

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Surya

Seiring perkembangan teknologi di dunia, kebutuhan energi juga semakin meningkat. Kenaikan kebutuhan energi tersebut juga dipengaruhi kenaikan angka pertumbuhan penduduk dunia. Sebagian besar energi yang dikonsumsi merupakan energi fosil yang tidak dapat diperbarui (*irenewable resources*). Pengertian Energi adalah salah satu kebutuhan bagi kehidupan manusia. Sebagian besar kebutuhan energi saat ini di penuhi dari minyak bumi sebagai bahan bakarnya, tetapi saat ini kondisi minyak bumi semakin menipis dan harganya yang semakin meningkat, sehingga menginspirasi penulis untuk mengembangkan ide-ide untuk energi terbarukan. Salah satu energi yang sangat diperlukan yaitu energi listrik. (Hamdi,2020) Dalam Al-qur'an surah Al-A'raf ayat 54 yaitu:

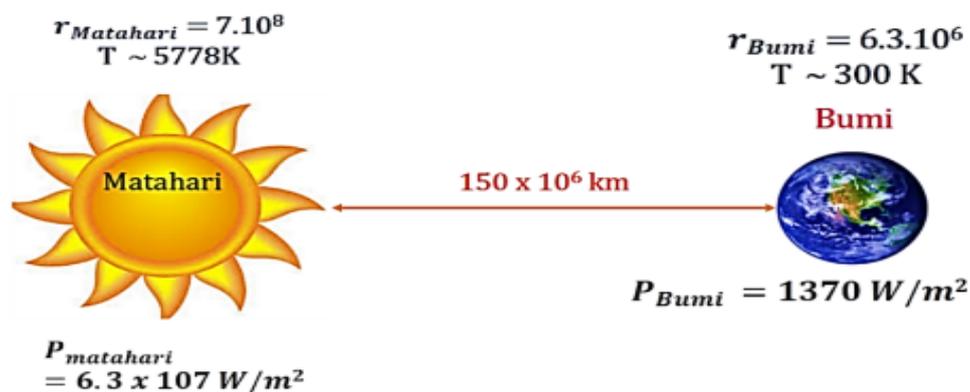
إِنَّ رَبَّكُمْ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ
يُغْشَى اللَّيْلَ النَّهَارَ يَطْلُبُهُ حَثِيثًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومَ مُسَخَّرَاتٍ بِأَمْرِهِ ۗ أَلَا لَهُ
الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ ۗ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ ﴿٥٤﴾

Artinya: "Sungguh, Tuhanmu (adalah) Allah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, lalu Dia bersemayam di atas "Arsy" Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat. (Dia ciptakan) matahari, bulan dan bintang-bintang tunduk kepada perintah-Nya. Ingatlah! Segala penciptaan dan urusan menjadi hak-Nya. Mahasuci Allah, Tuhan seluruh alam."

Ayat diatas menyatakan bahwa Allah Swt yang menciptakan matahari. Matahari merupakan sumber energi. Energi yang terpancar dari matahari adalah energi panas. Sebagai manusia, harus berperan aktif mengamati dan menjadikan apa yang telah diberikan Allah Swt sebagai sesuatu yang berguna dan bermanfaat bagi umat. Salah satu pemanfaatan Matahari adalah sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Listrik merupakan hal yang tidak bisa di lepaskan dari kehidupan sehari-hari setiap orang, hal ini dibuktikan dengan terus meningkatnya jumlah pelanggan listrik PLN setiap tahunnya (Rizki, 2018). Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber alam yang dihasilkannya tak terhabiskan dan dapat di perbaharui dengan proses yang berkelanjutan (Meita,2020). Sumber energi ini dianggap sebagai sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Sumber energi ini dapat berasal dari alam sekitar yaitu angin,air, biogas, biomassa, dan energi matahari serta energi dari laut. Sedangkan untuk definisi energi surya adalah sumber energi yang sangat penting dan dibutuhkan oleh bumi dan seluruh penghuninya. Tanpa energi surya dipastikan tidak akan ada kehidupan (Handoko,2020). Definisi lain dikemukakan (Rusdi,2018) Energi surya adalah energi yang berupa panas dan cahaya yang dipancarkan matahari. Energi surya (matahari) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling penting. Indonesia mempunyai potensi energi surya yang melimpah, namun melimpahnya sumber energi surya di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal.

