

PENINGKATAN KINERJA CUK KONVERTER BERBASIS KONTROLER KONVENSIONAL DENGAN METODE PERSAMAAN LINIER

Nur Gina Maulina¹, I Ketut Wiryajati², I Nyoman Wahyu Satiawan³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

* Email untuk Korespondensi: nurginal606@email.com, c.nwahyus@unram.ac.id

ABSTRAK

Elektronika daya adalah aplikasi teknologi elektronika padat yang berfungsi untuk mengatur dan mengubah energi listrik, memungkinkan konversi dari satu bentuk tenaga listrik ke bentuk lainnya. Contoh rangkaian yang umum digunakan dalam elektronika daya meliputi konverter DC-DC atau DC Chopper, yang berperan sebagai pengatur tegangan DC dengan kemampuan menurunkan atau menaikkan tegangan, dan inverter, yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah konverter yang mampu menghasilkan tegangan keluaran yang lebih rendah atau lebih tinggi daripada tegangan masukan. Pengujian dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak SIMULINK/MATLAB, yang menghasilkan data tegangan dan arus keluaran. Pengujian dilakukan dalam dua mode, yaitu open loop dan close loop. Pada konverter open loop, pengaturan dilakukan dengan mengubah nilai duty cycle dari PWM, sementara pada konverter close loop, pengaturan dilakukan melalui parameter Pi. Hasil perancangan konverter open loop menunjukkan operasi dengan tegangan masukan 12V, duty cycle 5% - 60% pada frekuensi 50 KHz. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan keluaran minimal sebesar 0.27 V pada duty cycle 5% dan maksimal sebesar 16.9V pada duty cycle 60%. Error tertinggi adalah 2.42V pada data ke-12. Sedangkan pada pengujian konverter close loop, tegangan masukan tetap konstan pada 12V dengan nilai set point antara 2V - 20 V. Dengan konfigurasi parameter Pi yang tetap, tegangan keluaran yang optimal diperoleh pada set point 20V dengan nilai tegangan keluaran 19.81V.

Kata kunci:

Cuk Konverter; Open Loop; Close Loop; Tegangan

Keywords:

Cuk Converter; Open Loop; Close Loop; Voltage

Power electronics is the application of solid electronics technology to regulate and convert electrical energy. It is often used to convert electric power from one form to another. Many power electronics circuits have been developed today, such as DC-DC converters also known as DC Chopper, and inverters. DC Chopper is often used as a DC voltage regulator, both to lower and increase the voltage, while inverters are used to convert DC voltage into AC voltage. This research aims to design a converter capable of producing an output voltage lower or higher than the input voltage. Tests are carried out through simulations using SIMULINK/MATLAB software, which generates output voltage and current data. The test was conducted in two modes, namely open loop and close loop. In open loop converters, setting is done by changing the duty cycle value of PWM, while in close loop converters, setting is done through Pi parameters. The design results of the open loop converter show operation with an input voltage of 12V, duty cycle 5% - 60% at a frequency of 50 KHz. The measurement results show a minimum output voltage of 0.27 V at a 5% duty cycle and a maximum of 16.9V at a 60% duty cycle. The highest error was 2.42V on the 12th data. While in the close loop converter test, the input voltage remained constant at 12V with a set point value between 2V - 20 V. With a fixed Pi parameter configuration, the optimal output voltage was obtained at the 20V set point with an output stroke value of 19.81V.

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

Elektronika daya merupakan penerapan teknologi elektronika padat untuk mengendalikan dan mengubah tenaga listrik. Salah satu aplikasi utamanya adalah konversi daya listrik dari satu bentuk ke bentuk lain (Naim, 2022; Nugraha & Eviningsih, 2022a). Di era saat ini, terdapat banyak rangkaian elektronika daya, contohnya adalah konverter DC-DC, juga dikenal sebagai DC Chopper, dan Inverter. DC Chopper, yang sering berperan sebagai regulator tegangan DC, dapat menurunkan atau menaikkan tegangan. Di sisi lain, Inverter berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. DC Chopper memiliki beragam konfigurasi, di antaranya yang paling umum adalah tipe *Buck*, *Boost*, *Buck-Boost*, *Cuk*, dan *Sepic* (Almanda & Yusuf, 2017). Seiring berjalannya waktu, DC Chopper telah diterapkan dalam banyak aplikasi. Salah satu aplikasi yang umum adalah sebagai catu daya DC yang dapat diatur. Biasanya, pasokan daya searah yang digunakan tidak diatur, sehingga tidak mungkin menyesuaikan besarnya sesuai kebutuhan. Namun, dengan menggunakan komponen Elektronika daya seperti MOSFET, kita dapat mengatur besarnya keluaran dari pasokan daya searah.

