

Rancang Bangun *Charger* 12Volt dengan Transformator CT untuk Pengisian Baterai

Haninda Tria Valentina¹, Arif Nur Afandi²

1. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Indonesia | haanintriv@gmail.com
2. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Indonesia | an.afandi@um.ac.id

Abstrak

Dalam baterai terjadi pengosongan energi, dan juga pengisian. Saat pengosongan terjadi perubahan kimia menjadi suatu energi listrik. Lama pengosongan dan pengisian baterai dipengaruhi kapasitas baterai. Pengisian muatan baterai terjadi karena arus listrik yang dialirkan menimbulkan polaritas dan menyebabkan regenerasi elektroda. Pada tugas akhir ini dibuat charger aki 12 volt dengan memanfaatkan transformator CT, resistor, diode serta komponen lain. Traformator CT merupakan transformator dengan kumparan 0 berada pada bagian tengah transformator. Transformator CT digunakan sebagai penurun tegangan listrik agar sesuai dengan tegangan yang bisa diterima oleh baterai. Tegangan akan disearahkan sehingga menghasilkan tegangan DC. Pada proses pengisian tegangan baterai semakin lama semakin bertambah. Arus pengisian akan *cut off* secara otomatis saat baterai sudah terisi penuh. Berdasarkan hasil pengujian efisiensi alat sebesar 61.0835%

Kata Kunci

Charger, Baterai, Transformator CT

1. Pendahuluan

Baterai menjadi salah satu alternatif supply energi jika tidak ada supply energi dari PLN. Baterai akan mengalami keadaan *discharging* dan *charging*. Ketika energi pada baterai habis maka harus dilakukan proses *charging* dengan menghubungkan baterai dengan sumber energi listrik (Prayogo dan Wibowo, 2017) *Charger* merupakan alat penting yang digunakan untuk pengisian baterai. Proses pengisian baterai yang kurang tepat dapat mengurangi performa serta usia baterai. Untuk itu Proses *charging* dan *discharging* harus diperhatikan agar usia baterai dapat bertahan lama (Farizy, 2016).

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dibuat perancangan project *Charger* 12 Volt dengan Transformator CT untuk pengisian baterai. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mempermudah masyarakat dalam proses *charging* baterai. Selain itu, dapat dipelajari dan dianalisis arus serta tegangan pada saat pengisian.

2. Studi Literatur

1) *Charger*

Charger merupakan alat yang digunakan dalam pengisian energi pada baterai dan disimpan berupa energi kimia. Proses pengisian dan pengosongan baterai dapat menyebabkan *overcharging* maupun *overdischarging*, Hal tersebut dapat menyebabkan berkurangnya umur baterai (Farizy, 2016).

Dalam proses pengisian *charger* terjadi penyearahan tegangan AC menjadi tegangan DC. Proses konversi ini terdapat nilai efisiensi. Efisiensi *charger* dihitung dengan membagi daya *output* dengan daya *input* (Mustafid dan Wulandari, 2018).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad \text{Pers. (1)}$$

dimana nilai daya,

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \quad \text{Pers. (2)}$$

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \quad \text{Pers. (3)}$$

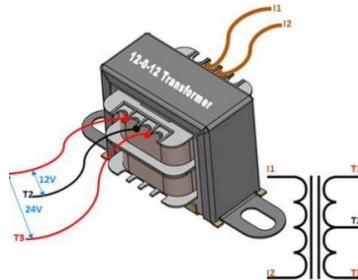
Tegangan yang tidak sesuai dengan kemampuan kapasitas baterai akan mengakibatkan kerusakan baterai. Pada *solar charger* terdapat pengontrol yang akan mengatur pengisian baterai (Simanjuntak, 2018).

2) Rectifier

Charger terdiri dari *rectifier* dan transformator. Dimana *rectifier* berfungsi sebagai penyearah tegangan. Berdasarkan gelombang outputnya *rectifier* dibagi menjadi dua, penyearah setengah gelombang (*Half Wave Rectifier*) dan penyearah gelombang penuh (*Full Wave Rectifier*). Konfigurasi rangkaian akan mempengaruhi bentuk sinyal yang dihasilkan. Penyearah setengah gelombang hanya menggunakan satu diode. Untuk penyearah gelombang penuh dapat menggunakan center tap dan *diode bridge* (Dwinata, 2017).

3) Transformator

Transformator digunakan untuk menurunkan tegangan. Pada *charger* digunakan transformator CT yang memiliki konstruksi lilitan 0 pada bagian tengah sisi sekunder transformator. Karena konstruksi ini maka, tegangan sekunder dihitung terhadap titik CT. Selain penurun tegangan pemanfaatan CT digunakan sebagai penyearah dengan metode center-tapped (Oliver, 2019).



Gambar 1. Konstruksi Trafo CT (Sumber: components101.com)

3. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan metode eksperimen, yang diambil data berupa tegangan, arus *charger* serta indikator pada alat. Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. Tahapan awal dimulai dengan mencari topik, dilanjutkan dengan studi literatur. Kemudian perencanaan dan implementasi. Tahapan akhir adalah pengujian kinerja alat untuk mengetahui kinerja dari perangkat tersebut.

1) Perancangan dan Rangkaian Alat

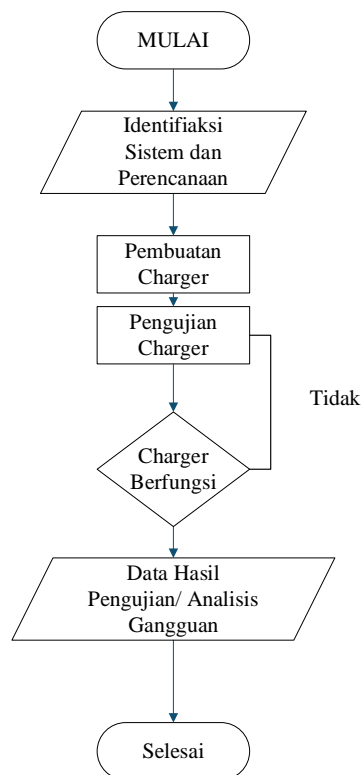
Perancangan alat diharapkan dapat menjadi solusi untuk pengisian baterai. Pada alat digunakan rangkaian supply dari PLN serta transformator CT sebagai penurun tegangan. Kemudian *rectifier*, menggunakan 2 buah diode jenis HER 506 karena, jika menggunakan center tapped maka penyearah memanfaatkan CT pada transformator, yang dihubungkan dengan ground (Oliver, 2019).

Kemudian relay auto off menggunakan relay DPDT dilengkapi dengan transistor NPN tipe BD139. Kemudian diode 1N4004, sebagai anti-shock agar saat relay memutuskan arus tidak akan menimbulkan kerusakan. Juga potensiometer yang dilengkapi TL431 yang merupakan *voltage level*. Berikut rangkaian dari *charger* menggunakan transformator CT. Adapun Desain rangkaian dan PCB ditunjukkan pada Gambar 3.

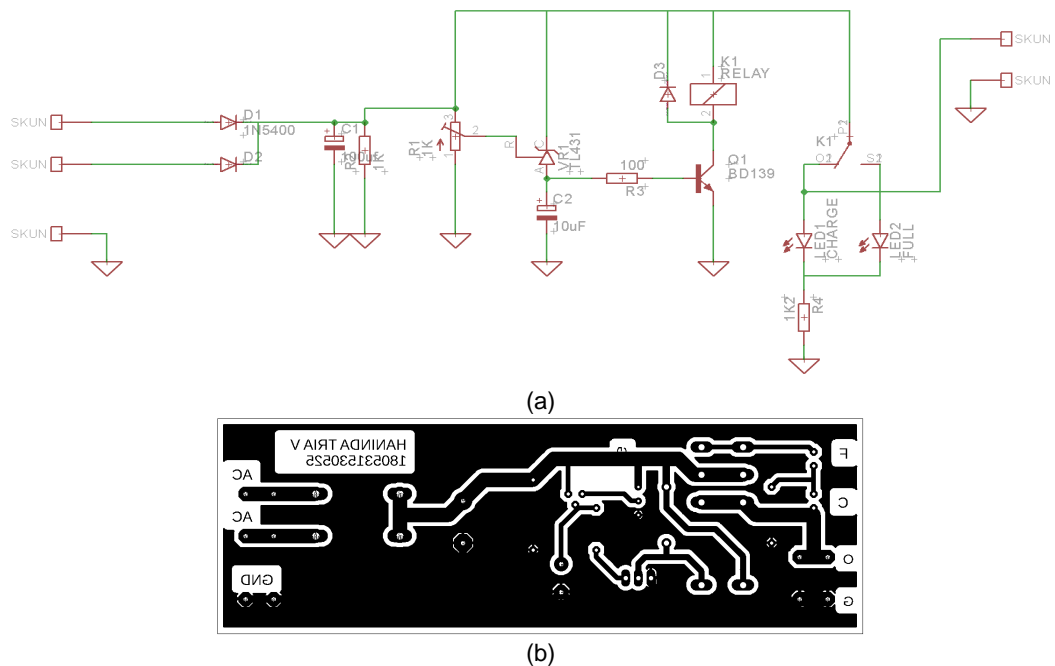
2) Alat dan Bahan

Spesifikasi komponen yang digunakan didapatkan melalui perancangan dan perhitungan yang telah dilakukan. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam *charger* dengan transformator CT yaitu:

- Transformator CT
- Diode HER506
- Diode 1N4004
- Resistor 1k Ω
- Resistor 15K Ω
- Capacitor 10000uF
- Capacitor 10uF
- TL431
- Potensiometer 1k
- Transistor BD139
- Relay 12 V



Gambar 2. Diagram Alur Pengerjaan



Gambar 3. Skema (a) dan Layout PCB (b) Rangkaian Charger

4. Hasil dan Pembahasan



Gambar 4. Bentuk Fisik Charger

Prosedur pengujian alat dilakukan dengan cara mengukur arus serta tegangan baik masukan ataupun keluaran *charger*. Sebelum melakukan pengujian *charger*, dilakukan pengujian terhadap kerja Transformator CT. Adapun bentuk fisik perangkat yang diuji ditunjukkan pada Gambar 4.

1) Pengujian Transformator CT

Pengujian dilakukan dengan mengambil data secara berkala. Tabel 1 merupakan data hasil pengujian yang dilakukan selama 1 jam, dengan interval waktu 10 menit

Tabel 1. Penurunan Tegangan oleh Transformator CT

No.	Tegangan Primer (V)	Tegangan Sekunder (V)	Arus Primer (A)	Arus Sekunder (A)
1	230	27	0.29	2.15
2	229	26	0.29	2.15
3	227	25	0.28	2.03
4	220	26	0.29	2.03
5	220	26	0.30	1.93
6	220	26	0.28	1.78

Dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dihitung efisiensi dari transformator. Adapun data hasil efisiensi Transformator CT ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Transformator CT

No.	Tegangan Primer (V)	Tegangan Sekunder (V)	Arus Primer (I)	Arus Sekunder (I)	Daya Primer (W)	Daya Sekunder (W)	Efisiensi
1.	230	27	0.29	2.15	66.7	58.05	87.03%
2.	229	26	0.29	2.15	66.41	55.9	84.17%
3.	227	25	0.28	2.03	65.83	50.57	77.09%
4.	220	26	0.29	2.03	63.8	52.78	82.73%
5.	220	26	0.30	1.93	66	50.18	76.03%
6.	220	26	0.28	1.78	61.6	46.28	75.12%

Dari data yang didapatkan Transformator CT memiliki efisiensi diatas 75%, maka Transformator CT berfungsi sebagai penurun tegangan dengan cukup baik.

