SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5703

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Buck Converter Menggunakan Kontrol PI untuk Charging Baterai Pda Penerangan Gazebo

Zulfiyan Febrianto , Riny Sulistyowati*, Nariyah Silviana Erwanti

Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jln. Arief Rahman Hakim
e-mail: riny.971073@itats.ac.id

ABSTRACT

The amount of energy consumed is steadily rising. Solar, water, and wind energy are among the plethora of limitless energy sources. Solar energy is one of the energies that can be used in Indonesia. This is inextricably linked to Indonesia, which experiences tropical weather. One application for solar energy, which is renewable and ideal for use as an electricity source, is in gazebo. The gazebo is one of the amenities with open space that can be used as an alternative gathering place for various events. It appears that many gazebos do not yet have guest amenities like illumination and charging outlets. It was accomplished by developing a DC bus system. The device uses a 12 V/20 Ah battery as the energy source to charge two cellphones utilizing a DC light load of 12 V/5 W and a 5 volt power supply. A solar cell with a 20 watt output and a maximum voltage of 21,8 volts charges the battery. In order to obtain a constant voltage from the solar cell, a converter design that can lower the voltage is required. Thus, a converter design that can lower the voltage is required to obtain a constant voltage from the solar cell. The Buck Converter was the converter employed in this study. The converter's voltage should be regulated by the use of the PI control method in this study so that it can provide an output voltage with a set value. When the output voltage of the solar panel, which changes with temperature, irradiance, and other parameters, reaches a voltage setting point of 14,4 volts under PI control with the values of kp = 0,2 and ki = 668, the results for this tool are obtained.

Keywords: *Gazebo; Solar panel; Buck Converter; Battery; PI Control.*

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi terus meningkat. melimpahnya sumber energi yang tidak terbatas antara lain energi matahari, energi air dan energi angin. Salah satu energi yang dapat diterapkan di Indonesia adalah energi matahari. Hal itu tidak terlepas dari Indonesia yang beriklim tropis. Energi matahari merupakan energi terbarukan yang cocok dimanfaatkan sebagai sumber listrik, salah satunya pada gazebo. Sedangkan gazebo tidak mempunyai suplai daya listrik. Untuk memudahkan maka dibuatlah sistem pembangkit listrik tenaga surya. Ternyata banyak gazebo saat ini tidak dilengkapi fasilitas seperti penerangan dan tempat charging bagi pengunjung. Untuk mewujudkannya dibuatlah sistem DC Bus. Sistem dibangun menggunakan beban lampu DC 12 V/5 W dan catu daya 5 volt untuk mengecas handphone sebanyak 2 buah dengan battery 12 V/20 Ah sebagai sumber energi. Battery di charging oleh solar cell 20 WP dengan tegangan maksimal 21,8 Volt. Oleh karena itu untuk mendapatkan tegangan yang konstan dari solar cell, diperlukan suatu desain konverter yang bisa menurunkan tegangan. Konverter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Buck Converter. Penggunaan metode kontrol PI pada penelitian ini diharapkan dapat mengatur tegangan dari konverter tersebut sehingga dapat menghasilkan tegangan output dengan nilai tetap. Hasil yang telah dicapai untuk alat ini yaitu ketika tegangan keluaran dari solar panel bervariasi akibat suhu, iradiasi, dan faktor yang lain telah mencapai setting point tegangan sebesar 14,4 Volt menggunakan kontrol PI dengan nilai kp = 0,2 dan ki = 668.

Kata kunci: Gazebo; Solar panel; Buck Converter; Baterai; Kontrol PI.

PENDAHULUAN

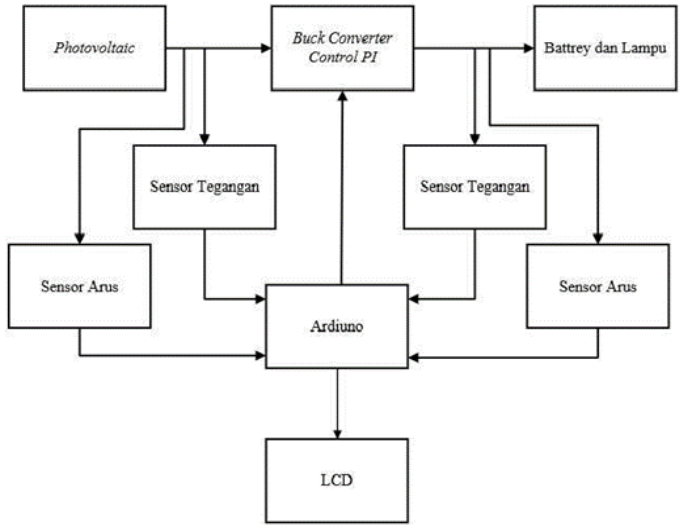
Pemakaian energi fosil sebagai opsi utama di Indonesia telah meningkat, namun energi fosil tidak berkelanjutan karena prosesnya yang lama. Panel surya menjadi pilihan yang ramah lingkungan dan ekonomis sebagai sumber energi listrik yang semakin dikenal. Penggunaan energi dari PLN sangat bergantung pada bahan bakar fosil yang semakin langka, menyebabkan kenaikan harga dan keterbatasan pasokan listrik[1]. Di Pulau Bawean, dengan populasi lebih dari 107.761 jiwa, akses listrik masih tidak merata. Gazebo, yang banyak digunakan oleh petani sebagai tempat istirahat dan penyimpanan, tidak memiliki pasokan listrik[3]. Untuk mengatasi masalah ini, dibangunlah sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan Buck Converter dan panel surya. Buck Converter bertugas menurunkan tegangan dari panel surya, mengisi accu, dan mengubah tegangan DC ke DC melalui konverter serta menurunkan tegangan menggunakan transformator step down, sehingga dapat digunakan untuk memasok listrik ke berbagai beban. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, dilakukanlah Rancang Bangun Buck Converter Menggunakan Kontrol PI untuk Charging Baterai sebagai Sistem Penerangan Gazebo. Panel surya, sebagai teknologi yang semakin dikenal, dengan memanfaatkan metode yang terkait optimalisasi penempatan PV[4-6]. Memperluas panel surya berarti meningkatkan konversi tenaga surya yang dihasilkan. Ini biasanya dilakukan dengan tujuan mendapatkan hasil yang paling optimal. Komponen utama dalam pembuatan sel surya termasuk beberapa komponen seperti dioda dan kapasitor, yang berperan penting dalam proses konversi energi surya menjadi listrik.

Buck Converter, sebagai komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, merupakan sebuah konverter aktif yang mengubah tegangan input DC tinggi menjadi tegangan output DC yang lebih rendah. Dalam operasinya, terdapat dua keadaan yaitu *duty cycle* on dan *duty cycle off*, yang menentukan arus pada tegangan output dan induktor. Komponen-komponen utama seperti MOSFET, diode, dan induktor memainkan peran kunci dalam proses pengubahan tegangan, dengan MOSFET bertanggung jawab membagi arus sesuai dengan kinerja untuk menghasilkan output DC yang dapat disesuaikan[7-9]. Gazebo, sebagai fasilitas yang penting dalam kehidupan sehari-hari, seringkali terbatas oleh kurangnya akses listrik. Dengan memanfaatkan teknologi panel surya dan Buck Converter, sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat diimplementasikan untuk memberikan solusi terhadap masalah ini. Gazebo tidak hanya menjadi tempat istirahat dan penyimpanan, tetapi juga menjadi titik fokus dalam implementasi teknologi terbarukan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh dengan pengoptimalan charger baterai [10-12]. Dengan demikian, penggunaan

teknologi ini tidak hanya memberikan solusi praktis terhadap masalah akses listrik, tetapi juga membuka potensi baru dalam memanfaatkan sumber energi yang ramah lingkungan.

METODE

Dalam membuat rancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang diterapkan pada penerangan Gazebo maka diperlukan blok diagram sistem secara keseluruhan yang memuat beberapa tahapan agar dapat membantu proses dalam melakukan perancangan, ditunjukan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Photovoltaik sebagai sumbernya.Tegangan output dari PV berupa tegangan input untuk diolah, jika tegangan tersebut lebih, maka *Buck Converter* tersebut akan menurunkan tegangan sesuai dengan sinyal PWM yang menghasilkan duty cycle.Tegangan output dari *Buck Converter* dibaca terlebih dahulu oleh sensor arus dan sensor tegangan sebelum digunakan untuk charging baterai. sensor arus dan sensor tegangan bekerja untuk memeriksa tegangan output converter yang dikirimkan pada mikrokontroler arduino bila mana tegangan output masih belum pada batas aman untuk pengisian baterai, maka data yang diterima oleh sensor arus dan sensor tegangan. Mikrokontroler arduino dengan kontrol proporsional sebagai parameter untuk mengatur duty cycle Buck Converter loop. mikrokontroler arduino pada blok diagram diatas beroperasi pada point yang penting karena didalam mikrokontroler arduino tersebut terdapat untuk mengatur Buck Converter loop. Duty cycle *Buck Converter* loop diatur oleh mikrokontroler arduino hingga mencapai tegangan charging yang ideal[11-12]. Baterai dan lampu LED yang digunakan sebagai beban untuk buck yang disuplai dari energi pembangkit photovoltaic.Desain *hardware* pada penelitian ini terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu Buck Converter, Arduino UNO, Photovoltaik, Baterai(Accu), dan Lampu LED. Hasil perancangan dengan simulasi ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.

a) Perhitungan Nilai Duty Cycle $\frac{V_O}{V_{in}} = \frac{14,4}{21,8} = 0,66$

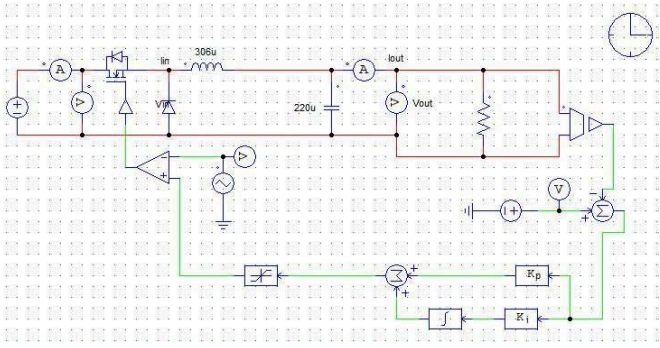
b) Perhitungan Nilai Induktor $\frac{V_{out} \times (1 - D)}{\Delta Il \times f\ sw} = \frac{14,4 \times (1-0,66)}{0,4 - 40.000}$

$$= \frac{14{,}4 \times 0{,}34}{4 \times 4000} \quad = 3{,}06\ \mu H$$

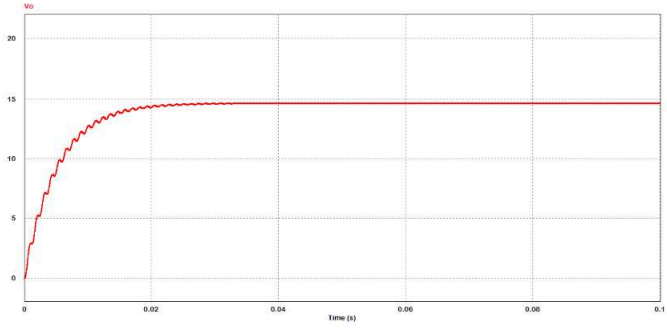
c) Perhitungan Nilai Kapasito $C = \frac{V_{out} \times (1-D)}{8.l.\Delta_o.fsw^2}$

$$= \frac{4{,}896}{16008\ .\ 3{,}06\ .\ 0{,}072\ .\ 40000}$$

$$= 147{,}57\ \mu F$$



Gambar 2. Rangkaian Buck Converter Pada Simulasi PSIM



Gambar 3. Hasil Simulasi Rangkaian

Gambar 2 adalah simulasi rangkaian *buck converter closed loop* dengan metode analitik, Gambar 2 adalah parameter kontrol PI, dan. Gambar 3 adalah respon keluaran tegangan yang sudah dikontrol. Tujuan dari dilakukan kontrol PI dengan perhitungan secara analitik adalah untuk memperkecil overshoot dari output response dari tegangan keluaran dan mengurangi nilai error steady state. Dari gambar 9 dengan tegangan keluaran yang dihasilkan setelah diberi kontrol PI dapat dilihat output response yang dihasilkan adalah Ts = 0.24 ms. Dapat dilihat bahwa output response yang dihasilkan telah sesuai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Sistem PLTS Pada Penerangan Gazebo

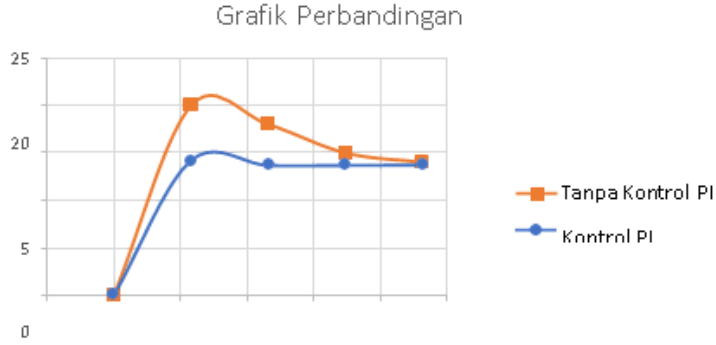
Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan ke panel surya sebagai tegangan sumber, tegangan panel surya ini yang akan distabilkan menjadi 14 volt oleh rangkaian buck converter dan digunakan untuk pengisian baterai/ aki. Pengujian ini dilaksanakan dari jam 07.00 hingga 16.00 dan dicatat setiap satu jam sekali.

(a) (b)

Gambar 5. a) Gambar Penempatan Panel Surya b) Gambar Penempatan Kontrol

Pengujian Rangkaian Perbandingan Buck Converter

Dari perbandingan Gambar 4 diketahui bahwa dengan menggunakan kontrol PI terlihat stabil sedangkan jika tanpa menggunakan kontrol PI maka tegangan fluktuatif atau tidak stabil. Pada saat pengujian dengan menggunakan kontrol PI menggunakan beban aki dan yang tanpa menggunakan kontrol PI menggunakan beban led.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Tanpa Kontrol PI dan Menggunakan PI

Hasil Pengukuran Penerapan Panel Surya Untuk Penerangan Gazebo

Proses penetasan telur menggunakan inkubator umumnya membutuhkan waktu selama 7 hari, pengujian ini dilakukan mulai tanggal 1 Agustus 2023 sampai 7 Agustus 2023. Setiap harinya dilakukan pencatatan untuk mengetahui nilai rata – rata dari setiap pengukuran dimulai dari pukul 07.00 hingga 16.00. Pada hari pertama daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 13,05 Watt pada sudut 180° dan pada jam 11.00.

Tabel 1. Hari pertama

Jam	Beban	Dinamis			Kondisi Cuaca
		V	I	$P = V\,x\,I$	
07. 00	Led	12	0, 54	6, 48	**Cerah**
08. 00		13	0, 65	8, 45	**Cerah**
09. 00		14	0, 81	11, 34	**Cerah**

10. 00		15	0, 87	13, 05	**Cerah**
11. 00		15	0, 85	12, 75	**Cerah**
12. 00		15	0, 85	12, 75	**Cerah**
13. 00		15	0, 82	12, 3	**Cerah**
14. 00		13	0, 57	7, 41	**Cerah**
15. 00		9	0, 19	1, 71	**Cerah**
16. 00		7	0, 06	0, 42	**Cerah**

Pada hari kedua daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,15 Watt pada sudut 180° dan pada jam 10.00.

Tabel 2. Hari Kedua

Jam	**Beban**	**Dinamis**			**Kondisi Cuaca**
		V	I	$P = V x I$	
07.00	Led	12	0,47	5,64	**Cerah**
08.00		14	0,68	9,52	**Cerah**
09.00		15	0,81	12,15	**Cerah**
10.00		15	0,84	12,6	**Cerah**
11.00		15	0,82	12,3	**Cerah**
12.00		15	0,81	12,15	**Cerah**
13.00		15	0,78	11,7	**Cerah**
14.00		10	0,21	2,1	**Cerah**
15.00		12	0,48	5,76	**Cerah**
16.00		**8**	**0,03**	**0,24**	**Cerah**

Pada hari kedua daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,15 Watt pada sudut 180° dan pada jam 12.00.

Tabel 3. Hari Ketiga

Jam	**Beban**	**Dinamis**			**Kondisi Cuaca**
		V	I	$P = V x I$	
07.00	Led	12	0,41	4,92	**Cerah**
08.00		13	0,66	8,58	**Cerah**
09.00		14	0,68	9,52	**Cerah**
10.00		15	0,81	12,15	**Cerah**
11.00		15	0,82	12,3	**Cerah**
12.00		13	0,54	7,02	**Cerah**
13.00		10	0,24	2,4	**Cerah**
14.00		10	0,24	2,4	**Cerah**

15.00		8	0,03	0,24	**Cerah**
16.00		**8**	**0,03**	**0,24**	**Cerah**

Pada hari ketiga daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,15 Watt pada sudut 180° dan pada jam 10.00.

Tabel 4. Hari Ke empat

Jam	**Beban**	**Dinamis**			**Kondisi Cuaca**
		V	I	$P = V x I$	
07.00	Led	12	0,37	4,44	**Cerah**
08.00		12	0,41	4,92	**Cerah**
09.00		14	0,74	10,36	**Cerah**
10.00		15	0,76	11,4	**Cerah**
11.00		14	0,74	10,36	**Cerah**
12.00		15	0,81	12,15	**Cerah**
13.00		12	0,48	5,76	**Cerah**
14.00		9	0,17	1,53	**Cerah**
15.00		8	0,06	0,48	**Cerah**
16.00		**8**	**0,05**	**0,4**	**Cerah**

Pada hari keempat daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,15 Watt pada sudut 180° dan pada jam 12.00.

Tabel 6. Hari ke lima

Jam	**Beban**	**Dinamis**			**Kondisi Cuaca**
		V	I	$P = V x I$	
07.00	Led	10	0,27	2,7	**Cerah**
08.00		12	0,45	5,4	**Cerah**
09.00		14	0,71	9,94	**Cerah**
10.00		15	0,85	12,75	**Cerah**
11.00		15	0,82	12,3	**Cerah**
12.00		14	0,81	11,34	**Cerah**
13.00		14	0,78	10,92	**Cerah**
14.00		9	0,16	1,44	**Cerah**
15.00		9	0,12	1,08	**Cerah**
16.00		**8**	**0,06**	**0,48**	**Cerah**

Pada Tabel 5 diatas dapat disimpulkan bahwa hari kelima daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,75 Watt pada sudut 180° dan pada jam 10.00.

Tabel 6. Hari Keenam

Jam	Beban	Dinamis			Kondisi Cuaca
		V	I	$P = V x I$	
07.00	Led	12	0,43	5,16	**Cerah**
08.00		13	0,54	7,02	**Cerah**
09.00		14	0,74	10,36	**Cerah**
10.00		15	0,85	12,75	**Cerah**
11.00		15	0,82	12,3	**Cerah**
12.00		15	0,82	12,3	**Cerah**
13.00		15	0,81	12,15	**Cerah**
14.00		10	0,23	2,3	**Cerah**
15.00		9	0,15	1,35	**Cerah**
16.00		**9**	**0,11**	**0,99**	**Cerah**

Pada Tabel 6 diatas dapat disimpulkan bahwa hari kelima daya yang dihasilkan oleh PV dinamis mengalami kenaikan. Pada Tabel pertama didapat daya paling maksimal yaitu sebesar 12,75 Watt pada sudut 180° dan pada jam 10.00.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem pembangkit listrik tenaga surya menggunakan panel surya, Buck Converter, dan sensor-sensor yang terpasang, dapat disimpulkan. Pengujian selama 1 sampai 6 hari menunjukkan bahwa nilai maksimal daya yang dihasilkan oleh panel surya mengalami kenaikan yang signifikan, mencapai 12,75 Watt pada sudut 180° pada hari Senin, 1 Agustus pukul 10.00. Hal ini menunjukkan efektivitas panel surya dalam menghasilkan daya dalam periode waktu yang telah ditentukan. Selanjutnya, sensor tegangan input dan output, meskipun memiliki error rata-rata yang kecil, yaitu masing-masing 1,14% dan 0,72%, tetap memberikan hasil yang dapat diterima secara kualitas. Kemudian, sensor arus input dan output menunjukkan error rata-rata yang sedikit lebih tinggi, yakni masing-masing 9,94% dan 11,23%. Meskipun demikian, Buck Converter secara fungsional telah terbukti dapat bekerja dengan baik dalam menurunkan tegangan dan menaikkan arus sesuai prinsip kerjanya, dengan efisiensi rata-rata yang memuaskan, yakni 72,23% dan 99,02%. Pengujian respon tracking kontrol PI juga menunjukkan hasil yang positif, dengan sistem mampu mengikuti set point yang diinginkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. R. Alham, F. H. Rumawan, M. Muslimin, R. M. Utomo, and A. Maulana, "Aplikasi Photovoltaic Cell (Pv) Terhadap Variasi Beban Elektrik Sebagai Energi Alternatif," Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA), vol. 5, no. 2, pp. 123–129, 2021, doi: 10.36277/jteuniba.v5i2.92.

[2] H. Kovacevic and Z. Stojanovic, "Buck converter controlled by Arduino Uno," 2016 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2016 - Proceedings, pp. 1638–1642, 2016, doi: 10.1109/MIPRO.2016.7522401.

[3] R. R. Pahlawan, T. Setya Pambudi, E. B. Syarif, F. I. Kreatif, D. Produk, and J. Barat, "Perancangan Gazebo di Taman Ir.H.Djuanda."

[4] B. R. Ananda, Implementasi Desain Buck Converter Dengan PID Controller Menggunakan Metode Tuning Genetic Algorithm (GA). 2020.

[5] Riny Sulistyowati, Rony Seto Wibowo, Dedet Candra Riawan, M. Ashari ,Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY, 2020

[6] Hari Agus Sujono, Riny Sulistyowati, Achmad Safi'i, Ciptian Weried Priananda, Photovoltaic farm with maximum power point tracker using hill Climbing algorithm, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018.

[7] Padillah, Fitra, Syahrial, Saodah, S. Perancangan dan Realisasi Konverter DC-DCTipe Boost Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535. Jurnal Reka Elkomika,2014.

[8] Setiawan, J., Facta, M., Winardi, B . Perancangan DC Konverter Arus Searah TipeBuck Pada Mode Operasi CCM dan DCM. Semarang , 2015.

[9] Cahyadi, Lukman, W., Andromeda T., Facta, M. Kinerja Konverter Arus Searah TipeBuck Converter Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis TL494. Semarang, 2017.

[10] Satiawan, Wahyu, I.N., Supriono, Citarsa, I.B.F. Desain Buck Converter UntukCharging Baterei Pada Beban Bervariasi. Nusa Tenggara Barat, 2018.

[11] P. Bantul and D. I. Yogyakarta, "Sistem Penyimpanan Baterai Dan Pendistribusian Energi Listrik Plth Pandansimo Bantul, D.I.Yogyakarta," pp. 1–11.

[12] A. Firmansyah, "Perancangan Sistem Charger Battery Berbasis Mikrokontroller Dengan Rangkaian Buck Converter," 2018.