Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)
Volume 4 Nomor 2 Agustus 2022 ‖ Hal. 179-184
ISSN : 2685-1814 (*Print*)
ISSN : 2685-7677 (*Online*)

Perancangan *Accumulator Charger* Dengan Fitur Pengawasan Status Pengisian Menggunakan Mikrokontroler

Muhammad Edy Hidayat[1], Dimas Nur Prakoso[2]

[1]Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa
[2]Teknik Listrik, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun
E-mail: edyhidayat@politeknikbosowa.ac.id

Naskah Masuk: 25 Juni 2022; Diterima: 01 Agustus 2022; Terbit: 18 Agustus 2022

ABSTRAK

Abstrak – Kebutuhan masyarakat akan energi listrik terus meningkat setiap saat, hal tersebut juga turut didukung dengan semakin meningkatnya mobilitas masyarakat dengan menggunakan peralatan yang berbasis energi listrik. *Accumulator* merupakan salah satu piranti penyimpan energi listrik portable yang sangat umum digunakan oleh masyarakat, *accumulator* yang hanya bersifat sebagai penyimpan energi listrik sementara perlu untuk diisi ulang secara aman untuk mempertahankan efisiensi dan meningkatkan umur pakai *accumulator*. Penelitian di dalam jurnal ini mengajukan rancangan *accumulator charger* yang memiliki fitur pengawasan status pengisian sehingga mampu mencegah terjadinya kondisi *over charging* yang dapat merusak dan mengurangi umur pakai *accumulator*. Rancangan *accumulator charger* di dalam penelitian ini mampu untuk mengisi energi listrik dari sebuah *accumulator* pada kondisi kosong hingga terisi penuh dalam waktu 10 jam dengan efektivitas sistem proteksi sebesar 98%.

Kata kunci: Akumulator, Pengisian Akumulator, Sistem Proteksi, Kelebihan Pengisian.

ABSTRACT

Abstract - The community's need for electrical energy continues to increase all the time, this is also supported by the increasing mobility of the community by using electrical energy-based equipment. The accumulator is one of the portable electrical energy storage devices that is very commonly used by the community, the accumulator is only a temporary electrical energy storage device that needs to be recharged safely to maintain efficiency and increase the life of the accumulator. Research in this journal proposes an accumulator charger design that has a charging status monitoring feature so as to prevent overcharging conditions that can damage and reduce the life of the accumulator. The design of the accumulator charger in this study is able to charge electrical energy from an accumulator in an empty condition to fully charged within 10 hours with a protection system effectiveness of 98%.

Keywords: Accumulator, Accumulator Charger, Protection System, Over Charging.

Copyright © 2022 Universitas Muhammadiyah Jember.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik terus meningkat setiap saat, baik itu energi listrik di dalam suatu instalasi permanen maupun energi listrik di dalam suatu instalasi portabel [1]. Jika berbicara tentang energi listrik pada suatu instalasi portabel maka akan perlu digunakan suatu media penyimpanan energi listrik yang dapat menjadi sumber energi listrik pada suatu instalasi portabel, *accumulator* merupakan salah satu piranti penyimpanan energi listrik yang umum digunakan oleh masyarakat [2].

Accumulator sebagai sebuah piranti penyimpan energi listrik yang bersifat sementara perlu untuk diisi kapasitas energi listriknya agar selalu berada pada kondisi siap pakai dan tersedia apabila diperlukan, maka dari itu perlu untuk dirancang suatu rangkaian *charger* yang aman dan efisien sehingga dapat digunakan untuk mengisi energi listrik pada *accumulator.*

Suatu rangkaian *accumulator charger* yang baik diharapkan agar memiliki nilai tegangan dan arus keluaran yang stabil meskipun nilai tegangan dan arus masukan yang digunakan bervariasi, selain itu juga haruslah memiliki fitur keamanan berupa sistem proteksi yang dapat mencegah kerusakan *accumulator* maupun rangkaian *charger* yang digunakan akibat dari kondisi *over charging* yang dapat terjadi sewaktu-waktu akibat proses pengisian *accumulator* yang relatif cukup lama dan tidak dapat untuk diawasi secara terus menerus oleh pengguna [3].

