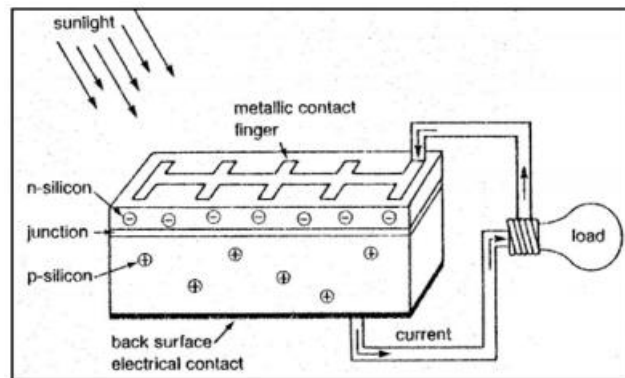


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Panel surya ditemukan pada sekitar akhir abad ke 19. Panel surya merupakan lapisan-lapirsan tipis terbuat dari bahan semikonduktor silicon (Si) murni, atau bahan semikonduktor lainnya, yang kemudian tersusun menjadi modul surya. Sel *Photovoltaic* merupakan sebuah semikonduktor yang terdiri dari diode p-n junction, dimana ketika terkena cahaya matahari akan menciptakan energi listrik yang mampu dimanfaatkan, pengubahan energi ini disebut efek *photoelectric*.



Gambar 2.1 Diagram sel surya bekerja

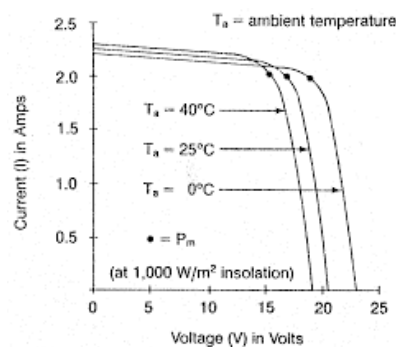
(Sumber : Steven J.Strong, The Solar Electric House, p.18)

PLTS memanfaatkan sumber energi cahaya matahari untuk menghasilkan listrik. Pada umumnya PLTS terdiri atas beberapa komponen utama yaitu, generator sel surya (PV generator) yang merupakan susunan modul surya pada suatu sistem penyangga, inverter untuk mengkonversi arus DC menjadi arus AC baik sistem satu fasa maupun sistem tiga fasa untuk kapasitas besar, charge controller dan baterai

untuk PLTS dengan sistem penyimpanan (*Storage*), serta sistem kontrol dan monitoring operasi PLTS. Panel surya dibagi menjadi 2 jenis yaitu.

mono-crystalline (Si) dibuat dari silicon kristal tunggal dengan nilai efisiensi sekitar 24%, dan *polycrystalline / Multi-crystalline* (Si), dibuat dari bahan campuran silikon dengan efektifitas 18% tetapi biaya lebih murah. Faktor utama yang mempengaruhi produksi energi listrik pada sistem PLTS adalah iradiasi matahari temperatur modul surya, dan shading yang terjadi selama waktu operasi. Iradiasi mempengaruhi hasil arus listrik yang dihasilkan PLTS, temperature modul mempengaruhi hasil tegangan yang dihasilkan PLTS, sedangkan shading mempengaruhi iradiasi matahari yang diterima modul surya pada proses pembangkitan, yang sekaligus berpengaruh pada unjuk kerja sistem PLTS. Pengoperasian sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada faktor berikut :

a. Ambient air temperature



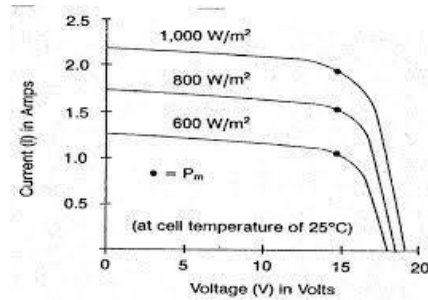
Gambar 2.2 Efek dari kenaikan temperature sel terhadap tegangan (V)

