

PERBANDINGAN PENGGUNAAN SOLAR CHARGE CONTROLLER JENIS PWM DAN MPPT DALAM SISTEM TENAGA SURYA

Reji Christo Samuel Litololy¹⁾, Antoni Simanjuntak²⁾, W.M.E.Wattimena³⁾

¹⁾SI Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: rchristo701@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: antoni.simanjuntak.s15@gmail.com

³⁾Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: wmewattimena273@gmail.com

Abstrak Penelitian ini didorong oleh kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi sistem tenaga listrik berbasis tenaga surya. *Solar charge controller*, khususnya tipe PWM dan MPPT, memainkan peran kunci dalam mengoptimalkan pengisian baterai dari modul surya. Dalam penelitian ini, pemahaman mendalam tentang perbedaan kinerja antara keduanya menjadi esensial. Dengan pertumbuhan teknologi energi terbarukan yang begitu pesat, pemilihan yang tepat antara PWM dan MPPT dapat berdampak signifikan pada produktivitas dan keberlanjutan sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan landasan ilmiah yang kuat bagi keputusan desain dan implementasi sistem tenaga listrik berbasis tenaga surya yang lebih efisien. Metode eksperimental digunakan untuk mengumpulkan data yang dapat memberikan pemahaman lebih mendalam tentang perbandingan keduanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi modul surya dengan menggunakan SCC MPPT lebih tinggi dibanding SCC PWM. Dari hasil pengukuran selama 4 hari, terdapat efisiensi tertinggi pada hari keempat yaitu dengan menggunakan SCC MPPT 15,55% sedangkan dengan SCC PWM sebesar 15,30%. Tegangan maksimum baterai di hari pertama menggunakan SCC MPPT 12,32V sedangkan SCC PWM 12,28V, hari kedua menggunakan SCC MPPT 12,48V sedangkan SCC PWM 12,46V, hari ketiga menggunakan SCC MPPT 12,65V sedangkan SCC PWM 12,64V dan hari keempat menggunakan SCC MPPT 12,49V sedangkan SCC PWM 12,47V

Kata kunci : Kata kunci: Modul surya, SCC, Baterai.

1. PENDAHULUAN

Permintaan energi listrik di Indonesia sangat besar dan setiap tahunnya selalu mengalami kenaikan seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk (Putranto, 2021). Maka dari itu diperlukan peran energi baru terbarukan dalam rangka menjaga ketahanan dan kemandirian energi, sekaligus mengurangi penggunaan minyak dan upaya global untuk mengurangi produksi energi fosil, khususnya emisi gas rumah kaca (Suharyati, 2019).

Indonesia dengan iklim tropis mempunyai potensi energi surya yang besar, dengan radiasi matahari rata-rata yang tinggi sepanjang tahunnya (Simanjuntak 2019). Hal ini menjadikan sistem energi surya merupakan energi baru terbarukan yang paling banyak diterapkan di Indonesia baik untuk sektor *residential*, *commercial*, *public*, maupun *industry* (Simanjuntak, 2018). Potensi energi surya di Indonesia secara umum berada pada tingkat good (baik) dimana radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m²/hari di kawasan Indonesia Barat dan 5,1 kWh/m²/hari di kawasan Indonesia Timur (Akmal, 2022). Potensi ini menjadi salah satu patokan dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Penyinaran oleh energi surya sangat dipengaruhi oleh perubahan waktu, hal ini sangat mempengaruhi tegangan dan arus keluaran modul surya (Fianti, 2020). Untuk mengoptimalkan tegangan dan arus keluaran modul surya diperlukan alat pengontrol yang dikenal dengan *solar charge controller* (SCC).

pengontrol yang dikenal dengan *solar charge controller* (SCC). Hal ini berkaitan dengan proses *charge* dan *discharge* baterai dengan tujuan untuk melindungi baterai dari *charge* berlebih dan *discharge* berlebih kemudian untuk memastikan *charge* baterai yang efisien. Penentuan SCC yang tepat akan menghasilkan proses *charge* baterai yang optimal.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan melakukan perbandingan penggunaan *solar charge controller* (SCC) jenis PWM dan MPPT dalam sistem tenaga surya yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *off-grid*.

2. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

1) Tahap I. Studi literatur dan survey data.

Tahapan ini dilakukan studi literatur dan survey data primer maupun data sekunder terkait dengan objek penelitian yang akan dilakukan, berupa hasil penelitian terdahulu dari jurnal-jurnal yang sudah terpublikasi.

2) Tahap II. Perancangan konsep konfigurasi peralatan penelitian.

Tahapan ini membuat rancangan konsep konfigurasi peralatan yakni modul surya, SCC MPPT, SCC PWM peralatan proteksi dan baterai sebagai beban listriknya.

3) Tahap III. Assembling

Tahapan ini membuat rangkaian penelitian sesuai dengan perancangan konsep yang sudah dilakukan.

4) Tahap III. Pengukuran

Tahapan ini adalah tahap eksperimen yaitu melakukan pengukuran terhadap 2 sistem modul surya yaitu sistem menggunakan SCC MPPT dan PWM. Adapaun data yang akan diperoleh dari hasil pengukuran ini yakni: Arus hubung singkat (I_{sc}), Tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), Tegangan pengisian baterai dan arus pengisian baterai. Selanjutnya dilakukan operasional beban listrik.

5) Tahap III. Perhitungan.

Perhitungan daya input, daya output dan energi listrik yang dihasilkan modul surya.

6) Tahap IV.

Pembahasan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui hasil penelitian.

7) Tahap V. Kesimpulan.

B. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel penelitian yang terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat.

a. Variabel bebas (x):

Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis SCC (x).

b. Variabel terikat (y):

Yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya keluaran modul surya (y_1) dan waktu *charging* baterai (y_2). Secara matematik hubungan variabel bebas dan variabel terikat dapat dinyatakan sebagai:

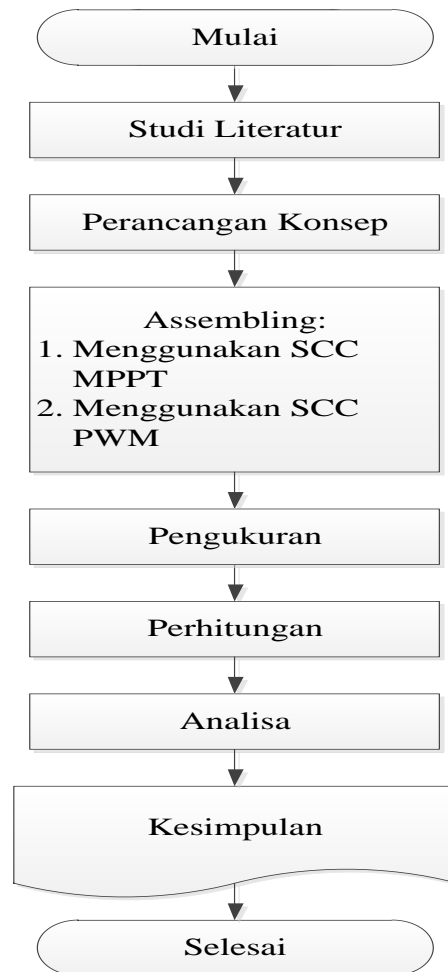
$$Y_1 = f(x)$$

$$Y_2 = f(x)$$

Dimana:

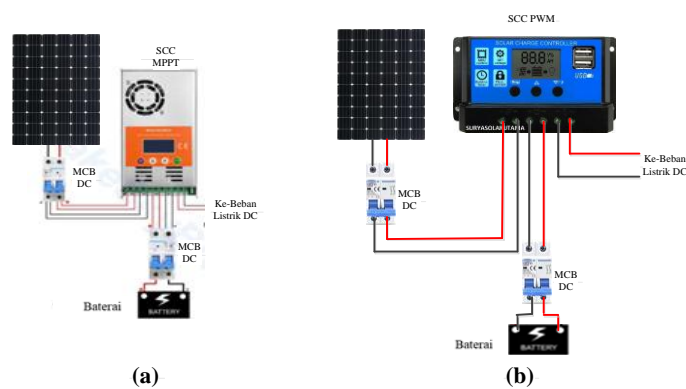
- y_1 = Daya keluaran modul surya (W).
- y_1 = Waktu *charging* baterai (Jam).
- x = jenis SCC

C. Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

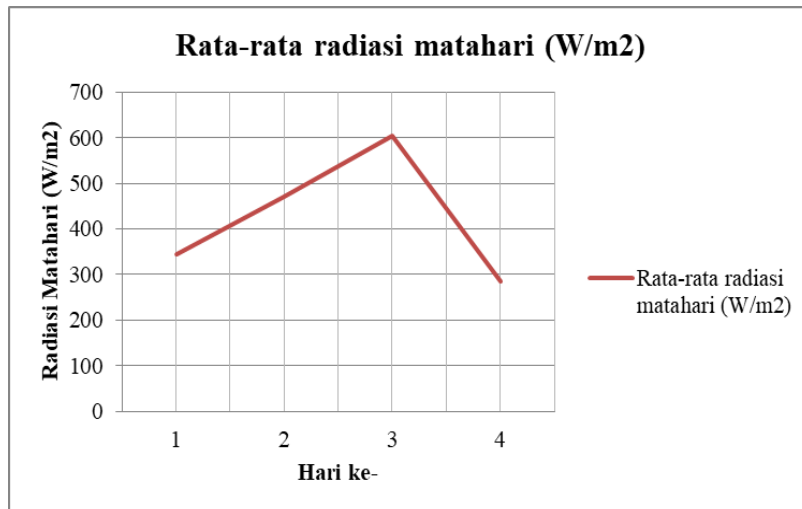
D. Alur Perancangan sistem



(a) Dengan SCC MPPT (b) Dengan SCC PWM
Gambar 2. Konfigurasi peralatan penelitian

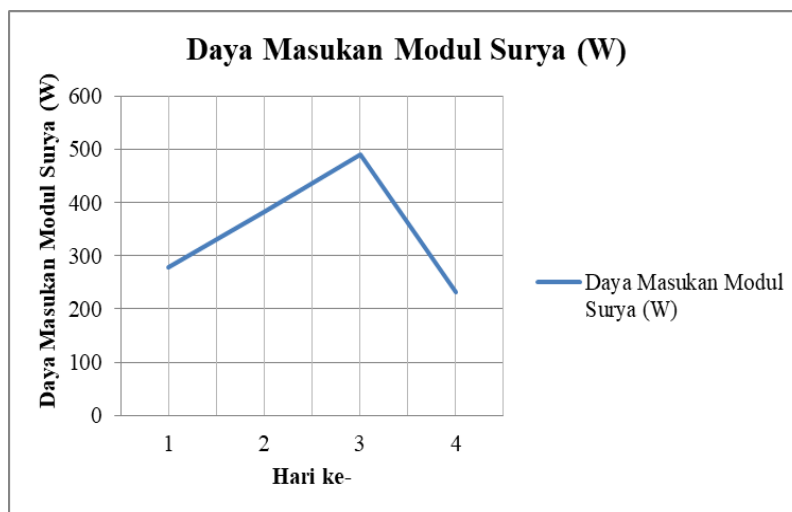
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evaluasi Dosen Pembimbing Dan Penguji



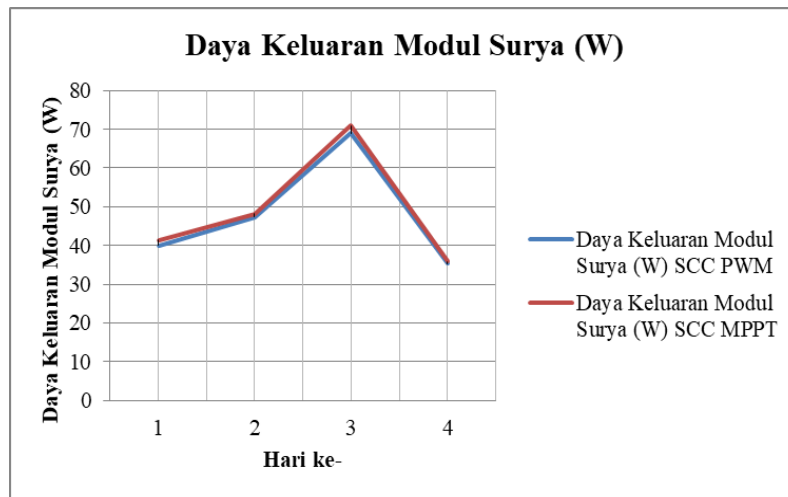
Gambar 3. Grafik rata – rata radiasi matahari

