

Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt

Dwi Liestyowati¹, Iksal Rachman², Eliyana Firmansyah³, Mujiburrohman Mujiburrohman⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan, Serang, Indonesia

Email: ¹dliestyowati@gmail.com , ²iksal_r@yahoo.com , ³elyanaf123@gmail.com,

⁴Mudjiburochman98@gmail.com

Abstract

Solar energy is a renewable energy source that is abundantly available in Indonesia. One way to utilize solar energy is to convert it into electrical energy using photovoltaic modules or solar panels, which are called solar power plants (PLTS). The construction of PLTS can accelerate the electrification ratio and reduce fossil materials. In this study, the author will design a 100 Wp solar power plant (PLTS) using a 1000watt inverter, while the research uses the Research and Development method, with stages covering system analysis, design, implementation and testing. The manufacture of PLTS is done by identifying components such as solar panels, DC wattmeter, SCC (Solar Charge Controller), battery, 1 Phase MCB, and AC Wattmeter. It can be concluded that to obtain electrical energy, weather conditions greatly affect the working system of solar panels. The maximum voltage from a 100wp solar panel that was designed and tested for 3 days in the worst month conditions was produced on the second and third days with a voltage value of 17.08 Volts at 12:00 noon and a minimum voltage was generated on the second day of testing, namely with a voltage value of 12.00 Volts at 12.00 Volts. 07:00 am. Furthermore, the 100 wp solar panel can only produce a maximum power of 256.01watt which was obtained on the second day of testing with an average voltage and current obtained of 14.19volt and 1.58 Ampere. The condition of the battery takes 5.47 hours or 328 minutes to fully charge energy to 100%. To maximize power gain and get the intensity of sunlight throughout the morning to evening, the use of the Single Axis solar tracker system is very effective.

Keywords: Solar energy, PLTS 100 Wp, Inverter 1000 Watt. MCB 1 Phase, Single Axis Solar Tracker

Abstrak

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia secara berlimpah di Indonesia. Salah satu cara memanfaatkan energi surya adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik atau panel surya, yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Pembangunan PLTS dapat mempercepat rasio elektrifikasi dan mengurangi bahan – bahan fosil. Pada penelitian ini, penulis akan membuat rancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) 100 Wp dengan menggunakan *inverter* 1000 watt, sedangkan penelitiannya menggunakan metode *Research and Development*, dengan tahapan meliputi Analisis sistem, Perancangan, Implementasi dan Pengujian. Pembuatan PLTS dilakukan dengan cara identifikasi komponen-komponen seperti panel surya, *wattmeter DC*, *SCC (Solar Charge Controller)*, baterai, *MCB 1 Fasa*, dan *Wattmeter AC*. Dapat disimpulkan untuk mendapatkan energi listrik, kondisi cuaca sangat mempengaruhi sistem kerja panel surya. Tegangan maksimum dari panel surya 100wp yang dirancang dan diujikan selama 3 hari pada kondisi *worst month* dihasilkan pada hari kedua dan ketiga yaitu dengan nilai tegangan 17.08 Volt pada jam 12:00 siang dan tegangan minimum dihasilkan pada pengujian hari kedua yaitu dengan nilai tegangan 12,00 Volt pada jam 07:00 pagi. Selanjutnya panel surya 100 wp hanya dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 256,01watt yang di peroleh pada pengujian hari kedua dengan rata-rata tegangan dan arus yang di peroleh 14,19volt dan 1,58Ampere. Kondisi baterai membutuhkan waktu 5,47jam atau 328 menit untuk melakukan pengisian energi hingga penuh 100%. Untuk memaksimalkan perolehan daya dan mendapatkan intensitas cahaya matahari sepanjang pagi sampai sore, penggunaan sistem *Single Axis solar tracker* sangatlah efektif.

Kata Kunci: Energi surya, PLTS 100Wp, Inverter 1000Watt, MCB 1 Fasa, Single Axis Solar Tracker