Matahari merupakan pabrik tenaga nuklir dengan proses fusi yang mengubah 4 ton massa hidrogen menjadi helium tiap detiknya dan menghasilkan energi 1020 kWJoule/detik. Dalam satu-satuan astronomi, matahari memancarkan energi sebesar $1360\text{W}/\text{m}^2$ dengan distribusi energi berdasarkan frekuensi dan panjang gelombang.



Gambar 2.1 Jarak Matahari ke Bumi

Berdasarkan informasi dari MIT *open course ware* jarak matahari terhadap bumi adalah 150×10^6 km dengan perkiraan dan landasan pertimbangan geometri matahari terhadap bumi (Handoko,2020)

Dalam salah satu ayat Al-qur'an, Surah An-Naba' ayat 13 yaitu:

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan kami jadikan pelita yang amat terang (matahari),”

Ayat ini menyatakan bahwa Allah telah menciptakan pelita, yaitu matahari, dengan cahaya yang amat terang, panasnya yang menyebar, dan bergesernya posisi matahari di langit dari musim ke musim membawa manfaat sangat banyak bagi kehidupan manusia. Karena panasnya yang menyebar dapat dimanfaatkan sebagai energi surya dan menjadi energi listrik alternatif. Segala yang Allah SWT ciptakan tidak lain adalah nikmat yang harus disyukuri dengan memanfaatkannya sebaik mungkin dan dapat melakukan eksplorasi sebaik mungkin terhadap ciptaan-Nya sehingga dapat benar-benar merasakan tanda kekuasaan Allah dan menambah keimanan.

2.2 Panel Surya (*Solar Cell*)

Panel surya merupakan alat yang didalamnya terdiri dari sel surya yang dapat mengubah cahaya dari matahari menjadi listrik. Kemudian dapat dikonversi menjadi listrik arus searah (DC). Matahari yang merupakan sumber cahaya terkuat yang energinya dapat dimanfaatkan sering disebut surya atau “sol”. Panel surya disebut sebagai *cell photovoltaic*, arti lain *photovoltaic* itu sendiri dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”.

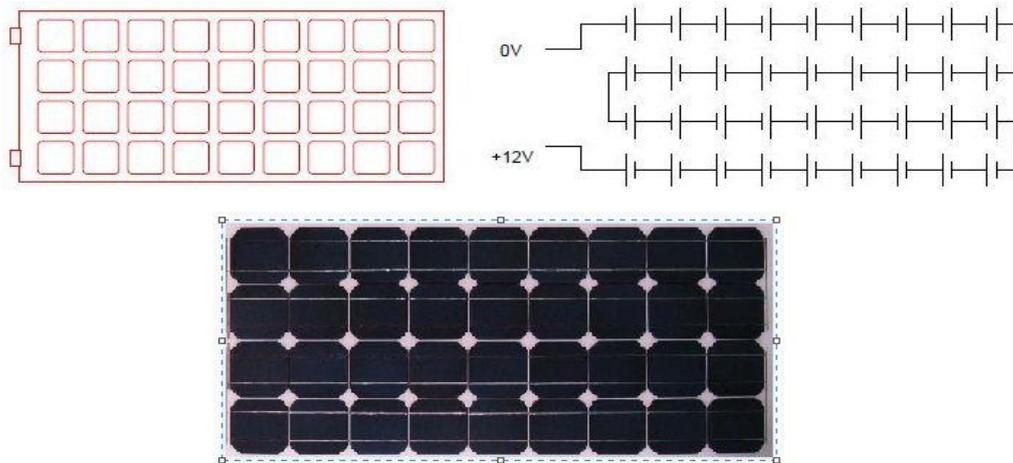
Panel surya memiliki beberapa struktur secara umum, diantaranya:

- a) Metal *backing* : material yang menopang seluruh komponen yang ada pada sel surya. Material ini pun berfungsi sebagai kontak terminal positif pada sel surya.
- b) Material semikonduktor : material inti dari sel surya karena berfungsi sebagai penyerap cahaya dari sinar matahari.
- c) Kontak metal : pada sel surya, sebagian material semikonduktor biasanya diberi lapisan material konduktif transparan sebagai kontak negatif.
- d) Lapisan anti reflektif : Material ini berfungsi untuk meminimalisir refleksi cahaya agar cahaya yang terserap oleh semikonduktor secara optimal. Material

anti refleksi ini adalah lapisan tipis material yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor. Sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

- e) *Cover glass* : Bagian yang berfungsi sebagai material yang melindungi modul surya dari kotoran atau hujan.
- f) Rangka Luar : Rangka luar dari panel surya terbuat dari bahan aluminium yang memiliki kekuatan yang tinggi dan kuat terhadap benturan langsung. (Mintorogo,2000).

Sel surya dapat dianalogikan sebagai komponen dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala miliampere per cm^2 . Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya atau solar panel. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan DC sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar. Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus *outputnya* sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. Gambar 2.2 menunjukkan ilustrasi dari modul surya. Prinsip kerja sel surya (photovoltaic) yang ditemukan oleh Adam dan Day tahun 1876 dengan menggunakan selenium, kemudian diteruskan oleh Coblenz pada tahun 1919. Coblenz menemukan bahwa tegangan diinduksikan diantara celah yang disinari oleh cahaya dan daerah yang gelap pada suatu kristal semikonduktor. Energi radiasi sebuah photo (Eph) berbanding lurus dengan frekuensi radiasi itu.



Gambar 2.2 Modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya yang dirangkai seri untuk memperbesar total daya *output*.

Adapun karakteristik pada panel surya berdasarkan intensitas cahaya matahari adalah sebagai berikut:

- a) Panjang kabel mempengaruhi daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya. Panjang kabel yang dihubungkan dari panel surya dengan beban jika semakin panjang kabel yang digunakan, maka daya maksimum pada panel surya akan mengalami penurunan.
- b) Kemiringan tata letak panel surya terhadap sudut datangnya cahaya matahari pun mempengaruhi daya maksimum yang dihasilkan panel surya.
- c) Kondisi cuaca sangat berpengaruh terhadap daya maksimum yang dihasilkan panel surya. Ketika kondisi cerah, daya yang dihasilkan oleh panel surya akan maksimum. Dan jika kondisi cuaca mendung, maka daya yang dihasilkan akan menurun.

Panel surya (*Solar cell*) terdapat beberapa jenis antara lain:

- a) Sel surya silikon *monokristal*

Sel surya ini dibentuk dari bahan dasar *monokristal*. Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi.

- b) Sel surya silikon *polykristal*

Pembuatan sel surya silikon sebagai sumber arus konstan, tidaklah sederhana pembuatan silikon untuk bahan semikonduktor. Secara kuantitatif sel surya *polykristal*

menduduki tempat kedua, Efisiensinya terletak antara 10-13% lebih rendah dari sel monokristal.

c) Sel surya a-silikon (a-Si)

Susunan atomnya tidak beraturan, bahwa sel surya ini pada dasarnya lebih produktif, dimana *absorpsi* a-silikon terhadap cahaya hampir 40 kali lebih baik dari silikon kristal. Keuntungan sel surya a-silikon antara lain:

1. Daya absorpsi besar
2. Daerah band tinggi
3. Kebutuhan bahan lebih sedikit, dan
4. Kemungkinan cara pembuatannya dapat secara otomatis. Kelemahannya adalah efisiensinya masih rendah, akibat tahanan dalamnya bedar dan arus foto yang ditimbulkannya sangat kecil.

2.3 Solar Charger Controller

Solar charge controller adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi ke sebuah baterai dan kemudian diambil dari baterai untuk dialirkan ke beban. *Solar charge controller* sangat penting karena fungsinya untuk mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian terhadap baterai yang sudah terisi penuh) dan kelebihan *voltage* dari panel surya/*solar cell*. Karena jika dibiarkan sebuah baterai yang kelebihan *voltage* itu akan mengurangi umur baterai lebih cepat.

Dalam *solar charge controller* diterapkan teknologi bernama PWM (*pulse with modulation*) yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai dan pelepasan arus dari baterai ke beban. Mengingat dari pentingnya alat ini karena fungsinya yang akan sangat membantu jika dihubungkan dengan panel surya/*solar cell*. Tanpa alat ini jika panel surya langsung dihubungkan dengan baterai, maka baterai akan rusak oleh *overcharging* maupun ketidakstabilan tegangan.

Selain memiliki fungsi untuk mengatur arus yang masuk kedalam baterai agar terhindar dari *overcharging* dan *overvoltage*. Beberapa fungsi dari alat ini juga sangat penting diantaranya:

1. Dapat memonitoring temperatur yang ada pada baterai.

2. Mengatur arus yang diambil/dilepaskan dari Aki agar Aki tidak mengalami *full discharge* dan *overloading* (biasanya terjadi karena pengisian daya pada Aki terus menurun (*overcharge*)).

Ketika membahas mengenai *solar charge controller* ada hal-hal yang harus diperhatikan juga diantaranya :

- a. *Voltage* 12/24 VDC.
- b. Kemampuan dari *controller* dalam arus searah misalnya 5 A, 10 A dan sebagainya.
- c. *Full charge* dan *low voltage cut*.

Solar charge controller yang baik biasanya mampu mendeteksi kapasitas pada baterai. Ketika baterai telah terisi penuh maka pengisian arus dari panel surya akan berhenti. Hal ini ditunjukkan dalam monitor level tegangan baterai yang terdapat pada *solar charge controller*. Pengisian tersebut akan terjadi jika level tegangan drop. Jika level tegangan drop maka baterai akan diisi kembali sampai level tegangan tertentu.

Seperti yang sudah dijelaskan, *solar charge controller* adalah komponen yang sangat penting dalam pembangkit listrik tenaga surya, *solar charge controller* juga memiliki 2 mode yaitu :

- a. *Charging mode* : Mengisi baterai yang didalamnya termasuk untuk mengecek kapan baterai diisi. Menjaga pengisian ketika baterai dalam keadaan full/penuh.
- b. *Operation mode* : Mode ini terkait dengan penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus apabila baterai dalam keadaan kosong).

Solar charge controller ada yang memiliki sensor temperatur baterai dan ada juga yang tidak ada. Jika *solar charge controller* memiliki sensor temperatur baterai maka tegangan *charging* akan disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan adanya sensor ini maka akan didapatkan optimum dari *charging* dan optimum dari usia pada baterai tersebut. Dan jika *solar charge controller* tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka tegangan *charging* perlu diatur sesuai dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai yang dipakai.

Dan untuk mode operation *solar charge controller*, baterai akan melayani beban. Apabila pada baterai ada *overdischarge/ overloading* maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan daripada baterai tersebut.

2.4 Baterai Aki

Akumulator (Aki) merupakan sebuah sel listrik yang didalamnya terjadi proses elektrokimia yang dapat berbalikan (*reversible*) dengan efisiensi yang tinggi. Pengertian dari proses elektrokimia *reversible* tersebut adalah proses berlangsungnya perubahan kimia menjadi listrik yang disebut proses pengosongan. Dan sebaliknya dari listrik menjadi kimia yang disebut proses pengisian. Pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu dengan cara melewati arus listrik dalam arah yang berlawanan didalam sel (polaritas).

Jenis Aki biasa juga disebut dengan istilah *storage battery*. Di setiap sel pada Aki dan proses pengisian Aki. Proses pengosongan Aki atau biasa disebut *discharge* pada sel berlangsung. Ketika Aki mengalami *discharge*/pengosongan, tentunya aki tersebut membutuhkan waktu saat proses tersebut terjadi. Waktu ketika terjadi pengosongan (mem *backup* ke beban) itu tergantung oleh beban yang digunakan, semakin besarnya energi yang dikeluarkan oleh beban, maka semakin cepat juga waktu pengosongan Aki. Dalam Aki, spesifikasi yang tertera biasanya tegangan dan arus per jam, jika baterai yang digunakan adalah 12 V 100 Ah, maka persamaan yang digunakan untuk mengetahui daya aki adalah:

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

Dimana: P = daya (Watt)

I = kuat arus (Ampere)

V = tegangan (Volt)

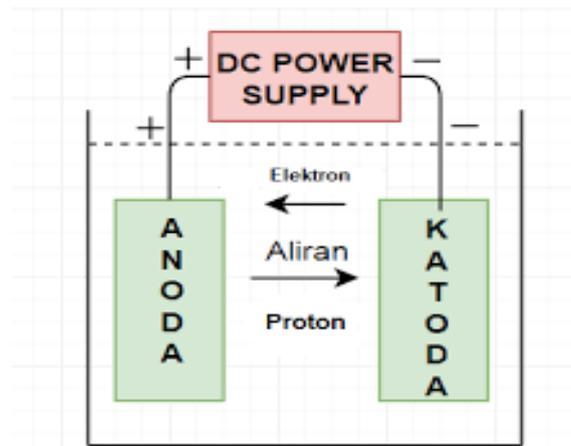
Kemudian untuk menghitung berapa lama kapasitas Aki dapat mensuplai beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$t_{aki} = \frac{P_{aki}}{P_{beban}} \quad (2.2)$$

Prinsip kerja Aki ketika pengisian Aki sel menghubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif akan menjadi anoda dan elektroda negatif akan menjadi katoda dan proses kimianya akan terjadi sebagai berikut:

- a. Aliran elektron akan menjadi terbalik ketika proses pengisian, yaitu mengalir dari anoda melalui power supply untuk menuju ke katoda.
- b. Ion-ion positif akan mengalir dari anoda ke katoda.
- c. Ion-ion negatif akan mengalir dari katoda menuju anoda.

Untuk gambar jelasnya dari proses pengisian Aki ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Proses Terjadinya Pengisian Pada Aki (*charge*)

2.5 Inverter

Power inverter atau sering disebut *inverter* adalah suatu perangkat elektronik atau suatu rangkaian yang dapat mengubah arus searah (DC) ke arus bolak balik (AC) pada frekuensi dan tegangan yang dibutuhkan. Sumber DC yang merupakan input dari *inverter* yang dapat diubah menjadi arus AC bisa didapatkan dari baterai, Aki ataupun *solar cell*. Alat ini pun sangat bermanfaat karena dapat menjadikan arus AC yang bisa digunakan untuk peralatan-peralatan rumah tangga misalnya TV, Kulkas yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220 V.

2.6 Besaran Listrik

Beberapa yang berhubungan dengan kelistrikan diantaranya adalah arus listrik, beda potensial, dan daya listrik yang berhubungan dengan kelistrikan.

1. Arus Listrik

Arus listrik dapat mengalir dikarenakan adanya muatan listrik yang bergerak melalui penghantar dalam setiap detik. Dalam satuan SI, kuat arus I diukur dalam satuan ampere, disingkat dengan A.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.3)$$

George Simin Ohm (1789-1854) mengemukakan adanya hubungan antara kuat arus yang mengalir dalam penghantar dengan selisih beda potensial kedua penghantar itu, yang dinyatakan sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.4)$$

Dengan R menyatakan hambatan penghantar, dalam SI, satuannya diukur dalam ohm, dilambangkan dengan Ω . Satu Ohm hambatan sama dengan satu *volt* per satu ampere.

2. Beda Potensial

Muatan yang bergerak dari satu titik ke titik lain melakukan usaha (W_{ab}). Jika W_{ab} adalah usaha yang dikerjakan oleh sebuah partikel bermuatan Q dari titik a ke titik b , maka perbedaan potensial listrik antara titik a dan b , V_{ab} didefinisikan sebagai:

$$V_{ab} = \frac{W}{Q} = V_a - V_b \quad (2.5)$$

dengan V_{ab} adalah beda potensial listrik antara titik a dan titik b . Satuan dari beda potensial adalah Joule/ *Coulomb* (V), karena diukur dalam satuan *volt*, beda potensial disebut juga *voltage* atau tegangan.

3. Daya Listrik

Daya merupakan energi yang diperlukan tiap satuan waktu. Apabila suatu muatan diberi hambatan maka akan terjadi penurunan potensial. Jika selisih kedua ujung resistor adalah V , maka jumlah energi yang hilang adalah:

$$P = V I \quad (2.6)$$

Hilangnya energi sebagai akibat tumbukan berulang antara muatan yang mengalir dengan atom-atom dari resistor. Akibatnya, atom mungkin bergetar dari posisi keseimbangannya. Peristiwa hilangnya energi dalam resistor akan berubah wujud menjadi panas (Jauharah, 2013).

2.7 Watt Meter

Watt meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur daya pada beban-beban yang sedang bekerja. *Watt meter* digunakan untuk mengukur panel surya untuk mengetahui berapa daya, arus, tegangan, daya puncak, arus puncak, arus perjam, dan daya perjam yang diperoleh panel surya. Prinsip pemasangan pada *Watt meter* dengan merangkaikan kabel positif dan negatif yang berada di sebelah kiri (*source*) dengan kabel positif dan negatif yang berada di sebelah kanan (*load*) dirangkai pada *solar charge controller*. Pemasangan *Watt meter* setelah panel surya untuk menunjukkan hasil yang diperoleh dari panel surya. Sistem kerja *Watt meter* yaitu pada saat *Watt meter* terpasang dengan panel surya, maka *Watt meter* akan menunjukkan hasil pada *display* layar LCD. Hasil tersebut akan ditunjukkan secara teratur dari masing-masing parameter dengan delay waktu selama 3 detik. Pada saat *Watt meter* menunjukkan salah satu hasil yang diperoleh, maka hasil yang ditunjukkan berikutnya akan tampil setelah *delay* waktu 3 detik. Dan setelah itu maka *Watt meter* akan menunjukkan hasil dari parameter selanjutnya.

Watt meter akan menunjukkan hasil W_p dan A_p tertinggi pada hari itu. Pada saat cuaca terik dan panel surya menghasilkan W_p dan A_p yang tinggi. Hasil tersebut akan terus menunjukkan nilai tertinggi sebelum keadaan cuaca lebih terik dari sebelumnya. (Pidaksa,2013).

2.8 Penelitian yang Relevan

2.8.1 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Andi Julisman (2017) terkait Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi pada sistem otomasi atap stadion bola, dalam penggunaannya dilakukan adanya sistem buka tutup atap stadion secara otomatis dengan sumber listrik yang berasal dari PV berkapasitas 50 W_p , untuk menutup dan membuka atap digunakan dua buah sensor yang terletak pada bagian atas stadion, sensor yang digunakan yaitu sensor air (RD sensor) digunakan untuk mendeteksi air kemudian menggunakan sensor cahaya (LDR sensor) untuk mendeteksi cahaya yang berada di sekitar stadion, sistem kerja alat ini diatur oleh mikrokontroler arduino. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan mampu menggerakkan atap untuk total beban pemakaian harian

adalah 82,3 Watt dengan menggunakan panel surya 50 Wp memerlukan waktu 11,8 jam untuk mengisi baterai 45 Ah hingga baterai terisi penuh.

