

PENGUNAAN ENERGI RAMAH LINGKUNGAN PANEL SURYA SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK PADA DESA KALUMPANG

Gagah Dwiki Putra Aryono¹

Program Studi Sistem informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa
e-mail: gagahdpa@gmail.com

Abstrak

PLTS atau Pembangkit Listrik energi surya ialah alat-alat pembangkit listrik yg merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut Solar Cell, atau Solar Photovoltaic, atau Solar Energy. Dengan konsep yg sederhana yaitu membarui cahaya matahari menjadi energi listrik yg mana cahaya matahari ialah salah satu bentuk tenaga dari sumber Daya Alam. Cahaya matahari telah banyak digunakan untuk memasok daya listrik pada satelit komunikasi melalui panel matahari. Panel surya ini bisa membentuk tenaga yg tidak terbatas langsung terpancar dari surya, tidak memerlukan bahan bakar. Sebagai akibatnya panel matahari sering dikatakan higienis serta ramah bagi lingkungan.

Kata kunci : Pembangkit Listrik, Panel Surya, Desa Kalumpang

Abstract

PLTS or solar energy power plants are power generators that convert sunlight into electricity. PLTS is often also called Solar Cell, or Solar Photovoltaic, or Solar Energy. with the simple concept of converting sunlight into electrical energy where sunlight is one form of energy from natural resources. Sunlight has been widely used to supply electrical power to communication satellites via solar panels. This solar panel can generate unlimited energy directly from the sun, requiring no fuel. as a result solar panels are often said to be hygienic and friendly to the environment.

Keywords: Power Generation, Solar Panels, Kalumpang Village

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, tenaga listrik telah menjadi perhatian penting di semua negara. Kehidupan dan gaya hidup manusia di zaman modern sangat erat kaitannya dengan ketersediaan dan kualitas energi. Di Indonesia, berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, dilaporkan konsumsi listrik per kapita nasional pada tahun 2019 meningkat sebesar 2,26% per tahun dibandingkan tahun sebelumnya, dengan pertumbuhan meningkat menjadi 1.084 kWh per kapita. kepala. Sedangkan pada tahun 2020 per kapita meningkat sebesar 1.089 kWh dan pada triwulan III tahun 2021 per kapita meningkat sebesar 1.109 kWh. Nilai tersebut setara dengan 92,22% dari target yang ditetapkan pada tahun 2021 atau 1.203 kWh per kapita (Vika Azkiya Dihn, 2021). Di sisi lain, sumber listrik di Indonesia masih belum mencukupi kebutuhan masyarakat. Tingkat elektrifikasi Indonesia hanya 71,2%, lebih rendah dibandingkan beberapa negara ASEAN seperti Singapura dan Malaysia yang mencapai 100% dan 85%. Dengan kata lain, sekitar 28,8% masyarakat Indonesia masih belum memiliki listrik (Adam, 2016).

Menghadapi krisis energi tersebut di atas, penggunaan energi terbarukan merupakan solusi yang sangat tepat. Energi terbarukan sendiri merupakan energi yang dapat dipanen dengan cepat secara alami dan prosesnya berkelanjutan. Salah satunya energi surya melalui perancangan pembangkit listrik tenaga surya (Huda, 2018).

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek fotovoltaiik. Fotovoltaiik sendiri merupakan fenomena fisik yang terjadi pada permukaan sel surya ketika menerima sinar matahari. Kemudian, cahaya yang diterima akan diubah menjadi energi listrik. Hal ini karena energi foton cahaya melepaskan elektron yang mengalir melintasi sambungan semikonduktor tipe-n dan tipe-p, yang pada akhirnya menghasilkan arus listrik. Sistem tenaga listrik menggunakan PLTS ini merupakan sumber energi yang ramah lingkungan. Selain itu, sistem PLTS ini sangat populer karena mudahnya menangkap sinar matahari di Indonesia yang merupakan negara tropis dimana matahari bersinar hampir sepanjang tahun.

Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi ini sejalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) periode 2021-2030, dimana pemerintah berencana mendorong produksi listrik yang cukup dengan target sebesar 35 GW. sebagai proyek energi baru terbarukan. Kebijakan pengembangan energi (EBT).

Selanjutnya jenis PLTS yang sedang dikembangkan adalah PLTS atap gedung atau biasa disebut dengan PLTS rooftop. Penggunaan PLTS di atap rumah diatur dalam Peraturan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1. 49 Tahun 2019 sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2019. Dengan aturan tersebut, penerapan PLTS di atap rumah dapat mendukung pencapaian target pemanfaatan EBT sekitar 23% pada tahun 2025.

