

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless*” menjelaskan tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya untuk menghidupkan pompa air dan perhitungan debit air yang dihasilkan dari pompa dengan ketinggian bervariasi. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian ini sebagai berikut :

1. Menurut Jurnal Universitas Sebelas Maret Chico Hermanu Surakarta yang Berjudul “Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian “ tahun 2017. Untuk menentukan spesifikasi dari sistem PLTS dibutuhkan data beban ,jam nyala beban ,kapasitas panel surya dan kedalaman sumber air.
2. Menurut Jurnal Mohammad Taufik Departemen Teknik Elektro Univeritas Padjadjaran Jatinangor yang Berjudul “Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya” tahun 2016. Pompa air portabel tenaga surya terdiri atas komponen-komponen seperti pompa air DC, panel surya, solar charge controller, baterai, solar frame, tiang, dan box. Pompa air ini memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi yang akan dikonversikan menjadi energi listrik. Pompa air ini cocok untuk daerah pedesaan dan daerah terpencil, untuk pemakaian diperkotaan, pompa ini biasa digunakan untuk kolam ikan dan kolam taman kota.
3. Menurut Jurnal Budi Hartono Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Ibnu Chaldun “Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki Penampung” tahun 2015. Dengan penambahan aki untuk menyimpan energi listrik maka pompa dapat beroperasi saat cuaca mendung atau hari-hari kurang cerah. Jadi pemanfaatan energi surya untuk pemompaan air bersih sangat cocok digunakan

4. Menurut Jurnal Dwi Zhafira Hulwani Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya dengan Menggunakan Sensor Level Sebagai Otomatisasi” tahun 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanfaatan energi surya sebagai sumber penggerak pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari satu tempat ketempat yang lain. Energi surya/matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan efek fotolistrik yang terjadi pada komponen fotovoltaik atau sel surya. Sel surya atau komponen fotovoltaik dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang bisa dimanfaatkan secara langsung ke beban, disimpan dalam baterai atau diubah menjadi energi listrik bolak-balik satu fasa dengan menggunakan inverter.

2.1 Pompa Air DC12 V

Pompa air merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk menaikkan cairan dari daerah yang rendah ke daerah yang lebih tinggi atau sebagai mesin yang berfungsi untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah menjadi cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu jaringan perpindahan sistem instalasi air (Kadek,Bayu.2020). Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari bagian rendah ke bagian tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju.



Gambar 2.1 Pompa Air DC 12 V

(Sumber : Shope.2022)

Pompa Air DC Pompa Solar Panel Pompa DC STEC 180 Watt

Model : LSWQB 12V Max.Flow : 1,5 M3/H
Max.Head : 15m Power Max : 180Watt
Outlet : 1 Inch Voltage : 12V
Daya Hisap : 10-12 meter

Pompa DC 12V menggunakan aki, solar panel, Output DC 12 Volt yang lainnya sebagai sumber listrik dan pompa tidak dapat dihubungkan ke aliran listrik 220 V AC. Pompa air DC ini sangat cocok diaplikasikan untuk daerah-daerah pedesaan, daerah persawahan, perkebunan, peternakan atau daerah lain yang membutuhkan pemompaan air dari sumbernya sementara tidak terdapat sumber listrik atau belum maksimal dari PLN Pompa Air Tenaga Surya (PATS). Menggunakan tenaga matahari sebagai sumber listrik penggerak pompa untuk menarik air dari sumbernya ke permukaan/penampungan. Debit merupakan ukuran banyaknya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau yang mampu ditampung dalam suatu tempat setiap satu satuan waktu.

Debit air adalah suatu kecepatan aliran zat cair per satuan waktu dan diberi notasi (Q). Satuan debit ini biasanya digunakan untuk pengawasan kapasitas atau daya tampung air yang ada pada sungai atau bendungan agar air dapat di kendalikan, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik (m^3/d) atau satuan yang lain (l/s, l/m, dsb). Agar dapat menentukan debit airnya maka kita harus mengetahui terlebih dahulu satuan ukuran volume dan satuan ukuran waktunya, hal ini dikarenakan debit air sangat berkaitan dengan satuan volume dan satuan waktu.

