

Perancangan *Buck Boost Converter* Pada Sistem Pengisian Baterai Untuk Panel Surya Kapasitas 50 Wp

Egi Ginanjar¹, Ali Mashar², Wahyu Budi Mursanto³

¹²³Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, 40012

¹E-mail: egi.ginanjar.tptl18@polban.ac.id

²E-mail: amashar69@gmail.com

³Email: wahyumursanto@gmail.com

ABSTRAK

Sistem pengendalian tegangan keluaran pada konverter DC-DC banyak diaplikasikan di pembangkit listrik, salah satunya pembangkit listrik energi terbarukan. Pada PLTS, nilai tegangan keluaran dari konverter DC-DC harus diperoleh agar sesuai dengan nilai tegangan masukan dari baterai, sehingga baterai dapat terisi (*charging*) dan dalam pemakaiannya dapat digunakan dalam waktu yang lama. *Buck-Boost Converter* merupakan salah satu jenis konverter DC-DC yang dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi (*step-up*) dan lebih rendah (*step-down*) dari tegangan masukannya. Dalam perancangan konverter ini, diperlukan sebuah metode pengendalian agar konverter dapat menghasilkan tegangan keluaran yang stabil pada kondisi tegangan masukan yang berubah-ubah (tidak stabil) akibat pemanfaatan intensitas sinar matahari pada PLTS. Pada penelitian ini, dalam perancangan *Non-Inverting Buck-Boost Converter* digunakan metode pengendalian *Fuzzy Logic Control* (FLC). Pengendali FLC ini dirancang dengan masukan nilai *error* dan perubahan *error* yang kemudian diproses melalui tahap fuzzifikasi, mekanisme inferensi, dan defuzzifikasi dengan model Sugeno. Kemudian keluaran dari pengendali ini berupa *duty cycle* untuk mengatur penyaklaran pada MOSFET *buck* dan MOSFET *boost* pada *Non-Inverting Buck-Boost Converter*. Dari hasil penelitian diperoleh spesifikasi *buck-boost converter* dengan nilai $R = 3,9 \text{ Ohm}$, $L = 200 \text{ } \mu\text{H}$, dan $C = 1000 \text{ } \mu\text{F}$. *Buck-boost converter* tersebut dapat beroperasi pada rentang nilai tegangan masukan 10-17,5 V dan diperoleh rentang nilai tegangan keluaran 13,45-13,85 V dengan *error* di bawah 10%.

Kata Kunci: *Buck-boost converter*, pengendali tegangan, *fuzzy logic control*, stabil.

1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan salah satu energi alternatif yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia, karena memiliki potensi yang sangat besar dan didukung oleh letak geografis dan iklim Indonesia yang berada di wilayah khatulistiwa yang mendapat intensitas penyinaran matahari sekitar 10 sampai 12 jam dan merupakan negara tropis. Pada saat kondisi cuaca yang cerah, permukaan bumi dapat menerima energi matahari sekitar 1000 W/m^2 [1].

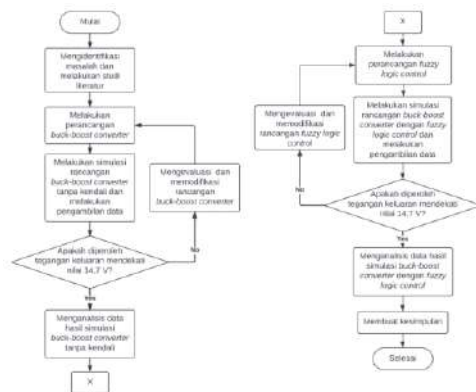
Pada PLTS, terutama PLTS *off-grid* yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN tersebut, baterai merupakan komponen yang sangat penting, dimana energi listrik yang

diubah dari energi surya kemudian ditampung di dalam aki (baterai). Meskipun PLTS memiliki banyak kelebihan, PLTS juga memiliki kekurangan, salah satunya adalah tegangan keluaran yang dihasilkan panel surya tidak konstan, karena mengikuti intensitas radiasi matahari yang ada. Oleh karena itu, agar tegangan keluaran panel surya sama dengan tegangan masukan baterai, dibutuhkan suatu DC-DC *converter*.

DC-DC *converter* merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan keluaran DC sesuai dengan yang dibutuhkan. Dalam penerapannya, konverter DC-DC dapat digunakan pada pembangkit listrik (salah

satunya pada PLTS) [2]-[3], sistem pengisian baterai [4], dan aplikasilainnya. Salah satu permasalahan yang sering muncul pada sistem konverter adalah pengendalian kestabilan tegangan keluaran, terutama pada tegangan masukan yang berubah-ubah. Maka dari itu, biasanya konverter tersebut sering ditambahkan sistem kendali otomatis, salah satunya adalah *fuzzy logic control* yang sedang banyak dikembangkan pada saat ini.

Berikut merupakan diagram blok penelitian yang akan digunakan.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *buck-boost converter* dengan metode *fuzzy logic control* pada sistem pengisian baterai untuk panel surya kapasitas 50 Wp dan menganalisis tegangan keluaran konverter tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

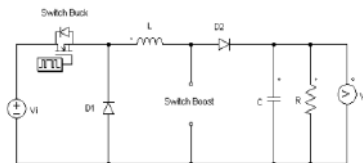
2.1. Buck Boost Converter

Buck-boost converter berfungsi untuk mengubah nilai tegangan DC, baik ke nilai tegangan yang lebih rendah, maupun nilai tegangan yang lebih tinggi. Rangkaian *non-inverting buck-boost converter* (NIBBC) menggunakan 2 buah saklar (berupa MOSFET) untuk mengatur konverter dalam mode *buck* dan mode *boost* yang merupakan kombinasi dari *buck converter* dan *boost converter*. Rangkaian NI-BBC mempunyai 2 mode pengoperasian, yaitu mode *buck* dan mode *boost*. Pada saat nilai tegangan masukan berada di bawah nilai tegangan yang diinginkan, maka rangkaian akan beroperasi pada mode *boost*. Sedangkan pada saat nilai tegangan masukan berada di atas nilai

tegangan yang diinginkan, maka rangkaian akan beroperasi pada mode *buck* [5].

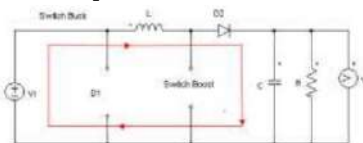
2.1.1. Mode Buck

Pada mode *buck*, MOSFET *buck* akan mendapat sinyal *switching* dari PWM1, sedangkan MOSFET *boost* akan mendapat sinyal *switching* dari PWM2 dengan nilai *duty-cycle* (D) sama dengan 0, sehingga MOSFET *boost* akan dikontrol selalu pada kondisi *off* (*open*). Sedangkan nilai tegangan keluaran dikontrol oleh MOSFET *buck*.



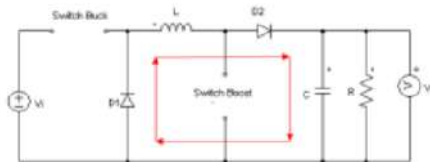
Gambar 2.1 Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Buck

Rangkaian *Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Buck* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pada mode *buck* analisa rangkaian terbagi menjadi 2, yaitu analisa *switch* tertutup dan terbuka.



Gambar 2.2 Analisa Switch Tertutup Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Buck

Penjelasan dari analisa *switch* tertutup pada mode *buck* seperti pada Gambar 2.2 adalah sebagai berikut, ketika MOSFET *buck* pada kondisi *on* (*close*) sedangkan dioda 1 bekerja *reverse-bias* dan dioda 2 bekerja *forward-bias*, maka arus akan mengisi induktor sekaligus menyuplai beban.



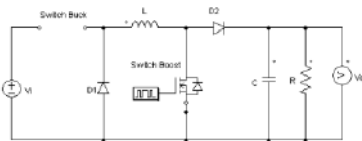
Gambar 2.3 Analisa Switch Terbuka Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Buck

Penjelasan dari analisa *switch* terbuka pada mode *buck* seperti pada Gambar 2.3 adalah sebagai berikut, ketika MOSFET *buck* *off*

(open), dioda 1 dan dioda 2 bekerja *forward-bias*, maka arus yang tersimpan di induktor akan menyuplai beban (*discharging*).

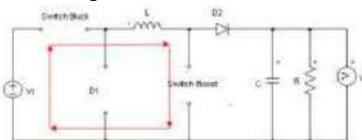
2.1.2. Mode Boost

Pada mode *boost*, MOSFET *boost* akan mendapat sinyal *switching* dari PWM 2. MOSFET *buck* mendapat sinyal *switching* dari PWM1 dengan nilai *duty cycle* (D) sama dengan 1 dan selalu *on* (*close*). Sedangkan nilai tegangan keluaran akan dikontrol oleh MOSFET *boost*.



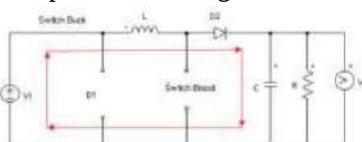
Gambar 2.4 Rangkaian Non-Inverting Buck Boost Converter Mode Boost

Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Boost dapat dilihat pada Gambar 2.4. Pada mode *boost* ini analisa rangkaian terbagi menjadi 2, yaitu analisa *switch* tertutup dan terbuka.



Gambar 2.5 Analisa Switch Tertutup Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Boost

Penjelasan dari analisa *switch* tertutup pada mode *boost* seperti pada Gambar 2.5 adalah sebagai berikut, ketika MOSFET *boost* pada kondisi *on* (*close*) maka dioda 1 dan dioda 2 bekerja *reverse-bias*, sehingga arus akan mengisi induktor. Polaritas induktor pada sisi kiri lebih positif dibandingkan sisi kanannya.



Gambar 2.6 Analisa Switch Terbuka Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter Mode Boost

Penjelasan dari analisa *switch* terbuka pada mode *boost* seperti pada Gambar 2.6 adalah sebagai berikut, ketika MOSFET *boost* *off* (*open*) maka dioda 1 bekerja *reverse-bias* dan

dioda 2 bekerja *forward-bias*, sehingga akan timbul tegangan pada induktor yang akan menyuplai beban. Pada saat yang bersamaan kapasitor akan melakukan penyimpanan energi dalam bentuk tegangan. Nilai tegangan keluaran pada mode *boost* akan lebih tinggi dibandingkan nilai tegangan masukannya [6].

2.2. Fuzzy Logic Control

Kendali Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah atau antara 0 dan 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 (satu) dan 0 (nol). Logika *fuzzy* memberikan solusi praktis dan ekonomis untuk mengendalikan sistem yang kompleks. Logika *fuzzy* memberikan rangka kerja yang kuat dalam memecahkan banyak masalah pengontrolan. Logika *fuzzy* tidak membutuhkan model matematis yang kompleks untuk mengoperasikannya, yang dibutuhkan adalah pemahaman praktis dan teoritis dari perilaku sistem secara keseluruhan [7].

Dalam implementasi fungsi *fuzzy* pada suatu perangkat ada 3 proses [8], yaitu:

- Fuzzification*, merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi kenggotaannya masing-masing.
- Interference System* (Evaluasi Rule), merupakan acuan untuk menjelaskan hubungan antara variable-variabel masukan dan keluaran yang mana analisa yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk *fuzzy*. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan "if-then".
- Defuzzification*, merupakan proses pengubahan analisa berbentuk *fuzzy* tersebut menjadi data-data pasti (*crisp*) yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian.

3. PERANCANGAN

Pada penelitian ini akan dibahas metode perancangan *non-inverting buck-boost converter* sebagai regulator tegangan pada panel surya. Nilai tegangan keluaran panel surya merupakan nilai tegangan masukan rangkaian *non-inverting buck-boost converter*. Untuk mendapatkan tegangan masukan baterai yang konstan, maka dibutuhkan regulator tegangan yaitu *non-inverting buck-boost converter*. Rangkaian *non-inverting buck-boost converter* dapat menurunkan dan menaikkan nilai tegangan.

Pada penelitian ini rancangan tegangan keluaran *non-inverting buck-boost converter* diatur pada nilai 14,7 V sesuai dengan tegangan masukan baterai. Pengaturan nilai *duty cycle* pada *non-inverting buck-boost converter* dapat ditentukan dengan memberikan sinyal PWM ke MOSFET dengan dengan sistem kendali logika fuzzy yang disimulasikan dengan aplikasi Simulink MATLAB.