ISSN : 2685-1814 (*Print*)
ISSN : 2685-7677 (*Online*)

Penelitian ini mengajukan suatu rancangan *accumulator charger* yang dapat menghasilkan tegangan dan arus yang konstan untuk digunakan pada proses pengisian energi listrik dari sebuah *accumulator* dengan rangkaian yang diajukan memiliki fitur keamanan berupa sistem proteksi yang akan secara otomatis memutus proses pengisian energi listrik bila *accumulator* telah terisi penuh.

2. KAJIAN PUSTAKA

Secara garis besar, penelitian ini mengajukan desain rangkaian *charger accumulator* dengan metode CC – CV (*constant current – constant voltage* atau arus tetap dan tegangan tetap) yang bekerja dengan melakukan pengisian *accumulator* menggunakan rangkaian *charger* yang mengeluarkan tegangan dan arus yang nilainya tetap [4].

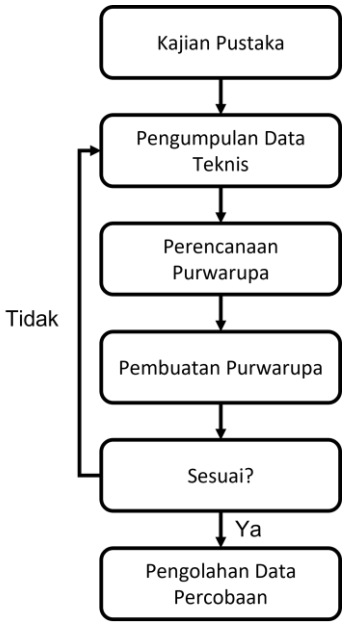
Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan rangkaian *buck converter* untuk menurunkan nilai tegangan keluaran dari rangkaian *charger* agar berada pada kisaran nilai tegangan 15 Volt dari nilai tegangan masukan yang bervariasi [5][6][7]. Rangkaian *buck converter* memiliki beberapa parameter kendali di dalamnya (frekuensi dan lebar pulsa PWM) yang perlu untuk dikondisikan agar selaras dengan nilai serta tipe MOSFET yang digunakan, tidak selarasnya parameter pengatur MOSFET terhadap tipe MOSFET yang digunakan akan memicu munculnya riak pada tegangan keluaran *buck converter* [8] yang mengakibatkan arus dan tegangan yang dihasilkan tidak berada pada kondisi searah yang murni.

Metode lain yang dapat digunakan untuk meregulasi tegangan agar dapat berada pada kondisi yang stabil pada nilai 15 Volt adalah dengan menggunakan regulator tegangan dalam bentuk rangkaian terintegrasi dengan kode 7815 [9]. Penggunaan regulator tegangan dalam bentuk rangkaian terintegrasi dengan kode 7815 tidak memerlukan parameter kendali di dalam penggunannya, hanya saja nilai arus yang dihasilkan pada tegangan hasil regulasi berada pada nilai yang relatif kecil (0.8 A – 1 A) sedangkan suatu rangkaian *accumulator charger* memerlukan arus yang cukup kuat pada sisi keluarannya.

Sebagai solusi dari permasalahan nilai arus keluaran yang relatif kecil diperlukan suatu penguat arus yang mampu menguatkan arus pada suatu rangkaian regulator [10]. Rangkaian penguat arus menggunakan transistor merupakan salah satu rangkaian penguat arus yang relatif mudah untuk dirancang dan dibangun [11], untuk memaksimalkan efisiensi penguatan arus menggunakan transistor maka lebih baik bila proses penguatan arus dilakukan secara bertingkat sedikit demi sedikit (*cascade*) dan tidak langsung dalam satu kali penguatan menuju nilai arus yang diharapkan [12].

3. METODE PENELITIAN

Secara garis besar terdapat lima tahapan utama di dalam metode penelitian yang diterapkan: (1) kajian pustaka; (2) pengumpulan data teknis ; (3) perencanaan purwarupa ; (4) pembuatan purwarupa ; dan (5) pengolahan data hasil percobaan. Kelima tahapan tersebut saling terkait satu sama lain dan saling mendukung di dalam proses pembahasan dan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dikerjakan. Alur dari kelima tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian

ISSN : 2685-1814 (*Print*)
ISSN : 2685-7677 (*Online*)

Tahap kajian pustaka atau studi literatur, melakukan proses pengumpulan informasi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, baik itu penelitian yang sejenis maupun yang tidak sejenis dengan penelitian ini namun tetap mendukung teoritis dari penelitian yang sedang dikembangkan.

Tahap pengumpulan data teknis, melakukan observasi serta pengidentifikasian yang terkait dengan spesifikasi alat dan bahan yang digunakan di dalam penelitian ini. Hal yang terkait dengan perbandingan masing-masing komponen yang ekuivalen juga dilakukan pada tahapan ini agar purwarupa yang dibangun mampu memperoleh efisiensi ekonomis yang maksimal.

Tahap perencanaan purwarupa, melakukan proses desain dan simulasi dari purwarupa yang akan dibuat. Pekerjaan inti di dalam tahapan ini adalah membuat desain rangkaian dan sistem serta simulasinya yang dilakukan secara terus menerus hingga akhirnya diperoleh desain rangkaian dan sistem yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

Tahap pembuatan purwarupa, melakukan proses perealisasian desain rangkaian dan sistem yang telah dibuat sebelumnya untuk menjadi sebuah produk purwarupa yang merupakan usulan utama di dalam penelitian ini. Tahapan pembuatan purwarupa, secara garis besar mengkombinasikan hasil dari tahapan pengumpulan data teknis dan tahapan perencanaan purwarupa, sehingga bila terjadi ketidaksesuaian pada tahapan pembuatan purwarupa maka tahapan penelitian akan kembali lagi ke tahapan pengumpulan data teknis.

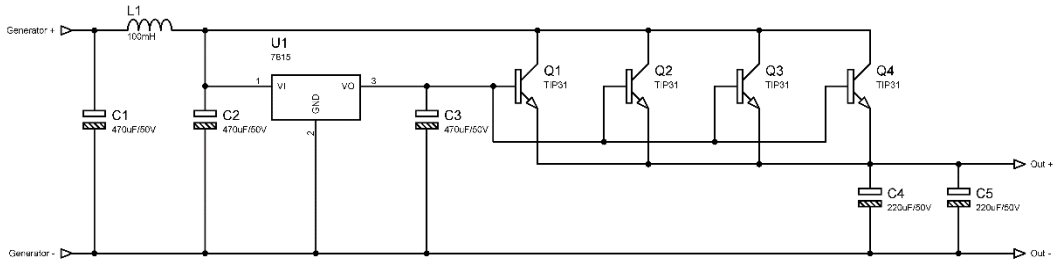
Tahap pengolahan data hasil percobaan, melakukan proses pengolahan dari data hasil percobaan yang telah diperoleh dengan menggunakan purwarupa yang telah berhasil dibangun sebelumnya. Data hasil pengolahan tersebut yang akan digunakan di dalam proses penarikan kesimpulan dari hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang dibahas pada jurnal ini meliputi: (1) desain rangkaian *accumulator charger*; (2) hasil pengujian rangkaian *accumulator charger*; (3) hasil pengujian waktu pengisian *accumulator*; dan (4) hasil pengujian sistem pengawasan status pengisian.