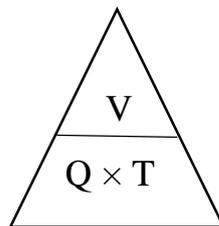
Berikut ini adalah konversi satuan waktu yang digunakan

- 1 jam = 60 menit = 3600 detik
- 1 menit = 60 detik
- 1 detik = 1 detik

Berikut ini adalah konversi satuan volume yang digunakan

- 1 liter = 1 dm³
- 1 dm³ = 1000 cm³
- 1 cm³ = 1.000.000 mm³
- 1 mm³ = 0.001 m³
- 1 cc = 1 ml = 1 cm³

Perhitungan debit air dari pompa dapat diketahui hasilnya menggunakan rumus sebagai berikut.



$$V \text{ (volume)} = Q \times T$$

$$Q \text{ (debit air)} = \frac{V}{T}$$

$$T \text{ (waktu)} = \frac{V}{Q}$$

Keterangan :

Q ; Debit air (m³ /s)

V : Volume (m³)

T ; Waktu (s)

Keluaran pompa berupa daya hidrolik (Hp) dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya hidrolik } H_p = Q \times (h_d - h_s) \cdot \rho \cdot g / 1000$$

Dimana:

Q= Debit aliran (m³/detik) ρ = Massa zat cair persatuan volume (kg/m³)

h_d = Head pembuangan (dalam m) g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

h_s = Head penghisapan (dalam m)

2.1 Energi Surya

Energi Surya merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya (Bambang,Hari.2021). Terdapat dua paramater dalam energi surya yang paling penting pertama intensitas radiasi, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan perluas area, dan karakteristik spektrum cahaya matahari Intensitas radiasi matahari diluar atmosfer bumi disebut konstanta surya, yaitu sebesar 1365 W/m setelah disaring oleh atmosfer bumi, beberapa sepktrum cahaya hilang dan intensitas puncak radiasi menjadi sekitar 1000W/m, Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi pada keadaan permukaan tegak lurus sinar matahari dan pada keadaan cerah Radiasi surya dipancarkan dari fotoshpere matahari pada temperatur 6000K, yang memberikan distribusi spektrumnya mirip dengan distribusi spektrum black body dengan melalui atmosfer bumi, radiasi surya diatenuasikan oleh berbagai partikel diantaranya molekul udara, aerosol, partikel debu. Energi surya tidak bersifat polutif, tak dapat habis dan didapatkan secara gratis. Namun kekurangan dari energi surya sendiri adalah sangat halus dan tidak konstan. Arus energi surya yang rendah mengakibatkan dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya besar untuk mongkonsentrasikan energi itu. Sistem kolektor ini berharga cukup mahal dan ada masalah lagi bahwa sistem-sistem di bumi tidak dapat diharapkan akan menerima persediaan yang terus menerus dari energi surya ini (Bambang, Hari.2021). Hal ini berarti diperlukan semacam sistem penyimpanan energi atau konversi lain untuk menyimpan energi pada malam hari serta pada saat cuaca mendung

Energi surya dapat dikonversi secara langung menjadi bentuk lain dengan tiga proses, yaitu proses helochemical, proses helioelectrical, dan proses heliothermal Reaksi heliochemical yang utama adalah proses fotosintesa. Proses ini adalah sumber dari semua bahan bakar fosil Proses helioelectrical yang utama adalah produksi listrik oleh sel-sel surya dapat dikatakan energi radiasi matahari dikonversi menjadi energi listrik.

Proses heliothermal adalah suatu penyerapan (absorpsi) radiasi matahari dan pengkonversian energi ini menjadi energi termal. Proses perubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, (n = negatif). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan p (p = positif) karena kelebihan muatan positif.

Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan menggunakan efek fotovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya adalah suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip photovoltaic, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). 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 positif. Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan pembuatannya terbagi 3 yaitu :

1. Monocrystalline

Panel surya jenis ini terbuat dari batangan kristal yang diris tipis-tipis, ibarat keripik singkong. Karena sel surya berasal dari satu induk batangan kristal, maka setiap potongan memiliki karakteristik yang identik dengan yang lainnya.



