

RANCANG BANGUN MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER MENGUNAKAN BUCK CONVERTER PADA PHOTOVOLTAIC BERBASIS MIKROKONTROLER PIC

by Protek Unkhair

Submission date: 09-Sep-2023 10:19AM (UTC+0700)

Submission ID: 2161232214

File name: 5817-15596-1-RV.docx (766.86K)

Word count: 3675

Character count: 21210

9

RANCANG BANGUN MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER MENGGUNAKAN BUCK CONVERTER PADA PHOTOVOLTAIC BERBASIS MIKROKONTROLER PIC

Teguh Rahayu Widodo
Teknik Elektro
Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman No.39
Magelang Utara, Kota
Magelang,
teguhrw2707@gmail.com

Bagus Fatkhurrozi
Teknik Elektro
Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman No.39
Magelang Utara, Kota
Magelang,
bagusf@untidar.ac.id

Hery Teguh Setiawan
Teknik Elektro
Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman No.39
Magelang Utara, Kota
Magelang,
hery.teguh.setiawan@untidar.ac.id

Abstract – Photovoltaic (PV) is a component for converting solar energy into electrical energy. On the other hand, the characteristics of PV performance are fluctuating, additional circuits are needed to maximize PV performance. This research discusses the maximum power point tracker (MPPT) in a solar charge controller system as a solution to maximize PV performance. The MPPT algorithm used is perturb and observe (P&O) with PV power parameters because this algorithm is often used and has good efficiency. This research system was tested using a voltage scale of 15 V, 16V, 17 V, 18.1 V, 19 V, 20 V, 21 V, 22 V, 23.1 V, 24.1 V, and 25 V with the lowest average error value of 3.01447379% and highest 4.312288%. Testing the working characteristics of the 120WP solar panel shows that the solar panel will work optimally when the conditions are sunny and the temperature is not high. The results of testing solar panels with the highest average output voltage of 22.1 V. From testing the system on solar panels shows the value of the ADC output voltage with an average of 12.603V in sunny conditions, 12.372V in sunny cloudy conditions, 12.23V in cloudy conditions, 12.5 V in an obstructed condition. In testing system efficiency using the P&O algorithm with an average result of 80.4818%.

Keywords: MPPT, photovoltaic, Mikrokontroler PIC, perturb and observe (P&O).



21
[Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

25
I. PENDAHULUAN
Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki potensi energi surya sangat besar memiliki potensi energi surya sebesar 207.898 MW [1]. Photovoltaic merupakan peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi terbarukan dari sinar matahari menjadi energi listrik [2]. Daya dari photovoltaic sendiri dalam penyerapan energi sinar

8
matahari dipengaruhi oleh faktor suhu dan intensitas radiasi cahaya matahari. Perubahan kedua faktor non-linier menjadi salah satu penyebab utama photovoltaic tidak dapat memaksimalkan kinerja photovoltaic [3].

Oleh sebab itu untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan dari photovoltaic sangat diperlukan, sehingga titik optimal dari panel surya di mana daya maksimum dapat diambil untuk setiap beban yang diberikan salah satunya dengan menggunakan maximum power point tracker (MPPT). Sejalan ini, banyak teknik MPPT yang digunakan mulai dari perturb and observe, Algoritma fuzzy logic, adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS), hingga artificial neural networks. Dari beberapa teknik MPPT tersebut perturb and observe merupakan algoritma yang paling populer dan juga memiliki tingkat efisiensi tinggi.

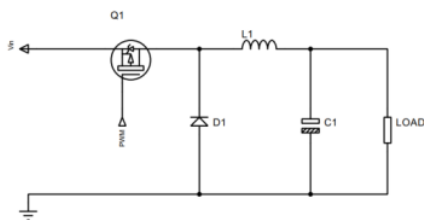
Penelitian ini membahas tentang sebuah sistem solar charge controller menggunakan MPPT dengan teknik perturb and observe (P&O) sebagai solusi dari permasalahan pada photovoltaic. Sistem solar charge controller disini menggunakan buck converter sebagai rangkaian penurun tegangan (DC-DC converter step down) [4]. Dengan menggunakan buck converter tegangan output yang dihasilkan dari photovoltaic akan diturunkan sehingga dapat menghindari kerusakan pada baterai. Pada buck converter ini dikontrol menggunakan sinyal pulse width modulation (PWM) dari perhitungan duty cycle hasil operasi MPPT dengan teknik perturb and observe (P&O) yang dikontrol menggunakan mikrokontroler PIC.

