

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**JURNAL SEMINAR HASIL SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN *DC to DC CONVERTER* DENGAN METODE *INCREMENTAL CONDUCTANCE* MENGGUNAKAN ARDUINO PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SKALA KECIL**



**Disusun oleh :**  
**Anom Bayu Nugroho**  
**1812076**

Dosen Pembimbing 1

**Ir. Widodo Pudji Mujiyanto, MT.**

**NIP. Y. 1028700171**

Dosen Pembimbing 2

**Ir. Ni Putu Agustini, MT.**

**NIP. Y. 1030100371**

# RANCANG BANGUN *DC to DC KONVERTER* DENGAN METODE *INCREMENTAL* *CONDUCTANCE* MENGGUNAKAN ARDUINO PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *SKALA KECIL*

<sup>1</sup>Anom Bayu Nugroho, <sup>2</sup>Ir. Widodo Pudji Mujiyanto, MT., <sup>3</sup>Ir. Ni Putu Agustini, MT.  
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia  
<sup>1</sup>anomb38@gmail.com, <sup>2</sup>Pembimbing1, <sup>3</sup>Pembimbing2

**Abstrak**— *DC to DC* adalah sebuah alat sebagai penghubung antara panel surya dengan beban. Dengan membuat *DC to DC* yang dapat diatur *PWM* nya dapat meningkatkan mendapat daya maksimal pada panel surya. Untuk mendapatkan daya yang maksimal membutuhkan metode yang dapat bekerja dengan baik. Cuk konverter adalah salah satu konverter yang dapat diatur *PWM* dan konverter ini merupakan konverter yang memiliki kerugian *switching* yang rendah.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan *incremental conductance* dalam metode ini, karena metode tersebut menghasilkan output yang stabil.

**Kata Kunci**— *Dc konverter, Incremental Conductance, CUK konverter*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kebutuhan energi semakin lama semakin besar, dengan perkembangan di sector industri. Seperti yang kita ketahui energi fosil tidak dapat diperbarui, oleh karena itu penggunaan panel surya sebagai energi terbarukan adalah salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan energi fosil. Tetapi masih ada beberapa masalah, pada tingkat efisiensi pada MPP (*maximum power point*). Dengan menambah dc converter yang dapat mengatur MPPT diharapkan penggunaan panel surya mendapatkan daya yang maksimal. [1]

Perancangan DC converter sebagai penghubung panel surya dan beban kita dapat menemukan di beberapa literatur dan banyak converter yang sering dipakai. Salah satunya ialah CUK konverter, dimana converter ini bekerja seperti *buck-boost* konverter yaitu dapat menaik turunkan tegangan keluaran. Tetapi cuk memiliki keunggulan seperti kerugian *switching* yang rendah. [2]

Banyak algoritma *AI* yang dapat dipakai dalam menentukan MPP seperti : *fuzzy logic*, jaringan syaraf tiruan dll. namun ad beberapa kendala Ketika menggunakan algoritma tersebut seperti banyaknya sensor yang dipakai disbanding dengan metode konvensional seperti *peturb*

*observe* dan *incremental conductance* dikarenakan kesederhanaannya dan kinerja yang lebih unggul maka metode konvensional masih banyak dipakai dalam hal ini. [3]

### B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang cuk konverter dapat bekerja menggunakan algoritma *Increment Conductance*?
2. Bagaimana keluaran tegangan dari cuk konverter menggunakan dan tidak menggunakan *Increment Conductance*?
3. Bagaimana merancang sistem pengendali yang mampu menjaga tegangan output bisa stabil?