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi semakin lama semakin meningkat sebagaimana laju pertumbuhan pembangunan. Begitu juga dengan kebutuhan energi listriknya, Energi listrik merupakan energi yang digunakan terutama pada alat-alat elektronik yang menggunakan listrik sebagai sumber utamanya dan hampir di setiap bidang pembangunan membutuhkan energi listrik bagi proses kegiatannya. Energi listrik merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Untuk itu harus menggunakan bahan-bahan energi listrik fosil secara hemat dan efisien. Keadaan geografis di Indonesia yang mempunyai intensitas cahaya matahari langsung, maka bisa dioptimalkan sebagai sumber energi pada alat yang biasa di kenal dengan panel surya [1]. Panel surya bekerja dengan cara mengubah energi cahaya matahari langsung menjadi energi listrik. Panel surya adalah alat yang terdiri dari beberapa komponen salah satunya, seperti sel surya, yang mengubah cahaya matahari langsung menjadi energi listrik. Panel surya menghasilkan arus listrik searah atau *DC*. Untuk menggunakan berbagai alat-alat elektronik yang bersumber listrik dengan arus bolak-balik atau *AC* dibutuhkan alat pengubah arus *DC* ke *AC* yaitu salah satunya menggunakan inverter sebagai instrument pengubah arus listrik dari *DC* ke *AC*. Di Indonesia sendiri sudah banyak yang memanfaatkan panel surya sebagai pembangkit listrik, baik menggunakan sistem *off grid* maupun *on grid*. Untuk sistem *on grid*, Sistem ini yang pada umumnya digunakan pada bangunan rumah, kantor, atau pabrik. Salah satu solusi paling efektif untuk efisiensi biaya listrik karena mampu menghemat biaya listrik bulanan secara signifikan. PLTS tipe ini dipasang pada bagian atap atau gedung, supaya dapat menerima panas matahari secara optimal[4]. Nantinya panas yang diterima akan diubah menjadi arus listrik searah *DC* dan oleh inverter diubah menjadi arus bolak-balik *AC*. Setelahnya baru kemudian disinkronkan dengan arus listrik dari PLN. Untuk sistem *off grid* PLTS adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan sistem yang mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi. Sehingga berbeda dengan tipe *on-grid*, tipe ini tidak disinkronkan dengan listrik PLN. Biasanya sebagai cadangan, didukung dengan genset atau baterai untuk menyimpan energi. Sistem yang juga disebut dengan Stand Alone PV (*Photovoltaic*) ini sangat cocok untuk gedung yang sulit dijangkau oleh jaringan PLN, karena sifatnya yang mandiri dan mengandalkan baterai. Salah satu manfaat sistem *off grid* juga adalah apabila ketika terjadi pemadaman listrik, PLTS menggantikan peranan PLN untuk mensuplai kebutuhan listrik. Saat perpindahan suplai tegangan tersebut dibutuhkan sistem kendali yang mampu mengetahui dan memindahkan suplai listrik dari PLN ketika listrik padam ke PLTS secara otomatis. Sistem tersebut biasanya di kenal dengan nama saklar transfer otomatis atau ATS (*Automatic Transfer Switch*) jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah sakelar yang bekerja otomatis berdasarkan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka sakelar akan berpindah ke sumber listrik yang dihasilkan oleh PLTS [6]. Kementerian ESDM menyarankan penggunaan baterai dengan cadangan minimal 3 hari sebagai bentuk antisipasi cuaca yang kurang mendukung dengan intensitas cahaya matahari rendah [5].

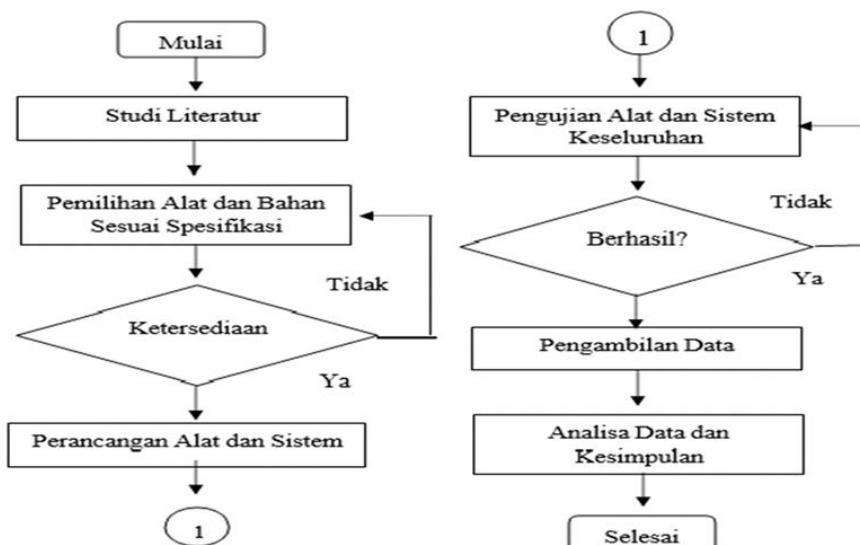
Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, terdapat identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu, pertama masih ada beberapa wilayah di Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan listrik yang dihasilkan oleh PLN, kedua kondisi ekonomi

