

APLIKASI KONTROL LOGIKA FUZZY UNTUK PENSTABIL TEGANGAN PADA RANGKAIAN PV- CUK KONVERTER DENGAN LOAD SHEDDING

Irwan Mahmudi, Andi Fatmawati, Lutfiyana A. Anshar, Arwan

Universitas Tadulako, Indonesia

Email: irwan.mahmudi@untad.ac.id, andifatmawati43@yahoo.com,
lutfiyana_a.anshar@yahoo.co.id, arwanelectro15@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi listrik sangat penting bagi kehidupan manusia khususnya kota Palu. Melalui sel surya, energi matahari dapat diubah langsung menjadi energi listrik. Masalah dengan panel surya adalah output tegangan yang tidak stabil. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian agar tegangan keluaran panel surya stabil. Dalam penelitian ini, konverter Cuk digunakan untuk menjaga agar tegangan keluaran PV (Photo Voltage) konstan dalam 24 volt. Sistem close loop konverter Cuk dikendalikan oleh logika fuzzy. Hasil dari penelitian ini adalah konverter Cuk mampu menaikkan tegangan keluaran hingga 24 Volt dengan tegangan masukan sekitar 17 hingga 23 Volt. Dan, dengan kontroler logika fuzzy, sistem close loop konverter Cuk dapat menjaga konstanta keluaran PV sekitar 24 Volt. Kontroler logika fuzzy dapat mencapai kondisi mapan atau stabil dalam waktu 2 detik. Meskipun demikian, input dan beban PV berfluktuasi.

Kata Kunci: cuk converter; photovoltaic; fuzzy logic

Abstract

The need for electrical energy is very important for human life, especially the city of Palu. Through solar cells, solar energy can be converted directly into electrical energy. The problem with the solar panel is unstable voltage output. Therefore, a study is needed to make the voltage output of solar panel is stable. In this study, Cuk converter is used to maintain how the output voltage of PV (Photo Voltage) is constant in 24 volts. Cuk converter close loop system is controlled by fuzzy logic. Results of the study is that Cuk converter is able to increase the output voltage until 24 Volts by input voltage around 17 to 23 Volts. And, by fuzzy logic controller, Cuk converter close loop system can maintain the PV output constant around 24 Volts. Fuzzy logic controller can achieve the steady state or stable condition within 2 seconds. Even though, the PV input and load is fluctuation.

Keywords: cuk converter; photovoltaic; fuzzy logic

Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia khususnya kota Palu, dengan meningkatnya jumlah penduduk maka energi listrik yang dibutuhkan akan semakin meningkat, namun ketersediaan energi listrik semakin menipis. Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi dampak krisis energi listrik adalah dengan memanfaatkan energi matahari.

Melalui sel surya maka energi matahari dapat di rubah secara langsung menjadi energi listrik dalam bentuk tegangan / arus (DC). Sel surya merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, serta biaya perawatan yang rendah. Permasalahan dari panel surya ini adalah tegangan yang dihasilkan tidak stabil. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah dan pv juga dapat tertutup oleh daun atau benda lain yang di kenal dengan istilah *load shedding*. oleh sebab itu, melalui tugas akhir ini dibuatlah suatu penelitian yang dapat membuat tegangan dari panel surya menjadi stabil, yang sesuai dengan kondisi suhu kota Palu.

Cuk Konverter adalah rangkaian elektronika yang mampu menaikkan atau menurunkan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan dari panel surya. Dalam hal ini, cuk converter di rangkai secara *cross loop* dengan logika fuzzy sebagai pengontrolnya. Kondisi tersebut digunakan untuk mempertahankan tegangan agar tetap konstan sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh beban.

Metode Penelitian

1. Panel Surya

Panel Surya adalah alat konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya ada dua macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu energi surya fotovoltaik dan energi surya termal.