Salah satu jenis konverter DC-DC yang umumnya digunakan adalah konverter DC-DC dengan topologi cuk yang menggunakan prinsip switching dengan modulasi lebar pulsa (PWM) (Nugraha & Eviningsih, 2022b; Yosa, 2022). Konverter ini mampu meningkatkan dan menurunkan tegangan keluaran. Meskipun prinsip kerjanya mirip dengan buck-boost konverter, cuk konverter memiliki perbedaan dalam hal rangkaian dan lebih efisien (AS & Mulyana, 2019; Mukti et al., 2020).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh I Ketut Wiryajati dkk, membahas tentang Analisis dan Simulasi Efisiensi Kinerja Sepic Konverter Berbasis Kontroler Konvensional, Pengujian simulasi sistem dengan menggunakan software SIMULINK/MATLAB selanjutnya diperoleh dari analisis data tegangan keluaran teoritis dan data monitoring pengukuran yang dapat dianalisis untuk mengetahui tingkat kesalahan serta tingkat efisiensi rancangan system (Wiryajati & Satiawan, 2023). Persamaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan adalah penggunaan kontroler konvensional sebagai dasar untuk mengoptimalkan kinerja konverter dan penggunaan teknik analisis untuk menilai performa *converter*. Sedangkan perbedaan mendasar pada jenis konverter yang dianalisis dan metode yang digunakan.

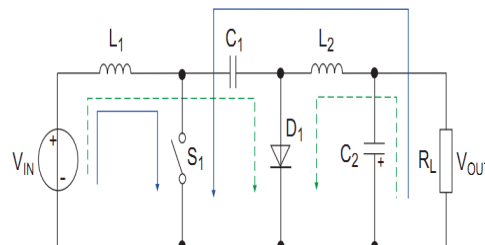
Penggunaan metode persamaan linier untuk meningkatkan kontroler konvensional dapat mengatasi berbagai masalah seperti respon dinamis yang lambat, kestabilan yang tidak optimal, dan efisiensi konversi yang kurang maksimal. Dengan memperbaiki kinerja kontroler, konverter dapat bekerja lebih efisien, stabil, dan responsif, yang pada gilirannya dapat mengurangi konsumsi energi, meningkatkan umur perangkat, dan menurunkan biaya operasional. Selain itu, hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi konverter daya yang lebih canggih dan efisien, yang sangat diperlukan dalam era modern yang semakin bergantung pada perangkat elektronik dan sistem energi terbarukan.

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah rangkaian cuk konverter untuk menghasilkan tegangan keluaran yang dapat lebih rendah atau lebih tinggi dari tegangan masukannya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja cuk konverter dalam menghasilkan tegangan keluaran yang stabil ketika nilai *duty cycle* divariasikan. Pengujian sistem dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB/SIMULINK.

Literature Review

Cuk Konverter

Cuk Konverter merupakan salah satu tipe DC Chopper yang mempunyai nilai tegangan keluaran lebih besar atau lebih kecil dari nilai tegangan masukan (Hakim et al., 2017; Wicaksono et al., 2019). Tegangan keluaran dapat diatur berdasarkan pengaturan *duty cycle* saklar Transistor.



Gambar 1. Prinsip Kerja Cuk Konverter

Pada saat kondisi *switch ON* dioda dalam keadaan *reverse bias*, sehingga tidak adanya arus yang mengalir ke dioda, pada kondisi ini tegangan dioda (V_D) sama dengan (V_O). Dalam kondisi tertutup *switch*

mendapatkan tegangan sebesar V_s , sehingga VL mendapatkan tegangan dari input dan arus mengalir melewati induktor selama *switch* dalam keadaan ON dan secara bersamaan kapasitor dalam kondisi *discharge* yang mengalirkan tegangan dan arus pada beban. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$- V_s = V_l \quad (1)$$

$$- V_s = L_1 \frac{di L_1(t)}{dt} \quad (2)$$

$$- L_1 \frac{di L_1(t)}{dt} = V_s \quad (3)$$

$$- \frac{di L_1(t)}{dt} = \frac{V_s}{L_1} \quad (4)$$

$$- \frac{\Delta i L_1(t)}{ton} = \frac{V_s}{L_1} \quad (5)$$

$$- \Delta i L_1(t) = \frac{V_s}{L_1} \times DT \quad (6)$$

Ketika *switch* dalam keadaan *off* didapatkan persamaan yaitu sebagai berikut:

$$- V_s = V_{L1} + V_{L2} + V_{c1} + V_{c2} \quad (7)$$

$$- I_{L1}(t) = I_{L2}(t) \quad (8)$$

$$- V_{c2} = V_o \quad (9)$$

$$- V_s = L_1 \frac{di L_1(t)}{dt} + L_2 \frac{di L_2(t)}{dt} + V_{c1} + V_{c2} \quad (10)$$

$$- \frac{di L_1(t)}{dt} = \frac{V_s - V_{c1} - V_{c2}}{(L_1 + L_2)} \quad (11)$$

$$- \frac{\Delta i L_1(t)}{ton} = \frac{V_s - V_{c1} - V_{c2}}{(L_1 + L_2)} \quad (12)$$

$$- \Delta i L_1(t) = \left(\frac{V_s - V_{c1} - V_{c2}}{(L_1 + L_2)} \right) \times (1 - D) T \quad (13)$$

Dimana:

- V_L = Tegangan induktor (V)
- V_S = Tegangan sumber (V)
- V_o = Tegangan keluaran (V)
- C = Kapasitor (F)
- L = Induktor (H)
- R = Resistor (Ohm)
- i_L = Arus induktor (A)
- Δ_{iL} = *Ripple* arus induktor
- Δ_V = *Ripple* tegangan
- f = Frekuensi (kHz)
- I_o = Arus

METODE

Pada pengujian cuk konverter ini digunakan metode penelitian dengan 2 model rangkaian, yaitu perancangan rangkaian *open loop* dan *close loop* yang dilakukan menggunakan simulasi MATLAB. Pada saat pengujian rangkaian *open loop* untuk hasil tegangan keluaran dari pengujian rangkaian *open loop* ini berubah-ubah atau bersifat fluktuatif karena dipengaruhi oleh perubahan nilai *duty cycle* yang bervariasi. Untuk pengujian rangkaian *close loop* untuk tegangan keluarannya akan dikendalikan dengan kontrol PI agar mendekati nilai *set point* yang diinginkan.

Perancangan Cuk Konverter

Pada perancangan cuk konverter, disini penulis mensimulasikan terlebih dahulu rangkain cuk konverter menggunakan simulink MATLAB (Wirayati et al., 2022). Selanjutnya menentukan nilai dari masing-masing parameter yang akan digunakan untuk merancang dan mensimulasikan cuk konverter. Dibawah ini disajikan tabel untuk perancangan cuk konverter menggunakan parameter yang telah ditentukan oleh penulis:

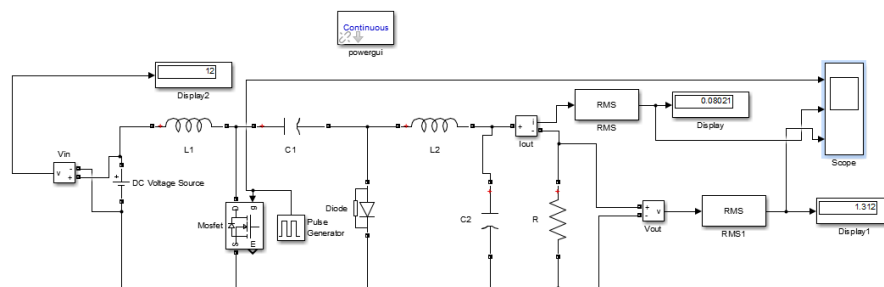
Tabel 1. Spesifikasi dan Komponen Cuk Konverter

Variable	Nilai
Tegangan masukan	12 V
Tegangan keluaran	0.63Vdc – 18Vdc
Frekuensi	50 KHz
Duty cycle	5%-60%

Resistor	16.36 ohm
Induktor	$L_1 = 208 \mu\text{H}$ $L_2 = 208 \mu\text{H}$
Kapasitor	$C_1 = 54.5 \mu\text{F}$ $C_2 = 54.5 \mu\text{F}$
Arus	1 A
Ripple Tegangan	1%

Perancangan untuk Pengujian Cuk Konverter *Open Loop*

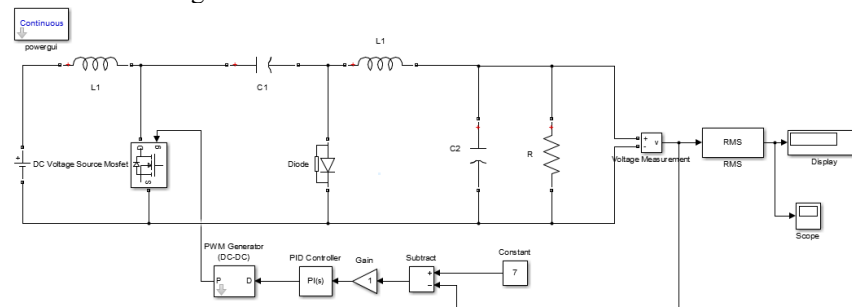
Dalam perancangan ini, pengujian dilakukan melalui simulasi pada mode operasi cuk konverter *open loop*. Simulasi ini dilakukan dengan menjaga tegangan masukan tetap konstan pada 12V dan frekuensi sebesar 50 KHz, sementara *duty cycle* divariasikan dari 5% - 60%. Pemodelan rangkaian cuk konverter *open loop* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Simulink Model Rangkaian Cuk Konverter *Open Loop*

Perancangan untuk Pengujian Cuk Konverter *Close Loop*

Pada perancangan rangkaian cuk konverter *close loop* dilakukan dengan mengkonfigurasi nilai pengendali PI pada sistem kontrol rangkaian cuk konverter.



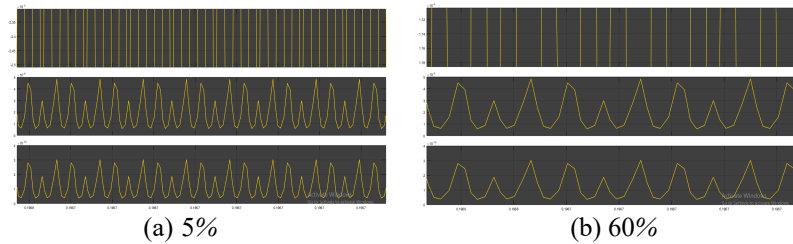
Gambar 3. Simulink Model Rangkaian Cuk Konverter *Close Loop*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari sistem kerja cuk konverter baik rangkaian *open loop* maupun *close loop*. Pertama, pengujian dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran saat nilai *duty cycle* berubah. Ini menghasilkan perbedaan (error) antara hasil pengukuran dan perhitungan. Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan kendali PI untuk menentukan nilai tegangan keluaran sesuai dengan *set point* yang diinginkan.

