



Optimasi Sistem Photovoltaik Menggunakan Konverter Cuk Berbasis Metode *Simple Perturb and Observe*

Tatit Sulis¹, Fathoni², Ratna Ika Putri³

^{1,2,3}Teknik Elektronika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

¹tatitsulis96@gmail.com*, ³ratna.ika@polinema.ac.id

Abstract

Considering that Indonesia is a tropical country, the availability of solar energy is abundant during the dry season which lasts for 6 months. Photovoltaic can be used as a source of electrical energy in remote areas that are still not reached by PLN. The circuit of choice was chosen because it is able to lower and increase the source voltage of the 200WP photovoltaic. The advantage of the cuk converter is that it is able to reduce the ripple at the PV output which can cause the voltage to reach a constant long time. The well-known method is the perturb and observation (P&O) method in the P&O method, PWM is used to control the converter and control the desired voltage. Based on the test, the input voltage of 12V power supply with a duty cycle of 10% produces a voltage of 1.99V. Meanwhile, the test results for the 12V power supply input, with a duty cycle of 60%, produce a voltage of 11.59V. So that the application of P&O on the choke is considered to be quite effective in the photovoltaic system with fairly stable results and an average output voltage of 23,848 Volts.

Keywords: Photovoltaic, Cuk Converter, PWM, P&O.

Abstrak

Mengingat indonesia adalah negara tropis maka ketersediaan energi matahari yang cukup melimpah pada saat musim kemarau yang berlangsung selama 6 bulan. Photovoltaik dapat digunakan sebagai sumber energi listrik di daerah terpencil yang masih belum terjangkau oleh PLN. Rangkaian konverter cuk dipilih karena mampu menurunkan dan menaikkan tegangan sumber dari photovoltaik 200WP. Kelebihan cuk konverter yaitu mampu mengurangi *ripple* pada keluaran PV yang dapat menyebabkan tegangan akan lama mencapai konstan. Metode yang terkenal adalah metode *perturb and observe* (P&O) dalam metode P&O, PWM digunakan untuk mengontrol konverter dan mengontrol tegangan yang di inginkan. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan masukan *power supply* 12V dengan *duty cycle* 10% menghasilkan tegangan 1.99V. Sementara hasil pengujian masukan power supply 12V, dengan *duty cycle* 60% menghasilkan tegangan 11.59V. Sehingga penerapan *P&O* pada konverter cuk dirasa cukup efektif pada sistem photovoltaik dengan hasil yang cukup stabil dan rata-rata keluaran tegangan 23,848 Volt.

Kata kunci: Photovoltaik, Konverter cuk, PWM, P&O.

Diterima Redaksi : 24-05-2021 | Selesai Revisi : 21-06-2021 | Diterbitkan Online : 30-06-2021

1. Pendahuluan

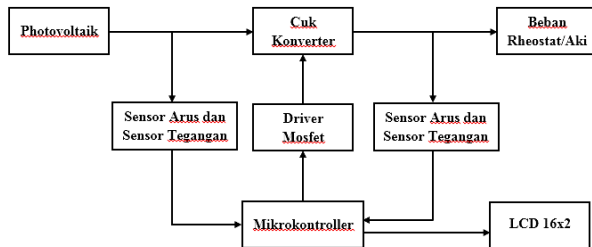
Teknologi PV (Photovoltaik) di dunia industri indonesia sudah banyak digunakan[1], Mengingat indonesia merupakan negara tropis sehingga ketersediaan energi matahari yang cukup melimpah[9]. Photovoltaik dapat digunakan sebagai sumber energi listrik di daerah yang belum terjangkau PLN[2], daya yang dihasilkan oleh photovoltaik dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, suhu matahari, faktor geografi[3]. Maka diperlukan sistem kontrol yang mampu melacak titik daya maksimum[10]. Teknik MPP (*Maximum Power Point*) adalah sebuah teknik mendapatkan daya maksimum disetiap kondisi yang berbeda – beda[4].