Berikut merupakan spesifikasi dari panel surya dan baterai yang akan digunakan dalam perancangan *non-inverting buck-boost converter*.

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi Panel Surya	
Tipe	BP350J
P_{max}	50 W
V_{mp}	17,5 V
I_{mp}	2,9 A
V_{oc}	21,8 V
I_{sc}	3,2 V

Tabel 3.2 Spesifikasi Baterai

Spesifikasi Baterai	
Tipe	FIAMM ENERLITE 12SP150
V_{out}	12 V
Kapasitas	120 Ah
V_r (SU)	13,5 - 13,8 V
V_r (CU)	14,4 - 15,0 V
I_{max}	37,5 A

3.1. Perhitungan Kapasitas Komponen *Non-Inverting Buck-Boost Converter*

Sebelum melakukan perhitungan besar variabel komponen konverter yang akan digunakan [9], terlebih dahulu menentukan beberapa variabel sebagai berikut.

Tabel 3.3 Variabel atau Parameter Perhitungan NI-BBC

Parameter Perhitungan NI-BBC	
$V_{in \min}$	1,00 V
$V_{in \max}$	17,50 V
$V_{out \text{ ref}}$	14,70 V
Ripple V_o	1%
Ripple I_l	10%
f_{sw}	20000 Hz

a. Arus Keluaran

$$I_{out} = \frac{P}{V_{out}} \quad (1)$$

$$I_{out} = \frac{(50,00 \text{ W})}{(14,70 \text{ V})}$$

$$I_{out} = 3,40 \text{ A}$$

b. Arus Kapasitor

$$I_c = I_{out} \quad (2)$$

$$I_c = 3,40 \text{ A}$$

c. Arus Induktor

$$I_l = I_{out} + I_c \quad (3)$$

$$I_l = (3,40 \text{ A}) + (3,40 \text{ A})$$

$$I_l = 6,80 \text{ A}$$

d. Resistor

$$R = \frac{V_{out}}{I_{out}} \quad (4)$$

$$R = \frac{(14,70 \text{ V})}{(3,40 \text{ A})}$$

$$R = 4,32 \text{ Ohm}$$

e. Duty Cycle

Mode Buck:

$$D_{buck} = \frac{V_{out}}{V_{in \max}} \quad (5)$$

$$D_{buck} = \frac{(14,70 \text{ V})}{(17,50 \text{ V})}$$

$$D_{buck} = 0,84$$

Mode Boost:

$$D_{boost} = 1 - \frac{V_{in \min}}{V_{out}} \quad (6)$$

$$D_{boost} = 1 - \frac{(1,00 \text{ V})}{(14,70 \text{ V})}$$

$$D_{boost} = 0,93$$

f. Induktor

Mode Buck:

$$L_{\min} = \frac{V_{\text{out}} \cdot (1 - D_{\text{buck}})}{\Delta I_{\text{Lpp}} \cdot f_{\text{sw}}} \quad (7)$$

$$L_{\min} = \frac{(14,70 \text{ V}) \cdot (1 - (0,84))}{(10\%) \cdot (6,80 \text{ A}) \cdot (20.000 \text{ Hz})}$$

$$L_{\min} = 172,87 \mu\text{H}$$

Mode Boost:

$$L_{\min} = \frac{V_{\text{in min}} \cdot D_{\text{boost}}}{\Delta I_{\text{Lpp}} \cdot f_{\text{sw}}} \quad (8)$$

$$L_{\min} = \frac{(1,00 \text{ V}) \cdot (0,93)}{(10\%) \cdot (6,80 \text{ A}) \cdot (20.000 \text{ Hz})}$$

$$L_{\min} = 68,50 \mu\text{H}$$

g. Kapasitor

Mode Buck:

$$C = \frac{\Delta I_{\text{Lpp}}}{8 \cdot \Delta V_{\text{opp}} \cdot f_{\text{sw}}} \quad (9)$$

$$C = \frac{(10\%) \cdot (6,80 \text{ A})}{8 \cdot (1\%) \cdot (14,70 \text{ V}) \cdot (20.000 \text{ Hz})}$$

$$C = 28,92 \mu\text{F}$$

Mode Boost:

$$C = \frac{I_{\text{out}} \cdot D_{\text{boost}}}{\Delta V_{\text{opp}} \cdot f_{\text{sw}}} \quad (10)$$

$$C = \frac{(3,40 \text{ A}) \cdot (0,93)}{(1\%) \cdot (14,70 \text{ V}) \cdot (20.000 \text{ Hz})}$$

$$C = 1078,22 \mu\text{F}$$

Dari parameter dan perhitungan nilai komponen NI-BBC di atas, maka ditentukan nilai $R = 3,9 \text{ Ohm}$, $L = 200 \mu\text{H}$, dan $C = 1000 \mu\text{F}$.

3.2. Fuzzy Logic Controller

Pada *fuzzy logic controller* untuk sistem kendali *non-inverting buck-boost converter* terdapat 2 masukan yaitu *error* dan perubahan *error*, dan terdapat 2 keluaran nilai *duty cycle* untuk MOSFET *buck* dan MOSFET *boost*. Untuk fungsi keanggotaan (*members function*) *error* dan perubahan *error* dapat dilihat pada Gambar 3.1, yang dapat diklasifikasikan menjadi 5 fungsi *crisp*, yaitu NB (-17,5), NS (-8,75), ZE (0), PS (8,75), dan PB (17,5).

Sedangkan untuk fungsi keanggotaan (*members function*) *duty cycle* untuk

MOSFET *buck* dan MOSFET *boost* dapat diklasifikasikan menjadi 5 fungsi *crisp*, yaitu NB (-1), NS (-0,5), ZE (0), PS (0,5), dan PB (1).

$$E = V_{\text{ref}} - V_{\text{out}} \quad (11)$$

dE

$$= E_{\text{sekarang}}$$

$$- E_{\text{sebelumnya}} \quad (12)$$

Setelah ditentukan fungsi keanggotaan masukan dan keluaran *fuzzy logic control*, selanjutnya dibuatlah *rules base* untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran dari *fuzzy logic control* yang dibuat.

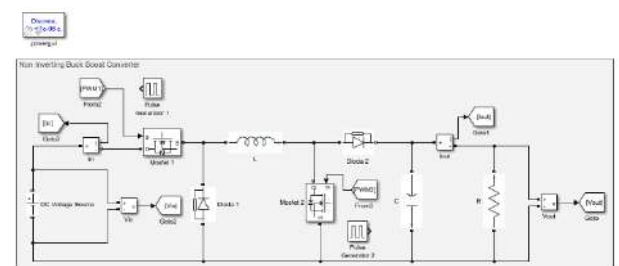
Tabel 3.4 Rules Base MOSFET Buck

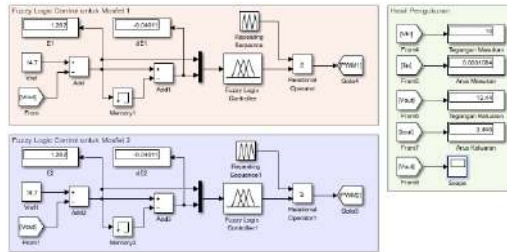
Rules Base MOSFET Buck					
dE / E	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	NB	NB	NB	PS	PB
NS	NB	NB	NS	PS	PB
ZE	NB	NS	ZE	PS	PB
PS	NS	ZE	PS	PS	PB
PB	ZE	PS	PB	PS	PB

Tabel 3.5 Rules Base MOSFET Boost

Rules Base MOSFET Boost					
dE / E	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	NB	NS	NB	NS	ZE
NS	NB	NS	NS	ZE	PS
ZE	NB	NS	ZE	PS	PB
PS	NB	NS	PS	PB	PB
PB	NB	NS	PB	PB	PB

Berikut merupakan rancangan yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi Simulink MATLAB.





Gambar 3.1 Rangkaian Non-Inverting Buck-Boost Converter pada Simulink MATLAB

4. DATA PENELITIAN

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Non-Inverting Buck Boost Converter dengan metode FLC pada Simulink MATLAB

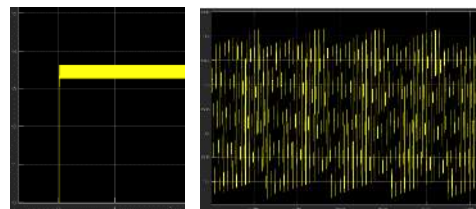
V_{in} (V)	V_{out} (V)	V_{out} max (V)	V_{out} min (V)	T_r (ms)	T_s (ms)
0	0,000	0,000	0,000	0	0
1	0,017	0,017	0,017	16	24
2	0,066	0,066	0,065	16	24
3	0,142	0,143	0,141	16	26
4	0,239	0,241	0,237	15	28
5	0,424	0,427	0,421	28	40
6	0,570	0,573	0,566	16	31
7	0,840	0,845	0,835	20	35
8	1,022	1,028	1,016	16	28
9	1,367	1,375	1,359	16	28
10	13,445	13,610	13,280	17	21
11	13,485	13,650	13,320	9	16
12	13,485	13,650	13,320	7	9
13	13,800	13,980	13,620	9	12
14	13,820	14,000	13,640	7	11
15	13,825	14,000	13,650	5	9
16	13,850	14,050	13,650	4	5
17	13,850	14,050	13,650	4	5

5. DISKUSI

Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi Simulink MATLAB. Algoritma pengendalian (*control*) yang digunakan pada simulasi ini adalah *Fuzzy Logic Control* (FLC) dengan metode Sugeno, dengan masukan FLC adalah *error* dan perubahan *error* dan keluaran berupa *duty cycle* untuk *switching* MOSFET buck dan MOSFET boost.

Berdasarkan data hasil simulasi pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa *Buck Boost Converter* dengan *Fuzzy Logic Control* yang telah dirancang hanya dapat mengatur nilai tegangan keluaran konverter apabila tegangan masukannya minimal bernilai 10 V, dan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan belum mencapai nilai tegangan keluaran yang diinginkan (14,7 V), yaitu hanya berkisar pada rentang nilai 13,45-13,85 V.

Untuk *rise time* (T_r) diperoleh nilai di bawah 30 ms, dimana nilai *rise time* tersebut dapat dikatakan cukup cepat, sehingga keluaran proses dapat mencapai suatu harga nilai yang mendekati nilai yang diinginkan dalam waktu yang relatif singkat (sementar). Begitu juga dengan nilai *settling time* (T_s), diperoleh nilai waktu yang cukup cepat untuk mencapai kondisi tunak (*steady*), yaitu di bawah 40 ms. Apabila dilihat kembali, pengendalian sistem *buck-boost converter* ini yang hanya menggunakan metode *fuzzy logic control*, tanpa pengendali tambahan seperti pengendali PID yang dapat memperbaiki nilai keluaran dan mempercepat reaksi sistem, namun reaksi sistem pengendalian dan waktu untuk mencapai kondisi *steady* sudah cukup cepat.



Gambar 5.1 Gelombang Tegangan Keluaran Pada $V_{in} = 10$ V

Pada tegangan masukan dengan nilai minimal 10 V, *Buck Boost Converter* dapat menghasilkan tegangan keluaran antara 13,45-13,85 V dengan bentuk gelombang tegangan keluaran yang dihasilkan adalah *sustain oscilation*, dimana terdapat *ripple* pada tegangan keluarannya.

Dari data hasil simulasi pada Tabel 4.1 juga dapat diketahui nilai *error*, *offset*, *overshoot*, dan *undershoot*. Untuk mengetahui nilai tersebut dapat diketahui dengan persamaan berikut.

a. *Error*:

$$\text{Error} = \frac{SP - PV}{PV_{\text{maks}} - PV_{\text{min}}} \quad (13)$$

b. *Offset*:

$$\text{Offset} = SP - PV \quad (14)$$

c. *Overshoot*:

$$\text{Overshoot} = \frac{V_{\text{out max}}}{V_{\text{out}}} \quad (15)$$

d. *Undershoot*:

$$\text{Undershoot} = \frac{V_{\text{out min}}}{V_{\text{out}}} \quad (16)$$

Dari Persamaan 13-16, maka dapat diketahui nilai *error*, *offset*, *overshoot* dan *undershoot* dari hasil simulasi pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Hasil Perhitungan *error*, *offset*, *overshoot* dan *undershoot*

V _{in} (V)	V _{out} (V)	Error	Offset	Over- shoot	Under- shoot
0	0,000	84,00%	14,70	-	-
1	0,017	83,91%	14,68	100,60%	99,40%
2	0,066	83,62%	14,63	100,95%	99,05%
3	0,142	83,19%	14,56	100,92%	99,08%
4	0,239	82,63%	14,46	100,84%	99,16%
5	0,424	81,58%	14,28	100,74%	99,26%
6	0,570	80,75%	14,13	100,68%	99,32%
7	0,840	79,20%	13,86	100,62%	99,38%
8	1,022	78,16%	13,68	100,59%	99,41%
9	1,367	76,19%	13,33	100,59%	99,41%
10	13,445	7,17%	1,26	101,23%	98,77%
11	13,485	6,94%	1,22	101,22%	98,78%
12	13,485	6,94%	1,22	101,22%	98,78%
13	13,800	5,14%	0,90	101,30%	98,70%
14	13,820	5,03%	0,88	101,30%	98,70%
15	13,825	5,00%	0,88	101,27%	98,73%
16	13,850	4,86%	0,85	101,44%	98,56%
17	13,850	4,86%	0,85	101,44%	98,56%

6. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan simulasi yang telah dilakukan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Rancangan *non-inverting buck-boost converter* memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1 Spesifikasi Non-Inverting Buck-Boost Converter

P	50 W
V _{in} /I _{in}	10-17,5 V / 2,90 A
V _{out} /I _{out}	13,45-13,85 V / 3,40 A
R	3,9 Ohm
L	200 µH
C	1000 µF
f _{sw}	20 kHz

- 2) Pada simulasi *buck-boost converter* dengan *fuzzy logic control* didapatkan nilai tegangan keluaran yang lebih kecil dari nilai tegangan referensi dengan *error* di bawah 10% dan *offset* di bawah 1,5 V. Untuk nilai *rise time* dan *settling time* cenderung cepat, yaitu di bawah 30 ms untuk *rise time* dan 40 ms untuk *settling time*.

7. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya agar diperoleh tegangan keluaran yang lebih baik dapat dilakukan dengan memperbaiki penentuan *members function* dan *rules base*, serta penambahan pengendali PID.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, K. Das, A. Mohammad, K.T. Tan, dan O. Tonby. (2014): Sepuluh Gagasan untuk Memperkuat Kembali Sektor Energi Indonesia. Mc. Kinsey & Company.
- [2] B. A. Mhlambi, K. Kusakana, and J. Raath, "Voltage and Frequency Control of Isolated Pico-Hydro System," in 2018 Open Innovations Conference (OI), Johannesburg, Oct. 2018, pp. 246–250, doi: 10.1109/OI.2018.8535603.
- [3] K. Kajiwaru, N. Matsui, and F. Kurokawa, "A New MPPT Control for Solar Panel under Bus Voltage Fluctuation," in 2017 6th International Conference on Renewable Energy Research and Applications, San Diego, Nov 2017.
- [4] A. Turksoy, A. Teke, and A. Alkaya, "A comprehensive overview of the dc-dc converterbased battery charge balancing methods in electric vehicles," Renewable and Sustainable Energy

- Reviews, vol. 133, p. 110274, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.110274.
- [5] Srdan L., Milomir S., Slobodan L., Dragon D.M. dan Milan D.R., "A Non-Inverting Buck-Boost Converter With An Adaptive Dual Current Mode Control", Journal of Electronics and Energetics, University of East Sarajevo and University of Nis, Vol.30 No 1, March 2017.
- [6] Haifeng Fan, "Design Tips for an Efficient Non- Inverting BuckBoost Converter", Analog Application Journal.
- [7] Ang, Gerard, dkk.. (2017): Implementation of a fuzzy controlled buck-boost converter for photovoltaic systems. World Engineers Summit – Applied Energy Symposium & Forum: Low Carbon Cities & Urban Energy Joint Conference. Energy Procedia 143.
- [8] Ugale, Chetan P. 2015. DC-DC Converter Using Fuzzy Logic Controller. India : MaharashtraMaulana, Agung. 2016. Rancang Bangun Konverter Buck-Boost Menggunakan Fuzzy Logic Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Ombak. Bandung : Universitas Telkom.
- [9] Yani, T.I.A..(2017): Rancang Bangun Buck-Boost Converter Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenga Mikrohidro. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.