masyarakat yang masih rendah sehingga mempengaruhi biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tagihan listrik yang dihasilkan oleh PLN, ketiga masih sering terjadi pemadaman listrik oleh PLN akibat gangguan jaringan listrik atau yang lainnya secara mendadak, sehingga mempengaruhi penggunaan energi listrik yang digunakan pada masyarakat, keempat kondisi geografis Indonesia yang memiliki waktu panas yang relatif panjang sehingga dapat dioptimalkan sebagai sumber energi. Sehingga untuk membantu memecahkan masalah yang terjadi, maka penelitian ini melakukan perancangan dan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya berskala rumah tangga berkapasitas 100Wp. Selanjutnya tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Merancang dan membuat instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 100 Wp dengan menggunakan inverter 1000 watt, 2) Mengetahui prinsip kerja sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang akan dibuat, 3) Merancang dan membuat sistem *single axis solar tracker* untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya, 4) Mengetahui besar daya rata-rata yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya 100Wp, 5) Merancang dan membuat sistem kendali saklar otomatis atau ATS (*Automatic Transfer Switch*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Riset dan Pengembangan

Penelitian *Research and Development* merupakan rangkaian proses penelitian atau langkah-langkah dalam rangka mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, tahapannya meliputi: Pertama dilakukan adalah pengumpulan data melalui studi literatur dan mempelajari referensi pendukung dari berbagai sumber literasi maupun jurnal sebagai bahan acuan untuk objek yang diteliti; kedua observasi lapangan untuk memilih alat dan bahan yang sesuai dengan spesifikasi, serta ketersediaannya; ketiga perancangan alat dan sistem, keempat pengujian alat dan sistem keseluruhan, kelima analisa data dan kesimpulan. Alur penelitiannya dapat dilihat pada gambar 1.

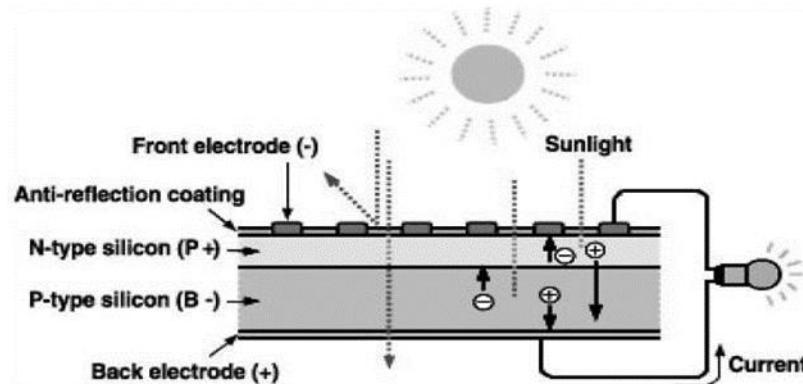


Gambar 1. Diagram alur penelitian PLTS 100wp

2.2 Perancangan Sistem

Rancangan sistem adalah penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru, dan merupakan tahapan dari sebuah proses pendefinisian kebutuhan siklus perkembangan sistem baru atau sistem yang akan dibentuk. Suatu sistem terdiri dari

subsystems. Masing- masing subsistem terdiri dari subsistem-subsistem yang lebih kecil lagi sehingga dicapai suatu kesatuan yang terpadu atau terintegrasi (*integrated*). Keterpaduan sistem ini memungkinkan terciptanya kerjasama untuk menghasilkan informasi yang cepat, tepat dan akurat. Skema cara kerja sel surya dapat dilihat dari gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Cara Kerja Sel Surya Silicon

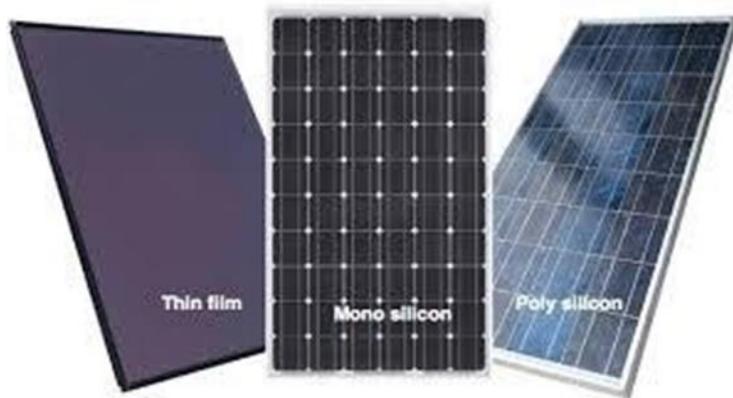
Ketika *junction* disinari, *photon* yang mempunyai energi sama atau lebih besar dari lebar pita energi material tersebut akan menyebabkan *eksitasi elektron* dari pita *valensi* ke pita *konduksi* dan akan meninggalkan *hole* pada pita *valensi*. Elektron dan *hole* ini dapat bergerak dalam material sehingga manghasilkan pasangan *elektron-hole*. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka elektron dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir.

2.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem pembangkit listrik tenaga surya (*solar cell*) untuk beban peralatan listrik terdapat beberapa komponen diantaranya:

a). Solar Module (Modul Photovoltaics)

Sel surya atau sel *photovoltaic* merupakan suatu alat yang dapat mangubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik. Sel surya *photovoltaic* dibuat dari bahan semi konduktor yang diproses sedemikian rupa sehingga menghasilkan listrik arus searah (*DC*). Secara umum ada 3 jenis panel surya yang dapat ditemukan di pasaran yaitu; pertama *Monocrystalline Silicon* merupakan panel surya yang menggunakan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Material silikon ini diiris tipis menggunakan teknologi khusus[9]. Panel sel surya berjenis *crystalline* tunggal memiliki efisiensi yang tinggi, secara fisik dapat dikenali dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya; kedua *Polycrystalline* terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kristal silikon dalam jenis panel surya ini tidak semurni pada sel surya *monocrystalline* sehingga sel surya yang dihasilkan tidak identik antara satu sama lainnya, efisiensinya pun lebih rendah dari *monocrystalline*; dan yang ketiga *Thin Film Solar Cell (TFSC)*. Jenis panel surya ini dibuat dengan cara menambahkan sel surya yang tipis ke dalam sebuah lapisan dasar. Karena bentuk dari TFSC ini tipis, maka panel surya ini sangat ringan dan fleksibel. Ketebalan lapisannya bisa diukur mulai dari nanometers hingga *micrometers*.



Gambar 3. Jenis Jenis Panel Surya.

b) Change Controller (Regulator)

Charge Controller atau *Solar charge controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (*DC*) yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation (PWM)* untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar module 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16-21 Volt. Baterai umumnya di *charge* pada tegangan 14-14.7 Volt.



Gambar 4. *Solar Charge Controller*

c) Baterai

Baterai yang paling biasa digunakan dalam aplikasi surya adalah baterai yang bebas pemeliharaan bertimbang asam (*maintenance-free lead-acid batteries*), sejenis baterai *recombinant* atau *VRLA* (*valve regulated lead acid*). Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem *fotovoltaik*, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban.

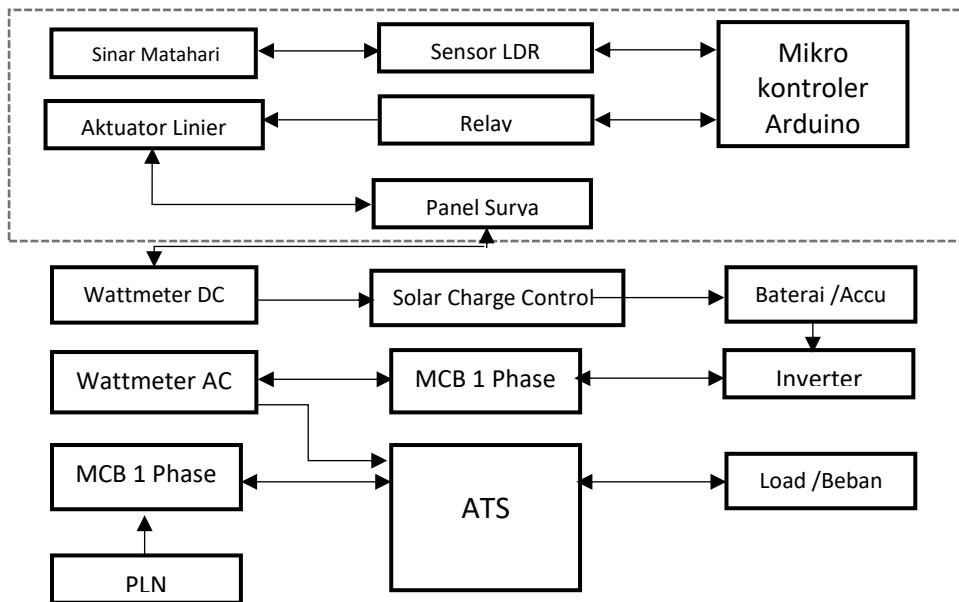
d) Komponen penunjang sistem

Adapun komponen penunjang sistem PLTS yang pertama adalah *Inverter*, digunakan untuk mengubah arus listrik searah (*DC*) menjadi arus listrik bolak-balik (*AC*); kedua Beban (*Load*) yaitu peralatan listrik yang ada di rumah tangga yang mengkonsumsi daya yang dihasilkan oleh sistem pembangkit listrik; ketiga *Wattmeter AC*, untuk mengukur daya listrik dalam satuan watt dari setiap beban yang dikonsumsi pada suatu sirkuit rangkaian; keempat *Auto Transfer Switch (ATS)*, rangkaian kontrol saklar *power inverter* dengan PLN yang sudah *full automatic*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Blok diagram perancangan PLTS

Blok diagram secara keseluruhan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram PLTS

Proses diawali dengan pencarian posisi sinar matahari yang tepat agar panel surya mendapatkan intensitas matahari yang maksimal sepanjang hari, mikrokontroller arduino sebagai pengendali motor linier aktuator dan sensor LDR sebagai penentu utama dalam penentuan sinar matahari yang tepat untuk panel surya supaya panel surya tujuannya tidak lain adalah supaya sistem PLTS ini dapat bekerja secara maksimal.

3.2 Perancangan Panel Surya 100 Wp

Panel surya diletakan pada kerangka panel yang sudah di rangkai dengan rangka solar tracker sehingga panel dapat bergerak mengikuti arah sinar matahari. Pemasangan kabel konektor pada panel surya dihubungkan pada terminal input pada *Solar Charge Control (SCC)* dengan melalui wattmeter DC terlebih dahulu untuk memudahkan dalam memonitor daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan memperhatikan kutub positif dan negatif dalam pemasangannya, Panel surya terdiri dari sel surya yang berjumlah 36 sel dengan masing-masing sel dapat menghasilkan tegangan 0,5 vdc.

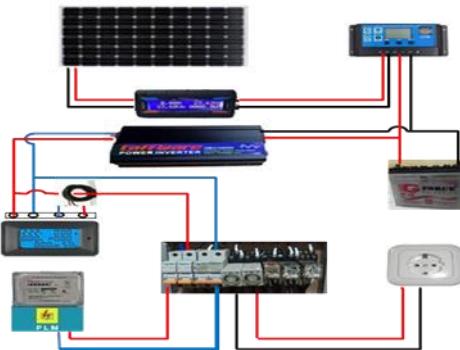


Gambar 6. Perancangan Panel Surya 100 Wp Berjenis *Monocrystalline*

3.3 Integrasi Sistem PLTS

LDR (*Light Dependent Resistor*) menangkap sinar matahari dengan intensitas cahaya matahari yang paling besar kemudian mengirimkan masukan kepada mikrokontroller arduino, arduino kemudian memproses data yang telah di terima, kemudian mengeluarkan perintah kepada *relay* untuk menggerakkan motor *linier* dan mengarahkan panel surya ke arah sinar matahari yang paling besar intensitas cahayanya. Panel surya

menangkap cahaya matahari lalu mengubahnya menjadi energi listrik, sebelum disimpan kedalam baterai daya yang di peroleh akan melewati wattmeter *DC* dan *SCC*. Wattmeter *DC* ini berfungsi untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh panel surya. *SCC* bertujuan untuk mengatur arus listrik yang masuk kedalam baterai agar baterai tidak cepat rusak. Setelah melewati *SCC*, daya yang dihasilkan oleh panel surya disimpan kedalam baterai. Daya yang disimpan ke dalam baterai mempunyai arus listrik *DC* dan mempunyai tegangan 12V *DC* maka listrik tersebut belum bisa digunakan untuk beban yang bertegangan 220V *AC*. Oleh sebab itu dibutuhkan inverter yang digunakan untuk mengubah arus *DC* dengan tegangan 12V menjadi arus *AC* bertegangan 220V.



Gambar 7. Skema Integrasi Sistem PLTS

3.4 Pengujian Sistem PLTS 100wp

Setelah melakukan proses implementasi sistem dari blok diagram, kemudian perancangan panel surya dan seluruh sistem telah terintegrasi, maka perlu dilakukan pengujian terhadap perangkat-perangkat yang digunakan untuk mengetahui bahwa sistem akan berjalan dengan lancar seperti yang telah direncanakan, terutama pada perangkat elektronik, panel surya, *SCC*, *Inverter*, *ATS*, *Solar Tracker*, dan perangkat lunak. Proses diawali dengan pencarian posisi sinar matahari yang tepat agar panel surya mendapatkan intensitas matahari yang maksimal sepanjang hari, mikrokontroller arduino sebagai pengendali motor linier aktuator dan sensor LDR sebagai penentu utama dalam penentuan sinar matahari yang tepat untuk panel surya, kemudian pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data pengukuran terhadap perangkat PLTS yang diuji.

Pengujian dilakukan pada pukul 08.00 pagi hingga pukul 17.00 sore dan selang waktu pengukuran adalah setiap 60 menit sekali selama 3 hari. Berikut ini adalah data-data yang diambil pada proses pengujian alat, yaitu mengamati faktor cuaca terhadap tegangan output panel surya, mengamati pergerakan *solar tracker* terhadap sinar matahari, mengukur nilai tegangan rangkaian terbuka dari panel sel surya terhadap posisi sinar matahari, dan mengukur nilai tegangan dan arus dari panel surya setelah terhubung dengan input *SCC*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8, 9 dan 10. Pengujian alat ini dilakukan pada saat kondisi pada bulan cuaca buruk atau *worst month* untuk mengetahui berapa besar daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya 100 wp pada kondisi *worst month*. Pengamatan dilakukan selama 10 jam/hari, pengambilan data dilakukan berkala setiap jam sekali. Daya yang mampu dihasilkan pada hari Pertama mencapai 256,01 watt, seperti yang dapat dilihat pada gambar 8, dan daya yang mampu dihasilkan pada hari kedua mencapai 256,01 watt, seperti yang dapat dilihat pada gambar 9, kemudian daya yang mampu dihasilkan pada hari ketiga mencapai

207,82 watt, seperti yang terlihat pada gambar 10. Perbandingan daya yang diperoleh dari 3 hari pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 11.



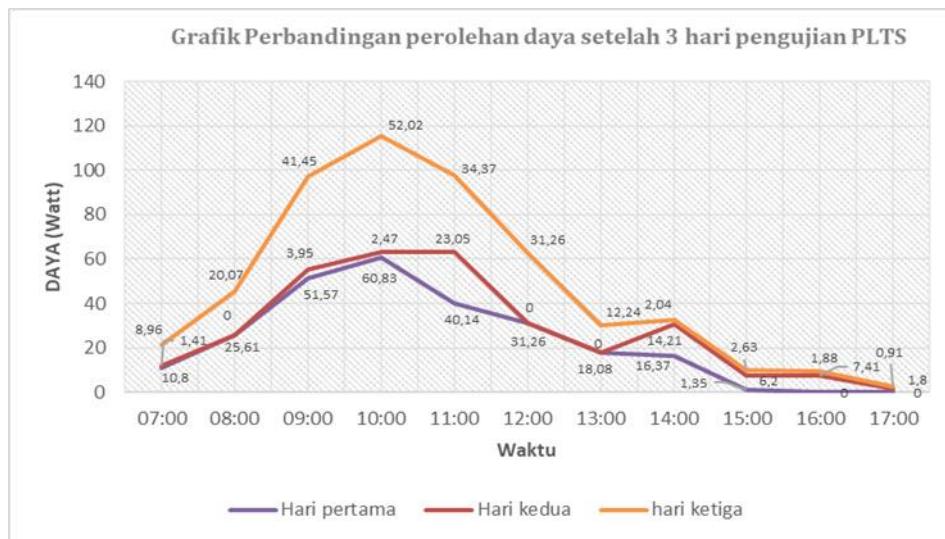
Gambar 8. Grafik data pengujian hari pertama



Gambar 9. Grafik data pengujian hari kedua



Gambar 10. Grafik data pengujian hari ketiga



Gambar 11. Grafik perbandingan perolehan daya setelah 3 hari pengujian PLTS

3.5 Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Analisa data pengukuran pada hari pertama, daya yang mampu dihasilkan mencapai 60,50watt dimana rata-rata daya yang diperoleh tiap jamnya 5,4152watt dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}P_{Rt} &= V_{Rt} \times I_{Rt} \\P_{Rt} &= 13,81 \times 0,391 \\P_{Rt} &= 5,4152 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Analisa data pengukuran pada hari kedua, daya yang mampu dihasilkan mencapai 256,01watt dimana rata-rata daya yang diperoleh tiap jamnya 22,543watt dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}P_{Rt} &= V_{Rt} \times I_{Rt} \\P_{Rt} &= 14,19 \times 1,588 \\P_{Rt} &= 22,543 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Analisa data pengukuran pada hari ketiga, daya yang mampu dihasilkan mencapai 207,82watt dimana rata-rata daya yang diperoleh tiap jamnya 18,281watt dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}P_{Rt} &= V_{Rt} \times I_{Rt} \\P_{Rt} &= 13,96 \times 1,31 \\P_{Rt} &= 18,281 \text{ Watt}\end{aligned}$$

P_{Rt} = Rata-rata daya yang diperoleh perjam
 V_{Rt} = Rata-rata tegangan yang diperoleh perjam
 I_{Rt} = Rata-rata Arus yang mengalir perjam

Data pengujian ini diambil dan dianalisa untuk mengetahui berapa besar nilai tegangan rangkaian terbuka dari panel sel surya terhadap posisi sinar matahari. berdasarkan data pengukuran selama 3 hari, pada saat cuaca cerah pada kondisi *worst month* panel surya hanya mampu menghasilkan tegangan tertinggi sekitar 15.48Volt hingga 17.08Volt, terjadi di antara pukul 09.00 hingga pukul 12.00. sedangkan tegangan terendah yang dihasilkan panel surya yaitu sekitar 12.00Volt.

