

DESAIN SIMULASI MAKSIMUM POWER POINT TRACKING METODE P&O PADA PANEL SURYA DI AZZAHRA HIDROPONIK JUATA TARAKAN

Abil Huda¹, Wahyudi Siraju²

^{1,2}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kaltara, Indonesia

¹abil@engineer.com

Abstrak – Solar panels are electricity generators that utilize solar energy. One of them is the Azzahra Hydroponic solar panel with a capacity of 200 Wp which has a non-linear output. According to Amri, (2015) this is due to the changing conditions of the sun. To solve the non-linear problem of solar panels, there are 2 types of controllers, namely PWM and MPPT. This study uses the Perturb & Observe (P&O) method because this method is simpler, has efficiency and a high level of accuracy compared to other methods (Kesler, 2016). Under conditions of intensity $S = 1000$ and temperature $T = 40^\circ$, P_{max} is 201.5 W, P_o is 201.1 W and the time required for MPPT to track is 0.003 seconds, at $S=500$ $T=25$, $P_{max}= 97,7$ W and $P_o = 96.4$ W and the time required is 0.006 seconds. And in the condition $S = 100$ $T = 10$ obtained $P_{max} = 9.4$ W, $P_o = 9.3$ W and the time required for MPPT to track is 0.04 seconds. Based on the simulation results, it can be concluded that the maximum power point tracking (MPPT) simulation design using the perturb and observe (P&O) method was successful and MPPT was able to track the maximum power on Azzahra Hydroponic solar panels under conditions of varying intensity and temperature.

Keywords: Buck Converter, MPPT, P&O, Solar Panel

Intisari – Panel surya merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi cahaya matahari. Salah satunya panel surya Azzahra Hidroponik dengan kapasitas 200 Wp yang mempunyai keluaran yang non-linear. Menurut Amri, (2015) hal ini disebabkan oleh kondisi matahari yang berubah-ubah. Untuk menyelesaikan masalah non-linear dari panel surya terdapat 2 jenis controller yaitu PWM dan MPPT. Penelitian ini menggunakan metode Perturb & Observe (P&O) di karenakan metode ini lebih sederhana, memiliki efisiensi dan tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan metode lainnya (Kesler, 2016). Pada kondisi intensitas $S = 1000$ dan suhu $T = 40^\circ$ didapatkan P_{max} 201,5 W, P_o 201,1 W dan waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track adalah 0,003 detik, pada saat $S=500$ $T=25$ maka didapatkan $P_{max}= 97,7$ W dan $P_o = 96,4$ W dan waktu yang dibutuhkan adalah 0,006 detik. Dan pada kondisi $S=100$ $T=10$ didapatkan $P_{max} = 9,4$ W, $P_o = 9,3$ W dan waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track adalah 0,04 detik.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa desain simulasi maksimum power point tracking (MPPT) menggunakan metode perturb and observe (P&O) berhasil dan MPPT dapat men-track daya maksimum pada panel surya Azzahra Hidroponik dalam kondisi intensitas dan suhu yang berbeda-beda.

Kata Kunci: Buck Converter, MPPT, P&O, Panel Surya

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia panel surya banyak digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik, dimana kebutuhan listrik bermacam-macam seperti penerangan lampu, pompa air dan lain-lain. Panel surya ini merupakan pembangkit listrik memanfaatkan energi terbarukan berupa cahaya matahari. Salah satunya di panel surya AZZAHRA HIDROPONIK dengan kapasitas 200 Wp yang juga mempunyai keluaran yang non-linear. Menurut Amri, (2015) hal ini disebabkan oleh kondisi matahari yang berubah-ubah. Untuk menyelesaikan masalah non-linear dari panel surya terdapat 2 jenis controller yaitu PWM dan MPPT. Dari hasil pengujian alat, diketahui bahwa daya keluaran controller MPPT ini lebih efisien dibandingkan dengan controller PWM. Maka dari itu dalam penelitian ini menggunakan controller MPPT untuk menghasilkan daya maksimal yang diperoleh panel surya.

Pada penelitian ini menggunakan algoritma metode Perturb & Observe (P&O) di karenakan metode P&O lebih sederhana memiliki efisiensi yang tinggi dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan metode lainnya (Kesler, 2016).

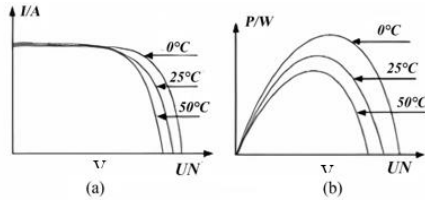
Penelitian ini mensimulasikan sistem sel surya menggunakan MPPT metode P&O di Azzahra Hidroponik Kelurahan Juata Laut menggunakan PSIM, karena di lokasi Azzahra Hidroponik tempat panel surya yang terpasang kondisi geografisnya terbuka dari gedung-gedung dan pohon, sehingga dapat mempengaruhi temperature dan suhu hal ini juga diperkuat oleh Suryana dan Ali (2016) yang mengungkapkan bahwa tegangan listrik yang di hasilkan oleh panel surya tidak hanya bergantung pada besarnya intensitas radiasi yang di terima namun temperatur dan suhu pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan panel surya. Sehingga peneliti ingin merancang desain simulasinya menggunakan aplikasi PSIM sesuai dengan judul penelitian.

II. LANDASAN TEORI

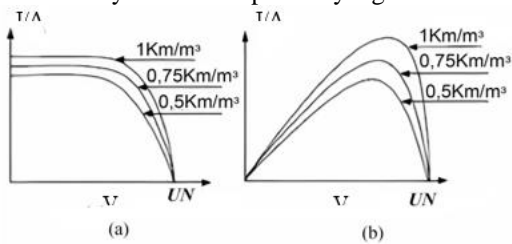
A. Karakteristik Panel Surya

Daya keluaran sel surya merupakan fungsi *non-linear* terhadap temperatur dan intensitas cahaya. Gambar 1 dan 2 menunjukkan hubungan antara temperatur terhadap

daya *output* dan intensitas terhadap daya keluaran sel surya. Gambar 2 mengilustrasikan daya keluaran sel surya naik sesuai dengan nilai intensitas cahaya yang diterimanya. Untuk nilai temperatur dan radiasi yang berbeda, masing-masing daya keluaran maksimum akan diperoleh dan diketahui sebagai *Maximum Power Point* (MPP).



Gambar 1. Karakteristik arus-tegangan dan daya-tegangan sel surya untuk temperatur yang berbeda

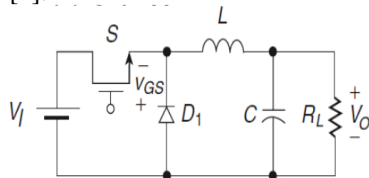


Gambar 2. Karakteristik Arus-Tegangan dan Daya-Tegangan Sel Surya Untuk Intensitas yang Berbeda.

Gambar 1 dan 2 mengilustrasikan karakteristik daya keluaran sel surya selalu berubah sesuai dengan temperatur dan intensitas cahaya yang diterimanya. Untuk mencapai daya keluaran maksimum untuk setiap kondisi yang bervariasi. Panel surya dapat mengadopsi kontroler *maximum power point* (MPP) [1].

B. Buck Converter

Buck converter adalah Dc-Dc *converter* jenis penurun tegangan atau step down. *Buck converter* mampu menghasilkan nilai tegangan *output* sama atau lebih rendah dari tegangan *input*-nya. *Buck converter* ini tersusun dari *mosfet* (saklar aktif) dan dioda (saklar pasif). Saklar pasif dapat diganti dengan aktif pada saat tegangan kerja yang rendah, Sehingga dapat mengurangi daya susut yang terjadi [2].



Gambar 3. rangkaian buck converter

$$D = \frac{T_{ON}}{T} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} = f_s T_{ON}$$

$$i_L = \frac{(r_L + r_m)(R + r_C) + (r_m - r_d)(R + r_C)^2}{L(R + r_C)} V_C$$

$$V_C = \frac{RD}{(R + r_C)C} i_L - \frac{R}{(R + r_C)}$$

Keterangan:

- D = Duty cycle ketika off
- i_L = Arus pada induktor
- V_C = Tegangan pada kapasitor

C. Aki

Aki adalah sebuah sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mem-pengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Aki pertama kali ditemukan oleh ahli fisika Perancis, bernama *Gaston Plante* pada tahun 1859 (Setiono, 2015).