### C. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun cuk konverter dengan algoritma *increment conductance* yang dilengkapi sinyal umpan balik dan sistem pengendali sehingga keluaran tegangan dari konverter tersebut dapat stabil

## II. TINJAUAN PUSTAKA

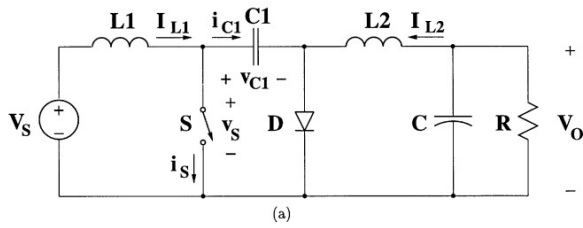
### A. *DC to DC* konverter

Secara umum *DC to DC* converter adalah sebuah alat untuk mengubah tegangan DC, dimana keluaran bisa lebih rendah ataupun lebih tinggi daripada masukan. *DC to DC* konverter telah banyak dikembangkan dengan menambah *PWM (Pulse Width Modulation)* sehingga keluaran tegangan dapat diatur [3]

### B. *CUK konverter*

Konverter ini sama seperti *buck-boost* converter, dimana converter ini dapat menaik turunkan tegangan . tetapi converter ini memiliki kelebihan yaitu arus yang kontinyu pada masukan dan keluaran dari converter tersebut, tetapi dengan memiliki nilai komponen reaktif yang cukup tinggi dan

arus yang tinggi sehingga membuat kinerja saklar semakin berat. [4]



Gambar 1 Topologi CUK Konverter

C. Incremental Conductance

Metode ini bekerja pada gradien kurva P-V karakteristik panel surya. Tegangan maksimum panel surya dapat berbeda tergantung kondisi lingkungan panel surya yang disebut VMPP. MPPT memberikan Vref untuk mendapatkan nilai VMPP. Karakteristik P terhadap V panel surya merupakan fungsi daya terhadap tegangan, dimana titik maksimum Ketika gradiennya bernilai 0, hal ini dapat dituliskan sebagai berikut:

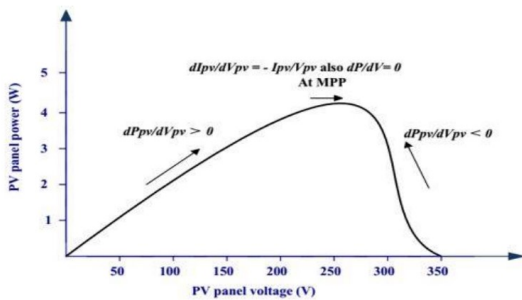
$$\frac{dP}{dV} = 0$$

Dimana dP adalah nilai perubahan daya (W) dan dV adalah nilai perubahan tegangan (V) karena  $P = V.I$ , maka persamaan diatas dapat dijabarkan menjadi persamaan sebagai berikut [5] :

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(V.I)}{dV} = I \frac{dV}{dV} + V \frac{dI}{dV}$$

$$I + V \frac{dI}{dV} = 0$$

$$\frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V}$$



Gambar 2 Kurva Kinerja incremental conductance

D. Panel surya

Sel Surya adalah sebuah komponen yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Berikut spesifikasi dari panel surya yang dipakai penulis dalam penelitian ini :

<b>WARNING</b> HAZARDOUS ELECTRICITY CAN SHOCK, BURN OR CAUSE DEATH. DO NOT TOUCH TERMINALS.	
PHOTOVOLTAIC MODULE	
Standard Test Condition (STC)	1000W m <sup>2</sup> AM1.5 25°C
Serial No.	
MODEL	ST-50W(P)
Pmax (W)	50±5%
Vpm (V)	17.5±5%
Ipm (A)	2.86±5%
Voc (V)	21.5±5%
Isc (A)	3.25±5%
Weight (kg)	5.8Kg
MAX.SYSTEM V.	DC 1000V
Safety Class	□
	Intertek ETL SEAIKO <small>Being authorized by national government</small>
REF: NoJSH05060207-012	IEC61215

Gambar 3 Spesifikasi Panel Surya

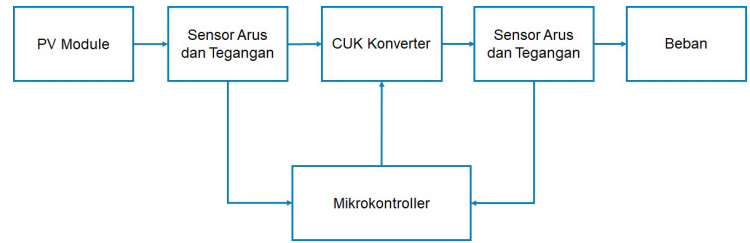
E. Arduino Mega

Arduino mega 2560 adalah merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino mega memiliki 54 digital input/output di mana, 14 untuk PWM output dan 16 sebagai input, 4 untuk UART, 16 MHz osilator kristal, konektor USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Bahasa untuk pemrograman arduino adalah bahasa C arduino, dimana mereka mempunyai library sendiri.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan bagaimana perancangan sampai pembuatan alat.

A. Blok Diagram



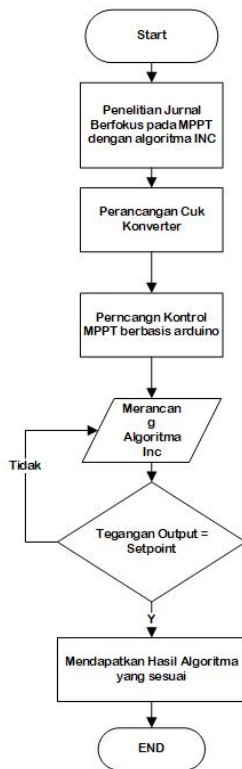
Gambar 4 Blok Diagram Alat

Penjelasan dari blok diagram :

PV module memberikan arus dan tegangan dan dibaca oleh sensor arus dan sensor tegangan sebagai inputan mikrokontroler dan diproses dengan metode incremental conductance dan diatur duty cyclenya sehingga keluaran dari PV stabil sesuai setpoint yang ditentukan.

B. Diagram Perancangan

1	0.4mH	0.4mH	22uF	10uF	IRFP250N
---	-------	-------	------	------	----------



Gambar 5 Diagram Perancangan Alat

### C. Komponen konverter

Untuk mendapatkan komponen yang sesuai dapat menggunakan rumus sebagai berikut ;

Frekuensi (Hz)	Vin (V)	Vout (V)
50.000	22	14

Tabel 1 Parameter Cuk Konverter

- Duty Cycle

$$V_{out} = V_{in} \left( \frac{D}{1-D} \right)$$

Sehingga mendapatkan duty cycle sebesar 38%

- Nilai Induktor

$$L = L1 = L2 \frac{V_{in} \times D_{max}}{\Delta/L \times F_s}$$

Dari hitungan diatas mendapatkan nilai 0.4mH

- Nilai Kapsaitor

$$C1 = \frac{V_s \cdot D}{R \cdot f_s \cdot \Delta V_{C1} (1-D)}$$

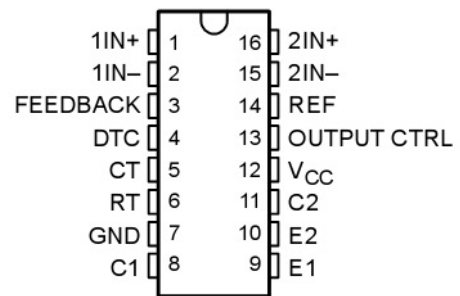
$$C2 = \frac{8L_2 \Delta V_o}{V_o F^2}$$

Dari Rumus diatas didapatkan C1 = 18.5uF dan C2 = 7.4uF. Dikarenakan dipasaran tidak mendapatkan nilai yang sesuai dengan perhitungan, penulis menggunakan C1=22uF, C2 = 10uF

Sehingga komponen yang dibutuhkan sebagai berikut :

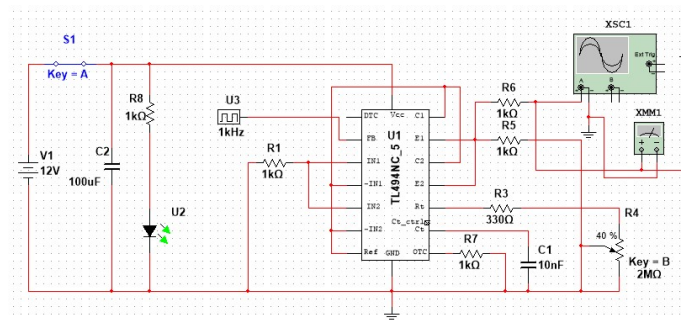
No	L1	L2	C1	C2	Mosfet
1	0.4mH	0.4mH	22uF	10uF	IRFP250N

### D. Driver Mosfet



Gambar 6 Ic TL494

Driver mosfet yang dipakai ialah menggunakan TL494 dikarenakan driver ini mempunyai 2 output yang bisa dipakai yaitu *low* dan *high*.