Vmax = 17.08 Volt dengan kapasitas panel surya 100 Wp maka I max:

$$I = \frac{P}{V}, \rightarrow I = \frac{100}{17.08}, \rightarrow I = 5.85 \text{ A}$$

Dengan baterai yang digunakan sebesar 12 V 32 Ah maka daya yang dapat dihasilkan baterai perjam dengan memperhitungkan efisiensi baterai 50 % adalah:

$$\text{Wh} = V \times I \times \text{DoD} = 12 \times 32 \times 50\% = 192 \text{ Wh} \text{ atau } 0.192 \text{ Kwh (kapasitas baterai)}$$

Untuk pengisian baterai pada saat Vmax maka:

Arus pada baterai/arus pada saat Vmax 32Ah/5.85 A = 5,47 jam atau 328 menit baterai sudah terisi penuh 100%

3.6 Analisa perhitungan daya yang digunakan dalam PLTS

Pada analisa yang dilakukan pada inverter 1000watt didapatkan daya sebesar 9,058watt untuk merubah tegangan dari DC ke AC, sedangkan apabila tegangan yang telah di konversi di hubungkan pada rangkaian ATS di dapatkan daya sebesar 12,90watt yang artinya rangkaian ATS menggunakan daya pada sistem PLTS sebesar 3,84Watt atau dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{tot} = P_{Inverter} + P_{ATS}$$

$$P_{tot} = 9,058 + 3,84$$

$$P_{tot} = 12,90 \text{ Watt}$$

Kemudian dalam penggunaan *solar tracker* menggunakan motor linier aktuator dengan daya yang dibutuhkan untuk menggerakan motor aktuator sebesar 15watt jadi didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{tot} = P_{Inverter} + P_{ATS} + P_{ST}$$

$$P_{tot} = 9,058 + 3,84 + 15$$

$$P_{tot} = 27,89 \text{ Watt}$$

Jadi total daya yang digunakan dalam sistem PLTS ini adalah 27,89Watt yang artinya jika dilakukan perhitungan dengan kapasitas daya yang dapat digunakan pada sistem PLTS adalah:

$$P = P_{batt} - P_{tot}$$

$$P = 192 - 27,89 = 164 \text{ Wh}$$

Ketahanan baterai tanpa beban dan tanpa pengisian:

$$P = \frac{\text{Kapasitas daya baterai}}{\text{Daya dalam PLTS}}$$

$$P = \frac{192}{12,90}$$

$$P = 14,88 \text{ Jam atau } 893 \text{ menit}$$

3.7 Analisa pembebahan PLTS

Pada pembebahan PLTS beban yang digunakan yaitu lampu pijar 15 watt 3 pcs dan kipas angin 35watt, 1unit dengan perhitungan:

a) Beban lampu = 15 x 3 = 45 Watt

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{\text{kapasitas daya PLTS}}{\text{daya beban lampu}} = \frac{164}{45} = 3.64 \text{ jam atau } 218 \text{ menit}$$

b) Beban kipas angin = 35 watt

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{\text{kapasitas daya PLTS}}{\text{daya kipas angin}} = \frac{164}{35} = 4.6 \text{ jam atau } 281 \text{ menit}$$

Jika beban lampu dan kipas angin digunakan secara bersamaan maka di dapatkan hasil:

Total pemakaian beban = beban lampu + beban kipas angin = 45 + 35 = 80 watt

$$\text{Lama pemakaian beban} = \frac{\text{kapasitas daya PLTS}}{\text{Total daya beban}} = \frac{164}{80} = 2.05 \text{ jam atau } 123 \text{ menit}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari rancangan pembangkit listrik tenaga surya maka dapat disimpulkan bahwa, prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya ialah ketika panel menangkap cahaya dari matahari maka panel akan mengeluarkan tegangan yang diarahkan kebaterai melalui *solar charge controller* dan dari baterai dapat digunakan langsung pada beban DC, pada penggunaan beban AC digunakan inverter 1000 watt sebagai pengubah tegangan menjadi AC. *Single axis solar tracker* sangat berguna dalam sistem PLTS karena dapat membantu panel surya untuk mendapatkan intesitas cahaya matahari sepanjang hari, sehingga dapat memaksimalkan perolehan daya terhadap waktu. Kondisi cuaca sangat mempengaruhi sistem kerja panel surya dalam mendapatkan energi listrik, tegangan maksimum dari panel surya 100 wp yang di rancang dan diujikan selama 3 hari pada kondisi *worst month* atau cuaca buruk di dapatkan pada hari kedua dan ketiga yaitu dengan nilai tegangan 17.08 Volt pada pukul 12:00 dan tegangan minimum didapatkan pada pengujian hari kedua yaitu dengan nilai tegangan 12.00 Volt pada pukul 07:00, dan panel surya 100 wp hanya dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 256.01 watt yang di peroleh pada pengujian hari kedua dengan rata-rata tegangan dan arus yang di peroleh 14.19volt dan 1.58Ampere, selain itu membutuhkan waktu 5,47jam untuk melakukan pengisian baterai hingga penuh 100%. Inverter membutuhkan daya hingga 9,058Watt dalam sistem PLTS agar inverter dapat merubah tegangan dari DC ke AC.dan inverter 1000watt yang digunakan memiliki nilai minimum tegangan hingga 10volt untuk merubah tegangan dari DC ke AC. Kapasitas baterai yang digunakan 12Volt 32Ampere sehingga apabila pengisian penuh dapat menyimpan daya sebesar 384Wh dengan perhitungan efisiensi baterai 50% maka baterai dapat menyimpan daya sebesar 192Wh kemudian dikurangi daya yang digunakan inverter dan rangkaian ATS maka daya yang dapat digunakan pada beban sebesar 164Wh. Untuk pembebanan lampu pijar 3pcs dengan total daya 45watt dapat dilakukan selama 3.64jam, sedangkan untuk pembebanan kipas angin 1 unit dengan daya 35watt dapat dilakukan selama 4.6 jam, untuk kedua jenis beban tersebut apabila digunakan secara bersamaan maka mendapatkan daya sebesar 80watt dan dapat dilakukan selama 2.05 jam.

Saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya, adalah mengembangkan *Single Axis Solar Tracker* menjadi *Dual Atau Triple Axis Solar Tracker* agar dapat mengarahkan panel surya terhadap sinar matahari secara maksimal sehingga daya yang diperoleh pun akan maksimal. Untuk penggunaan baterai jenis *deep cycle* diusahakan kapasitasnya lebih besar sehingga dapat memaksimalkan penyimpanan daya yang diperoleh dari panel surya dan juga dapat memaksimalkan output daya yang digunakan pada beban.

REFERENCES

- Gunoto, Pamor, Sofyan, Sofan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan ". 2020. *Jurnal Sigma Teknika volume 3 No. 2*, (Hal 96-106). Kepulauan Riau: Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Guti Bagus Ardina, "Rancang Bangun *Dual Axis Solar Tracker* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno" Juli 2019. Jurnal seminar ITN Malang,
- Jeneiro Rezkyanzah, Lasman P, Purba, Chrystia Aji Putra, "Perancangan Solar Tracker Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Sistem Kerja Solar Cell Dalam Penyerapan Energi Matahari" Juni 2016. *e-journal UPN Veteran, SCAN Vol. XI Nomor 2*
- Julisman Andi, Sara Devi Ira, Siregar Halid Ramadhan. "Prototipe pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada sistem Otomasi Atap Stadion Bola" 2017. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro Vol.2 No.1* (Hal 35-42). Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala,
- Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. "Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Konsumen PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)" 2018. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.49*.
- Pakpahan Robinzon, "Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai" 2016. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*. Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom.
- Siswanto, Doni. "Pengujian Panel Surya 100 WP Skala Laboratorium" 2021. *Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi (ENOTEK), Vol 1, No. 1*, (Hal. 1– 5). Kabupaten Rokan Hulu: Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian,
- Sukisno, Wuni Frantika Winda. "Analisa Perancangan Sistem Informasi Tracking Acuan Quality Departemen Brushing Berbasis web" 2017. *JUTIS Journal of Informatics Engineering Vol.5 No.1*.
- B. Petter Jelle, A. Hynd, A. Gustavsen, D. Arasteh, H. Goudey, R. Hart, Fenestration of today and tomorrow, (2012): A state-of-the-art review and future research opportunities, *Solar Energy Materials and Solar Cells* 96.
- V. Haines and V. Mitchell, A persona-based approach to domestic energy retrofit, (2014), *Building Research & Information* 42.
- C. Zehui, L. Jianye, L. Wenlong, H. Jing, Z. Hongfei, Analysis of thermal performance of trough-type compound parabolic concentrator in solar drying equipment, (2019), *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*.
- N. Fraidenraich, C. Tiba, B. B. Brandão, O. C. Vilela, Analytic solutions for the geometric and optical properties of stationary compound parabolic concentrators with fully illuminated inverted V receiver, (2007), *Solar Energy* 82.