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menentukan titik daya maksimal, salah satunya metode *perturb and Observe* (P&O), metode P&O mempunyai algoritma untuk mencapai daya yang maksimal. Metode P&O bekerja dengan cara mencari gangguan pada tegangan atau arus pada daya keluaran PV dan mengevaluasi daya keluaran PV dengan siklus perturbasi sebelumnya[5] serta metode P&O memiliki kemampuan *self tuning* dapat mencapai daya maksimum[6]. Untuk dapat mencapai daya maksimum dengan cara mengatur *duty cycle* pada dc-dc converter[11], dengan menggunakan rangkaian cuk converter lalu rangkaian cuk converter diaplikasikan pada PV[8]. Cuk converter mempunyai beberapa kelebihan yaitu salah satunya

mampu mengurangi *ripple* pada keluaran PV yang dapat menyebabkan tegangan akan lama mencapai konstan[7].

2. Metode Penelitian

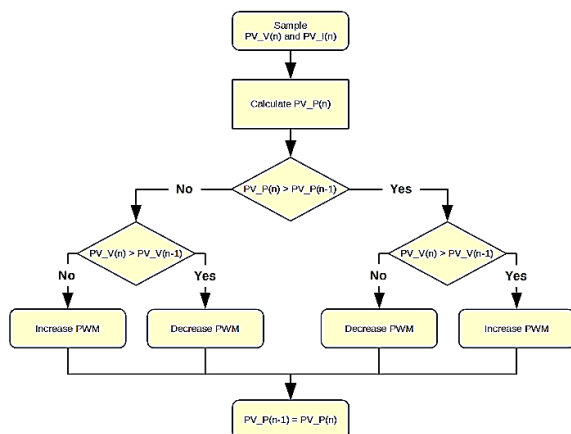
2.1. Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok

Blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu Photovoltaik mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang berupa arus dan tegangan. Arus dan tegangan akan masuk ke konverter cuk. Dikarenakan hasil arus dan tegangan dari photovoltaik tidak stabil, tergantung intensitas matahari, untuk memperoleh daya yang maksimum maka digunakan metode *Perturb and Observe* (P&O) untuk mengatur *duty cycle* pada konverter cuk. Ketika tegangan yang dihasilkan dari photovoltaik lebih besar dari keluaran yang diinginkan maka konverter cuk akan menaikkan *duty cycle* untuk menurunkan keluaran sesuai dengan keluaran yang diinginkan, begitupun sebaliknya ketika keluaran kurang dari keluaran yang diinginkan. Konverter cuk akan menurunkan *duty cycle* agar keluaran naik sesuai dengan keluaran yang diinginkan. Hal ini terjadi terus menerus hingga keluaran yang diinginkan menjadi konstan. Metode P&O yang ada didalam mikrokontroler akan mengatur nilai *duty cycle* yang dibutuhkan oleh konverter cuk berdasarkan arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor arus dan tegangan. Hasil masukan dan keluaran ditampilkan di LCD 16x2.

2.2. Perancangan Perturb and Observe



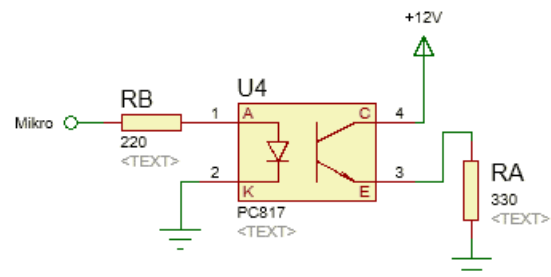
Gambar 2. Flowchart P&O

Metode *perturb and observe* (P&O) merupakan metode yang bekerja dengan cara membandingkan nilai daya

yang didapat sekarang dengan nilai daya yang sebelumnya. Dari *flowchart* algoritma P&O seperti pada Gambar 2, Sample PV_V(n) and PV_I(n), merupakan pembacaan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh PV sehingga dapat di kalkulasikan menjadi daya PV_P(n). Jika telah mencapai titik daya yang diinginkan maka akan mengoreksi tegangan PV_V(n). Jika tegangan kurang dari yang diinginkan maka PWM dinaikkan. Jika tegangan lebih dari yang diinginkan maka PWM diturunkan.

