

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER BERBASIS ARDUINO

### DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER BASED ON ARDUINO

Andre Suryaputra<sup>1</sup>, Wahmisari Priharti, M.Sc., Ph.D.<sup>2</sup>, Ig. Prasetya Dwi Wibawa, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[andresurya@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:andresurya@student.telkomuniversity.ac.id)<sup>1</sup>, [wpriharti@telkomuniversity.ac.id](mailto:wpriharti@telkomuniversity.ac.id)<sup>2</sup>,  
[prasdwiwibawa@telkomuniversity.ac.id](mailto:prasdwiwibawa@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>

#### Abstrak

Pemanfaatan energi surya saat ini belum maksimal dikarenakan oleh efisiensi panel surya yang beragam. Hal tersebut dikarenakan oleh perbedaan pada nilai intensitas sinar matahari, perbedaan bahan yang digunakan, temperatur lingkungan, dan luas panel surya. Oleh karena itu, sebuah sistem yang dapat menentukan titik daya maksimum panel surya sangat dibutuhkan agar daya yang dihasilkan dapat optimal. Pada tugas akhir ini, dirancang sebuah sistem solar charge controller maximum power point tracking (MPPT) berbasis arduino dengan perturb and observe (P&O) algorithm yang diharapkan dapat memaksimalkan keluaran daya dari panel surya. Parameter yang diukur dalam tugas akhir ini adalah tegangan, arus, dan daya yang dikeluarkan oleh panel surya maupun yang sudah di optimalisasi oleh solar charge controller. Berdasarkan hasil pengujian tanpa menggunakan MPPT P&O didapatkan efisiensi sebesar 77.76% dan untuk pengujian dengan menggunakan MPPT P&O sebesar 78.14%.

**Kata Kunci:** arduino, maximum power point tracking, solar charge controller

#### Abstract

The utilization of solar energy has not maximized yet due to the various efficiency of solar panels. It is due to the difference of sunlight intensity, the difference in material used, the temperature of surroundings, and the width of solar panel. Thus, a system that can determine the maximum power point of solar panel is needed, so that can produce optimal power. In this final project, an Arduino-based maximum power point tracking (MPPT) solar charge controller system with perturb and observe (P&O) algorithm is designed, expected to maximize the power output of solar panel. Parameters measured are voltage, current, and power produced by solar panel, or those that have been optimized by the solar charge controller. According to the experiment data without MPPT P&O, 77.76% efficiency is obtained, and for the with MPPT P&O experiment, 78.14% efficiency is obtained.

**Keywords:** arduino, maximum power point tracking, solar charge controller

#### 1. Pendahuluan

Energi listrik saat ini telah menjadi suatu kebutuhan pokok bagi setiap orang. Tetapi, persediaan listrik yang ada belum tersebar secara merata. Oleh karena itu, perlu adanya sumber energi listrik alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu energi terbarukan yang dapat dijadikan sebagai energi alternatif di Indonesia adalah energi surya dikarenakan Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, maka hal ini menyebabkan hampir setiap harinya Indonesia mendapatkan pancaran sinar matahari.

Dalam memanfaatkan energi surya, penggunaan panel surya dirasa cukup potensial. Karena sumber energinya berkelanjutan, ramah lingkungan, biaya operasional dan perawatan murah, dan dapat digunakan lebih dari 20 tahun [1]. Panel surya merupakan kumpulan sel surya yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik [2]. Namun, pemanfaatan panel surya sendiri dirasa kurang maksimal dikarenakan oleh efisiensi dari panel surya yang beragam.

Dalam pengoperasiannya, efisiensi dari panel surya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di mana panel tersebut diletakkan. Selain itu juga, komponen listrik yang digunakan panel surya pun dapat mempengaruhi performa panel surya [3]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat menentukan titik daya maksimum panel surya.

Pada tugas akhir ini, akan dirancang sebuah sistem solar charge controller berbasis arduino menggunakan maximum power point tracking (MPPT) dengan metode perturb and observe (P&O) algorithm. MPPT digunakan untuk memaksimalkan daya tegangan yang dikeluarkan dari sumbernya [4]. Sedangkan P&O algorithm digunakan untuk meningkatkan atau menurunkan tegangan keluaran dari panel surya secara berkala dan kemudian membandingkan keluaran yang diperoleh secara bersamaan dengan keluaran yang diperoleh pada siklus sebelumnya [5].

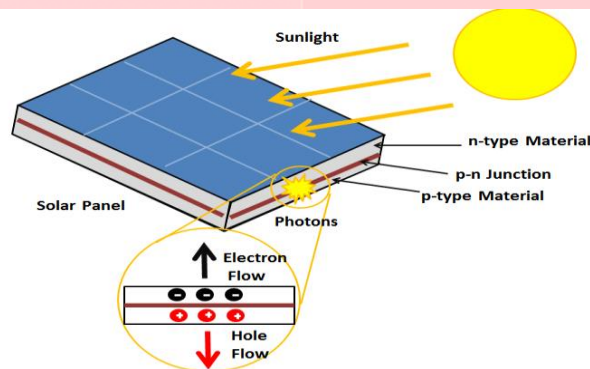
Diharapkan dengan dirancangnya alat ini dapat memberikan kemudahan dalam memaksimalkan efisiensi daya yang dihasilkan oleh panel surya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Fotovoltaik

Fotovoltaik merupakan suatu teknologi konversi yang mengubah cahaya menjadi listrik secara langsung dan peristiwa ini dikenal sebagai efek fotolistrik [6]. Selain itu, fotovoltaik adalah teknologi yang menghasilkan tenaga arus listrik searah (DC) yang diukur dalam Watt (W) atau kiloWatts (kW) dari semikonduktor ketika disinari oleh foton [7]. Selama cahaya bersinar pada sel surya, maka sel surya akan menghasilkan tenaga listrik. Ketika tidak terkena cahaya matahari, sel surya tidak akan menghasilkan tenaga listrik.

Prinsip kerja dari fotovoltaik seperti yang terdapat pada Gambar 2.1, dua semikonduktor tersebut memiliki tiga daerah berbeda. Daerah pertama, tipe P membawa muatan positif (hole) berlebih dalam struktur atomnya. Daerah kedua, tipe N membawa muatan negatif (elektron) berlebih dalam struktur atomnya. Daerah ketiga, daerah deplesi (P-N junction) [6].

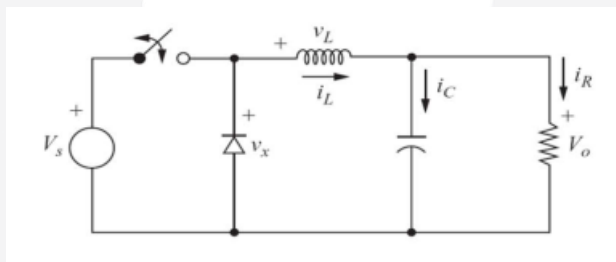


Gambar 2.1 Ilustrasi Prinsip Kerja Fotovoltaik

### 2.2 Step Down Converter (Buck Converter)

Buck converter merupakan DC-DC converter yang (saat meningkatkan arus) menurunkan tegangan dari input (pasokan) ke output (beban). Komponen utama pada konverter ini adalah transistor, dioda, kapasitor (sebagai penyimpan energi) dan induktor. Untuk mengurangi ripple tegangan, ada filter yang terbuat dari kapasitor atau dengan induktor dan ditambahkan ke output konverter tersebut [8].

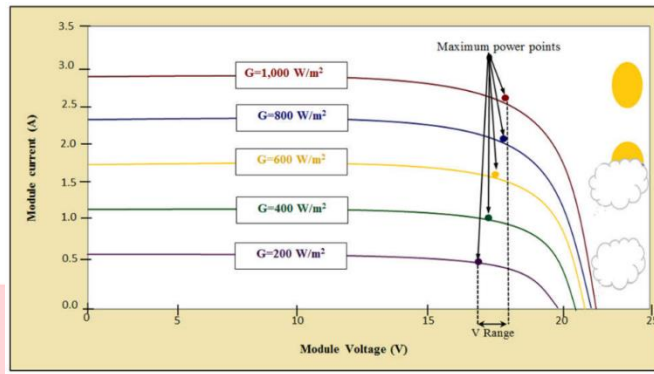
Buck converter bertindak sebagai konverter switching yang memberikan efisiensi daya yang jauh lebih tinggi sebagai DC-DC converter daripada regulator linier.



