

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING PADA PHOTOVOLTAIC DENGAN METODE PERTURB AND OBSERVE

Isti Laili Nurqolbiah¹, Ekki Kurniawan², Kharisma Bani Adam³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹istylailin@gmail.com

²ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id ³kharismaadam@telkomuniversity.ac.id

Kebutuhan akan listrik pada berbagai bidang terus meningkat dari waktu ke waktu. Namun, peningkatan penggunaan listrik ini belum seimbang dengan sumber daya alam yang tersedia. Oleh karena itu, beberapa penelitian akan upaya penghematan energi terus dilakukan, salah satunya adalah penelitian tentang *photovoltaic* yang bisa merubah energi surya menjadi energi listrik. Penelitian akan *photovoltaic* ini terus dikembangkan hingga ditemukan sistem yang bisa meningkatkan efisiensi daya dari *photovoltaic* yaitu sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT).

Sistem MPPT adalah sistem elektronik yang mencari titik kerja maksimal *photovoltaic* dalam menghasilkan daya. salah satu metode pada sistem MPPT adalah metode *Perturb and Observe* (P&O). Metode P&O mengontrol tegangan referensi berdasarkan algoritma P&O. Perancangan sistem MPPT metode P&O ini menggunakan *photovoltaic* sebagai sumber sistem, mikrokontroler ATmega328 sebagai kontroler, konverter *buck* sebagai konverter tegangan dan baterai 12 volt sebagai beban keluaran.

Hasil dari penelitian ini adalah titik kerja daya maksimum yang dapat dicari, serta implementasi dari algoritma P&O.

Kata kunci: *Photovoltaic, Maximum Power Point Tracking, Perturb and Observe*

Abstract

The need of electricity in every sector has constantly increasing from time to time. However, the arising utilization of electricity has not balanced yet with the availability of natural resources. Hence, several researches of saving energy is continue to do. One of those researches is the research about photovoltaic which can convert solar energy to electrical energy. The research about photovoltaic is kept being evolved, until the system which can elevate the power efficiency of photovoltaic has been found, named Maximum Power Point Tracking (MPPT).

MPPT is an electronic system which searches the point of photovoltaic's maximum work in obtaining its power. One of the MPPT methods is Perturb and Observe (P&O). P&O method controls voltage reference based on the P&O algorithm. The design of this MPPT system P&O method uses photovoltaic as the source of system, buck converter as the voltage converter and the 12 volt battery as the output.

The result of this research is the maximum power point which can tracked by the system, and the implementation of P&O algorithm.