Solly Aryza, dkk (2017) melakukan penelitian terkait pemanfaatan panel surya untuk mensuplai energi listrik pengering pupuk petani *portabel*. Penelitian ini memanfaatkan energi tenaga surya sebagai energi alternatif untuk mensuplai energi ke mesin pengering pupuk *portabel* dalam mengatasi kebutuhan listrik rumah tangga dan juga membantu petani sehingga tidak memerlukan lagi listrik yang melalui PLN, Desain alat ini yaitu panel surya diletakkan diatas atap rumah salah satu warga, menggunakan baterai penyimpan (Aki) untuk menyediakan energi pada beban ketika beroperasi pada malam hari atau pada waktu cahaya matahari kurang. Selain sebagai mensuplai energi listrik pengering pupuk petani juga untuk menhidupkan lampu sebagai penerangan rumah petani tersebut.

Evrita Lusiana Utari, dkk (2018) melakukan penelitian terkait pemanfaatan energi surya sebagai energi alternatif pengganti listrik jalan di Dusun Nginggo Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo, pada penelitian ini beberapa titik-titik jalan di sekitar daerah kebun teh yang memiliki keterbatasan penerangan karena jarak jangkauan dengan gardu listrik yang cukup jauh dilakukan pemasangan panel-panel surya untuk penerangan jalan untuk membantu aktifitas warga pada malam hari.

Riklan Kango (2021) melakukan penelitian terkait pemanfaatan *solar cell* sebagai sumber energi alternatif untuk fasilitas bangku taman ruang terbuka hijau. Penelitian ini memperkenalkan teknologi tepat guna berupa bangku elektrik multifungsi sebagai tempat duduk yang dapat mengatasi masalah krisis listrik, sebagai tempat pengisian daya perangkat elektronik handphone serta sistem penerangan lampu LED terautomatisasi yang memanfaatkan *solar cell* sebagai sumber energi listrik dengan cara pemanfaatan energi matahari.

2.8.2 Perbedaan dari Penelitian Sebelumnya

Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah desain prototipe panel surya yang bersifat *portable*. *Portable* yang dimaksud yaitu alat yang dapat dipindahkan maupun dibawa kemana saja. Pada penelitian ini panel surya diletakkan diatas box panel sekaligus menjadi tutup dari box panel, bahan box panel tersebut berkerangka

besi dengan dinding berbahan papan kayu. Box panel ini berbentuk seperti koper yang didalamnya terdapat komponen-komponen pendukung untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik alternatif. Setelah desain prototipe dirangkai, dihubungkan dengan alat-alat elektronik rumah tangga seperti *rice cooker*, kipas angin, lampu *LED*, *charger* hp dan *charger* laptop. Pengukuran yang akan dilakukan yaitu pengukuran tegangan dan arus panel surya saat terkena sinar matahari, pengukuran yang dihasilkan dari panel surya dan baterai tanpa beban, pengukuran tegangan baterai saat berbeban, pengukuran daya dan arus pada beban, serta pengujian baterai hingga terisi penuh

2.9 Hipotesis Penelitian

Dari rumusan masalah yang dikemukakan diatas, maka hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Panel surya 50 Wp diharapkan dapat diaplikasikan untuk alat elektronik rumah tangga seperti *rice cooker*, kipas angin, lampu *LED*, *charger* hp dan *charger* laptop.
2. Dengan menggunakan baterai dengan kapasitas 12 Volt 100 Ah dapat menyimpan daya sesuai dengan kebutuhan beban yang akan digunakan.