

Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya

Hasan Asy'ari¹ dan Djoko Adi Widodo²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Agustus 2019
Disetujui Oktober 2019
Dipublikasikan
Desember 2019

Keywords:

Intensitas
Energi Surya
Buck-Boost Converter

Abstrak

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Saat ini kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat dikarenakan pertumbuhan penduduk, ekonomi dan konsumsi energi yang mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan berbagai terobosan oleh berbagai pihak, baik itu pemerintah maupun masyarakat. Salah satu terobosan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang sangat besar adalah energi matahari. Akan tetapi energi listrik yang diproduksi atau dihasilkan oleh teknologi photovoltaic sangat tergantung intensitas sinar matahari. Oleh sebab itu perlu ada sebuah treatment agar tegangan yang dihasilkan tetap stabil, walaupun intensitas matahari setiap saat berubah-ubah tergantung kondisi alam. Atas dasar realitas yang ditemukan di lapangan, penulis tertarik untuk melakukan pengujian modul Buck-Boost Converter terhadap efektifitas dan efisiensi sistem pengisian baterai pada sistem energi surya. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) level 2. Penelitian dan pengembangan (R&D) level 2 adalah penelitian yang tidak membuat rancangan produk melalui penelitian, tetapi hanya memvalidasi atau menguji efektivitas dan efisiensi produk yang sudah ada. Supaya diperoleh data yang konsisten, pengujian dilakukan beberapa kali dengan menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan dengan pengujian modul surya, pengujian penstabil tegangan dengan buck-boos converter serta pengujian pengisian baterai pada sistem energi surya dengan buck-boost. Simpulan dari penelitian ini adalah modul buck-boost converter efektif digunakan untuk menstabilkan tegangan pengisian baterai pada sistem energi surya. Efisiensi modul buck-boost yang digunakan relative tinggi dengan nilai efisiensi rata-rata mencapai 73.9%

Abstract

Electric energy is energy that is needed to support human life. At present energy demand in Indonesia continues to increase due to population growth, the economy and energy consumption which results in an increase in electricity consumption. To overcome this problem various breakthroughs need to be carried out by various parties, both the government and the community. One breakthrough that can be made is the use of renewable energy. One very large renewable energy is solar energy. However, electrical energy produced or produced by photovoltaic technology depends on the intensity of sunlight. Therefore there needs to be a treatment so that the resulting voltage remains stable, even though the intensity of the sun changes at any time depending on natural conditions. Based on the reality found in the field, the authors are interested in testing the Buck-Boost Converter module on the effectiveness and efficiency of the battery charging system in the solar energy system. In this study the method used is level 2 Research and Development (R & D). Level 2 research and development (R & D) is research that does not design products through research, but only validates or tests the effectiveness and efficiency of existing products. In order to obtain consistent data, testing is carried out several times using experimental research methods. Tests were carried out by testing solar modules, testing voltage stabilizers with buck-boos converter and testing battery charging in a solar energy system with buck-boost. The conclusion of this study is that the effective buck-boost converter module is used to stabilize the battery charging voltage in the solar energy system. The efficiency of the buck-boost module used is relatively high with an average efficiency value of 73.9%

A. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia. Saat ini kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat dikarenakan pertambahan penduduk, ekonomi dan konsumsi energi yang mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik. Kurangnya penambahan kapasitas pembangkit listrik serta semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil sebagai salah satu bahan baku yang paling banyak digunakan untuk membangkitkan listrik. Dengan kondisi tersebut, pemerintah mendorong upaya pengembangan penyediaan energi listrik dari sumber-sumber energi terbarukan.

Salah satu energi terbarukan yang sangat besar adalah energi matahari. Energi matahari adalah salah satu energi baru dan terbarukan yang secara aktif dikembangkan di Indonesia sebagai negara tropis. Letak Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10-12 jam dalam sehari (Widodo dkk, 2009). Potensi sumber energi matahari Indonesia rata-rata sekitar 4,8 kWh/M²/hari, setara dengan 112.000 GWp, akan tetapi baru dimanfaatkan sekitar 10 MWp (Syafii, 2015). Untuk memanfaatkan potensi energi matahari sebagai sumber energi listrik diperlukan sel surya (photovoltaic/PV) sebagai piranti untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Baterai/accu merupakan sebuah sel listrik, didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses pengisian baterai merupakan bagian penting agar laju pengisian baterai dapat dilakukan secara optimal. Sistem pengisian harus mampu melakukan pengisian baterai sesuai dengan tegangan dan arus listrik yang dibutuhkan oleh baterai. Bila tegangan dan arus pengisian terlalu besar atau sering disebut dengan istilah overcharging akan menyebabkan beberapa masalah pada baterai. Adapun akibat yang ditimbulkan karena overcharging baterai menjadi cepat rusak, sehingga dibutuhkan sebuah sistem pengisian yang dapat berfungsi sebagai control (Mosey, 2016).

Untuk memperoleh tegangan keluaran sesuai yang kita inginkan, butuh sistem pengubah daya atau dc-dc converter. terdapat dua tipe yaitu tipe linier dan tipe peralihan atau tipe switching (dc chopper). Tipe linier merupakan cara termudah untuk mencapai tegangan keluaran yang bervariasi, namun kurang diminati karena tingginya daya yang hilang (power loss) pada transistor (VCE*IL) sehingga berakibat rendahnya efisiensi. Sedangkan pada tipe switching, tidak ada daya yang diserap pada transistor sebagai switch. Ini dimungkinkan karena pada waktu switch ditutup tidak ada tegangan yang jatuh pada transistor, sedangkan pada waktu switch dibuka, tidak ada arus listrik mengalir (Sutedjo dkk, 2010).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk melakukan pengujian modul *Buck-Boost Converter* terhadap

efektifitas dan efisiensi sistem pengisian baterai pada sistem energi surya. *Buck-boost converter* merupakan converter dc-dc tipe *switching* yang dapat bekerja sebagai penaik maupun penurun tegangan yang dapat disesuaikan dengan aplikasi lainnya yang membutuhkan tegangan keluaran bervariasi dan dapat berfungsi juga untuk meningkatkan kualitas daya dan efisiensi (Hakim dkk, 2016)

B. METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) level 2. Menurut Sugiyono (2010), penelitian dan pengembangan (R&D) level 2 adalah penelitian yang tidak membuat rancangan produk melalui penelitian, tetapi hanya memvalidasi atau menguji efektivitas dan efisiensi produk yang sudah ada. Supaya diperoleh data yang konsisten, pengujian dilakukan beberapa kali dengan menggunakan metode penelitian eksperimen.

Metode penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi pada obyek penelitian serta adanya kontrol. Yang membedakan metode eksperimen dengan metode yang lainnya adalah hasil perbandingan atau komparasi. Setiap kelompok yang akan dibandingkan tersebut harus bersifat komparabel dalam kondisi yang sama. Dalam (Sugiyono, 2009:107) menjelaskan bahwa penelitian eksperimen atau disebut juga penelitian kausal (sebab akibat). Artinya metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh dari perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali.

Berdasarkan desainnya, penelitian ini memiliki 3 variabel antara lain variabel bebas (independent), variabel terikat (dependent) dan variabel kontrol. Ketiga variabel tersebut sebagai berikut :

a. Variabel Bebas (independent)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan timbulnya variabel terikat (dependent) (Sugiyono, 2010). Adanya variabel ini tidak dipengaruhi oleh ada atau tidaknya variabel lain. Sehingga tanpa variabel bebas tidak akan ada variabel terikat. Demikian pula jika variabel bebas berubah maka akan muncul variabel terikat yang berbeda.

Dalam penelitian ini variabel bebas (independent) adalah intensitas cahaya yg diterima panel surya dan baterai/aki.

b. Variabel Terikat (dependent)

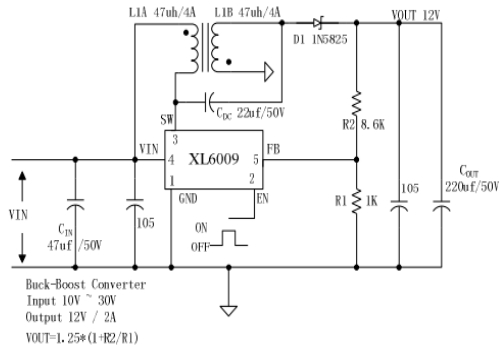
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2010). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya dari pengisian baterai.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti

(Sugiyono, 2010). Dalam penelitian ini variable kontrolnya berupa modul baterai/aki 12V 7 AH, modul charge control, modul surya, light control system dan modul buck-boost converter.

Berikut merupakan skema rangkaian yang buck-boost converter yang di uji.



Gambar 1. Skema Rangkaian Buck-boost Converter xl6009
(Sumber : www.DataSheet4u.com)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

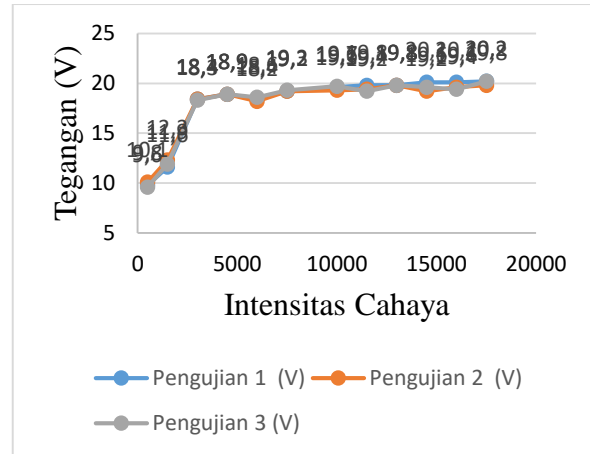
1. Pengujian Modul Surya

Seluruh Pengujian ini dilakukan dibawah sinar light control system dengan variasi tingkat intensitas cahaya yang kemudian hasil pengukuran dapat dilihat pada data collect module. Pengujian ini tidak hanya mengambil 1 kali saja tetapi 3 kali pengukuran. Tegangan pada modul surya mempunyai tegangan nominal dan tegangan open circuit

Tabel 1. Hasil Pengujian Modul Surya

Intensitas Cahaya (Lumen)	Pengujian 1 (V)	Pengujian 2 (V)	Pengujian 3 (V)
500	9.8	10.1	9.6
1500	11.6	12.3	11.9
3000	18.4	18.4	18.3
4500	18.9	18.9	18.9
6000	18.4	18.2	18.6
7500	19.2	19.2	19.3
10000	19.6	19.3	19.7
11500	19.8	19.4	19.2
13000	19.8	19.8	19.8
14500	20.1	19.2	19.6
16000	20.1	19.6	19.4
17500	20.2	19.8	20.2

Perbandingan tegangan antara pengujian 1, pengujian 2 dan pengujian 3 dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini



Gambar 2. Grafik Pengujian Modul Surya

Berdasarkan tabel dapat kita lihat bahwa modul surya dapat menghasilkan output 9.8 hingga 20.2 V untuk intensitas cahaya yang telah ditentukan. Dalam kondisi yang seperti itu maka penulis mencoba menggunakan buck-boos converter untuk memanfaatkan kondisi tersebut supaya dapat mengisi baterai yang akan di gunakan sebagai media penyimpanan muatan listrik yang dihasilkan modul surya.

2. Pengujian Penstabil Tegangan Modul Surya dengan Buck-Boost Converter

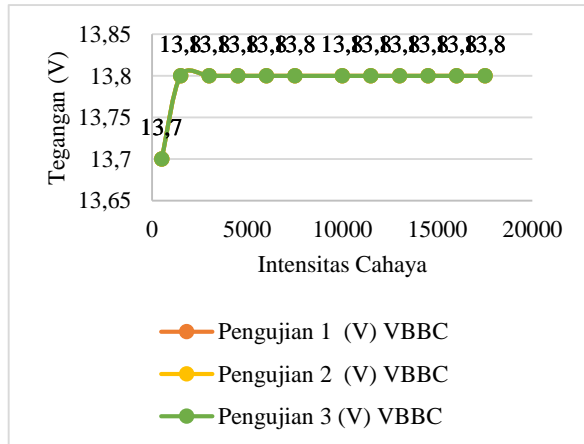
Pengujian ini menggunakan modul buck-boost converter dan di atur agar tegangan stabil ± 13.8 V untuk pengisian baterai. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh modul buck-boost converter terhadap kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh modul surya. Pengukuran dilakukan pada modul buck-boost converter ke titik output yang nantinya akan dipasang baterai. Hasil pengujian seperti yang ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Penstabil Tegangan Buck-boost Converter