Keywords: Photovoltaic, Maximum Power Point Tracking, Perturb and Observe

1. Pendahuluan

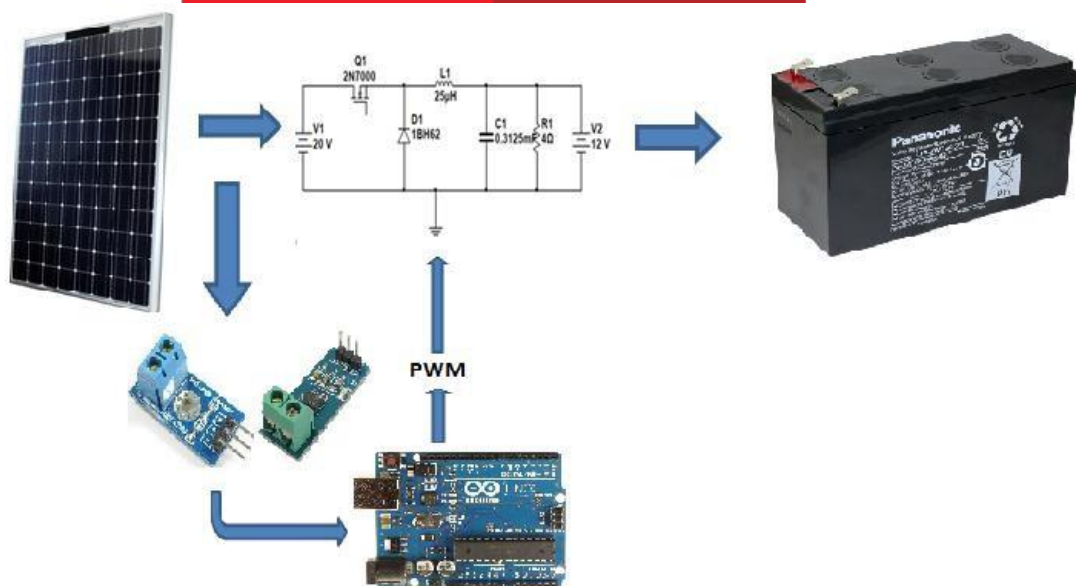
Energi listrik merupakan salah satu energi yang keberadaannya telah menjadi kebutuhan primer bagi manusia. Pemanfaatan energi listrik terus bertambah pada semua bidang seiring dengan terus berkembangnya teknologi – teknologi yang ada. Namun, peningkatan pemakaian energi listrik yang terus – menerus ini tidak diimbangi dengan kapasitas energi listrik yang tidak terjamin ketersediannya. Ditambah lagi, penelitian menyatakan bahwa pemakaian energi listrik bersifat tidak ramah lingkungan, yang dapat mengakibatkan dampak yang buruk bagi bumi. pembangkit listrik bertenaga bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara, pada prosesnya akan menghasilkan zat CO₂ yang akan merusak lapisan ozon. Perusakan lapisan ozon ini menyebabkan terjadinya masalah global yang sedang dihadapi dunia yaitu *global warming*. Atas dasar masalah ini penelitian mulai dilakukan untuk menemukan alternatif energi lain yang bisa digunakan, namun ramah lingkungan dengan nilai efisiensi

yang dapat dimaksimalkan. Penelitian ini menghasilkan penemuan solar sel yang susunannya bergabung membentuk *photovoltaic module*, yang dapat merubah energi surya menjadi energi listrik.

Penggunaan *photovoltaic* sudah mulai banyak digunakan di berbagai negara. *Photovoltaic* menjadi salah satu solusi untuk masalah pemborosan energi, karena sumber *photovoltaic* didapat dari matahari dan sifatnya tidak merusak lingkungan, juga dikarenakan matahari tidak memerlukan tenaga bahan bakar. Selain itu, *photovoltaic* juga bisa digunakan untuk daerah yang masih sulit mendapatkan listrik. *Photovoltaic* dapat menghasilkan listrik dikarenakan solar sel pada konstruksinya merupakan sebuah p-n junction. Jika solar sel terkena radiasi matahari, maka elektron – elektron akan bergerak yang menyebabkan dihasilkannya arus listrik. Namun, *photovoltaic* masih memiliki kendala untuk mencapai efisiensi daya yang maksimal. Daya yang dihasilkan *photovoltaic* jika tidak berada pada sistem elektronik yang sistematis dan tidak terkontrol akan menghasilkan efisiensi daya yang tidak begitu besar. kebutuhan akan sistem elektronik untuk pemaksimalan daya ini berujung pada penemuan sistem yang dapat memaksimalkan kerja *photovoltaic*, yaitu sistem *Maximum Power Point Tacking* (MPPT).

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem

Penjelasan dari blok diagram diatas adalah sebagai berikut:

1. Photovoltaic sebagai sumber dari sistem, sensor tegangan dan sensor arus mendeteksi besar keluaran arus dan tegangan dari sumber.
2. Mikrokontroler ATmega328 sebagai kontroler untuk sistem. Mikrokontroler ATmega328 menerima masukan dari sensor tegangan dan arus untuk melakukan proses algoritma P&O.
3. Hasil dari algoritma P&O yang sudah diproses adalah nilai PWM. Nilai PWM ini diberikan ke konverter buck untuk dikonversi.
4. Baterai 12 volt sebagai output dari sistem.