(a) Sel Surya *Mono-crystalline*

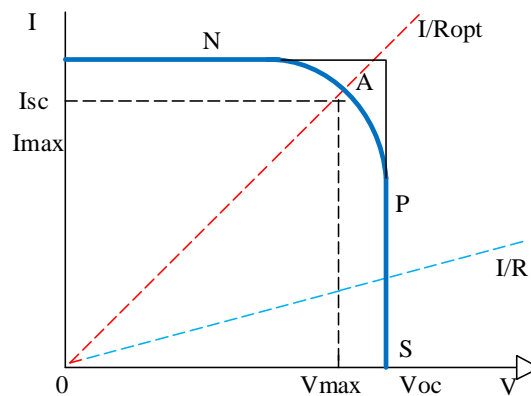
Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. (Purwoto, Jatmiko, Fadilah, & Huda, 2018) Bentuk Panel Surya yang digunakan dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1
Panel Surya Mono-crystalline

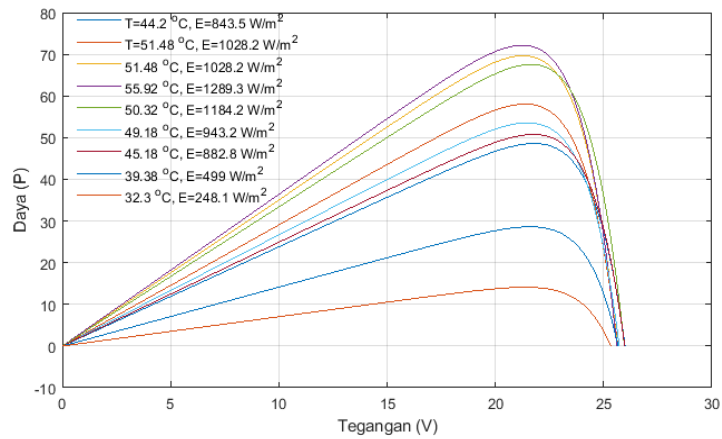
(b) Karakteristik Sel Surya

Sel surya adalah sebuah alat non-linear, sehingga untuk memahami karakteristiknya digunakan suatu grafik. Sifat elektrik dari sel surya dalam menghasilkan energi listrik dapat diamati dari karakteristik sel tersebut, yaitu berdasarkan arus dan tegangan yang dihasilkan sel surya pada kondisi cahaya dan beban yang berbeda-beda. Karakteristik panel surya terdiri dari kurva arus tegangan dan kurva daya-tegangan (Aditiyan, 2018).



Gambar 2
Kurva Arus-Tegangan

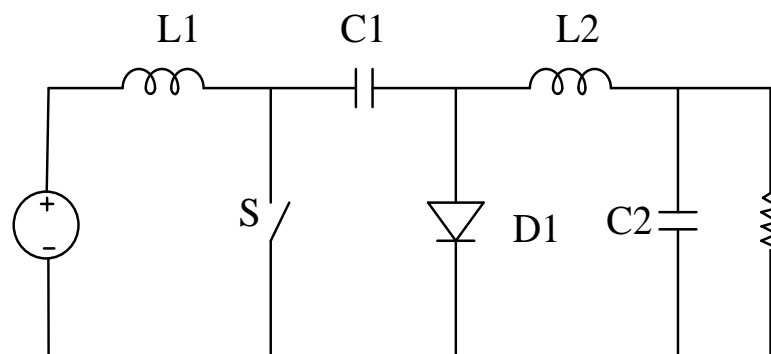
Sebelum menentukan parameter untuk converter, maka kita perlu mengetahui karakteristik dari PV yang digunakan. Pengambilan data PV dilakukan dengan memperhatikan waktu, suhu, intensitas cahaya, V_{oc} , I_{sc} dan daya. Data yang sudah di peroleh kemudian di plot untuk dapat kurva daya terhadap tegangan. Dari kurva tersebut dapat diketahui rentang nilai tegangan yang dapat menghasilkan daya puncak. Gambar 3 menunjukkan plot daya dan tegangan PV.



Gambar 3
Kurva daya (P) terhadap Tegangan (V) PV

2. Cuk Konverter

Konverter Cuk adalah jenis konverter step-down / step-up berdasarkan topologi switching buckboost. Pada dasarnya, konverter ini terdiri dari dua bagian, tahap input dan tahap output (Thiagarajan, Y., S. Ashok Kumar, 2016).



Gambar4
Rangkaian Cuk Konverter

Rangkaian cuk converter yang ditunjukkan pada gambar 3 tersusun dari induktor (L1), induktor (L2), kapasitor (C1), kapasitor (C2), diode (D1), MOSFET dan beban (R). Parameter yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1.

Parameter awal Cuk Converter	
parameter	nilai
Vin max	17 V
Vin Min	23 V
Iout	3,33 A
Vout	24 V
R	7 Ω
Frekwensi	47.058 KHz

Adapun hasil perhitungan nilai komponen yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

a) Perhitungan Nilai Duty Cycle

$$D = \frac{-V_o}{V_{in} - V_o} = \frac{-24 V}{17 V + 24 V} = \frac{-24 V}{-41 V}$$

$$= 0.585 = (58.5 \%)$$

b) Perhitungan nilai L dan C

$$\Delta I_{L1} = 10 \% \times 3.33 A = 0.333 A$$

$$\Delta I_{L2} = 10 \% \times 3.33 A = 0.333 A$$

$$\Delta V_{C1} = 5 \% \times 24 V = 1.2 V$$

$$\Delta V_{C2} = 1 \% \times 24V = 0.24 V$$

1. Perhitungan Nilai Induktor L1

$$L1 = \frac{V_s \cdot D}{(\Delta I, L1) f_s}$$

$$L1 = \frac{17 \times 0.585}{0.333 \times 47058} = 635 \mu H$$

2. Perhitungan Nilai Induktor L2

$$L2 = \frac{V_o(1 - D)}{(\Delta I, L2) f_s}$$

$$L2 = \frac{24 \times (1 - 0.585)}{0.333 \times 47058}$$

$$= 636 \mu H$$

3. Perhitungan Nilai Kapasitor C1

$$C1 = \frac{D}{(R \cdot f_s) \left(\frac{\Delta V, C1}{V_o} \right)}$$

$$C1 = \frac{0.585}{(8 \times 47058) \left(\frac{1.2 V}{24 V} \right)}$$

$$= 31.07 \mu F$$

4. Perhitungan Nilai Kapasitor C2

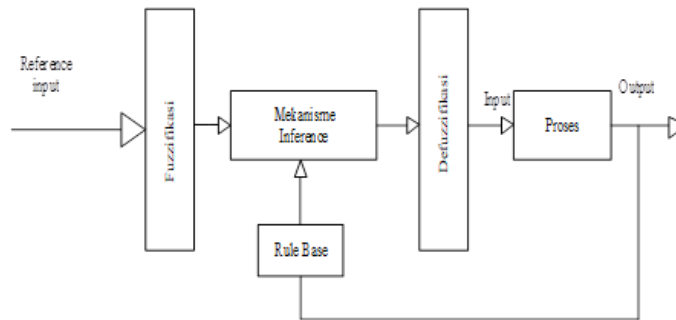
$$C2 = \frac{(1 - D)}{(8 \cdot L1 \cdot f_s^2) \left(\frac{\Delta V, C2}{V_o} \right)}$$

$$C2 = \frac{(1 - 0.585)}{(8 \times 635 \mu H \times 47058^2) \left(\frac{0.24 V}{24 V} \right)}$$

