



Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Instalasi Plts *Off-Grid*

Dita Amalia¹, Hamid Abdillah², Tri Winahyu Hariyadi³

^{1,2}Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, email: damalia05.da@gmail.com, hamid@untirta.ac.id

³Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja Kota Serang, email: packtry@yahoo.com

[1] Abstrak

Indonesia adalah negara yang berpotensi mengembangkan energi surya. Di Indonesia sudah tersedia teknologi yang berfungsi mengonversi energi surya menjadi energi listrik yang dinamakan photovoltaic. Penelitian ini menggunakan panel surya monokristalin karena paling efisien dan menghasilkan daya listrik tertinggi persatuan luas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keefisienan serta kelebihan dan kekurangan dari perbandingan hasil keluaran antara solar cell yang disusun secara seri atau pun paralel agar dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Metodologi penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif, yaitu peneliti melakukan pengumpulan data lalu menarik kesimpulan dengan memberikan penjelasan dari hasil data yang diperoleh di lapangan. Peneliti melakukan analisis perbandingan dengan cara membandingkan perbedaan dari suatu kejadian. Hasil dari tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh rangkaian seri panel surya adalah sebesar 35,77 V dan 3,18 A. Hasil dari tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh rangkaian paralel panel surya adalah sebesar 17,69 V dan 6,38 A. Sementara daya yang dihasilkan oleh rangkaian seri sebesar 113,75 Watt dan rangkaian paralel sebesar 112,86 Watt. Besar hambatan pada rangkaian seri sebesar 11,25 Ω dan pada rangkaian paralel sebesar 2,77 Ω . Dilihat dari keunggulan dan efisiensinya, untuk pemasangan instalasi PLTS off-grid lebih baik dipasang secara paralel, agar apabila terjadi kerusakan, komponen yang rusak akan lebih mudah diperiksa dan beberapa panel lainnya masih dapat berfungsi dengan baik, sehingga listrik tetap mengalir. Selain itu pada rangkaian paralel hambatan yang dihasilkan lebih kecil.

Kata kunci: panel surya, monokristalin, daya, seri, paralel.

[2] Abstract

Indonesia is a country that has the potential to develop solar energy. In Indonesia, there is a technology that functions to convert solar energy into electrical energy called photovoltaic. This research uses monocrystalline solar panels because they are the most efficient and produce the highest electrical power per unit area. This study aims to determine the level of efficiency as well as the advantages and disadvantages of comparing the outputs between solar cells arranged in series or parallel to match the desired needs. The methodology of this research is descriptive and quantitative, in which the researcher collects data and draws conclusions by explaining the results of the data obtained in the field. The researcher conducted a comparative analysis by comparing the differences between an event. The voltage and currently issued by a series of solar panels is 35.77 V and 3.18 A. The results of the voltage and presently published by a parallel

series of solar panels are 17,69 V and 6.38 A. The power is produced by a series circuit of 113.75 Watt and a parallel circuit of 112,86Watt. The resistance in a series circuit is 11.25 and in a parallel circuit is 2.77. Judging from its advantages and efficiency, it is better to install off-grid PLTS installations in parallel, so that in the event of damage, damaged components will be easier to inspect, and several other panels can still function properly, so electricity continues to flow. In addition, in a parallel circuit, the resulting resistance is smaller.