2.2 Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian Buck Converter

Rangkaian konverter buck dirancang dengan data parameter sebagai berikut:

| Parameter | Nilai |
|-----------|-------|
| | |

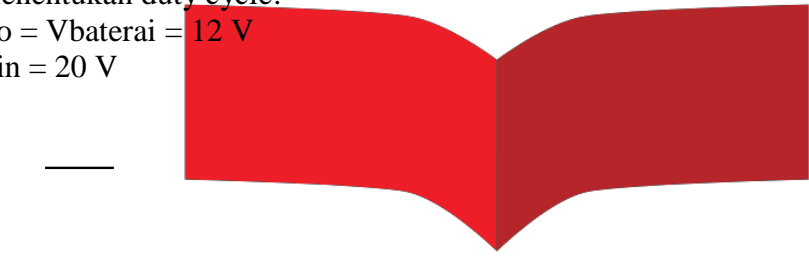
| | |
|-----------------|--------|
| P | 100 W |
| V _{in} | 20 V |
| V _o | 12 V |
| F | 40 kHz |
| R | 4 Ω |

Tabel 2.1 Parameter Perancangan Konverter Buck

Menentukan duty cycle:

$V_o = V_{baterai} = 12 \text{ V}$

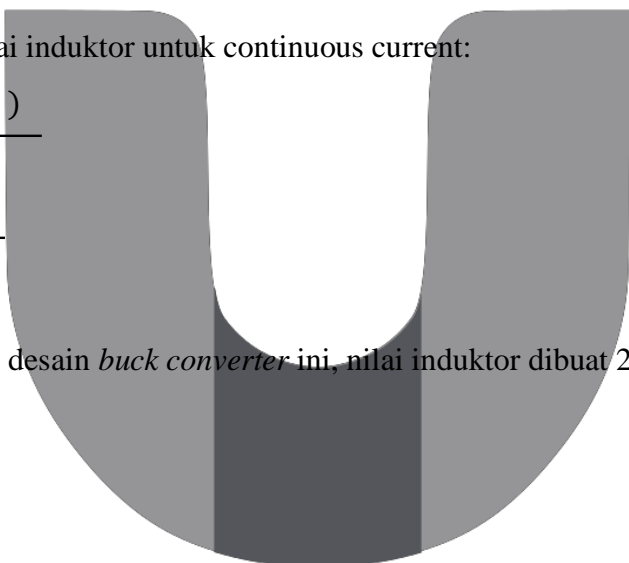
$V_{in} = 20 \text{ V}$



Menentukan nilai induktor untuk continuous current:

$$\frac{(\quad)}{\quad}$$

$$\frac{(\quad)}{\quad}$$

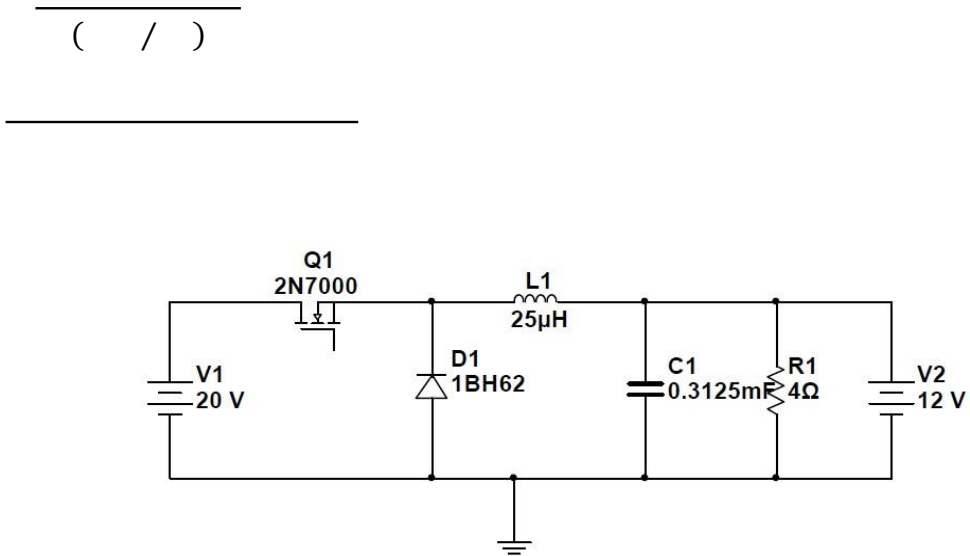


Untuk membuat desain *buck converter* ini, nilai induktor dibuat 25% lebih besar dari L_{min} :

