

TRAINER KIT DC-DC CONVERTER UNTUK SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Bazzal Azkiya¹, Muhammad Alfatihatul Fadly¹, Eko Sulistyo¹, Laily Muharani¹

¹Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, Sungailiat

Email: fadly.99th@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan Trainer Kit DC-DC Converter Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai media pembelajaran sistem Buck, Boost, dan Buck-Boost Converter. Metode yang digunakan meliputi perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis kinerja sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa trainer kit mampu bekerja sesuai karakteristik masing-masing converter, yaitu Buck menurunkan tegangan, Boost menaikkan tegangan, dan Buck-Boost dapat menaikkan maupun menurunkan tegangan. Trainer kit ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran praktikum untuk meningkatkan pemahaman mengenai sistem DC-DC converter pada PLTS.

Kata Kunci: Trainer Kit, DC-DC Converter, PLTS, Buck Converter, Boost Converter, Buck-Boost Converter.

ABSTRACT

This study aims to design and implement a Photovoltaic (PV)-Based DC-DC Converter Trainer Kit as a learning medium for Buck, Boost, and Buck-Boost Converter systems. The research method consists of system design, implementation, testing, and performance analysis. The results show that the developed trainer kit operates according to the characteristics of each converter: the Buck Converter reduces the output voltage, the Boost Converter increases the output voltage, and the Buck-Boost Converter is capable of both increasing and decreasing the output voltage as required. Therefore, the trainer kit can be used as an effective practical learning medium to enhance students' understanding of DC-DC converter systems in photovoltaic (PV) applications.

Keywords: Trainer Kit, DC-DC Converter, Photovoltaic (PV), Buck Converter, Boost Converter, Buck-Boost Converter

1. PENDAHULUAN

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas matahari. Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa perkembangan teknologi surya yang terjangkau, tidak habis dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan teknologi ini memberikan keuntungan dan keamanan pada negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis, dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya.

Melihat fungsi, manfaat dan semakin berkembangnya sistem pembangkit listrik tenaga surya membuat pengetahuan tentang sistem PLTS ini menjadi suatu pokok bahasan yang wajib dimengerti dan dipahami oleh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro

khususnya Prodi Teknik Elektro D3 maupun D4 di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Untuk mencapai tujuan diatas perlu adanya sebuah modul praktikum tentang sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan konsep yang tepat dan layak digunakan sebagai media pembelajaran baik secara teknis, fungsi dan unjuk kerja serta ergonomis untuk digunakan.

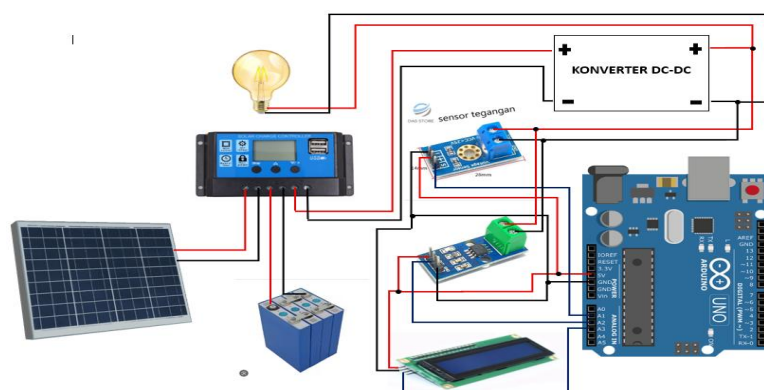
Berdasarkan latar belakang di atas proyek akhir ini dibuat untuk merancang dan membuat *trainer kit* DC-DC converter pembangkit listrik tenaga surya yang materinya mencakup sistem *Solar Cell*, *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), *Converter*, baterai, beban lampu dan alat ukur. Dengan adanya *trainer kit* sistem pembangkit listrik tenaga surya ini diharapkan mahasiswa dapat menambah pengetahuan dan memahami tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membuat sistem kontrol pada Dc-Dc Converter berbasis panel surya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode yang dipakai untuk meneliti dengan cara eksperimen dan pengambilan data dengan alat ukur. Dari data yang didapatkan akan dibuat analisa untuk menguji dan membuktikan hipotesis yang dibuat.

Penelitian ini menggunakan komponen panel surya 50 Wp. Penggunaan panel surya ini bertujuan untuk mengisi daya pada baterai. Selanjutnya adalah pengambilan data pada komponen buck, boost, dan buck boost. Pengambilan data pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan minimal dan maksimal yang bisa dikeluarkan buck, boost, dan buck boost. Pengambilan data pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui berapa nilai V_{in} , V_{out} , dan PWM.

Adapun langkah-langkah penelitian ini meliputi persiapan alat, perakitan alat dan pengambilan data. Alat-alat yang perlu dipersiapkan yaitu baterai 12 Volt 7 Ah, panel surya 50 Wp, buck converter, boost converter, buck boost converter, arduino, Liquid Crystal Display, MPPT, sensor tegangan dan sensor arus. Sebelum proses perakitan dimulai, terlebih dahulu pastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Langkah terakhir adalah pengambilan data. Pengambilan data dilakukan sebanyak dua tahapan. Tahapan pertama yaitu pengambilan data per komponen. Sedangkan tahapan kedua yaitu pengambilan data saat semua komponen sudah dirakit.



Gambar 1. Blok diagram Rangkaian Dc-Dc Conveter untuk sistem PLTS

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing bagian dari blok diagram pada Gambar 1:

1. Panel Surya, berfungsi sebagai sumber energi listrik DC untuk sistem.
2. Solar Charge Controller (SCC), berfungsi mengatur pengisian baterai dan melindungi baterai dari overcharge serta overdischarge.
3. Baterai, berfungsi menyimpan energi listrik sebagai sumber daya cadangan.
4. Konverter DC-DC, berfungsi mengubah tegangan DC sesuai mode Buck, Boost, atau Buck-Boost.
5. Sensor Tegangan, berfungsi mengukur tegangan keluaran konverter.
6. Sensor Arus, berfungsi mengukur arus yang mengalir ke beban.
7. Arduino Uno, berfungsi mengolah data dari sensor dan mengendalikan sistem.
8. LCD , berfungsi menampilkan nilai tegangan dan arus secara real-time.
9. Lampu (Beban), berfungsi sebagai beban pengujian untuk mengetahui kinerja konverter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian buck converter

Pengujian pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan minimum yang bisa dikeluarkan oleh buck converter. Komponen ini digunakan untuk menurunkan tegangan.

Tabel 1. Pengujian Buck Converter

Duty Cycle %	Vin (V)	Vout (V)	Arus Output (A)	Daya Output (W)
10	12	1,2	0,09	0,10
20	12	2,4	0,18	0,41
30	12	3,6	0,28	0,98
40	12	4,8	0,38	1,79
50	12	6,0	0,48	2,83
60	12	7,2	0,58	4,12
70	12	8,4	0,68	5,64
80	12	9,6	0,78	7,41
90	12	10,8	0,88	9,42

Dari Tabel 1 semakin besar nilai duty cycle, maka tegangan keluaran Buck Converter meningkat secara linier. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran mendekati nilai teoritis dengan sedikit selisih yang disebabkan oleh rugi-rugi pada komponen dan rangkaian.

3.2 Pengujian Boost Converter

Pengujian pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan maximum yang bisa dikeluarkan oleh boost converter. Komponen ini digunakan untuk menaikkan tegangan.

Tabel 2. Pengujian Boost Converter

Duty Cycle (%)	Vin (V)	Vout Teori (V)	Vout Hasil (V)	Arus Output (A)	Daya Output (W)
10	12	13,33	13,10	0,40	5,24
20	12	15,00	14,80	0,38	5,62
30	12	17,14	16,90	0,36	6,08
40	12	20,00	19,70	0,34	6,70
50	12	24,00	23,60	0,32	7,55
60	12	30,00	29,40	0,30	8,82
70	12	40,00	39,00	0,28	10,92
80	12	60,00	58,00	0,26	15,08
90	12	120,00*	-	-	-

Dari Tabel 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar duty cycle, maka tegangan keluaran Boost Converter semakin meningkat. Nilai tegangan hasil pengukuran mendekati nilai teoritis, namun terdapat sedikit selisih akibat rugi-rugi daya, efisiensi konverter, dan karakteristik komponen yang digunakan. Untuk menjaga kestabilan dan keamanan sistem, pengujian sebaiknya dilakukan hingga 80% duty cycle.

3.3 Pengujian Buck Boost Converter

Pengujian pada komponen ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan maksimum dan minimum yang bisa dikeluarkan oleh buck boost converter. Komponen ini digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan.

Tabel 2. Pengujian Buck Boost Converter

Duty Cycle (%)	Vin (V)	Vout Teori (V)	Vout Hasil (V)	Arus Output (A)	Daya Output (W)
10	12	1,33	1,30	0,12	0,16
20	12	3,00	2,90	0,24	0,70
30	12	5,14	5,00	0,35	1,75
40	12	8,00	7,80	0,45	3,51
50	12	12,00	11,80	0,55	6,49
60	12	18,00	17,60	0,48	8,45
70	12	28,00	27,20	0,40	10,88
80	12	48,00	46,50	0,32	14,88
90	12	108,00*	-	-	-

Dari tabel 3 diatas hasil pengujian menunjukkan bahwa Buck-Boost Converter mampu menurunkan maupun menaikkan tegangan. Pada duty cycle di bawah 50%, tegangan keluaran lebih rendah dari tegangan masukan (mode Buck). Pada duty cycle di atas 50%, tegangan keluaran menjadi lebih tinggi dari tegangan masukan (mode Boost). Nilai hasil pengukuran mendekati nilai teoritis dengan sedikit penyimpangan akibat rugi-rugi daya dan efisiensi konverter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa Trainer Kit DC-DC Converter berbasis PLTS mampu mengimplementasikan tiga jenis konverter, yaitu Buck, Boost, dan Buck-Boost Converter, sesuai dengan karakteristik masing-masing. Buck Converter berfungsi menurunkan tegangan, Boost Converter menaikkan tegangan, sedangkan Buck-Boost Converter dapat menurunkan maupun menaikkan tegangan berdasarkan pengaturan duty cycle. Perbedaan kecil antara hasil pengukuran dan nilai teoritis disebabkan oleh faktor efisiensi konverter, rugi-rugi pada komponen elektronik, dan kondisi pembebanan. Dengan demikian, trainer kit yang dirancang telah bekerja dengan baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran serta praktikum untuk memahami prinsip kerja dan karakteristik DC-DC Converter pada sistem PLTS.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bangka Belitung, para dosen pembimbing, serta teman-teman atas dukungan, bimbingan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A. H. El Khateb, N. A. Rahim, J. Selvaraj, and B. W. Williams. "DC-to-DC converter with low input current ripple for maximum photovoltaic power extraction," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 62, no. 4, pp. 2246–2256, 2015, doi: 10.1109/TIE.2014.2383999.
- F. Alfian, I. Prasetya, W. Indrasari, and R. N. Setiadi. "Simulasi Rangkaian Dc-Dc Buck Converter Pada Sistem Penyimpanan Daya Listrik Panel Surya," *Pros. Semin. Nas. Fis. Snf2022*, vol. 10, pp. 103–108, 2022, [Online].
- M. Ootong and R. M. Bajuri. "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 2, p. 103, 2017, doi: 10.36055/setrum.v5i2.1563.
- S. Azmi and A. Fauziah. "Pengembangan Driver LED Berbasis Boost Converter untuk Efisiensi Energi A-215 A-216," vol. 9, no. 1, pp. 215–221, 2026.
- Y. Hu, W. Xiao, W. Cao, B. Ji, and D. J. Morrow. "Three-port DC-DC converter for stand-alone photovoltaic systems," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 30, no. 6, pp. 3068–3076, 2015, doi: 10.1109/TPEL.2014.2331343.