Grafik pada gambar 3 merupakan nilai radiasi matahari per hari selama 4 hari. Dari grafik tersebut ditunjukkan bahwa radiasi matahari tertinggi terdapat pada hari ketiga penelitian yaitu sebesar $604,99 \text{ W/m}^2$ dan terendah ada di hari keempat sebesar $285,11 \text{ W/m}^2$. Hal ini sangat dipengaruhi beberapa faktor yaitu temperatur modul surya, suhu lingkungan, awan, tingkat kecerahan matahari.



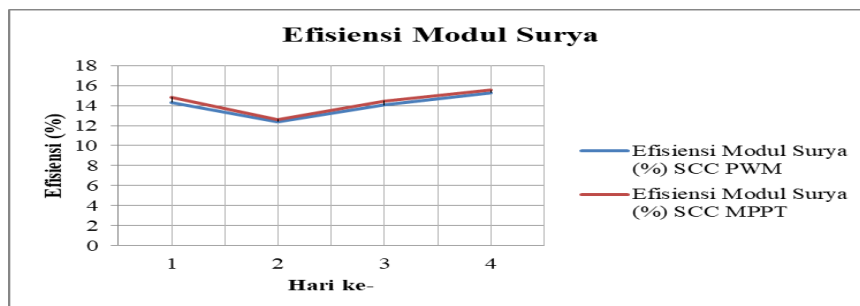
Gambar 4. Grafik daya masukan modul surya (W)

Gambar 4 merupakan grafik daya masukan modul surya. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tren daya masukan modul surya dan grafik radiasi matahari relatif sama. Hal ini disebabkan karena daya masukan modul surya ditentukan oleh nilai radiasi matahari yang diterima modul surya dan luasan modul surya. Semakin tinggi radiasi matahari, maka semakin tinggi daya masukan modul surya dan sebaliknya semakin rendah radiasi matahari, maka semakin rendah daya masukan modul surya.



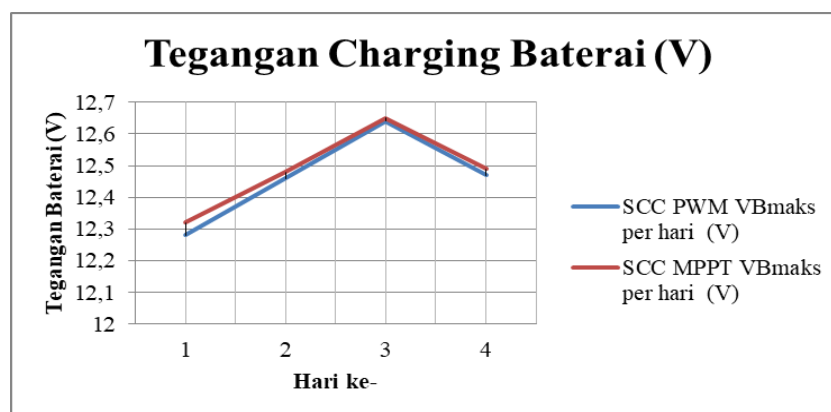
Gambar 5. Grafik keluaran masukan modul surya (W)

Gambar 5 merupakan grafik efisiensi modul surya menggunakan SCC PWM dan MPPT. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa efisiensi modul surya menggunakan SCC MPPT lebih tinggi dibanding SCC PWM. Hal ini disebabkan daya keluaran modul surya menggunakan SCC MPPT lebih besar dibanding SCC PWM sedangkan daya masukan kedua modul surya tersebut sama.



Gambar 6. Grafik efisiensi modul surya (W)

Gambar 6 merupakan grafik efisiensi modul surya menggunakan SCC PWM dan MPPT. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa efisiensi modul surya menggunakan SCC MPPT lebih tinggi dibanding SCC PWM. Hal ini disebabkan daya keluaran modul surya menggunakan SCC MPPT lebih besar dibanding SCC PWM sedangkan daya masukan kedua modul surya tersebut sama.



Gambar 7. Grafik tegangan charging baterai (V)

Gambar 7 merupakan grafik tegangan *charging* maksimum baterai per hari. Grafik tersebut memperlihatkan nilai tegangan maksimum yang dapat diisi oleh modul surya dari jam 08:00 WIT sampai dengan jam 17:00 WIT. Nilai tegangan *charging* maksimum baterai per hari berbeda – beda, namun dapat dilihat, bahwa tegangan *charging* pada modul surya menggunakan SCC MPPT lebih baik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Efisiensi modul surya di hari pertama menggunakan SCC MPPT 14,85% sedangkan SCC PWM 14,34%, hari kedua SCC MPPT 12,63% sedangkan SCC PWM 12,39, hari ketiga SCC MPPT 14,46% sedangkan SCC PWM 14,06% dan hari keempat SCC MPPT 15,55% sedangkan SCC PWM 15,3%. Dengan demikian efisiensi modul surya menggunakan SCC MPPT lebih besar dibanding efisiensi menggunakan SCC PWM.
- 2) Tegangan maksimum baterai di hari pertama menggunakan SCC MPPT 12,32V sedangkan SCC PWM 12,28V, hari kedua menggunakan SCC MPPT 12,48V sedangkan SCC PWM 12,46V, hari ketiga menggunakan SCC MPPT 12,65V sedangkan SCC PWM 12,64V dan hari keempat menggunakan SCC MPPT 12,49V sedangkan SCC PWM 12,47V

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Kadir, M. Z. A., & Rafeeu, Y. (2010). A review on factors for maximizing solar fraction under wet climate environment in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2243–2248.
- Adha, H. (2022), Tinjauan Kapasitas Panel Surya 410 Wp Pada Sistem Lemari Pembeku, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik, Vol-2 No.2*.
- Apriando, T., (2014), Lemari Pendingin Energi Surya, Solusi Ramah Lingkungan Bagi Nelayan, Mongabay, *situs Berita Lingkungan*.
- Akmal., dkk. (2022), Uji Eksperimental Modul Surya 130 Wp Untuk Suplai Listrik Lemari Pendingin Vaksin Di Daerah Terpencil, Vol-1 No.1.
- Cakrawati Sudjoko, (2021), Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon, *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, Vol. 2 No 2 pp. 54-68
- Gultom T. T, 2015. Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya, *Jurnal Dunia Ilmu, Vol-1 No. 3*.
- Humas EBTKE, (2020), Transisi Energi Mutlak Diperlukan, <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak.diperlukan?lang=en>, diakses 25 Agustus 2023, pukul 12.40 WIT.
- IESR, (2020), *Transportasi darat sumbang emisi tertinggi dari total emisi gas rumah kaca sektor transportasi di Indonesia*, <https://iesr.or.id/kendaraan-listrik-dan-dekarbonisasi-sektor-transportasi-darat-indonesia>, diakses 28 Agustus 2023, pukul 15.00 WIT.
- I. P. Dharmawan, I. N. S. Kumara, I. N. Budiastara, (2021), Perkembangan infrastruktur Pengisian baterai kendaraan listrik Di Indonesia, *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 8, No. 3
- Meita Rumbayan, M. et al., (2012), Mapping of Solar Energy Potential in Indonesia Using Artificial Neural Network and Geographical Information System, *ELSEVIER, Volume 16, issue 3, Pages 1437-1449*.
- Mustofa et all., 2016. Komparasi Modul Surya Monocrystalline, Polycrystalline Dan Paralel Poly-Monocrystalline Pada Photovoltaic Thermal, *Jurnal MEKTRIK* Vol. 3 No. 2.
- Nuruddin, M., dkk. (2016), Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Kotak Pendingin (*Cool Box*), *Jurnal Teknik Energi, Vol-6 No.2*.
- Nyoman S. Kumara, (2010), Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban Dan Ketersediaannya Di Indonesia, *Jurnal Teknik Elektro, Vol.9, No.1*.