



## Konverter *Buck-Boost* dengan Sistem *Close Loop* untuk Panel Surya menggunakan Kontrol Arduino

Rizki Noor Prasetyono<sup>\*1</sup>, Nasrulloh<sup>2</sup>, Suhud Suyudi<sup>3</sup>, Nurul Mega Saraswati<sup>4</sup>, Fadzly Haris Arsiandro<sup>5</sup>

<sup>\*1,2,3,5</sup> Teknik Elektro, Universitas Peradaban, Brebes, Indonesia

<sup>4</sup> Informatika, Universitas Peradaban, Brebes, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [rizkinoorupb@peradaban.ac.id](mailto:rizkinoorupb@peradaban.ac.id)

### Abstrak

*Solar panel sumbernya diambil dari energi matahari yang fluktuatif dengan kondisi alam, maka dibutuhkan konverter untuk menaikkan dan menurunkan tegangan untuk menyesuaikan kebutuhan perangkat yang akan digunakan. Berkaitan dengan itu tujuan riset mengembangkan dan mendesain Buck-Boost Converter yang menggunakan sistem close loop tegangan diatas 12 Volt untuk solar panel. Arus searah (DC) akan diatur melalui konverter DC ke DC, ini merupakan suatu device yang mengubah/ mengkonversi energi listrik dari DC ke DC (menaikkan atau menurunkan) tanpa mengubah polaritas sumber dan meningkatkan efisiensi daya. Metode penelitian melalui tahapan analisis permasalahan, desain pengembangan, unjuk kerja, evaluasi, dan kesimpulan. Analisa data kuantitatif deskriptif menceritakan data sesuai dengan keadaan sebenarnya/ kondisi nyata. Kesimpulan riset untuk pengujian konverter DC to DC system close loop untuk solar panel, berdasarkan pengujian menggunakan catu daya pada kondisi buck mampu menurunkan tegangan sampai 4,1 Volt dengan nilai error 5,707%. Pada kondisi boost mampu menaikkan tegangan 54,7 Volt dengan nilai error 0,25%. Efisiensi ketika menggunakan solar panel 100 Wp pada kondisi buck dengan variasi duty cycle memperoleh nilai Vout menurun dari Vin. Kemudian kondisi boost dengan variasi duty cycle menaikkan Vout dari Vin. Hal ini menunjukkan sesuai dengan penelitian bahwa konverter buck untuk menurunkan dan konverter boost untuk menaikkan tegangan.*

**Kata kunci**— *buck-boost converter, DC ke DC, kalang tertutup, solar panel*

### Abstract

*Solar panels are sourced from fluctuating solar energy with natural conditions, so a converter is needed to increase and decrease the voltage to adjust the device's needs to be used. In this regard, the purpose of the research is to develop and design a Buck-Boost Converter that uses a closed loop voltage system above 12 Volts for solar panels. Direct current (DC) will be regulated through a DC to DC converter, a device that changes/converts electrical energy from DC to DC (increasing or decreasing) without changing the polarity of the source and increasing power efficiency. The research method goes through the stages of problem analysis, development design, performance, evaluation, and conclusion. Descriptive quantitative data analysis describes data according to the actual situation/real conditions. The conclusion of the research*

for testing the DC to DC converter system close loop for solar panels, based on testing using a power supply in buck conditions, can reduce the voltage to 4.1 Volts with an error value of 5.707%. In boost conditions, it can increase the voltage by 54.7 Volts with an error value of 0.25%. Efficiency when using a 100 Wp solar panel in buck conditions with variations in duty cycles obtains a  $V_{out}$  value that decreases from  $V_{in}$ . Then the boost condition with duty cycle variation increases  $V_{out}$  from  $V_{in}$ . This shows according to the research that the buck converter is to lower and the boost converter is to increase the voltage.

**Keywords**— buck-boost converter, DC to DC, closed loop, solar panel

## 1. PENDAHULUAN

Perangkat elektronik rumah tangga di rumah memerlukan konversi tegangan dari AC ke DC, karena spesifikasi perangkat dengan tegangan DC agar dapat berfungsi [1], [2]. Bahkan tegangan DC (*Direct Current*) dibutuhkan pada perangkat yang memerlukan penyimpanan energi yang digunakan sehari-hari dalam aktivitas seperti laptop dan gawai. Keunggulan tegangan DC adalah efisiensi dalam menyimpan energi, sistem konversi yang lebih efisien, dan tingkat keamanan karena tidak terjadi perubahan arus [3], [4]. Hal ini membuat daya DC semakin banyak digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Ditambah lagi dengan berkembangnya teknologi pengisian daya cepat atau *quick charge* menambah nilai positif pada tegangan DC.

Arus searah (DC) dapat dihasilkan dari sumber energi terbarukan dengan memanfaatkan energi surya yang bersih bebas polusi, yang merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan tidak akan habis [5]. Dengan menggunakan panel surya, energi dari sinar matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan proses *photovoltaic* [6], [7]. Dengan 10 WP, daya puncak yang dapat dihasilkan mencapai 10 watt, jenis panel surya yang dapat digunakan adalah Monokristal, Polikristal, dan *Thin Film Photovoltaic* [8], [9]. Panel surya/ Solar panel sendiri menghasilkan tegangan DC sekarang dimanfaatkan karena ramah lingkungan dan mudah perawatannya [10]. Dari perbedaan jenis panel dan lebar panel yang digunakan menghasilkan *output* berbeda maka dari itu diperlukan sebuah alat mengubah nilai tegangan searah (DC). Agar suplai tegangan sesuai dengan kebutuhan perangkat yang digunakan. Tegangan searah (DC) diatur melalui konverter DC to DC, merupakan suatu *device* mengubah/mengkonversi energi listrik dari DC ke DC (menaikkan atau menurunkan) tanpa mengubah polaritas dari sumber [11], [12]. Konsep ini memanfaatkan *charging* dan *discharging* pada induktor dengan metode *switching*, menggunakan semikonduktor yang dioperasikan pada frekuensi tinggi seperti transistor BJT atau juga FET.

Konverter *buck* dan *boost* berfungsi untuk memberikan tegangan keluaran yang lebih kecil dan lebih besar daripada tegangan masukan ke beban [13], [14]. Konverter *buck* dan *boost* juga mengubah polaritas tegangan eksternal menjadi tegangan masukan [15]. Memanfaatkan karakter konverter DC-DC adalah rangkaian elektronika yang mengubah masukan DC menjadi keluaran DC dengan nilai tertentu pada langkah awal untuk mengoperasikan dan memeriksa tegangan secara *steady-state* [16], [17]. Berbeda dengan konverter DC konvensional generasi keempat dan sebelumnya, konverter generasi kelima yang akan dibuat nantinya menggunakan komponen *MOSFET* sebagai pengganti komponen dioda. Komponen *MOSFET* sisi tinggi (*MOSFET* utama) dan *low-side MOSFET* (*MOSFET* pengganti dioda) merupakan sebutan untuk komponen *synchronous rectifier converter* [18], [19]. Oleh karena rugi konduksi dioda lebih besar daripada konduksi *MOSFET*, maka komponen *MOSFET* sisi rendah dapat memperkecil konduksi konverter, sehingga secara teoritis meningkatkan efisiensi konverter [20], [21]. Salah satu pengatur mode *switching* disebut konverter *buck-boost* menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil atau lebih besar dari tegangan masukannya tergantung frekuensi *switching* [22], [23].

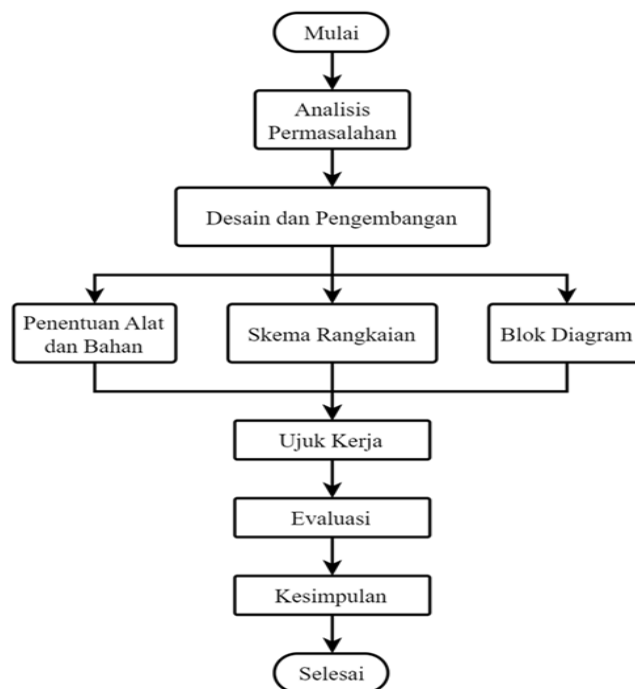
Pada rangkaian *buck-boost converter* saat saklar terbuka arus induktor mengalir melalui dioda dan mentransfer energi yang lebih besar yang terkandung dalam induktor ke *output*. Saat keadaan saklar terbuka, induktor bertindak sebagai *filter* dan mengurangi gangguan arus [24]. Komponen dioda bertindak sebagai komponen *switching* dan kapasitor bertindak sebagai filter

untuk mengurangi riak tegangan (*voltage ripple*). Dengan demikian, dioda bekerja dalam keadaan saklar terbuka sehingga arus terus mengalir melalui induktor. Oleh karena itu, diperlukan sistem *loop* tertutup (*closed loop*) memiliki *output* yang mampu memberikan efek pada sistem kontrol digunakan sebagai umpan balik dan mengirimkan sinyal kembali ke *input* untuk meningkatkan stabilitas sistem dan memberikan pengaruh langsung pada tindakan pengontrol [25], [26].

Riset terdahulu yang berkaitan yaitu dari Igam [27] dan Wibowo dkk [28] converter DC-DC pada panel surya dibutuhkan untuk mengurangi kompleksitas fluktuasi arus dan *non linieritas* dari sumber energi, kemudian meningkatkan efisiensi melalui kontrol PWM. Riset dari R. B. Pallapati dan R. Chinthamalla [29] peningkatan efisiensi *buck-boost converter* melalui penggunaan *LED Driver* dan MOSFET driver yang tepat didapatkan 92,5% dengan riak arus (*current ripple*) 13%. Berdasarkan riset terdahulu dan uraian latar belakang urgensi penelitian adalah keamanan pengoperasian perangkat elektronik tegangan masuk ke perangkat harus sesuai dengan kebutuhan, jika tidak mengakibatkan terjadinya hubungan arus pendek listrik dan selanjutnya untuk menaikkan efisiensi daya. Sementara itu, instalasi listrik rumah tangga di Indonesia jarang sekali menggunakan pentanahan padahal hal tersebut diperlukan untuk keamanan [30], [31]. Namun, untuk mengatur kebutuhan tegangan perangkat elektronik demi keamanan dibutuhkan rangkaian *Buck-Boost Converter* yang berperan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan terutama pada *input* panel surya. Perancangan *buck* and *boost converter* ini menggunakan sistem *closed loop* dengan tegangan *input* panel surya sebesar 12 Volt DC. Untuk melihat hasil *output* sinyal dan tegangan dari *buck* and *boost converter*. Berdasarkan uraian di atas, maka dibutuhkan *Buck-Boost Converter* yang menggunakan sistem *closed loop* dengan tegangan diatas 12 Volt untuk panel surya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan dan merancang *Buck-Boost Converter* yang menggunakan sistem tegangan *loop* tertutup di atas 12 Volt untuk panel surya. Untuk menghasilkan *output* yang sesuai dengan tujuan penelitian, langkah-langkah penelitian dilakukan pada Gambar 1.



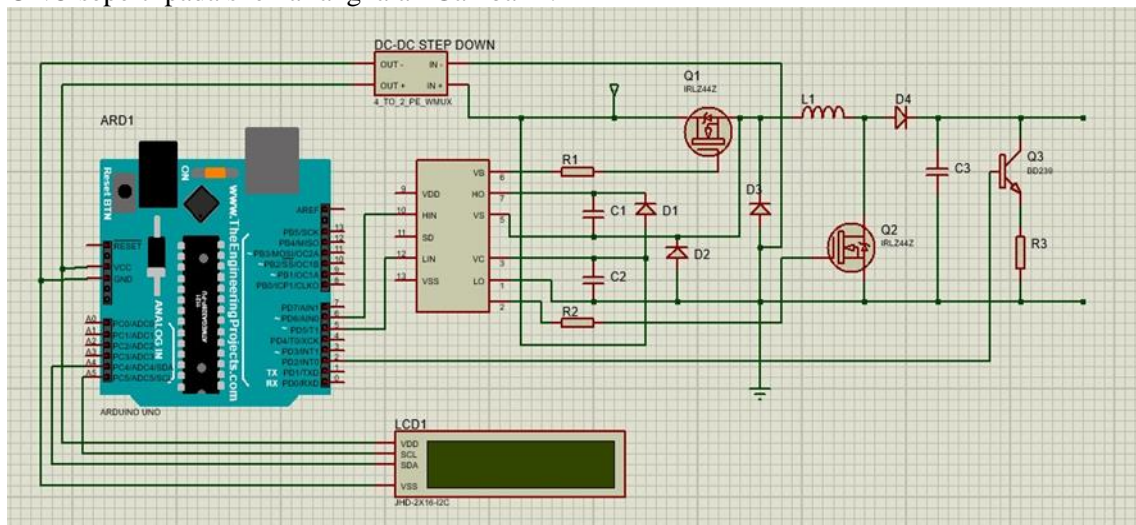
Gambar 1. Prosedur Penelitian

Sesuai dengan Gambar 1 tahapan awal yaitu melakukan analisis permasalahan dengan mempelajari dan mengamati isu sekarang ini yaitu naiknya penggunaan alat elektronika dengan

tegangan DC. Selanjutnya mulai sadarnya sumber energi alternatif yaitu solar panel memanfaatkan tenaga matahari yang *output* tegangannya adalah DC. Untuk memberikan keamanan dan menghindari bahaya kecelakaan listrik maka diperlukan konverter DC yang sesuai dengan kebutuhan alat elektronika yang akan digunakan.

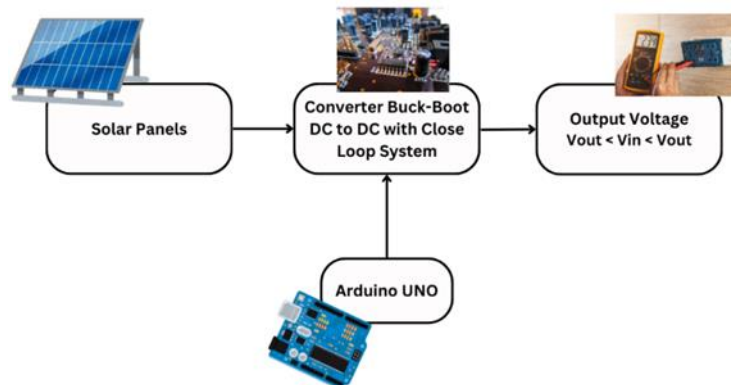
2.1. Desain dan pengembangan

Perancangan dan pengembangan konverter *buck-boost* pada prinsipnya merupakan regulator DC yang bekerja berdasarkan frekuensi *switching* dari *MOSFET*. Sebagai pengontrol besar kecilnya nilai tegangan keluaran dari konverter, maka diperlukan pengontrolan besar kecilnya nilai *duty cycle*. Besar kecilnya nilai *duty cycle* dapat menentukan waktu yang dibutuhkan oleh *MOSFET* saat *on* atau *off*. Perubahan waktu tersebut kemudian mempengaruhi perubahan siklus *buck-boost* sehingga tegangan keluaran dapat berubah. Dimana pada perencanaan tersebut *duty cycle* dibangkitkan oleh PWM (*Pulse Width Modulation*) dari Arduino UNO seperti pada skema rangkaian Gambar 2.



Gambar 2 Skema dasar rangkaian

Diagram blok pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sumber tegangan dari panel surya yang dibutuhkan oleh konverter *buck-boost* adalah tegangan DC dan Arduino berfungsi sebagai pembangkit sinyal PWM dan mengatur besarnya *duty cycle* yang digunakan. Mekanisme Arduino UNO mengendalikan *duty cycle* dengan pengaturan *switching* frekuensi yaitu 45 KHz dari PWM dengan memanfaatkan *output* dari *closed loop* rangkaian *buck-boost* sebagai *feed back*. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh konverter dapat berubah sesuai dengan kebutuhan dan tegangan keluaran dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukan.



Gambar 3 Diagram Blok

Setelah dibuat skema rangkaian dan blok diagram kemudian realisasi untuk pembuatan dengan menentukan alat dan bahan yang digunakan. Untuk merealisasikan desain dan pengembangan yang sudah disimulasikan pada Tabel 1 alat dan bahan.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Alat/ bahan	Spesifikasi
1	Arduino UNO	Atmega 328
2	LCD	1602
3	Volt Meter Digital DC	4,5V – 30V
4	IC	IR 2110
5	Resistor	5w 100ohm
6	Variable Resistor	Mono B 50K
7	Capasitor Elektrolit	47 uF 160V
8	Dioda	1N4004
9	Transistor	IRLZ44Z
10	Transistor	BD 239
11	Induktor	33 uH
13	Solar Panel	100 Wp output tegangan 20 V

## 2.2. Unjuk Kerja dan Evaluasi

Tahap unjuk kerja menerapkan sesuai dengan skema rangkaian dan komponen yang siap dirangkai. Kemudian program diinstal melalui *Arduino IDE* sesuai fungsinya, sehingga dapat dilakukan pengujian dan pengambilan data. Selanjutnya dilakukan tahap evaluasi untuk melihat hasil pengujian dan penerapan konverter *buck-boost* dengan sistem *closed-loop* telah bekerja sesuai tujuan penelitian. Indikator keberhasilan pengembangan pertama yaitu tegangan keluaran pada kondisi *buck* menurun dan pada kondisi *boost* meningkat. Kedua, sistem *closed-loop* bekerja dengan Arduino Uno sebagai kontroler terhadap *duty cycle*. Ketiga, hasil pengukuran tegangan keluaran memiliki nilai  $error \leq 10\%$ , artinya akurasi pengukuran diatas 90%. Keempat, meningkatnya efisiensi daya dari kondisi *buck* dan *boost*.

## 2.3. Analisis Data

Analisis ralat untuk meminimalisir data yang diambil memiliki ketelitian/ kecermatan dibawah 90%. Biasanya data dilakukan dengan cara diambil secara berulang dan sesuai dengan interval waktu yang sudah ditentukan. Data yang terbaik bisa diambil dari rerata hasil ukur  $\bar{x}$  dengan Persamaan 1.

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n x}{n} \quad (1)$$

Menggunakan Persamaan 2 untuk menentukan deviasi standar sebagai akar kuadrat rata-rata dari deviasi ( $\Delta x$ ).

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\delta x_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Nilai pengukuran seringkali dinyatakan dengan keseksamaan atau ketelitian, atau kecermatan, sebesar  $1 - \Delta x_r$  atau  $100\% - \Delta x_r\%$ . Analisis selanjutnya adalah efisiensi untuk mengetahui perbandingan daya *input* dan *output* dari *Buck-Boost Converter* yang menggunakan sistem *close loop* tegangan di atas 12 Volt untuk panel surya. Persamaan 3 untuk efisiensi konverter saat dalam kondisi *buck* yaitu terjadi penurunan tegangan.

$$Efisiensi (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Persamaan 4 untuk efisiensi konverter saat dalam kondisi *boost* yaitu terjadi kenaikan tegangan.

$$Efisiensi (\eta) = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \quad (4)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang sudah dirancang dan dibuat dilakukan beberapa proses eksperimental dengan tahapan pengujian komponen melalui catu daya dan yang kedua dilakukan pengambilan data dengan menggunakan solar panel 100 WP. Rangkaian konverter *buck dan boost* dengan kalang tertutup untuk tegangan diatas 12 V dengan pengotrol PWM melalui Arduino UNO. Arduino

UNO mengendalikan *duty cycle* dengan pengaturan *switching* frekuensi yaitu 45 KHz dari PWM dengan memanfaatkan *ouput* dari *closed loop* rangkaian *buck-boost* sebagai *feed back*. Pengujian awal menggunakan catu daya untuk mengetahui jika ada revisi alat, dari hasil unjuk kerja alat yang sudah didesain sesuai dengan Gambar 4 (a) dan (b).



Gambar 4 (a) Kondisi konverter *buck* (b) Kondisi konverter *boost*

Pengambilan data dilakukan dengan 20 kali masing-masing antara kondisi *buck* dan *boost* untuk menganalisis nilai ketelitian/ketepatan dan *error/* galat dari alat. Sesuai dengan Gambar 4 (a) konverter pada kondisi *buck* dengan tegangan *input* 14-15 Volt dan kontrol Arduino melalui *duty cyle* 14-20%, hasil tegangan *ouput buck* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis pengambilan data konverter *buck*

No	Konverter <i>buck</i> ( $V_{out}$ )	$(V_{out} - \bar{x})^2$
1	11,44	26,41
2	11,66	28,67
3	10,76	19,84
4	9,75	11,86
5	8,7	5,73
6	6,6	0,09
7	6,6	0,09
8	6,6	0,09
9	5,6	0,50
10	5,6	0,50
11	5,6	0,50
12	4,2	4,43
13	4,2	4,43
14	4,2	4,43
15	4,1	4,87
16	4,1	4,87
17	4,1	4,87
18	4,1	4,87
19	4,1	4,87
20	4,1	4,87
$\bar{x}$	6,31	6,84
$\Delta x$		0,36
% $\Delta\bar{x}$ / galat		5,70736217
Ketelitian/ Kecermatan		94,29263783

Sesuai dengan Tabel 2 terlihat karakteristik tegangan luaran dari konverter *buck* mengalami penurunan tegangan dari 11,44 – 4,1 Volt. Hal ini menunjukkan ada perbedaan dari tegangan *input* dan tegangan *output* yang menunjukkan nilai penurunan tegangan artinya secara teoritis konverter berhasil melakukan konversi tegangan *buck*. Diperkuat dengan hasil analisis nilai ketelitian dengan nilai 94,29 % dan nilai *Error/ galat* dengan nilai 5,707%. Pada gambar 4 (b) konverter pada kondisi *boost* dengan tegangan *input* 9-10 Volt dengan kontrol Arduino dengan *duty cycle* 80-85%, hasil tegangan *output boost* sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis pengambilan data konverter *boost*

No	Konverter <i>boost</i> ( $V_{out}$ )	$(V_{out} - \bar{x})^2$
1	50,10	5,49
2	50,9	2,38
3	50,8	2,70
4	50,6	3,39
5	51	2,08
6	51	2,08
7	51	2,08
8	52,6	0,02
9	52,6	0,02
10	52,6	0,02
11	52,6	0,02
12	54,8	5,56
13	54,8	5,56
14	54,8	5,56
15	54,8	5,56
16	51,85	0,35
17	51,85	0,35
18	51,85	0,35
19	53,6	1,34
20	54,7	5,10
$\bar{x}$	52,44	2,50
$\Delta x$		0,13
% $\Delta x$ / galat		0,251008623
Ketelitian/ Kecermatan		99,74899138

Berdasarkan Tabel 3 untuk karakteristik tegangan luaran konverter *boost* didapatkan nilai dari 50,1 – 52,44 Volt. Menunjukkan adanya kenaikan tegangan dari tegangan *output* dari tegangan *input* secara tidak langsung konverter berhasil melakukan konversi ke tegangan *boost*. Diperkuat dengan hasil analisis ketelitian menunjukkan nilai 99,74 % dan nilai *error/ galat* 0,25 % yang menunjukkan nilai valid dan memiliki nilai *error* yang kecil. Dari hasil di atas menunjukkan konverter DC-DC sistem kalang tertutup berhasil melakukan kondisi *buck* dan *boost*. Kemudian dilakukan eksperimental dengan menggunakan solar panel 100 Wp untuk mengetahui efisiensi dari konverter pada kondisi *buck* dan *boost*.



Gambar 5 (a) Kondisi konverter *buck* (b) Kondisi konverter *boost*

Sesuai Gambar 5(a) pada saat kondisi konverter *buck* dengan tegangan *input* 14 Volt dilakukan pengukuran variasi *duty cycle* 5%-75%, sesuai dengan Tabel 4.

Tabel 4 Hasil analisis efisiensi pada kondisi konverter *buck*

No	Duty cycle (%)	V <sub>in</sub> (V)	I <sub>in</sub> (A)	P <sub>in</sub> (Watt)	Konverter <i>buck</i>			Efisiensi (%)
					V <sub>in</sub> (V)	I <sub>in</sub> (A)	P <sub>in</sub> (Watt)	
1	5	14	0,08	1,12	1,4	0,014	0,0196	1,75
2	10	14	0,09	1,26	2,4	0,026	0,0624	4,952381
3	15	14	0,1	1,4	4,1	0,04	0,164	11,71429
4	20	14	0,11	1,54	4,7	0,049	0,2303	14,95455
5	25	14	0,13	1,82	5,9	0,059	0,3481	19,12637
6	30	14	0,14	1,96	6,3	0,067	0,4221	21,53571
7	35	14	0,15	2,1	7,3	0,074	0,5402	25,72381
8	40	14	0,16	2,24	8,1	0,082	0,6642	29,65179
9	45	14	0,17	2,38	8,3	0,086	0,7138	29,9916
10	50	14	0,16	2,24	8,7	0,084	0,7308	32,625
11	55	14	0,18	2,52	9,2	0,09	0,828	32,85714
12	60	14	0,19	2,66	9,9	0,1	0,99	37,21805
13	65	14	0,25	3,5	10,7	0,108	1,1556	33,01714
14	70	14	0,29	4,06	11,5	0,12	1,38	33,99015
15	75	14	0,39	5,46	12	0,2	2,4	43,95604
$\bar{x}$ (rata-rata)					7,366666667	0,079933	0,70994	24,87093

Hasil analisis efisiensi Tabel 4 menunjukkan pada kondisi *buck* dengan variasi *duty cycle* memperoleh nilai tegangan keluaran menurun dari tegangan *input* ( $V_{out} < V_{in}$ ). Efisiensi yang dihasilkan mengalami kenaikan yang dari tiap variasi *duty cycle* dengan rata-rata efisiensi dayanya adalah 24,87 % dan tegangan luaranya 7,36 Volt. Kondisi penurunan tegangan yang rendah pada *duty cycle* 5% yaitu 1,4 Volt dan paling tinggi pada *duty cycle* 75% yaitu 12 Volt. Berdasarkan gambar 5 (b) kondisi konverter *boost* dengan tegangan *input* 14 Volt dilakukan variasi *duty cycle* disajikan pada Tabel 5.

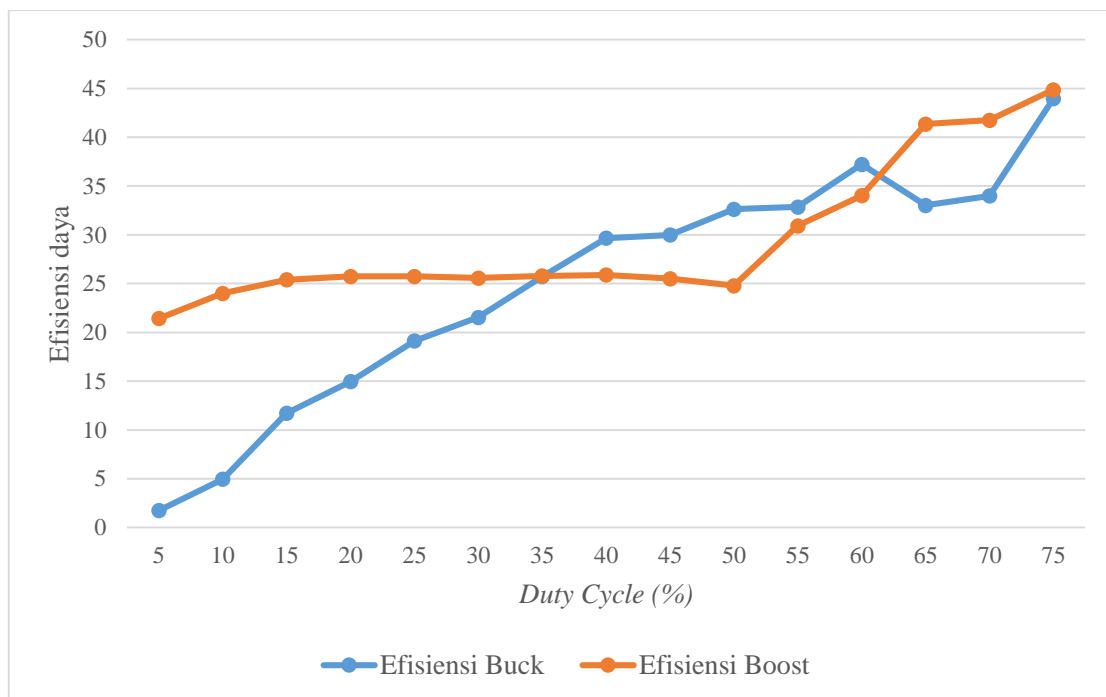
Tabel 5 Hasil analisis efisiensi pada kondisi konverter *boost*

No	Duty cycle (%)	V <sub>in</sub> (V)	I <sub>in</sub> (A)	P <sub>in</sub> (Watt)	Konverter <i>boost</i>			Efisiensi (%)
					V <sub>out</sub> (V)	I <sub>out</sub> (A)	P <sub>out</sub> (Watt)	
1	5	14	0,1	1,4	19,8	0,33	6,534	21,42638506



2	10	14	0,12	1,68	20	0,35	7	24
3	15	14	0,16	2,24	24,5	0,36	8,82	25,3968254
4	20	14	0,198	2,772	29,1	0,37	10,767	25,74533296
5	25	14	0,22	3,08	31,5	0,38	11,97	25,73099415
6	30	14	0,24	3,36	35,5	0,37	13,135	25,58051009
7	35	14	0,24	3,36	36,2	0,36	13,032	25,78268877
8	40	14	0,26	3,64	37	0,38	14,06	25,88904694
9	45	14	0,27	3,78	39	0,38	14,82	25,50607287
10	50	14	0,26	3,64	39,7	0,37	14,689	24,78044795
11	55	14	0,34	4,76	40,5	0,38	15,39	30,92917479
12	60	14	0,38	5,32	46	0,34	15,64	34,01534527
13	65	14	0,56	7,84	47,4	0,4	18,96	41,35021097
14	70	14	0,6	8,4	47,9	0,42	20,118	41,75365344
15	75	14	0,7	9,8	50,8	0,43	21,844	44,8635781
$\bar{x}$ (rata-rata)				36,32666667	0,374667	13,78527	29,51668	

Hasil analisis efisiensi Tabel 5 menunjukkan pada kondisi *boost* dengan variasi *duty cycle* memperoleh nilai tegangan keluaran naik dari tegangan inputnya ( $V_{out} > V_{in}$ ). Analisis efisiensi daya yang dihasilkan mengalami kenaikan sesuai kenaikan *duty cycle*, dengan rata-rata efisiensi yaitu 29,51% dan tegangan luaran 36,32%. Kenaikan tegangan luaran yang paling rendah pada *duty cycle* 5% yaitu 19,8 Volt dan paling tinggi pada *duty cycle* 75% yaitu 50,8%.



Gambar 6 Perbandingan efisiensi *buck* dan *boost*

Berdasarkan Gambar 6 konverter kondisi *buck* dan *boost* mengalami kenaikan efisiensi sesuai dengan perubahan *duty cycle*. Akan tetapi pada kondisi *boost* sesuai dengan Grafik 6 pada *duty cycle* 15-50 % mengalami kenaikan yang tidak secara signifikan. Temuan kendala yang didapatkan yaitu pada kondisi *boost* pada *duty cycle* 50% mengalami penurunan efisiensi 24% dari *duty cycle* 45% efisiensinya 25%, dan juga pada *duty cycle* lainnya beberapa mengalami penurunan walaupun tidak terlalu banyak. Menurut komponen mengalami *power losses* dengan arus yang masuk tidak stabil/ mengalami kerugian arus listrik. Komponen *switching* juga bias menyebabkan kondisi penurunan efisiensi.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan riset untuk pengujian konverter DC to DC *system close loop* untuk *solar panel* diatas tegangan 12 V, berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan catu daya pada kondisi *buck* mampu menurunkan tegangan sampai 4,1 Volt dengan nilai *error* 5,707%. Pada kondisi *boost* mampu menaikkan tegangan 54,7 Volt dengan nilai *error* 0,25%. Efisiensi ketika menggunakan *solar panel* 100 Wp pada kondisi *buck* dengan variasi *duty cycle* mempereloh nilai tegangan keluaran menurun dari tegangan inputnya ( $V_{out} < V_{in}$ ). Kemudian kondisi *boost* dengan variasi *duty cycle* mempereloh nilai tegangan keluaran naik dari tegangan masuknya ( $V_{out} > V_{in}$ ). Hal ini menunjukkan sesuai dengan penelitian bahwa konverter *buck* untuk menurunkan dan konverter *boost* untuk menaikann tegangan. Pada kondisi *boost* beberapa efisiensi daya mengalami penurunan walaupun tidak terlalu banyak. Menurut komponen mengalami *power losses* dengan arus yang masuk tidak stabil/ mengalami kerugian arus listrik. Komponen *switching* juga bias menyebabkan kondisi penurunan efisiensi.

#### 5. SARAN

Saran untuk riset lanjutan yaitu menganalisis penyebab *power losses* ketika terjadi arus yang tidak stabil kemudian mengembangkan untuk komponen yang digunakan untuk kekurangan tersebut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan segenap trima kasih kepada **Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Peradaban** dengan bantuan pendanaan Hibah Penelitian Internal Skema Dosen Pemula. Semoga riset ini menambah reputasi dan refrensi ilmu pengetahuan berkaitan dengan bidang Teknik elektro.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Hakim, S. S. Suprpto, and M. N. Farid, "Pengaruh Beban dan Filter pada Penyearah AC-DC Terkendali untuk Rangkaian Pengisi Li-ion Berbasis Bridge Rectifier dan Buck Converter Menggunakan Metode CC/CV," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1118.
- [2] Fernandes, M. Murniani, A. Ponadi, and V. Letsoin, "Konverter AC/DC Sebagai Unit Pelayanan Energi Listrik Pada Peralatan Rumah Tinggal," *Musamus Journal of Electro & Mechanical Engineering*, vol. 4, no. 01, 2022, doi: 10.35724/mjeme.v4i01.5125.
- [3] W. Priananda, F. I. Adhim, L. P. Rahayu, M. N. Latif, A. Musthofa, and J. Susila, "Rancang Bangun Konverter Multi Input Buck DC/DC Pada Pembangkit Listrik Hibrida Surya – Angin Untuk Pengisian Baterai," *El Sains: Jurnal Elektro*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.30996/elsains.v1i2.3158.
- [4] F. Fathoni, A. Pracoyo, and T. Winarno, "Rancangan Rangkaian Pengatur Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik DC Gabungan Panel Surya Dan Alternator," *JURNAL ELTEK*, vol. 17, no. 1, 2019, doi: 10.33795/eltek.v17i1.134.
- [5] N. N. Dewi, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Analisis Pengetahuan Masyarakat Desa Sembulung Tentang Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Energi Listrik Rumah Tangga," *Jurnal Sains Riset*, vol. 13, no. 1, 2023, doi: 10.47647/jsr.v13i1.844.
- [6] J. Pastuszak and P. Węgierek, "Photovoltaic Cell Generations and Current Research Directions for Their Development," *Materials*, vol. 15, no. 16, 2022. doi: 10.3390/ma15165542.
- [7] N. S. F. Syatauw, A. Simanjuntak, and N. Titahelu, "Analisis kinerja panel surya akibat pendinginan aktif," *Isometri*, vol. 2, no. 1, 2023.

- 
- [8] M. Anggara and W. Saputra, "Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB," *JURNAL FLYWHEEL*, vol. 14, no. 1, 2023, doi: 10.36040/flywheel.v14i1.6521.
- [9] F. R. S. Fuad, I. Hermawan DEA, and I. A. Nugroho M.Kom, "Analisis pengaruh kenaikan temperatur dan variasi irradiasi pada tegangan, arus dan daya keluaran photovoltaic jenis monocrystalline," *Transient*, vol. 5, 2016.
- [10] M. Idris, "Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt," *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.37338/e.v1i1.94.
- [11] F. H. Hesty, K. T. C. Palguna, and M. F. J. Athalla, "Analisis Pemilihan Konverter Daya DC-DC pada Pembangkit Listrik EBT," *Suara Teknik : Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 2, 2021, doi: 10.29406/stek.v12i2.3012.
- [12] R. P. Eviningsih, "Pengaturan Konverter DC-DC Bidirectional Dengan MPPT Berbasis Modified Perturbation And Observation Pada Sistem Turbin Angin," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 2017.
- [13] M. Z. Darwiyani, T. Andromeda, and A. Warsito, "Perancangan Synchronous Buck-Boost Converter Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16," *Jurnal Transient*, vol. 6, 2017.
- [14] P. Kokilnila and P. Karpagavalli, "Design and Implementation of Buck Boost2 Converter with Closed Loop Control System," *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, vol. 7, no. 04, 2021.
- [15] G. Saritha and D. Kirubakaran, "Design and implementation of KY buck-boost converter with voltage mode control," *Int J Eng Adv Technol*, vol. 8, no. 5, 2019.
- [16] R. W. Erickson and D. Maksimović, *Fundamentals of Power Electronics*. 2020. doi: 10.1007/978-3-030-43881-4.
- [17] F. Kurniawan, "Pengembangan Model Boost-Buck untuk Mempertinggi Stabilitas Tegangan Keluaran Konverter DC-ke-DC," *Jurnal EECCIS*, vol. 12, no. 2, 2018.
- [18] *Advanced DC-DC Power Converters and Switching Converters*. 2021. doi: 10.3390/books978-3-0365-0447-6.
- [19] T. Sutikno, A. S. Samosir, R. A. Aprilianto, H. S. Purnama, W. Arsadiando, and S. Padmanaban, "Advanced DC-DC converter topologies for solar energy harvesting applications: A review," *Clean Energy*, vol. 7, no. 3. 2023. doi: 10.1093/ce/zkad003.
- [20] R. Li, Q. Zhu, and M. Xie, "A New Analytical Model for Predicting dv/dt-Induced Low-Side MOSFET False Turn-ON in Synchronous Buck Converters," *IEEE Trans Power Electron*, vol. 34, no. 6, 2019, doi: 10.1109/TPEL.2018.2868711.
- [21] N. Jingar, R. Kalla, M. Kulhar, and A. Pandya, "Mixed field radiation measurement using MOSFET sensor," *Nuclear and Particle Physics Proceedings*, 2023, doi: 10.1016/j.nuclphysbps.2023.07.009.
- [22] K. D. Cahyo, A. Murtono, and S. Subiyantoro, "Dimensi Konstruksi Induktor yang Menghasilkan Rasio Mutual Induktansi Positif, Negatif, dan Nol pada Konverter Buckboost Multiswitching dengan Frekuensi 1500 Hz," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.33795/elk.v8i1.228.
- [23] S. Li, N. Ojima, Z. Xu, and T. Iizuka, "Analysis and simulation of MOSFET-based gate-voltage-independent capacitor," *Jpn J Appl Phys*, vol. 61, no. 6, 2022, doi: 10.35848/1347-4065/ac6406
- [24] S. B. Santra, A. Roy, and D. Chatterjee, "Design of Bootstrap Capacitor Based GaN-FET driver for Improvement in Transient Performance of DC-DC Converter," in *2020 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid and Renewable Energy, PESGRE 2020*, 2020. doi: 10.1109/PESGRE45664.2020.9070509.
- [25] J. Putranto, N. Saidatin, H. Syafik Maulana, and D. Arifianto Patriawan, "Analisis Ekperimental Sistem Kontrol Otomatis pada Pengisian Air Berbasis Rangkaian Close Loop dan Open Loop," *Senastitan Iii*, no. Senastitan Iii, 2023.

- [26] P. Motion and C. Tuning, "Sistem Konverter Cuk Dengan Pengendali Kalang Terbuka (Open Loop)," Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [27] Igam, rachmad. *Rancang bangun DC/DC cuk converter berbasis fuzzy logic control untuk kendali baterai pada plts skala kecil*. Diss. ITN MALANG, 2024.
- [28] Wibowo, Aldi, and Abil Huda. "Rancang Bangun Buck-Boost Converter Sebagai Charger Baterai Controller Berbasis Pwm Dengan Sumber Photovoltaic." *Elektrika Borneo* 10.1 (2024).
- [29] R. B. Pallapati and R. Chinthamalla, "A Novel LED Driver with Enhanced Efficiency Using a Buck-Boost Converter and DC-DC Buck Converter," in *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, doi: 10.1109/JESTPE.2024.3404507.
- [30] I. G. Kumara and R. N. Prasetyono, "Analisis Kelayakan Nilai Tahanan Pentanahan Jaringan Distribusi di PT . PLN ( PERSERO ) ULP Bumiayu," *Journal of Electronic and Electric Power Application*, pp. 16–21, 2021.
- [31] R. Mubarak, R. N. Prasetyono, and Z. Alfarikhi, "Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga Pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i2.708.