Gambar 2.2 Topologi Buck Converter

### 2.3 Maximum Power Point Tracking

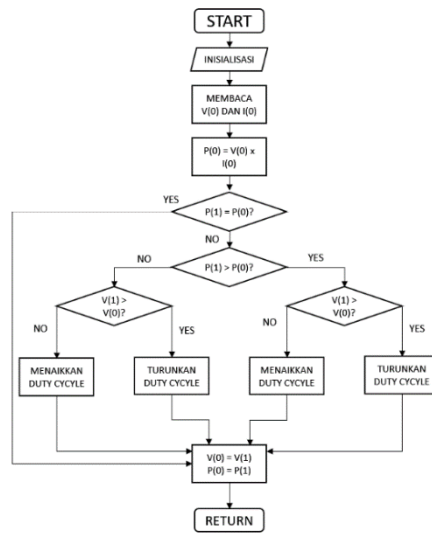
Kurva daya-tegangan atau arus-tegangan panel surya, ada titik operasi puncak dimana panel surya memberikan daya maksimum yang memungkinkan ke beban. Titik unik ini disebut maximum power point (MPP) dari panel surya. Sifat fotovoltaik membuat kurva (daya-tegangan atau arus-tegangan) bergantung pada suhu dan radiasi (fluks energi radiasi per unit area). Dengan kata lain, tergantung pada jumlah cahaya matahari per satuan luas panel, kurva akan bervariasi sehingga titik puncak atau MPP akan bervariasi. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa arus dan tegangan operasi yang memaksimalkan keluaran daya akan berubah sesuai dengan kondisi lingkungan [8].



Gambar 2.3 Maximum Power Point pada Kondisi Cahaya Matahari yang berbeda-beda

### 2.3 Perturb and Observe (P&O)

Metode P&O adalah pendekatan yang banyak digunakan untuk menentukan MPP. Dalam metode ini, pengontrol menyesuaikan tegangan dengan jumlah kecil dan mengukur daya. Jika daya meningkat, maka ada penyesuaian lebih lanjut yang dibuat hingga daya tidak lagi meningkat. Metode ini bekerja dengan mengganggu sistem dengan menambah atau mengurangi tegangan operasi modul fotovoltaik dan mengamati dampaknya pada daya output yang disediakan oleh modul [8].

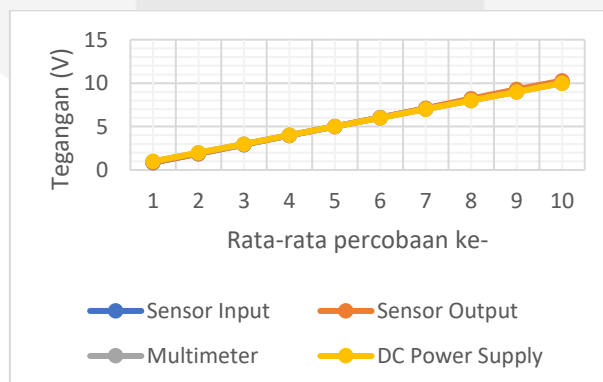


Gambar 2.4 Diagram Alir P&O

## 3. Pembahasan

### 3.1 Kalibrasi Sensor Tegangan

Kalibrasi sensor tegangan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar error dan akurasi yang didapatkan dari sensor tegangan yang digunakan. Hasil pengukuran sensor tegangan dibandingkan dengan hasil pengukuran oleh multimeter.

