

Rancang Bangun Pengisi Baterai Portabel Berbasis Mikrokontroler Arduino

Andhika Giyantara^{1*}, Muhammad Syarif¹, Amalia Rizqi Utami²

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

Email: ^{1*}dhika@lecturer.itk.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak – Perkembangan teknologi otomotif, terutama pada kendaraan listrik, semakin pesat. Kendaraan listrik memanfaatkan baterai sebagai sumber tenaga utama, menjadikan baterai komponen yang sangat vital. Baterai berfungsi menyimpan energi, namun dapat mengalami pengosongan daya (discharge) jika digunakan tanpa pengisian ulang. Oleh karena itu, sistem pengisian baterai diperlukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya discharge. Salah satu metode pengisian yang dapat diterapkan adalah constant voltage, di mana tegangan dijaga tetap konstan dari awal hingga akhir proses pengisian. Untuk menjaga tegangan tetap konstan, digunakan rangkaian rectifier dan buck converter. Rangkaian rectifier berfungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC), sementara buck converter menurunkan tegangan searah (DC) dan mempertahankannya konstan dengan kontrol untuk mengatur penyaklaran pada MOSFET. Pada penelitian ini, sistem dirancang dengan input tegangan 220 V yang menghasilkan output konstan sebesar 12 V. Pengendalian dengan menggunakan PID memungkinkan pengaturan duty cycle untuk menurunkan tegangan searah (DC). Dalam uji coba hardware dengan menggunakan beban baterai VRLA, hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah pengisian selama 25 menit, tegangan baterai meningkat dari 11,49 V menjadi 11,65 V.

Kata Kunci: Baterai, Rangkaian, VRLA, Pengisian, Tegangan Konstan

Abstract – The development of automotive technology, especially in electric vehicles, is accelerating. Electric vehicles utilize batteries as the main power source, making batteries a very vital component. Batteries function to store energy, but can experience a discharge if used without recharging. Therefore, a battery charging system is needed to reduce the possibility of discharge. One charging method that can be applied is constant voltage, where the voltage is kept constant from the beginning to the end of the charging process. To keep the voltage constant, a rectifier circuit and buck converter are used. The rectifier circuit functions to convert alternating voltage (AC) into direct voltage (DC), while the buck converter reduces the direct voltage (DC) and maintains it constant with control to regulate the switching on the MOSFET. In this research, the system is designed with an input voltage of 220 V which produces a constant output of 12 V. Control using PID allows duty cycle settings to reduce the direct voltage (DC). In a hardware test using a VRLA battery load, the test results showed that after charging for 25 minutes, the battery voltage increased from 11.49 V to 11.65 V.

Keywords: Battery, Circuit, VRLA, Charging, Constant Voltage

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di sektor otomotif, khususnya kendaraan listrik, semakin pesat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan kendaraan listrik dalam menawarkan solusi yang lebih efisien untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil serta emisi gas rumah kaca (Sandhya Lavety, 2020). Kendaraan listrik mengandalkan baterai sebagai sumber energi penggerakannya, dan baterai menjadi komponen krusial dalam menyimpan energi listrik. Penggunaan baterai dalam jangka panjang memerlukan baterai yang memiliki kapasitas energi tinggi, dapat diisi ulang dalam waktu singkat, serta memiliki umur pemakaian yang panjang. Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) dan Lithium Ion adalah tipe baterai yang umum digunakan untuk menyimpan energi dari sumber energi terbarukan. Keunggulan baterai VRLA adalah tidak memerlukan perawatan rutin dan memiliki masa pakai yang lebih lama, sehingga lebih ekonomis (Febrianto, 2019). Sementara itu, baterai lithium ion memiliki keunggulan dalam kapasitas pengisian, ukuran, dan berat dibandingkan dengan jenis baterai isi ulang lainnya. Salah satu tantangan dalam penelitian baterai lithium ion adalah pengisian baterai, terutama dalam teknik pengisian yang dapat mengoptimalkan kapasitas baterai (N. Majid, 2016). Baterai berfungsi menyimpan energi, namun dapat mengalami discharge jika digunakan terus menerus tanpa pengisian ulang. Oleh karena itu, sistem pengisian baterai sangat diperlukan untuk meminimalkan terjadinya discharge. Terdapat beberapa metode pengisian baterai yang umum

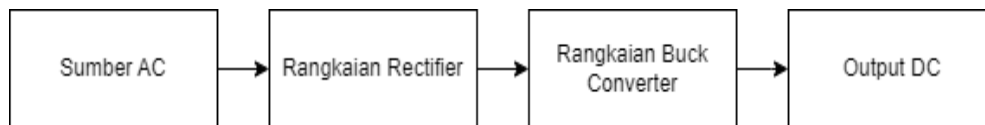
diterapkan, seperti metode constant current (CC), constant voltage (CV), constant current-constant voltage (CC-CV), pulse charging, dan reflex charging (Andhika Giyantara, 2019).

Penelitian yang telah dilakukan membandingkan metode temperature regulated pulse charging (TRPC) dan temperature regulated reflex charging (TRRC) dengan metode constant current-constant voltage (CC-CV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode TRPC dapat mengurangi waktu pengisian hingga 60% dibandingkan dengan pengisian normal yang memakan waktu 10 jam, sekaligus meningkatkan umur dan kesehatan baterai (Sandhya Lavety, 2020). Penelitian lain membandingkan metode constant temperature-constant voltage (CT-CV) dengan metode constant current-constant voltage (CC-CV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CT-CV dapat mengisi sel secara penuh dalam waktu 40 menit dengan kenaikan suhu sebesar 36 derajat C, sedangkan metode CC-CV memerlukan waktu 50 menit dengan kenaikan suhu mencapai 41 derajat C (Ayesha Kaleem, 2021). Penelitian lainnya menemukan bahwa metode CT-CV mengurangi waktu pengisian sebesar 24,33% sambil mempertahankan kenaikan suhu baterai yang sama dengan metode CC-CV, sekaligus meningkatkan umur baterai (Sidiq, 2015). Waktu pengisian baterai Li-Ion 4.2V menggunakan metode CC-CV adalah 60,44 menit, sedangkan dengan metode CT-CV menjadi 45,73 menit (Divya Saroopuria, 2019). Penelitian lainnya menggunakan metode constant current-constant voltage (CC-CV) dengan kontrol PI, di mana arus dijaga konstan pada awal pengisian dan dilanjutkan dengan tegangan konstan pada kondisi tertentu. Charger ini menggunakan rangkaian buck converter dengan kontrol PI yang menghasilkan arus konstan sebesar 4,2 A dan tegangan konstan sebesar 14 V (Wasith Dany Mufty, 2020).

2. METODE

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan rangkaian charging baterai dilakukan sesuai dengan diagram blok gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Charging Baterai

Setelah dilakukan perancangan charging baterai maka akan dilakukan pengujian dengan simulasi. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Matlab. Adapun proses simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Simulasi Rangkaian Rectifier

Pengujian dengan simulasi rangkaian rectifier dilakukan untuk mendapatkan tegangan keluaran yang direncanakan sebesar 24 V dengan tegangan masukan sebesar 220 V.

2. Simulasi Rangkaian Buck Converter

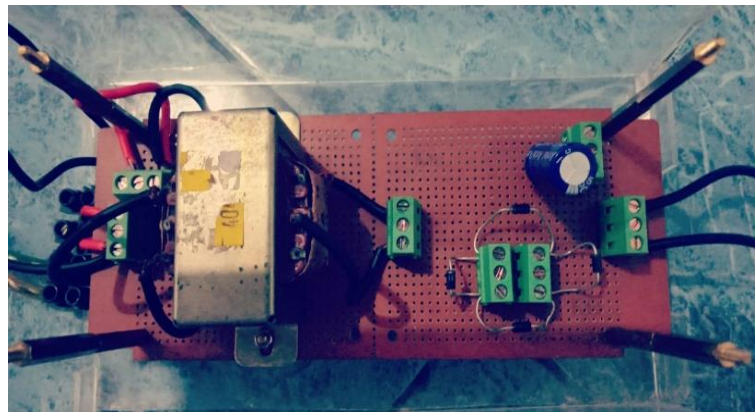
Pengujian dengan simulasi rangkaian buck converter dilakukan dengan memberikan variasi tegangan masukan pada rangkaian buck converter. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan tegangan keluaran dari rangkaian buck converter adalah sebesar 12 V apabila tegangan masukan yang diberikan tidak stabil.

3. Simulasi Rangkaian Rectifier-Buck Converter

Pengujian ini dilakukan agar memastikan sistem yang sudah direncanakan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Pada pengujian ini rangkaian disimulasikan tanpa diberikan beban baterai. Rangkaian rectifier akan menurunkan dan mengubah tegangan masukan 220 V AC menjadi 24 V DC. Rangkaian buck converter akan menurunkan tegangan DC to DC yaitu dari 24 V menjadi 12 V.

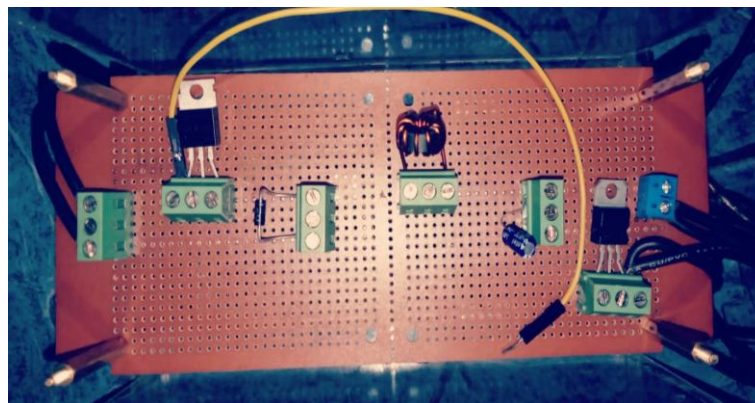
2.2. Perancangan Hardware

Dalam melakukan perancangan hardware dilakukan dengan melakukan instalasi komponen yang disesuaikan dengan rangkaian yang dibutuhkan. Pada penelitian ini digunakan beberapa komponen yaitu trafo stepdown untuk menurunkan tegangan, dioda untuk membalik tegangan AC ke tegangan DC, dan kapasitor sebagai filter pada rangkaian. Tujuan dari rangkaian ini digunakan untuk menyearahkan tegangan dari sumber tegangan 220 VAC.



Gambar 2. Rangkaian Penyearah

Perancangan rangkaian konversi penurun DC-DC atau dapat dikatakan sebagai *Buck converter* yang digunakan sebagai rangkaian yang berfungsi menurunkan tegangan searah (DC) dari 24 V menjadi 12 V.



Gambar 3. Rangkaian Hardware Konversi DC-DC

Dari rangkaian yang telah disusun maka sistem dapat dibentuk sesuai dengan skema perencanaan pada Gambar 1. Hardware sistem dibentuk dengan menghubungkan bagian masukan rangkaian penyearah dengan sumber 220 VAC. Sedangkan bagian keluaran dari rangkaian penyearah dihubungkan dengan bagian masukan dari rangkaian DC-DC. Tujuannya adalah agar nilai tegangan keluaran penyearah dapat disesuaikan nilai tegangan DC agar sesuai dengan nilai tegangan masukan baterai. Hasil keluaran rangkaian DC-DC yang selanjutnya dihubungkan dengan baterai. Baterai yang digunakan sebagai beban yaitu baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) yang memiliki spesifikasi seperti yang dituliskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Baterai VRLA

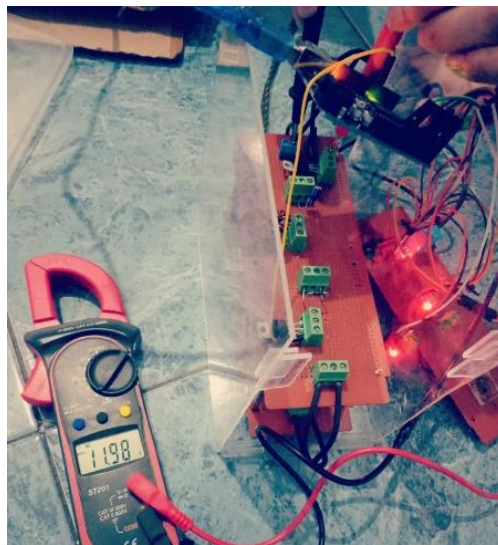
Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Nominal	12 V
Kapasitas Arus Nominal	5 Ah
Tahanan Dalam	17 mΩ
Arus Pengisian Maksimal	1,5 A

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama yang dilakukan dengan menggabungkan semua rangkaian yaitu rangkaian penyearah dan konversi DC-DC. Pada pengujian ini rangkaian diberikan tegangan masukan sebesar 221,2 V. Nilai error didapatkan dengan membandingkan tegangan keluaran dengan tegangan yang diharapkan yaitu sebesar 12 V. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Hardware Rangkaian Pengisian Bateri

$V_{in}(V)$	$V_{out}(V)$	Error (%)
221,2	11,98	0,1667

**Gambar 4.** Pengujian Rangkaian Penyearah dan Konversi DC-DC

Setelah dilakukan pengujian pertama maka dapat dilakukan pengujian dengan menghubungkan rangkaian pengisian dengan baterai sebagai beban. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan baterai VRLA memiliki yang tegangan awal 5,6 V. Pengujian ini dilakukan selama 45 menit dengan pengamatan dilakukan setiap 5 menit perubahannya. Pada pengujian baterai VRLA didapatkan tegangan pada baterai setelah dilakukan proses pengisian selama 45 menit yaitu sebesar 11,72 V, yang diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Nilai Tegangan Baterai

No	Waktu (menit)	Tegangan Awal (V)	Tegangan Akhir (V)
1	5	5,6	7,84
2	10	7,84	8,38
3	15	8,38	9,05
4	20	9,05	9,43
5	25	9,43	9,76
6	30	9,76	10,13
7	35	10,13	10,68
8	40	10,68	11,19
9	45	11,19	11,72

Pada pengujian hardware rangkaian rangkaian penyearah dan konversi DC-DC dengan beban baterai didapatkan bahwa pengisian baterai VRLA memiliki durasi yang tidak terlalu lama. Jika dari spesifikasi baterai yang ada diketahui kapasitas baterai 5Ah dengan arus maksimal 1,5A maka untuk pengisian diperlukan waktu sekitar 4 jam untuk baterai kosong. Sedangkan dari pengujian yang dilakukan kondisi baterai 40% dari kapasitas maksimal yang seharusnya membutuhkan waktu sekitar 2 jam. Tetapi dari pengujian pengisi baterai yang diteliti, waktu pengisian yang dibutuhkan yaitu 45 menit untuk mencapai nilai tegangan 11,72 V.

Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan 2 hal, yaitu desain kimia pada baterai dan kapasitas yang ada pada baterai. Pada desain kimia baterai VRLA menggunakan elektrolit berbasis asam sulfur, sementara baterai Li-Ion menggunakan elektrolit berbasis garam lithium. Elektrolit dalam baterai VRLA memiliki konduktivitas yang lebih tinggi dibandingkan elektrolit dalam baterai Li-Ion. Karena itu, baterai VRLA dapat mengalirkan arus pengisian dengan kecepatan yang lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

Pada perancangan charger baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) dapat menggunakan 2 buah rangkaian, yaitu rangkaian penyearah dan rangkaian konversi DC-DC. Tegangan dari listrik rumahan merupakan sumber tegangan bolak-balik (AC) sebesar 220 V yang dihubungkan dengan rangkaian penyearah dimana sebelumnya dihubungkan dengan trafo step down. Rangkaian konversi akan menurunkan tegangan searah (DC) dari 24 V menjadi 12 V. Pengaruh pengisian dengan menggunakan metode pengisian constant voltage (CV) pada baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) didapatkan lebih cepat dari perhitungan waktu pengisian yang ada yaitu selama 45 menit dengan nilai tegangan akhir dari baterai 11,72 VDC yang mendekati kapasitas maksimal dari baterai.

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem penyaklaran yang dapat digunakan untuk membantu sistem rangkaian konversi DC-DC. Hal ini diperlukan untuk meningkatkan waktu pengisian dari baterai.

REFERENCES

- Andhika Giyantara, M. V. (2019). Analisis Rangkaian Full Wave Rectifier dengan Filter Kapasitor, Pembagi Tegangan, Buffer dan Penguat Differensial pada Sensor Arus. *SPECTA Journal of Technology*, 2-3.
- Ayesha Kaleem, I. U. (2021). Feedback PID Controller-Based Closed-Loop Fast Charging of Lithium-Ion Batteries Using Constant-Temperature-Constant-Voltage Method. *Electronics*.
- Divya Saroopuria, M. P. (2019). Application Constant Temperature Charging Technique for Charging Time Reduction of Lithium Ion Battery. *International Journal Of Innovative Research In Technology*.

- Febrianto, A. S. (2019). Research Article: Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya: Studi kasus di Kota Pangkalpinang. *Jurnal Presipitasi*, 16, 33-39.
- N. Majid, S. H. (2016). Analysis of effective pulse current charging method for lithium ion battery. *Journal of Physics: Conference Series*, 755.
- Sandhya Lavety, R. K. (2020). Evaluation of Charging Strategies for Valve Regulated Lead-Acid Battery. *IEEE Access*, 1.
- Sidiq, R. K. (2015). Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 10, 2.
- Wasith Dany Mufty, D. O. (2020). Baterai Charger VRLA Dengan Metode Constant Current Constant Voltage Berbasis Kontrol Pi. *ISAS Publishing*, 6.