Keywords: *solar panels, monocrystalline, power, series, parallel.*

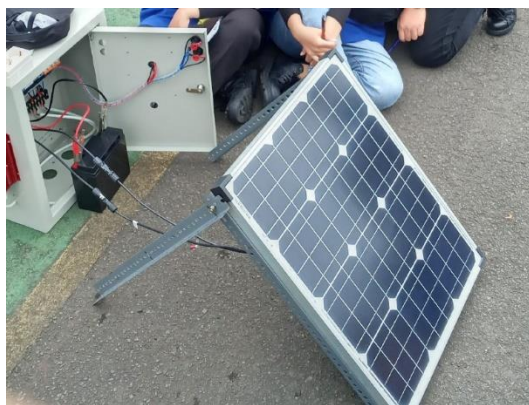
1. Pendahuluan

Konsumsi energi di setiap tahunnya semakin meningkat dikarenakan kebutuhan konsumen yang melonjak [1]. Sedangkan untuk ketersediaan fosil, minyak bumi, gas dan batu bara di Bumi stoknya mengalami penurunan atau semakin menipis dan harganya yang terus bertambah [2]. Dalam menyikapi hal tersebut, konsumen bisa saja melakukan penghematan energi, tetapi tidak bisa untuk jangka waktu yang panjang atau terus-menerus [1]. Maka solusinya adalah dengan memanfaatkan energi yang berada di sekitar kita yang dapat diperbaharui sehingga energi tersebut tidak akan ada habisnya [3].

Salah satu energi di Bumi yang dapat diperbaharui dan tidak pernah habis adalah energi surya [4]. Sinar matahari akan selalu ada setiap harinya dalam waktu yang cukup lama yaitu kurang lebih 12 jam. Pemanfaatan sinar matahari juga sangat menguntungkan dikarenakan tidak membutuhkan biaya untuk mendapatkannya, selain itu juga ramah lingkungan, yang harus dilakukan konsumen adalah dengan cara merancang alat untuk mengonversi energi matahari tersebut menjadi energi yang dapat kita gunakan sehari-hari yaitu energi listrik.

Indonesia adalah negara yang sangat berpotensi untuk mengembangkan energi surya, dikarenakan terletak di daerah yang beriklim tropis dengan insolasi sebesar 4,5 - 4,8 KWh/m² rata-rata setiap harinya [5]. Di Indonesia sendiri sudah tersedia teknologi yang berfungsi merubah energi surya menjadi energi listrik yang dinamakan photovoltaic atau biasa disebut solar *cell* atau panel surya. Akan tetapi jumlah besarnya intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya keluaran pada solar *cell*.

Terdapat dua jenis solar *cell*, yaitu monokristalin dan polikristalin. Namun, dalam penelitian kali ini yaitu menggunakan solar cell jenis monokristalin yang akan dihubungkan secara seri dan parallel. Peneliti memilih panel surya jenis monokristalin karena merupakan jenis panel yang paling efisien dan dapat menghasilkan daya listrik yang tertinggi persatuan luas [4]. Panel monokristalin memiliki efisiensi sebesar 15% [4].



Gambar 1. Ilustrasi Panel Surya Monokristalin 50 WP

Penelitian terkait solar *cell* ini sudah banyak dibahas oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Dalam pembahasan penelitian sebelumnya terdapat informasi berupa fakto-faktor yang dapat mempengaruhi hasil keluaran sola cell, diantaranya yaitu, intensitas cahaya, sudut kemiringan, temperature dan arah mata angin. Intensitas cahaya perlu diketahui untuk menentukan kapasistas dari instalasi pembangkit yang akan dipasang panel surya di daerah sekitar [6]. Perhitungan sudut kemiringan yang efektif perlu dilakukan juga karena sangat mempengaruhi terhadap hasil pengonversian energi listrik [7]. Panel surya sebaiknya didesain untuk selalu berhadapan tepat dengan arah datangnya sinar matahari [7]. Diambil dai informasi penelitian sebelumnya bahwa temperature pun dapat mempengaruhi daya keluaran panel surya. Semakin rendah temperature permukaan solar *cell* maka tingkat efisiensi daya yang dihasilkan *photovoltaic* akan semakin tinggi begitu pun sebaliknya [8]. Pada pengujian penelitian sebelumnya menyatakan apabila sudut kemiringan dikombinasikan dengan arah mata angin yang tepat maka akan meningkatkan efisiensi sistem panel surya. Panel surya yang menghadap ke arah utara dengan sudut kemiringan 30° mendapatkan nilai paling maksimal, namun untuk setiap arah mata angin yang menghasilkan daya terbesar adalah dengan sudut kemiringan 15° [9].