II. DASAR TEORI

Pada penelitian ini menggunakan photovoltaic (PV) yang merupakan alat konversi energi surya ke listrik menggunakan komponen dari semikonduktor. Silicon pada PV terdapat dua lapisan yaitu muatan positif dan

muatan negataif. Kemudian terdapat gerbang di lapisan tersebut, gerbang tersebut akan terbuka hal ini disebabkan karena sel *photovoltaic* terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat melepas elektron ketika radiasi matahari menyinari sel PV tersebut, kemudian menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan [5].

Solar charge controller merupakan rangkaian sistem yang digunakan untuk mengontrol pengisian baterai menggunakan rangkaian *buck converter*. *Buck converter* sendiri merupakan rangkaian yang digunakan untuk menurunkan tegangan arus searah atau bisa disebut dengan *DC-DC converter step down*. *Output* tegangan tergantung pada *duty cycle* dan termasuk parameter penting seperti riak arus, riak tegangan dan arus minimum dan maksimum melalui induktor juga tergantung pada *duty cycle* [6].



Gambar 1. Rangkaian Buck Converter.

Fungsi alih dari sebuah *buck converter* sebagai berikut.

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{V_o}{LCS^2 + \frac{L}{R}S + 1} \quad (1)$$

Pada sistem *solar charge controller* menggunakan *maximum power point tracker* (MPPT) untuk melacak nilai tertinggi dari daya yang dihasilkan PV. Algoritma pelacakan yang digunakan dalam teknik MPPT adalah *pertube and observe* (P&O). Dimana algoritma *pertube and observe* (P&O) digunakan untuk menganalisa daya keluaran dari sel surya disebut juga dengan *hill climbing algorithm*, kemudian dengan mengendalikan *duty cycle* dengan step ΔI (arus) dari rangkaian *buck converter* untuk melacak dimana lokasi titik daya maksimum (MPP) [7]. Algoritma P&O dengan step konstan dapat melacak secara akurat daya maksimum sel surya di keadaan yang normal. Tapi ada juga ketika step ΔI tidak stabilitas pada daya *output* sistem *photovoltaic* dan kecepatan pelacakan, maka daya maksimum *output* sel surya akan mengalami fluktualitas [8][9]. Untuk itu dapat diselesaikan dengan menetapkan parameter batasan kesalahan (error limit) pada algoritma (P&O) [10].

Sistem ini dikontrol menggunakan sinyal PWM dari mikrokontroler PIC. Dimana parameter yang digunakan untuk mengontrol *duty cycle* menggunakan parameter daya yang dihasilkan dari *photovoltaic*.

13

Untuk mengetahui nilai tersebut diperlukan sensor arus ACS 712 dan sensor tegangan.

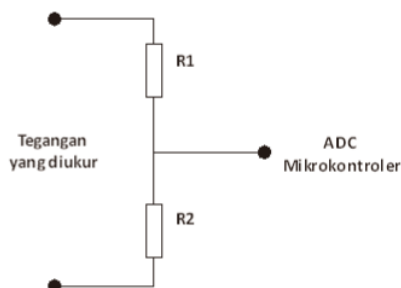
a. Sensor arus ACS 712

Sensor arus ACS712 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arus AC atau DC dengan operasi catu daya tunggal 5.0 V dan sensitivitas keluaran 66-185 mV.

b. Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan DC menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Karena pada PIC maksimal tegangan kerja adalah 5volt, berarti tegangan yang terbaca tidak boleh memberikan tegangan VCC pada rangkaian, karena jika *output* dari rangkaian sensor tegangan tersebut melebihi 5 volt yang terjadi akan mengakibatkan PIC rusak. Untuk penentuan nilai pembagi tegangan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = VCC \times \frac{R2}{(R1+R2)} \quad (2)$$



Gambar 2 Rangkaian Pembagi Tegangan DC

III. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Penelitian didukung dengan persediaan alat dan bahan yang dibutuhkan menyelesaikan penelitian ini, diantara lain:

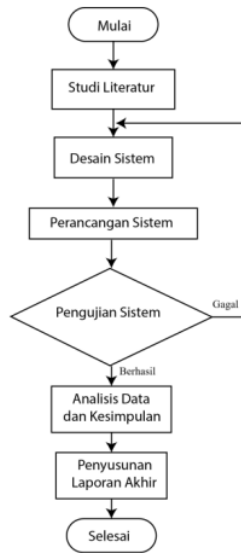
Tabel 1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian
Laptop
Tang dan Obeng
Multimeter
Ocilloscope
Soldir
Elco 100µF
Resistor 100K Ohm dan 10K Ohm.
PIC 18F4550
IRF9520 MOSFET
ACS712
LCD 16X2
Dioda UF4007 & Fuses 10 A

B. Metode Penelitian

Tahapan metode penyelesaian sistem yang digunakan dalam menyelesaikan artikel ini dapat dilihat pada Gambar 3.