2) Pengujian Pengisian Baterai 7Ah 12Volt

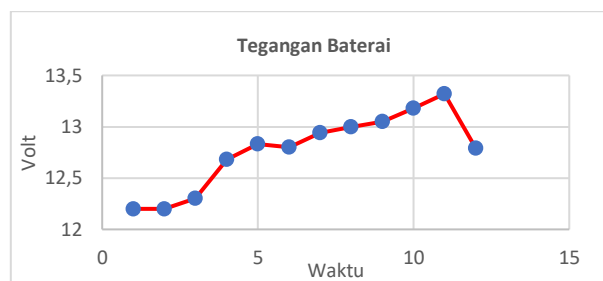
Pengujian kinerja *charger* merupakan pengujian rangkaian dengan cara melakukan pengambilan data arus dan tegangan saat pengisian baterai 7 Ah 12 V. Pengujian bertujuan

untuk mengetahui apakah rangkaian bekerja sesuai dengan perencanaan. Tabel 3 merupakan data yang didapat saat pengujian kinerja *charger*.

Tabel 3. Pengujian Pengisian Baterai 7 Ah 12 V

Jam	Vin (V _{AC})	Vout (V _{DC})	Vbaterai (V _{DC})	Iin (A)	Iout (A)
10.20	25	12.53	12.2	2.43	3.06
10.30	25	12.5	12.2	2.43	3.06
10.40	26	12.70	12.3	2.33	2.88
10.50	25	12.91	12.68	2.18	2.71
11.00	26	13.05	12.83	2.01	2.61
11.20	26	13.05	12.80	2.05	2.61
11.20	27	13.19	12.94	2.04	2.63
11.30	26	13.21	13.00	2.03	2.64
11.40	26	13.30	13.05	1.90	2.39
11.50	25	13.40	13.18	1.89	2.37
11.00	26	13.53	13.32	2.30	2.30
12.10	30	12.80	12.79	0.06	0

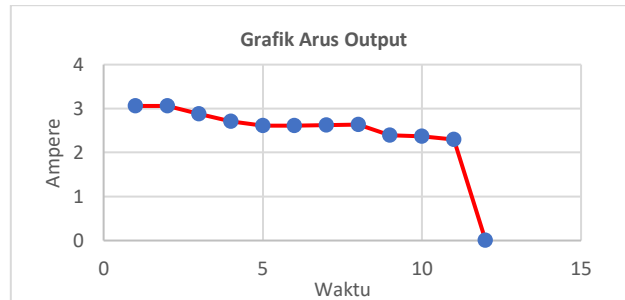
Kondisi tegangan *input* memiliki nilai tegangan stabil. Sedangkan tegangan baterai semakin terisi maka tegangan akan semakin bertambah. Arus berbanding terbalik dengan tegangan, semakin naik tegangan maka arus akan semakin menurun.



Gambar 5. Grafik Tegangan Baterai pada Pengisian Baterai 7 Ah 12 V

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa pengisian baterai 7 Ah 12 V semakin lama waktu pengisian tegangan baterai semakin naik, hal ini disebabkan karena energi pada baterai bertambah maka tegangan baterai juga bertambah naik. Tegangan

keluaran tertinggi sebesar 13.53 V, kemudian setelah *auto off* memutuskan arus tegangan turun menjadi 12.8 V.



Gambar 6. Grafik Arus Saat Pengisian Baterai 7 Ah 12 V

Kondisi arus saat proses pengisian baterai 7 Ah 12 V semakin lama semakin turun (Gambar 6), dengan arus maksimal 3.06, pengisian selesai pada jam 12.20 dengan arus rata-rata 2.43 A memerlukan waktu pengisian selama 1 jam 50 menit. Dari kedua grafik dapat dilihat bahwa hubungan antara arus pengisian dengan tegangan baterai berbanding terbalik. Untuk kondisi indikator dilakukan pengamatan indikator pada *charger* saat proses pengisian baterai. Tabel 4 merupakan kondisi indikator saat pengisian

Tabel 4. Kondisi Indikator Saat Pengisian Baterai 7 Ah 12 V

Jam	Relay	Indikator
13.38	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
13.48	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
13.58	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.08	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.18	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.28	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.38	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.48	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
14.58	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
15.08	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
15.18	<i>Normally Close</i>	<i>Charging</i> /Biru
15.28	<i>Normally Open</i>	<i>Fully charged</i> /Merah

Indikator dapat berubah karena rangkaian pada relay yang diberi potensiometer serta *adjustable* zener yang berfungsi untuk mengatur tegangan referensi. Dengan rangkaian tersebut maka ketika baterai terisi penuh, relay akan *normally open* sehingga indikator *fully charger* menyala dan alat berhenti mengisi baterai. Untuk perhitungan lama proses *charging* dapat dilakukan perhitungan kapasitas baterai dibagi dengan arus *charge*.

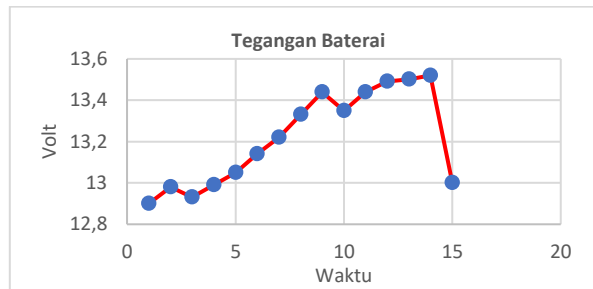
3) Pengujian Pengisian Baterai 12Ah 12Volt

Pengujian alat pada pengisian baterai 12 Ah 12 Volt dilakukan dengan mengukur tegangan, arus pada input serta output alat. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Pengisian Baterai 12 Ah 12 V

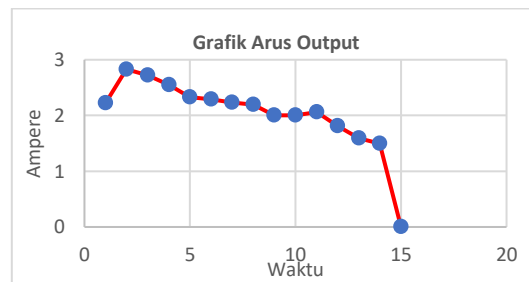
Jam	Vin (V _{AC})	Vout (V _{DC})	Vbatt (V _{DC})	Iin (I)	Iout (I)
20.30	26	13.16	12.9	2.12	2.22
20.40	25	13.52	12.98	2.21	2.83
20.50	26	13.16	12.93	2.12	2.72
21.00	25	13.22	12.99	1.95	2.55
21.10	25	13.29	13.05	1.82	2.33
21.20	26	13.37	13.14	1.73	2.29
21.30	26	13.48	13.22	1.81	2.23
21.40	26	13.55	13.33	1.82	2.19
21.50	26	13.69	13.44	1.74	2.00
22.00	26	13.65	13.35	1.74	2.00
22.10	26	13.69	13.44	1.81	2.06
22.20	26	13.75	13.49	1.88	1.81
22.30	26	13.80	13.50	1.80	1.59
22.40	26	13.82	13.52	1.94	1.50
22.50	29	13.07	13.00	0.10	0

Pada pengisian baterai dengan kapasitas 12 Ah 12 Volt memiliki hubungan tegangan baterai dan arus output sama dengan pengujian sebelumnya. Gambar 7 merupakan grafik yang didapat dari data pengujian baterai 12 Ah 12 Volt.



Gambar 7. Grafik Tegangan Pengisian Baterai 12 Ah 12 V

Nilai tegangan semakin lama semakin naik, hal ini dikarenakan energi yang disimpan baterai semakin bertambah. Setelah *charger* berhenti mengalirkan tegangan, tegangan baterai turun karena inputnya berkurang.



Gambar 8. Grafik Arus Saat Pengisian Baterai 12Ah 12V

Kondisi arus saat proses pengisian baterai 12 Ah 12 V semakin lama semakin naik (Gambar 8), dengan arus maksimal 2.83 A, pengisian dimulai pada jam 20.30 hingga 22.50. Dengan arus rata-rata 2.021 A dengan kapasitas baterai yang lebih besar dibanding sebelumnya maka proses pengisian lebih lama, yaitu selama 2 jam 20 menit. Indikator juga berfungsi sama seperti pada pengujian pengisian baterai sebelumnya.

4) Analisa Efisiensi

Sebelum mendapatkan efisiensi transformator, terlebih dahulu dilakukan perhitungan sekunder. Adapun tegangan sekunder didapatkan sebagai berikut.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow \frac{240}{30} = \frac{220}{V_s} \Rightarrow V_s = 27.5V \quad \text{Pers. (4)}$$

dimana N_p , N_s , V_p , dan V_s secara berurutan adalah lilitan primer, lilitan sekuner, tegangan primer dan tegangan sekunder. Berdasarkan hasil pengujian alat, tegangan sekunder V_s berkisar antara 25V - 27V.

Berdasarkan persamaan (1), maka dapat diketahui efisiensi transformator sebagai berikut.

a. $\eta = \frac{27 \times 2.15}{230 \times 0.29} \times 100\% = 87.03\%$

b. $\eta = \frac{55.9}{66.41} \times 100\% = 84.17\%$

c. $\eta = \frac{50.75}{65.83} \times 100\% = 77.09\%$

d. $\eta = \frac{52.78}{63.8} \times 100\% = 82.73\%$

e. $\eta = \frac{50.18}{66} \times 100\% = 76.03\%$

f. $\eta = \frac{46.28}{61.6} \times 100\% = 68.14\%$

Berdasarkan data yang telah didapatkan tersebut, maka rata-rata efisiensi dari pengujian Transformator CT yang digunakan sebesar 79.1983%.

Input tegangan yang masuk pada alat merupakan hasil output dari Transformator CT. Tegangan yang masuk merupakan output tegangan dari transformator ini dipengaruhi oleh efisiensi transformator yang digunakan, sehingga tidak selalu sama dengan perhitungan teori. Efisiensi dari *charger* dapat dihitung dari daya *input* dan daya *output*. Menurut rata-rata data hasil pengujian maka perhitungan efisiensi *charger* adalah sebagai berikut

a. Data pengisian baterai 7 Ah 12 V

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{31.70858}{50.6875} \times 100\%$$

$$\eta = 0.62557 \times 100\% = 62.557\%$$

b. Data pengisian baterai 12 Ah 12 V

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{27.24945}{45.71067} \times 100\%$$

$$\eta = 0.5961 \times 100\% = 59.61\%$$

Berdasarkan perhitungan efisiensi dari data yang telah diambil, maka efisiensi dari *Charger* menggunakan Transformator CT yang telah dibuat sebesar 61.0835%

5) Pembahasan

Terdapat dua pembahasan pada penelitian ini. Adapun masing-masing pembahasan dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan adalah sebagai berikut

a. Pengujian Penurun Tegangan dengan Transformator CT.

Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan pada primer transformator, kemudian dianalisis tegangan serta arus keluaran sekunder. Pada pengujian input 220 pada primer transformator mengalami penurunan dan pada output sekunder terukur output sebesar 25 Volt. Maka Transformator CT sebagai penurun tegangan berfungsi dengan baik.

Pada pengujian penurunan tegangan menggunakan Transformator CT, transformator yang digunakan memiliki efisiensi 79.1983%

b. Pengujian Pengisian Baterai 12 Volt.

Pada pengujian pengisian baterai tegangan masuk berasal dari sekunder Transformator CT yang diubah menjadi DC oleh penyearah menggunakan dua dioda tipe HER506. Pengujian pengisian baterai dilakukan pada dua tipe baterai yang berbeda yaitu pada baterai 7Ah 12V dan baterai 12Ah 12V. Pengisian pada baterai 7Ah 12V dibutuhkan waktu 1 jam 40 menit hingga terisi penuh, ditandai dengan indikator LED. Sedangkan pada baterai 12Ah 12V dibutuhkan waktu pengisian selama 2 jam 20 menit. Perbedaan lama pengisian disebabkan oleh perbedaan kapasitas energi yang perlu diisi. Dalam proses pengisian semakin lama tegangan baterai semakin bertambah, disebabkan oleh energi pada baterai yang semakin bertambah. Sedangkan arusnya semakin turun, dan ketika penuh arus pengisian bernilai 0 karena alat otomatis memutus ketika baterai sudah terisi penuh. Maka alat dapat berfungsi dengan cukup baik, dengan perhitungan efisiensi dari data yang telah diambil sebesar 61.0835%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan Alur pengisian baterai yaitu tegangan *input* PLN diturunkan dengan Transformator CT, kemudian disearahkan menjadi tegangan DC menggunakan dua buah diode HER506 yang kemudian dialirkan menuju baterai dan dikontrol oleh rangkaian *cut off*. LM431 sebagai referensi tegangan yang akan mengendalikan relay *cut-off*. Semakin tinggi kapasitas baterai yang terisi maka tegangan baterai juga semakin tinggi, karena energi dalam baterai semakin meningkat. Arus menurun karena semakin baterai terisi maka relay akan memutus aliran sehingga arus akan berhenti mengalir. Dari hasil pengambilan data didapatkan efisiensi alat sebesar 64.86%. Alat memiliki efisiensi yang cukup.

Daftar Rujukan

- A. Mustafid and D. Wulandari. 2018. Rancang Bangun Alat Charger Otomatis Baterai 12 V 35 AH. *Jrm*, vol. 05, pp. 127–132, 2018.
- Dwinata, D. 2017. Analisis Kerja Rangkaian Rectifier Signal Amplifier, *Tugas Akhir*, 4, pp. 9–15.
- Farizy, A. F. 2016. DESAIN SISTEM MONITORING STATE OF CHARGE BATERAI PADA CHARGING STATION MOBIL LISTRIK BERBASIS FUZZY LOGIC DENGAN MEMPERTIMBANGKAN TEMPERATURE.
- H. Prayogo and A. Wibowo. 2017. Prototipe Charger Baterai Menggunakan Sumber Energi Matahari, Listrik, dan Mekanik. *Widya Tek.*, vol. 9, no. 1, pp. 33–44, 2017, [Online]. Available: <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1295>.
- Mustafid, A. and Wulandari, D. 2018. Rancang Bangun Alat Charger Otomatis Baterai 12 V 35

- AH, *Jrm*, 05, pp. 127–132.
- Oliver, J. 2019. Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega16, *Hilos Tensados*, 1, pp. 1–476. Available at: [http://repository.potensi-utama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/2990/6/BAB II.pdf](http://repository.potensi-utama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/2990/6/BAB%20II.pdf).
- P. L. D. Prihananto, M. Facta, and S. Sudjadi. 2019. Perancangan Cut Off Sebagai Pemutus Tegangan Dan Arus Sistem Charging Baterai. *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 911, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.911-817.
- Prayogo, H. and Wibowo, A. 2017. Prototipe Charger Baterai Menggunakan Sumber Energi Matahari, Listrik, dan Mekanik, *Widya Teknik*, 9(1), pp. 33–44. Available at: <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1295>.
- R. M. Septian. 2018. Sistem Aplikasi Smart Charger Untuk Pengoptimalan Pengisian Baterai Laptop.
- Simanjuntak, P. 2018. EFISIENSI CHARGER BATERAI DARI SUMBER PANEL SURYA DENGAN METODE PULSE WIDTH MODULATION, *Analisis Kesadahan Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metode Titrimetri di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara*, 2, pp. 44–48.