

## Pengendalian Tegangan Output Pada *Buck-Boost Converter* Dengan Metode *Fuzzy Logic*

Risty Jayanti Yuniar, Choiriansyah Ashari, Dimas Aditya Candra Nugraha

Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

Email: risty.jayanti@lecturer.itk.ac.id, 04181022@student.itk.ac.id,

04181027@student.itk.ac.id

### Abstrak

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Saat ini kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat dikarenakan penambahan penduduk, ekonomi dan konsumsi energi yang mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik. Salah satu energi terbarukan yang sangat besar adalah energi matahari. Energi matahari adalah salah satu energi baru dan terbarukan yang secara aktif dikembangkan di Indonesia sebagai negara tropis. Untuk memanfaatkan potensi energi matahari sebagai sumber energi listrik diperlukan sel surya (photovoltaic/PV) sebagai piranti untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Akan tetapi energi listrik yang diproduksi atau dihasilkan oleh teknologi photovoltaic sangat tergantung intensitas sinar matahari. Oleh sebab itu perlu ada sebuah pengkondisian agar tegangan yang dihasilkan tetap stabil, walaupun intensitas matahari setiap saat berubah-ubah tergantung kondisi alam. Oleh karena itu buck-boost converter digunakan terhadap efektifitas dan efisiensi dalam sistem pengisian baterai pada sistem energi surya. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Fuzzy Logic untuk mengendalikan tegangan keluaran dari buck-boost converter untuk pengisian baterai pada sel surya. Buck-boost converter pada penelitian ini dapat mengubah tegangan masukan dengan input bervariasi (input step, input ramp dan input sawtooth) dan diperoleh nilai rata-rata tegangan output sebesar 11.8 V dengan nilai rata-rata settling time 0.913 detik.

**Kata Kunci:** *buck-boost converter; baterai sel surya; fuzzy logic*

### Abstract

*Electrical energy is energy that is needed to support human life. Currently, energy demand in Indonesia continues to increase due to population growth, economy and energy consumption which results in increased consumption of electrical energy. One of the biggest renewable energies is solar energy. Solar energy is one of the new*

<b>How to cite:</b>	Risty Jayanti Yuniar, Choiriansyah Ashari, Dimas Aditya Candra Nugraha (2022), Pengendalian Tegangan Output Pada <i>Buck-Boost Converter</i> Dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i> , Vol. 7, No. 12, Desember 2022, <a href="http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i12.11550">Http://Dx.Doi.Org/10.36418/syntax-literate.v7i12.11550</a>
<b>E-ISSN:</b>	2548-1398
<b>Published by:</b>	Ridwan Institute

*and renewable energies that is actively being developed in Indonesia as a tropical country. To take advantage of the potential of solar energy as a source of electrical energy, solar cells (photovoltaic/PV) are needed as a device to convert solar energy into electrical energy. However, the electrical energy produced or produced by photovoltaic technology is very dependent on the intensity of sunlight. Therefore there needs to be a conditioning so that the generated voltage remains stable, even though the intensity of the sun varies from time to time depending on natural conditions. Therefore Buck-Boost Converter is used for effectiveness and efficiency in battery charging systems in solar energy systems. In this study the method used is the Fuzzy Logic method to control the output voltage of the buck-boost converter for charging batteries in solar cells. The Buck-Boost Converter in this study can change the input voltage with various inputs (step input, ramp input and sawtooth input) and an average output voltage value of 11.8 V with an average time settling value of 0.913 s.*

**Keywords:** *buck-boost converter; fuzzy logic; solar cell batteries*

## **Pendahuluan**

Peningkatan kebutuhan tegangan DC seiring dengan kemajuan teknologi dibidang elektronika dimana hampir semua peralatan elektronik membutuhkan sumber tegangan DC, baik tegangan rendah maupun tegangan tinggi seperti kendaraan listrik, peralatan rumah tangga, telekomunikasi dan lainnya. Kebutuhan tegangan DC yang luas ini dikarenakan setiap peralatan elektronik membutuhkan tegangan DC yang berbeda sehingga diperlukan suatu sistem yang mampu mengubah suatu tegangan DC ke nilai tegangan DC yang dapat divariasikan (Diusti Dwi Putri & Aswardi, 2020). Terdapat 3 jenis konverter DC-DC yang telah dikembangkan yaitu konverter penurun tegangan atau *buck converter*, konverter penaik tegangan atau *boost converter*, dan konverter penaik-penurun tegangan atau *buck-boost converter* (Putri, 2020).

Salah satu energi terbarukan yang dapat mengatasi krisis energi adalah dengan pemanfaatan energi matahari (Alamsyah et al., 2019). Akan tetapi energi listrik yang diproduksi atau dihasilkan oleh teknologi photovoltaic sangat tergantung intensitas sinar matahari. Oleh sebab itu perlu ada sebuah treatment agar tegangan yang dihasilkan tetap stabil, walaupun intensitas matahari setiap saat berubah-ubah tergantung kondisi alam. Oleh karena itu Buck-Boost Converter digunakan terhadap efektifitas dan efisiensi dalam sistem pengisian baterai pada sistem energi surya (Asy & Adi, 2019).

Tipe konverter penaik dan penurun tegangan (*buck-boost converter*) banyak digunakan karena tegangan keluarannya dapat bernilai lebih besar ataupun lebih kecil daripada tegangan masukannya, atau dengan kata lain, level tegangan keluaran dapat diatur sesuai kebutuhan pemakaian. Tegangan keluaran *buck-boost converter* dapat disesuaikan berdasarkan *switching* transistor dengan merubah lebar pulsa PWM (*duty cycle*). Oleh karena itu, untuk mendapatkan tegangan keluaran yang stabil dari *buck-boost converter* maka diperlukan sebuah pengaturan agar tegangannya tetap stabil. Pada

penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Logic* untuk mengatur *buck-boost converter* agar dapat menghasilkan tegangan keluaran yang stabil.

### Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini secara garis besar dimulai dari studi literatur, perancangan sistem, pengujian dan simulasi sistem, analisis pembahasan dan terakhir pengambilan kesimpulan (Sundoro et al., 2014).

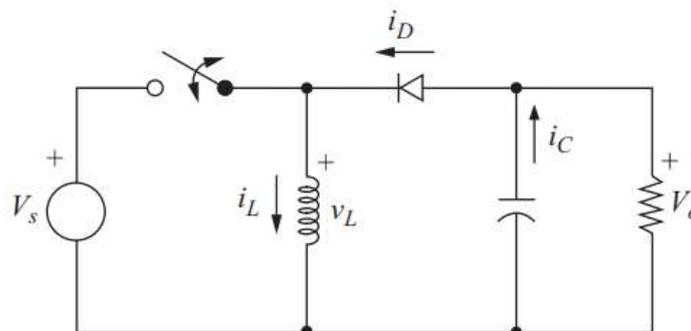
#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari referensi dengan tujuan mengumpulkan informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Referensi tersebut dapat dicari melalui jurnal, laporan penelitian ataupun dari buku. Studi literatur digunakan bahan rujukan dalam pembahasan penelitian (Ramdhan, 2021). Berikut ini merupakan studi literatur yang digunakan dalam penelitian.

##### 1) *Buck-Boost Converter*

*Buck-boost converter* merupakan salah satu jenis konverter *DC-buck boost converter* berfungsi merubah level tegangan DC, baik ke level tegangan yang lebih tinggi maupun ke level tegangan yang lebih rendah (Safii et al., 2019). Rangkaian *buck boost converter* memiliki dua mode yaitu mode *buck* dan mode *boost*. Pada mode *buck* nilai tegangan input berada diatas nilai tegangan yang diinginkan sedangkan mode *boost* bekerja pada saat nilai tegangan input berada dibawah nilai yang diinginkan (Ginancar et al., 2022) (Lale et al., 2017). Pada rangkaian dasar *buck boost converter* terdiri dari power MOSFET sebagai *switching* komponen, induktor (L), dioda (D), kapasitor (C) dan beban resistif (R) (Rahman & Premadi, 2014). Pengaturan nilai tegangan keluaran disesuaikan dengan pengaturan frekuensi dan *duty cycle*. *Duty cycle* diperoleh dari sinyal PWM (*pulse width modulation*) untuk pengaturan *switch* dalam mode *buck* maupun *boost converter* (Matalata & Johar, 2018) (Corapsiz & Kahveci, 2019).

**Gambar 1**  
**Rangkaian Buck-Boost Converter**



(W. Hart Danial, 2010)

## 2) Fuzzy Logic

*Fuzzy logic* adalah suatu cabang ilmu *artificial intelligence*, yaitu suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan (Koleangan et al., 2022). Dengan kata lain *fuzzy logic* mempunyai fungsi untuk “meniru” kecerdasan yang dimiliki manusia untuk melakukan sesuatu dan mengimplementasikannya ke suatu perangkat, misalnya robot, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan lain-lain (Imam Setyawan & Bambang Suprianto, 2019).

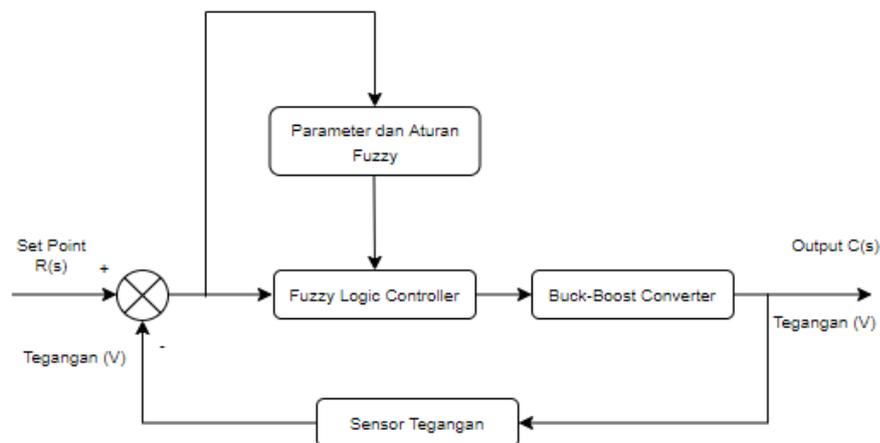
## 3) Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi untuk mengukur besaran tegangan dan sensor arus untuk mengukur arus keluaran dari *buck boost converter*. Dimana sensor tegangan juga berfungsi sebagai input *switching* untuk mengatur tegangan output *buck boost converter* agar tetap konstan (Diusti Dwi Putri & Aswardi, 2020).

## 2. Perancangan Sistem

Desain sistem dilakukan dengan menggunakan diagram blok untuk menggambarkan proses yang terjadi pada sistem.

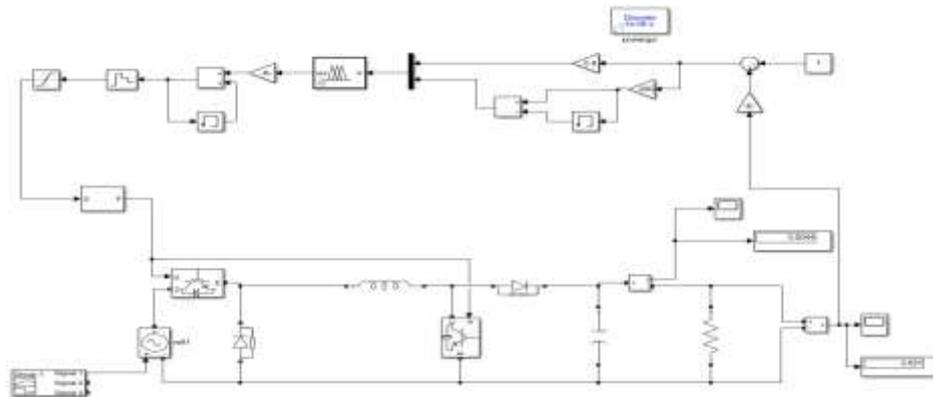
**Gambar 2**  
**Diagram Blok Desain Sistem**



Sumber : Penulis, 2022

Sistem yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan yaitu pengendalian tegangan output pada *buck-boost converter* dengan metode *fuzzy logic*.

**Gambar 3**  
**Perancangan Rangkaian Simulasi Sistem Buck-Boost Converter**



Sumber : Penulis, 2022

Sistem didapatkan model matematis dengan menggunakan parameter-parameter yang sudah dirancang dan kemudian dilakukan pengujian dengan *membership function* berikut adalah persamaan matematis yang didapatkan.

a) Fungsi keanggotaan nilai *Error* :

$$f(a, b, c, d, e) \begin{cases} NB \text{ (Big Negatif)} , & -1 \leq a \leq -0.5 \\ NS \text{ (Short Negatif)} , & -1 \leq b \leq 0 \\ ZE \text{ (Zero)} , & -0.5 \leq c \leq 0.5 \\ PS \text{ (Short Positif)} , & 0 \leq d \leq 1 \\ PB \text{ (Big Positif)} , & 0.5 \leq e \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

b) Fungsi keanggotaan perubahan nilai *Error* :

$$f(a, b, c, d, e) \begin{cases} NB \text{ (Big Negatif)} , & -1 \leq a \leq -0.5 \\ NS \text{ (Short Negatif)} , & -1 \leq b \leq 0 \\ ZE \text{ (Zero)} , & -0.5 \leq c \leq 0.5 \\ PS \text{ (Short Positif)} , & 0 \leq d \leq 1 \\ PB \text{ (Big Positif)} , & 0.5 \leq e \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

c) Fungsi Keanggotaan *Duty Cycle* :

$$f(a, b, c, d, e) \begin{cases} NB \text{ (Big Negatif)} , & -1 \leq a \leq -0.5 \\ NS \text{ (Short Negatif)} , & -1 \leq b \leq 0 \\ ZE \text{ (Zero)} , & -0.5 \leq c \leq 0.5 \\ PS \text{ (Short Positif)} , & 0 \leq d \leq 1 \\ PB \text{ (Big Positif)} , & 0.5 \leq e \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

### 3. Pengujian Simulasi

Pengujian simulasi dilakukan untuk mengetahui respon sistem ketika diberikan nilai input yang berbeda. Pada penelitian ini diberikan tiga macam jenis input yaitu step, ramp dan sawtooth untuk mengetahui respon output yang diberikan (Akhmad, 2009).

### 4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengelompokkan, melakukan perbandingan, dan mencari persamaan serta memodelkan data untuk mendapatkan kesimpulan.

### 5. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan hasil dari pengujian, serta analisis yang telah dilakukan. Berdasarkan analisis-analisis yang dilakukan kemudian ditarik beberapa hasil yang disebut sebagai kesimpulan.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan menjelaskan hasil serta pembahasan terkait penelitian.

### 1. Fuzzy Controller

Perancangan FLC (*Fuzzy Logic Controller*) pada sistem diperlukan pemahaman tentang kerja yang akan dikendalikan. Metode *fuzzy logic* yang digunakan adalah tipe Mamdani. Hubungan antara tegangan output dengan tegangan input pada *Buck Boost Converter* diperlukan nilai *duty cycle*, dimana persamaan *duty cycle* yang akan dikendalikan oleh FLC dapat dituliskan sebagai berikut.

$$D = \frac{-V_o}{-V_o + V_{IN}}$$

Untuk mendapatkan nilai hasil dari variabel yang telah ditetapkan, maka perlu mengatur atau membatasi hasil melalui *rule* yang telah ditetapkan. Berikut adalah *rule editor* yang telah ditetapkan. Dari menganalisis persamaan diatas maka dapat dituliskan pendekatan untuk kendali FLC sebagai basis aturannya.

“Jika *ERROR* pada tegangan output adalah bernilai *BIG POSITIVE* dan nilai *CHANGE IN ERROR IS BIG POSITIVE* maka nilai *DUTY CYCLE* harus dikecilkan dengan *BIG NEGATIVE* perubahan pada *duty cycle*.”

**Tabel 1**  
**Tabel Aturan Fuzzy**

error / change in error	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	PB	PB	PB	PS	PS
NS	PB	PS	PS	PS	ZE
ZE	PS	PS	ZE	NS	NS
PS	ZE	NS	NS	NS	NB
PB	NS	NB	NB	NB	NB

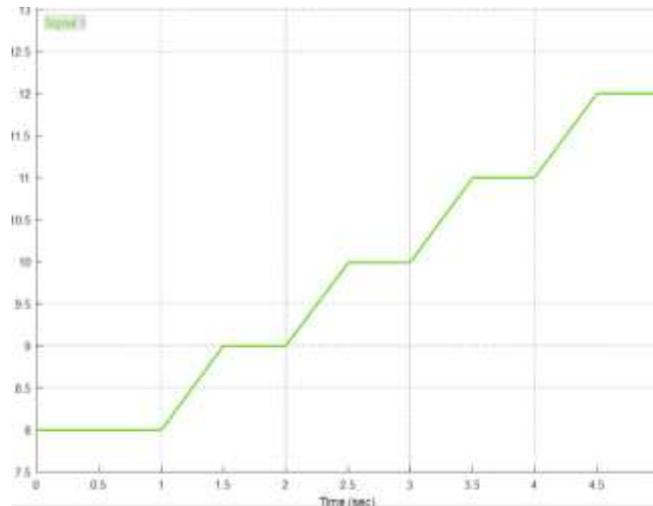
### 2. Buck-Boost Simulation

#### a) Input Tegangan Step

Simulasi rangkaian pada Gambar 5 menggunakan FLC dengan input step yang bervariasi dengan kenaikan bertahap mulai dari 8V sampai 12 V. Parameter yang digunakan induktor dengan induktansi 0.01 H, kapasitor dengan kapasitansi 200  $\mu$ F, dan resistor sebesar 7  $\Omega$ . Sistem diberikan nilai set point 12 Volt. Pada Gambar 6 ditunjukkan respon output sistem dengan nilai input step yang bervariasi dari 8V

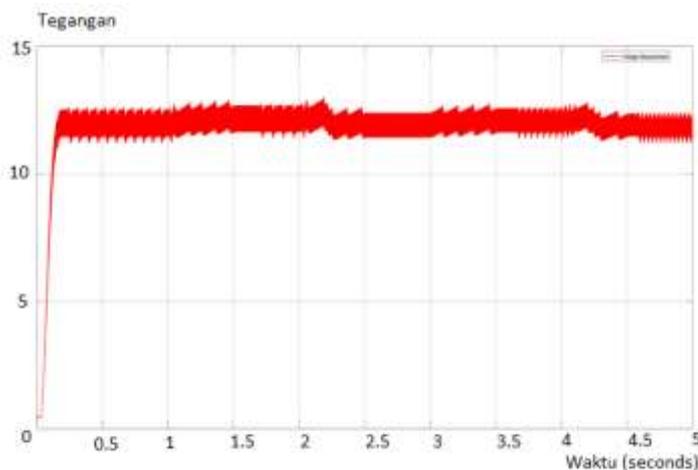
hingga 12 V. Diperoleh hasil bahwa output tegangan telah mencapai nilai 12 V dengan nilai rata-rata tegangan 11.8 V dan nilai settling time 0.197 detik.

**Gambar 4**  
**Input Tegangan Step dengan Variasi Nilai 8V-12V**



Sumber : Penulis, 2022

**Gambar 5**  
**Output Tegangan Dengan Input Step Yang Bervariasi 8 V-12V**

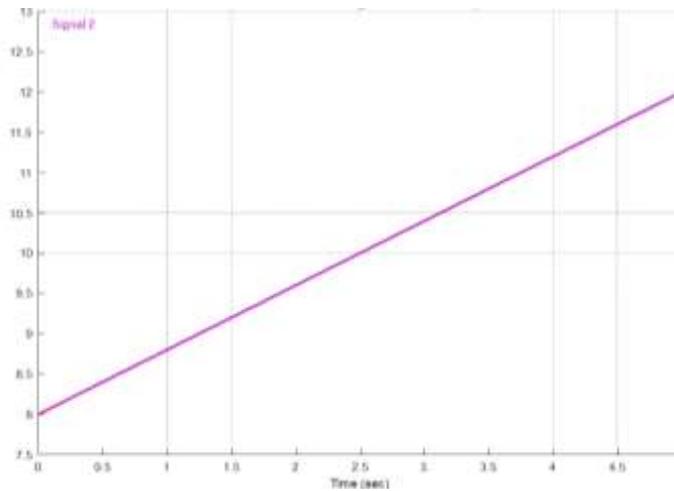


Sumber : Penulis, 2022

#### **b) Input Tegangan Ramp**

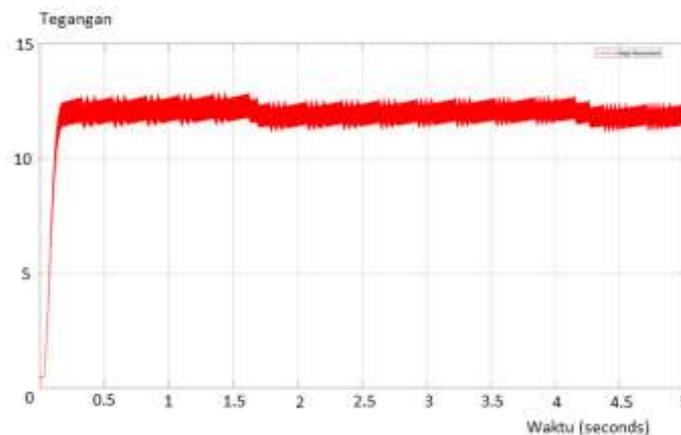
Pada Gambar 8 ditunjukkan grafik input tegangan dengan bentuk sinyal ramp mulai dari 8 V sampai 12 V. Diperoleh nilai output tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 9. Output tegangan telah mencapai nilai 12 V dengan nilai rata-rata 11.79 V dan nilai settling time 0.209 detik.

**Gambar 6**  
**Input Tegangan Ramp**



Sumber : Penulis, 2022

**Gambar 7**  
**Output Tegangan dengan Input Ramp**

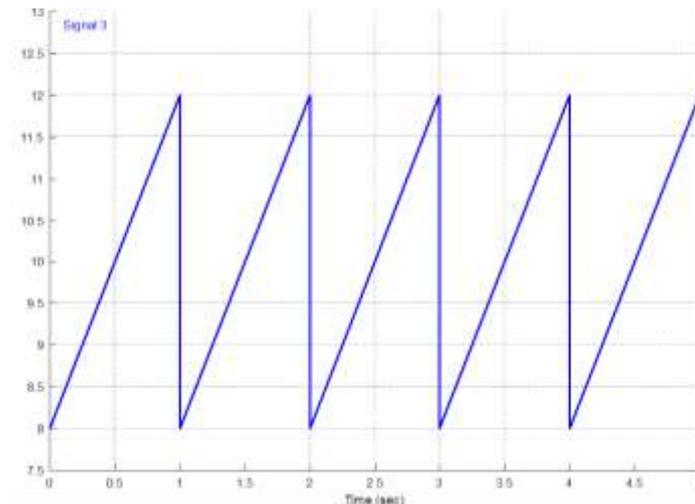


Sumber : Penulis, 2022

**c) Input Tegangan Sawtooth**

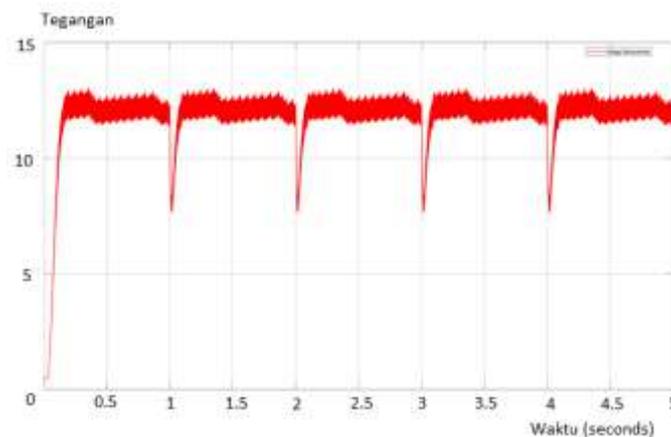
Pada Gambar 8 ditunjukkan grafik input tegangan dengan bentuk sinyal sawtooth dengan amplitudo dari 8 V sampai 12 V. Diperoleh nilai output tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 12. Output tegangan telah mencapai nilai 12 V dengan rata-rata tegangan 11.81 V dan nilai settling time 0.174 detik.

**Gambar 8**  
**Input Tegangan Sawtooth**



Sumber: Penulis, 2021

**Gambar 9**  
**Output Tegangan dengan Input Sawtooth**



Sumber: Penulis, 2022

Berdasarkan grafik output sistem menunjukkan kestabilan *buck-boost converter* yang dikendalikan oleh FLC stabil pada tegangan yang diinginkan. Pada grafik menunjukkan perbedaan ripple yang terjadi dan bervariasi tiap nilai input yang berbeda.

### **Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari penelitian dari sistem *buck-boost converter* dengan metode *fuzzy logic controller* untuk pengisian baterai pada sel surya dengan tegangan masukan yang bervariasi mulai dari 8 Volt hingga 12 Volt diperoleh nilai rata-rata tegangan sebesar 11.8 V sehingga baterai pada sel surya dapat terisi walaupun tegangan masukannya bervariasi. *Buck-boost converter* mampu menyesuaikan tegangan dengan nilai rata-settling time dengan berbagai variasi nilai input sebesar 0.193.

## BIBLIOGRAFI

- Akhmad, A. A. (2009). Perancangan simulasi sistem pergerakan dengan pengontrolan pneumatik untuk mesin pengamplas kayu otomatis. *Rekayasa Sriwijaya*, 3(18), 21–28.
- Alamsyah, T., Hiendro, A., & Abidin, Z. (2019). Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Monocrystalline dan Polycrystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Asy, H., & Adi, D. (2019). Pengisian Baterai Menggunakan Converter Pada Sistem Energi Surya. *Edu Elekrika Journal*, 8(2), 91–95.
- Corapsiz, R., & Kahveci, H. (2019). *Voltage Control Strategy for DC – DC Buck – Boost Converter*. August.
- Diusti Dwi Putri, S., & Aswardi. (2020). Rancang Bangun Buck-Boost Converter menggunakan Kendali PID. *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 06(02), 258–272.
- Ginanjari, E., Mashar, A., & ... (2022). Perancangan Buck Boost Converter Pada Sistem Pengisian Baterai Untuk Panel Surya Kapasitas 50 Wp. ... *Research Workshop and ...*, 13–14.
- Imam Setyawan & Bambang Suprianto. (2019). Rancang Bangun Prototype Solar Cell Buck Boost Converter Menggunakan Kontrol Fuzzy Di Implementasikan Pada Aerator Tambak Udang. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(3), 627–635.
- Koleangan, J. G., Sitanayah, L., & Pandelaki, S. (2022). *PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN CABAI RAWIT BERBASIS INTERNET OF THINGS*. UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO.
- Lale, S., Soja, M., Lubura, S., Mancic, D., & Radmanovic, M. (2017). A non-inverting buck-boost converter with an adaptive dual current mode control. *Facta Universitatis - Series: Electronics and Energetics*, 30(1), 67–80. <https://doi.org/10.2298/fuee17010671>
- Matalata, H., & Johar, L. W. (2018). ANALISA BUCK CONVERTER DAN BOOST CONVERTER PADA PERUBAHAN DUTY CYCLE PWM DENGAN MEMBANDINGKAN FREKUENSI PWM 1,7 Khz DAN 3,3 Khz. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 18(1), 42. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v18i1.431>
- Rahman, Z., & Premadi, A. (2014). Perancangan Regulasi Tegangan Sel Surya Berbasis Buck-Boost Konverter. *Seminar Nasional PIMIMD 2014*, 33–35.
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara.

Safii, M. I., Pujianto, M. C., & Dewantara, B. Y. (2019). Analisa Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Buck Boost Konverter. *Prosiding Seminakel*, 29–35.

Sundoro, R., Andreswari, D., & Gunawan, A. (2014). Implementasi Metode Simple Additive Weighting pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jenis Pondasi dengan Simulasi Alternatif Berbasis 3D. *Skripsi, Program Studi Teknik Informatika Universitas Bengkulu, Bengkulu*.

---

**Copyright holder:**

Risty Jayanti Yuniar, Choiriansyah Ashari, Dimas Aditya Candra Nugraha (2022)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