Intensitas Cahaya (Lumen)	Pengujian 1 (V)		Pengujian 2 (V)		Pengujian 3 (V)	
	V _{SC}	V _{BBC}	V _{SC}	V _{BBC}	V _{SC}	V _{BBC}
500	9.8	13.7	10.1	13.7	9.6	13.7
1500	11.6	13.8	12.3	13.8	11.9	13.8
3000	18.4	13.8	18.4	13.8	18.3	13.8
4500	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8
6000	18.4	13.8	18.2	13.8	18.6	13.8
7500	19.2	13.8	19.2	13.8	19.3	13.8
10000	19.6	13.8	19.3	13.8	19.7	13.8
11500	19.8	13.8	19.4	13.8	19.2	13.8
13000	19.8	13.8	19.8	13.8	19.8	13.8
14500	20.1	13.8	19.2	13.8	19.6	13.8
16000	20.1	13.8	19.6	13.8	19.4	13.8
17500	20.2	13.8	19.8	13.8	20.2	13.8

Grafik hubungan nilai fluktuasi cahaya dengan tegangan yang dihasilkan sistem energi surya sesudah dipasang penstabil tegangan buck-boost converter adalah nonlinier atau konstan. Nilai fluktuasi intensitas cahaya yang diberikan tidak berpengaruh besar

terhadap nilai tegangan yang dihasilkan atau lebih pada bersifat tetap. Dengan diberikan nilai intensitas cahaya terendah sebesar 500 lumen sampai dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 17500 lumen. Dengan tegangan keluaran konstan sebesar 13.8 volt.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Penstabil Tegangan Buck-boost Converter

3. Pengujian Keseluruhan Pengisian Baterai dengan Buck-Boost Converter

Pengujian pengisian baterai dilakukan untuk memperoleh data, berapa lama sistem pengisian yang dilakukan dengan menggunakan baterai 12 volt 7 Ah. Pertama tama dengan mengatur tegangan modul buck-boost converter 13.8 volt untuk tegangan pengisian baterai, kemudian hubungkan dengan baterai dengan sumber tegangan pengisian dari modul surya.

Pada saat pengujian, baterai aki telah dikosongkan dengan cara menghubungkan aki dengan beban lampu LED. Tegangan aki yang diambil sesaat sebelum pengujian adalah sebesar 5.67 volt.

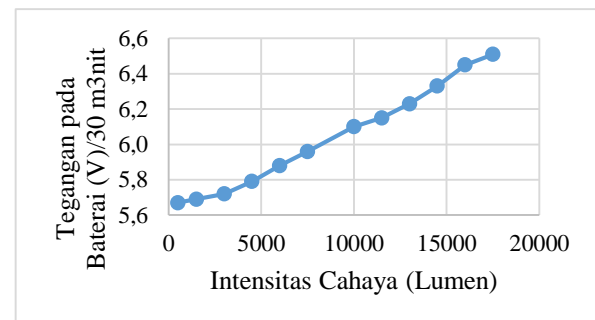
Dalam proses pengisian maka akan diperoleh data hasil proses pengisian dengan tidak menambahkan beban yang terhubung ke baterai. Pengambilan data akan dilakukan dengan selang waktu setengah jam untuk tiap variasi intensitas cahaya. Berikut adalah tabel hasil pengujian pengisian baterai aki menggunakan Buck-boost Converter.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengisian Baterai dengan Buck-boost Converter

Intensitas Cahaya (Lumen)	Modul Surya		Buck-boost Converter		Tegangan Baterai (V)
	V _{SC} (V)	I _{SC} (mA)	V _{BBC} (V)	I _{BBC} (mA)	
500	10,1	97	13,7	52	5,67
1500	11,6	117	13,8	74	5,69
3000	15,4	130	13,8	112	5,72
4500	17,3	130	13,8	130	5,79
6000	17,7	129	13,8	130	5,88
7500	18,4	130	13,8	130	5,96
10000	18,7	133	13,8	135	6,1

11500	19,1	141	13,8	141	6,15
13000	19,2	147	13,8	147	6,23
14500	19,0	148	13,8	148	6,33
16000	19,0	148	13,8	148	6,45
17500	18,9	149	13,8	153	6,51
Rata-rata	17,1	133,3	13,8	125,0	

Setelah uji coba pengisian menggunakan modul *buck-boost converter* dapat diketahui performa sistem pengisian baterai 12 volt. Dari tabel diatas dapat dilihat proses pengisian baterai dengan menggunakan modul surya yang dihubungkan langsung dengan modul *buck-boost converter*. Hasil pengujian dapat digambarkan pada grafik berikut.