Besar arus yang melewati induktor adalah:

$$\frac{\quad}{\quad}$$

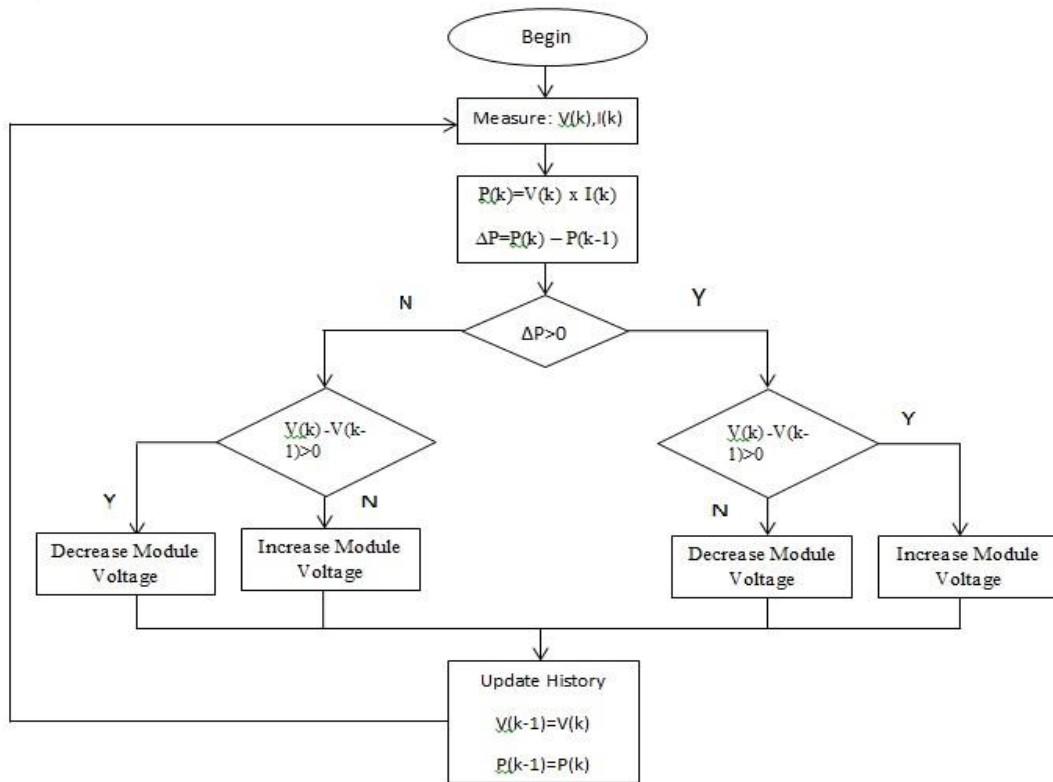
Menentukan nilai kapasitor:



Gambar 2.2 Perancangan Buck Converter

Hasil dari perancangan konverter buck digambarkan pada gambar diatas.

2.3 Algoritma P&O



Gambar 2.3 Algoritma P&O

3. Pengujian dan Analisis

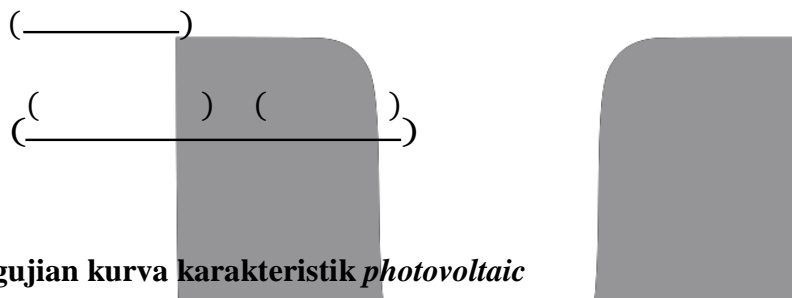
3.1 Pengujian Buck Converter dengan Beban Resistor dan Tegangan Masukan dari Photovoltaic, dengan Beberapa Kali pengubahan Duty Cycle

Agar buck converter yang digunakan pada sistem MPPT ini berjalan dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian kinerja konverter. Beban yang digunakan pada pengujian kinerja konverter ini adalah resistor 82 ohm.