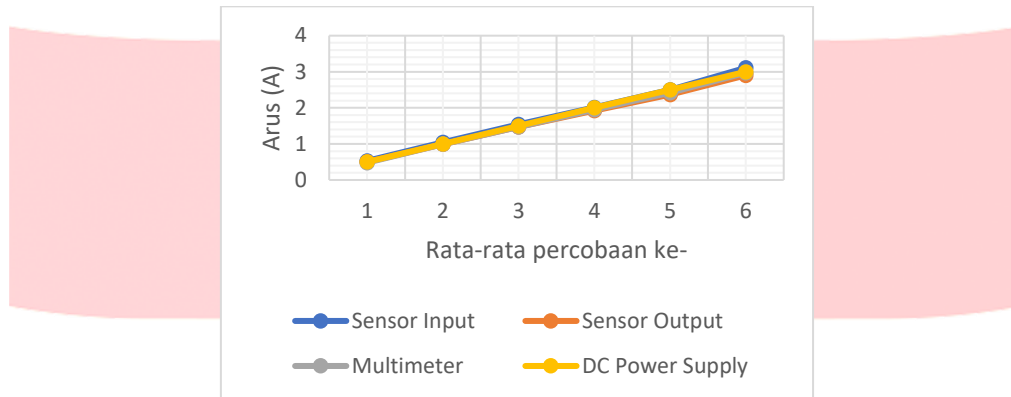


Gambar 3.1 Grafik Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan

Berdasarkan pada gambar 3.1 pengukuran sensor tegangan dengan multimeter tidak terdapat perbedaan yang signifikan yang artinya sensor tegangan berfungsi dengan baik. Dengan nilai akurasi dan error yang didapat untuk masing-masing sensor sebesar  $97.04\% \pm 2.96\%$  dan  $96.87\% \pm 3.13\%$ .

### 3.2 Kalibrasi Sensor Arus

Kalibrasi sensor arus dilakukan untuk mengetahui seberapa besar error dan akurasi yang didapatkan. Dari sensor arus yang digunakan. Hasil pengukuran sensor arus dibandingkan dengan hasil pengukuran multimeter.

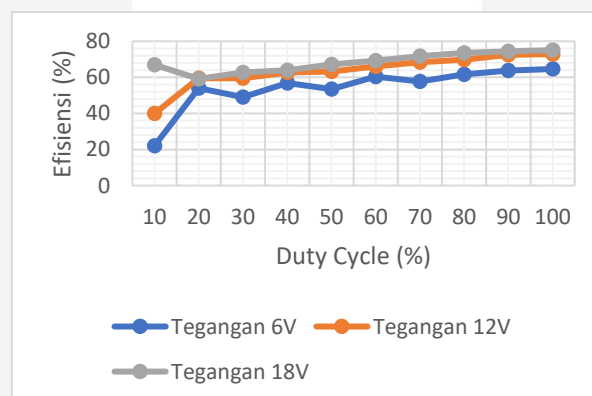


**Gambar 3.2** Grafik Hasil Kalibrasi Sensor Arus

Berdasarkan pada gambar 3.2 pengukuran sensor arus dengan multimeter tidak terdapat perbedaan yang signifikan yang artinya sensor tegangan berfungsi dengan baik. Dengan nilai akurasi dan error yang didapat untuk masing-masing sensor sebesar  $97.20\% \pm 2.80\%$  dan  $97.43\% \pm 2.57\%$ .

### 3.3 Pengujian Buck Converter Berdasarkan Nilai Duty Cycle

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah buck converter yang dirancang telah berjalan dengan baik atau belum. Nilai duty cycle dimulai dari 10%-100% pada tegangan 6V, 12V, dan 18V.

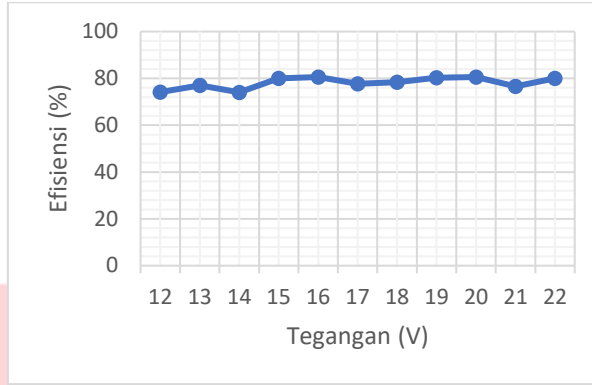


**Gambar 3.3** Grafik Hasil Pengujian Duty Cycle

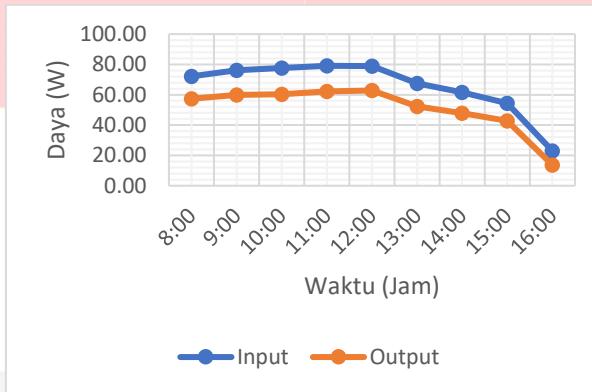
Berdasarkan pada gambar 3.2 hasil yang didapatkan saat pengujian duty cycle mengalami kenaikan pada setiap nilai duty cycle yang diberikan. Nilai efisiensi yang didapatkan sebesar 62.05%.