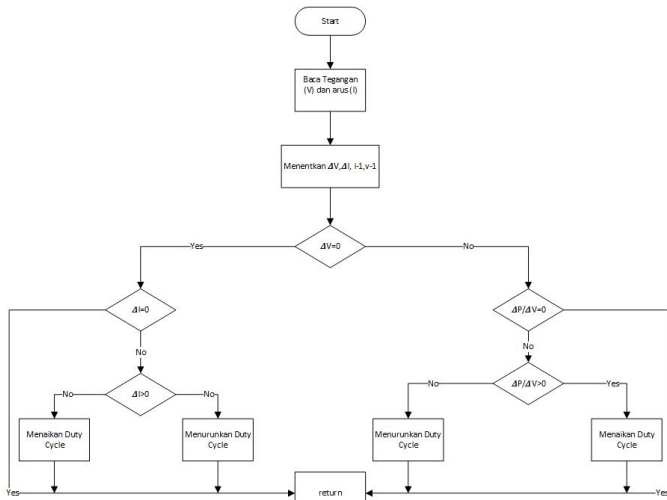


Gambar 7 Rangkaian Driver Mosfet

### E. Mosfet

Dalam penelitian ini DC-DC converter menggunakan mosfet tipe IRFP250N, memiliki kapasitas yang besar sebesar 30 A saat suhu berada di 25°C dan 21 A saat suhu sedang berada di 21°C dengan nilai Rds yang sangat rendah sebesar 0,075 ohm. Kapasitas tegangan yang dimiliki sebesar 200V. mosfet ini dipilih dikarenakan tidak cepat panas yang menyebabkan losses yang kecil disebabkan resistansi dalam pada mosfet yang kecil

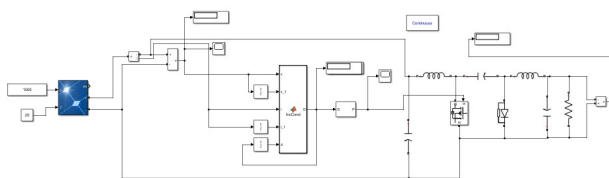
### F. Flowchart Incremental Conductance



Gambar 8 Flowchart Metode Incremental Conductance

### G. Simulasi Metode Incremental Conductance pada CUK Konverter

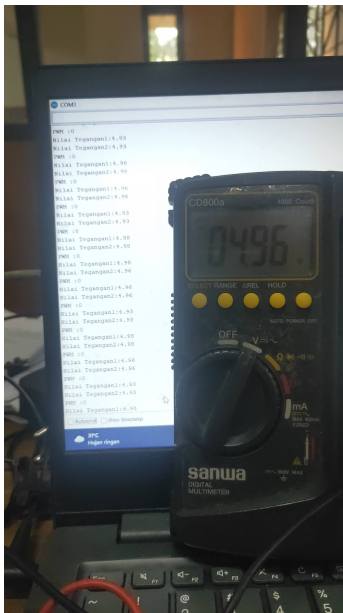
Pada simulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode *incremental conductance* dapat bekerja di CUK sebelum membuatnya



Gambar 9 Rangkaian simulasi menggunakan matlab

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Sensor



Gambar 10 Pengujian Sensor

Dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sensor sudah terkalibrasi dengan baik atau tidak.

No.	Tegangan Supply (V)	Tegangan pembacaan AVO (V)	Tegangan pembacaan Sensor (V)	Error(%)
1	0	0	0	0
2	5	4.98	4.96	0.04
3	10	9.7	9.8	0.01
4	15	14.98	14.90	0.6
5	20	19,89	19.70	0.009

Tabel 2 Pengujian Sensor Tegangan

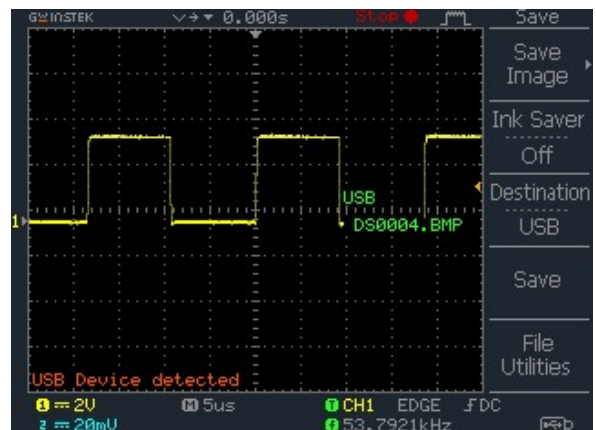
Pengujian sensor arus menggunakan beban lampu 50Watt, dengan mengganti arus power supply sebagai sampel..

No	Arus Suply (A)	Arus Pembacaan AVO	Arus Pembacaan Sensor	Error(%)
1	0	0	0	0
2	0.15	0.14	0.2	0.42
3	0.25	0.25	0.28	0.12
4	0.35	0.34	0.42	0.23
5	0.45	0.46	0.5	0.08

Tabel 3 Pengujian Sensor Arus

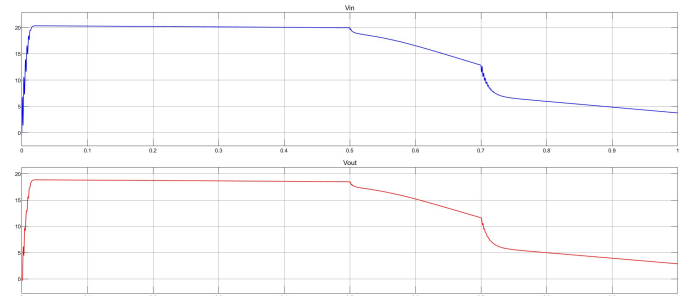
### B. Pengujian Driver

Pengujian driver dilakukan untuk memastikan bahwa frekuensi *switching* mosfet sesuai dengan parameter yang ditentukan.



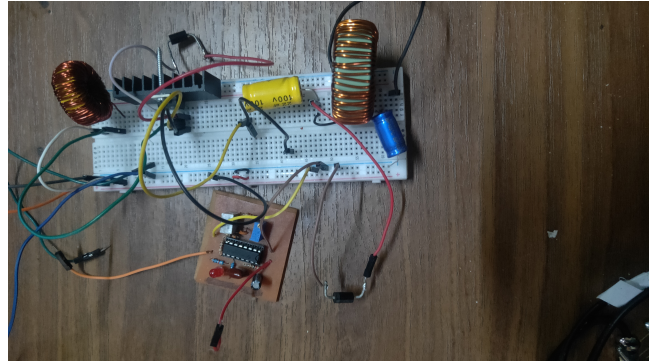
Gambar 11 Hasil Pengujian driver Mosfet

### C. Hasil Simulasi Incremental Conductance

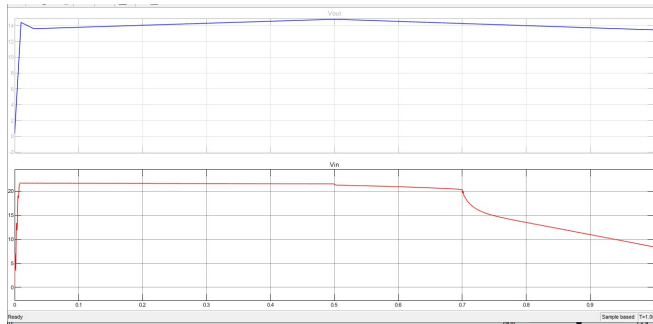


Gambar 12 Hasil tegangan output CUK converter tanpa menggunakan metode Incremental Simulasi menggunakan Matlab.

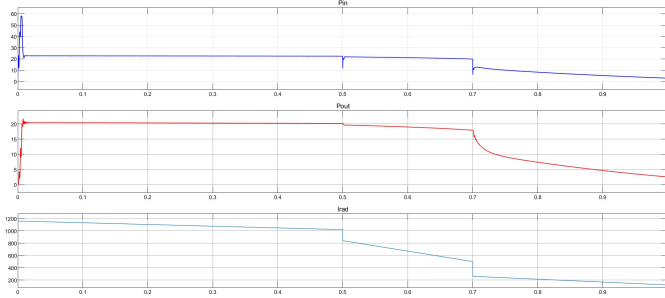
#### D. Hasil Uji Coba Cuk Konverter



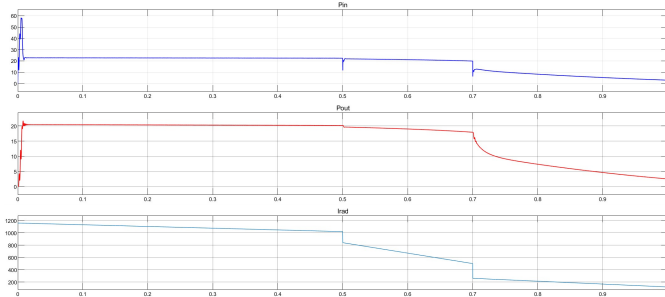
Gambar 13 Cuk Konverter



Gambar 13 Hasil tegangan output CUK converter menggunakan metode Incremental Simulasi menggunakan Matlab.



Gambar 14 Hasil daya output CUK converter tanpa menggunakan metode Incremental Simulasi menggunakan Matlab.



Gambar 15 Hasil daya output CUK converter menggunakan metode Incremental Simulasi menggunakan Matlab.

Vin (V)	Duty Cycle (%)	Vout (V)	Perhitungan (V)	Error (%)
10	56	13.2	14	5.7
15	51.3	15.3		9.2
20	40.6	13.7		2.14
25	34.5	14.8		5.71
30	35.2	16.3		20
Rata Rata				8.55

Tabel 5 Hasil Pengujian CUK Konverter

Dari tabel 5 dapat disimpulkan cuk converter pada Duty Cycle dibawah 50% akan menurunkan tegangan dan jika Duty Cycle diatas 50% akan menaikkan tegangan, tetapi dari hasil diatas cuk masih belum bekerja dengan sempurna, perlu adanya pemilihan komponen yang tepat.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini :

1. Pada pengujian sensor pembacaan sensor tegangan tidak berbeda jauh dengan pembacaan alat ukur dengan error sebesar 0.13%
2. Pada pengujian sensor arus perlu adanya kalibrasi lagi di *coding* arduino, dikarenakan pembacaan sensor kurang akurat dengan *error sebesar* 0.17% .
3. Dari hasil simulasi output CUK converter yang menggunakan metode incremental conductance tegangan output ada sedikit lonjakan diawal sebelum stabil di tegangan referensi yaitu  $\pm 14v$ . Lonjakan awal disebabkan oleh adanya perubahan duty cycle untuk menurunkan tegangan.
4. Cuk converter dapat menurunkan tegangan pada duty cycle dibawah 50%, disebabkan toff pada duty cycle lebih panjang sehingga waktu *cycle off* menjadi lebih lama sedangkan akan menaikkan tegangan jika duty cycle diatas 50% dikarenakan Ton lebih panjang sehingga waktu *cycle on* menjadi lebih lama ketimbang *cycle off*.
5. Pada percobaan CUK konverter menggunakan metode *incremental conductance* dengan Arduino masih memiliki error diatas 5% dan perlu adanya perbaikan program dalam Arduino.

No	Waktu	Iradiasi (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout (W)	Vin (V)	Vout (V)	Iin (A)	Iout (A)
1.	0.1	1132	22	21	22.2	13.8	1.3	1.6
2.	0.2	1038	22	21	22.3	14	1.3	1.6
3.	0.3	1006	22	21	22.2	14.3	1.3	1.6
4.	0.4	1000	22	21	22.2	14.5	1.3	1.6
5.	0.5	827	21	19	22.1	14.8	0.95	1.5
6.	0.6	625	21	18	22.1	14.5	0.95	1.5
7.	0.7	400	10	17.5	20	14.3	0.5	1.45
8.	0.8	236	9	8.7	12	14	0.75	0.95
9.	0.9	192	7	4	11	13.8	0.5	0.78
10.	1	120	6	3.6	3	13.6	0.4	0.58

Tabel 4 Tabel Hasil Simulasi Menggunakan Metode Incremental Conductance



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Dhaouadi, O. Djamel, S. Youcef, and C. Salah, "Implementation of Incremental Conductance Based MPPT Algorithm for Photovoltaic System," *Proc. - 2019 4th Int. Conf. Power Electron. their Appl. ICPEA 2019*, vol. 1, no. September, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ICPEA1.2019.8911186.
- [2] A. Al-Gizi, M. Al-Saadi, S. Al-Chlaihawi, A. Craciunescu, and M. A. Fadel, "Experimental installation of photovoltaic MPPT controller using arduino board," *2018 Int. Conf. Appl. Theor. Electr. ICATE 2018 - Proc.*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICATE.2018.8551397.
- [3] E. Hendawi, M. M. Salem, and Y. Atia, "Design and control of Cuk converter and modified IC MPPT technique for off-grid PV systems," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 11, no. 12, pp. 7654–7661, 2016.
- [4] M. G. Ramadhan, "Maximum Power Point Tracker (MPPT) Sebagai Metode Pemaksimalan Daya Solar Cell Untuk Charging Baterai Eco Solar Boat," pp. 107–110, 2017.
- [5] H. Buntulayuk, F. A. Samman, and Y. Yusran, "Rancangan DC-DC Converter untuk Penguatan Tegangan," *J. Penelit. Enj.*, vol. 21, no. 2, pp. 78–82, 2018, doi: 10.25042/jpe.112017.12.
- [6] M. H. Rashid, *POWER ELECTRONICS Academic Press Series in Engineering*. California: Academic Press, 2001.
- [7] A. F. Wahyu, R. M. S. A. S. T, M. Sc, and D. Ph, "SISTEM KONVERTER CUK DENGAN PENGENDALI KALANG TERBUKA (OPEN LOOP)," 2018.
- [8] N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, and M. Vitelli, *MPPT Efficiency: Noise Sources and Methods for Reducing Their Effects*. 2013. doi: 10.1201/b14303-3.
- [9] P. K. Atri, P. S. Modi, and N. S. Gujar, "Comparison of Different MPPT Control Strategies for Solar Charge Controller," *2020 Int. Conf. Power Electron. IoT Appl. Renew. Energy its Control. PARC 2020*, pp. 65–69, 2020, doi: 10.1109/PARC49193.2020.236559.
- [10] D. N. Prakoso, A. Affandi, M. Arrijal, R. Abdurrahman, and N. A. Windarko, "Perbandingan Metode MPPT Incremental Conductance Incremental Resistance dan Hill Climbing dengan PSIM," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 175, 2020, doi: 10.25105/jetri.v17i2.6076.
- [11] B. A. B. Ii and K. Pustaka, "= f. Ton ..... (2-1)," pp. 5–39, 2010.
- [12] M. K. Kazimierczuk, *Power Converters Pulse-width Modulated DC – DC Power Converters*. 2008.
- [13] C. R. Algarin, R. L. Fuentes, and A. O. Castro, "Implementation of a cost-effective fuzzy MPPT controller on the Arduino board," *Int. J. Smart Sens. Intell. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2018, doi: 10.21307/ijssis-2018-002.
- [14] D. Ananya, B. Niloy, and S. Aninda, "Design of an Arduino based Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller," *A Thesis Submitt. to Dep. Electr. Electron. Eng. BRAC Univ.*, 2016.
- [15] R. D. Middlebrook and S. Cuk, "To Modelling Switching-Converter Power Stages," *Proc. IEEE*, vol. 1, pp. 18–34, 1976.

## VI. BIODATA PENULIS



Anom Bayu Nugroho, lahir di Malang tahun 1998, mahasiswa ITN Malang mengambil jurusan Teknik elektro S-1 konsentrasi energi listrik pada tahun 2018