Sebagaimana dijelaskan dalam BPPPEN (Cetak Hijau Pengelolaan Energi Nasional), targetnya adalah 400 MW pada tahun 2024 (Ketut Sugirianta et al., 2016). Sedangkan berdasarkan website Kementerian ESDM, PLTS rooftop dapat beroperasi dalam jangka waktu 20 hingga 30 tahun tergantung jenis modul surya yang digunakan, dan selama ini hanya memerlukan satu kali penggantian inverter.

METODE

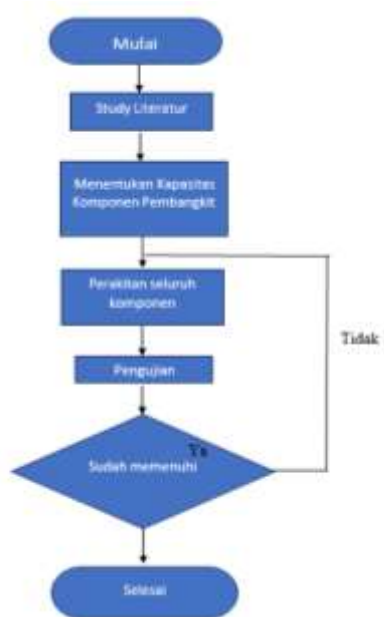
Metode pengumpulan data yang digunakan adalah telaah dokumen, observasi, dan konsultasi. Dengan menggunakan metode penelitian dan observasi dokumen, penulis mengambil dan mengumpulkan data yang dapat dijadikan referensi dalam jurnal teknik elektro khususnya di bidang energi terbarukan.

Sekaligus dengan menggunakan metode konsultasi, penulis melakukan kegiatan konsultasi dan bimbingan secara mendalam dengan lembaga pengawas yang berkompeten di bidangnya.

Dalam metode analisis data, penulis menggunakan metode analisis kualitatif dimana penulis menganalisis kekuatan, kelemahan, peluang, ancaman (SWOT) pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi terbarukan dalam negeri.

Berdasarkan PP Nomor 14 Tahun 2012 tentang kemampuan menghasilkan energi listrik untuk keperluan pribadi dan dilaksanakan berdasarkan izin penyelenggaraan, disebutkan bahwa pemanfaatan EBT merupakan salah satu poin penting dalam pengelolaan berkelanjutan. pasokan listrik. jenis. Izin usaha penyediaan tenaga listrik untuk keperluan pribadi, dalam hal ini PLTS, diterbitkan oleh Menteri/Gubernur dalam Surat Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Penggunaan Pribadi (IUPTLS), dan diatur dalam Undang-undang No. 11 Tahun 2020 dan Peraturan Pemerintah No. 5 Mei 2021.

Data yang diperoleh Kementerian ESDM mengenai pengguna PLTS per Agustus 2021 mencapai 4.133 pengguna. Sedangkan jika mengambil data tahun 2018 hingga 2021, Direktur Departemen Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM Dadan Kusdiana mengatakan, terdapat potensi kapasitas PLTS rooftop berkapasitas 32 GW. sangat menjanjikan dan masih dalam tahap pengembangan. Hal ini terlihat dari pertumbuhan jumlah pengguna seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.

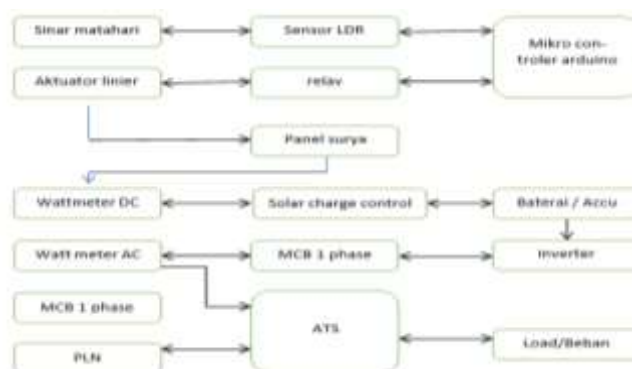


Gambar 1 Aluar penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Blok diagram perancangan PLTS.

Blok diagram secara keseluruhan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 2. Blok Diagram PLTS

Hasil dan pembahasan dalam pengabdian ini diuraikan dengan Proses yang diawali menggunakan pencarian posisi sinar surya yang sempurna supaya panel matahari menerima intensitas matahari yg maksimal sepanjang hari, mikrokontroler arduino menjadi pengendali motor linier aktuator dan sensor LDR menjadi penentu utama pada penentuan sinar matahari yang tepat buat panel surya agar panel matahari tujuannya tidak lain adalah supaya sistem PLTS ini dapat bekerja secara otomatis.

Perancangan Panel Surya 100 Wp

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

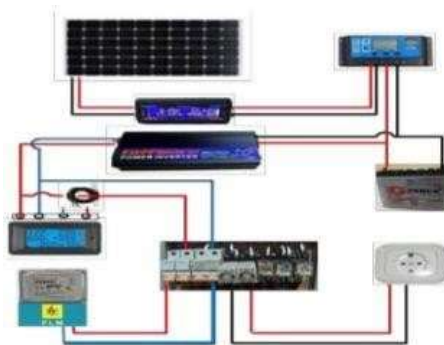


Gambar 3. Perancangan Panel Surya 100 Wp Berjenis Monocrystalline

Integrasi Sistem PLTS

LDR (Light Dependent resistor) menangkap sinar matahari dengan intensitas cahaya matahari yg paling akbar kemudian mengirimkan masukan pada mikrokontroler arduino, arduino kemudian memproses data yang sudah di terima, kemudian mengeluarkan perintah kepada relay untuk menggerakkan motor linier serta mengarahkan panel matahari ke arah sinar matahari yg paling besar intensitas cahayanya. Panel surya menangkap cahaya matahari lalu mengubahnya sebagai tenaga listrik, sebelum disimpan kedalam baterai daya yg di peroleh akan melewati wattmeter DC serta SCC. Wattmeter DC ini berfungsi untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh panel matahari. SCC bertujuan buat mengatur arus listrik yang masuk kedalam baterai agar baterai tidak cepat rusak. sesudah melewati SCC, daya yg di dihasilkan oleh panel surya disimpan kedalam baterai. Daya yg disimpan ke pada baterai mempunyai arus listrik DC dan memiliki tegangan 12V DC maka listrik tadi belum mampu digunakan buat beban yg bertegangan 220V AC. sang karena itu

dibutuhkan inverter yg di- pergunakan buat membarui arus DC menggunakan tegangan 12V sebagai arus AC bertegangan 220V.



Gambar 4. Skema Integrasi Sistem PLTS

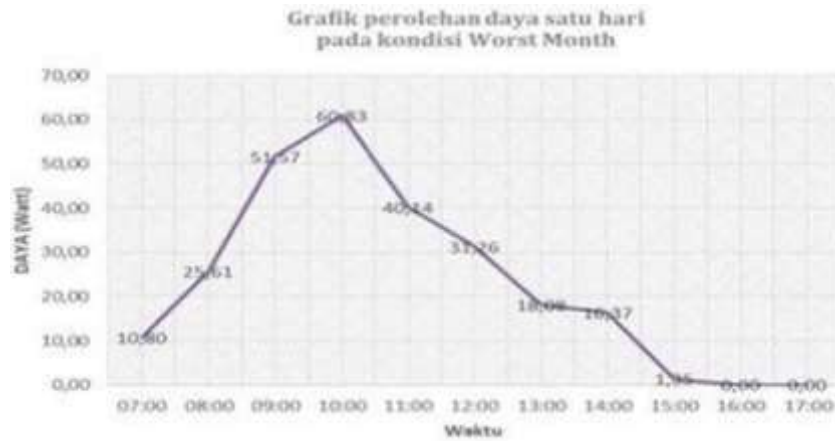
Pengujian Sistem PLTS 100wp

Setelah melakukan proses implementasi sistem asal blok diagram, kemudian perancangan panel matahari serta seluruh sistem sudah terintegrasi, maka perlu dilakukan pengujian terhadap perangkat-perangkat yang dipergunakan untuk mengetahui bahwa sistem akan berjalan menggunakan lancar mirip yg telah di- rencanakan, terutama di perangkat elektronika, panel mentari, SCC, Inverter, ATS, Solar Tracker, serta software. Proses diawali menggunakan pencarian posisi sinar surya yg sempurna supaya panel mentari menerima intensitas mentari yang maksimal sepanjang hari, mikrokontroler arduino sebagai pengendali motor linier aktuator serta sensor LDR menjadi penentu primer pada penentuan sinar mentari yang tepat buat panel surya kemudian di termin ini dilakukan proses pengambilan data pengukuran terhadap perangkat PLTS yg diuji.

Pengujian dilakukan pada pukul 08.00 pagi sampai pukul 17.00 sore dan selang ketika pengukuran artinya setiap 60 mnt sekali selama tiga hari. berikut adalah merupakan data-data yg diambil pada proses pengujian indera, yaitu mengamati faktor cuaca terhadap tegangan output panel mentari, mengamati pergerakan solar tracker terhadap sinar surya, mengukur nilai tegangan rangkaian terbuka asal panel sel mentari terhadap posisi sinar surya, dan mengukur nilai tegangan dan arus berasal panel surya setelah terhubung dengan input SCC. Data akibat pengujian dapat dipandang pada gambar 4, 5, dan 6. Pengujian indera ini dilakukan pada ketika kondisi di bulan cuaca buruk atau worst month buat mengetahui berapa besar daya yang bisa didapatkan oleh panel matahari 100 wp di syarat worst month, Pengamatan dilakukan selama 10 jam/hari, pengambilan data dilakukan terjadwal setiap jam sekali. Daya yang mampu di hasilkan pada hari Pertama mencapai 256,01 watt, seperti yg dapat dilihat pada gambar 6, serta daya yg bisa didapatkan di hari ke 2 mencapai 256,01 watt, seperti yg dapat dicermati di gambar 8, lalu daya yg mampu dihasilkan pada hari ketiga mencapai 207,82 watt, seperti yang terlihat pada gambar 7. Perbandingan daya yang diperoleh berasal 3 hari pengujian tadi dapat ditinjau di gambar 8



Gambar 5. Grafik data pengujian hari pertama



Gambar 6. Grafik data pengujian hari kedua



Gambar 7. Grafik data pengujian hari ketiga



Gambar 8. Grafik perbandingan perolehan daya setelah 3 hari pengujian PLTS

Analisa Sistem Secara Keseluruhan

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

$$P_{Rt} = V_{Rt} \times I_{Rt}$$

$$P_{Rt} = 13,81 \times 0,391$$

$$P_{Rt} = 5,4152 \text{ Watt}$$

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

$$P_{Rt} = V_{Rt} \times I_{Rt}$$

$$P_{Rt} = 14,19 \times 1,588$$

$$P_{Rt} = 22,543 \text{ Watt}$$

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

$$P_{Rt} = V_{Rt} \times I_{Rt}$$

$$P_{Rt} = 13,96 \times 1,31$$

$$P_{Rt} = 18,281 \text{ Watt}$$

P_{Rt} = Rata-rata daya yang diperoleh per-jam

\square = Rata-rata tegangan yang diperoleh perjam

I_{Rt} = Rata-rata Arus yang mengalir per-jam

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 tinggi 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.

$$P = 13,96 \times 1,31 \text{ R t}$$

$$P = 18,281 \text{ Watt R t}$$

P = Rata-rata daya yang diperoleh perjam

V = Rata-rata tegangan yang diperoleh perjam

$I \text{ R t}$ = Rata-rata Arus yang mengalir per- jam

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.

$V_{\max} = 17.08 \text{ Volt}$ 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: $Wh = V \times I_h \times DoD = 12 \times 32 \times 50\% = 192 \text{ Wh}$ atau 0.192 Kwh (kapasitas baterai) Untuk pengisian baterai pada saat V_{\max} maka: Arus pada baterai/ arus pada saat V_{\max} $32\text{Ah}/5.85 \text{ A} = 5,47 \text{ jam}$ atau 328 menit baterai sudah terisi penuh 100%.

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:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{inverter}} + P_{\text{ATS}}$$

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

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

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

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{inverter}} + P_{\text{ATS}} + P_{\text{ST}}$$

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

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

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:

$$P = P_{\text{batt}} - P_{\text{to}}$$

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

Ketahanan baterai tanpa beban dan tanpa pengisian:

$$\square = \text{Kapasitas daya baterai} / \text{Daya dalam PLTS}$$

$$P = 192/12,90$$

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

Analisa pembebanan PLTS

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

$$\text{a) Beban lampu} = 15 \times 3 = 45 \text{ Watt}$$

Lama pemakaian = Kapasitas daya PLTS/ Daya beban lampu

= 164/ 45

= 3.64 jam atau 218menit

b)Beban kipas angin = 35 watt

Lama pemakaian = Kapasitas daya PLTS/ Daya angin kipas

= 164/35

= 4.6 jam atau 281 menit

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

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

Lama pemakaian beban = Kapasitas daya PLTS/ Total daya beban

= 164/ 80

= 2.05 jam atau 123 menit

SIMPULAN

Sesuai yang akan terjadi berasal rancangan pembangkit listrik tenaga surya maka dapat disimpulkan bahwa, prinsip kerja Pembangkit Listrik tenaga surya artinya saat panel menangkap cahaya be- rasal matahari maka panel akan menge- luarkan tegangan yg diarahkan ke baterai melalui solar charge controller serta asal baterai bisa digunakan eksklusif di beban DC, pada penggunaan beban AC di pergunakan inverter 1000 watt menjadi pengubah tegangan menjadi AC.

Single axis solar tracker sangat berguna dalam sistem PLTS karena bisa membantu panel surya buat mendapatkan intensitas cahaya matahari sepanjang hari, sehingga bisa memaksimalkan perolehan daya terhadap saat. Syarat cuaca sangat mempengaruhi sistem kerja panel surya dalam mendapat- kan tenaga listrik, tegangan maksimum asal panel surya 100 wp yang di rancang serta diujikan selama tiga hari pada kondisi worst month atau cuaca buruk pada dapatkan di hari kedua dan ketiga yaitu dengan nilai tegangan 17.08 Volt di pukul 12:00 serta tegangan minimum didapatkan pada pengujian hari ke 2 yaitu dengan nilai tegangan 12.00 Volt pada pukul 07:00, dan panel mentari 100 wp hanya dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 256.01 watt yang di peroleh pada pen- gujian hari ke 2 menggunakan rata- homogen tegangan serta arus yg pada peroleh 14.19volt dan 1.58Ampere, selain itu membutuhkan ketika lima,47jam untuk melakukan pengisian baterai hingga penuh 100%. Inverter membutuhkan daya sampai 9,058Watt pada sistem PLTS supaya in- verter dapat merubah tegangan berasal DC ke AC.dan inverter 1000watt yang di- pergunakan mempunyai nilai minimum tegangan sampai 10volt buat merubah te- gangan asal DC ke AC.

Kapasitas baterai yang dipergunakan 12Volt 32Ampere se- hingga jika pengisian penuh bisa menyim- pan daya sebanyak 384Wh dengan perhi- tungan efisiensi baterai 50% maka baterai bisa menyimpan daya sebesar 192Wh kemudian dikurangi daya yang digunakan inverter serta rangkaian ATS maka daya yang dapat dipergunakan di beban sebesar 164Wh. buat pembebanan lampu pijar 3pcs menggunakan total daya 45watt bisa dilakukan selama 3.64 jam, sedangkan bu- at pembebanan kipas angin 1 unit menggunakan daya 35watt bisa dilakukan selama 4.6 jam, buat ke 2 jenis beban tadi bila dipergunakan secara bersamaan maka menerima daya sebanyak 80watt serta bisa dilakukan selama 2.05 jam. Saran untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut adalah mengembangkan solar tracking sumbu tunggal menjadi solar tracking dua atau tiga sumbu sehingga dapat mengarahkan panel surya ke arah sinar matahari secara optimal sehingga energi ditangkap dalam bentuk berpori. Untuk menggunakan baterai deep cycle, usahakan memiliki kapasitas yang lebih besar sehingga dapat memaksimalkan penyimpanan energi yang diperoleh dari panel surya dan juga memaksimalkan daya keluaran yang digunakan pada beban.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada Camat Padarincang Kabupaten Serang yang dengan tangan terbuka dan penghargaan mau menerima dan memfasilitasi kegiatan pengabdian masyarakat di desa Desa Kalumpang dalam bentuk pembinaan kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTKA

Adam, L. (2016). Dinamika Sektor Kelistrikan Di Indonesia : Kebutuhan Dan Performa Penyediaan. Ekonomi Dan Pembangunan, 24no.1,29-41.https://media.neliti.com/media/publication_s/201046-dinamika-sektor-kelistrikan-di-indonesia.pdf

- Dabukke, Nurlela (2018), ” PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK KAPASITAS 50 KWP. S1” 24 Mar 2018 07:45 <https://repository.mercubuana.ac.id/41333/>
- Dwi Liestyowati, Iksal Rachman, Eliyana Firmansyah, Mujiburrohman Mujibur- rohman, ”Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt” 2022. journal.literasisains.id. Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletehan, Serang, In- donesia.
- Huda, N. (2018). Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga. Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika, 3(1), 6–10. https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/article/view/402
- M. Saleh Al Amin, Emidiana, Irine Kartik- Sa F , Yudi Irwansi, “Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengering Makanan” 2022. Volume 7, No 1, Program Studi Teknik Elektro, Universitas PGRI Palembang, Indonesia.
- Vika Azkiya Dihni. (2021). Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia Capai 1.109 kWH pada Kuartal III 2021 | Databoks. Kata Data, September,1. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/10/konsumsi-listrik-per-kapita-indonesia-capai-1109-kwh-pada-kuartal-iii-2021>