

# PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU PADA KOPLING DUA AKUMULATOR SEBAGAI SUMBER DAYA LISTRIK CADANGAN

Cekmas Cekdin<sup>(1\*)</sup> dan Siti Sailah<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

<sup>(2)</sup>Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya Palembang

<sup>(\*)</sup>E-mail *Corresponding Author* : cekmas\_cekdin@yahoo.com

## Abstrak

Pemakaian akumulator selama ini sebagai sumber energi hanya dalam keadaan darurat dan terbatas dengan waktu pakai yang dinamakan *Uninterruptible Power Supply* (UPS). Cara kerja alat ini tidak efektif dan tidak handal sehingga perlu ada inovasi baru yang dapat digunakan kapan saja dan tidak terbatas dengan waktu pakai. Hasil penelitian menyajikan Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan sebagai salah satu alternatif penyedia sumber energi utama untuk memberikan jalan keluar bila terjadi gangguan PLN, dan bekerja dengan waktu relatif cukup lama. Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan diawali dengan menentukan karakteristik setiap komponen seperti akumulator, inverter, rectifier, rangkaian *current booster*, dan sensor tegangan. Tahap berikutnya adalah menentukan pembebanan maksimum agar sistem bekerja cukup lama. Selanjutnya dianalisis dengan baik dan dalam waktu cukup lama agar hasil rancangan betul-betul layak digunakan sebagai Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan yang handal.

**Kata Kunci:** akumulator, inverter, rectifier, rangkaian *current booster*, sensor tegangan.

## Abstract

*The use of accumulators so far as an energy source is only in an emergency situation and is limited by the time of use. The tool is called an Uninterruptible Power Supply (UPS). The way of the tool works is ineffective and unreliable, so there needs to be a new innovation that can be used at any time and is not limited to the time of use. The results of the study present the coupling of two accumulators as a backup power source as an alternative provider of the main energy source that can provide a way out in the event of interference from PLN, and work for a relatively long time. Coupling of Two Accumulators as a backup power source begins with determining the characteristics of each component such as accumulators, inverters, rectifiers, current booster circuits, and voltage sensors. The next step is to determine the maximum loading for the system to work long enough. Furthermore, it is analyzed carefully and in a long time so that the design results is really suitable for use as a coupling of two accumulators as a reliable backup power source.*

**Keywords:** Accumulator, Inverter, Rectifier, Current Booster Circuit, Voltage Sensor.

## 1 PENDAHULUAN

Energi listrik yang digunakan sekarang terbanyak berasal dari sumber energi fosil dan tidak dapat diperbarui. Penggunaan energi tersebut telah berdampak buruk dikarenakan menghasilkan pencemaran udara. Setiap tahun terjadi peningkatan penggunaan daya listrik tahun 2014 sebesar 28 %, tahun 208 sebesar 35 %, dan tahun 2019 sebesar 36 %. Data ini berdasarkan laporan EIA (*Energy Information Administration*) Terjadi peningkatan dalam pemakaian maupun memproduksi bahan bakar cair dunia juga, yaitu dimulai 94-barrel juta per hari di tahun 2014 hingga 100 juta barrel per hari di tahun 2018. Peningkatan ini berdampak pada biaya produksi. Oleh karena itu, bentuk energi alternatif yang ramah lingkungan diperlukan agar mampu

mengatasi peningkatan konsumsi energi fosil dan juga mampu mengatasi polusi hasil reaksi pembakaran bahan bakar yang berasal dari fosil tersebut [1].

Tanpa menggunakan energi fosil atau lainnya yang belum ramah lingkungan, daya listrik tersedia di dunia ini dalam jumlah tak terbatas. Saat ini, keinginan masyarakat dunia beralih ke energi baru terbarukan atau EBT sangat besar. EBT dapat diperoleh dari sumber-sumber alam yang berlimpah, seperti energi termal, energi matahari, energi gerak/getaran dan lainnya. Sumber EBT ini dapat diubah menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk mensuplai kebutuhan bagi peralatan elektronik dan mesin. Sumber energi potensial dengan inovasi baru adalah penggunaan akumulator secara optimal.

