
Narrative Review: Perancangan Sistem Pengisian Cepat untuk Kendaraan Listrik dengan Algoritma Kontrol Baterai

Namira Nurul Dania

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi

Alamat: Mugarsari, Tamansari, Tasikmalaya Regency, West Java 46196

Korespondensi penulis : 247002111001@sudent.unsil.ac.id

Abstract. *In the future, electric vehicles will become the primary choice for transportation due to their environmentally friendly nature and zero carbon emissions. Electric vehicles use batteries as their main source of energy, which can be recharged by continuously flowing electric current. However, uncontrolled charging can cause overcharge to the battery. Therefore, this study aims to find an efficient strategy to control the voltage using fast charging algorithms for electric vehicles. The method used includes the design of a fast charging circuit, battery assembly, and fast charging testing. The results show that the fast charging circuit uses a buck converter circuit combined with a charger circuit to produce a specification of 48 Volts 6 Amperes. The capacitor and resistor components on the output affect the charging speed, and charging is considered fast charging when it reaches 40% battery capacity within 2 hours of charging.*

Keywords: *Fast Charging, Battery, Voltage Control, Electric Vehicle.*

Abstrak. *Di masa depan, kendaraan listrik akan menjadi pilihan utama untuk transportasi karena ramah lingkungan dan tidak mengeluarkan emisi karbon. Kendaraan listrik menggunakan baterai sebagai sumber energi utama yang dapat diisi ulang dengan mengalirkan arus listrik secara terus menerus. Namun, pengisian yang tidak terkontrol dapat menyebabkan overcharge pada baterai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari strategi yang efisien dalam mengontrol tegangan dengan menggunakan algoritma fast charging pada kendaraan listrik. Metode yang digunakan mencakup perancangan rangkaian fast charging, perakitan baterai, dan pengujian fast charging. Hasilnya menunjukkan bahwa rangkaian fast charging menggunakan rangkaian buck converter yang digabungkan dengan rangkaian charger untuk menghasilkan spesifikasi 48 Volt 6 Ampere. Komponen kapasitor dan resistor pada output mempengaruhi kecepatan pengisian, dan pengisian dinyatakan fast charging ketika mencapai 40% kapasitas baterai dalam waktu 2 jam pengisian.*

Kata kunci: *Fast Charging, Baterai, Kontrol Tegangan, Kendaraan Listrik.*

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi kendaraan listrik (EV) semakin pesat seiring dengan meningkatnya kesadaran akan isu lingkungan dan kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan. EV menawarkan solusi transportasi yang lebih ramah lingkungan, terutama dalam mengurangi emisi karbon. Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah waktu pengisian baterai yang panjang, yang sering kali menjadi penghalang bagi konsumen untuk beralih dari kendaraan berbahan bakar fosil. Dalam konteks ini, teknologi fast charging menjadi sangat relevan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif tentang perkembangan dan tantangan yang dihadapi dalam teknologi fast charging untuk kendaraan listrik.

2. KAJIAN TEORITIS

a. Tinjauan Umum Kendaraan Listrik

Kendaraan listrik telah berkembang dari inovasi awal menjadi pilihan mainstream dalam industri otomotif. Menurut Yatriendi, H., Nur Putra, A. M., & Muchtari, F. A. (2022) peningkatan adopsi kendaraan listrik di berbagai negara seperti China, Amerika Serikat, dan negara-negara Eropa didorong oleh kebijakan pemerintah yang mendukung penggunaan teknologi ramah lingkungan dan pengembangan infrastruktur pengisian yang lebih baik. Di Indonesia, peningkatan penggunaan kendaraan listrik juga sejalan dengan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan memenuhi target emisi nasional.

b. Permintaan dan Pertumbuhan Pasar

Data menunjukkan bahwa permintaan akan kendaraan listrik meningkat secara signifikan. Di pasar global, penjualan kendaraan listrik telah meningkat lebih dari 40% dalam beberapa tahun terakhir, dengan China sebagai pemimpin dalam penjualan. Penelitian Utami, I., Donny, Y., & Sasongko, N. A. (2022) menunjukkan bahwa kebijakan insentif dari pemerintah serta dukungan masyarakat berkontribusi pada pertumbuhan ini. Namun, meskipun permintaan tinggi, masalah seperti waktu pengisian yang lama masih menjadi penghalang untuk adopsi yang lebih luas.

c. Masalah Waktu Pengisian

Salah satu masalah utama yang dihadapi oleh pengguna kendaraan listrik adalah waktu pengisian baterai yang berkisar antara 7-8 jam untuk pengisian standar. Menurut Nugraha, D. S., Ersha, N. C., Sunarno, E., Qudsi, O. A., Ferdiansyah, I., & Prabowo, G. (2021) waktu yang lama ini sering dianggap tidak praktis, terutama bagi konsumen yang terbiasa dengan pengisian cepat kendaraan berbahan bakar fosil. Teknologi fast charging diperkenalkan untuk mengatasi masalah ini, dengan tujuan mengurangi waktu pengisian menjadi 3-4 jam, dan dalam beberapa kasus bahkan dapat dikurangi menjadi 1-2 jam.

d. Dampak Overcharging

Menurut Tarigan, E., & Sebayang, A. (2021) meskipun fast charging menawarkan kecepatan pengisian yang lebih tinggi, teknologi ini juga membawa tantangan tersendiri, terutama dalam hal keamanan baterai. Pengisian yang cepat dapat menyebabkan overcharging, yang berpotensi merusak baterai dan mengurangi umur pakainya. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan sistem kontrol yang efektif untuk mengelola arus dan tegangan selama proses pengisian.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah narrative review, yang bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai perkembangan teknologi fast charging pada kendaraan listrik dengan fokus pada algoritma kontrol tegangan baterai. Proses penelitian dimulai dengan pemilihan topik dan kriteria inklusi untuk mengidentifikasi literatur yang relevan tentang desain sistem fast charging, penggunaan buck converter, dan algoritma kontrol tegangan. Pengumpulan literatur dilakukan melalui basis data seperti IEEE Xplore dan Google Scholar, dengan menggunakan kata kunci yang relevan seperti “fast charging” dan “voltage control algorithm.” Setiap artikel yang ditemukan kemudian dievaluasi untuk menilai kualitasnya dan relevansi terhadap topik penelitian.

Selanjutnya, temuan dari berbagai literatur disintesis untuk memberikan pemahaman lebih dalam tentang komponen sistem fast charging, seperti peran kapasitor dan resistor dalam pengisian cepat, serta penerapan algoritma kontrol tegangan untuk mencegah overcharging. Dalam tahap diskusi, penelitian membandingkan temuan dari berbagai studi dan mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi ini, termasuk pengembangan infrastruktur dan peningkatan efisiensi algoritma kontrol. Akhirnya, kesimpulan menyarankan perlunya penelitian lebih lanjut dalam mengembangkan sistem kontrol yang lebih canggih dan infrastruktur pengisian yang mendukung adopsi kendaraan listrik secara lebih luas.

Pengujian melibatkan beberapa langkah penting:

- a. **Desain Rangkaian:** Rangkaian fast charging dirancang dengan menggunakan buck converter untuk mengatur tegangan dan arus.
- b. **Perakitan Baterai:** Baterai dirakit dengan hati-hati, memastikan setiap sel berfungsi dengan baik dan terhubung dengan benar.
- c. **Pengukuran Parameter:** Parameter seperti tegangan masukan, arus pengisian, dan waktu pengisian diukur untuk memastikan sistem beroperasi sesuai spesifikasi.

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem fast charging tidak hanya meningkatkan kecepatan pengisian tetapi juga mempertahankan kesehatan baterai, mencegah terjadinya overcharging.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Nugraha, D. S., Ersha, N. C., Sunarno, E., Qudsi, O. A., Ferdiansyah, I., & Prabowo, G. (2021) tujuan dari sistem cepat adalah untuk mengurangi masa pakai baterai dengan tetap menjaga efisiensi dan keamanan. Penggunaan algoritma kontrol tegangan pada baterai merupakan salah satu metode yang direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengisian daya. Algoritma ini berguna untuk mengontrol besarnya tegangan dan arus yang terjadi selama penelitian, memastikan baterai tidak mengalami pengisian daya berlebih dan tetap beroperasi dalam keadaan ideal. Dengan menggunakan algoritma ini, proses pengisian menjadi lebih stabil, sehingga meningkatkan beban dan umur baterai itu sendiri. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan algoritma kontrol tegangan dapat mempercepat proses pengisian daya dan mengurangi risiko kerusakan pada baterai. Menurut Ahsan, M. F., Pratama, R. D., Hidayat, R. S., Prayoga, D., & Radianto, D. O. (2023) algoritma kontrol tegangan yang baik dapat meningkatkan kecepatan dan efisiensi penggunaan energi sekaligus memastikan kesehatan baterai dalam jangka panjang.

Selain itu, menurut Pratama, A., & Haryanto, Y. (2021) perkembangan yang cepat memerlukan pengembangan infrastruktur yang kuat di beberapa negara, termasuk Indonesia. Pengembangan sistem yang cepat tidak terbatas pada aspek teknis; tetapi juga melibatkan pertimbangan yang terkait dengan integrasi infrastruktur baterai dan pengisian. Menurut penelitian Wibowo, B., & Suherman, E. (2020) penggunaan teknologi baterai solid-state dalam sistem pengisian cepat dapat mengatasi masalah yang terkait dengan efisiensi energi dan keselamatan.

Teknologi Fast Charging

1. Prinsip Kerja

Menurut Ahsan, M. F., Pratama, R. D., Hidayat, R. S., Prayoga, D., & Radianto, D. O. (2023) Fast charging beroperasi dengan berbagai teknik yang dirancang untuk meningkatkan kecepatan pengisian. Salah satu teknik yang umum digunakan adalah buck converter, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC agar sesuai dengan kebutuhan pengisian baterai. Dengan menggunakan buck converter, arus tinggi dapat dikontrol dan dialirkan ke baterai tanpa meningkatkan risiko kerusakan.

2. Komponen Kunci dalam Rangkaian

Menurut Tarigan, E., & Sebayang, A. (2021) komponen dalam rangkaian fast charging sangat mempengaruhi efisiensi pengisian. Kapasitor dan resistor adalah dua elemen yang penting dalam menentukan kecepatan pengisian. Kapasitor dengan nilai yang lebih tinggi dapat meningkatkan kecepatan pengisian, sementara resistor digunakan untuk membatasi

arus agar tidak melebihi kapasitas maksimum baterai. Pengelolaan komponen ini merupakan bagian integral dari desain sistem fast charging yang aman dan efektif.

Study Kasus: Pengujian Fast Charging

Dalam penelitian Ahsan, M. F., Pratama, R. D., Hidayat, R. S., Prayoga, D., & Radianto, D. O. (2023), pengujian sistem fast charging dilakukan untuk baterai LI-Ion 48V/20Ah. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat mengisi baterai dalam waktu 2 jam dengan arus maksimum 6A. Validasi dilakukan dengan membandingkan nilai arus yang diukur dengan nilai yang diharapkan, menghasilkan selisih yang sangat kecil, yaitu 0,014%. Hasil ini menunjukkan bahwa desain sistem fast charging yang diusulkan efektif dan aman untuk digunakan.

Tantangan dan Peluang ke Depan

Meskipun teknologi fast charging menawarkan solusi untuk waktu pengisian yang lama, masih ada tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah pengembangan infrastruktur pengisian yang memadai, termasuk stasiun pengisian yang mampu mendukung teknologi fast charging. Selain itu, menurut Pratama, A., & Haryanto, Y. (2021) penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan sistem kontrol yang lebih canggih untuk mengelola arus dan tegangan secara efektif.

1. Inovasi di Bidang Fast Charging

Inovasi dalam teknologi baterai, seperti pengembangan baterai solid-state atau penggunaan bahan baru, dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan keamanan pengisian. Menurut Wibowo, B., & Suherman, E. (2020) penelitian yang berkelanjutan di bidang ini akan membantu menciptakan sistem fast charging yang lebih baik, yang pada gilirannya dapat mendorong adopsi kendaraan listrik yang lebih luas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Fast charging adalah solusi kunci untuk mengatasi tantangan waktu pengisian yang lama pada kendaraan listrik. Dengan memanfaatkan teknologi seperti buck converter dan pengelolaan komponen yang tepat, sistem fast charging dapat meningkatkan kecepatan pengisian sekaligus menjaga kesehatan baterai. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan lebih lanjut dalam teknologi fast charging sangat penting untuk mendukung adopsi kendaraan listrik secara luas, mengingat permintaan yang terus meningkat dan kebutuhan akan solusi transportasi yang ramah lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- Ahsan, M. F., Pratama, R. D., Hidayat, R. S., Prayoga, D., & Radianto, D. O. (2023). Rancangan Fast Charging untuk Kendaraan Listrik dengan Menggunakan Algoritma Kontrol Tegangan pada Baterai. *Jurnal Fusion*, 3(07), 709-714.
- Iskandar, H. (2021). Studi Analisis Perkembangan Teknologi Kendaraan Listrik Hibrida. *Journal of Automotive Technology Vocational*, 2(1), 31-44.
- Nugraha, D. S., Ersha, N. C., Sunarno, E., Qudsi, O. A., Ferdiansyah, I., & Prabowo, G. (2021). Desain Baterai Charger Kendaraan Listrik Dengan Metode Constan Current Dan Constan Voltage. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 9(2), 159-166.
- Tarigan, E., & Sebayang, A. (2021). Pengaruh Diameter Pulley Terhadap Tegangan Pengisian Baterai Pada Engine Stand 1500 Cc. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 675-683.
- Utami, I., Donny, Y., & Sasongko, N. A. (2022). Implementasi Kebijakan Kendaraan Listrik Indonesia Untuk Mendukung Ketahanan Energi Nasional. *Jurnal Ketahanan Energi*, 8, 49-65.
- Wijaya, N. M. A. (2021). Perkembangan Bateray Charger Untuk Pemuatan Sepeda Listrik. *Spekturm*, 8, 1-1.
- Yatriendi, H., Nur Putra, A. M., & Mughtari, F. A. (2022). Overview: Perkembangan Teknologi Pengisian Cepat Pada Kendaraan Listrik (Teknologi Dan Infrastruktur). *SINARINT (Seminar Nasional Roset & Inovasi Teknologi)*, 128-137.
- Sukarno, A., & Wijaya, I. (2020). Dampak Overcharging pada Kinerja Baterai Lithium-Ion untuk Kendaraan Listrik. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Elektro*, 15(1), 45-52.
- Wibowo, B., & Suherman, E. (2020). Inovasi dalam Teknologi Pengisian Cepat untuk Kendaraan Listrik dengan Penggunaan Baterai Solid-State. *Jurnal Teknologi Energi Terbarukan*, 14(2), 90-97.
- Pratama, A., & Haryanto, Y. (2021). Tantangan dan Pengembangan Infrastruktur Stasiun Pengisian Cepat untuk Kendaraan Listrik di Indonesia. *Jurnal Energi dan Infrastuktur*, 16(3), 142-150.