2.3. Perancangan Driver Mosfet

Untuk mengaktifkan mosfet pada konverter cuk maka diperlukan driver mosfet untuk mengaktifkannya. Perancangan rangkaian driver mosfet menggunakan optocoupler PC817 seperti pada Gambar 4. Driver mosfet berfungsi untuk mengaktifkan switching mosfet dengan cara menghubungkan driver mosfet antara keluaran pin mikrokontroler dengan pin gate mosfet.



Gambar 3. Rangkaian Driver Mosfet

Untuk mengetahui besaran komponen yang digunakan RA dan RB pada rangkaian driver mosfet maka dapat menggunakan persamaan yaitu :

Perhitungan Mencari Nilai Hambatan RA

$$RA = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_f} \quad (1)$$

$$RA = 300\Omega$$

Pada rangkaian *Driver Mosfet* menggunakan resistor 330 Ohm karena terdapat dipasaran.

Perhitungan Mencari Nilai Hambatan RB

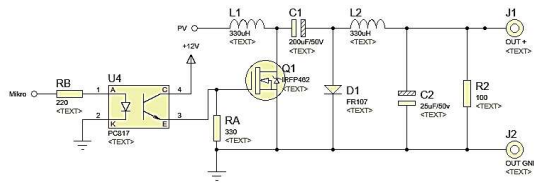
$$RB = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f} \quad (2)$$

$$= 170\Omega$$

Pada rangkaian *Driver Mosfet* menggunakan resistor 220 Ohm karena terdapat dipasaran.

2.4. Perancangan Konverter cuk

Konverter cuk merupakan salah satu jenis rangkaian penaik atau penurun tegangan yang memiliki karakteristik seperti rangkaian *buckboost*. Hasil keluaran tegangan *output* mempunyai polaritas yang berkebalikan dengan tegangan *input*.



Gambar 4. Rangkaian Konverter cuk

Untuk dapat mengetahui besaran komponen yang digunakan seperti mosfet, *duty cycle*

Perhitungan Nilai *Duty Cycle* Minimal dan Maksimal

$$\begin{aligned} V_o &= V_{in} \frac{D}{1-D} \\ 24 - 24D &= 36D \\ 24 &= 60D \\ D &= 0.4 \end{aligned} \quad (4)$$

Perhitungan Nilai Induktor

$$\begin{aligned} L1 &= \frac{V_{out}(1-D)T_s}{\Delta I_{L1}} \\ L1 &= 232.258 \mu H \end{aligned} \quad (5)$$

Didapat nilai induktor sisi input dan output sebesar $232 \mu H$, maka induktor yang digunakan pada rangkaian sebesar $330 \mu H$.

Perhitungan Nilai Kapasitor

$$\begin{aligned} C1 &= \frac{I_{out} \times D \times T_s}{\Delta V_{cc}} \\ C1 &= 10.7457 \mu F \end{aligned} \quad (6)$$

Didapat nilai kapasitor sebesar $10 \mu F$, Maka kapasitor yang digunakan $20 \mu F$ sesuai dengan yang ada di pasaran.

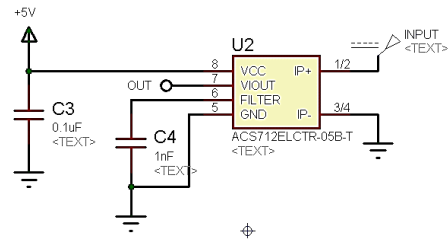
Perhitungan Nilai Kapasitor Filter

$$\begin{aligned} C2 &= \frac{\Delta I_{L2}}{\Delta V_{cc}} \times \frac{1}{8Fs} \\ C1 &= 20.1612 \mu F \end{aligned} \quad (7)$$

Didapatkan nilai kapasitor sebesar $20.16 \mu F$, maka kapasitor yang digunakan $35 \mu F$ sesuai dengan yang ada di pasaran.

2.5. Perancangan Sensor Arus

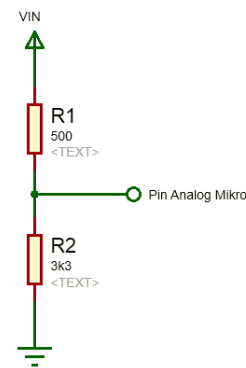
sensor arus ACS712 merupakan sebuah modul sensor untuk mengukur arus baik arus AC maupun arus DC. Pemilihan sensor ACS712 karena memiliki arus maksimal 5A dan dengan jangkauan tegangan keluaran minimal 1V. sedangkan alat membutuhkan arus maksimal tidak sampai 5A. jadi penggunaan sensor ACS712 sangat tepat serta sangat mudah di dapat dan terjangkau di pasaran. Sensitifitas sensor ACS712 ini memiliki arus sebesar 100mV/A.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Arus

2.6. Perancangan Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi untuk mendeteksi tegangan keluaran PV. Keluaran dari sensor terhubung ke pin analog mikro. Tegangan dari PV yang akan di ukur memiliki tegangan 1V - 36V. Tegangan keluaran sensor yang terhubung mikro memiliki tegangan 0V - 4.8V sebagai masukan pin analog mikrokontroler.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Tegangan

Untuk mengetahui besaran komponen yang digunakan R1 dan R2 pada rangkaian driver mosfet maka dapat menggunakan persamaan yaitu :

Perhitungan Arus Maksimal Pada Beban Resistor

$$\begin{aligned} I_{max} &= \frac{P}{V_{max}} \\ I_{max} &= 6 mA \end{aligned} \quad (8)$$

Perhitungan Nilai Resistansi Total Kedua Resistor

$$\begin{aligned} R_{total_{min}} &= \frac{V_{max}}{I_{max}} \\ R_{total_{min}} &= 600 \Omega \end{aligned} \quad (9)$$

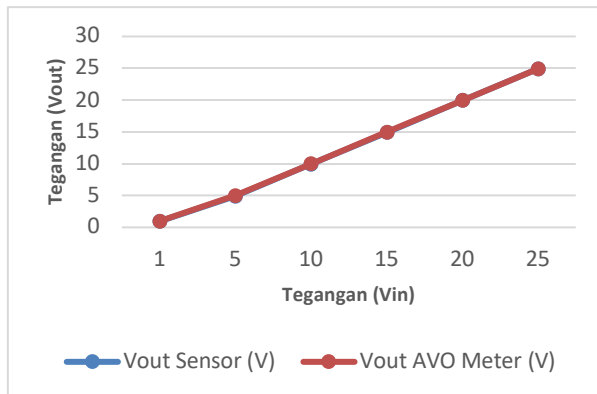
Perhitungan Nilai Resistansi R1 dan R2

$$\begin{aligned} V_{out} &= \frac{R2}{R2+R1} \times V_{in} \\ 5 &= \frac{R2}{R2+R1} \times 36 \\ 5R1 + 5R2 &= 30R2 \\ 5R1 &= 25R2 \\ \text{Jika } R1 &= 600, \\ R2 &= (5 \times 600) \end{aligned} \quad (10)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kerja dari sensor tegangan sebelum sensor digunakan sebagai alat ukur tegangan pada rangkaian konverter cuk. Pengujian dilakukan dengan cara melewatkan tegangan dari sumber tegangan yaitu DC *power supply* ke dalam sebuah rangkain sensor tegangan. Nilai yang terbaca pada sensor tegangan selanjutnya akan dibandingkan dengan alat ukur tegangan lainnya yaitu AVO meter.