Simulasi Rangkaian Cuk Konverter

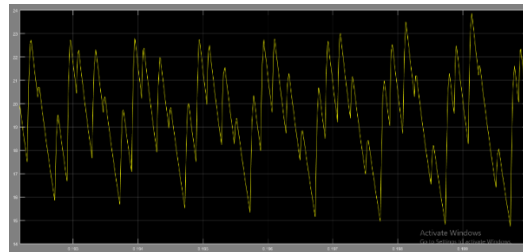
Dalam simulasi cuk konverter *open loop*, tegangan input diatur pada 12V dengan beban 16 Ω . Dalam simulasi ini, 2 mode digunakan yaitu *buck* (menurunkan) dan *boost* (menaikkan) (Wahyu, 2018). Hasil pengujian ini ditampilkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Duty Cycle 5% dan 60% Open Loop

Berdasarkan hasil dari simulasi Gambar 4, dapat dianalisa bahwa pada saat *duty cycle* diberikan nilai 5% tegangan keluaran yang dihasilkan lebih kecil dari tegangan masukannya yang dimana gelombang yang dihasilkan memiliki jarak lebih rapat dibanding ketika nilai *duty cycle* pada saat 60% yang hasil gelombangnya lebih lebar atau tegangan keluaran yang dihasilkan lebih besar daripada tegangan masukannya. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan keluaran berbanding lurus dengan lebar pulsa pada PWM, sehingga semakin besar tegangannya maka semakin besar lebar pulsa pada gelombang tersebut.

Selanjutnya simulasi cuk konverter *close loop*, pada percobaan ini dilakukan dengan mengkonfigurasi pengendali PI pada sistem kontrol yang sudah diinputkan pada rangkaian simulasi cuk konverter untuk mencapai nilai *set point* yang diinginkan (Tantowi, 2022). Hasil keluaran dari pengujian ini ditampilkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Sinyal Output Close Loop

Berdasarkan Gambar 5, dapat dianalisa bahwa pada saat *set point* diberikan nilai 20V, tegangan output yang dihasilkan adalah 19.81V. Hal ini tercapai dengan menggunakan parameter kendali PI, yaitu $K_p = 0.7$ dan $K_i = 1$. Hasil keluaran ini mendekati nilai *set point* yang diinginkan, yang berarti menunjukkan bahwa pengaturan kontrol PI berfungsi dengan baik dalam menjaga tegangan keluaran untuk mendekati nilai yang diinginkan.

Hasil Pengujian dan Analisa Cuk Konverter Open Loop

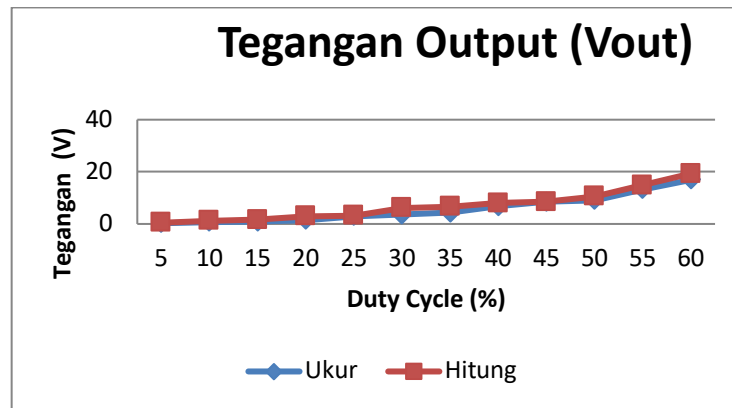
Pada pengujian ini *duty cycle* bervariasi yaitu dari 5% - 60% dengan tegangan masukan konstan yaitu 12V, sedangkan beban yang digunakan sebesar 16 ohm. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Cuk Konverter Open Loop

Duty Cycle (%)	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vout (V)		Error	Iout (A)	Pout (W)	Efisiensi (%)
				Hitung	Ukur				
5	12	0.0012	0.0144	0.45	0.27	0.18	0.0286	0.007722	0.53
10	12	0.01263	0.15156	1.26	0.69	0.57	0.0791	0.054579	0.36
15	12	0.0128	0.1536	1.67	0.93	0.74	0.1044	0.097092	0.63
20	12	0.0131	0.1572	2.98	1.48	1.53	0.1863	0.275724	1.75
25	12	0.015	0.18	3.24	2.93	0.31	0.203	0.59479	3.3
30	12	0.0189	0.2268	6.17	3.59	2.58	0.386	1.38574	6.1
35	12	0.0196	0.2352	6.64	4.36	2.28	0.415	1.8094	7.6
40	12	0.0201	0.2412	7.95	6.82	1.13	0.4972	3.390904	14.05
45	12	0.0214	0.2568	8.48	8.483	0	0.5302	4.497686	17.5
50	12	0.0275	0.33	10.54	9.13	1.41	0.659	6.01667	18.2

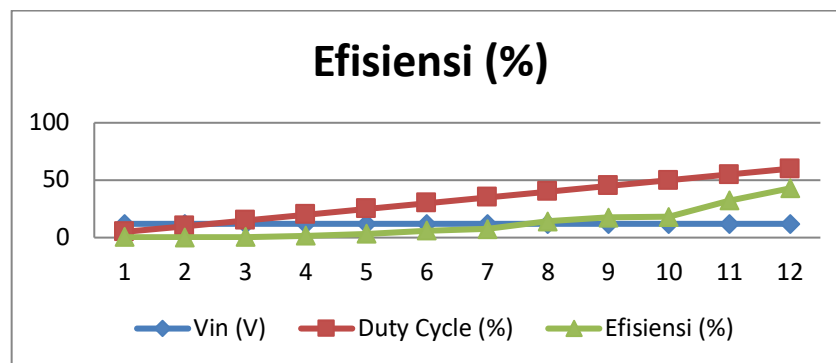
55	12	0.0317	0.3804	14.89	13.27	1.62	0.931	12.35437	32.4
60	12	0.0396	0.4752	19.32	16.9	2.42	1.208	20.4152	42.9

Berdasarkan **Tabel 2**, dapat dilihat bahwa hasil pengujian cuk konverter *open loop* pada saat nilai tegangan masukan diberikan konstan yaitu 12V dengan nilai *duty cycle* yang bervariasi dari 5% - 60% didapatkan tegangan keluaran yang lebih rendah maupun lebih tinggi dari tegangan masukannya, ini bisa dikatakan cuk konverter bisa beroperasi dalam mode *buck* dan mode *boost* sesuai dengan teori.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Tegangan

Berdasarkan Gambar 6, dapat diketahui bahwa, pada saat nilai *duty cycle* diberikan semakin meningkat yaitu dari 5% sampai 60% maka nilai tegangan keluaran yang dihasilkan semakin meningkat juga, tegangan maksimum yang dihasilkan saat pengukuran adalah 16.9V pada saat *duty cycle* diatur 60% dengan polaritas tegangan masukan yang sama. Pada grafik juga bisa dilihat perbedaan tegangan pada saat dihitung dan diukur perbedaannya sangat kecil, perbedaan ini terjadi karena kerugian komponen yang digunakan.



Gambar 7. Grafik Nilai Efisiensi

Berdasarkan Gambar 7, menunjukkan bahwa efisiensi cuk konverter mencapai puncaknya pada *duty cycle* 60%, dengan nilai efisiensi sebesar 42.9%. Namun, ada perbedaan antara nilai tegangan yang diukur dalam pengujian menggunakan Simulink dengan nilai yang dihitung, dengan nilai error tertinggi mencapai 2.42 V pada percobaan ke-12.

Hasil Pengujian dan Analisa Cuk Konverter Close Loop

Dari hasil simulasi **Gambar 5**, dapat dilihat untuk pengujian data yang lain, pada tabel dibawah ini

Tabel 3. Hasil Pengujian Cuk Konverter Close Loop

Set Poin (V)	Vin (V)	PI		Vout (V)
		Kp	Ki	
2	12	0.7	1	1.794
4	12	0.7	1	3.635

6	12	0.7	1	5.50
7	12	0.7	1	6.46
8	12	0.7	1	7.41
9	12	0.7	1	8.35
10	12	0.7	1	9.45
11.5	12	0.7	1	11.11
12.55	12	0.7	1	11.64
15	12	0.7	1	14.49
19	12	0.7	1	18.64
20	12	0.7	1	19.81

Berdasarkan **Tabel 3**, dapat diketahui bahwa ketika nilai tegangan masukan diatur konstan yaitu 12V dan nilai *set point* bervariasi yaitu dari 2V - 20V, dengan konfigurasi dari parameter PInya tetap, sehingga hasil tegangan keluaran yang lebih optimal yaitu 19.81V didapatkan pada saat *set point* bernilai 20V (Krismadinata & Akbar, 2021; Rajakumari & Ramkumar, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian cuk converter menggunakan simulink MATLAB dapat disimpulkan bahwa pada perancangan cuk konverter open loop dengan nilai duty cycle 5% didapatkan tegangan minimum sebesar 0.27V dan pada nilai duty cycle 60% didapatkan tegangan maksimum sebesar 16.9V. Sehingga terdapat nilai error yang cukup tinggi sebesar 2.42V pada data ke-12, sedangkan efisiensi terbesar didapatkan pada nilai duty cycle 60% sebesar 42.9%. Sementara itu, pada pengujian cuk konverter close loop dengan tegangan masukan konstan 12V dan nilai *set point* bervariasi antara 2V- 20V, dengan parameter PI yang tetap, hasil tegangan keluaran yang optimal diperoleh pada saat *set point* bernilai 20V.

REFERENSI

- Almanda, D., & Yusuf, H. (2017). Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *ELEKTUM*, 14(2), 25–34.
- AS, N. M., & Mulyana, D. (2019). Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC (Direct Current) Menggunakan Cuk Converter. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 6(2), 34–39.
- Hakim, M. L., Handoko, S., & Karnoto, K. (2017). Analisis Perbandingan Buckboost Converter Dan Cuk Converter Dengan Pemicuan Mikrokontroler Atmega 8535 Untuk Aplikasi Peningkatan Kinerja Panel Surya. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 18(3), 137–144.
- Krismadinata, K., & Akbar, J. (2021). Pengembangan Konverter CUK untuk Praktikum Elektronika Daya. *MSI Transaction on Education*, 2(4), 169–182.
- Mukti, M. A., Huda, T., Julda, D., Andreansyah, A. H., Dewantara, B. Y., & Winarno, I. (2020). Kontrol Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Cuk Konverter. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(2), 141–150.
- Naim, M. (2022). *Buku Ajar Teori Dasar Listrik dan Elektronika*. Penerbit NEM.
- Nugraha, A. T., & Eviningsih, R. P. (2022a). *Konsep Dasar Elektronika Daya*. Deepublish.
- Nugraha, A. T., & Eviningsih, R. P. (2022b). *Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter*. Deepublish.
- Rajakumari, R. F., & Ramkumar, M. S. (2021). Design considerations and performance analysis based on ripple factors and switching loss for converter techniques. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2681–2686.
- Tantowi, Z. N. (2022). Desain Dan Simulasi Cuk Converter Dengan Pi-Fuzzy Controller Untuk Pengisian Baterai. *Jtt (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 10(1), 53–60.
- Wahyu, A. F. (2018). *Sistem Konverter CUK dengan Pengendali Kalang Terbuka (open Loop)*.
- Wicaksono, A., Winarno, I., & Rahmatullah, D. (2019). Rancang Bangun Perbandingan Buck Boost Converter dan Cuk Converter untuk Penstabil Tegangan pada Sistem Wind Turbine dengan Monitoring IoT (Internet of Things). *Prosiding Seminar Sains Nasional Dan Teknologi*, 1(1).
- Wiryajati, I. K., & Satiawan, I. N. W. (2023). Analisis dan Simulasi Efisiensi Kinerja Sepic Konverter Berbasis Kontroler Konvensional. *Sci-Tech Journal (STJ)*, 2(2), 265–275.
- Wiryajati, I. K., Wahyu Satiawan, I. N., Ari Nrartha, I., & Seniari, N. M. (2022). *Teori dan Teknik Penyelesaian Kasus Rangkaian Listrik dengan MATLAB dan SIMULINK I*. deepublish.
- Yosa, I. D. K. (2022). *Analisis Perbandingan Kinerja Sepic Converter Dengan Pengendali Pi Dan Pid*.