Berdasarkan pembahasan dari penelitian sebelumnya, maka peneliti kali ini akan menganalisa terkait perbandingan pembangkit solar *cell* yang dirangkai secara seri atau pun parallel terhadap hasil keluarannya dengan mengukur intensitas cahaya dan menghadapkan panel ke arah utara serta memperhatikan sudut kemiringan sebesar 45° dengan suhu 32°C sekitar pukul 12.00 WIB. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan serta kelebihan dan kekurangan dari perbandingan hasil keluaran antara solar cell yang disusun secara seri atau pun parallel agar dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Dalam menyusun penelitian ini, peneliti melakukan observasi langsung ke lapangan dan menganalisis setelah mendapatkan beberapa data dari hasil pengukuran. Kemudian peneliti mengambil kesimpulan terhadap hasil dari observasi lapangan.

2. Metode dan Bahan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis perbandingan, metode ini digunakan supaya dapat mempermudah peneliti dalam membandingkan sampel data yang ditemukan di lapangan observasi. Prosedur penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan perbedaan pada suatu kejadian atau fenomena untuk mencari beberapa faktor yang dapat menyebabkan hal tertentu terjadi, mengumpulkan dan menganalisis data yang diperoleh, lalu memberi kesimpulan dari hasil penelitian dengan pendekatan perbandingan. Pengambilan sampel yang diteliti pada hasil keluaran panel surya yang berlokasi di BBPLK Serang, cara pengambilan sampel ini menggunakan alat multimeter dan luxmeter. Sebelum pengambilan data, pembangkit listrik tenaga surya tipe *off-grid* ini dipasang instalasinya terlebih dahulu dari wiring hingga dapat dihubungkan ke panel surya. Pengukuran ini dilakukan secara manual dan menggunakan panel surya yang memiliki spesifikasi 50WP.

2.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

Sebelum melakukan observasi penelitian, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan saat melakukan pengujian untuk menghasilkan data. Alat dan bahan yang harus dipersiapkn dalam penelitian ini yang ada pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data spesifikasi komponen PLTS *Off-Grid* yang digunakan

| Nama | Spesifikasi |
|------------------------|-------------|
| Modul PV Monokristalin | 50 WP |
| MPPT T10 | 12/24 V |
| Baterai Aki | 12 V |
| MCB AC | 16 A |
| MCB DC | 63 A |

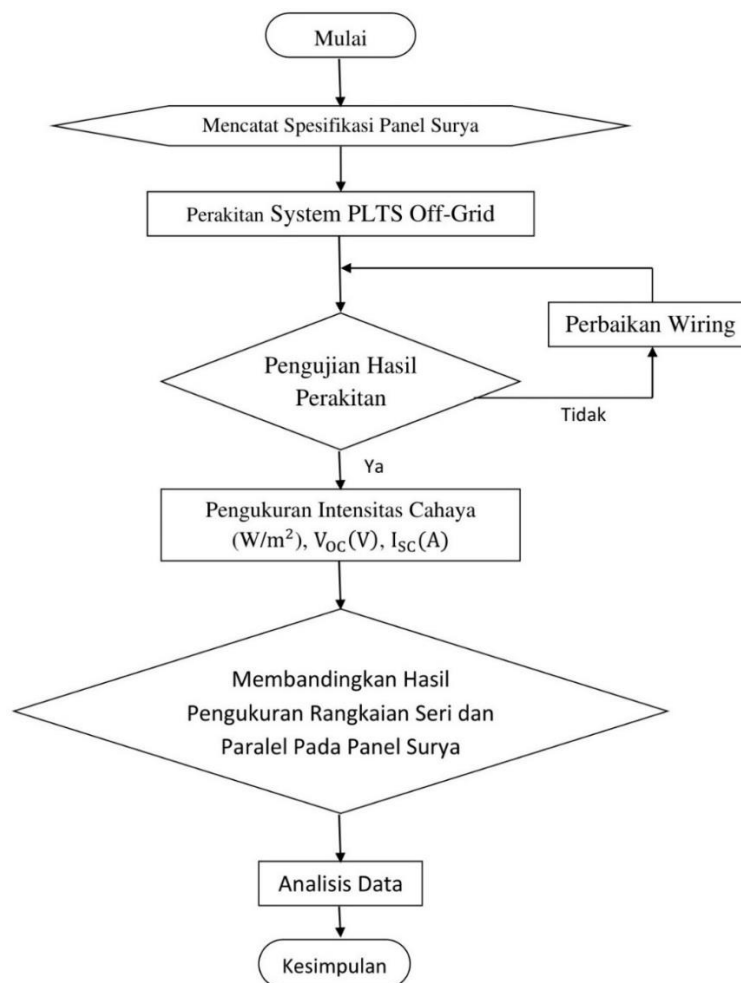
| | |
|---------------|-----------------------|
| Inverter | 500 W |
| Connector MC4 | 2,5 mm – 6 mm |
| Junction Box | 40 cm x 30 cm x 20 cm |
| Kabel Fasa | 1,5 mm |
| Kabel Netral | 1,5 mm |