### 3.4 Pengujian Tanpa MPPT P&O

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi yang dihasilkan jika tidak menggunakan MPPT P&O.



**Gambar 3.4** Pengujian DC Power Supply

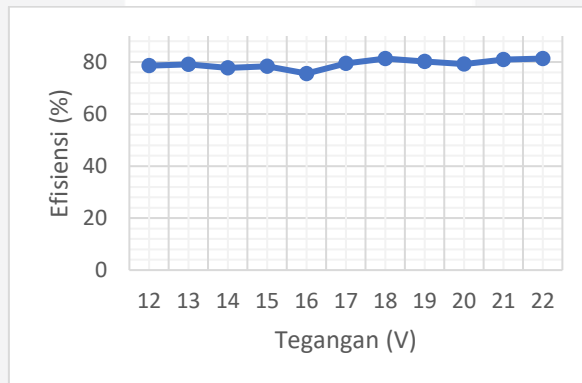


**Gambar 3.5** Rata-rata Hasil Pengujian Panel Surya Selama 3 Hari

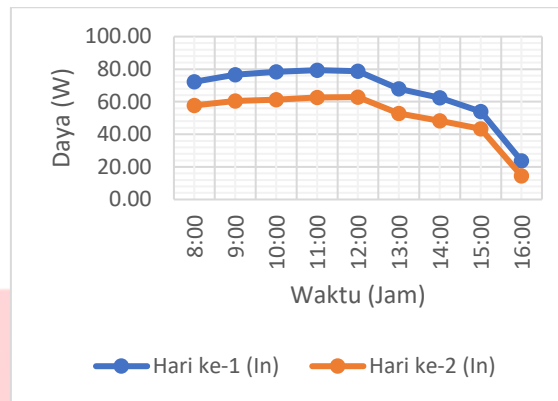
Berdasarkan gambar 3.4 dan gambar 3.5 efisiensi yang dihasilkan sebesar 78.95% untuk pengujian menggunakan DC Power Supply dan 77.76% untuk pengujian menggunakan panel surya.

**3.5 Pengujian dengan MPPT P&O**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi yang dihasilkan jika menggunakan MPPT P&O.



**Gambar 3.4** Pengujian DC Power Supply



**Gambar 3.5** Rata-rata Hasil Pengujian Panel Surya Selama 3 Hari

Berdasarkan gambar 3.4 dan gambar 3.5 efisiensi yang dihasilkan sebesar 79.62 % untuk pengujian menggunakan DC Power Supply dan 78.14% untuk pengujian menggunakan panel surya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan pengambilan data maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan rata-rata akurasi dan *error* dengan nilai masing-masing adalah  $97.04\% \pm 2.96\%$  &  $96.87\% \pm 3.3\%$  (Sensor Tegangan) dan  $97.20\% \pm 2.80\%$  &  $97.43\% \pm 2.57\%$  (Sensor Arus).
2. Rata-rata efisiensi dari *buck converter* yang dirancang mencapai 62.05%.
3. Dalam percobaan MPPT dan non-MPPT, didapatkan nilai efisiensi sebesar 79.62% & 78.95% (*power supply*) dengan kenaikan daya sebesar 0.84% dan 78.14% & 77.76% (panel surya) dengan kenaikan daya sebesar 0.48%.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Sukandarrumidi et al. 2015. Energi Terbarukan – Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [2] Buyung, I. and Azizi, K. “Portable Power Plan Solar Cell”. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST). 2016.
- [3] Celik, A. N. and Acikgoz, N. “Modelling and Experimental Verification of the Operating Current of Mono Crystalline Photovoltaic Modules using Four- and Five Parameter Models”. Applied Energi 84 (2007), 1-15.
- [4] Harits, M. et al. “Perancangan dan Implementasi MPPT Charge Controller pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler untuk Pengisian Baterai Sepeda Listrik”. e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.3 (2017): 3164-3170.
- [5] Pathare, M. et al. “Designing and Implementation of Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller”. International Conference on Nascent Technologies in the Engineering Field (ICNTE). 2017.
- [6] Hamdi. 2016. *Energi Terbarukan*. Jakarta: KENCANA.
- [7] Luque, A. and Hegedus, S. 2003. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- [8] Das, A. et al. *Design of an Arduino based Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller*. 2016.