(Sumber : Sumber: Strong, Steven J, The Solar Electric House, p.58)

Sel surya bisa beroperasi secara normal pada kondisi temperature 25°C . Kenaikan temperature lebih tinggi dari temperatur normal pada sel surya maka akan melemahkan tegangan open circuit (V_{oc}). Pada gambar 2.2. setiap kenaikan temperatur sel surya 10°C (dari 25°C) akan mengalami penurunan tegangan sekitar

0,4% pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali lipat untuk kenaikan temperature per 10°C (Purwoto, 2018)

b. Radiasi matahari



Gambar 2.3 Efek dari intensitas insolation terhadap current (I)

(Sumber : Sumber: Strong, Steven J, The Solar Electric House, p.58)

Radiasi matahari di permukaan bumi dan berbagai tempat satu dan tempat yang lain bervariasi, sehingga hal ini akan mempengaruhi kinerja modul sel surya. Pada gambar 2.3. Insolation solar matahari akan berpengaruh pada nilai current (I) sedikit pada tegangan.

c. Kecepatan angin bertiup

Kenaikan temperatur akan memberikan efek negatif pada kinerja sel surya, sehingga kecepatan tiupan angin disekitar lokasi permukaan sel surya akan membantu menurunkan temperatur permukaan sel surya pada kondisi sel yang beroperasi secara maksimum pada suhu 25°C .

d. Keadaan atmosfer bumi

Hasil maksimum arus listrik deretan sel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang mengenai pada permukaan sel surya, faktor kondisi atmosfer

bumi yang berawan, cerah, hujan, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi.

e. Orientasi kemiringan letak *Solar Cell* terhadap arah matahari

Agar panel surya dapat menghasilkan energi maksimum maka perlu rangkaian sel surya ke arah matahari secara optimal. Sudut orientasi (tilt angle) dari panel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum.

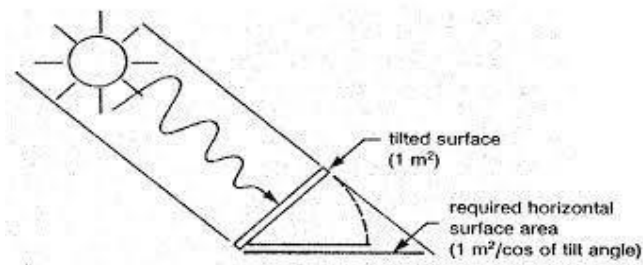
Tabel 2. 1 Posisi kemiringan instalasi panel surya

| Garis Lintang | Sudut kemiringan |
|---------------|------------------|
| 0 - 15° | 15° |
| 15 – 25° | 25° |
| 25 – 30° | 30° |
| 30 – 35° | 40° |
| 35 – 40° | 45° |
| 40 – 90° | 65° |

(Sumber : Ari Rahayuningtyas, 2014)

f. Orientasi panel atau larik panel surya

Mempertahankan sinar matahari jatuh ke permukaan sel surya secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum $\pm 1000 \text{ W/m}^2$ atau 1 kw/m^2 . Kalau tidak dapat memposisikan tegak lurus antara sinar matahari dengan PV, maka ekstra luasan bidang panel surya dibutuhkan (bidang panel surya terhadap sun altitude yang berubah setiap jam dalam sehari).

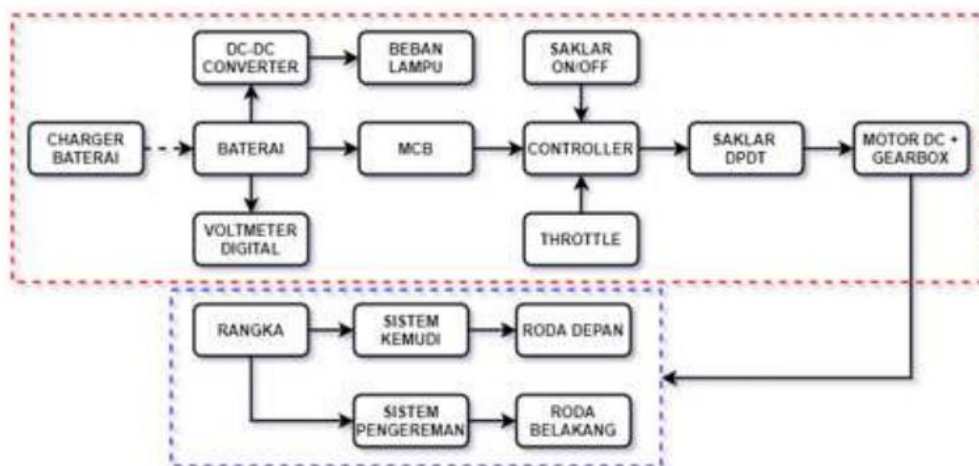


Gambar 2.4 Ekstra luasan panel PV dalam posisi datar

(Sumber : Sumber : Strong, Steven J, The Solar Electric House, p.66)

Panel sel surya pada equator (latitude 0°) yang diletakkan mendatar (tilt angle = 0) akan menghasilkan energi maksimum, sedangkan pada lokasi dengan latitude berbeda harus dicarikan “tilt angle” yang optimum.

2.2. Kendaraan Listrik



Keterangan:

--- = Blok Sistem Elektrik

--- = Blok Sistem Mekanik

Gambar 2.5 Diagram blok kendaraan listrik

(Sumber : Achmad Rizky, 2022)

Kendaraan listrik merupakan kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai mesin penggerakannya. Salah satu hal yang menjadi perhatian utama dalam perkembangan mobil listrik adalah dalam aspek desain mobil listrik. Perkembangan kendaraan listrik dapat diklasifikasikan menjadi BEV (Battery Electric Vehicle), HEV (Hybrid Electric Vehicle), PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) dan FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle). Namun, hanya jenis BEV dan PHEV yang menjadi tren saat ini. Kendaraan listrik tipe PHEV mengkombinasikan motor listrik sebagai penggerak utama dan mesin pembakaran internal (ICE) sebagai penggerak cadangan untuk memperluas jangkauan jelajah, sedangkan kendaraan listrik tipe BEV menggunakan mesin listrik sebagai penggerak utama serta baterai untuk menyimpan energi listrik. Terdapat dua jenis motor penggerak yang umum dipakai kendaraan listrik, yaitu motor AC dan motor DC (Achmad Rizky, 2022).

Kendaraan Listrik pertama kali muncul pada pertengahan abad ke-19 ketika listrik lebih dipilih sebagai tenaga penggerak pada kendaraan. Pada waktu itu kendaraan listrik menawarkan kenyamanan yang lebih baik serta pengoperasian yang lebih baik serta pengoperasian yang lebih mudah daripada kendaraan berbahan bakar bensin. Saat ini, mesin pembakaran dalam memang digunakan sebagai tenaga penggerak utama pada kendaraan tenaga listrik sendiri masih dominan pada kendaraan lainnya, misalnya kereta dan kendaraan kecil.

Pada kendaraan listrik akan sangat bergantung dari perkembangan baterai karena jarak tempuh yang merupakan tantangan kendaraan listrik sangat dipengaruhi pada komponen baterai. Pada pengembangan mobil listrik dibutuhkan suplai energi, energi mobil listrik sumber utamanya terdapat pada baterai yang

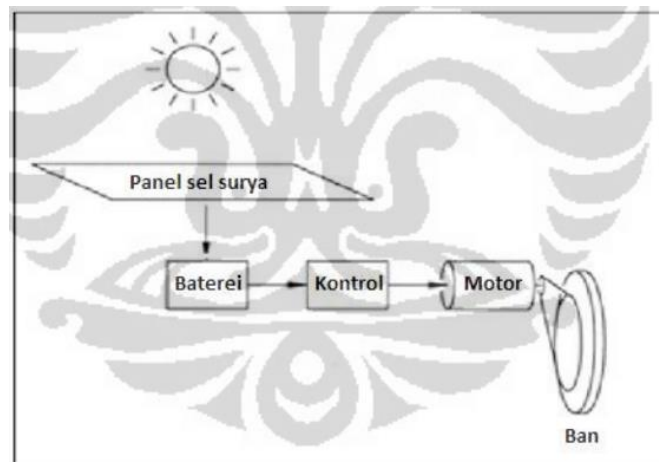
menyimpan listrik. Untuk menambah suplai listrik biasanya dipasang *regenerative braking* yang fungsinya untuk menangkap energi kinetik saat kendaraan berdeselerasi, energi yang dihasilkan ditangkap oleh generator lalu disuplai ke baterai. Sedangkan pada linear generator shock absorber menghasilkan energi pada saat mobil mengayun keatas kebawah untuk meredam getaran pada body sehingga tidak terasa sampai kabin.

Kendaraan Listrik dengan menggunakan sel surya adalah kendaraan yang menggunakan sel *Photovoltaic* untuk mengkonversi sinar matahari menjadi listrik untuk disimpan pada baterai untuk kemudian digunakan untuk menggerakkan motor listrik. Desain kendaraan listrik ini sangat terbatas oleh jumlah masukan energi ke dalam kendaraan. Sebagai alternatif, kendaraan listrik ini menggunakan baterai yang di isi listrik oleh panel surya (Heru Jovandra, 2012).

2.2.1. Sistem Kendaraan Listrik dengan Panel Surya

Kendaraan listrik tenaga surya merupakan kendaraan bertenaga listrik yang menggunakan panel surya sebagai sumber energi untuk menggerakkan motor listrik. Dalam sistem ini, sinar matahari berperan mengkonversi menjadi energi listrik untuk kemudian disimpan pada baterai kemudian digunakan untuk menggerakkan motor listrik pada kendaraan. Perubahan sumber energi matahari dengan memanfaatkan panel surya menjadi sumber energi listrik yang terbarukan merupakan Upaya untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, panel surya memiliki kelebihan yaitu mampu mengurangi polusi dan hemat energi jika diaplikasikan pada mobil listrik (Rusuminto syahyuniar, 2023).

2.2.2. Diagram Blok Kendaraan Listrik Menggunakan Sel Surya



Gambar 2.6 Diagram blok kendaraan listrik menggunakan panel surya.

(Sumber : Heru Jovandra, 2012)

Seperti yang terlihat pada gambar 2.6. sumber energi yang didukung oleh energi matahari, komponen utama dari sebuah kendaraan listrik dengan panel surya adalah panel surya yang berfungsi mengumpulkan energi dari matahari dan mengkonversikannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Sel surya mengumpulkan Sebagian dari energi matahari dan menyimpannya ke baterai. Kemudian energi yang tersimpan di baterai akan disalurkan untuk menggerakkan motor.

BM 1418ZXF BLDC Motor
350-750W *MOTOR*

> Parameters

| Specification | BM1418ZXF(BLDC) | | | |
|--------------------|----------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Rated Output Power | 350W | 500W | 650W | 750W |
| Rated Voltage | 48V DC | 48/60V DC | 48/60V DC | 48/60V DC |
| Rated speed | 2800RPM | 2800RPM | 2800RPM | 2800RPM |
| No load speed | 3100RPM | 3100RPM | 3100RPM | 3100RPM |
| Full load Current | ≤ 9.4A | ≤ 13.4/10.8A | ≤18.0/14.5A | ≤20.0/16.0A |
| No load Current | ≤ 2.8A | ≤ 4.0/3.3A | ≤4.0/3.5A | ≤5.0/4.5A |
| Rated Torque | 1.19 N.m | 1.7 N.m | 2.20 N.m | 2.56 N.m |
| Efficiency | ≥75 % | ≥75 % | ≥75 % | ≥75% |
| Gear ratio | 1:6 | | | |
| Application | Small and Medium size E-Tricycle | | | |

Gambar 2.7 Spesifikasi dinamo BLDC

2.3. Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel

Dalam rangkaian PLTS ada yang disusun secara seri maupun secara parallel tergantung kebutuhan dilapangan, dimana jika sesuai dengan hukum kirchoff bahwa untuk dapat menambah nilai arus (I) maka diperlukan rangkaian secara parallel, sedangkan apabila ingin menambah nilai tegangan (V) maka dapat menggunakan rangkaian seri. Dalam pengecasan baterai kendaraan listrik ini untuk mempercepat proses pengisian akumulator maka dibutuhkan nilai arus (I) yang besar, semakin besar nilai arus yang dihasilkan oleh solar cell maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian ini rangkaian seri parallel digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2.8 (a) Gambar rangkaian seri (b) Gambar rangkaian parallel

(Sumber : (Bakharuddin Yusuf, 2022))

$I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ (untuk rangkaian parallel gambar b)

$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$ (untuk rangkaian seri gambar a)

Dimana :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

2.4. Komponen Kendaraan Listrik Tenaga surya

2.4.1. Panel Surya

Energi surya adalah sumber energi bersih yang tidak terbatas dan tidak akan pernah habis ketersediannya dan energi ini bisa dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang akan diubah menjadi energi listrik, dengan memakai sel surya. Keuntungan dari penggunaan panel surya sistem perawatan yang mudah dikarenakan tidak ada komponen yang bergerak sehingga tidak menimbulkan suara atau kebisingan. Namun sel surya juga memiliki kelemahan yaitu tidak dapat beroperasi selama 24 jam sehingga memerlukan suatu media menyimpan energi berupa baterai. Panel surya cara kerja mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses photovoltaic dengan menggunakan komponen semi konduktor (zulfikar, 2016).

Panel surya terdiri dari susunan sel-sel surya. Pada umumnya sel surya terbuat dari bahan silikon yang memiliki sifat sebagai penyerap energi radiasi matahari yang sangat baik. Selama panel surya beroperasi dibawah sinar matahari, energi radiasi matahari dikonversi menjadi energi listrik dan terjadi peningkatan temperature sel-sel surya (Khwee, 2013).

Panel surya merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik dengan prinsip fotovoltaiik oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaiic (Photovoltaic cell – disingkat PV)). Sel surya tersusun dari material semi konduktor seperti salah satu contohnya yaitu silicon. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6 Volt tanpa beban atau 0,45 Volt dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang

besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16 Volt. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai aki 12 Volt. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari hari (Purwoto, 2018).

Untuk memenuhi kebutuhan pada pengisian akumulator maka dibutuhkan banyak panel surya dengan menggunakan pendekatan rumus dibawah ini :

$$T = P \times H$$

$$T = WP \times H$$

$$T = P : (Wp \times H) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

T = Total panel surya yang dibutuhkan

P = Daya listrik dalam satuan Watt (W)

H = Pemakaian per jam

Wp = Watt Peak

% = Pemakaian inverter & alat lainnya

(Syahyuniar, R. 2016)

Panel surya memiliki beberapa jenis yaitu panel surya monokristal (*monocrystalline*), panel surya polikristal (*polycrystalline*), dan *Thin Film*

Photovoltaic. Tapi secara umum yang paling banyak dipergunakan adalah jenis *monocrystalline* dan *polycrystalline*.

A. Panel Surya *monocrystalline*



Gambar 2.9 Panel surya monocrystalline

(Sumber : Nogueira, 2015)

Panel surya *monocrystalline* diproduksi dari batangan silinder silicon *monocrystalline* di sebuah oven special, yang kemudian di potong menjadi pellet tipis dengan ketebalan 300 μm . Memiliki efisiensi sampai dengan 15% (Nogueira,2015). Panel surya ini merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. *Monocrystalline* dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Selain itu karena rumit dan banyaknya proses produksi, panel surya monokristalin cenderung memiliki harga yang lebih mahal (Purwoto, 2018).

B. Panel Surya *polycrystalline*



Gambar 2.10 Panel surya *polycrystalline*

(Sumber : Nogueira, 2015)

Sel silicon *polycrystalline* dibuat dari blok silicon yang diperoleh dengan melelehkan bagian silicon murni dalam cetakan khusus. Dalam proses ini atom tidak tersusun menjadi kristal tunggal. Efisiensi dalam mengubah tenaga surya menjadi tenaga listrik dari sel surya *polycrystalline* kurang lebih 13% (Nogueira,2015). Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Karena proses produksinya lebih mudah tipe ini memiliki harga yang cenderung lebih rendah. Gambar 2.10. menunjukkan gambar panel surya *polycrystalline*

.C. Panel Surya *Thin Film Photovoltaic*

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam

udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara (Purwoto, 2018).

Agar panel surya dapat digunakan diperlukan satu rangkaian pembangkit listrik tenaga surya yang meliputi panel surya, *solar charger controller*, inverter, dan baterai.

2.4.2. Akumulator

Akumulator adalah sebuah sumber arus listrik yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Akumulator termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Akumulator pertama kali ditemukan oleh ahli fisika Perancis, bernama Gaston Plante pada tahun 1859 (Nasrah Anjani s, 2014)

Bagian – bagian utama akumulator adalah :

1. Kutub positif (anode), terbuat dari timbal dioksida (PbO_2).
2. Kutub negatif, (katode) terbuat dari timbal murni (Pb)
3. Larutan elektrolit, terbuat dari asam sulat ((H_2SO_4))

a. Kontruksi ACCU

Lempeng timbal dioksida dan timbal murni disusun saling bersisipan dan membentuk satu pasang sel akumulator yang saling berdekatan dan dipisahkan oleh bahan penyekat berupa isolator dan dimasukkan ke kotak dari bahan isolator (Maulana Alfian, 2013). Beda potensial setiap sel aki adalah 2 volt. Kemampuan aki dalam mengalirkan arus listrik disebut : kapasitas aki, yang dinyatakan dengan satuan amper jam (amper hour = Ah).

jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai tersebut kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$Ah = I \times T \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

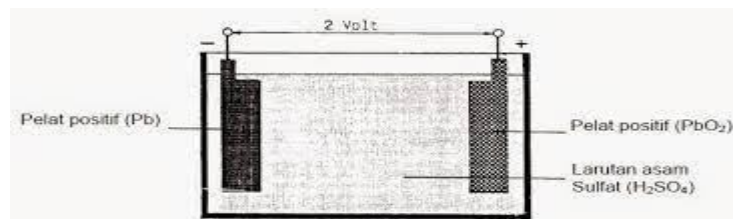
Ah = Kapasitas Baterai

I = Kuat arus (ampere)

V = Tegangan (Volt)

T = Waktu (jam/sekon)

(Yusuf, 2022)



Gambar 2.11 Kontruksi aki

(Sumber : Wijaya Kusuma, 2014)

Tabel 2. 2 Kapasitas baterai

| Kapasitas Aki (%) | Tegangan |
|-------------------|----------|
| 0% | 11 |
| 10% | 11,2 |
| 20% | 11,4 |
| 30% | 11,6 |
| 40% | 11,8 |
| 50% | 12 |
| 60% | 12,2 |
| 70% | 12,4 |
| 80% | 12,6 |
| 90% | 12,8 |
| 100% | 13 |

(Sumber : Heru Jovandra, 2012)

Untuk menghitung lama akumulator dalam membebackup beban yaitu dengan persamaan dibawah ini :

$$I = P/V \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$$T = Ah/I$$

I = Arus (Ampere)

Ah = Kapasitas Akumulator

T = Waktu

P = Beban (Watt)

V = Tegangan Volt

(Mahardika dkk., 2016)

2.4.3. Solar Charger Controller

Solar charge controller adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. *Solar charge controller* mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Sebagian besar panel surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 Volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 Volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh. Gambar *solar charge controller* dapat dilihat pada gambar 2.12. Berikut fungsi dan fitur dari *solar charge controller* (Purwoto, 2018):

- A. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka *controller* akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari panel surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
- B. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka *controller* menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu (umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai), maka pemutusan arus beban dilakukan oleh *controller*. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model *controller*, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian. Pada *controller* tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut.