2.2 Instalasi PLTS Off-Grid yang Dirangkai secara Seri

Untuk merangkai panel surya secara seri dilakukan dengan menghubungkan kutub positif (+) connector MC4 dengan kutub negatif (-) connector MC4, sebelum connector MC4 disambungkan, hubungkan baterai aki terlebih dahulu dari kabel yang terdapat pada junction box, supaya hasil konversi energinya dapat disimpan di baterai sebagai cadangan listrik untuk malam hari.

2.3 Instalasi PLTS Off-Grid yang Dirangkai secara Paralel

Untuk mendapatkan rangkaian paralel pada panel surya dengan cara menghubungkan connector MC4 dengan kutub yang sama yaitu kutub (+) dengan kutub (+), dan kutub negatif (-) dengan kutub negatif (-). Secara rinci terdapat diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil data pengamatan yang diperoleh di BBPLK Serang ini merupakan suatu langkah untuk mengetahui perbandingan rangkaian seri dan parallel pada panel surya terhadap hasil keluarannya. Pengukuran dilakukan ketika cuaca sedang cerah ber-awan dengan suhu 32°C sekitar pukul 12.00 WIB.

3.1 Rangkaian Panel Surya 50 WP

Panel surya yang digunakan disini memiliki spesifikasi daya sebesar 50 WP, dalam penelitian kali ini dilakukan pengukuran di halaman terbuka BBPLK Serang dan terkena cahaya matahari langsung. Berikut hasil data yang didapatkan di lapangan akan ditunjukkan pada tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Data Spesifikasi Panel Surya

| Nama | Spesifikasi |
|--|---------------|
| Model | GH50M-18 |
| <i>Rated Maximum Power</i> | 50 WP |
| <i>Tolerance</i> | ± 3% |
| <i>Voltage at Pmax (Vmp)</i> | 18,1 V |
| <i>Current at Pmax (Imp)</i> | 2,78 A |
| <i>Open Circuit Voltage (Voc)</i> | 22,4 V |
| <i>Short Circuit Current (Isc)</i> | 3,24 A |
| <i>Normal Operating Cell Temp (NOCT)</i> | 47 ± 2C |
| <i>Maximum System Voltage</i> | 1000 VDC |
| <i>Maximum Series Fuse Rating</i> | 15 A |
| <i>Operating Temperature</i> | -40Cto + 85°C |
| <i>Application Class</i> | Class A |
| <i>Cell Technology</i> | Mono-Si |
| <i>Weight</i> | 4,3 kg |

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Rangkaia Seri Panel Surya 50WP

