan et al. 2014). Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada penelitian ini adalah menggunakan persamaan sebagai berikut :

Daya input PLTS

Daya input diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{in} = I_r \times A \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

P_{in} = Daya input akibat *arradiance* matahari (watt)

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luas area permukaan panel (m²)

Efisiensi PLTS

Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$\eta_{PLTS} = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

η_{PLTS} = Efisiensi PLTS (%)

P_{max} = Daya output maksimum (*watt*)

P_{in} = Daya input PLTS (*watt*)

a. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya antara lain sebagai berikut :

1) Solar Panel



Gambar 2.7 Solar Panel
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Solar panel merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Untuk menentukan berapa jumlah modul yang sesuai dengan perancangan ,sesuai dengan kapasitas beban yang digunakan maka harus diketahui terlebih dahulu berapa kapasitas modul yang akan dipakai (Hariyati dan Qosim, 2019). Adapun cara untuk menentukan jumlah modul dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Jumlah Modul} = \frac{\text{Kapasitas PLTS}}{\text{Kapasitas Modul}} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Kapasitas PLTS = Besar kapasitas total panel surya (wp)

Kapasitas Modul = Besar kapasitas persatu panel surya (wp)

Perhitungan pada modul surya terdiri dari beberapa persamaan sebagai berikut :

Daya maksimal pada modul :

$$\mathbf{P\ max = Voc\ x\ Isc\ x\ FF} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

Voc = *Open circuit voltage (volt)*

Isc = *Short circuit current (ampere)*

FF = *Fill factor (%)*

Fill Factor (FF) merupakan merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan daya maksimum dari panel sel surya. FF dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{FF = \frac{Vmp\ x\ Imp}{Voc\ x\ Isc}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

Vmp = *Voltage at P max (volt)*

Imp = *Current at P max (ampere)*

Voc = *Open circuit voltage (volt)*

Isc = *Short circuit current (volt)*

Sedangkan untuk arus grup panel adalah dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{Arus\ Grup\ Panel} = \frac{P\ max}{V\ mv} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

P max = Daya maksimum (watt)

V mv = Total tegangan panel surya (watt)

2) *Maximum Power Point Tracking* (MPPT)



Gambar 2.8 *Maximum Power Point Tracking* (MPPT)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Maximum Power Point Tracking (MPPT) adalah suatu komponen listrik yang berfungsi untuk mendapatkan daya maksimum dari sebuah sumber energi. MPPT yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk Epever.

Menghitung besar tegangan yang dibutuhkan MPPT antara lain menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_{MPPT} = V_{mp} \times \text{Jumlah Panel} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

V_{mp} = Voltage at P_{max} (V)

Jumlah panel = Total panel yang digunakan (4)

Sedangkan untuk mengetahui arus MPPT dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Arus_{MPPT} = \frac{P_{max PLTS}}{V_{Aki}} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

P_{max} = Daya maksimum (watt)

V_{aki} = Tegangan aki (volt)

3) Baterai / Aki

Baterai merupakan salah satu bentuk sumber energi listrik arus searah yang berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik.

Menghitung waktu *charging* aki antara lain sebagai berikut :

$$Waktu Pengisian Aki = \frac{Kapasitas Aki}{Arus Beban} \times 80\% \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

Kapasitas aki = 45 Ah

80% = Faktor efisiensi aki

4) *Inverter*

Inverter DC to AC adalah suatu komponen listrik yang dapat mengkonversi tegangan DC menjadi listrik tegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat diubah. *Inverter* menerima sumber tegangan DC sebagai tegangan masukan yang dapat diperoleh dari akumulator (aki).

Pengujian efisiensi *inverter* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta \text{ Inverter} = \frac{P_{AC}}{P_{DC}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana :

P_{AC} = Daya output AC

P_{DC} = Daya output DC

Sebelum mencari efisiensi *inverter*, dicari terlebih dahulu P_{AC} dan P_{DC} dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{AC} = I_{AC} \times V_{AC} \times \cos Q \dots \dots \dots (2.26)$$

Dimana :

I_{AC} = Arus bolak-balik (*ampere*)

V_{AC} = Tegangan bolak-balik (*volt*)

$\cos Q$ = Faktor daya

$$P_{DC} = I_{DC} \times V_{DC} \% \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana :

I_{DC} = Arus searah

V_{DC} = Tegangan arus searah

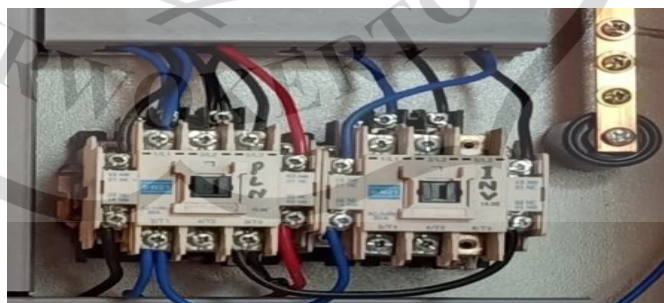
5) Timer



Gambar 2.11 *Timer*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Timer adalah sebuah komponen elektronik yang dibuat untuk menunda waktu yang bisa disetting sesuai rentang waktu yang diinginkan, dengan memutus sebuah kontak *relay* untuk memutus atau menyalakan sebuah rangkaian kontrol. Pada penelitian ini *timer* digunakan untuk mengatur waktu switch pemakaian daya beban oleh PLN atau *solar cell* (Luz Yolanda Toro Suarez et al. 2015).

6) Kontaktor



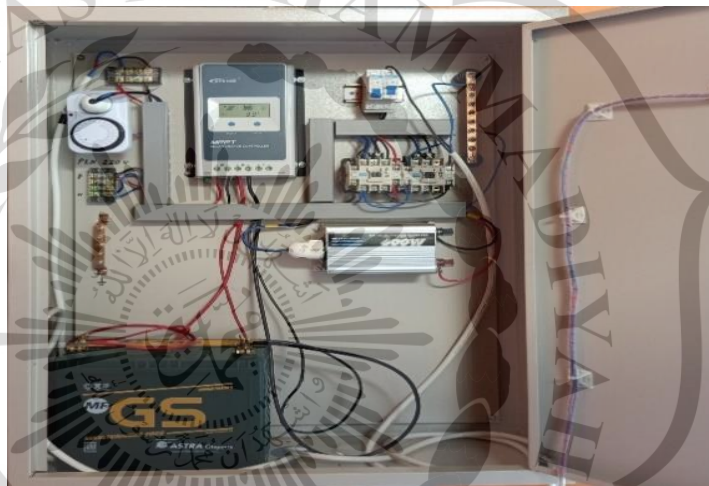
Gambar 2.12 Kontaktor
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk penghubung dan memutus arus listrik.

7) *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen instalasi listrik yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit*) (Tira Anjeli Rahmah 2021).

8) Panel Bagi



Gambar 2.14 Panel Bagi
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Panel listrik adalah sebuah perangkat yang berfungsi membagi, menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber listrik ke konsumen atau pemakai. Panel Listrik *Electrical switchboard* atau lebih kita kenal dengan panel listrik, terbentuk berdasarkan susunan komponen listrik yang sengaja disusun dalam sebuah papan kontrol, sehingga dapat memudahkan penggunaanya (Luz Yolanda Toro Suarez et al. 2015).