26



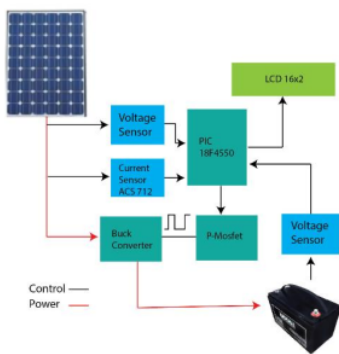
Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

14
a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan literatur pustaka, melakukan observasi dengan membaca dan mencatat, serta mengelolah sebagai bahan penelitian. Metode pengumpulan data-data literatur yang diperoleh baik dari jurnal, buku-buku, skripsi, tesis dan lain-lain.

b. Desain Sistem

Pada tahap ini membuat skema desain sistem yang akan dibuat



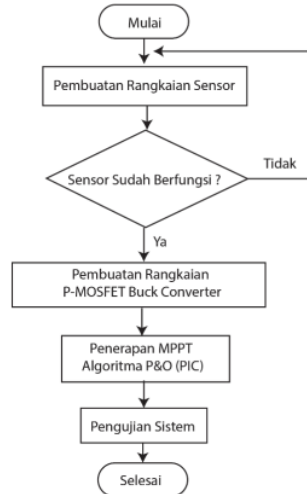
Gambar 4 Skema Sistem solar charge controller

Sistem skema dari desain MPPT solar charge controller seperti pada Gambar 4 dimana terdapat dua jalur sistem yaitu jalur kontrol dan jalur power. Sistem kerja dari desain tersebut yaitu setiap output dari jalur power yang melewati buck converter akan dikontrol

terkait output dari panel surya sebelum ke beban. Kendali pada output buck converter dikendalikan menggunakan modulasi lebar pulsa berupa nilai duty cycle dimana setiap nilai duty cycle menggunakan parameter dari sensor tegangan dan sensor arus.

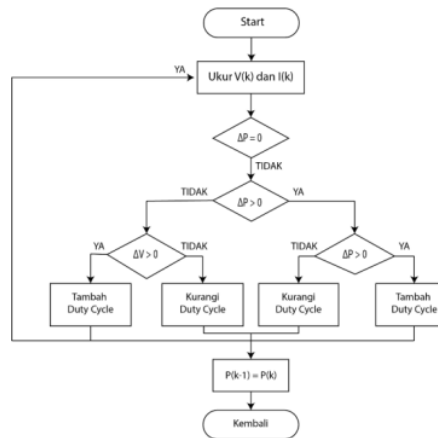
c. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem ini lebih ke alur proses penyelesaian perancangan sistem dimana alurnya sebagai berikut



Gambar 5 Perancangan Sistem.

Perancangan sistem diawali dengan pembuatan rangkaian sensor dan kalibrasi sensor. Kemudian jika berhasil dilanjutkan dengan perancangan pembuatan algoritma pertube and observe yang akan di implementasikan dalam rangkaian P-MOSFET buck converter. Algoritma yang dibuat sebagai berikut.



Gambar 6 Algoritma pertube and observe.

d. Pengujian Sistem

Pengujian sistem pada diagram alur penelitian ini adalah pengujian dari desain sistem dan perancangan sistem yang sudah dibuat. Untuk itu pada tahap ini akan di uji apakah sistem tersebut dalam kondisi yang baik dan stabil jika iya maka akan lanjut ke tahapan selanjutnya, dan jika tidak akan dikembalikan ke tahap desain sistem untuk dianalisis Kembali sampai sistem menjadi baik dan baik. Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian *hardware* dan *software*.

e. Analisis Data dan Kesimpulan

Analisis data pada tahap ini adalah tahap pengambilan data penelitian dari pengujian sistem yang sudah di buat kemudian didetailkan dengan sebuah analisis sebagai bahan untuk melakukan kesimpulan dan mendapatkan evaluasi dari sistem. Kemudian dari hasil analisis data dan kesimpulan bisa diolah ke tahap selanjutnya.

f. Penyusunan Laporan Akhir

Tahapan terakhir dari alur penelitian yaitu penyusunan laporan akhir sesuai dengan sistematika yang berlaku sebagai syarat penyelesaian dari tugas akhir.

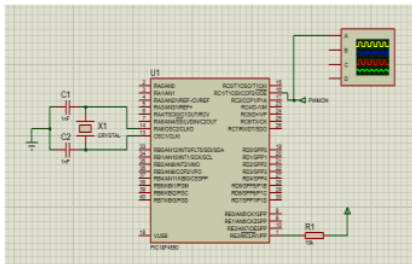
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian *Software*

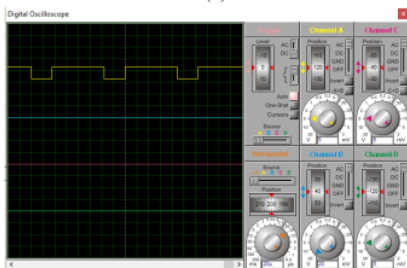
Pengujian yang digunakan menggunakan *software* di laptop.

a. Pengujian program PWM pada PIC 18F4550.

Pengujian program PWM pada PIC 18F4550 menggunakan *software* MPLAB dan simulasi proteus.



(a)



(b)

Gambar 7 (a) Rangkaian pengujian PWM, dan (b) Tampilan sinyal PWM

Pengujian program PWM ini menggunakan *Timer 2* dan mengaktifkan pin CCP2 pada pin mikrokontroler dan gelombang yang dihasilkan seperti pada gambar 7. Untuk mengaktifkan PWM pada PIC harus melakukan perhitungan PWM periode, dimana frekuensi yang di gunakan yaitu 8Khz sebagai berikut :

$$PWM \text{ periode} = (PR2 + 1) * 4 * Fosc * Prescaler \quad (3)$$

$$1/F = (PR2 + 1) * 4 * Fosc * Prescaler$$

$$\frac{1}{8KHz} = (PR2 + 1) * 4 * \left(\frac{1}{20MHZ}\right) * 16$$

$$PR2 + 1 = 39.06$$

$$PR2 = 38.06 \approx 38$$

$$38 = 26 \text{ hex}$$

$$\text{Jadi } PR2 = 0x26;$$

Kemudian untuk nilai *duty_cycle* maka untuk CCP2L yang diaktifkan harus di hitung terlebih dahulu berapa *duty_cycle* yang di inginkan misal 80% maka perhitungannya sebagai berikut :

$$CCPR2L = \frac{PWM}{Tosc} * Prescale \quad (4)$$

$$CCPR2L = \frac{1}{\left(\frac{1}{8KHz}\right)} * 16$$

$$CCPR2L = 156.25 \approx 156$$

Eliminasi

$$156 = 100\%$$

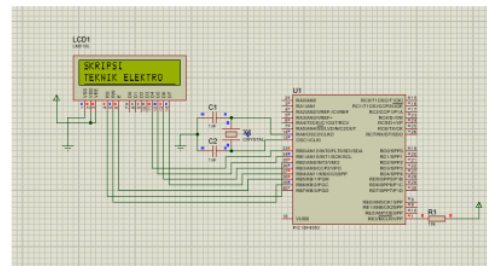
$$x = 80\%$$

$$X = \frac{12480}{100} = 124.8 = 124 = 0001111100$$

Kemudian 2 nilai biner dari depan dihapus maka 0001111100 = 00011111 jadi nilai hexa yang dihasilkan untuk mendapatkan *duty_cycle* = 80% yaitu 1F kemudian program yang ditulis CCPR2L = 0x1F.

b. Pengujian program LCD 16x2 pada PIC 18F4550

Pengujian program LCD 16x2 pada PIC 18F4550 menggunakan *software* MPLAB dan simulasi proteus.

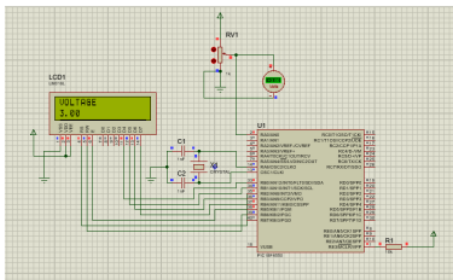


Gambar 8 Hasil pengujian program LCD 16x2.

Pengujian pada gambar 8 merupakan rangkaian dari hasil pengujian menampilkan karakter pada LCD 16x2 dengan mikrokontroler 18F4550. Pengujian program LCD 16x2 ini menggunakan PORTB untuk pin E menggunakan PORTB4 dan mengaktifkan register LATB4 dan TRISB4, pin RS menggunakan PORTB5 dan mengaktifkan register LATB5 dan TRISB5, pin RW menggunakan PORTB6 dan mengaktifkan register LATB6 dan TRISB6 sedangkan D4-D7 menggunakan PORTB0-PORTB3.

c. Pengujian program ADC pada PIC 18F4550

Pengujian program ADC pada PIC 18F4550 menggunakan *software* MPLAB dan simulasi proteus dengan menguji nilai tegangan.