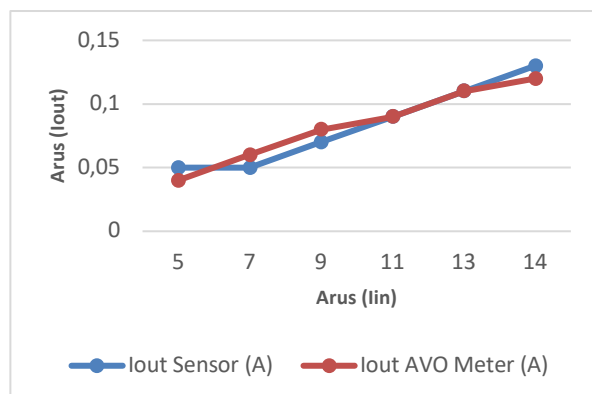


Gambar 7. Grafik Pengujian Sensor Tegangan

Berdasarkan pengujian sensor tegangan maka dapat disimpulkan pengukuran menggunakan sensor tegangan dengan menggunakan multimeter terlihat linier. Ini berarti sensor tegangan dapat dijadikan patokan data untuk penggunaan metode *perturb and observe* (P&O).

3.2. Pengujian Sensor Arus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kerja dari sensor arus ACS712 sebelum sensor digunakan sebagai alat ukur arus pada rangkaian konverter cuk. Pengujian dilakukan dengan cara melewatkan arus dari sumber tegangan yaitu DC *power supply* ke dalam sebuah rangkain sensor arus yang sudah diberi beban. Nilai yang terbaca pada sensor arus selanjutnya akan dibandingkan dengan alat ukur arus lainnya yaitu AVO meter.

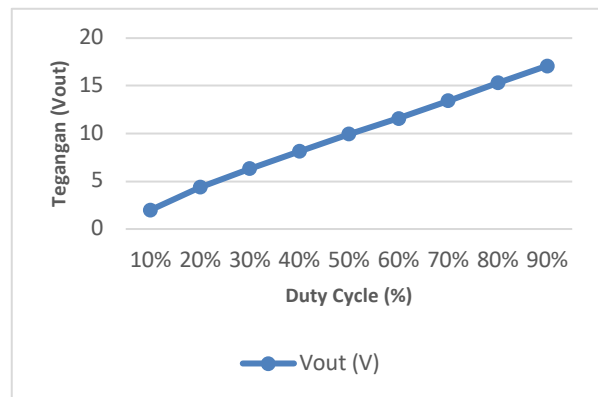


Gambar 8. Grafik Pengujian Sensor Arus

Berdasarkan hasil pengujian sensor arus data sensor yang cukup linier namun dengan naik turunnya yang tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan pengukuran multimeter.

3.3. Pengujian Konverter cuk

Pada saat tegangan PV kurang dari yang di butuhkan, maka tegangan akan dinaikkan. Tetapi pada saat tegangan keluaran PV lebih besar dari yang di butuhkan, maka tegangan akan diturunkan.

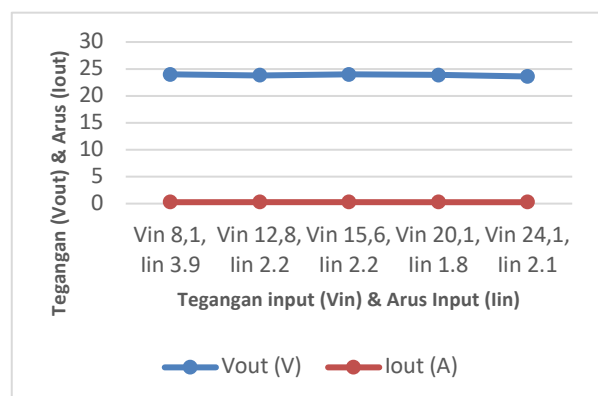


Gambar 9. Grafik Pengujian Konverter cuk

Pada pengujian konverter cuk dengan input 12 Volt didapatkan jika *duty cycle* bertambah besar maka tegangan *output* rangkaian konverter cuk akan bertambah besar, sedangkan jika *duty cycle* bertambah kecil maka tegangan *output* rangkaian konverter cuk akan bertambah kecil.

