

Pengembangan Charging System Untuk Kendaraan Listrik

*Pristisal Wibowo^{*1}, Beni Satria², M. Erpandi Dalimunte³, Alim Muflih⁴*

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi

* Correspondence Author : Pristisalwibowo87@gmail.com

Abstrak

Peningkatan penggunaan kendaraan listrik (EV) membutuhkan infrastruktur charging system yang memadai dan efisien. Salah satu hal yang utama adalah sistem charging (pengisian) baterai kendaraan listrik (EV). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan infrastruktur charging system untuk EV dengan menggunakan DC to DC converter. Penelitian ini mengkaji desain dan implementasi charging system dengan DC to DC converter untuk mentransformasi tegangan DC dari grid ke tegangan DC yang sesuai dengan kebutuhan baterai EV. Sistem ini dirancang untuk memastikan keamanan, efisiensi, dan kompatibilitas dengan berbagai jenis EV. Sistem juga mampu untuk menghasilkan tegangan dari 12 volt hingga lebih dari 60 volt, yang cukup untuk men-charge baterai kendaraan listrik. Simulasi analisis korelasi dengan MATLAB dan pengujian eksperimental dilakukan untuk mengevaluasi kinerja charging system. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengisi baterai EV dengan aman dan efisien. Sistem ini juga kompatibel dengan berbagai jenis EV dan dapat diintegrasikan dengan jaringan listrik dengan mudah. Pengembangan infrastruktur charging system dengan DC to DC converter ini diharapkan dapat mendukung adopsi EV secara luas dan berkontribusi pada transisi energi berkelanjutan.

Kata kunci: Kendaraan Listrik, Charging System, DC to DC Converter, Infrastruktur.

Abstract

The increasing use of electric vehicles (EVs) requires adequate and efficient charging infrastructure. One of the main components is the charging system for EV batteries. This research aims to develop a charging system infrastructure for EVs using a DC to DC converter. This study examines the design and implementation of a charging system with a DC to DC converter to transform the DC voltage from the grid into the appropriate DC voltage required by EV batteries. This system is designed to ensure safety, efficiency, and compatibility with various types of EVs. The system can generate voltages from 12 volts to more than 60 volts, which is sufficient to charge EV batteries. Correlation analysis simulations with MATLAB and experimental testing were conducted to evaluate the performance of the charging system. The results show that this system can safely and efficiently charge EV batteries. It is also compatible with various types of EVs and can be easily integrated with the power grid. The development of this charging system infrastructure using a DC to DC converter is expected to support the widespread adoption of EVs and contribute to a sustainable energy transition.

Keywords: Electric Vehicles, Charging System, DC to DC Converter, Infrastructure.

Pendahuluan

Kendaraan listrik telah muncul sebagai solusi inovatif dalam mengatasi tantangan lingkungan dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Seiring dengan peningkatan kesadaran akan dampak negatif perubahan iklim dan isu-isu terkait lingkungan, permintaan terhadap kendaraan listrik terus meningkat secara signifikan. Keuntungan utama kendaraan listrik meliputi emisi rendah, efisiensi yang lebih baik, dan ketergantungan yang berkurang terhadap bahan bakar fosil yang terbatas.

Salah satu elemen krusial dalam ekosistem kendaraan listrik adalah sistem pengisian daya atau charger. Charger adalah perangkat yang mengubah energi listrik dari sumber daya eksternal menjadi energi yang dapat digunakan oleh baterai kendaraan listrik. Perkembangan teknologi charger telah memainkan peran penting dalam mendorong adopsi kendaraan listrik dengan memastikan ketersediaan infrastruktur pengisian yang handal, efisien, dan mudah diakses.

Dalam latar belakang ini, kami akan menjelaskan peran penting sistem charger dalam mendukung pertumbuhan kendaraan listrik, tantangan yang dihadapi dalam pengembangan sistem charger, serta perkembangan terkini dalam teknologi pengisian kendaraan listrik. Selain itu, akan dibahas pula beberapa jenis charger yang umum digunakan, mulai dari charger rumahan hingga jaringan pengisian supercepat di jalur umum.

Penelitian ini juga akan membahas faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem charger, termasuk daya pengisian, kompatibilitas, efisiensi pengisian, dan standar komunikasi yang berkaitan dengan protokol pengisian. Melalui pemahaman mendalam tentang sistem charger untuk kendaraan listrik, diharapkan dapat ditemukan solusi yang mampu mengatasi hambatan-hambatan teknis dan infrastruktur yang saat ini masih menjadi tantangan dalam mengakselerasi ekosistem kendaraan listrik secara global.

Kajian Pustaka

Mobil Listrik

Salah satu isu utama adalah perubahan iklim yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), akibat pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi, termasuk kendaraan bermotor.

Peningkatan emisi gas rumah kaca telah menyebabkan dampak serius, termasuk kenaikan suhu global, perubahan pola cuaca ekstrem, dan naiknya permukaan air laut. Hal ini mendorong tindakan global untuk mengurangi emisi, termasuk melalui peralihan ke kendaraan ramah lingkungan seperti mobil listrik. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, peralihan ke mobil listrik menjadi salah satu langkah yang dianggap penting dalam upaya melawan krisis lingkungan saat ini.

Mobil listrik adalah kendaraan yang menggunakan satu atau lebih motor listrik untuk menggerakkan roda dan menggunakan baterai sebagai sumber energi untuk motor listriknya. Sebagai alternatif dari mobil konvensional yang menggunakan mesin pembakaran dalam yang berbahan bakar fosil, mobil listrik dianggap lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang saat digunakan.

Umumnya, mobil listrik memiliki jangkauan yang lebih terbatas dibandingkan dengan mobil konvensional, tetapi perkembangan teknologi baterai telah memungkinkan produksi mobil listrik dengan jangkauan yang semakin meningkat. Beberapa mobil listrik bahkan memiliki

jangkauan yang cukup untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari tanpa perlu mengisi daya secara berulang-ulang.

Pengisian daya mobil listrik dapat dilakukan di rumah menggunakan stopkontak biasa atau stasiun pengisian listrik khusus yang semakin banyak tersebar di tempat umum. Selain itu, beberapa model mobil listrik juga dilengkapi dengan fitur pengisian cepat yang memungkinkan pengguna mengisi daya baterai dalam waktu yang lebih singkat.

Keuntungan lain dari mobil listrik adalah biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan mobil konvensional, karena listrik biasanya lebih murah daripada bahan bakar fosil. Meskipun demikian, harga jual mobil listrik saat ini masih cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan mobil konvensional, meskipun biaya operasionalnya lebih murah dalam jangka panjang.



Gambar 1. Bagian Utama Mobil Listrik

Baterai Lithium-Ion/Polimer

Baterai isi ulang litium-ion/polimer, yang telah banyak digunakan saat ini, memiliki sifat yang berbeda, namun sangat rapuh dan harus digunakan dengan sangat hati-hati. Penggunaan baterai Li-ion yang tidak tepat akan menimbulkan konsekuensi bencana. Kejadian terbakar dan meledaknya baterai Li-ion sudah sering kita dengar. Memahami propertinya dengan cermat dan menerapkan metode manajemen baterai yang tepat adalah hal yang paling penting untuk memanfaatkan baterai Li-ion dengan baik.

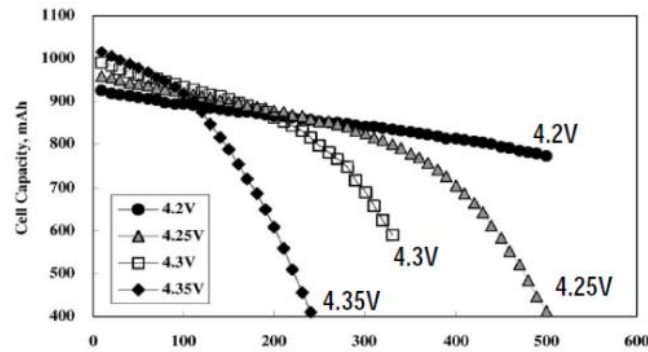


Gambar 2. Baterai Lithium-Ion/Polimer

Sifat Baterai Lithium Ion/Polimer

Mungkin tidak mudah untuk memiliki pemahaman menyeluruh terhadap suatu hal, karena sudut pandang yang berbeda bisa saja menghasilkan pemahaman akhir yang berbeda. Beberapa

perspektif penting, yang mungkin mempengaruhi strategi pengisian daya, akan diambil untuk menyelidiki sifat-sifat baterai Li-ion/polimer. Diagram berikut menjelaskan hubungan antara kapasitas sel dan siklus hidup dengan berbagai voltase pengisian baterai Li-ion dengan kapasitas sel sekitar 950 mAh.

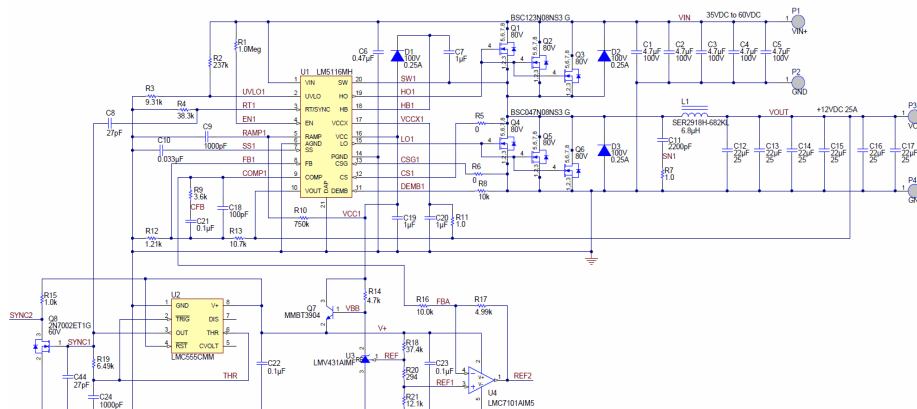


Gambar 3. Hubungan Antara Kapasitas Sel Dan Siklus Hidup Dengan Berbagai Voltase Pengisian Baterai Li-Ion

Dari diagram, tegangan pengisian yang lebih tinggi meningkatkan kapasitas awal, namun menghasilkan siklus hidup yang lebih rendah dan sebaliknya.

Rangkaian Charger Kendaraan Listrik

Rangkaian charger kendaraan listrik adalah sistem yang dirancang khusus untuk mengisi daya baterai kendaraan listrik. Rangkaian ini memiliki beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk mengubah arus listrik dari sumber daya eksternal menjadi energi yang dapat disimpan di dalam baterai kendaraan. Dengan berbagai komponen ini bekerja bersama, rangkaian charger kendaraan listrik dapat mengisi baterai kendaraan dengan aman, efisien, dan dapat diandalkan, memungkinkan pengguna untuk menggunakan kendaraan listrik mereka dengan nyaman tanpa khawatir kehabisan daya.



Gambar 4. Rangkaian Charger Kendaraan Listrik Dengan Buck-Bosst Converter

Tegangan input rangkaian DC Buck Boost Converter 600W DC adalah 35V...60V DC. Output 12V 50A LM5116 untuk kontrol DC DC Buck Converter mampu menggunakan frekuensi

operasi yang dapat disesuaikan dari 50kHz hingga 1 MHz yang tersedia Batas arus, soft start, dll. Ia memiliki banyak fitur. Daya keluaran rangkaian Konverter DCDC 12V 600W 50A sangat tinggi, daya ini dapat disediakan dengan menggabungkan dua unit operasi sinkron LM5116 yang sama. Sirkuit terpadu LMC555C LMC7101. Dengan beban penuh (25a-50a) dan hubungan pendek, uji panas dengan tegangan input 35V, 48V, 60V.

Metodologi Penelitian

Pendekatan penelitian

Pendekatan Penelitian Terhadap Peningkatan Efisiensi dan Keterjangkauan Sistem Pengisian Kendaraan Listrik.

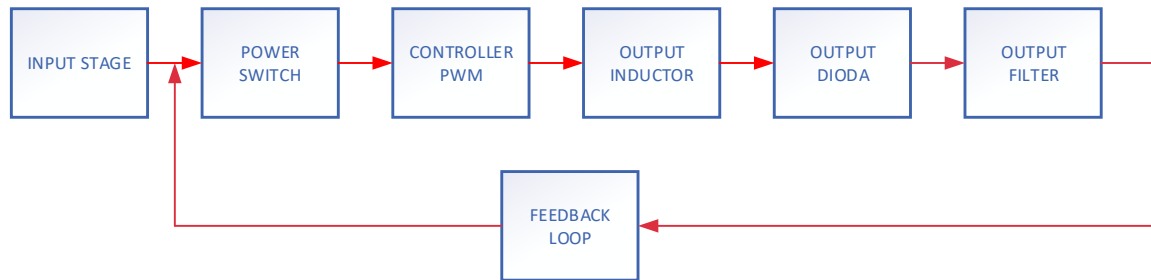
1. **Pengidentifikasi Tantangan Utama:**
 - a. Mengidentifikasi tantangan kritis yang dihadapi dalam pengembangan sistem pengisian kendaraan listrik, termasuk kecepatan pengisian, interoperabilitas, dan biaya infrastruktur.
2. **Analisis Kritis Terhadap Teknologi yang Ada:**
 - a. Mengevaluasi teknologi pengisian yang ada, termasuk pengisian AC dan DC, serta pengisian nirkabel, dengan fokus pada kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam konteks efisiensi dan biaya.
3. **Perancangan Metode Penelitian:**
 - a. Mengembangkan metode penelitian yang sistematis untuk menguji dan menganalisis kinerja sistem pengisian, dengan penekanan pada kecepatan pengisian, efisiensi energi, dan biaya implementasi.
4. **Pengembangan Prototipe dan Simulasi:**
 - a. Merancang prototipe sistem pengisian dan menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memodelkan kinerja dalam berbagai skenario pengisian dan kondisi lingkungan.
5. **Pengujian Lapangan dan Evaluasi:**
 - a. Melakukan pengujian lapangan untuk memvalidasi hasil simulasi dan menganalisis kinerja sistem pengisian dalam pengaturan praktis.
6. **Analisis Data dan Temuan:**
 - a. Menganalisis data dari pengujian lapangan dan simulasi untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem pengisian yang diusulkan.
7. **Rekomendasi dan Implikasi:**
 - a. Merumuskan rekomendasi berdasarkan temuan penelitian untuk meningkatkan efisiensi dan keterjangkauan sistem pengisian kendaraan listrik, serta implikasinya terhadap pengembangan infrastruktur dan standar industri.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang cara meningkatkan efisiensi dan keterjangkauan sistem pengisian kendaraan listrik, serta memberikan kontribusi yang berarti terhadap perkembangan infrastruktur pengisian kendaraan listrik di masa depan.

Hasil dan Pembahasan

Konverter DC-DC (DC to DC converter) adalah rangkaian elektronika yang berfungsi mengubah level tegangan searah (DC) dari sumber input menjadi level tegangan searah (DC) output yang diinginkan. Masing-masing bagian dalam konverter DC-DC memiliki fungsi yang

saling terkait untuk mengubah level tegangan DC input menjadi level tegangan DC output yang diinginkan. Konfigurasi dan pemilihan komponen yang tepat akan menentukan karakteristik konverter DC-DC, seperti efisiensi, rentang tegangan input dan output, dan kemampuan mengatur tegangan output.



Gambar 5. Blok Diagram Dc To Dc Converter

Rangkaian ini dapat mengalirkan arus maksimum 15 ampere pada tegangan 66 volt. Dengan range tegangan dan arus yang demikian besar sudah cukup memadai sebagai charger baterai kendaraan listrik untuk *slow charging* (pengisian lambat).



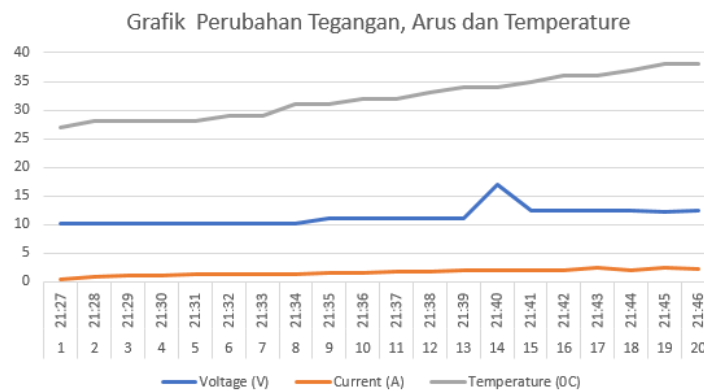
Gambar 6. Tegangan output dc to dc converter

Untuk pengujian dalam penelitian ini maka digunakan baterai 12v 7,2Ah sebagai sample, dan hasil pengujian dapat dilihat seperti opada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengisian Pada Baterai 12V, 7,2Ah

No	Waktu	Voltage (V)	Current (A)	Temperature (°C)
1	21:27	10,26	0,5	27
2	21:28	10,28	0,8	28
3	21:29	10,28	1,2	28
4	21:30	10,15	1,2	28
5	21:31	10,12	1,3	28
6	21:32	10,14	1,35	29
7	21:33	10,11	1,35	29
8	21:34	10,12	1,38	31

9	21:35	11,08	1,55	31
10	21:36	11,07	1,58	32
11	21:37	11,03	1,72	32
12	21:38	11,03	1,87	33
13	21:39	11,01	2,05	34
14	21:40	17,03	2,07	34
15	21:41	12,39	2,09	35
16	21:42	12,37	2,11	36
17	21:43	12,35	2,42	36
18	21:44	12,37	2,12	37
19	21:45	12,32	2,41	38
20	21:46	12,41	2,21	38



Simpulan

Dari hasil pengamatan dan analisis diatas maka dapatlah ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Rangkaian dc to dc converter untuk charging baterai kendaraan listrik telah berhasil dibuat dan bekerja sesuai dengan yang diharapkan.
2. Rangkaian ini dapat mencharge baterai dengan variasi tegangan dari 12 volt sampai 60 volt yang banyak digunakan pada kendaraan listrik.
3. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara arus pengisian dan waktu pengisian. Dimana semakin besar arus pengisian maka waktu pengisian akan semakin cepat pula
4. Temperatur baterai sewaktu di charge juga harus diperhatikan agar tidak terjadi over heat yang dapat merusak sel-sel baterai.

Daftar Pustaka

- [1] Suhendra, Irfan, Angga Rudinar, and Muhammad Ary Murti. "Perancangan Dan Impelementasi Sistem Pengisian Baterai Otomatis Pada Mobil Listrik Berbasis IoT." *eProceedings of Engineering* 6.2 (2019).
- [2] Kheraluwala, M. N., et al. "Performance characterization of a high-power dual active bridge DC-to-DC converter." *IEEE Transactions on industry applications* 28.6 (1992): 1294-1301.
- [3] Yilmaz, Murat, and Philip T. Krein. "Review of battery charger topologies, charging power levels, and infrastructure for plug-in electric and hybrid vehicles." *IEEE transactions on Power Electronics* 28.5 (2012): 2151-2169.
- [4] Sujitha, N., and S. Krithiga. "RES based EV battery charging system: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 75 (2017): 978-988.
- [5] Tashakor, Nima, Ebrahim Farjah, and Teymoor Ghanbari. "A bidirectional battery charger with modular integrated charge equalization circuit." *IEEE Transactions on Power Electronics* 32.3 (2016): 2133-2145.
- [6] Qu, Xiaohui, et al. "Hybrid IPT Topologies With Constant Current Or Constant Voltage Output For Battery Charging Applications." *IEEE Transactions on Power Electronics* 30.11 (2015): 6329-6337.
- [7] Tar, Bora, and Ayman Fayed. "An overview of the fundamentals of battery chargers." *2016 IEEE 59th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*. IEEE, 2016.
- [8] Chen, Bo-Yuan, and Yen-Shin Lai. "New digital-controlled technique for battery charger with constant current and voltage control without current feedback." *IEEE transactions on industrial electronics* 59.3 (2011): 1545-1553.
- [9] Wu, Hao, et al. "An Optimization Model For Electric Vehicle Battery Charging At A Battery Swapping Station." *IEEE Transactions on Vehicular Technology* 67.2 (2017): 881-895.
- [10] Tan, Kang Miao, Vigna K. Ramachandramurthy, and Jia Ying Yong. "Bidirectional Battery Charger For Electric Vehicle." *2014 IEEE Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT ASIA)*. IEEE, 2014.
- [11] Oh, Chang-Yeol, et al. "A High-Efficient Nonisolated Single-Stage On-Board Battery Charger For Electric Vehicles." *IEEE transactions on Power Electronics* 28.12 (2013): 5746-5757.
- [12] Callegaro, Leonardo, et al. "A simple smooth transition technique for the noninverting buck–boost converter." *IEEE Transactions on Power Electronics* 33.6 (2017): 4906-4915.
- [13] Veerachary, Mummadi, and Malay Ranjan Khuntia. "Design and analysis of two-switch-based enhanced gain buck–boost converters." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 69.4 (2021): 3577-3587.
- [14] Hamdani, Hamdani, et al. "Rancang Bangun Inverter Gelombang Sinus Termodifikasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Rumah Tinggal." *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*. Vol. 3. No. 1. 2020.
- [15] Tharo, Zuraidah, and M. Alfi Syahri. "Combination of solar and wind power to create cheap and eco-friendly energy." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 725. No. 1. IOP Publishing, 2020.

- [16] Irwanto, Muhammad, et al. "Photovoltaic powered DC-DC boost converter based on PID controller for battery charging system." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1432. No. 1. IOP Publishing, 2020.
- [17] Siagian, Parlin, and Fahreza Fahreza. "Rekayasa Penanggulangan Fluktuasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Vehicle To Grid (V2G)." *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*. Vol. 1. No. 1. 2020.
- [18] Lubis, Zulkarnain. "Metode Baru Merancang Sistem Mekanis Kincir Angin Pembangkit Listrik Tenaga Angin." *JET (Journal of Electrical Technology)* 3.3 (2018): 163-166.
- [19] Luo, Fang Lin, and Hong Ye. *Advanced DC/DC Converters*. CRC Press, 2016.
- [20] Banaei, Mohamad Reza, and Hossein Ajdar Faeghi Bonab. "A high efficiency nonisolated buck–boost converter based on ZETA converter." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 67.3 (2019): 1991-1998.