$$= 3.32 \mu F$$

3. Logika Fuzzy

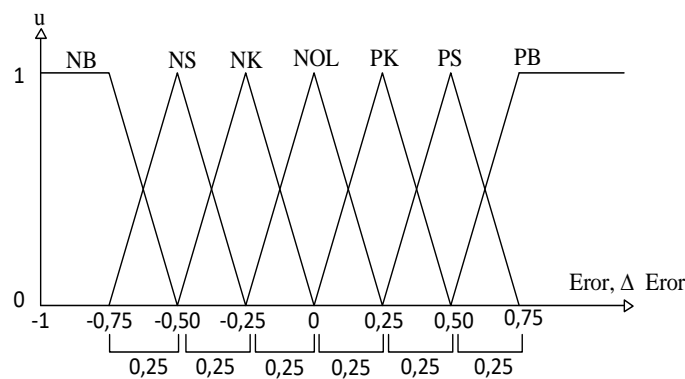
Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Proses logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah. Logika fuzzy secara umum ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5
Proses Logika Fuzzy

Pada fuzzifikasi, referensi input yang masuk diubah ke nilai derajat keanggotaan fuzzy. derajat keanggotaan mempunyai rentang 0 (nol) hingga 1 (satu) dan logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah (Komariyah, Yunus, & Rodiyansyah, 2016).

Pada penelitian ini parameter input, yaitu error, delta error dan delta duty. Fungsi derajat keanggotaan dari error dan delta error ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 6
Fungsi keanggotaan error dan delta error

Nilai derajat keanggotaan didapat dengan fungsi sebagai berikut:

1. $\mu_{Negatif\ Besar}[NB] =$

$$\begin{aligned} & 1, \Delta error \leq -0,75 \\ & 0, \Delta error > -0,50 \\ & \frac{-0,50 - \Delta error}{0,25}, -0,75 < \Delta error < -0,50 \end{aligned}$$
2. $\mu_{Negatif\ Sedang}[NS] =$

$$\begin{aligned} & 0, \Delta error \leq -0,75 \\ & 0, \Delta error > -0,25 \\ & \frac{\Delta error - (-0,75)}{0,25}, -0,75 < \Delta error \leq -0,50 \\ & \frac{-0,25 - \Delta error}{0,25}, -0,50 < \Delta error \leq -0,25 \end{aligned}$$

$$3. \mu_{Negatif\ Kecil}[NK] = \begin{cases} 0, \Delta error \leq -0,50 \\ 0, \Delta error > 0 \\ \frac{\Delta error - (-0,50)}{0,25}, -0,50 < \Delta error \leq -0,25 \\ \frac{0 - \Delta error}{0,25}, -0,25 < \Delta error \leq 0 \end{cases}$$

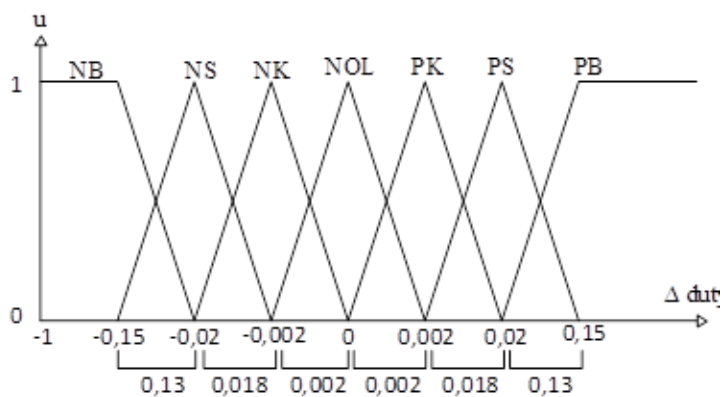
$$4. \mu_{[NOL]} = \begin{cases} 0, \Delta error \leq -0,25 \\ 0, \Delta error > 0,25 \\ \frac{\Delta error - (-0,25)}{0,25}, -0,25 < \Delta error \leq 0 \\ \frac{0,25 - \Delta error}{0,25}, 0 < \Delta error \leq 0,25 \end{cases}$$

$$5. \mu_{Positif\ Kecil}[PK] = \begin{cases} 0, \Delta error \leq 0 \\ 0, \Delta error > 0,50 \\ \frac{\Delta error - (0,25)}{0,25}, 0 < \Delta error \leq 0,25 \\ \frac{0,25 - \Delta error}{0,25}, 0,25 < \Delta error \leq 0,50 \end{cases}$$

$$6. \mu_{Positif\ Sedang}[PS] = \begin{cases} 0, \Delta error \leq 0,25 \\ 0, \Delta error > 0,75 \\ \frac{\Delta error - (0,25)}{0,25}, 0,25 < \Delta error \leq 0,50 \\ \frac{0,50 - \Delta error}{0,25}, 0,50 < \Delta error \leq 0,75 \end{cases}$$

$$7. \mu_{Positif\ Besar}[PB] = \begin{cases} 1, \Delta error \geq 0,75 \\ 0, \Delta error \leq 0,50 \\ \frac{error - (0,50)}{0,25}, 0,50 < \Delta error \leq 0,75 \end{cases}$$

Fungsi derajat keanggotaan dari delta duty ditunjukkan pada gambar 6. Serta nilai keanggotannya di dapatkan dengan fungsi dan cara yang sama dengan nilai fungsi keanggotaan error.



Gambar 7
Fungsi keanggotaan delta error

Dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat, fungsi keanggotaan yang digunakan pada input error ada 7 anggota yang terdiri dari NB (Negatif Besar), NS (Negatif Sedang), NK (Negatif Kecil), NOL, PK (Positif kecil), PS (Positif Sedang), PB (Positif Besar), dengan input delta error juga terdiri dari 7 anggota juga. Sehingga pada penelitian ini terdapat 49 rule base *fuzzy logic* yang akan digunakan untuk mengatur besar nilai delta duty. Tabel 2. berikut menunjukkan rule base pada penelitian ini.

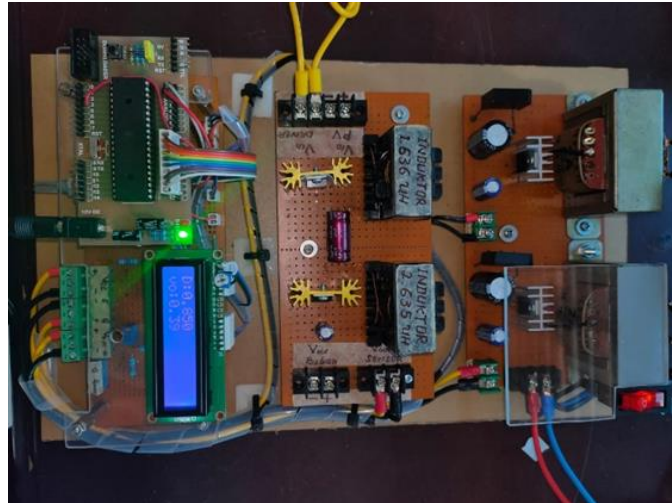
Tabel 2
Rule Base *Fuzzy Logic Controller*

E / De	NB	NS	NK	NOL	PK	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NS	NK	NOL
NS	NB	NB	NB	NS	NK	NOL	PK
NK	NB	NB	NS	NK	NOL	PK	PS
NOL	NB	NS	NK	NOL	PK	PS	PB
PK	NS	NK	NOL	PK	PS	PB	PB
PS	NK	NOL	PK	PS	PB	PB	PB
PB	NOL	PK	PS	PB	PB	PB	PB

Hasil dan Pembahasan

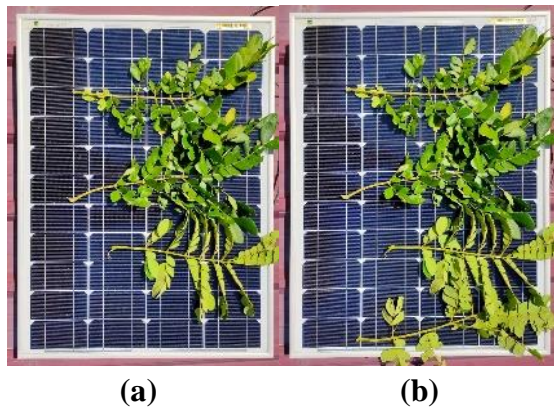
Pengujian yang dilakukan ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari alat cuk konverter yang telah selesai dibuat. Gambar 7 merupakan bentuk fisik alat Cuk converter yang sudah dibuat.

Aplikasi Kontrol Logika Fuzzy Untuk Penstabil Tegangan pada Rangkaian Pv- Cuk Konverter dengan *Load Shedding*

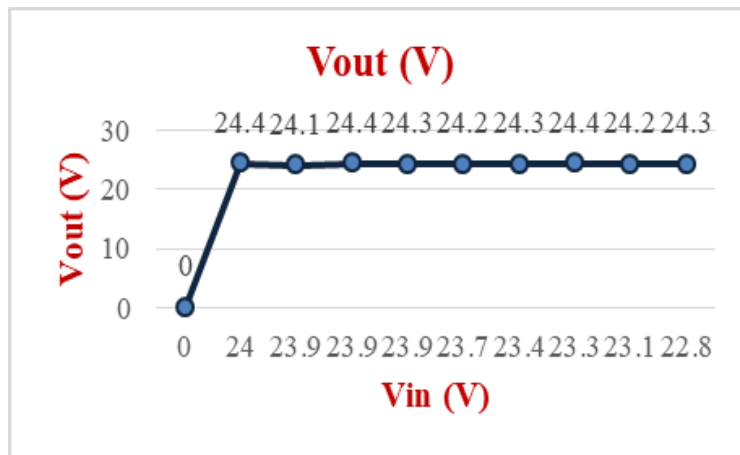


Gambar 8
Bentuk Fisik Alat

Pada pengujian ini perubahan tegangan output yang dihasilkan oleh *PV* dapat divariasikan dengan cara memberi kondisi partial shading pada permukaan *PV*, pada gambar 8 berikut adalah contoh pembuatan partial shading yang telah dilakukan untuk dapat memvariasikan tegangan output *PV*.

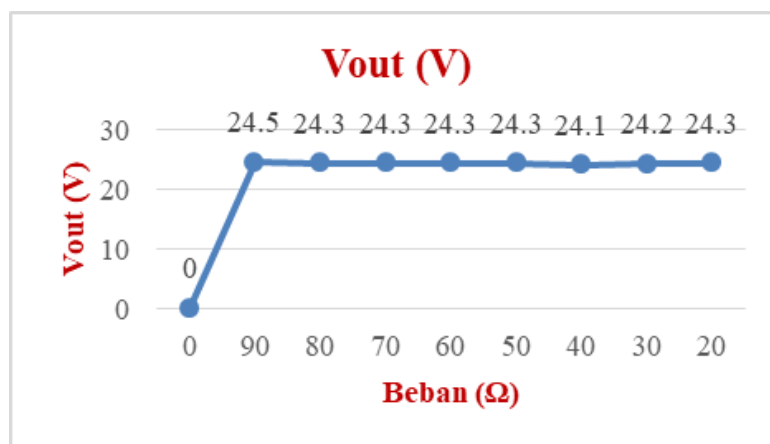


Gambar 9
(a). Phartial Shading 3 Ranting,
(b). Phartial Shading 4 Ranting



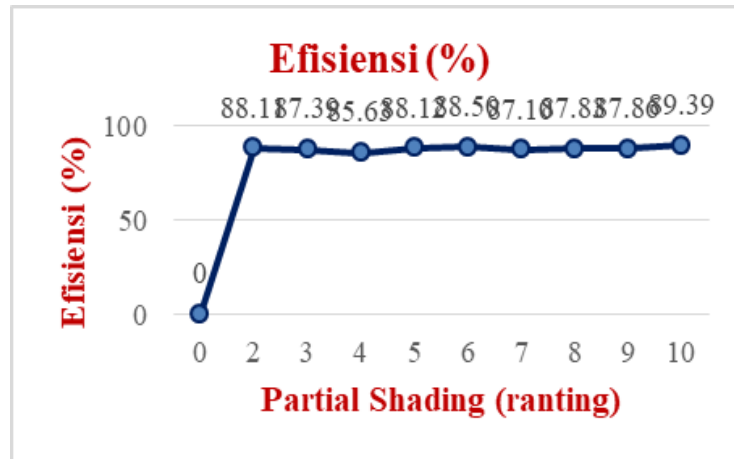
Gambar 10
Perubahan Vout Terhadap Perubahan Tegangan Input

Pengujian pertama dilakukan dengan melihat perubahan Vout terhadap variasi tegangan input dengan beban konstan 90Ω . Gambar 9 adalah hasil pengujian perubahan tegangan output cuk konverter terhadap perubahan tegangan input dengan sumber PV. Pada gambar kurva diatas kendali logika *fuzzy* dapat mempertahankan tegangan output yang dihasilkan oleh cuk konverter tetap konstan berada pada tegangan 24 Volt, meskipun nilai tegangan output yang dihasilkan oleh PV berubah – ubah.



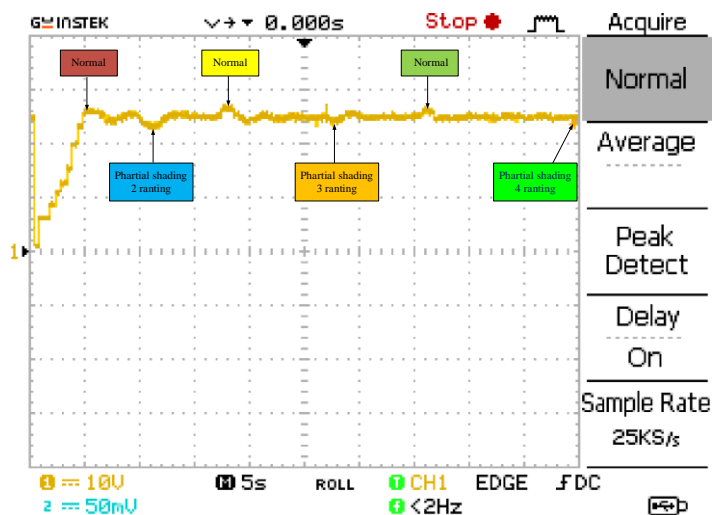
Gambar 11
Perubahan Vout terhadap perubahan beban

Pengujian ke 2 dilakukan dengan melihat perubahan tegangan output terhadap perubahan beban. Pada gambar 10 menunjukkan perubahan Vout yang dihasilkan oleh cuk konverter dengan sumber PV berdasarkan perubahan beban yang diberikan pada konverter. Pada pengujian ini logika *fuzzy* mampu mempertahankan tegangan output yang dihasilkan cuk konverter tetap konstan berada pada tegangan 24 Volt meski dibebani sampai pada beban maksimum 20Ω .



Gambar 12
Perubahan efisiensi terhadap gangguan partial shading

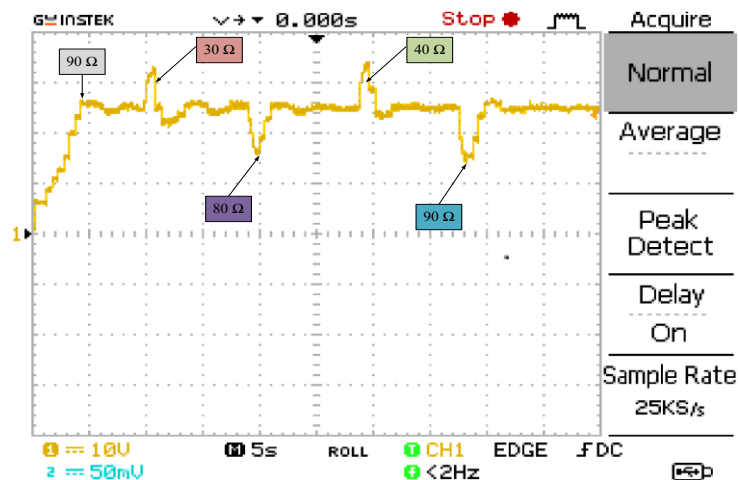
Pengujian ke 3 dilakukan dengan memperhatikan perubahan Efisiensi Terhadap Perubahan Tegangan Input dengan adanya gangguan phartial shading pada permukaan *PV*. beban yang digunakan tetap 90Ω . Gambar 11 adalah kurva perubahan efisiensi cuk konverter terhadap perubahan tegangan output *PV* dengan gangguan partial shading. Dari gambar 4.28 dapat dilihat bahwa kendali logika *fuzzy* dapat mempertahankan efisiensi cuk konverter tetap berada pada efisien terbaik yaitu pada efisiensi rata-rata 87,77%, meski tegangan input bervariasi.



Gambar 13
Sinyal steady state terhadap perubahan partial shading

Pengujian yang ke 4 dilakukan *shading* pada permukaan *PV* dan beban tetap konstan 90Ω . Pengujian kali ini difokuskan untuk mengetahui kecepatan respon dari fuzzy untuk mengembalikan nilai tegangan output ke nilai yang sudah ditentukan. Gambar 12 adalah bentuk sinyal *steady state* hasil pengujian berdasarkan perubahan

partial shading dengan sumber *PV*, pada pengujian ini logika *fuzzy* dapat mengembalikan sinyal output cuk konverter kembali *steady state* dalam waktu 2 *second*.



Gambar 14
Perubahan sinyal steady state
terhadap perubahan beban

Seperti halnya pengujian ke 4, pada pengujian ke 5 juga di fokuskan pada sinyal *steady state* namun variable yang diubah adalah nilai beban. Gambar 12 adalah bentuk sinyal *steady state* hasil pengujian berdasarkan perubahan beban tanpa ada gangguan partial shading dengan sumber *PV*, logika *fuzzy* pada pengujian ini dapat mengembalikan sinyal output kembali *steady state* dalam waktu 2 *second*.

Kesimpulan

1. Hasil pengujian hardware membuktikan DC-DC Cuk konverter dapat menaikkan tegangan menjadi 24 Volt dengan sumber input minimum 17 Volt.
2. Penggunaan logika *Fuzzy* pada pengendali Cuk konverter dapat mempertahankan tegangan output *PV* tetap konstan pada tegangan rata-rata 24 Volt, meski tegangan input dan beban bervariasi.
3. Logika *Fuzzy* dapat mengembalikan tegangan output Konverter kembali *steady state* dalam waktu 2 *Secon*, meski tegangan input *PV* dan beban mengalami perubahan.

BIBLIOGRAFI

- Aditayan, Nora. t. .. (2018). “Karakterisasi Panel Surya Model Sr-156p-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari.” (p. 71). p. 71.
- Komariyah, Siti, Yunus, Riza M., & Rodiyansyah, Sandi Fajar. (2016). Logika Fuzzy dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Majalengka*, 61–69. [Google Scholar](#)
- Purwoto, Bambang Hari, Jatmiko, Jatmiko, Fadilah, Muhamad Alimul, & Huda, Ilham Fahmi. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. [Google Scholar](#)
- Thiagarajan, Y., S. Ashok Kumar, dan V. S. Arulmurugan. (2016). “Performance Analysis of Conventional Controller for DC-DC Cuk Converter Operating in Buck Mode.” 6.
- Wibowo, Setyoningsih. (2015). Penerapan logika fuzzy dalam penjadwalan waktu kuliah. *Jurnal Informatika UPGRIS*, 1(1 Juni). [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Irwan Mahmudi, Andi Fatmawati, Lutfiyana A. Anshar, Arwan (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