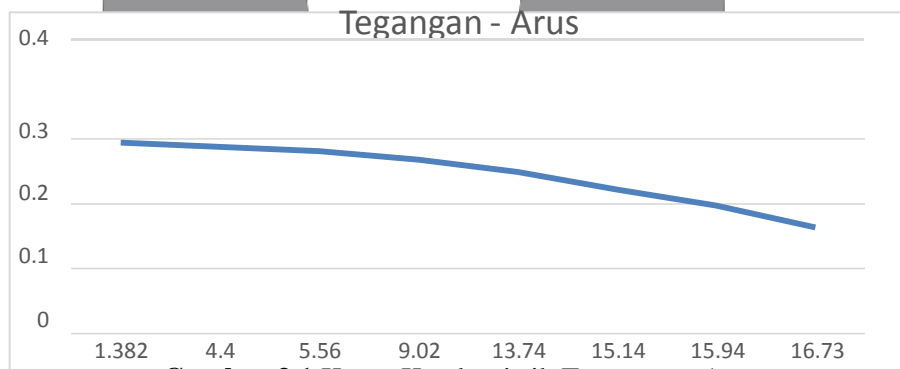
Tabel 3.1 Data Converter

| Duty Cycle | Vin | Vout | Iin | Iout | Efisiensi |
|----------------|---------|---------|---------------|---------|-----------|
| 0,6 | 18,14 V | 10,12 V | 0,105 A | 0,182 A | 96,58% |
| 0,7 | 17,89 V | 11,70 V | 0,140 A | 0,210 A | 98,09% |
| 0,8 | 17,43 V | 13,23 V | 0,179 A | 0,237 A | 99,49% |
| 0,9 | 16,97 V | 14,5 V | 0,218 A | 0,259 A | 98,51% |
| 1 | 16,18 V | 15,4 V | 0,256 A | 0,276 A | 89,20% |
| Average | | | 96,37% | | |

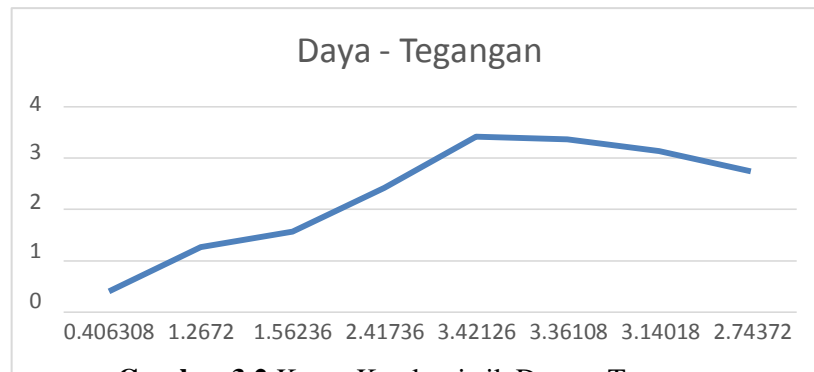
Nilai efisiensi didapat dari rumus dibawah berikut:



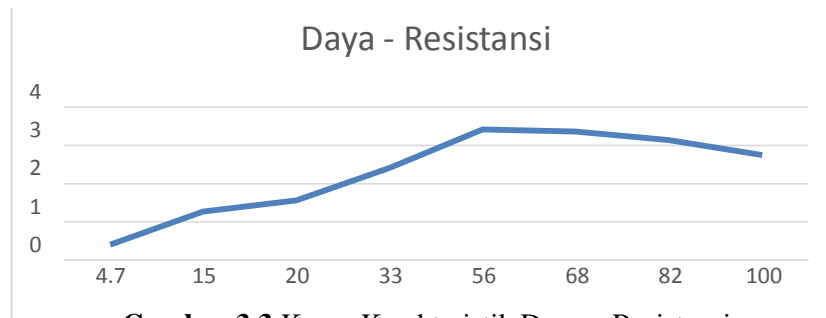
3.2 Pengujian kurva karakteristik photovoltaic



Gambar 3.1 Kurva Karakteristik Tegangan - Arus



Gambar 3.2 Kurva Karakteristik Daya – Tegangan



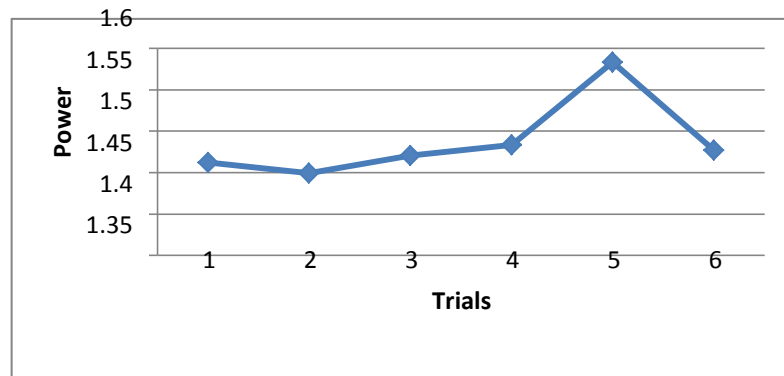
Gambar 3.3 Kurva Karakteristik Daya – Resistansi

3.3 Pengujian perolehan daya dari photovoltaic dengan menggunakan sistem MPPT metode P&O

Untuk mengetahui kinerja algoritma P&O pada pencarian titik daya maksimum, maka dilakukan pengambilan data dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328 beserta algoritma P&O. Pengambilan data diambil dari beberapa waktu yang berbeda. Hasil perolehan daya maksimum dan grafik daya dengan algoritma P&O terdapat di bawah ini:

Tabel 3.2 Data P&O dengan $V_{in} = 16$ Volt dan $Perturbation = 0,1$

| Trial | V_{in} (V) | I_{in} (A) | P_{in} (Watt) | Increase (V) | Decrease (V) | V_{out} (V) | I_{out} (A) |
|-------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 16,40 | 0,11 | 1,76 | 16,50 | 0 | 1,4625 | 0,13 |
| 2 | 16,61 | 0,11 | 1,91 | 16,71 | 0 | 1,4495 | 0,13 |
| 3 | 16,35 | 0,11 | 1,84 | 16,45 | 0 | 1,4703 | 0,13 |
| 4 | 16,56 | 0,11 | 1,82 | 0 | 16,46 | 1,4833 | 0,13 |
| 5 | 16,51 | 0,12 | 2,00 | 16,61 | 0 | 1,5834 | 0,14 |
| 6 | 16,67 | 0,11 | 1,86 | 0 | 16,57 | 1,4768 | 0,13 |



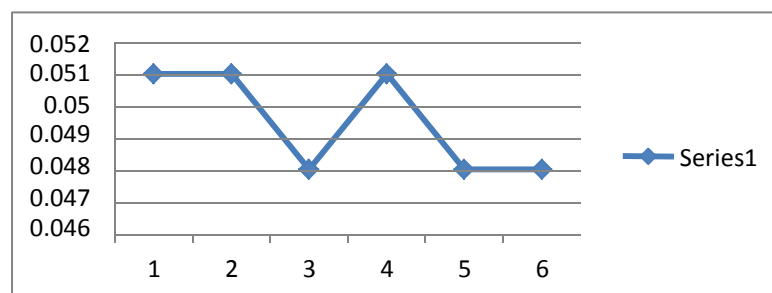
Gambar 3.4 Grafik hasil P&O

3.4 Pengujian Algoritma P&O pada *Photovoltaic* dengan *Shadowing*

Pada pengujian MPPT dengan algoritma P&O, dilakukan percobaan *tracking* daya dengan keadaan *photovoltaic* diberikan *shadowing*, yaitu *photovoltaic* dibayangi dengan semacam penutup, untuk menguji apakah algoritma P&O masih bisa berjalan atau tidak, dan grafik *tracking* daya maksimal pada *photovoltaic* masih bisa didapatkan atau sebaliknya. Hasil dari pengujian ini adalah seperti dibawah berikut:

Tabel 3.3 Perolehan Kurva Daya dari P&O dengan *Photovoltaic* diberikan *Shadowing*

| Trial | Vin | Iin | Vout | Iout | Increase | Decrease |
|-------|------|------|------|------|----------|----------|
| 1 | 1,88 | 0,01 | 1,02 | 0,05 | 2,08 | 0 |
| 2 | 1,82 | 0,01 | 1,02 | 0,05 | 2,02 | 0 |
| 3 | 1,77 | 0,01 | 0,96 | 0,05 | 1,97 | 0 |
| 4 | 1,88 | 0,01 | 1,02 | 0,05 | 2,08 | 0 |
| 5 | 1,71 | 0,01 | 0,96 | 0,05 | 1,91 | 0 |
| 6 | 1,71 | 0,01 | 0,96 | 0,05 | 1,91 | 0 |



Gambar 3.5 Hasil P&O dengan *Shadowing*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa Desain dan Implementasi Sistem *Maximum Power Point Tracking* pada Photovoltaic dengan Metode Perturb and Observe ini didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada catu daya driver mosfet TLP250, catu daya minimal yang diberikan adalah sebesar 5 volt agar driver mosfet dapat bekerja dengan baik.
2. *Buck Converter* sudah dapat menyearahkan tegangan dari *photovoltaic* dengan baik, terlepas dari *ripple* yang dihasilkan. Juga sudah dapat menurunkan tegangan *photovoltaic* dan meningkatkan arus yang diperoleh dari *photovoltaic*.
3. Karakteristik *photovoltaic* dapat dibentuk dengan menguji keluaran tegangan dan arus dari *photovoltaic* dengan beban resistor yang berbeda – beda.
4. Sistem MPPT metode P&O yang dirancang ini sudah dapat mencari titik daya maksimum dengan mengubah *operating point*.
5. Diperlukan resistor dengan nilai yang sesuai agar arus yang keluar dari *buck converter* sesuai dengan yang diharapkan.
6. Daya maksimal yang dihasilkan dari *photovoltaic* berbeda tiap waktu dan tiap keadaan suhu ruangan.

5. Saran

Dibutuhkan keakuratan sensor arus yang tepat agar dapat meminimalisasi *error* yang terdapat pada pembacaan nilai daya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Freeman, Dave. 2010. "Introduction to Photovoltaic Systems Maximum Power Point Tracking", Texas Instrument.
- [2] J. Jiang, T. Huang, Y. Hsia, C. Chen. 2005. "Maximum Power Tracking for Photovoltaic Systems". Tamkang Journal of Science and Engineering, Vol 8, No 2, pp.147-153.
- [3] W. Budiman, N. Hariyanto, Syahrial. 2012. "Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45 Ah". Institut Teknologi Nasional (ITS).
- [4] Rudito. 2012. "Pengaturan PWM (Pulse Width Modulation) dengan PLC". Universitas Brawijaya.
- [5] W. Hart, Daniel. 2011. Power Electronics. New York. The McGraw-Hill Companies.
- [6] Ahmed M. Atallah, Almoataz Y. Abdelaziz, Raihan S.Jumaah. 2014. "Implementation of Perturb and Observe of PV system with direct control method using buck and buck – boost converter". Electronics & Instrumentation Engineering: An International Journal (EEIEJ).
- [7] M.A Elgendy, B.Zahawi, D.J Atkinson. 2012. "Evaluation of Perturb and Observe MPPT Algorithm Implementation Techniques", The Institution of Engineering and Technology (IET).