4.1. Desain Rangkaian *Accumulator Charger*

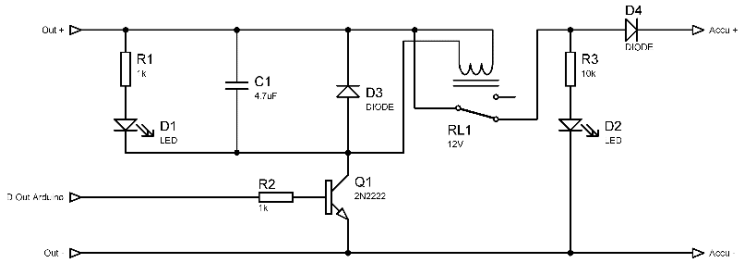
Secara umum, purwarupa yang dibangun pada penelitian ini bertujuan untuk mengisi *accumulator* dengan kapasitas tegangan sebesar 12 Volt, sehingga desain rangkaian *accumulator charge* yang dibangun diatur untuk memiliki nilai tegangan keluaran yang stabil pada tegangan sebesar 15 Volt untuk mengantisipasi adanya disipasi tegangan yang terjadi disepanjang jalur setelah regulator tegangan 15 Volt yang menuju ke *accumulator* yang akan diisi.



Gambar 2. Desain rangkaian *accumulator charger*

Rangkaian *accumulator charger* yang dirancang pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menggunakan tegangan sumber dengan arus searah yang memiliki nilai tegangan di atas 20 Volt yang kemudian akan diregulasikan hingga mencapai nilai tegangan 15 Volt menggunakan regulator tegangan dengan tipe 7815. Kemudian, tegangan keluaran yang telah diregulasikan akan dikuatkan nilai arusnya dengan menggunakan penguat transistor yang menggunakan transistor tipe TIP31 yang dirangkai secara cascade untuk memaksimalkan penguatan arus yang dilakukan.

ISSN : 2685-1814 (*Print*)
ISSN : 2685-7677 (*Online*)



Gambar 3. Desain proteksi pengisian *accumulator*

Guna mencegah terjadinya kondisi *over-charging* yang akan mengakibatkan kerusakan pada *accumulator*, maka penelitian ini juga mengusung desain rangkaian proteksi yang akan mengamankan *accumulator* pada saat status pengisian telah terisi penuh, rangkaian proteksi yang dibangun pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Rangkaian proteksi, menggunakan kendali yang bekerja secara otomatis dan berasal dari saluran digital mikrokontroller Arduino. Mikrokontroller Arduino yang digunakan bekerja dengan cara mengukur nilai tegangan dan arus *accumulator* secara *real time* pada saat proses pengisian energi listrik sedang berlangsung untuk kemudian membandingkannya dengan nilai maksimal yang telah diatur sebelumnya, apabila telah melampaui nilai maksimal maka rangkaian proteksi akan memutus arus dan tegangan yang mengalir ke *accumulator*. Sensor yang digunakan pada mikrokontroller Arduino untuk melakukan pembacaan nilai tegangan dan arus adalah sensor tegangan dari MH-Electronic untuk pembacaan nilai tegangan dan sensor arus ACS-712 untuk pembacaan nilai arus. Penggunaan sensor tegangan dari MH-Electronic karena kemampuannya untuk membaca nilai tegangan hingga maksimal 25 Volt, sedangkan sensor arus ACS-712 sendiri mampu untuk membaca nilai arus hingga maksimal 20 Ampere.

4.2. Hasil Pengujian Rangkaian *Accumulator Charger*

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terhadap rangkaian *accumulator charge* adalah menguji respon nilai tegangan keluaran yang dihasilkan dengan beberapa variasi nilai tegangan masukan yang diberikan. Hasil dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian rangkaian *accumulator charge*

Tegangan Masukan	Tegangan Keluaran
14 Volt	14 Volt
15 Volt	14.6 Volt
16 Volt	14.7 Volt
17 Volt	14.7 Volt
18 Volt	14.8 Volt
19 Volt	14.8 Volt
20 Volt	15 Volt
22 Volt	15 Volt
25 Volt	15 Volt

Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh, didapatkan hasil bahwa untuk memperoleh nilai tegangan keluaran yang stabil pada 15 Volt diperlukan tegangan masukan yang bernilai minimal sebesar 20 Volt. Penggunaan tegangan masukan yang memiliki nilai lebih rendah dari 20 Volt akan mengakibatkan nilai tegangan keluaran yang dihasilkan tidak dapat mencapai nilai 15 Volt.

