

Rancang Bangun Prototipe Pengoptimal Charging Baterai pada Mobil Listrik dari Pembangkit Tenaga Surya dengan Menggunakan Sistem Boost Converter

Gurum Ahmad Pauzi*, Diana Rahma, Sri Wahyu Suciyati, dan Arif Surtono

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Article Information

Article history:
Received March 4rd, 2020
Received in revised form
May 20rd, 2020
Accepted May 27rd, 2020

Keywords: Boost Converter, Diameter of wire, Electric Car.

Abstract

In this research, the lithium-ion 48 Volt battery charging system's design was carried out on the prototype electric car using the boost converter tool. Boost converter consists of several circuit systems, namely oscillator circuit, trigger circuit, switching circuit, inductor, and DC output. IC TL 494 as pulse and frequency wave generator, used to regulate the switching process on the MOSFET circuit in the boost converter. This research was conducted by presenting variations in the inductor wire's diameter to determine the result of the current output used for the filling process by varying the diameter by 0.8 mm, 4 mm, and 8 mm. The number of wire twists used remains 5:27 and produces an output voltage boost converter of 54 Volts. The results showed the inductor wire's diameter affected the output of the boost converter and the length of battery charging time on the electric car. The length of time of battery draining at the wire's diameter is 0.8 mm, which is for 680 minutes, at the wire 4 mm diameter for 290 minutes, and at the diameter of the wire, 8 mm is for 400 minutes. The boost converter has the advantage of being more efficient in terms of dimensions, resulting in 3 times the voltage and power increase compared to the input voltage. The maximum panel input power of 14.5 Watts when added boost converter maximum power increased by 47.84 Watts.

Informasi Artikel

Proses artikel:
Diterima 4 Maret 2020
Diterima dan direvisi dari
20 Mei 2020
Accepted 27 Mei 2020

Kata kunci:
Boost Converter, Diameter kawat, Mobil listrik.

Abstrak

Pada penelitian ini, telah dilakukan perancangan sistem pengisian baterai Lithium Ion 48 volt pada mobil listrik dengan menggunakan alat boost converter. Boost converter terdiri dari beberapa sistem rangkaian yaitu rangkaian osilator, rangkaian trigger, rangkaian switching, induktor dan keluaran DC. IC TL 494 sebagai pembangkit gelombang pulsa dan frekuensi, digunakan untuk mengatur proses switching pada rangkaian MOSFET di boost converter. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi diameter kawat induktor untuk mengetahui hasil keluaran arus yang digunakan untuk proses pengisian, dengan memvariasikan diameter sebesar 0,8 mm, 4 mm dan 8 mm. Jumlah lilitan kawat yang digunakan tetap yaitu 5:27 dan menghasilkan tegangan output boost converter sebesar 54 Volt. Hasil penelitian menunjukkan diameter kawat induktor mempengaruhi keluaran dari boost converter dan lama waktu pengisian baterai pada mobil listrik. Lama waktu pengisian baterai pada diameter kawat 0,8 mm yaitu selama 680 menit, pada diameter kawat 4 mm yaitu selama 290 menit dan pada diameter kawat 8 mm yaitu selama 400 menit. Boost converter memiliki keunggulan seperti lebih efisien dalam segi dimensi, menghasilkan kenaikan tegangan dan daya 3 kali lipat dibandingkan tegangan masukannya. Daya input panel maksimum sebesar 14,5 Watt ketika ditambahkan boost converter daya listrik maksimum mengalami peningkatan sebesar 47,84 Watt.

* Corresponding author.
E-mail address: gurum@fmipa.unila.ac.id

1. Pendahuluan

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor akan menyebabkan krisis energi, kejadian ini juga dapat menyebabkan timbulnya dampak yang tidak baik seperti polusi udara. Dalam perkembangannya, teknologi kendaraan bermotor telah menempatkan mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis energi. Penggunaan kendaraan listrik merupakan salah satu contoh pengembangan industri *clean energy* (Purnomo, 2017). Dalam penggunaan mobil listrik tentunya membutuhkan stasiun pengisian kendaraan listrik, untuk pengisian daya pada baterai mobil listrik. Maka diperlukan inovasi proses pengisian daya yang lebih *fleksible* serta memanfaatkan energi listrik yang ramah lingkungan. Salah satu cara dengan memanfaatkan sel surya dan cahaya matahari sebagai sumber energi terbarukan dan diperlukan alat menaikkan tegangan yaitu *Boost Converter* agar pengisian daya dapat berlangsung.

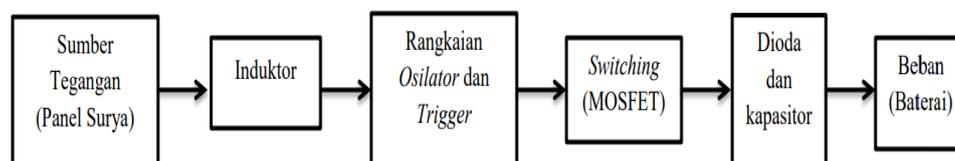
Energi listrik dari sel surya dapat dihasilkan oleh sumber energi cahaya matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Daya listrik yang dihasilkan sel surya ketika mendapatkan cahaya diperoleh dari kemampuan sel surya tersebut untuk memproduksi tegangan ketika diberikan beban dan arus (Anhar dkk, 2017). Rangkaian tambahan yaitu *boost converter* digunakan sebagai penaik tegangan, dimana tegangan keluaran lebih besar dibandingkan tegangan masuk tanpa menghilangkan daya berlebih sehingga mampu mengatasi kekurangan tegangan pada proses pengisian daya (Jamlay, 2014). Pada saat ini sudah banyak peneliti yang mengembangkan energi alternatif dari cahaya matahari salah satunya adalah panel surya. Seiring dengan perkembangan zaman para peneliti mengembangkan pengisian daya menggunakan energi cahaya matahari dan panel surya dengan menambahkan rangkaian *boost converter*. Pada pembuatan *boost converter* kita dapat memvariasi diameter kawat pada induktor *boost converter* sehingga memperoleh pengisian daya baterai mobil listrik yang optimal.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah multimeter digital, panel surya, *solar charge controller*, *wattmeter*, baterai *lithium ion* 48 volt, solder, dan luxmeter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah IC TL 494, MOSFET, diode, resistor, kapasitor, transistor, elco, induktor, kabel, timah, dan soket.

2.1 Perancangan *Boost converter*

Tahap perancangan rangkaian *boost converter* dengan menggunakan komponen Induktor (L), Dioda (D), sistem saklar atau *switching*, kapasitor dan terhubung ke beban (hambatan output). Rangkaian *boost converter* akan digunakan sebagai rangkaian tambahan selama proses pengecasan baterai *lithium-ion*. Diagram alir proses kerja *boost converter* ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram kerja *boost converter*

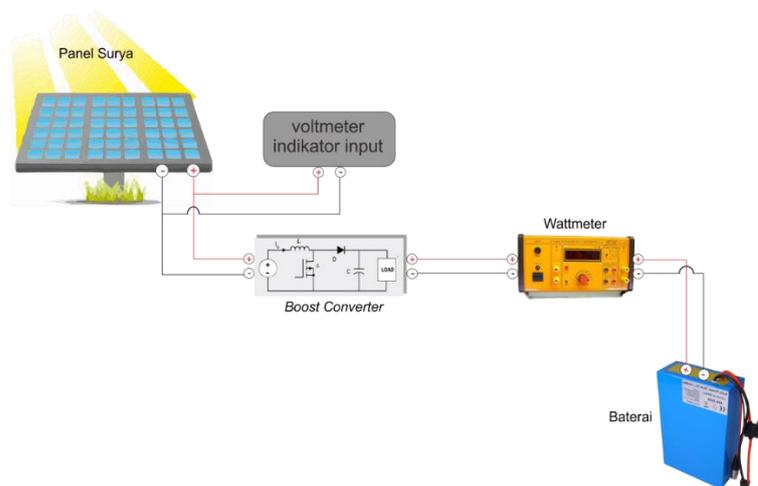
Prinsip kerja *Boost Converter* sebagai berikut:

Power supply diberikan dari panel surya, dalam kondisi maksimum akan memberikan tegangan 18.5 Volt, Regulator sebagai komponen yang mengatur tegangan yang akan masuk ke IC TL 494, Komponen pembangkit gelombang pulsa, IC TL 494 untuk mengatur dan memberikan frekuensi serta gelombang pulsa pada proses ON/OFF rangkaian, Komponen trigger yaitu transistor A1266, berfungsi untuk menguatkan gelombang pulsa dari osilator dan *drive* MOSFET. MOSFET sebagai komponen pensaklaran kemudian Sinyal atau tegangan akan melewati induktor pada saat kondisi OFF maka tegangan dari sumber akan disimpan di induktor, ketika kondisi ON maka arus dari induktor mengalir ke beban melewati dioda sehingga energi di induktor mengalami penurunan. Beban akan disuplai dari tegangan sumber dan ditambah dengan besar tegangan di induktor yang saat itu juga sedang melakukan proses pelepasan energi, Kemudian sinyal atau arus melewati dioda (dioda *scottky*) untuk disearahkan sinyalnya. Kemudian melewati kapasitor dimana sinyal akan difilter, untuk mengurangi ripple pada sinyal yang sebelumnya telah melewati diode, Kemudian arus mengalir ke beban, beban yang digunakan adalah baterai Lithium-ion 48 volt.

2.2 Perancangan Media Uji

Media uji tersusun atas panel surya 100 *wattpeak* yang tersinari cahaya matahari, kemudian terhubung ke *solar charge controller* untuk mengoptimalkan tegangan dari panel, output tegangan dan arus dari *solar charge*

controller mengalir pada rangkaian *boost converter* untuk dinaikkan tegangannya, output dari *boost converter* akan terbaca pada *wattmeter*, dan output dari *boost converter* dapat digunakan untuk mengisi baterai *lithium ion* 48 volt. Rancangan pengisian daya baterai mobil listrik dari sumber energi panel surya menggunakan *boost converter* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



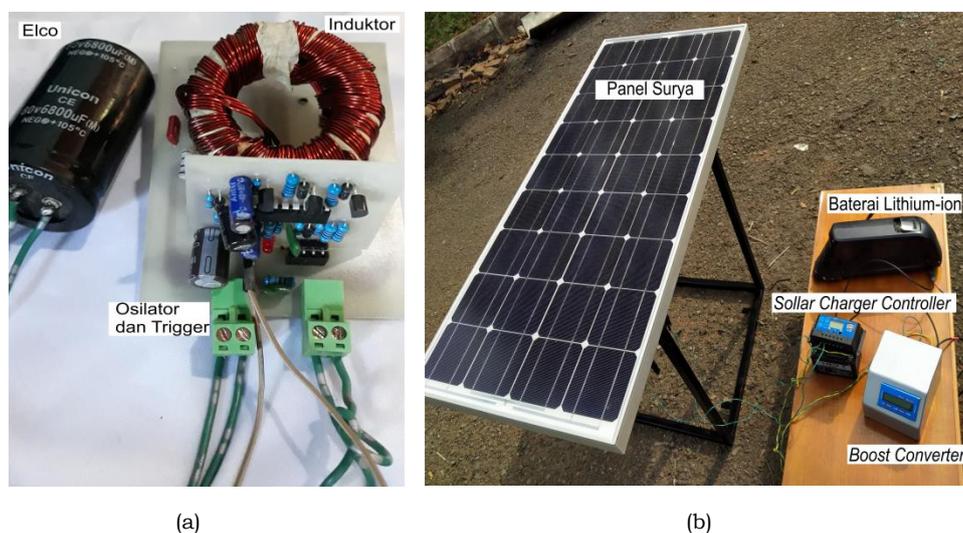
Gambar 2. Rancangan pengisian daya baterai.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Realisasi Alat

Boost converter yang akan digunakan sebagai rangkaian tambahan untuk menaikkan tegangan selama proses pengisian daya baterai *lithium ion* pada mobil listrik. Tahap perancangan *boost converter* dengan menggunakan komponen IC TL494 dan beberapa komponen pendukung sebagai rangkaian osilator untuk membangkitkan gelombang pulsa. Kemudian transistor A1266 sebagai rangkaian trigger untuk menguatkan gelombang pulsa yang dibangkitkan rangkaian osilator, kemudian *driver* MOSFET untuk proses *switching*, dan melewati rangkaian induktor dengan jumlah lilitan 5:27 untuk menaikkan tegangan keluaran sebesar 54 volt. Diberi variasi diameter kawat sebesar 0,8 mm, 4 mm dan 8 mm untuk melihat keluaran arus yang dihasilkan selama proses pengisian baterai dan mengetahui lama waktu pengisian baterai *lithium ion* 48 volt pada mobil listrik. Rangkaian keseluruhan dalam proses pengisian baterai mobil listrik terdiri dari sumber energi listrik tenaga surya, kemudian dihubungkan ke *Solar Charge Controller*, keluaran dihubungkan ke alat *boost converter* untuk dinaikkan tegangan dan hasil keluaran arus dan tegangan terhubung ke *wattmeter* untuk melihat hasil keluarannya dan dihubungkan ke baterai untuk melakukan pengisian.

Realisasi alat *boost converter* dan proses pengisian daya baterai *lithium-ion* 48 volt pada mobil listrik ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. (a) Menunjukkan realisasi *boost converter* dan (b) proses pengisian baterai *lithium-ion* 48 volt pada mobil listrik

3.3 Pengaruh diameter kawat terhadap daya yang dihasilkan

Pengujian pertama dilakukan dengan mencari pengaruh jumlah lilitan dan diameter kawat induktor *boost converter* yang digunakan terhadap keluaran tegangan dan besar arus dari sumber tegangan panel surya kemudian ditambahkan *boost converter* selama waktu pengisian berlangsung. Grafik perbandingan waktu pengisian daya ditunjukkan oleh **Gambar 5**.

Gambar 5. merupakan grafik perbandingan waktu pengecasan berdasarkan diameter kawat induktor pada rangkaian *boost converter* dilakukan selama waktu pengisian dengan variasi diameter kawat induktor 0,8 mm, 4 mm, dan 8 mm. Pada diameter kawat 4 mm memiliki keteraturan dan waktu pengisian lebih cepat dibandingkan diameter kawat 0,8 mm dan 8 mm yang ditunjukkan pada Gambar 5. Proses pengisian daya baterai pada variasi kawat 0,8 mm baterai dapat terisi penuh selama 680 menit, diameter kawat 4 mm dapat mengisi baterai hingga penuh selama 290 menit dan diameter kawat 8 mm dapat mengisi baterai hingga penuh selama 400 menit. Semakin banyak jumlah lilitan dan besar diameter kawat yang digunakan maka daya yang dihasilkan semakin besar. Maka pengaruh daya berhubungan dengan lama waktu pengecasan semakin besar daya yang dihasilkan semakin cepat proses pengisian daya pada baterai.

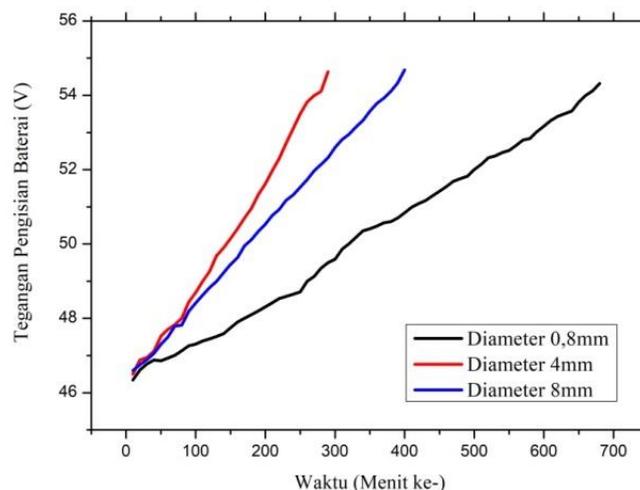
Penelitian ini menunjukkan bahwa diameter kawat 4 mm merupakan diameter kawat yang lebih baik dan lebih cepat untuk melakukan pengisian baterai karena diameter kawat 4 mm cukup optimal dan mampu bekerja ketika mendapatkan tegangan dan arus input dari panel surya yang relatif kecil. Hasil perhitungan rata-rata intensitas cahaya pada diameter 4 mm sebesar 84.393 Lux nilai ini lebih kecil dibandingkan rata-rata intensitas cahaya pada diameter 8 mm yaitu sebesar 86.765 Lux yang ditunjukkan pada tabel 1. Nilai rata-rata intensitas cahaya pada penelitian ini menunjukkan intensitas cahaya tidak mempengaruhi kecepatan pada pengisian daya baterai karena nilai rata-rata intensitas cahaya pada diameter kawat 4 mm lebih kecil dibandingkan 8 mm tetapi proses pengisian lebih cepat pada diameter kawat 4 mm yaitu mencapai waktu 290 menit hingga baterai terisi penuh. Dapat dilihat tabel rata-rata pengukuran intensitas cahaya matahari pada saat proses pengambilan data pengukuran ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rata-rata pengukuran intensitas cahaya

Diameter Kawat Induktor (mm)	Rata-rata intensitas cahaya matahari (Lux)
0,8	83.294
4	84.393
8	86.765

Diameter kawat 8 mm hasil pengisian daya tidak lebih cepat karena, faktor tegangan dan arus input yang cukup rendah maka tidak mampu dan tidak sesuai dengan kemampuan induktor yang akan diswitching karena energi induktor lebih besar dibandingkan energi dari sumber tegangan dan arus yaitu panel surya. Untuk tegangan output kondisi non ideal pada 8 mm, menurut Muharom Dkk (2017) karena semakin besar nilai induktansi maka semakin besar pula hambatan pada induktor tersebut yang berpengaruh pada menurunnya tegangan output yang dihasilkan.

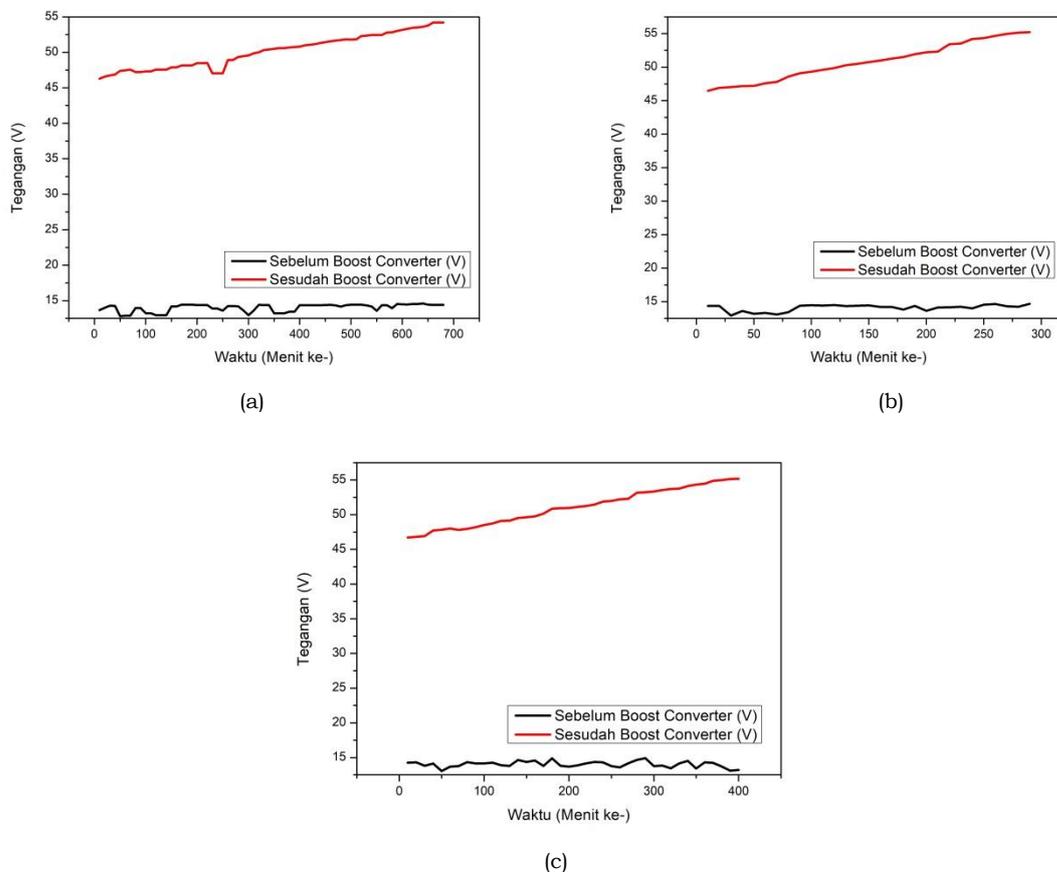
Analisa pengaruh rangkaian pada boost converter untuk dapat menaikkan tegangan dan melakukan pengisian daya yaitu, efek dari elemen rangkaian pasif seperti induktor dan kapasitor pada kinerja rangkaian signifikan dalam rangkaian konverter daya DC-DC (Balci, 2019). Rangkaian konverter DC-DC, nilai rasio tugas dan frekuensi switching dari semikonduktor daya elemen aktif mempengaruhi riak tegangan keluaran, dan riak tegangan keluaran rangkaian konverter bervariasi tergantung pada kondisi beban. Juga, amplitudo riak tegangan keluaran dipengaruhi oleh nilai induktor dan kapasitor keluaran. Rangkaian konverter DC-DC, riak tegangan keluaran dapat dikurangi dengan meningkatkan frekuensi switching (Balci, 2019). Maka dari itu induktor cukup mempengaruhi lama waktu pengisian daya yang hasil pengambilan data dapat dilihat pada grafik gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan waktu pengisian daya baterai berdasarkan diameter kawat

3.4 Tegangan Sebelum dan Sesudah Diberikan Boost Converter

Proses pengujian diperoleh pengaruh tegangan ketika sebelum diberi rangkaian *boost converter* dan sudah diberikan rangkaian *boost converter* selama proses pengisian daya baterai. Berikut grafik pengujian menggunakan tiga variasi diameter kawat induktor 0,8 mm, 4 mm, dan 8 mm yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik tegangan sebelum dan sesudah diberi *boost converter* pada diameter kawat (a) 0,8 mm, (b) 4 mm, dan (c) 8 mm.

Gambar 6. menunjukkan grafik hubungan tegangan sebelum dan sesudah diberikan rangkaian *boost converter* pada setiap variasi kawat yang digunakan. Pada grafik tersebut menunjukkan hasil yang relatif sama. Pada tegangan sebelum diberikan *boost converter* memiliki keluaran dibawah 15 volt untuk diameter kawat 0,8 mm pengisian selama 680 menit, diameter kawat 4 mm selama 290 menit dan diameter kawat 8 mm selama 400 menit, setelah diberikan rangkaian *boost converter*, tegangan mengalami 3 kali peningkatan menjadi 46 Volt diawal waktu dan semakin meningkat sampai menit terakhir pengisian dengan tegangan sebesar 54 Volt. Penurunan terjadi di beberapa menit tertentu diakibatkan oleh intensitas cahaya matahari yang secara cepat mengalami penurunan nilai intensitasnya. Sesuai penelitian Fanani dkk (2014) *boost converter* cocok digunakan sebagai rangkaian penaik tegangan pada proses pengisian baterai kendaraan listrik, karena dapat menaikkan tegangan yang dibutuhkan pada proses pengisian baterai dengan ratio yang tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh penambahan *boost converter* dapat meningkatkan tegangan output rangkaian pengisian baterai Lithium Ion 48 Volt dari sumber tegangan panel surya dan daya listrik mengalami kenaikan 3 kali dari 14,5 Watt mencapai 47,84 Watt. Diameter kawat induktor pada *boost converter* 4 mm lebih cepat melakukan pengisian baterai dibandingkan diameter kawat 0,8 mm dan 8 mm yaitu waktu pengisian selama 290 menit.

5. Daftar Pustaka

Anhar, A.S., I.D, Sara dan R.H, Siregar. 2017. Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel. *Jurnal Online Teknik Elektro*. 2(3): 1-7.

- Aryza, Solly, Hermansyah., P.U.S Andysyah, Suherman dan L. Zulkarnain. 2017. Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portable. *IT Journal Research and Development*. 2(1): 12-18.
- Cheng, C. L., Chan, C.Y., dan Chen, C.L., (2007) An empirical approach to estimating monthly radiation on south-facing tilted planes for building application, Amsterdam, *Journal of Energi*, Volume 31, Issue 14, pp. 2940-2957.
- Duffie, A William dan William, A Beckman. 2008. *Solar Engenering of Thermal Processes*. John Wiley and sons. Newyork.
- Fanani, Akhmad Zaky. M. Ashari dan T. Yuwono. 2014. Desain dan Simulasi Konverter Boost Multilevel sebagai Catu Daya Kendaraan Listrik. *Jurnal Teknik POMITS*. 3(1): B-1:B-6.
- Jamlay, Marselin dan F.W. Muhammad. 2014. Dual Feedback Control DC-DC Boost Converter Menggunakan PI Controller. *Jurnal Inovtek*. 4(2): 91-97.
- Muharom, Syahri. Odinanto, Tjahja dan P. Wiryo. 2017. Analisa Induktor Pada Rangkaian Boost Converter. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan. ISBN 978-602-98569-1-0. B-305-B-309.
- Purnomo, S.J., B.H. Pratama., L.N. Hakim., Nurofik dan S. Pambudi. 2017. Uji Eksperemintal Kinerja Mobil Listrik. Prosiding SNATIF ke-4. Universitas Tidar. Magelang.
- R. Eberhart, J. Kennedy, A new optimizer using particle swarm theory, MHS'95, in: Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, Ieee, 1995, pp. 39-43.
- Rochman, Sagita dan Sembodo, Budi Prijo. 2014. Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya dengan Metode Sequensial. *Jurnal Teknik WAKTU*. 12(2): 61-66.
- S. Balci, A CFD simulation of the liquid-cooled pipe conductors for the high power and high frequency power electronic circuits, *Measurement* 147 (2019) 106885.
- S. Balci, A. Kayabasi, B. Yildiz, ANN-based estimation of the voltage ripple according to the load variation of battery chargers, *Int. J. Electron.* (2019) 1-11.
- Takle, E. S., and Shaw, R. H. (2007) Complimentary Nature of Wind and Solar Energy at a Continental Mid-Latitude Station. New York. *International Journal of Energy Research*, Volume 3, Issues 2, pp. 103-112.
- Yuliananda, Subekti. Sarya, Gede dan RA Retno Hastijanti. 2015. Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untang Surabaya*. 01(2): 193-202.
- Zainuri, F., A. Apriana dan D.D., Haryadi. 2015. Optimalisasi Rancang Bangun Mobil Listrik Sebuah Studi Kendaraan Hemat Energi Sebagai Bagian Solusi Alternatif Krisis Energi Dunia. *Jurnal Politeknologi*. 14(3): 1-8.