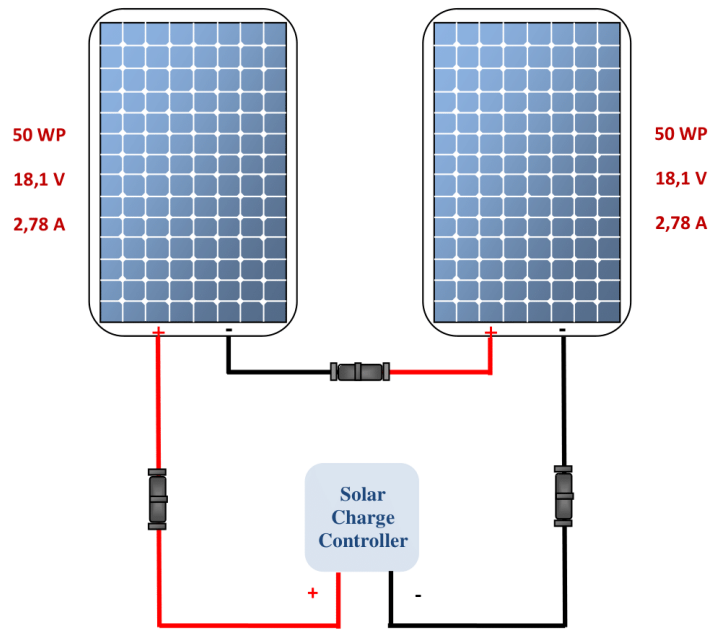
| Hubungan Panel Surya (Seri) | Intensitas Cahaya (Lux) | Suhu (°C) | Tegangan Baterai (V) | Status Charging (A) | Arus Charging (A) | Voc (V) | Isc (A) | Floating Voltage (V) | LVR (V) | LVD (V) |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| 2 panel | 5490,33 | 33 | 12,80 | √ | 2 | 35,77 | 3,18 | 13,7 | 12,6 | 10,7 |

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Rangkaia Paralel Panel Surya 50WP

| Hubungan Panel Surya (Seri) | Intensitas Cahaya (Lux) | Suhu (°C) | Tegangan Baterai (V) | Status Charging (A) | Arus Charging (A) | Voc (V) | Isc (A) | Floating Voltage (V) | LVR (V) | LVD (V) |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| 2 panel | 5490,33 | 33 | 12,80 | √ | 5 | 17,69 | 6,38 | 13,7 | 12,6 | 10,7 |

3.2 Analisa Rangkaian Seri Panel Surya

Tujuan penghubungan rangkaian secara seri untuk meningkatkan nilai tegangan keluaran dua kali lebih besar dari tegangan keluaran sel photovoltaic [10]. Dibuktikan pada tabel 2 bahwa VMPP modul surya 50 WP yaitu 18,1 V sedangkan pada tabel 3 panel surya 50WP yang dirangkai seri tegangannya bertambah sebesar 35,77 V dengan jumlah panel yang dihubungkan 2 buah. Penyusunan panel secara seri dapat memperbesar hambatan, ini diakibatkan oleh penjumlahan total hambatan dari seluruh beban yang ada.



Gambar 3. Ilustrasi Rangkaian Seri 2 Panel Surya

Untuk membandingkan antara daya keluaran rangkaian seri dan paralel, maka kita harus menghitung data yang ada dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Perhitungan besar daya pada tabel 3 yaitu,

$$P = 35,77 \text{ V} \times 3,18 \text{ A} \\ = 113,75 \text{ Watt} \dots\dots\dots (2)$$

Perhitungan besar hambatan,

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

R = Hambatan (Ω)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

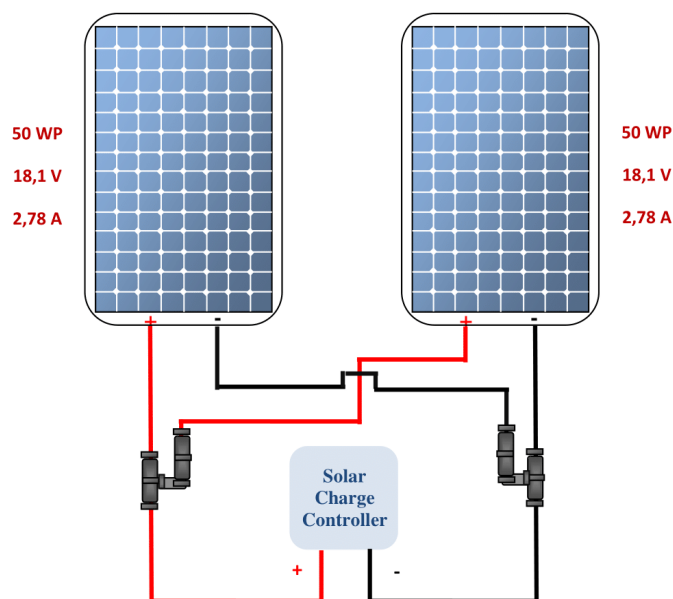
Perhitungan besar hambatan pada tabel 3 yaitu,

$$R = \frac{35,77 \text{ V}}{3,18 \text{ A}} = 11,25 \Omega \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah panel yang dihubungkan maka semakin besar daya keluaran yang dihasilkan. Keuntungan dari rangkaian seri panel surya yaitu apabila terdapat kerusakan maka lebih cepat untuk menganalisa kerusakan karena rangkaiannya yang dipasang sejajar sehingga tidak membutuhkan banyak kabel tambahan. Selain itu ada terdapat masing-masing beban teraliri arus yang jumlahnya sama besar. Namun, kekurangannya apabila salah satu rangkaian panel surya terdapat kerusakan, maka seluruh rangkaian panel surya juga tidak akan berfungsi atau aliran listrik akan berhenti. Selain itu semakin banyak jumlah panel maka hambatan yang dihasilkan juga semakin besar, ini akan menyebabkan arus *charging* akan mengalir dalam waktu yang lama.

3.3 Analisa Rangkaian Paralel Panel Surya

Panel surya yang dihubungkan secara paralel tegangannya tetap namun arusnya akan bertambah [10]. Hal tersebut dapat menjadi sebuah alasan mengapa panel surya dirangkai paralel. Pada rangkaian ini dilakukan penyusunan 2 panel surya yang dirangkai secara paralel dengan spesifikasi 50 WP, VMPP 18,1V dan IMPP 2,78 A. Setelah dihubungkan, dilakukan pengukuran dan berdasarkan hasil data pada tabel 4, tegangan yang dikeluarkan sebesar 17,69 V sementara arus sebesar 6,38 A, yang berarti arus semakin bertambah pada rangkaian ini.



Gambar 4. Ilustrasi Rangkaian Paralel 2 Panel Surya

Untuk mengetahui besar daya yang dihasilkan kita harus menghitung data tersebut dengan rumus yang sama pada pembahasan sebelumnya, yaitu;

$$P = V \times I \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Maka pada tabel 3 panel surya 50 WP perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} P &= 17,69 \text{ V} \times 6,38 \text{ A} \\ &= 112,86 \text{ Watt} \quad \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

Menghitung besar hambatan,

$$R = \frac{V}{I} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

R = Hambatan (Ω)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Perhitungan besar hambatan pada tabel 4 yaitu,

$$\begin{aligned} R &= \frac{17,69 \text{ V}}{6,38 \text{ A}} \\ &= 2,77 \Omega \quad \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diberi kesimpulan bahwa panel yang disusun secara *parallel* menghasilkan arus yang lebih besar. Namun daya yang dikeluarkan lebih kecil rangkaian *parallel* dibandingkan dengan rangkaian seri ini disebabkan karena pada saat pengambilan data, percobaan pertama kali yang dilakukan adalah penyambungan secara *parallel*, sehingga pada saat percobaan rangkaian seri arus *charging* sudah semakin bertambah dari percobaan sebelumnya yang menyebabkan daya hasil dari rangkaian seri sedikit lebih besar. Kesimpulannya daya yang dikeluarkan oleh panel surya yang dirangkai seri atau pun *parallel* pada dasarnya sama besar, apabila diukur dengan waktu yang bersamaan menggunakan alat uji coba yang mencukupi dengan spesifikasi panel dan jumlah arus *charging* yang sama besar. Namun yang membedakan disini setelah kita menghitung besar hambatan pada persamaan 8, hasil hambatannya jauh lebih kecil dibandingkan dengan hambatan rangkaian seri sebelumnya.

Terdapat kelebihan dalam panel surya yang dirangkai secara *parallel*. Apabila salah satu panel surya terdapat kerusakan, maka hanya panel tersebutlah yang tidak ada arus listrik, sedangkan panel surya yang lainnya tetap berfungsi dengan baik. Selain itu setiap komponen juga

mendapatkan tegangan yang nilainya sama besar. Namun kekurangan dari rangkaian *parallel* yaitu banyaknya kabel yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan beban yang tersedia, sehingga membuat biaya untuk instalasinya lebih besar dibandingkan rangkaian seri. Selain itu apabila terjadi kerusakan atau kesalahan pada saat pemasangan akan lebih sulit mencari penyebabnya dan harus diperiksa satu persatu pada setiap komponennya maupun beban yang sudah dihubungkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini sebagai berikut. Hasil dari tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh rangkaian seri panel surya adalah sebesar 35,77 V dan 3,18 A. Hasil dari tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh rangkaian paralel panel surya adalah sebesar 17,69 V dan 6,38 A. Sementara daya yang dihasilkan oleh rangkaian seri sebesar 113,75 Watt dan rangkaian paralel sebesar 112,86 Watt. Besar hambatan pada rangkaian seri yaitu 11,25 Ω dan pada rangkaian paralel sebesar 2,77 Ω . Ini menyatakan bahwa dari hasil daya keluaran tersebut rangkaian seri lebih besar 0,89 Watt dari rangkaian paralel yang disebabkan oleh arus charging yang terus bertambah ketika pengambilan data berlangsung. Dilihat dari keuntungan dan kerugiannya, untuk pemasangan instalasi PLTS off-grid lebih baik dipasang secara paralel, agar apabila terjadi kerusakan, komponen yang rusak akan lebih mudah diperiksa dan beberapa panel lainnya masih dapat berfungsi dengan baik, sehingga listik tetap mengalir. Namun, jika dilihat dari hasil perhitungan hambatan, rangkaian paralel jauh lebih kecil dari rangkaian seri dengan selisih 8,48 Ω , sehingga pengisian daya listrik ke baterai akan semakin cepat dan lebih efisien.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Siregar, N. Evalina, Chlish, Abdullah, and N. Zainul Haq, "Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 94–100, 2021, doi: <https://doi.org/10.30596/rele.v3i2.6492>.
- [2] H. Asy'ari, Jatmiko, and Angga, "INTENSITAS CAHAYA MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SEL SURYA," *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS*, pp. E52–E57, 2012.
- [3] Lubna, Sudarti, and Yushardi, "POTENSI ENERGI SURYA FOTOVOLTAIK SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah I*, vol. 21, pp. 76–79, 2021.
- [4] B. Hari Purwoto, E. Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, M. F. Alimul, and I. Fahmi Huda, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," Solo, 2018.
- [5] S. Sarna, R. Murniati, and S. Nojeng, "PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN TERHADAP EFISIENSI KONVERSI PHOTOVOLTAIK TIPE MONO-CRYSTALINE PADA DAERAH TROPIS," May 2021.
- [6] A. Julisman, I. D. Sara, R. H. Siregar, J. T. Elektro, and D. Komputer, "PROTOTIPE PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM OTOMASI ATAP STADION BOLA," *Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [7] A. K. Albahar and M. F. Haqi, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 8, no. 3, pp. 115–122, 2020.

- [8] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, Accessed: May 29, 2022. [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [9] I. Gusti, A. Bagus Wirajati, M. Agus, and K. Natha, “Pengaruh sudut kemiringan dan arah penempatan terhadap daya keluaran pada modul panel surya,” *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, vol. 2, pp. 5–09, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- [10] S. F. Sains, D. Teknologi, and U. Jepara, “RANCANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNISNU JEPARA,” *Jurnal DISPROTEK*, vol. 8, no. 2, pp. 75–81, 2017, [Online]. Available: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi->