



Rancang Bangun *Charger* Aki 12 dan 24 Volt Menggunakan Trafo CT 10 A dan Elco 10000 μ F

Wijaya^{1*}, Erman Al Hakim², Rio Mubarak³, Wawan Gunawan⁴

¹⁻⁴ Prodi Teknik Listrik, Konsentrasi Teknik Elektro, Akademi Teknologi Bogor, Bogor, Indonesia

Email: wijayastmm3@gmail.com^{1*}, ermanalhakim@yahoo.com², riomubarak07@gmail.com³, wawan.11maret2018@gmail.com⁴

Penulis Korespondensi: wijayastmm3@gmail.com

Abstract. A battery charger is a device used to recharge a battery so that it can be reused. This study aimed to design and construct a charger with selectable 12 V and 24 V outputs using a 10 A center-tapped transformer, a 10,000 μ F/100 V electrolytic capacitor, a 20 A diode, a cooling fan, a switch, a fuse, and a volt-ampere meter. The experimental stages included planning, circuit design, component selection, assembly, and device testing. The transformer reduced the AC voltage, the diode rectified it, and the capacitor filtered the rectified voltage before it reached the output terminals. Tests covered the input voltage, both output modes, and charging under a battery load. The measurement results showed an input voltage of 221 V, a charger output voltage of 13.1 V, and a voltage of 25.69 V at the capacitor section. Measurements conducted during charging and under battery load also produced values of 12.1 V and 1.2 V. These findings show that the device can provide two output levels for basic charging. However, the tests did not yet evaluate current regulation performance, voltage ripple, temperature changes during operation, or the charging cut-off function when the battery was fully charged. Further development should add overcharge protection and automatic charging control.

Keywords: Battery charger; Center-tapped transformer; Diode rectifier; Electrolytic capacitor; Overcurrent protection.

Abstrak. *Charger* aki merupakan perangkat yang digunakan untuk mengisi ulang daya aki agar dapat digunakan kembali. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat *charger* aki dengan pilihan tegangan keluaran 12 V dan 24 V menggunakan trafo CT 10 A, elco 10.000 μ F/100 V, dioda 20 A, kipas pendingin, saklar, *fuse*, serta volt-ampere meter. Penelitian menggunakan metode eksperimen yang meliputi perencanaan, perancangan skema, pemilihan komponen, perakitan, dan pengujian alat. Tegangan AC diturunkan oleh trafo, disearahkan oleh dioda, lalu disaring menggunakan elco sebelum dialirkan ke terminal keluaran. Pengujian dilakukan pada *input*, keluaran 12 V dan 24 V, serta kondisi pengisian dengan beban aki. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan *input* sebesar 221 V, tegangan *output charger* sebesar 13,1 V, dan tegangan pada bagian elco sebesar 25,69 V. Pengujian pada kondisi pengisian dan aki dengan beban juga menghasilkan nilai 12,1 V dan 1,2 V. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat dapat menghasilkan dua tingkat tegangan keluaran untuk proses pengisian dasar. Namun, hasil pengujian belum menunjukkan kinerja pengendalian arus, besar *ripple*, perubahan suhu selama pengoperasian, dan fungsi penghentian pengisian ketika aki penuh. Oleh karena itu, pengujian berikutnya perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengendalian arus, proteksi *overcharge*, dan pengendalian pengisian otomatis.

Kata kunci: Charger aki; Dioda penyearah; Elco; Proteksi arus lebih; Trafo CT.

1. LATAR BELAKANG

Aki (*accumulator*) merupakan perangkat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia. Aki banyak digunakan pada kendaraan bermotor, sistem telekomunikasi, sistem keamanan, dan berbagai peralatan yang memerlukan sumber energi cadangan. Proses pengisian diperlukan untuk mengembalikan energi yang telah digunakan dan mempertahankan kinerja aki selama masa pakainya (Banguero, Correcher, Pérez-Navarro, Morant, & Aristizabal, 2018).

Aki memerlukan pengisian ulang secara teratur dengan tegangan dan arus yang sesuai. Pengisian yang tidak tepat dapat menyebabkan pengisian berlebih, pengisian kurang,

peningkatan suhu, serta penurunan kemampuan aki dalam menyimpan energi. Respons tegangan aki juga berubah selama proses pengisian, sehingga pemantauan tegangan dan arus diperlukan untuk menilai kondisi kerja sistem pengisian (Piłatowicz et al., 2016)

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan *charger* baterai untuk kebutuhan usaha kecil dengan rangkaian penurun dan penyearah tegangan yang sederhana (Hamid, Rizky, Amin, & Dharmawan, 2016). Amna dan Wulandari (2018) juga merancang *charger* otomatis untuk baterai 12 V dengan sistem pemutusan pengisian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rancangan *charger* perlu menyesuaikan tegangan baterai, kapasitas arus, dan sistem pengaman yang digunakan.

Pengembangan berikutnya menggunakan trafo CT dan rangkaian proteksi *overcharge* untuk *charger* 12 V (Valentina & Afandi, 2021). Sistem yang lebih lanjut memakai pengendali digital untuk mengatur arus dan tegangan selama beberapa tahap pengisian (Fendji, Kimbong, Tsipouridis, & Tsafack, 2023). *Charger* cerdas juga telah mengintegrasikan sensor tegangan, arus, suhu, serta *cut-off* otomatis, tetapi rangkaian tersebut memerlukan komponen kendali yang lebih kompleks (Ibe et al., 2026).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memfokuskan pada rancangan *charger* sederhana dengan pilihan keluaran 12 V dan 24 V dalam satu perangkat. Rangkaian menggunakan trafo CT 10 A, dioda 20 A, dan elco 10.000 μ F/100 V. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji fungsi *charger* berdasarkan tegangan *input*, tegangan *output*, kondisi pengisian aki, pengukuran aki dengan beban, serta tegangan pada bagian elco.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian *Charger* Aki

Charger aki merupakan perangkat yang berfungsi mengisi ulang daya aki dengan mengubah sumber listrik menjadi tegangan DC yang sesuai. Metode pengisian dapat menggunakan *constant current* (CC), *constant voltage* (CV), atau gabungan CC-CV. Metode CC-CV mengatur arus pada tahap awal dan mempertahankan tegangan pada tahap berikutnya agar proses pengisian lebih terkendali (Lavety, Keshri, & Chaudhari, 2021). Penerapan CC-CV juga digunakan pada baterai timbal-asam untuk mengurangi risiko tegangan pengisian yang terlalu tinggi (Pradana, Andromeda, Setiawan, Karnoto, & Facta, 2023).

Transformator (Trafo)

Transformator merupakan alat listrik statis yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan tanpa mengubah frekuensi. Pada rancangan ini, trafo CT 10 A menurunkan tegangan jaringan AC dan menyediakan tap sekunder untuk membentuk keluaran

12 V dan 24 V. Nilai 10 A menunjukkan kemampuan arus nominal trafo, sedangkan daya keluaran ditentukan oleh hasil perkalian tegangan dan arus. Pada penelitian ini digunakan trafo CT 10 A untuk menurunkan tegangan AC dan menyediakan keluaran yang digunakan dalam rangkaian charger 12 V dan 24 V. Pemilihan *tap* menentukan tegangan AC yang masuk ke rangkaian penyearah. Secara umum, daya trafo dapat dihitung menggunakan persamaan $P = V \times I$. Perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar untuk menyesuaikan kemampuan trafo dengan kebutuhan beban.

Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit memiliki kapasitansi yang relatif besar dan digunakan untuk menyimpan muatan serta menyaring tegangan DC setelah proses penyearahan. Pada penelitian ini digunakan elco 10.000 $\mu\text{F}/100\text{ V}$. Nilai 10.000 μF menunjukkan kapasitas penyimpanan muatan, sedangkan 100 V menunjukkan batas tegangan kerja komponen. Elco ditempatkan setelah dioda untuk mengurangi perubahan tegangan hasil penyearahan. Nilai kapasitansi yang lebih besar pada umumnya dapat menurunkan *ripple*, tetapi pengaruhnya harus dibuktikan melalui pengukuran dengan osiloskop atau alat ukur *ripple*. Rosman (2023) menunjukkan bahwa kombinasi penyearah, kapasitor, dan beban memengaruhi besar *ripple* pada keluaran DC.

Dioda Penyearah

Dioda merupakan komponen elektronika yang mengalirkan arus terutama dari anoda menuju katoda. Pada kondisi *forward* bias, dioda menghantarkan arus. Pada kondisi *reverse* bias, dioda menahan arus. Dalam *charger* aki, dioda 20 A digunakan sebagai penyearah untuk mengubah tegangan AC dari trafo menjadi tegangan DC. Dioda juga membantu mencegah aliran arus balik ke sisi trafo ketika susunan rangkaian dan polaritas dipasang dengan benar. Kemampuan arus dan tegangan balik dioda harus lebih tinggi daripada kondisi kerja rangkaian agar komponen tidak mengalami beban berlebih.

Volt-Ampere Meter

Volt-ampere meter digunakan untuk memantau tegangan dan arus pada keluaran charger selama pengujian. Tegangan diukur secara paralel terhadap terminal keluaran, sedangkan arus diukur pada jalur pengisian sesuai jenis alat ukur yang digunakan. Pengukuran tegangan saja belum cukup untuk menentukan kapasitas atau *state of charge* secara tepat. Penentuan kondisi aki dapat memerlukan metode tambahan, seperti pengukuran impedansi atau analisis kurva pengisian (Křivík, Vaculík, Bača, & Kazelle, 2019). Huang dan Li (2023) menunjukkan bahwa data kurva pengisian dapat digunakan untuk memperkirakan kesehatan

baterai. Dalam penelitian ini, volt-ampere meter hanya digunakan untuk membaca nilai tegangan dan arus selama fungsi dasar alat diuji.

Fuse

Fuse atau sekering merupakan alat pengaman yang memutus aliran listrik ketika arus melebihi batas elemen *fuse*. Komponen ini digunakan sebagai proteksi arus lebih dan hubungan singkat pada jalur rangkaian. *Fuse* tidak berfungsi sebagai proteksi overcharge karena tidak mendeteksi kondisi penuh pada aki.

Prinsip Kerja Charger Aki 12-24 Volt

Sistem menerima tegangan AC dari sumber listrik,urunkannya melalui trafo CT, menyearahkan tegangan menggunakan dioda, dan menyaring keluaran menggunakan elco. Saklar digunakan untuk memilih kondisi operasi, sedangkan *volt-ampere meter* digunakan untuk memantau tegangan dan arus. Sistem pengisian dirancang menggunakan prinsip *constant voltage* agar tegangan *output* sesuai dengan kebutuhan aki. Kipas membantu sirkulasi udara di dalam *box*, sedangkan *fuse* memberikan proteksi terhadap arus lebih. Penelitian mengenai pengaruh arus menunjukkan bahwa besar arus pengisian memengaruhi energi yang tersimpan dan efisiensi proses pengisian (Fru, Tsafack, & Tanyi, 2021). Tsafack, Fru, Nghemachi, dan Tanyi (2023) juga menegaskan bahwa peningkatan arus perlu disertai pemantauan suhu. Sistem pengisian yang lebih cerdas dapat mengatur pola arus secara bertahap berdasarkan kondisi baterai (Muslimin et al., 2025).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk merancang, membuat, dan menguji *charger* aki dengan keluaran 12 V dan 24 V. Tahapan penelitian meliputi studi pustaka, perencanaan sistem, pemilihan komponen, pembuatan rangkaian, perakitan dalam *box*, pengujian, serta analisis hasil pengukuran. Penelitian berfokus pada fungsi dasar alat dan tidak menguji umur pakai accu dalam jangka panjang.

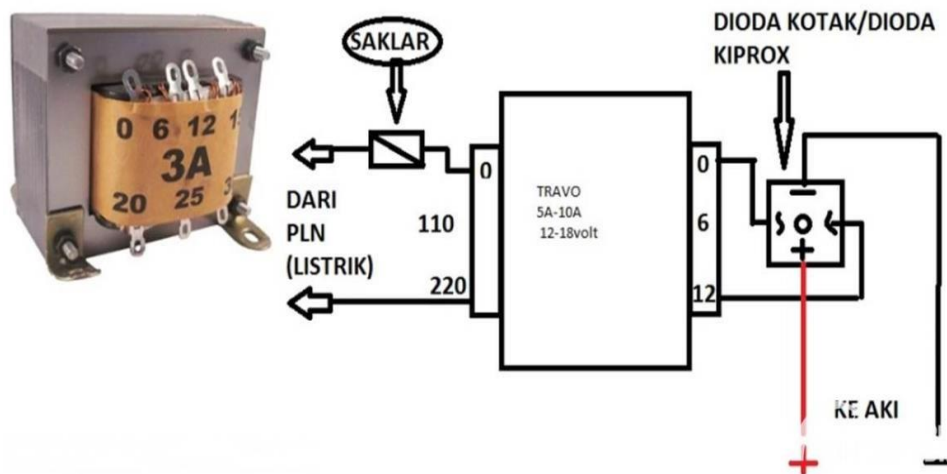
Tahapan Penelitian

Perencanaan sistem dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan tegangan aki 12 V dan 24 V. Urutan kegiatan dimulai dari studi pustaka, perancangan, pembuatan, pengujian, hingga penarikan kesimpulan. Keluaran dipilih melalui tap trafo dan rangkaian penyearah yang tersedia. Sistem pengisian dirancang menggunakan prinsip *constant voltage* (CV) dengan tujuan menjaga tegangan *output charger* tetap stabil sesuai dengan kebutuhan aki. Arus pengisian dirancang agar tidak melebihi kapasitas arus yang dibutuhkan oleh aki.

Charger juga dilengkapi dengan *fuse* dan kipas pendingin sebagai bagian dari sistem proteksi untuk mengurangi risiko arus berlebih dan peningkatan suhu selama pengoperasian.

Bahan dan Peralatan Utama

Komponen utama yang digunakan meliputi trafo CT 10 A, dioda 20 A, elco 10.000 $\mu\text{F}/100\text{ V}$, kipas pendingin, saklar, *volt-ampere meter*, *fuse*, kabel, terminal, dan *box*. Pengujian menggunakan *multimeter* dan tang ampere digital. Aki uji terdiri atas aki 12 V dan konfigurasi 24 V. Desain sistem *charger* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem *Charger*.

Perakitan Rangkaian

Proses perakitan dimulai dengan menempatkan komponen pada *box* sesuai desain rangkaian. Posisi trafo, dioda, elco, *fuse*, kipas, saklar, dan alat ukur diatur agar sambungan mudah diperiksa dan tidak bersentuhan dengan bagian *box* yang dapat menimbulkan hubungan singkat. Prosedur perakitan rangkaian sebagai berikut:

- Komponen dipasang pada *box* sesuai skema rangkaian dan jalur polaritas yang telah ditentukan.
- Setiap sambungan disolder dan diperiksa untuk memastikan sambungan kokoh serta tidak terjadi hubungan antarjalur yang tidak diinginkan.
- Kipas dipasang untuk membantu membuang panas dari trafo dan dioda selama *charger* bekerja.
- Saklar dipasang pada sisi input, sedangkan *volt-ampere meter* dipasang pada sisi *output* untuk memantau tegangan dan arus.

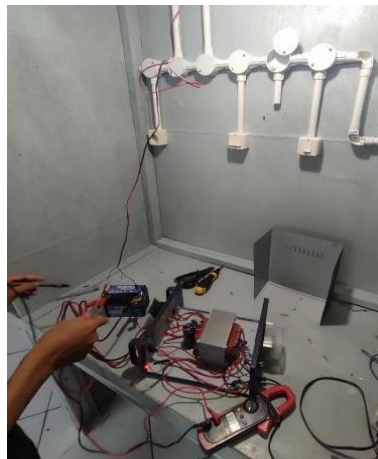
Prosedur Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan *input* dan tegangan *output charger* pada pilihan keluaran 12 V dan 24 V. Pengujian dilakukan tanpa beban dan dengan beban aki sesuai polaritas pemasangan. Pada pengujian dengan beban, dilakukan pengukuran pada kondisi pengisian dan kondisi aki dengan beban. Pengukuran juga dilakukan pada bagian elco untuk mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan pada bagian tersebut. Sistem proteksi diuji melalui pemberian beban berlebih secara terkendali untuk mengetahui fungsi *fuse* atau *relay*. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif berdasarkan tegangan *input*, tegangan *output charger*, hasil pengukuran pada kondisi pengisian, kondisi aki dengan beban, dan tegangan pada bagian elco.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah *charger* dapat menghasilkan keluaran pada mode 12 V dan 24 V serta mengalirkan arus ke aki. Dokumentasi pengujian ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Hasil pengukuran charger disajikan berdasarkan parameter tegangan *input*, tegangan *output*, kondisi pengisian, aki dengan beban, dan tegangan pada bagian elco.



Gambar 2. Pengujian Charger Aki.



Gambar 3. Pengukuran Komponen.

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Charger* Aki 12-24 V.

Parameter pengukuran	Hasil
Tegangan input <i>charger</i>	221 V
Tegangan output <i>charger</i>	13,1 V
Pengukuran kondisi pengisian	12,1 V
Pengukuran aki dengan beban	1,2 V
Tegangan pada bagian elco	25,69 V

Pembahasan

Tegangan *input* yang terukur sebesar 221 V menunjukkan bahwa pengujian menggunakan sumber listrik jaringan. Tegangan *output charger* sebesar 13,1 V, sedangkan tegangan pada bagian elco sebesar 25,69 V. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rangkaian dapat menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan fungsi dasar yang direncanakan. Pengujian pada kondisi pengisian menghasilkan nilai 12,1 V, sedangkan pengukuran aki dengan beban menghasilkan nilai 1,2 V. Hasil tersebut menunjukkan adanya perubahan nilai pengukuran ketika rangkaian dihubungkan dengan aki. Besar arus pengisian perlu disesuaikan dengan kapasitas dan kondisi aki karena arus memengaruhi energi yang tersimpan serta kenaikan suhu selama pengisian (Fru et al., 2021). Pengujian arus yang lebih tinggi juga perlu disertai pemantauan temperatur dan kondisi kesehatan aki (Tsafack et al., 2023).

Penggunaan elco 10.000 μF berfungsi sebagai filter setelah proses penyearahan. Akan tetapi, penelitian belum membandingkan keluaran sebelum dan sesudah elco serta belum mengukur *ripple* menggunakan osiloskop. Oleh karena itu, hasil penelitian hanya mendukung fungsi elco sebagai komponen filter pada rancangan, bukan membuktikan besar penurunan *ripple*. Penelitian Rosman (2023) menunjukkan bahwa nilai *ripple* dipengaruhi oleh kapasitansi, konfigurasi penyearah, dan beban.

Fuse dan kipas memberikan perlindungan dasar terhadap arus lebih dan peningkatan panas di dalam *box*. Sistem *charger* juga dirancang dengan proteksi untuk mengurangi risiko

overcharge dan pemanasan berlebih. Namun, hasil pengujian belum menyajikan nilai batas tegangan, respons pemutusan pengisian, atau perubahan suhu selama pengoperasian. Oleh karena itu, kinerja sistem proteksi tersebut masih perlu diuji lebih lanjut. Rancangan Valentina dan Afandi (2021) menggunakan komparator untuk memutus arus ketika batas tegangan tercapai, sedangkan Fendji et al. (2023) menggunakan pengendali digital untuk mengatur tahap arus dan tegangan. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa prototipe dalam penelitian ini lebih tepat dinilai sebagai *charger* dasar 12-24 V yang masih memerlukan pengembangan sistem kontrol.

5. KESIMPULAN

Charger aki dirancang menggunakan trafo CT 10 A, dioda 20 A, elco 10.000 μ F/100 V, serta prinsip *constant voltage*. Pengujian menghasilkan tegangan *input* sebesar 221 V, tegangan *output charger* sebesar 13,1 V, tegangan pada kondisi pengisian sebesar 12,1 V, pengukuran aki dengan beban sebesar 1,2 V, dan tegangan pada bagian elco sebesar 25,69 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rangkaian dapat menghasilkan tegangan keluaran untuk fungsi pengisian aki 12 V dan 24 V. Namun, kestabilan tegangan, besar arus pengisian, penurunan *ripple*, serta kinerja proteksi *overcharge* dan pemanasan berlebih belum dievaluasi secara menyeluruh. Pengembangan selanjutnya perlu mencakup pengujian berulang, pengukuran arus dalam satuan ampere, pemantauan suhu, dan pengujian fungsi penghentian pengisian ketika aki penuh.

DAFTAR REFERENSI

- Amna, M., & Wulandari, D. (2018). Rancang bangun alat charger otomatis baterai 12 V 35 AH. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(1), 127–132. <https://doi.org/10.26740/jrm.v5i1.26801>
- Banguero, E., Correcher, A., Pérez-Navarro, Á., Morant, F., & Aristizabal, A. (2018). A review on battery charging and discharging control strategies: Application to renewable energy systems. *Energies*, 11(4), 1021. <https://doi.org/10.3390/en11041021>
- Fendji, M. D., Kimbong, F. M., Tsipouridis, I., & Tsafack, P. (2023). Design and implementation of a digital control system for lead acid battery charging. *Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 11(1), 23–33. <https://doi.org/10.11648/j.jee.20231101.13>
- Fru, S. E., Tsafack, P., & Tanyi, E. (2021). An investigation on the impact of the magnitude of electric charging current on the effective energy stored in lead acid batteries. *Journal of Energy Storage*, 39, 102581. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102581>
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang bangun charger baterai untuk kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130–136. <https://doi.org/10.32487/jtt.v4i2.175>

- Huang, C., & Li, N. (2023). Fast health state estimation of lead–acid batteries based on multi-time constant current charging curve. *Electronics*, 12(21), 4552. <https://doi.org/10.3390/electronics12214552>
- Ibe, A. C., Hycent, U., Hyginus, J. O., Ezuluike, P. O., Ezeonwelu, P., & Eya, C. U. (2026). Design and construction of a smart battery charger. *Discover Electronics*, 3, 30. <https://doi.org/10.1007/s44291-026-00180-4>
- Křivík, P., Vaculík, S., Bača, P., & Kazelle, J. (2019). Determination of state of charge of lead-acid battery by EIS. *Journal of Energy Storage*, 21, 581–585. <https://doi.org/10.1016/j.est.2018.12.020>
- Lavety, S., Keshri, R. K., & Chaudhari, M. A. (2021). Multistep constant current-constant voltage charging strategy for a valve regulated lead-acid battery. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 57(6), 6494–6503. <https://doi.org/10.1109/TIA.2021.3113268>
- Muslimin, S., Prihatini, E., Husni, N. L., Dewi, T., Umar, M. W. B., Bela, A. C. A., ... Caesarendra, W. (2025). Battery current estimation and prediction during charging with ant colony optimization algorithm. *Digital*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.3390/digital5010006>
- Piłatowicz, G., Budde-Meiwes, H., Kowal, J., Sarfert, C., Schoch, E., Königsmann, M., & Sauer, D. U. (2016). Determination of the lead-acid battery's dynamic response using Butler-Volmer equation for advanced battery management systems in automotive applications. *Journal of Power Sources*, 331, 348–359. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2016.09.066>
- Pradana, B. B., Andromeda, T., Setiawan, I., Karnoto, K., & Facta, M. (2023). Charging a 60 V 20 Ah sealed lead acid battery for electric motorcycle using the constant current-constant voltage method. 150–155. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM61905.2023.10443149>
- Rosman, A. (2023). Analisis ripple voltage pada rangkaian half-wave rectifier dan full-wave rectifier menggunakan kombinasi filter kapasitor dan resistor. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 9(2), 126–136. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v9i2.54399>
- Tsafack, P., Fru, S. E., Nghemachi, A. V., & Tanyi, E. (2023). Impact of high constant charging current rates on the charge/discharge efficiency in lead acid batteries, for residential photovoltaic system applications. *Journal of Energy Storage*, 63, 107013. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.107013>
- Valentina, H. T., & Afandi, A. N. (2021). Transformer charger design based on 12V CT equipped overcharge protection. *Frontier Energy System and Power Engineering*, 3(2), 39–45. <https://doi.org/10.17977/um049v3i2p39-45>