Gambar 2.2 Panel Surya Monocrystalline

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

Efisiensi dari panel surya monocrystalline yaitu mencapai angka 15-20 persen. Angka tersebut dapat dikatakan cukup tinggi pada teknologi saat ini. Secara fisik panel surya monocrystalline dapat diketahui dari warna sel yang hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

2. Polycrystalline

Panel surya jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang yang dipanaskan sehingga mencair kemudian dituangkan ke cetakan persegi yang digunakan pada umumnya. Tingkat kemurnian kristal silicon tidak setinggi panel surya monocrystalline.



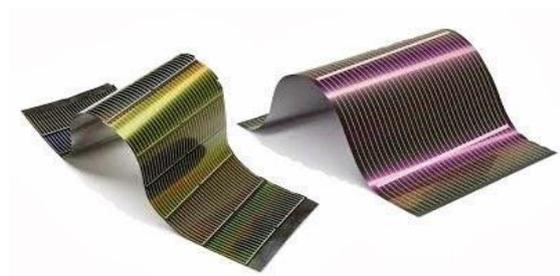
Gambar 2.3 Panel Surya Policrystalline

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

Efisiensinya sekitar 13-15 persen. Pada proses pembuatannya pun panel surya ini dikatakan lebih mudah jika dibandingkan dengan monocrystalline serta harganya pun lebih terjangkau. Secara fisik, panel surya polycrystalline dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi.

3. Thin-film solar cell (TFSC)

Panel surya jenis TFSC berikut yaitu panel surya yang memiliki struktur kerapatan atom yang rendah, sehingga panel surya jenis ini mudah dibentuk serta pengaplikasiannya pun lebih beragam. Pada proses produksi panel surya jenis ini juga relatif murah.



Gambar 2.4 Panel Surya Thin Film

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

Panel surya TFSC ini sangat tipis sehingga ringan dan fleksibel.

2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol (Control system) atau sistem kendali adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah-istilah dari sistem kendali atau sistem kontrol adalah : Plants.

1. Plant dapat berupa suatu peralatan atau suatu kelengkapan dari perangkat mesin yang bekerja bersama untuk mengerjakan suatu tujuan tertentu.
2. Processes. Process sebagai suatu kelanjutan operasi atau pengembangan yang ditandai dengan serangkaian perubahan bertahap yang menggantikan satu sama lain dengan cara yang relatif tetap dan mengarahkan pada suatu tujuan systems.

3. System merupakan kombinasi dari komponen yang bertindak bersama dan melakukan suatu tujuan.
4. Disturbances. Disturbance adalah suatu sinyal yang cenderung mempengaruhi nilai keluaran dari suatu sistem. Disturbance yang dihasilkan oleh sistem dinamakan internal disturbance sedangkan disturbance yang muncul dari luar sistem disebut external disturbance.
5. Feedback Control. Feedback control mengartikan pada suatu operasi yang memiliki gangguan dan cenderung mengurangi perbedaan diantara keluaran dan referensi sistem

Dalam melakukan sebuah penelitian sistem kendali atau sistem kontrol terdapat tiga jenis variabel kendali atau kontrol yaitu variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol. Dimana antara satu variabel dengan variabel lain akan saling berhubungan, tetapi belum tentu saling mempengaruhi. Variabel manipulasi adalah variabel yang secara sengaja diubah-ubah untuk memperoleh hasil tertentu, dalam penelitian ini yang menjadi variabel manipulasi adalah mekanisme dari pengontrolan pesawat tailsitter. Variabel terkontrol adalah besaran yang dapat berubah karena perubahan yang dilakukan pada variabel manipulasi, pada penelitian ini yang menjadi variabel kontrol yaitu kecepatan putaran motor BLDC, dan pergerakan motor servo. Variabel respon adalah variabel yang mendefinisikan tentang semua hal yang terjadi akibat dari perubahan variabel manipulasi dan variabel kontrol, pada penelitian ini yang menjadi variabel respon adalah attitude (sikap) dari pesawat tailsitter

2.3.1 Sistem Kendali Open loop dan Closed loop control system.

Open loop control system merupakan suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Pada sistem kontrol loop terbuka tidak terdapat jaringan umpan balik. Dengan kata lain, sistem kontrol loop terbuka keluarannya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Oleh karena itu sistem kontrol loop terbuka hanya dapat digunakan jika hubungan antara masukan dan keluaran sistem diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal

Closed control system. Closed control system atau sistem kontrol loop tertutup merupakan sistem kontrol dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap sinyal kontrol (aksi kontrol). Pada sistem kontrol loop tertutup terdapat jaringan umpanbalik (feedback) karenanya sistem kontrol loop tertutup seringkali disebut sebagai sistem kontrol umpanbalik. Kontrol loop tertutup dan sistem kontrol umpanbalik dapat saling dipertukarkan penggunaannya. Namun untuk rancang bangun pompa air ini menggunakan Open loop control system dan untuk alat yang digunakan untuk mengontrol arus dan serta tegangan dalam pompa air tenaga surya yaitu Pulse Width Modulation.

2.3.2 Pulse Width Modulation (Pulse Width Modulation)

Merupakan salah satu perangkat elektronik yang digunakan pada rangkaian Pompa Air Tenaga Surya yang berfungsi yaitu sebagai pengontrol tegangan keluaran panel surya yang hendak masuk ke baterai agar tidak overcharge dan menstabilkan arus tegangan. PWM (Pulse Width Modulation) / SCC (Solar Charge Controller) bekerja mengatur arus listrik ke baterai dengan mengurangi arus/current secara bertahap yang disebut "Pulse Width Modulation". Saat baterai penuh, PWM tetap mensuplai daya dalam jumlah kecil untuk menjaga baterai tetap penuh. PWM cocok digunakan dalam skala kecil. Cara kerja Solar Charge Controller adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Cahya, Andika.2019). Solar charge controller berfungsi untuk :

- a. Charging mode : Mengisi battery (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau battery penuh).
- b. Operation mode : Penggunaan battery ke beban (pelayanan battery ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong'). Charging Mode Solar Charge Controller Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging: 23
- c. Fase bulk : baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.

- d. Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai. f. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini



Gambar 2.5 Solar Charger Controller / PWM

(Sumber : Reza, Muhamad.2019)

Fungsi Utama dari Solar Charge Controller atau PMW

1. Menyesuaikan arus listrik

Menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak. Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*.

2. Menghindari baterai *Over Discharge* atau baterai dalam keadaan lemah.

Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Ini penting, karena apabila baterai dalam kondisi tegangan sangat rendah, baterai akan cepat rusak.

3. Menghentikan arus terbalik ketika sumber energi matahari yang memadai.

Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari, baterai tidak bisa di *charge*. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solar panel. Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi.

Selain fungsi utama dari setiap pengendali muatan adalah untuk mengontrol jumlah muatan yang masuk dan keluar dari baterai, pengontrol muatan surya melakukan beberapa fungsi berguna lainnya:

1. Blokir arus balik

Fungsi ini memfasilitasi aliran arus searah dari panel surya ke baterai, dan memblokir aliran balik pada malam hari.

2. Di bawah perlindungan tegangan

Tegangan bawah terjadi ketika baterai telah kehilangan 80% dari muatannya. Dianjurkan untuk mengeluarkan baterai dari sirkuit dan menghubungkannya kembali hanya selama pengisian baterai

3. Cegah Overcharge Baterai

Pengontrol muatan menghentikan pengisian baterai setelah cukup terisi.

4. Konfigurasi Titik Pengaturan Kontrol

Berbagai titik set dapat diedit dan diprogram ulang menggunakan pengendali biaya. Ini membantu dalam fine tuning baterai Anda pengisian dan siklus pemakaian untuk memastikan kinerja yang paling efisien dan hidup lebih lama.

5. Menampilkan dan Pengukuran

Tingkat tegangan, Persentase ditagih, Waktu Debit saat ini pada beban pengisian.

6. Riwayat Pemecahan Masalah dan Peristiwa

Beberapa pengendali biaya memiliki memori bawaan untuk menyimpan acara dan alarm dengan stempel tanggal dan waktu. Peristiwa ini dan riwayat alarm membantu untuk pemecahan masalah cepat. Pada rangkaian pompa air tenaga surya ini membutuhkan perangkat elektronik solar charger controller, dimana solar charger controller tersebut berfungsi sebagai proteksi dan pengontrol tegangan listrik yang masuk ke baterai yang dihasilkan dari panel surya, sebab keluaran listrik dari panel surya berkisar 15-17 VDC, sedangkan baterai membutuhkan sekitar 13,9 VDC untuk melakukan pengisian. Apabila pengisian baterai lebih dari itu maka akan menyebabkan kerusakan pada baterai sehingga pada rangkaian ini membutuhkan perangkat elektronik solar charger.

2.3.3 WRC (Wireless Remote Control)

Wireless Remote Control (WRC) DC 12 V merupakan module relay yang dapat dikontrol secara wireless menggunakan remote yang tersedia dan dioperasikan dengan supply 12 V DC dan memiliki 3 mode pengoperasian.

Operation Mode:

1. Momentary: Tekan dan tahan tombol pada remote, relay ON, lepas OFF
2. Latched : Tekan tombol A pada remote, relay receiver ON, tekan tombol B pada remote, relay receiver OFF.
3. Toggle : Tekan tombol pada remote, relay receiver ON, tekan sekali lagi pada tombol yang sama, relay receiver OFF.



Gambar 2.6 WRC (Wireless Remote Control)

(Sumber : Shope. 2022)

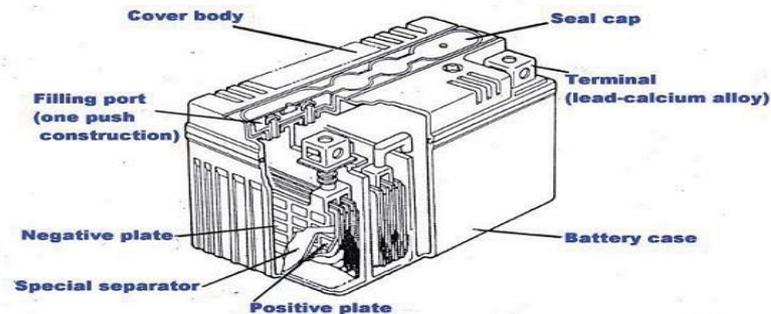
WRC sendiri berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan arus dari PMW (Pulse Widht Modulation) ke pompa air DC 12 V sehingga untuk menghidupkan atau mematikan pompa air tenaga surya pada saat Pompa Air Tenaga Surya digunakan bisa melalui remote wireless ,namum pompa air tenaga surya sendiri juga bisa di hidupkan atau dimatikan secara manual dengan menekan tombol on atau off.

Specification:

- Power Supply: 12VDC
- Idle current: +/- 10mA
- Frequency: 433 MHz
- Ukuran PCB: 35mm X 32mm X 15mm (Box: 40mm x 40mm x 25mm)
- Transmitter/ remote: 433MHz

2.4 Baterai Atau Penyimpan Daya

Baterai adalah salah satu alat yang berfungsi menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Baterai adalah kumpulan dari beberapa sel listrik yang digunakan untuk menyimpan energi kimia untuk selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Baterai menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Proses elektrokimia adalah perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel didalam baterai.



Gambar 2.7 Baterai

(Sumber : Fallqianas, Akbar. 2013)

Komponen yang terdapat pada sel baterai yaitu anoda/elektroda negatif sebagai tempat terjadinya proses oksidasi, katoda / elektroda positif sebagai tempat terjadinya proses reduksi, Elektrolit sebagai larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, dan separator yang berfungsi untuk mencegah terjadinya gesekan antara kedua elektroda. Prinsip kerja baterai yaitu jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban melalui beban katoda, kemudian ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif mengalir ke katoda. Baterai yang digunakan pada pompa air tenaga surya adalah jenis baterai (accu maintenance free) atau aki kering 12V. Umumnya baterai jenis ini lebih cocok digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya karena tidak memerlukan perawatan yang rumit.

2.5 Efisiensi Listrik Surya Cell

Efisiensi tegangan surya merupakan suatu usaha untuk mencapai tujuan yang maksimal tegangan surya cell dengan meminimalisir pengeluaran sumber daya Efisiensi panel surya didapatkan dan daya listrik yang keluar dalam satuan watt dibandingkan dengan luas permukaannya. Saat ini dipasaran efisiensi sel surya yang beredar adalah di kisaran 14-17% Ini berarti sebuah panel surya hanya dapat mengkonversi sekitar 14-17 % dan seluruh energi matahari yang diterima oleh sel surya tersebut. Kemana sisanya? Sisanya dipantulkan kembali ke udara. Bila kita mempunyai rencana memasang panel surya di atap rumah, sementara luasan atap terbatas. Maka bila kita mengacu pada fakta tentang efisiensi panel surya tadi, pilihan rasional yang harus kita ambil adalah mencari modul solar sel dengan efisiensi yang tertinggi. Sayangnya semakin tinggi efisiensi solar panel, biasanya semakin mahal. Disinilah kita harus menyesuaikan dengan anggaran.

Untuk anda yang menginginkan kualitas terbaik, pilihannya adalah panel surya dengan efisiensi paling tinggi. Sementara bila anda terbatas dengan anggaran, pilihlah modul surya yang sesuai dengan anggaran anda tapi dengan efisiensi yang terbaik. Untuk menghitung efisiensi panel surya, perlu menggunakan rumus di bawah ini (Sukendar, Dede. 2017) :

$$\text{Rumus Maksimum Efisiensi} = \frac{\text{Maksimum Daya keluaran}}{\text{Incident radiation flux} \times \text{Luas Panel Surya}} \times 100\%$$

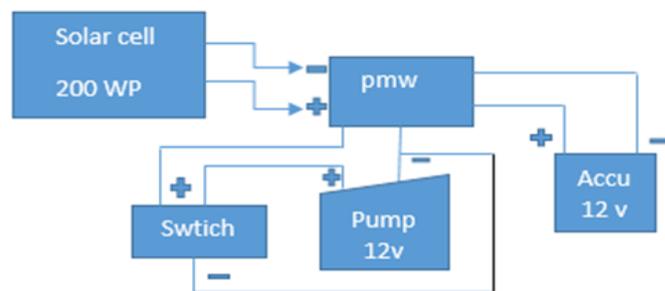
$$\text{Maksimum Daya luaran} = P_{\text{max}}$$

Incident radiation flux = humlah sinar matahari yang diterima permukaan bumi dengan satuan $\text{W/m}^2 = 1000 \text{ W/m}^2$

$$\text{Luas Panel Surya} = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

2.6 Teori Perancangan Pompa Air Tenaga Surya

Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik (Berto Nadeak,2016). Sedangkan menurut Dedy Ackbar Perancangan dapat diartikan perencanaan dari pembuatan suatu sistem yang menyangkut berbagai komponen sehingga akan menghasilkan sistem sesuai dengan hasil dari tahap analisa sistem (Deddy Ackbar.2015)



Gambar 2.8 Diagram blok pompa air tenaga surya

Pada sistem ini, solar panel tidak dapat mengoperasikan beban secara langsung. Energi yang dihasilkan solar panel disimpan dahulu dalam accu yang untuk selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan beban melalui port output PMW. Kelebihan sistem ini adalah solar panel yang dibutuhkan berdaya sedang dan menggunakan pompa 12 v yang mempunyai daya hisap sampai 10 m serta tidak membutuhkan inverter DC to AC dan panel surya yang digunakan yaitu sebesar 200 wp serta menggunakan baterai 60 A 12 V, sehingga biaya investasi awal untuk solar panel dapat diminimalkan. Keberadaan accu membuat sistem dapat mengoperasikan beban lebih fleksibel dengan kinerja beban lebih dipengaruhi oleh kondisi accu dibandingkan besarnya irradiance. Kekurangan sistem ini adalah efisiensinya rendah karena adanya loss pada saat konversi energi listrik menjadi energi elektrokimia dan juga sebaliknya.