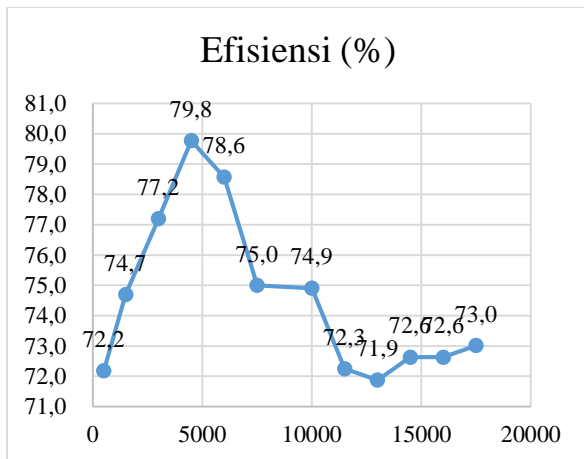


Gambar 4. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Buck-boost Converter

D. PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengukuran dan menyajikan data dalam bentuk grafik pada masing masing kondisi dengan pengaruh penggunaan modul buck-boost converter. Pada nilai intensitas cahaya terbesar 17500 lumen didapat rata rata tegangan dengan tiga kali pengujian sebesar 20.1 volt. Dengan menggunakan modul buck-boost converter fluktuasi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda dapat distabilkan dengan rata-rata tegangan hasil penstabilan yaitu 13.8 volt. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber modul surya, walaupun tegangan yang dihasilkan oleh modul surya bervariasi antara 9.6-20.2 volt, pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan 13.8 volt.

Grafik efisiensi pengisian baterai dengan menggunakan buck-boost converter pada sistem energi surya akan disajikan dalam gambar dibawah ini



Gambar 5. Grafik Efisiensi Daya Buck-boost Converter

Pengujian pengisian baterai menggunakan buck-boost converter ini menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan yaitu 71.9 % sampai dengan 79.8% dengan rata-rata efisiensi daya yaitu 73.9%.

Grafik pada gambar 5 memperlihatkan tegangan terminal baterai selama proses pengisian. Tegangan terminal baterai meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya. Berdasarkan arus rata-rata perjamnya sebesar 0.3A dapat diketahui lama waktu untuk pengisian baterai adalah 23.3 jam. Akan tetapi lamanya waktu pengisian bergantung pada kondisi cuaca saat pengisian dilakukan. Besar kecilnya intensitas cahaya yang didapat oleh modul surya akan mempengaruhi arus keluaran dari modul surya. Meskipun tegangan yang dihasilkan modul stabil sesuai yang ditentukan, namun arus pengisian pada baterai tidak maksimal.

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Modul surya menghasilkan daya terbesar pada intensitas cahaya tertinggi, yaitu sebesar 2.1 W pada intensitas 17500 lumen.
2. Dari hasil pengujian ini, modul buck-boost converter efektif digunakan untuk menstabilkan tegangan pengisian baterai pada sistem energi surya.
3. Efisiensi modul buck-boost yang digunakan relative tinggi dengan nilai efisiensi rata-rata mencapai 73.9%

DAFTAR PUSTAKA

- Komarudin, A. 2014. Desain dan Analisis Proporsional Kontrol Buck-Boost Converter pada Sistem Photovoltaik. Jurnal ELTEK 12(2):78-89.
- Mosey, R. I. H. 2016. Simulasi dan Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol Pengisian Baterai untuk

Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jurnal Ilmiah Sains 16(1):31-34.

- Putra, A. T., E. Kurinawan, dan B. K. Adam. 2016. Rancang Bangun Konverter Photovoltaic dan Pentaksiran Daya Photovoltaic untuk DC Power House. e-Proceeding of Engineering 3(3):4245-4252.
- Rahman, Z. dan A. Premadi. 2014. Perancangan Regulasi Tegangan Sel Surya Berbasis Buck-Boost konverter. Seminar Nasional PIMIMD: 33-35.
- Rifa'i, M. dan B. A. Ikawanty. 2016. Desain Rangkaian Buck-Boost Converter pada Sistem Charging Lampu Penerangan Lingkungan Pondok Pesantren di Kota Malang. Prosiding SENTIA. Politeknik Negeri Malang 8:28-34.
- Shahab, R. M. 2010. Rancang Bangun Sistem Pengendali Pengisian Muatan Baterai dengan Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Base Transceiver Station (BTS) GSM. Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia.