

# INVESTIGASI KINERJA FLYBACK KONVERTER DENGAN MODE KONDUKSI KONTINYU BERBASIS KONTROL *PROPORSIONAL-INTEGRAL*

Aulia Adela<sup>1</sup>, I Ketut Wiryajati<sup>2</sup>, I Nyoman Wahyu Satiawan<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Mataram, Indonesia

\* Email untuk Korespondensi: [auliadelllll@gmail.com](mailto:auliadelllll@gmail.com)<sup>1</sup>, [kjatiwirya@unram.ac.id](mailto:kjatiwirya@unram.ac.id)<sup>2</sup>, [nwahyus@unram.ac.id](mailto:nwahyus@unram.ac.id)<sup>3</sup>

---

## ABSTRAK

---

### Kata kunci:

Flyback konverter;  
MATLAB;  
PID;

### Keywords:

Flyback konverter;  
MATLAB;  
PID;

Penelitian ini membahas pentingnya konverter DC to DC yang terisolasi dalam konteks peningkatan efisiensi energi dan penanggulangan gangguan langsung pada beban. Konverter non-terisolasi memiliki kelemahan saat terjadi gangguan langsung, yang membutuhkan solusi isolasi untuk menjaga stabilitas sistem. Dalam rangka mengatasi tantangan ini, flyback konverter diusulkan sebagai solusi yang efektif dengan kemampuannya mengatur tegangan keluaran melalui nilai duty cycle PWM. Metode penelitian melibatkan simulasi menggunakan Simulink MATLAB, dengan kontrol PID untuk menjaga stabilitas tegangan keluaran. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi duty cycle mempengaruhi tegangan keluaran dan arus input-output, dengan peningkatan duty cycle meningkatkan tegangan keluaran. Pengaruh arus input juga diamati, di mana arus yang tinggi menyebabkan peningkatan tegangan keluaran. Kesimpulannya, penelitian ini menyediakan wawasan mendalam tentang karakteristik dan kinerja flyback konverter, yang penting untuk pengembangan sistem daya yang efisien dan stabil.

*This study discusses the importance of isolated DC to DC converters in the context of improving energy efficiency and countermeasures to direct interference with loads. Non-isolated converters have the disadvantage of immediate interruption, which requires an isolation solution to maintain system stability. In order to overcome this challenge, the flyback converter was proposed as an effective solution with its ability to regulate the output voltage through the PWM duty cycle value. The research method involves simulation using Simulink MATLAB, with PID control to maintain output voltage stability. The simulation results show that the duty cycle variation affects the output voltage and input-output current, with increasing the duty cycle increasing the output voltage. The influence of the input current is also observed, where a high current leads to an increase in the output voltage. In conclusion, the study provides in-depth insights into the characteristics and performance of converter flybacks, which are essential for the development of efficient and stable power systems.*

---

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).*

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*

---

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi elektronik yang ada. Oleh karena itu, energi listrik memegang peranan penting dalam perkembangan teknologi masa depan (Otong & Bajuri, 2017). Perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika khususnya elektronika daya telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan DC (*Direct Current*), yang dihasilkan melalui konversi tegangan AC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Konversi tegangan AC ini biasa disebut sebagai *AC to DC converter*. Pada perkembangannya, penerapan *DC to DC converter* banyak diaplikasikan pada sumber energi baru dan terbarukan (*renewable energy*) seperti tenaga surya. Tegangan DC yang dihasilkan dari sumber energi terbarukan ini bersifat fluktuatif (berubah-ubah) (Julianto & Rajagukguk, 2020). Berbagai konfigurasi *DC to DC* konverter telah banyak

dikembangkan, diantaranya adalah jenis *DC to DC* konverter yang memiliki isolasi dielektrik antara tegangan masukan dan keluaran, atau biasa disebut sebagai *isolated DC to DC converter* (Huda, 2022; Vebryadi, 2022).

Konverter yang umum digunakan adalah konverter *non-isolated* karena jenis konverter ini paling sederhana mudah diimplementasikan dan mudah didapatkan dipasaran. Sayangnya, jenis konverter ini memiliki kekurangan saat terjadi gangguan langsung pada beban yang dapat berdampak pada sumber daya. Oleh karena itu, dibutuhkan konverter terisolasi untuk mengatasi masalah tersebut (Mahendra et al., 2019; Rahayu et al., 2020). *Flyback* konverter merupakan suatu bentuk konverter terisolasi yang memiliki kapasitas daya maksimal hingga 150 Watt. Konverter ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan tegangan keluaran, yang dapat disesuaikan dengan mengatur nilai *duty cycle* (Suwarno, 2022a).

Catu daya yang beroperasi dalam mode pensaklaran memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada catu daya linier. Karena alasan ini, hampir seluruh sistem catu daya terkini menggunakan mode pensaklaran atau dikenal sebagai *Switched Mode Power Supply* (SMPS) (Utami et al., 2020). Salah satu jenis konverter arus searah yang umum digunakan adalah *flyback* konverter yang memastikan adanya isolasi antara *input* dan *output*. Saat MOSFET dalam keadaan aktif, tegangan dari sumber daya akan mengalir melalui induktansi magnetik trafo ( $L_m$ ), menyebabkan arus induktansi magnetik ( $i_{Lm}$ ) naik secara linier, sementara dioda di *output* akan menjadi *reverse bias* (Soehartono et al., 2020). Pada saat MOSFET tidak aktif, energi yang tersimpan dalam induktansi magnetik akan dialirkan melalui trafo dan dioda di *output* yang bersifat *forward bias*, sehingga arus dapat mengalir ke beban (Lubudi, 2020).

Permasalahan yang dibahas dalam konteks ini adalah kebutuhan akan konverter DC to DC yang terisolasi (*isolated DC to DC converter*) dalam rangka meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mengatasi masalah yang muncul saat terjadi gangguan langsung pada beban. Konverter non-isolated, meskipun mudah diimplementasikan dan mudah didapatkan, memiliki kekurangan saat terjadi gangguan langsung pada beban yang dapat berdampak pada sumber daya. Oleh karena itu, perlunya pengembangan konverter terisolasi seperti *flyback konverter* yang mampu meningkatkan tegangan keluaran dengan mengatur nilai *duty cycle* (Suwarno, 2022b; Wiranata et al., n.d.). Keberadaan *flyback konverter* juga penting dalam mendukung penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya, di mana tegangan DC yang dihasilkan bersifat fluktuatif (Hariyanti et al., 2022; Pattria et al., 2023). Urgensinya terletak pada peningkatan efisiensi energi, keandalan sistem daya, dan fleksibilitas dalam pengaturan sistem secara otomatis, sehingga memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi konverter daya yang ramah lingkungan dan efisien.

Dalam penelitian ini dirancang *flyback* konverter untuk mendapatkan tegangan *output* yang lebih besar maupun lebih kecil dari tegangan *input*. Tegangan *output* pada *flyback* konverter dikendalikan dengan mengatur nilai *duty cycle* dari PWM. Konverter *flyback* juga memiliki transformator frekuensi tinggi yang berfungsi sebagai induktornya. Mikrokontroler yang digunakan untuk mengendalikan tegangan yaitu arduino uno. Selain sebagai pengendali tegangan arduino uno juga dapat mengendalikan nilai pada *duty cycle* maupun nilai frekuensi.

Penelitian ini menghasilkan *flyback converter* yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi dengan mengontrol tegangan output dan *duty cycle* melalui PWM, menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali. Manfaatnya meliputi kemampuan untuk menghasilkan tegangan output yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan memberikan fleksibilitas dalam pengaturan sistem secara otomatis. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi konverter daya yang dapat diaplikasikan dalam berbagai konteks untuk meningkatkan efisiensi energi dan kontrol sistem.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhamad Otong dkk, membahas tentang Rancang Bangun Battery Power Supply, Dalam penelitian ini penulis melakukan perancangan Battery Power supply menggunakan Flyback Converter (Otong, 2019). Penelitian sebelumnya berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pasokan daya menggunakan baterai. Penelitian ini mengeksplorasi aspek seperti desain sirkuit, manajemen daya, dan efisiensi penggunaan baterai. Sementara penelitian yang dilakukan memusatkan perhatian pada kinerja *flyback converter* yang menggunakan mode konduksi kontinu dengan pengendalian proporsional-integral. Penelitian ini cenderung mengeksplorasi aspek-aspek teknis dalam operasi konverter tersebut, seperti efisiensi konversi, stabilitas operasi, dan optimisasi pengendalian. Meskipun keduanya berfokus pada teknologi konversi energi, penekanan dan metodologi yang digunakan dalam kedua penelitian berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki kinerja *flyback konverter* dengan mode konduksi kontinu yang berbasis kontrol proporsional-integral (PI). Melalui investigasi ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik operasional serta efisiensi konverter tersebut dalam mode konduksi kontinu. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja konverter dalam mode operasi tertentu, sehingga dapat memberikan panduan yang lebih baik dalam pengembangan desain konverter yang efisien dan dapat diandalkan. Manfaat dari penelitian ini meliputi peningkatan efisiensi energi dan performa keseluruhan sistem konverter, yang pada gilirannya dapat mengarah

pada penggunaan energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam berbagai aplikasi elektronik, seperti dalam sistem tenaga terbarukan, kendaraan listrik, dan peralatan elektronik rumah tangga.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi rangkaian flyback konverter menggunakan Simulink MATLAB. Parameter-parameter yang diperlukan untuk merancang dan mensimulasikan flyback konverter ditetapkan, dengan tujuan utama mencapai daya keluaran 50 W dan mempertahankan tegangan keluaran tetap pada 12 V, tanpa dipengaruhi oleh fluktuasi tegangan input atau perubahan beban. Spesifikasi flyback konverter termuat dalam Tabel 1, dan simulasi dilakukan dengan mengontrol duty cycle menggunakan kontroler PID untuk menjaga stabilitas tegangan output. Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa variasi duty cycle memengaruhi tegangan keluaran dan arus input-output, dengan tegangan keluaran cenderung berbanding lurus dengan duty cycle. Dalam pengujian ini, pengaruh arus input terhadap tegangan keluaran juga diamati, dimana arus input yang tinggi dapat mempengaruhi tegangan keluaran pada flyback konverter. Oleh karena itu, simulasi ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik dan kinerja flyback konverter dalam berbagai kondisi, yang penting untuk pengembangan sistem daya yang efisien dan stabil.

## Perancangan Flyback Konverter

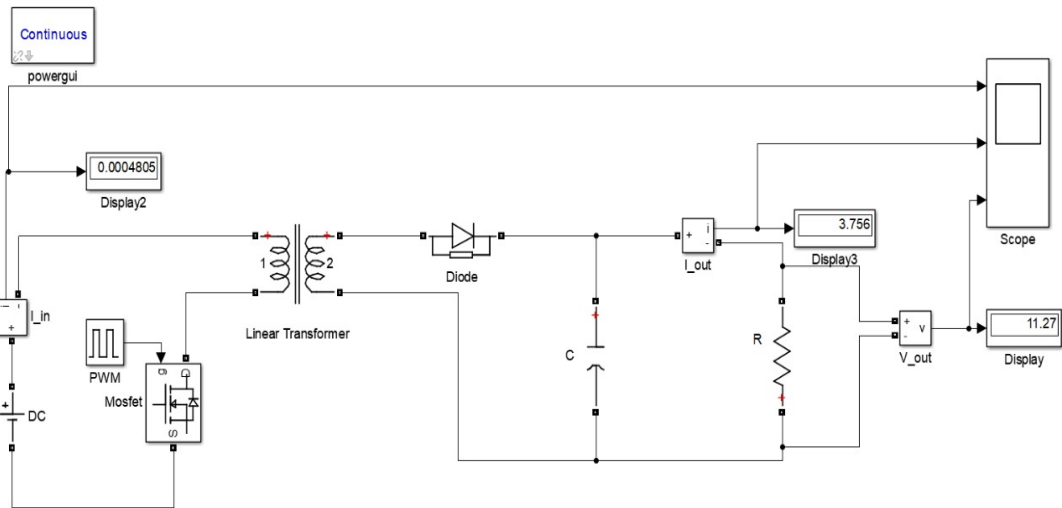
Penulis melakukan simulasi rangkaian *flyback* konverter menggunakan simulink MATLAB. Setelah itu nilai-nilai parameter yang diperlukan untuk merancang dan mensimulasikan *flyback* konverter ditentukan. Tujuan utamanya adalah mencapai daya keluaran sebesar 50 W dengan mempertahankan tegangan keluaran tetap pada 12 V, yang tidak akan terpengaruh oleh fluktuasi tegangan *input* atau perubahan beban.

Tabel 1. Spesifikasi flyback konverter

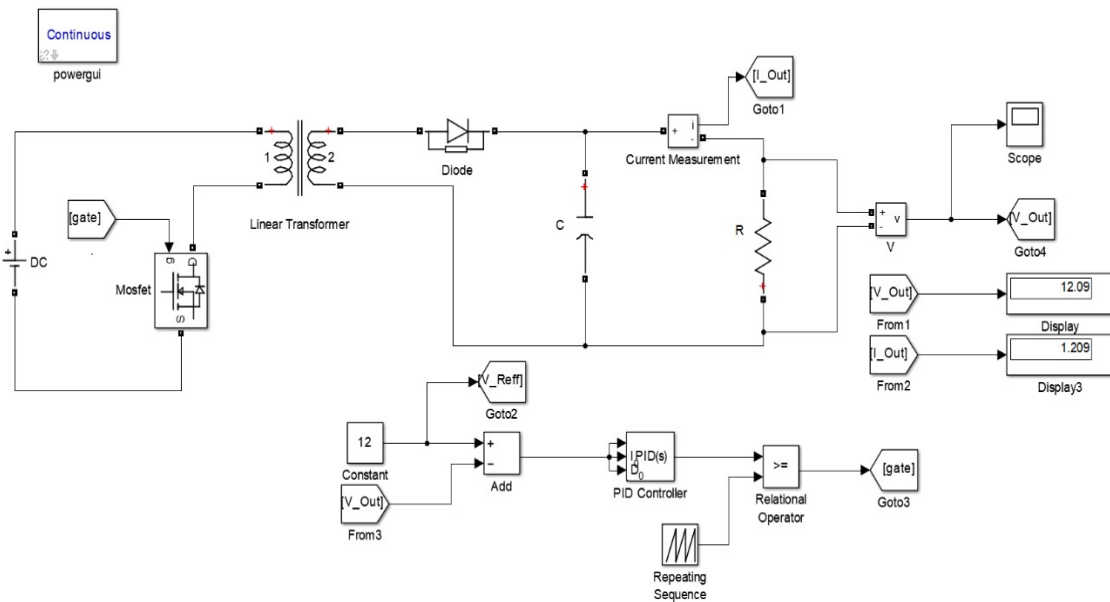
Parameter	Nilai
Tegangan <i>Input</i>	48 V
Tegangan <i>Output</i>	12 V
Daya	100 W
Beban	2.88 Ohm
Kapasitor Output	2000 $\mu F$
Induktor magnetisasi ( $L_m$ )	110 $\mu H$
Frekuensi	25 kHz

## Simulasi Flyback Konverter

*Flyback* konverter memiliki tegangan *input* sebesar 48 V dan tegangan *output* 12 V. Stabilitas tegangan *output* harus dijaga meskipun terjadi fluktuasi pada tegangan input atau beban. Untuk mencapai tegangan *output* yang konsisten, digunakan kontroler PID yang mengatur nilai *duty cycle* berdasarkan perbedaan nilai yang terdeteksi. Simulasi dilakukan dengan mempergunakan parameter komponen yang telah ditetapkan sebelumnya. Simulasi dari rangkaian *flyback* konverter dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 1. Rangkaian flyback konverter open loop



Gambar 2. Rangkaian flyback konverter close loop

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Simulasi Flyback Konverter**

Dalam pengujian ini, dilakukan dengan memvariasikan nilai *duty cycle* untuk mengetahui nilai tegangan keluaran. *Range duty cycle* dari 5% - 99% dengan tegangan *input* 48 V untuk mendapatkan hasil pengukuran tegangan dan arus *input* maupun *output*.

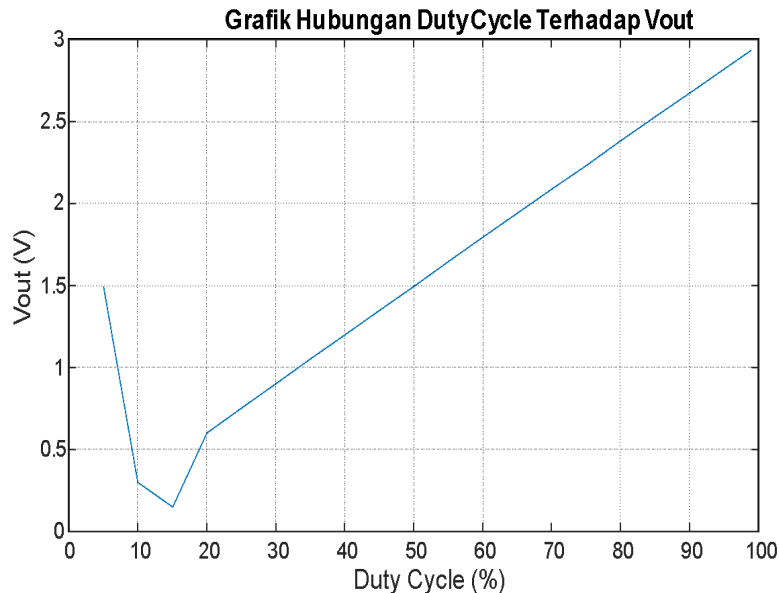
Tabel 2 Hasil pengujian flyback konverter

No.	Duty Cycle	Hasil Pengujian				Hasil Perhitungan	
		Vin(V)	Iin(I)	Vo(V)	Io(I)	Pin(Watt)	Po(Watt)
1	5%	48	0.00048	1.496	0.4986	0.02304	0.7459056
2	10%	48	0.00048	0.3013	0.1004	0.02304	0.03025052
3	15%	48	0.00048	0.1505	0.4515	0.02304	0.06795075
4	20%	48	0.00048	0.6015	0.2005	0.02304	0.12060075
5	25%	48	0.00048	0.7512	0.2504	0.02304	0.18810048
6	30%	48	0.00048	0.9007	0.3002	0.02304	0.27039014
7	35%	48	0.00048	1.05	0.3499	0.02304	0.367395
8	40%	48	0.00048	1.199	0.3996	0.02304	0.4791204

9	45%	48	0.00048	1.347	0.4491	0.02304	0.6049377
10	50%	48	0.00048	1.496	0.4986	0.02304	0.7459056
11	55%	48	0.00048	1.644	0.548	0.02304	0.900912
12	60%	48	0.00048	1.792	0.5972	0.02304	1.0701829
13	65%	48	0.0004801	1.939	0.6464	0.0230448	1.2533696
14	70%	48	0.0004801	2.087	0.6955	0.0230448	1.4515085
15	75%	48	0.0004801	2.234	0.7446	0.0230448	1.6634364
16	80%	48	0.0004801	2.381	0.7935	0.0230448	1.8893235
17	85%	48	0.0004801	2.527	0.8424	0.0230448	2.1287448
18	90%	48	0.0004801	2.673	0.8911	0.0230448	2.3819103
19	95%	48	0.0004801	2.819	0.9398	0.0230448	2.6492962
20	99%	48	0.0004801	2.936	0.9787	0.0230448	2.8734632

### Pengaruh Duty Cycle Terhadap Flyback Konverter

Pada pengujian ini, dilakukan dengan memvariasikan nilai *duty cycle*. Nilai arus yang dihasilkan adalah 0.00048 A dan 0.0004801 A. Frekuensi yang dipakai adalah 25 kHz.

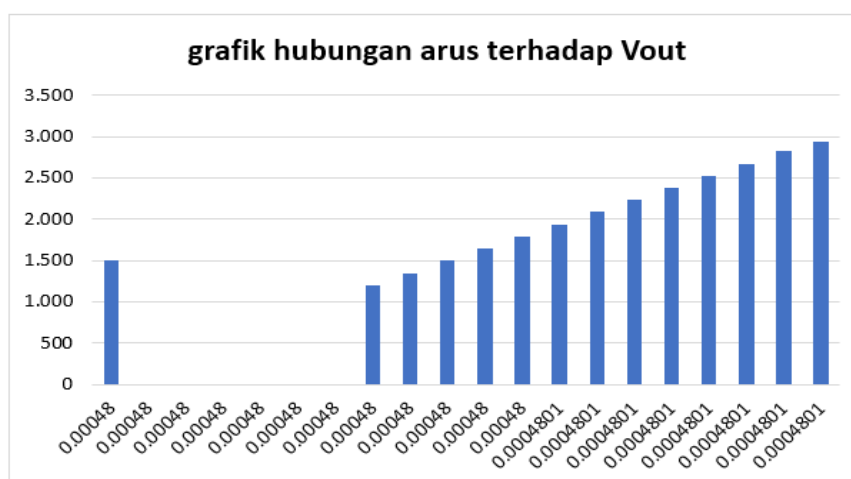


Gambar 7. Grafik *duty cycle* terhadap *Vout*

Pada setiap nilai *duty cycle* yang diberikan, variasi tegangan keluaran terjadi. Pengaruh *duty cycle* terhadap tegangan keluaran cenderung berbanding lurus. Dimana semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka tegangan keluaran yang dihasilkan semakin besar. Pengaruh *duty cycle* terhadap tegangan keluaran juga terlihat proporsional arus pengujian.

### Pengaruh Arus Terhadap Flyback Konverter

Dari hasil pengujian dengan memvariasikan nilai *duty cycle* didapatkan nilai arus masukan 0,00048 A dan 0,0004801 A.



**Gambar 8. Grafik Vout terhadap arus**

Pada dasarnya arus *input* yang tinggi dapat mempengaruhi tegangan keluaran pada *flyback* konverter. Pada data hasil pengujian arus *input* saat *range duty cycle* 5% - 60% adalah 0,00048 A. Nilai tegangan output yang dihasilkan mencapai *range* 0,1505 V – 1,792 V. Dan pada saat *range duty cycle* 65% - 99% nilai arus yang diperoleh adalah 0,0004801 A. Nilai tegangan yang dihasilkan mencapai *range* 1,939 V – 2,939 V.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhamad Otong dkk, Menemukan hasil penelitian berupa variabel resistor Ra dan Rb serta kapasitor C disetel untuk menghasilkan output PWM yang sesuai dengan variasi nilai masing-masing komponen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada tegangan besar sebesar 5.87 V, frekuensi mencapai 12.20 KHz, dan duty cycle sebesar 0.51. Selanjutnya, untuk mencapai output yang diinginkan, transformator ferrit dililitkan secara manual, mengubah jumlah lilitan primer dari 7 menjadi 10 gulungan. Hasil pengukuran tegangan dari Flyback Converter menunjukkan output sebesar 27.04 VDC. Pengujian dilakukan pada beban LED mobil dan port USB dengan total daya 28 Watt, dengan hasil tegangan dan arus yang terukur pada masing-masing beban. Meskipun terjadi drop tegangan pada pengujian beban, kondisi masih dianggap baik dan stabil selama pengambilan data. Efisiensi dari penelitian ini dihitung berdasarkan perbandingan daya masukan dan keluaran, namun terdapat perbedaan yang signifikan antara perhitungan teoretis dan hasil percobaan, disebabkan oleh penggunaan komponen elektronika yang kurang cocok untuk flyback converter, khususnya LM7812 dan LM7805, yang menyebabkan penurunan kinerja pada lampu LED yang digunakan sebagai beban (Otong, 2019).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *flyback* konverter dengan sistem Simulink MATLAB, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara *duty cycle* dan tegangan keluaran pada *flyback* konverter. Dimana tegangan keluaran cenderung meningkat seiring dengan peningkatan *duty cycle*. Selain itu, arus *input* yang tinggi juga dapat mempengaruhi tegangan keluaran. Dimana tegangan keluaran cenderung meningkat seiring dengan peningkatan arus *input*.

## REFERENSI

- Hariyanti, K. A., Subito, M., Alamsyah, A., Santoso, R., & Kali, A. (2022). Rancang Bangun Dc-Dc Converter Terkendali Dalam Sistem Pengisian Baterai Pada Modul Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb) Berbasis Fuzzy. *Foristek*, 12(2).
- Huda, R. N. (2022). Desain Dan Simulasi Non-Inverting Buck-Boost Konverter. *Msi Transaction On Education*, 3(4), 187–198.
- Julianto, J., & Rajagukguk, A. (2020). Rancang Bangun Buck-Boost Converter Berbasis Arduino Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 8x10 Wp. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Dan Sains*, 7, 1–11.
- Lubudi, M. N. H. (2020). *Rancang Bangun Battery Management System Active Balancing Pada Baterai Li-Ion 12v 2, 5ah*.

- Mahendra, A., Sapril, S., & Masarrang, M. (2019). Perancangan Flyback Converter Untuk Catu Daya Driver Motor Bldc (Brushless Direct Current). *Foristek*, 9(2).
- Otong, M. (2019). Rancang Bangun Battery Power Supply Menggunakan Flyback Converter. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8(1), 124–133.
- Otong, M., & Bajuri, R. M. (2017). Maximum Power Point Tracking (Mppt) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 5(2), 103–110.
- Patria, P. D. C., Radianto, D., & Safitri, H. K. (2023). Implementasi Konverter Berbasis Sepic Pada Modul Solar Panel Dengan Algoritma Fuzzy Logic. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(3).
- Rahayu, N., Irianto, I., & Prasetyono, E. (2020). Desain Dan Implementasi Bidirectional Dc-Dc Converter Untuk Penerangan Darurat. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, And Power Engineering)*, 7(2), 108–116.
- Soehartono, L. H., Musafa, A., & Sujono, S. (2020). Perancangan Sistem Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik Studi Kasus: Baterai Kapasitas 46ah 12v Pada Neo Blits 2. *Maestro*, 3(1), 86–97.
- Suwarno, I. (2022a). *Pengembangan Pembangkit Listrik Hibrid Pada Lampu Penerangan Jalan Melalui Pemanfaatan Radiasi Matahari Dan Kecepatan Angin*. Umsu Press.
- Suwarno, I. (2022b). *Pengembangan Pembangkit Listrik Hibrid Pada Lampu Penerangan Jalan Melalui Pemanfaatan Radiasi Matahari Dan Kecepatan Angin*. Umsu Press.
- Utami, F. R., Riyadi, M. A., & Christyono, Y. (2020). Perancangan Catu Daya Arus Searah Keluaran Ganda Sebagai Penggerak Robot Lengan Artikulasi. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(3), 418–427.
- Vebbryadi, V. (2022). Analisis Tegangan Keluaran Dc-Dc Bosst Converter Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(2), 24–31.
- Wiranata, A. W., Asfani, D. A., & Pamuji, F. A. (N.D.). *Design And Simulation Component Of High Voltage Source At X-Ray Generator For Medical Diagnostic Intruments*.