Bagian-bagian utama aki adalah :

1. Kutub positif (anode), terbuat dari timbal dioksida (Pb O₂)
2. Kutub negative, (katode), terbuat dari timbal murni (Pb)
3. Larutan elektrolit, terbuat dari *asam sulfat* (H₂SO₄)

D. Maksimum power Point Tracking (MPPT)

Maximum power point tracking atau yang disingkat MPPT, adalah sebuah sistem elektronis yang mengoperasikan modul sel surya agar dapat menghasilkan daya maksimal yang bisa diproduksi oleh modul sel surya. MPPT bukan merupakan sistem tracking mekanis yang secara fisik menggerakkan modul agar mengarah langsung ke matahari. MPPT merupakan sistem elektronis yang secara keseluruhan mengubah titik operasi elektronis modul sel surya sehingga dapat mengirim daya maksimal yang tersedia. Dari daya tambahan yang terkumpul yang berasal dari modul sel surya, sehingga arus pengisian baterai dapat ditingkatkan. MPPT dapat juga dihubungkan dengan sistem tracking mekanis, tetapi kedua sistem ini benar-benar sangat berbeda (Faisal dan Setyaji, 2016).

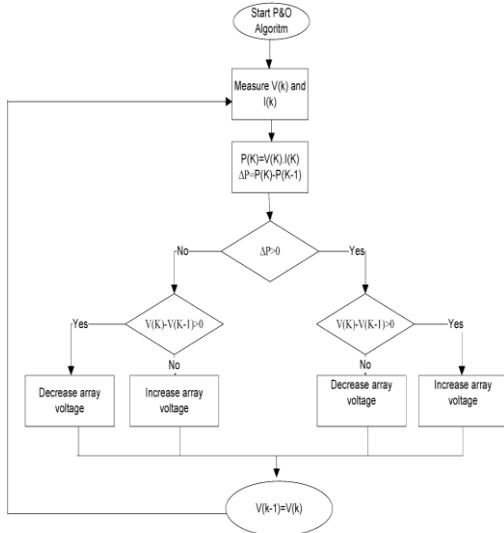
E. Perturb and Observe (P&O)

Metode perturb and observe (P&O) dapat digunakan untuk menentukan titik optimum. Dengan menggunakan metode P&O, nilai daya maksimum bisa didapatkan tanpa harus mengetahui karakteristik dari sistem sel surya. Nilai daya maksimum didapatkan dengan cara mengatur besaran tegangan dc pada konverter. Dengan perubahan besar tegangan dc pada konverter, maka nilai daya juga akan berubah. Metode ini mengatur dan mengamati setiap perubahan tersebut. Perubahan ditentukan pada *step-size* (Δ) tertentu dan waktu tertentu. Besar nilai daya listrik yang dihasilkan dibandingkan dengan daya listrik sebelumnya. Hal ini menentukan variabel Δ berikutnya. Jika besar nilai daya yang dihasilkan meningkat maka variabel Δ akan bernilai tetap, sebaliknya jika besar nilai daya yang tersedia. Dari daya tambahan yang terkumpul yang berasal dari modul sel surya, sehingga arus pengisian baterai dapat ditingkatkan. MPPT dapat juga dihubungkan dengan sistem tracking mekanis, tetapi kedua sistem ini benar-benar sangat berbeda (Faisal dan Setyaji, 2016).

E. Metode Perturb & Observe (P&O)

Metode perturb and observe (P&O) dapat digunakan untuk menentukan titik optimum. Dengan menggunakan metode P&O, nilai daya maksimum bisa didapatkan tanpa harus mengetahui karakteristik dari sistem sel surya. Nilai daya maksimum di dapatkan dengan cara mengatur besaran tegangan dc pada konverter. Dengan perubahan besar tegangan dc pada konverter, maka nilai daya juga akan berubah. Metode ini mengatur dan mengamati setiap perubahan tersebut. Perubahan ditentukan pada *step-size*

(ΔD) tertentu dan waktu tertentu. Besar nilai daya listrik yang dihasilkan dibandingkan dengan daya listrik sebelumnya. Hal ini menentukan variabel ΔD berikutnya. Jika besar nilai daya yang dihasilkan meningkat maka variabel ΔD akan bernilai tetap, sebaliknya jika besar nilai daya yang dihasilkan menurun maka variabel ΔD akan berubah. Prinsip kerja dari metode ini dapat dilihat berdasarkan Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart metode *perturb and observe*

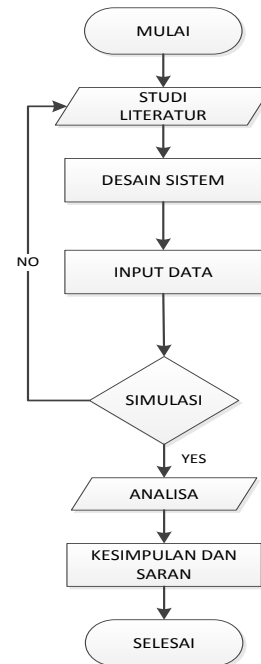
Metode P&O merupakan metode yang paling sederhana dan mudah diaplikasikan diantara metode lainnya. Namun, metode ini memiliki keterbatasan. Tingkat efisiensi dari metode ini tergantung pada besaran variabel ΔD . Apabila nilai ΔD besar maka sistem akan cepat menuju pada nilai maksimum, tetapi akan menghasilkan fluktuasi yang besar saat sudah mencapai nilai maksimum yang mengakibatkan osilasi pada daya yang dihasilkan, sehingga efisiensinya rendah. Jika menggunakan ΔD yang kecil maka efisiensi sistem akan lebih baik, tetapi waktu yang dibutuhkan untuk menuju nilai maksimum sangatlah lambat yang mengakibatkan sistem tidak responsif. Algoritma *perturb and observe* memiliki beberapa parameter sebagai inisialisasi nilai awal dan besar perubahan nilai step size dari setiap iterasi yang dilakukan. Batasan duty cycle juga diperlukan dalam menjalankan algoritma ini dikarenakan untuk menjaga kemampuan.

Dari konverter *buck*. Waktu tunda dalam menjalankan program dalam satu kali iterasi ditentukan untuk memberikan respon balik akibat perubahan dari nilai *duty cycle* yang diberikan. Tabel 2.1 menunjukkan parameter yang digunakan pada algoritma *perturb and observe* (Ernadi, 2016).

Tabel 1
Parameter Algoritma P&O

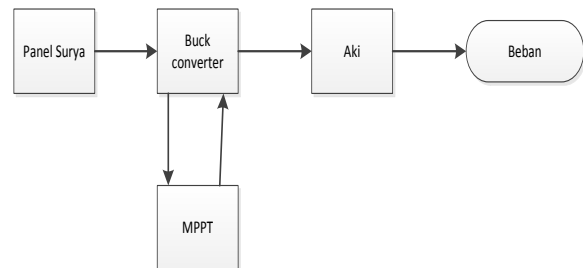
Batasan duty cycle	0.2-0.8
<i>Step size</i>	0.015
<i>Delay</i>	0.5-1 Detik

III. METODE PENELITIAN



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Tegangan yang akan di hasilkan oleh sel surya akan di olah oleh MPPT yang menggunakan algoritma P&O untuk mendapatkan tegangan maksimum, setelah itu tegangan akan di turunkan oleh Buck Converter ke 12 V lalu akan mengisi Aki yang kemudian Aki akan mensuplay beban.

1) Panel Surya 200 Wp

Sumber listrik yang di pakai adalah panel surya 200 Wp, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2
Spesifikasi Panel Surya

Merek	<i>Solarland</i>
Model	SLP200S-24
Tipe	<i>Monocrystalline</i>
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	43.2 V
<i>Optimum Operating Voltage (V_{MP})</i>	35.2 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	6.09 A
<i>Optimum Operating Current (I_{MP})</i>	5.69 A
<i>Maximum Power at STC (P_{maks})</i>	200 Wp
<i>Standard Test Condition (STC)</i>	1000W/m ² , AM 1.5 & 25°C

B. Parameter Pengujian

Parameter pengujian yang dilakukan adalah:

a) Pengambilan data pada panel surya
Langkah awal yang dilakukan yaitu melihat data base pada panel surya berupa :

- 1) Daya maksimum (Pmax)
- 2) Tegangan maksimum (Vmax)
- 3) Arus maksimum (Imp)
- 4) Tegangan *Open Circuit* (Voc)
- 5) Arus *shortcircuit* (Isc)

b) Pengambilan Data pada Aki

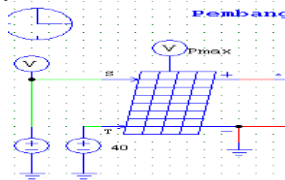
Pengambilan data pada beban yang di ambil dari Aki:

- 1) Tegangan aki (V)
- 2) Kapasitas arus (Ah)

c) Perancangan Desain Simulasi Pada *Software* PSIM

Merancang desain simulasi rangkaian sistem panel surya, yang berupa:

1. Desain Sel Surya

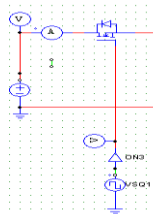


Gambar 7. Desain Panel Surya

Desain sel surya dilakukan di dalam software Psim yang sudah tersedia komponennya di menubar Elements-Power-Renawable Energy lalu Solar Module.

2. Desain Rangkaian Buck Converter

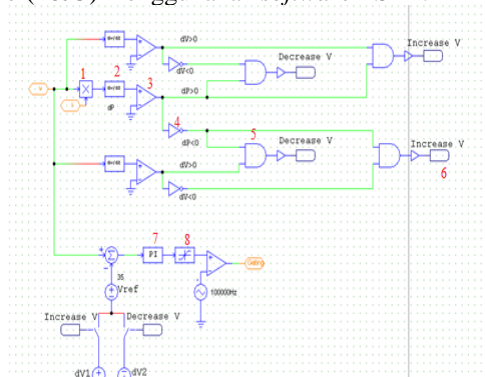
Menginput komponen-komponen untuk buck converter lalu membuat rangkaiannya pada software PSIM.



Gambar 8. Desain Rangkaian Buck Converter

3. Desain rancangan MPPT metode P&O

Membuat desain rancangan MPPT metode P&O menggunakan software psim sesuai dengan algoritma pada gambar 2.9 Flowchart algoritma P&O. Berikut adalah rancangan dan urutan cara kerja *maximum power point tracking* (MPPT) dengan algoritma *perturb and observe* (P&O) menggunakan *software* PSIM.



Gambar 9. Desain MPPT metode P&O

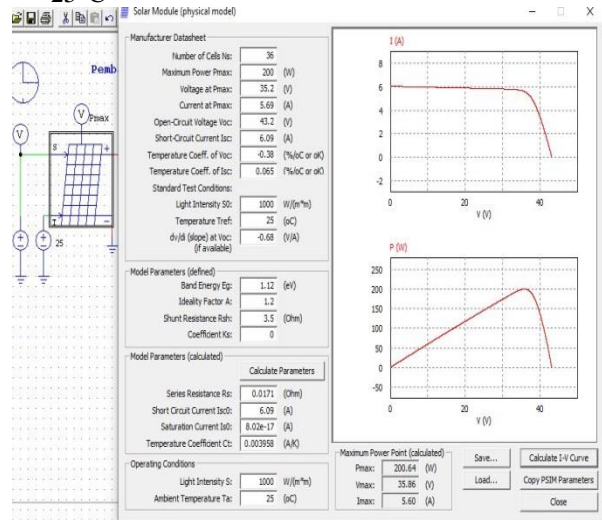
Dalam rangkaian P&O terdapat beberapa komponen di antaranya 1. Multiplier 2. dv/dt function block 3. Kompasator 4. Gerbang Not 5. Gerbang and 6. Label 7. PI controler 8. Limiter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengimputan Datasheet Panel Surya dan Pengetasan Sistem

Merancang desain sistem Panel surya menggunakan *Software* PSIM, kemudian meng-input *datasheet* panel surya yang akan di uji coba berupa:

1. Daya Maksimum (Pmax) = 200 Wp
2. Tegangan Maksimum (Vmax) = 35,2 V
3. Arus Maksimum (Imp) = 5,69 A
4. Tegangan *Open Circuit* (Voc) = 43,2 V
5. Arus *shortcircuit* (Isc) = 6,09 A
6. *Standard Test Condition* (STC) = 1000/m³, AM 1.5 & 25°C



Gambar 10. Desain sistem dan solar modul software PSIM

Tabel 3
Hasil Pmax, Vmax dan Imax Pada pengaturan suhu dan intensitas berbeda

Intensitas	Suhu		
	10°	25°	40°
1000	Pmax=200.44 W	Pmax= 200.13 W	Pmax= 199.79W
	Vmax= 35.48 V	Vmax= 35.32 V	Vmax= 35.15V
	Imax= 5.65 A	Imax= 5.67 A	Imax= 5.68A
900	Pmax= 181.09W	Pmax= 180.89W	Pmax= 180.66W
	Vmax= 35.75V	Vmax= 35.58V	Vmax= 35.41V
	Imax= 5.07A	Imax= 5.08A	Imax= 5.10A
800	Pmax= 161.32W	Pmax= 161.23W	Pmax= 161.11W
	Vmax= 36.01V	Vmax= 35.84V	Vmax= 35.66V
	Imax= 4.48A	Imax= 4.50 A	Imax= 4.52A
700	Pmax= 141.14W	Pmax= 141.17W	Pmax= 141.17W
	Vmax= 36.26V	Vmax= 36.07V	Vmax= 35.88V
	Imax= 3.89A	Imax= 3.91A	Imax= 3.93A
600	Pmax= 120.56W	Pmax= 120.72 W	Pmax= 120.85W
	Vmax= 36.47V	Vmax= 36.28V	Vmax= 36.08V
	Imax= 3.31A	Imax= 3.33A	Imax= 3.35 A
500	Pmax= 99.61W	Pmax= 99.90W	Pmax= 100.16W
	Vmax= 36.65V	Vmax= 36.45V	Vmax= 36.24V
	Imax= 2.72A	Imax= 2.74A	Imax= 2.76A
400	Pmax= 78.30W	Pmax= 78.73W	Pmax= 79.13W
	Vmax= 36.77V	Vmax= 36.56V	Vmax= 36.50 V
	Imax= 2.13A	Imax= 2.15A	Imax= 2.18A
300	Pmax= 56.70W	Pmax= 57.27W	Pmax= 57.82W
	Vmax= 36.80V	Vmax= 36.56V	Vmax= 36.33V
	Imax= 1.54A	Imax= 1.57A	Imax= 1.59A

	Pmax= 34.87W	Pmax= 35.60W	Pmax= 36.31W
200	Vmax= 36.60V	Vmax= 36.35V	Vmax= 36.10V
	Imax= 0.95A	Imax= 0.98A	Imax= 1.01A
	Pmax= 13.11W	Pmax= 14.00W	Pmax= 14.87W
100	Vmax= 35.45V	Vmax= 35.26V	Vmax= 35.05V
	Imax= 0.37A	Imax= 0.40A	Imax= 0.42A

Ketika telah selesai membuat rancangan dan menginput datasheet panel surya, maka akan dilakukan uji coba untuk mendapatkan Pmax, Vmax dan Imax dengan mengubah intensitas cahaya matahari atau (S) dengan nilai Di asumsikan antara 1000-100 dan suhu atau (T) dengan nilai 10°, 25°, 40°. Berikut adalah table hasil dari pengetesan program

B. Hasil Desain Simulasi Buck Converter

Perancangan desain buck converter menggunakan software PSIM. Sebelum meng-input data pada komponen rangkaian maka, dilakukan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai yang di perlukan pada rangkaian buck converter berupa nilai pada D = dutycycle, R = Resistor, L = Induktor dan C = Kapasitor.

Diketahui :

- $V_i = 35.2 V$
- $V_o = 12 V$
- $f = 100 KHz$
- $P = 200 W$
- $\%i_L = 5 \%$
- $\%v_o = 5 \%$

Penyelesaian :

$$D = \frac{V_o}{V_i} = \frac{12 V}{35.2 V} = 0,34$$

$$R = \frac{V_o^2}{P} = \frac{12^2}{200} = 0,72$$

$$i_L = \frac{P}{V_o} = \frac{200}{12} = 16,6$$

$$\Delta i_L = \%i_L \times i_L = 5\% \times 16,6 = 0,83$$

$$L = \frac{(V_i - V_o) \times D}{\Delta i_L \times f} = \frac{(35,2 - 12) \times 0,34}{0,83 \times 100000} = 9,50$$

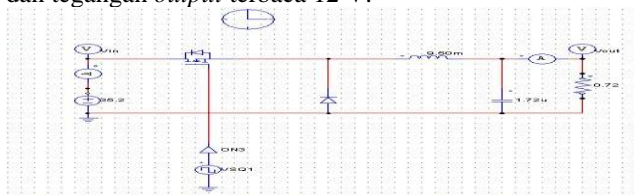
$$\Delta V_o = \%V_o \times V_o = 5\% \times 12 = 0,6$$

$$C = \frac{\Delta i_L}{8 \times \Delta V_o \times f} = \frac{0,83}{8 \times 0,6 \times 100000} = 1,72$$

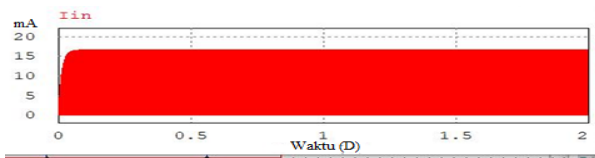
Maka dari perhitungan di atas maka di dapatkan nilai untuk :

- D = 0,34
- R = 0,72
- L = 9,50
- C = 1,72

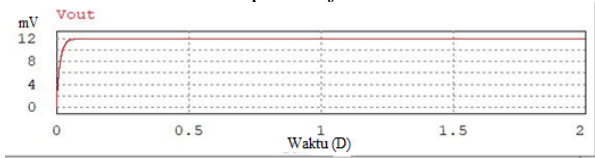
Setelah itu maka dilakukan penginputan nilai ke rangkain buck converter pada software PSIM dan melakukan pengukuran untuk uji coba apakah sesuai yang diinginkan yaitu pada tegangan input terbaca 35,2 V dan tegangan output terbaca 12 V.



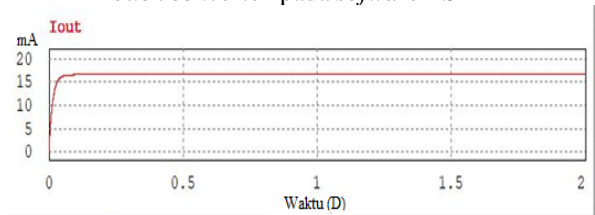
Gambar 11. Rangkaian Buck Converter pada software PSIM



Gambar 12. Hasil pengukuran arus input rangkaian buck converter pada software PSIM



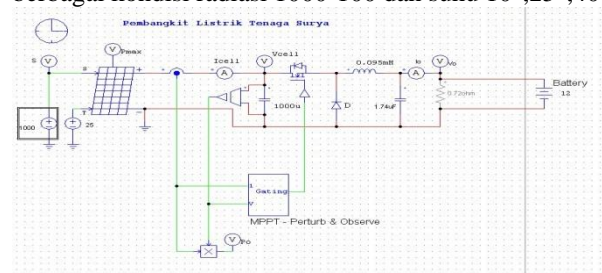
Gambar 13. Hasil pengukuran tegangan output rangkaian buck converter pada software PSIM



Gambar 14. Hasil pengukuran arus output rangkaian buck converter pada software PSIM

C. Hasil Desain Simulasi MPPT Metode P&O Pada Panel Surya

Setelah diuji semua sistem sudah berhasil dan berjalan maka akan di lakukan pengujian dengan pengaturan dari berbagai kondisi radiasi 1000-100 dan suhu 10°, 25°, 40°.



Gambar 15. Desain simulasi maximum power point tracking (MPPT) pada sel surya menggunakan metode P&O

Berdasarkan dari hasil simulasi yang dilakukan, maka dapat dikatakan bahwa desain simulasi maksimum power point tracking (MPPT) menggunakan metode perturb and observe (P&O) pada software PSIM berhasil dan MPPT dapat men-track daya maksimum pada panel surya. Pada saat pengaturan kondisi dengan intensitas S= 1000 dan suhu T = 40° didapatkan Pmax 201,5 W, Po 201,1 W dan waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track adalah 0,003 detik, pada saat S=500 T=25 maka didapatkan Pmax= 97,7 W dan Po = 96,4 W dan waktu yang dibutuhkan adalah 0,006 detik. Dan pada kondisi S=100 T=10 didapatkan Pmax = 9,4 W, Po = 9,3 W dan waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track adalah 0,04 detik.

Tabel 4
Hasil waktu Pmax dan PO Pada pengaturan suhu dan intensitas berbeda

Kondisi	Waktu	Pmax	Po
1000-40°	0,003	201,5 W	201,1 W
1000-25°	0,003	200,6 W	200,1 W
1000-10°	0,003	199,8 W	198,9 W
900-40°	0,003	181,6 W	181,1 W
900-25°	0,003	180,7 W	179,8 W
900-10°	0,003	179,8 W	178,4 W
800-40°	0,003	161,5 W	160,6 W
800-25°	0,003	160,5 W	159,2 W
800-10°	0,004	159,5 W	157,7 W
700-40°	0,004	141 W	140 W
700-25°	0,004	139,8 W	138,4 W
700-10°	0,004	138,7 W	136,8 W
600-40°	0,005	120,2 W	119,1 W
600-25°	0,005	118,9 W	117,5 W
600-10°	0,005	117,6 W	115,6 W
500-40°	0,005	99,1 W	98,2 W
500-25°	0,006	97,7 W	96,4 W
500-10°	0,006	96,3 W	94,5 W
400-40°	0,007	77,9 W	77,1 W
400-25°	0,007	76,3 W	75,2 W
400-10°	0,007	74,7 W	73,3 W
300-40°	0,008	56,3 W	55,8 W
300-25°	0,008	54,6 W	53,9 W
300-10°	0,009	52,8 W	52 W
200-40°	0,013	34,7 W	34,6 W
200-25°	0,014	32,8 W	32,7 W
200-10°	0,014	30,9 W	30,7 W
100-40°	0,028	13,4 W	13,3 W
100-25°	0,033	11,4 W	11,3 W
100-10°	0,04	9,4 W	9,3 W

Setelah di dapatkan Hasil Desain Simulasi MPPT metode P&O Pada Sel Surya Azzahra Hidroponik maka di dapatkan nilai tegangan, arus, dan daya yang di hasilkan oleh panel surya Azzahra Hidroponik dalam kondisi intensitas dan suhu yang berbeda. Dan di dapatkan bagaimanam Cara MPPT metode Perturb and Observe (P&O) mentrack daya maksimum adalah, Sensor akan membaca tegangan (V) dan arus (I) kemudian untuk mendapatkan Daya (P), tegangan dikali arus. Ketika sudah mendapatkan dayanya atau P maka langkah selanjutnya meng-observasi ΔP dan ΔV dengan cara daya atau P di kurang dengan daya sebelumnya maka di dapatkan ΔP begitu juga dengan tegangan. kemudian ketika ΔP lebih besar dari 0 maka lanjut dilakuka meng-observasi ΔV . Jika hasilnya lebih besar dari 0 maka tegangannya akan di tambah ($V_{ref} + step$). Jika 21 lebih kecil dari 0 maka tegangannya akan di kurang ($V_{ref} - step$). Begitu juga ketika ΔP lebih kecil dari 0 maka lanjut meng-observasi ΔV . Jika hasilnya lebih besar dari 0 maka tegangannya akan di tambah ($V_{ref} - step$). Jika lebih kecil dari 0 maka tegangannya akan di kurang ($V_{ref} + step$). kemudian V_{ref} akan di proses oleh control PI dan

menghasilkan Duty cycle. Duty cycle inilah yang akan mengatur tegangan input Buck Converter sesuai dengan tegangan VMP yang dihasilkan oleh panel surya. Nilai $V_{ref} = 35$ V di tentukan berdasarkan pengujian pemodelan panel surya. untuk nilai step = 0,1 V di tentukan berdasarkan rentang VMP pada antara 33 V – 36 V pada pengujian pemodelan panel surya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian rancangan simulasi MPPT metode P&O pada *software* PSIM, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut.

1. Semakin berkurangnya intensitas matahari maka semakin lama waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track dan mendapatkan daya maksimal, hal ini dapat dilihat ketika pengaturan intensitas 1000 sampai 100 maka waktu yang dibutuhkan MPPT untuk men-track mendapatkan daya maksimal adalah 0,003 detik sampai 0,004 detik.
2. Selisih daya Pmax dan Po pada pengaturan intensitas dan suhu yang berbeda dari $S = 1000-100$ dan suhu $T = 40^\circ, 25^\circ, \text{ dan } 10^\circ$ selisih daya Pmax dan Po hanya 0-2 Watt.
3. MPPT men-track daya maksimum dengan pendekatan secara matematik dengan metode P&O untuk mendapatkan nilai daya maksimum dengan menaikkan dan menurunkan nilai sehingga mendapatkan daya maksimum

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimah Kasih kepada Pemilik Azzahra Hidroponik akan kebaikannya mengizinkan saya sebagai peneliti untuk melakukan penelitian di Azzahra Hidroponik.

REFERENSI

- [1] Utami, S. (2017). Implementasi Algoritma Perturb and Observe untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT. *Jurnal Infotel*, Vol.9 No.1.
- [2] Pulungan, A. B., Sukardi, & Ramadhan, t. (2018). Buck Converter Sebagai Regulator Aliran Daya Pada Pengereman Regeneratif. *Jurnal EECCIS*, Vol. 12 No. 2.
- [3] Suryana, D., & Ali, m. M. (2016). Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Study Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, Vol. 2. No 1.
- [4] Setiono, I. (2015). Akumulator, Pemakaian dan Perawatannya. *Metana*, Vol.11 No. 01.
- [5] Ernadi, D. A., Pujiantara, M., & Purnomo, M. H. (2016). Desain Maximum Power Point Tracking untuk Turbin Angin Menggunakan Modified Perturb & Observe (P&O) Berdasarkan Prediksi Kecepatan Angin. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 5 No. 2.