Gambar 2.12 Solar charger controller

(<https://www.sanspower.com>)

Untuk mengetahui jumlah *solar charger controller* yang berfungsi sebagai pengontrol baterai pada saat pengisian ini didapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T = P : V \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana

T = Total *solar charger controller* yang dibutuhkan

P = Daya listrik dalam satuan watt (W)

V = tegangan baterai

(Darma, 2017)

2.4.4. MC4 Connector Y Type 1



Gambar 2.13 MC4 connector Y type 1

(Sumber : <https://panelsuryajakarta.com/mc4-connector-y/>)

Konektor ini berfungsi untuk menghubungkan paralelkan output dari keluaran *photovoltaic* modul.

2.4.5. Kabel

Kabel berfungsi sebagai media transfer arus dari sumber yaitu *photovoltaic* menuju ke beban yaitu akumulator. Spesifikasi serta ukuran kabel yang digunakan disesuaikan berdasarkan besarnya nilai arus yang dihasilkan dari *photovoltaic* dikarenakan pada setiap ukuran penampang kabel memiliki kuat hantar arus (KHA) tersendiri.

| TABEL KEMAMPUAN HANTAR ARUS | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| NO | PENAMPANG KABEL (mm ²) | KEMAMPUAN HANTAR ARUS (AMPERE) |
| 1 | 0.75 | 12 |
| 2 | 2 | 15 |
| 3 | 1.5 | 18 |
| 4 | 2.5 | 26 |
| 5 | 4 | 34 |
| 6 | 6 | 44 |
| 7 | 10 | 61 |
| 8 | 16 | 82 |
| 9 | 25 | 108 |
| 10 | 35 | 135 |
| 11 | 50 | 168 |
| 12 | 70 | 207 |
| 13 | 95 | 250 |
| 14 | 120 | 292 |

Gambar 2.14 Kemampuan hantar arus

(Sumber : <https://multi-kabel.com/cara-menghitung-ukuran-kabel-listrik/>)

2.4.6. Motor Listrik BLDC

Brushless DC (BLDC) motor adalah pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan keandalan yang tinggi, efisiensi tinggi, dan tinggi power-to-volume ratio. Secara umum, motor BLDC dianggap motor performa tinggi yang mampu memberikan torsi pada rentang kecepatan yang luas. Secara performa BLDC motor dapat menghasilkan torsi maksimal pada RPM yang rendah dan secara bertahap akan menurun seiring meningkatnya RPM motor (Nainggolan, 2016).

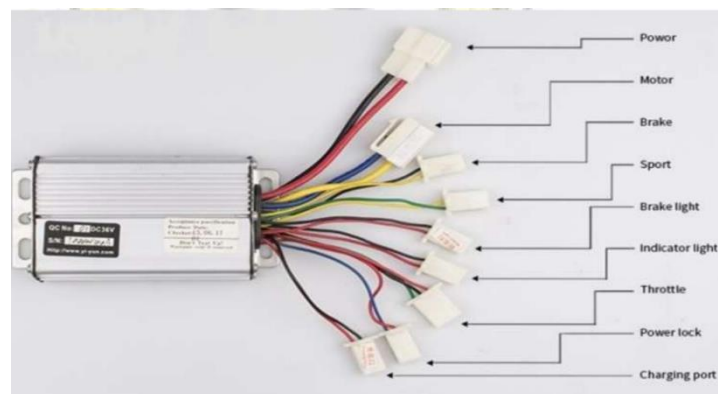


Gambar 2.15 Dinamo motor listrik BLDC

(Sumber : <https://m.ebay.com.au/itm/123743409203>)

2.4.7. *Controller Motor BLDC*

Controller pada motor DC *brushless* berperan sangat penting dapat dikatakan sebagai penunjang utama operasi motor DC *brushless* karena motor DC *brushless* membutuhkan suatu trigger pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) motor DC *brushless* untuk memberikan pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga putaran motor dapat diatur secara akurat (Nainggolan, 2016).



Gambar 2.16 Controller motor

(Sumber : <https://id.aliexpress.com/>)