2.7 Analisa Sistem Pompa Air Tenaga Surya

Spesifikasi Minimum Komponen Sistem Agar Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan switch wireless dapat beroperasi dengan baik, maka :

1. PWM (Pulse Width Modulation) atau charge regulator Untuk dapat meregulasi proses charge accu 12 VDC, maka diperlukan charge regulator 12 VDC. Untuk kapasitas accu 60Ah dengan rate of discharge C/10, maka diperlukan charge regulator yang mampu menangani arus sebesar 0.5A ($60/10 = 6$).
2. Solar panel Agar dapat men-charge accu 12 VDC, maka VMPP solar panel harus lebih besar dari pada tegangan terminal accu. $V_{MPP} > 12$ VDC. Untuk accu dengan kapasitas 60Ah dan rate of discharge C/10, maka sebaiknya charge dengan dengan arus maksim
3. Pompa Solar Panel Pompa DC STEC 180 Watt dengan Model : LSWQB 12V yang bertegangan 12V power maximum 180 W dan mempunyai maximum flow 1,5 m³/h ,Maximum Head : 15m Output 1 dan memiliki daya hisap 10 meter hingga 12 meter

2.8.1 Perkiraan Lama Beban Beroperasi

Rumus dasar : $P = V \times I$ $V = P/I$ $I = P/V$

I = Kuat Arus (Ampere) P = Daya (Watt) V = Tegangan (Volt)

Misalnya : Beban 50 Watt. Aki yang digunakan 12 V/50 Ah.

Maka didapat : $I = 50 \text{ W}/12 \text{ V} = 4,167$ Ampere

Waktu pemakaian = $50 \text{ Ah}/4,167 \text{ A} = 11,99$ jam dieffisiensi Aki sebesar 20 %

= 11,99 jam - 2,398 jam

= 9,592 Jam (9 Jam 35 Menit 31,2 Detik)

Kesimpulan :

Lama ketahanan aki ditentukan oleh besarnya Kapasitas Ampere aki dan berapa watt beban.

2.8.2 Perhitungan Waktu Pengisian Aki

Metode pengisian slow charging membutuhkan arus pengisian minimal sebesar 10% dari kapasitas arus yang dimiliki accu. Accu yang kapasitas arusnya sebesar 60Ah, maka minimal arus yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian dengan metode Slow Charging ini adalah 6 A. Pengecasan accu harus mampu mengalirkan arus minimal. Accu memiliki kapasitas 60Ah, maka arus yang dibutuhkan untuk pengisian normal adalah 10% dari 60Ah yaitu 6A. Jadi, batas waktu charge aki mobil yang dibutuhkan untuk mengisi aki dengan metode Slow charging = $(60\text{Ah}/6\text{Ah}) + ((20/100) \times (60\text{Ah}/6\text{Ah}))$

$$= 10 + (0,2 \times 10) = 10 + 2 = 12 \text{ jam}$$

Dengan begitu, kita bisa mengetahui berapa lama cas aki mobil yang dibutuhkan dengan metode slow charge untuk aki dengan kapasitas 60Ah adalah selama 12 jam. Metode Fast Charging, maka sobat membutuhkan arus listrik maksimal sebesar 40% dari kapasitas accu. Jadi, jika aki mobil sebesar 55Ah, maka butuh alat cas aki yang mampu mengeluarkan arus listrik sebesar 22 Ampere yang dihitung dari $(40\% \times 55\text{Ah} = 22\text{A})$. (Aris, Elga. 2015)

Dengan arus sebesar 22A, maka batas waktu charge aki mobil berkapasitas 55Ah ini adalah

$$= (55\text{Ah}/22\text{Ah}) + ((20/100) \times 2,5)$$

$$= 2,5 + (0,2 \times 2,5)$$

$$= 2,5 + 0,5$$

$$= 3 \text{ jam}$$

Aki yang memiliki kapasitas sebesar 55Ah membutuhkan setidaknya 3 jam untuk pengisian ulang dengan metode Fast Charging.