4.3. Hasil Pengujian Waktu Pengisian *Accumulator*

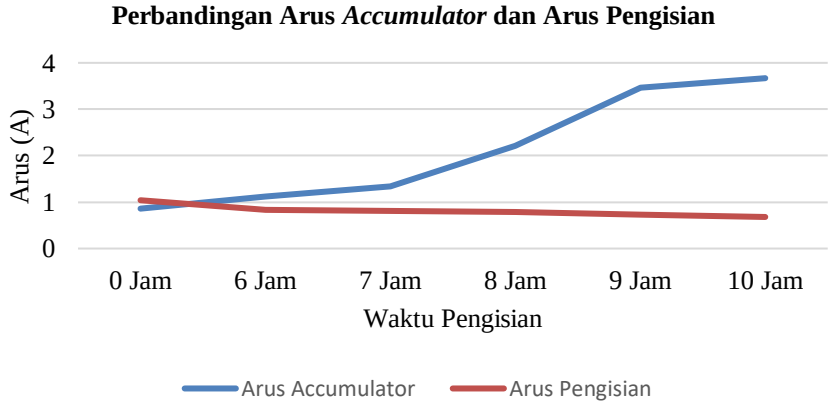
Pengujian waktu pengisian *accumulator* dilakukan untuk mengetahui sebarapa lama waktu yang diperlukan oleh rangkaian *accumulator charger* untuk melakukan pengisian energi listrik hingga penuh pada *accumulator*. Perekaman data pengujian dilakukan pada kondisi awal, kemudian pada enam jam selanjutnya, lalu dilakukan setiap satu jam hingga energi listrik di dalam *accumulator* terisi penuh. Tabel 2 menampilkan data pengujian waktu pengisian *accumulator*.

ISSN : 2685-1814 (*Print*)
ISSN : 2685-7677 (*Online*)

Tabel 2. Data hasil pengujian waktu pengisian *accumulator*

Waktu (Jam)	Tegangan *Accumulator*	Arus *Accumulator*	Arus Pengisian
0	10.5 V	0.86 A	1.04 A
6	12.1 V	1.12 A	0.83 A
7	12.6 V	1.34 A	0.81 A
8	12.9 V	2.21 A	0.79 A
9	13.6 V	3.46 A	0.73 A
10	13.8 V	3.67 A	0.68 A

Berdasarkan data hasil penelitian yang ada pada Tabel 2, diketahui bahwa dengan menggunakan rangkaian yang diusulkan pada penelitian ini diperlukan waktu selama 10 jam untuk melakukan pengisian energi listrik *accumulator* dari kondisi kosong hingga kondisi penuh.



Gambar 4. Grafik perbandingan arus *accumulator* dan arus pengisian

Bila dilakukan perbandingan antara arus *accumulator* dan arus pengisian akan diperoleh grafik perbandingan seperti yang ada pada Gambar 4 dan dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa dengan adanya kenaikan pada arus *accumulator* maka nilai dari arus pengisian akan semakin mengecil.

4.4. Hasil Pengujian Sistem Pengawasan Status Pengisian

Sistem pengawasan status pengisian dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroller Arduino yang difungsikan untuk membaca nilai arus dan tegangan pada *accumulator* selama proses pengisian energi listrik berlangsung. Secara *real time*, mikrokontroller Arduino akan membaca nilai tegangan dan arus *accumulator* selama proses pengisian dan membandingkannya dengan nilai tegangan dan arus maksimal yang sesuai dengan spesifikasi *accumulator* yang sedang diisi, apabila nilai tegangan dan arus *accumulator* yang sedang diisi telah mencapai batas nilai maksimal tegangan dan arus *accumulator*, maka mikrokontroller Arduino akan mengaktifkan salurannya yang difungsikan untuk mengatur rangkaian proteksi sehingga pengisian energi listrik ke *accumulator* akan terputus.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dengan mengatur nilai tegangan dan arus maksimal di mikrokontroller Arduino sebesar 13.5 V / 3.6 A didapatkan hasil bahwa rangkaian proteksi akan terputus pada saat nilai tegangan dan arus *accumulator* secara *real time* berada pada nilai 13.8 V / 3.67 A, sehingga error yang diperoleh untuk sistem pengawasan status pengisian adalah sebesar 2%.

5. KESIMPULAN

Penelitian terkait dengan perancangan rangakain *charger accumulator* dengan fitur pengawasan status pengisian yang diusulkan di dalam tulisan ini memiliki hasil dan saran yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangkaian *charger accumulator* yang diusulkan pada penelitian ini mampu untuk mengisi energi listrik pada *accumulator* dari kondisi kosong hingga penuh dalam waktu pengisian selama 10 jam.
2. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian *charger accumulator* adalah sebesar 15 Volt dengan menggunakan tegangan masukan sebesar (minimal) 20 Volt.
3. Sistem proteksi yang dibangun pada penelitian ini mampu bekerja dengan efisiensi sebesar 98%.

4. Untuk mempercepat proses pengisian, perlu dibangun suatu rangkaian penguat arus yang mampu menguatkan arus pada level yang lebih tinggi untuk menghasilkan *charger* yang bekerja secara *fast charging*.
5. Diperlukan suatu metode koreksi pembacaan nilai sensor tegangan dan arus pada rangkaian proteksi untuk meningkatkan efisiensi rangkaian proteksi hingga mencapai nilai 100%.

REFERENSI

[1] B. Yu, "Design and experimental results of Battery Charging System for microgrid system," *International Journal of Photoenergy*, vol. 2016, pp. 1–6, 2016.
[2] N. A. Handayani and D. Ariyanti, "Potency of solar energy applications in Indonesia," *Int. J. Renew. energy Dev.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–38, 2012.
[3] E. G. Piari, "Perancangan Charger Accumulator Pada Pembangkit Listrik Speed Bumb Berbasis Mikrokontroler," final project, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, 2017.
[4] F. Rahmatullah, "Desain Dan simulasi battery charger metode CC-CV (constant current-constant voltage) dengan kontrol logika fuzzy menggunakan matlab," *CYCLOTRON*, vol. 4, no. 2, 2021.
[5] M. W. Alim, N. A. Windarko, dan R. Rakhmawati, "Fuzzy Logic Control Design On Buck Converter For Thermo Electric Air Cooler Power Supply," *JAREE*, vol. 4, no. 2, Okt 2020, doi: 10.12962/j25796216.v4.i2.137
[6] A. Asnil, "Kendali Tegangan Keluaran Buck Converter Menggunakan Kontroller LQG/LTR," *J. Tek. ELektro Vokasional*, vol. I, no. 1, pp. 1–7, 2015.
[7] E. Martha, A. Asnil, and F. Eliza, "Sistem Pengisian Baterei Menggunakan Buck Konverter," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 18, no. 1, pp. 117–124, 2018.
[8] A. Asnil and I. Husnaini, "Analisis riak keluaran buck converter," *Seminar Nasional. FORTEI 2015*, no. 561, pp. 58–62, 2015.
[9] S. Suwarno and T. Sutikno, "Implementation of buck-boost converter as low voltage stabilizer at 15 V," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 9, no. 4, p. 2230, 2019.
[10] P. E. Allen and M. B. Terry, "The use of current amplifiers for high performance voltage applications," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 15, no. 2, pp. 155–162, 1980.
[11] "A transistor as a current amplifier," *IOPSpark*. [Online]. Available: https://spark.iop.org/transistor-current-amplifier.
[12] R. T. Jurnal, "Perancangan Rangkaian penguat Daya Dengan transistor," *Sutet*, vol. 7, no. 2, pp. 88–92, 2018.