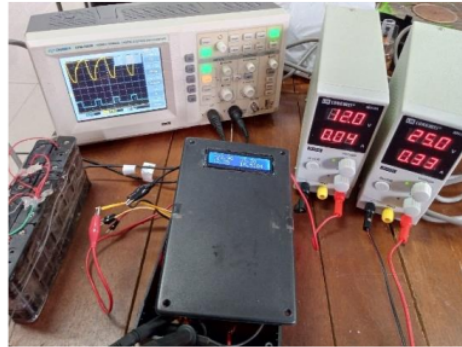


Gambar 9 Hasil pengujian program ADC.

Pada gambar 9 merupakan rangkaian pengujian ADC pada PIC 18F4550 menggunakan PORTA sebagai port input analog pada mikrokontroler. Pengujian program ADC ini menggunakan PORTA1 sebagai pin input dimana pin analog input pada mikrokontroler PIC memiliki batas maksimal tegangan referensi yaitu 5V dan menggunakan skala nilai 0-1023.

B. Pengujian Alat

Pengujian MPPT solar charge controller menggunakan buck converter dengan beban baterai lithium 16.500mAh tegangan referensi input 15 V, 16V, 17 V, 18.1 V, 19 V, 20 V, 21 V, 22 V, 23.1 V, 24.1 V, 25 V, kemudian pengujian menggunakan panel surya 120 WP dengan beban LED 12 V dan baterai lithium 16.500mAh.



Gambar 10 Pengujian Alat.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan kerja dari sistem tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut

$$error = \left| \frac{\text{Hasil pengukuran sistem} - \text{alat ukur}}{\text{alat ukur}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 10 sampel percobaan setiap referensi tegangan input. Dari pengujian yang dilakukan hasil rata-rata setiap tegangan referensi yang dihasilkan seperti pada tabel 1.

Tabel 2 Hasil rata-rata pengujian setiap tegangan referensi dengan 10 sampel percobaan.

No	V _{in} (V)	V _s (V)	E _{in} (%)	V _{out} (V)	V _o (V)	E _o (%)	D (%)
1	15	14.5	3.16	12.56	12.28	3.25	61.2
2	16	14.3	3.83	12.70	12.64	3.38	65.6
3	17	16.5	3.11	12.65	12.68	3.26	71.1
4	18.1	17.4	3.82	12.95	12.54	3.85	72.0
5	19	18.4	3.05	12.76	12.47	2.74	73.9
6	20	19.4	3.01	12.71	12.68	3.01	75.6
7	21	20.4	3.01	12.90	12.34	4.31	76.2
8	22	21.4	2.88	12.74	12.82	4.18	77.8
9	23.1	22.3	3.53	12.86	12.40	3.55	79.2
10	24.1	23.3	3.52	12.74	12.50	4.31	80.8
11	25	24.2	3.06	12.81	12.39	4.08	80.8

Dari tabel 2. Menunjukkan hasil pengujian dari rata-rata pengambilan 10 sampel percobaan setiap tegangan referensi yang digunakan. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 15V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.25% dan akurasi V_{in} yaitu 3.16%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 16V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.38% dan akurasi V_{in}

yaitu 3.83%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 17V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.26% dan akurasi *Vin* yaitu 3.11%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 18.1V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.85% dan akurasi *Vin* yaitu 3.82%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 19V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 2.74% dan akurasi *Vin* yaitu 3.05%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 20V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.01% dan akurasi *Vin* yaitu 3.01%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 21V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 4.31% dan akurasi *Vin* yaitu 3.01%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 22V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 4.18% dan akurasi *Vin* yaitu 2.88%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 23.1V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 3.55% dan akurasi *Vin* yaitu 3.53%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 24.1 V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 4.31% dan akurasi *Vin* yaitu 3.55%. Pada pengujian pertama menggunakan tegangan 25V dengan 10 kali percobaan didapatkan nilai *error output* pada sistem sebesar 4.08 % dan akurasi *Vin* yaitu 3.06%. Data tersebut menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik karena akurasi *output* yang dihasilkan yang tertinggi dari semua rata-rata pengujian tegangan referensi yang diambil yaitu 2.74% dimana akurasi terendah 4.31%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa sistem masih di katakana signifikan karena akurasi yang dihasilkan masih tergolong baik.

a. Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya 120 WP dilakukan dengan menggunakan parameter keadaan kerja pada panel surya akibat dari kondisi penyinaran yang mengenai panel surya.



Gambar 11 Pengujian panel surya.

Tabel 2. Hasil pengujian

Kondisi Matahari	Suhu (°C)	Output (V)
Cerah	29	21.2
Cerah	30	22.1
Cerah	35	19.6
Cerah Berawan	32	20.6
Cerah Berawan	29	20.6
Tertutup Bayangan	30	18.7
Tertutup Bayangan	30	18.5

Dari data tabel 2 data pengujian panel surya menunjuka bahwa ketika dalam kondisi cerah dapat mendapatkan tegangan kerja maksimal namun ketika suhu dari panas akan mengalami penurunan kinerja sehingga tegangan output dari panel surya akan tidak maksimal. Dari rata-rata yang tercatat pada tegangan maksimal kerja panel surya saat kondisi cerah dan suhu tidak panas yang berkisaran 30 °C dengan hasil tegangan *output* 22.1 V

b. Pengujian Efisiensi dengan Sistem algoritma *pertube and observe* dengan beban Baterai Lithinum

Pengujian sistem ini menggunakan beban baterai lithinum, dengan mengambil data sampel sebanyak 20 kali pengambilan sampel.

Tabel 3 Hasil pengujian efisiensi sitem dengan algoritma P&O.

No	Vs (V)	Is (A)	Ws (W)	Vout (V)	Iout (A)	Wout (W)	Efisiensi %
1	21.84	0.2	4.368	12.82	0.3	3.846	88.0495
2	21.79	0.2	4.358	12.92	0.28	3.6176	83.0106
3	20.84	0.18	3.7512	12.87	0.28	3.6036	96.0653
4	21.64	0.18	3.8952	12.92	0.28	3.6176	92.8733
5	21.79	0.18	3.9222	12.97	0.128	1.66016	42.3273
6	21.84	0.2	4.368	12.97	0.128	1.66016	38.0073
7	21.79	0.17	3.7043	12.97	0.128	1.66016	44.8171
8	21.79	0.17	3.7043	12.92	0.3	3.876	104.635
9	20.84	0.2	4.168	12.97	0.3	3.891	93.3541
10	21.64	0.18	3.8952	13.12	0.28	3.6736	94.3109
11	21.79	0.18	3.9222	12.97	0.28	3.6316	92.5909
12	20.84	0.18	3.7512	12.93	0.28	3.6204	96.5131
13	21.64	0.3	6.492	12.87	0.28	3.6036	55.5083
14	21.64	0.3	6.492	12.97	0.28	3.6316	55.9396
15	21.84	0.2	4.368	12.93	0.3	3.879	88.8049
16	21.84	0.2	4.368	12.87	0.3	3.861	88.3929
17	21.79	0.2	4.358	12.87	0.3	3.861	88.5957
18	21.64	0.3	6.492	12.92	0.48	6.2016	95.5268
19	21.84	0.17	3.7128	12.97	0.28	3.6316	97.813
20	21.79	0.17	3.7043	12.97	0.28	3.6316	98.0374
Rata-Rata	21.6225	0.203	4.38975	12.936	0.2732	3.53294	80.4818

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa hasil pengujian efisiensi sistem menggunakan algoritma P&O memiliki rata-rata daya *input* yang tercatat sebesar 4.38975 W kemudian untuk rata-rata daya *output* sistem sebesar 3.53294 W dengan efisiensi rata-rata pada sistem yaitu 80.5804 %. Efisiensi yang dihasilkan pada pengujian ini cukup baik karena sistem dapat memaksimalkan daya yang masuk dengan rata-rata efisiensi 80.4818 %.

c. Pengujian Sistem dengan Panel Surya dan beban Baterai Lithinum

Pengujian sistem ini menggunakan panel surya 120 WP dengan beban baterai lithinum parameter tegangan kerja panel surya diambil data dengan parameter kondisi penyinaran yang mengenai panel surya. Dari data tabel 4 pengujian pada kondisi cuaca cerah, rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya 20.05 V dengan rata-rata tegangan output yaitu 12.603 V. Saat kondisi cerah tersebut panel surya menghasilkan nilai tegangan yang maksimal.

Tabel 4 Hasil pengujian pada kondisi Cerah.

No	Kondisi Cuaca	Panel Surya (V)	Vout Voltmeter (V)	Vout Sensor (V)
1	Cerah	20	11.6	12.55
2	Cerah	19.6	11.8	13.18
3	Cerah	19.6	13.1	12.55
4	Cerah	20	11.2	12.7
5	Cerah	20.1	13.3	13
6	Cerah	20	13	13.3
7	Cerah	19.8	11.8	12.4
8	Cerah	19.6	12.3	12.2
9	Cerah	20	11.7	12.1
10	Cerah	21.8	12.2	12.05
Rata-rata		20.05	12.2	12.603

Dari data tabel 5 pengujian pada kondisi mendung menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya 18.3 V dengan rata-rata tegangan output yaitu 12.46 V. Saat kondisi mendung hasil yang ditunjukkan pada tabel 5 ini menunjukkan hasil kerja sistem yang masih baik akan tetapi kinerja panel surya turun karena radiasi cahaya matahari yang kurang.

Tabel 5 Hasil pengujian pada kondisi mendung

No	Kondisi Cuaca	Panel Surya (V)	Vout Voltmeter (V)	Vout Sensor (V)
1	Mendung	17.4	11.8	12.05
2	Mendung	18.2	12.3	12.23
3	Mendung	18.4	11.7	12.74
4	Mendung	18.4	12.2	13.3
5	Mendung	18.8	12.8	13.3
6	Mendung	19	13.6	12.4
7	Mendung	18.1	12.6	12.2
8	Mendung	18.8	12.4	12.1
9	Mendung	17.8	12.4	12.05
10	Mendung	18.1	12.5	12.23
	Rata-rata	18.3	12.43	12.46

Tabel 6 Hasil pengujian pada kondisi cerah berawan.

No	Kondisi Cuaca	Panel Surya (V)	Vout Voltmeter (V)	Vout Sensor (V)
1	Cerah berawan	20	12.4	12.4
2	Cerah berawan	20.1	12.5	12.2
3	Cerah berawan	20	11.5	12.1
4	Cerah berawan	20	12.8	12.05
5	Cerah berawan	19.72	13.6	12.23
6	Cerah berawan	19.72	12.6	12.74
7	Cerah berawan	20.6	12.4	13.3
8	Cerah berawan	20	12.4	12.4
9	Cerah berawan	19.72	12.5	12.2
10	Cerah berawan	20.6	11.5	12.1
	Rata-rata	19.98	12.42	12.372

Dari data tabel 6 pengujian pada kondisi cerah berawan menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya 19.98 V dengan rata-rata

tegangan output yaitu 12.372 V. Dengan kondisi cerah berawan kerja tegangan output sistem masih baik

Tabel 7 Hasil pengujian kondisi tertutup bayangan.

No	Kondisi Cuaca	Panel Surya (V)	Vout Voltmeter (V)	Vout Sensor (V)
1	Tertutup Bayangan	18.1	12.5	12.23
2	Tertutup Bayangan	18.8	11.5	12.74
3	Tertutup Bayangan	17.8	12.8	13.3
4	Tertutup Bayangan	18.8	12.3	12.23
5	Tertutup Bayangan	19	11.7	12.74
6	Tertutup Bayangan	18.8	12.2	13.3
7	Tertutup Bayangan	18.8	12.8	12.4
8	Tertutup Bayangan	18.2	13.6	12.2
9	Tertutup Bayangan	18.4	12.6	12.1
10	Tertutup Bayangan	17.4	12.4	12.05
	Rata-rata	18.41	12.44	12.56

Dari data tabel 7 pengujian pada kondisi tertutup bayangan menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya 18.41 V dengan rata-rata tegangan output sistem yang terbaca dalam alat yaitu 12.56 V. Dengan kondisi tertutup bayangan kerja tegangan output sistem masih baik. Namun kinerja dari panel surya menurun karena cahaya matahari yang tertutup.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun dan hasil pengujian MPPT solar charge controller menggunakan buck converter pada photovoltaic berbasis mikrokontroler PIC menggunakan algoritma pertube and observe yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan. Diharapkan bahwa nilai error terendah yang dibaca ADC dari mikrokontroler yaitu 3.01447379% dan

nilai error tertinggi yaitu 4.312288%. Dilihat dari data tersebut sistem yang dibuat tergolong signifikan untuk digunakan. Dari hasil penelitian tegangan kerja pada panel surya 120WP menunjukkan panel surya akan berkerja maksimal pada kondisi cuaca yang cerah dan panel surya tidak dalam keadaan suhu yang tinggi. Panel surya akan terganggu kinerjanya ketika keadaan suhu tinggi, mendung, dan tertutup bayangan. Hasil menunjukkan tegangan tertinggi dari panel surya 120WP yaitu 22.1 V dan tegangan terendah yaitu 18.5V. Dari hasil pengujian dengan panel surya 120WP dengan algoritma pertube and observe menunjukkan bahwa sistem membaca nilai tegangan output melalui ADC dengan rata-rata 12.603V pada kondisi cerah, 12.372V pada kondisi cerah berawan, 12.23V pada kondisi mendung, 12.5 V pada kondisi tertutup bayangan. Efisiensi sistem menggunakan algoritma P&O pada pengujian memiliki rata-rata sebesar 80.4818 %. Dilihat dari data penelitian tersebut sistem yang dibuat tergolong signifikan untuk digunakan

VI. REFRENSI

- [1] Energi, K. (2016). *Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*. Kementrian ESDM.
- [2] Fadriantama, M. I. (2018). Analisis Perbandingan Kinerja Algoritme Perturb And Observe (P&O) Dan Incremental Conductance (IC) Pada Sistem Kendali Maximum Power Point Tracker (MPPT) Untuk Sistem Photovoltaic (PV) Paralel.
- [3] Riesen, Y., Ballif, C., & Wyrsh, N. (2017). Control algorithm for a residential photovoltaic system with storage. *Applied Energy*, 202, 78-87.
- [4] Dalimunthe, E. R., Kurniawan, F., & Lasmadi, L. (2019). Pengaruh Penggunaan Perturb & Observe pada MPPT terhadap Daya Keluaran Sel Surya. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 1(1), 53-64.
- [5] Ramadhani, B. (2018). Instalasi pembangkit listrik tenaga surya Dos & Don'ts. Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (Endev) Indonesia Jakarta, 23-28.
- [6] Sakti, A. A. (2016). Rancang Bangun MPPT Solar Charger Controller Menggunakan Synchronous Rectification Buck Converter Dengan Metode P&O Berbasis ARM Di Prototipe PLTS Teknik Fisika ITS (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [7] Bouakkaz, M. S., Boukadoum, A., Boudebbouz, O., Attoui, I., Boutasseta, N., & Bouraiou, A. (2020). Fuzzy logic based adaptive step hill climbing MPPT algorithm for PV energy generation systems. In *2020 International conference on computing and information technology (ICCIIT-1441)* (pp. 1-5). IEEE.
- [8] Fadriantama, M. I. (2018). Analisis Perbandingan Kinerja Algoritme Perturb And Observe (P&O) Dan Incremental Conductance (IC) Pada Sistem Kendali Maximum Power Point Tracker (MPPT) Untuk Sistem Photovoltaic (PV) Paralel.
- [9] Bhattacharyya, S., Samanta, S., & Mishra, S. (2020). Steady output and fast tracking MPPT (SOFT-MPPT) for P&O and InC algorithms. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 12(1), 293-302.
- [10] Sinha, A., & Sahu, S. S. (2015). MPPT control of standalone-PV system with battery as an energy storage element (Doctoral dissertation).

RANCANG BANGUN MPPT SOLAR CHARGE CONTROLLER MENGUNAKAN BUCK CONVERTER PADA PHOTOVOLTAIC BERBASIS MIKROKONTROLER PIC

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	4%
2	repository.unej.ac.id Internet Source	1%
3	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	1%
4	sic.ici.ro Internet Source	1%
5	Submitted to UIN Sultan Syarif Kasim Riau Student Paper	1%
6	dergipark.org.tr Internet Source	1%
7	ejournals.stta.ac.id Internet Source	1%
8	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%

repositori.untidar.ac.id

9	Internet Source	1 %
10	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	1 %
11	journal.kawanad.com Internet Source	1 %
12	os.zhdk.cloud.switch.ch Internet Source	<1 %
13	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
14	Wirda Wati, Alfiah Alfiah, Sylvia Sofian. "Kemukjizatan Al-Qur'an dalam Pembuktian Sains Modern", Journal on Education, 2023 Publication	<1 %
15	www.science.gov Internet Source	<1 %
16	123dok.com Internet Source	<1 %
17	Ifan Nur Alwi, Roma Yuli F Hutapea, Bobby Wisely Ziliwu. "Spesifikasi dan Hasil Tangkapan Jaring Insang di Desa Prapat Tunggal Specifications of Gill Nets and Gill Nets Catches in Prapat Tunggal Village", Aurelia Journal, 2020 Publication	<1 %

18	ethesis.nitrkl.ac.in Internet Source	<1 %
19	ebtke.esdm.go.id Internet Source	<1 %
20	thewartburgwatch.com Internet Source	<1 %
21	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	<1 %
22	R. A. Alfauzi, B. F. Ariyanto, K. P. Setyawan, M. Sihite, N. Hidayah. "Potensi Kulit Jengkol sebagai Agen Penurun Kolesterol Daging Itik Magelang", Jurnal Sain Peternakan Indonesia, 2021 Publication	<1 %
23	belajar-mikrokontroler-2016.blogspot.com Internet Source	<1 %
24	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
25	etheses.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
26	Lisca Pelupessy, Ine Arini. "KESERAGAMAN JENIS-JENIS IKAN PADA KOMUNITAS MANGROVE DESA WAAI KECAMATAN SALAHUTU KABUPATEN MALUKU TENGAH",	<1 %

BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan, 2016

Publication

27

N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, M. Vitelli. "Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method", IEEE Transactions on Power Electronics, 2005

Publication

<1 %

28

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

29

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

30

Muhammad Said, Samratul Fuady, Oki Saputra. "Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Panel Surya 1200 Wp Berbasis Data Logger", Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2022

Publication

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On