3.4 Pengujian Konverter cuk Dengan Input Dibawah 12 Volt

Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat kemampuan konverter cuk yang menggunakan metode P&O untuk menghasilkan keluaran tegangan dan arus. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan inputan PV yang dihubungkan dengan beban rheostat dengan beban 101,6Ω.



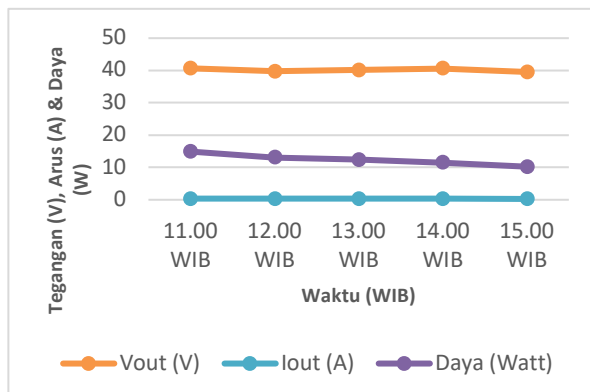
Gambar 10. Grafik Pengujian Konverter cuk dengan Input Dibawah 12 Volt

Berdasarkan hasil pengujian Rangkaian berhasil menstabilkan keluaran tegangan sesuai dengan tegangan

yang sudah dirancang yaitu 24V. Hal ini terjadi karena metode *P&O* bekerja mengkompensasi kekurangan atau kelebihan daya dengan cara memperbesar atau memperkecil nilai PWM yang akan digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan dan daya.

3.5 Pengujian Konverter cuk Tanpa Metode P&O

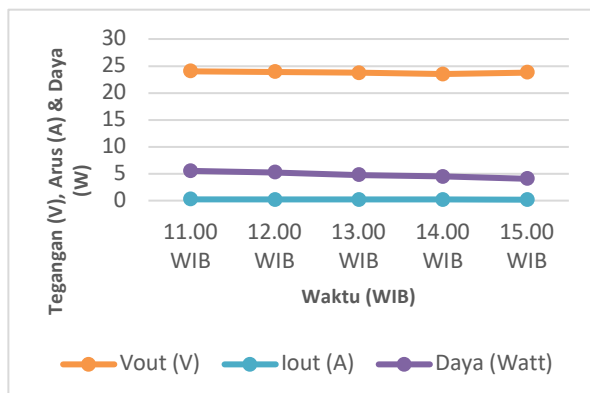
Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data keluaran photovoltaik yang dihubungkan dengan beban rheostat. Waktu pengujian dilakukan antara pukul 11.00 WIB hingga 15.00 WIB. Hal ini dilakukan karena ketika pukul 11.00 WIB hingga 15.00 sinar matahari sangat terik sehingga keluaran dari photovoltaik akan maksimal. Beban rheostat akan diubah – ubah dengan range beban 110,7 Ω hingga 152,7 Ω .



Gambar 11. Grafik Pengujian Konverter cuk Tanpa Metode P&O

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa tegangan tertinggi bernilai 42,55V terjadi pada pukul 11.00 WIB dengan beban bernilai 152,7 Ω . Ini menandakan bahwa photovoltaic menerima energi matahari terbaik sehingga menghasilkan daya yang maksimal. Selama pengambilan data yang dimulai dari pukul 11.00 hingga 15.00 rata – rata tegangan yang dihasilkan oleh photovoltaik adalah 40,51 V.

3.6 Pengujian Konverter cuk Dengan Metode P&O



Gambar 12. Grafik Pengujian Konverter cuk Dengan Metode P&O

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil data keluaran photovoltaik yang dihubungkan dengan beban rheostat, waktu pengujian dilakukan pada pukul 11.00 WIB hingga 15.00 WIB. Beban rheostat akan diubah – ubah dengan range beban 110,7 Ω hingga 152,7 Ω .

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan keluaran tegangan rangkaian 24V, dengan rata-rata keluaran tegangan 23,848 Volt dengan rata-rata arus 0,2 Ampere. Hal ini terjadi karena metode *P&O* bekerja mengkompensasi kekurangan atau kelebihan daya dengan cara memperbesar atau memperkecil nilai PWM yang akan digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian optimasi sistem photovoltaik menggunakan konverter cuk berbasis *simple perturb and observe method* dapat diambil kesimpulan, jika tanpa menggunakan metode *P&O* maka rata-rata tegangan keluaran 40,3 volt dan rata-rata arus 0,1 Ampere, apabila menggunakan metode *P&O* maka rata-rata tegangan keluaran 23,848 volt dan rata-rata arus keluaran sebesar 0,2 Ampere. Sehingga penerapan *P&O* pada konverter cuk dirasa cukup efektif dengan hasil keluaran yang cukup stabil. Lebar pulse signal PWM pada cuk converter akan berubah apabila tegangan *input* kurang dari 24 Volt atau lebih dari 24 Volt, sehingga tegangan keluaran Cuk Converter tetap stabil.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada pembimbing di Politeknik Negeri Malang yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Suryoatmojo, H., 2020. Design of Bidirectional DC-DC Cuk Converter for Testing Characteristics of Lead-Acid Battery. *Przeglad Elektrotechniczny*, 26 (3), pp.114-118.
- [2] Fitriah, A., CITEE (Conference on Information Technology and Electrical Engineering), 2019. *Implementasi Maximum Power Point Tracking (MPPT) Berbasis Perturb and Observe (P&O) pada Photovoltaic (PV) dengan Variasi Iradiasi*. Yogyakarta, 24-25 Juli 2019. FT UGM : Yogyakarta.
- [3] Dhuhari, B.C., 2016. MPPT Pada Sistem PV Menggunakan Algoritma Firely P&O dengan Modified P&O Konverter Hybrid Cuk Terkoneksi ke Grid Satu Fasa Dibawah Kondisi Partial Shaded, *Jurnal Teknik ITS*, 5 (2), pp.128-134.
- [4] Mohamad, H.L., 2016. Analisis Perbandingan Buck-Boost Converter dan Cuk Converter Dengan Pemecuan Mikrokontroler ATmega8535 Untuk Aplikasi Peningkatan Kinerja Panel Surya, *Jurnal Transmisi*, 18 (3), pp.137-144.
- [5] Fauzi, A., 2018. Perencanaan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Dengan Metode Perturb and Observe Pada Panel Surya, *Jurnal Transient*, 7 (4), pp.918-924.
- [6] Utami, S., 2017. Implementasi Algoritma Perturb and Observe Untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT, *Jurnal Informatika-Telekomunikasi-Elektronika*, 9 (1), pp.92-99.
- [7] Safroni, A.L., CITEE (Conference on Information Technology and Electrical Engineering), 2019. *Rancang Bangun MPPT Cuk*

Converter Dengan Hill Climbing Pada Wind Turbine Dengan Monitoring IoT. Yogyakarta, 24-25 Juli 2019. FT UGM : Yogyakarta.

- [8] Hadyan, P.P.. 2016. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Cuk Converter pada Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC”, *Jurnal Teknik ITS*, 5 (2), pp.156-162.
- [9] Erik, T., 2016. Maximum Power Point Tracking dengan Algoritma Perturb and Observe Untuk turbin Angin. *Jurnal Ilmiah SETRUM*, 5 (2), pp.53-56.
- [10] Almanda, D, SEMNASTEK (Seminar Nasional Sains dan Teknologi), 2019. *Perbandingan Kinerja Konverter Buck Boost dan Konverter Sepic Sebagai Charger Baterai Berbasis Panel Surya*. Jakarta, 16 Oktober 2019. Fakultas Teknik : Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [11] Suwito., 2017. Sistem Baterai Charging Pada Solar Energy System dengan Buck Boost Converter untuk Berbagai Tingkat Pencahayaan Di Bandar Udara, *Jurnal Teknologi Penerbangan*, 1 (1), pp.39-48.