Pemanfaatan akumulator perlu dipertimbangkan mengingat pemakaian akumulator sebagai sumber energi belum optimal pemanfaatannya sampai saat ini. Terutama pemanfaatan untuk memenuhi kebutuhan energi di lokasi dan penggunaan tertentu, seperti kegunaan di lokasi yang terisolasi dan lainnya. Keluaran energi akumulator bersumber dari muatan listrik pada akumulator tersebut. Akumulator merupakan komponen aktif yang mengubah muatan listrik menjadi energi listrik [2].

Penelitian ini merupakan temuan baru yang akan disajikan dari Kopling Dua Akumulator sebagai sumber daya listrik cadangan sebagai bagian penyedia sumber energi utama dan dapat mengatasi bila terjadi gangguan atau pemadaman dari sumber energi PLN.

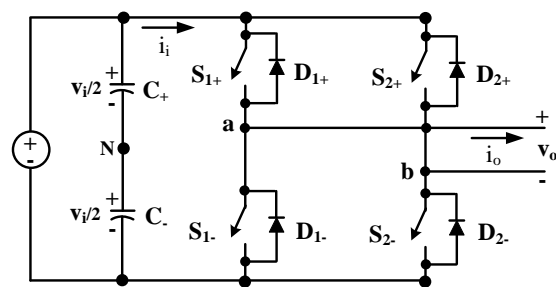
## 2 METODOLOGI

### Studi Literatur

Penggunaan akumulator sebelumnya digunakan sebagai sumber energi dalam keadaan darurat dan terbatas dengan waktu pakai, yang dinamakan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) [3]. Tulisan ini berbeda dari tulisan-tulisan lainnya dalam hal penggunaan akumulator sebelumnya. Keterbaruan dalam penelitian ini adalah berupa Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan sebagai salah satu penyedia sumber energi utama yang dapat memberikan solusi dari ketergantungan akan energi fosil. Masing-masing peralatan pada Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Permanen dijelaskan berikut ini.

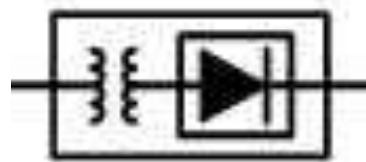
Akumulator atau dikenal dengan *Storage Battery* [4] merupakan sel atau elemen sekunder dan sebagai sumber arus listrik searah yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Sebagai elemen sekunder, akumulator termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya. Kutub positif akumulator memakai lempeng oksida dan kutub negatifnya memakai lempeng timbal, sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. Ketika akumulator digunakan, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada anode (reduksi) dan katode (oksidasi). Akan menyebabkan, dalam waktu tertentu antara anode dan katode tidak terdapat beda potensial, artinya akumulator tidak menyimpan muatan. Agar akumulator dapat bekerja lagi, harus diisi dengan muatan listrik (*charger*) dengan cara mengalirkan arus listrik kearah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan akumulator tersebut. Ketika akumulator diisi dengan muatan listrik (*charger*) akan terjadi akumulasi muatan listrik. Akumulasi jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam, yaitu yang disebut dengan tenaga akumulator. Dari hasil pengamatan, pemakaian akumulator tidak dapat mengeluarkan seluruh energi yang tersimpan akumulator itu. Oleh karenanya, akumulator mempunyai rendemen atau

efisiensi. Hasil penelitian akumulator yang digunakan yaitu akumulator dengan sumber tegangan 12 Volt DC. Kemampuan akumulator mengeluarkan aliran arus listrik disebut kapasitas. Besar kapasitas arus listrik pada akumulator dinyatakan dalam *Ampere hour* (Ah). Sensor Tegangan adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menyambungkan (ON) atau memutuskan (OFF) tegangan dari suatu sumber daya listrik. Adapun rangkaian dasar inverter jembatan penuh satu-fasa dengan beban resistif dan bentuk gelombangnya ditunjukkan pada Gambar 1 [5]. Demikian pula, dalam rangkaian ini dibutuhkan 2 (dua) kapasitor agar menghasilkan titik N supaya tegangan pada setiap kapasitor  $V_i/2$  dapat dijaga konstan. Terdapat 2 (dua) sisi sakelar, yaitu : sakelar  $S_{1+}$  dan  $S_{1-}$  serta  $S_{2+}$  dan  $S_{2-}$ . Masing-masing sisi sakelar ini, sakelar  $S_{1+}$  dan  $S_{1-}$  dan atau  $S_{2+}$  dan  $S_{2-}$ , tidak boleh bekerja secara serempak atau simultan, berbahaya akan terjadi hubung singkat pada rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, menggunakan prinsip PWM, sebagaimana dijelaskan pada inverter setengah-jembatan.



**Gambar 1** Rangkaian Inverter Satu Fasa Jembatan Penuh

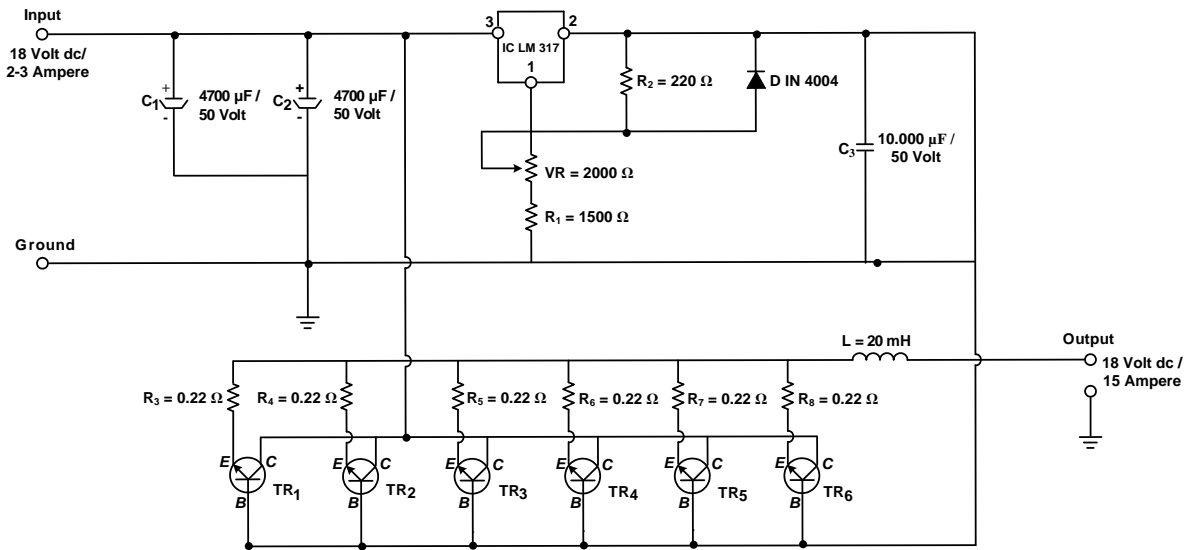
Arus bolak-balik akan diubah menjadi arus searah oleh suatu rangkaian. Rangkaian ini dinamakan *rectifier*. *Rectifier* yang dipakai adalah rangkaian penyearah gelombang penuh [6], simbol dari *rectifier* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Simbol *Rectifier*

Rangkaian current booster adalah rangkaian untuk peningkatan arus masukan kecil menjadi arus keluaran ( $I_{out}$ ) yang besar. Untuk itu,  $I_{out}$  dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Adapun transistor penarik arus TIP 3055 yang digunakan. Transistor ini memiliki kapasitas maksimum arus 15 Ampere dengan tegangan 18 Volt yang didapat dari spesifikasi transistor TIP 3055 [7]. Rangkaian *Current Booster* ini dapat meningkatkan arus sampai 15 Ampere

dengan tegangan kerja 30 Volt dc. Cara kerja rangkaian *Current Booster* ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3 [8].



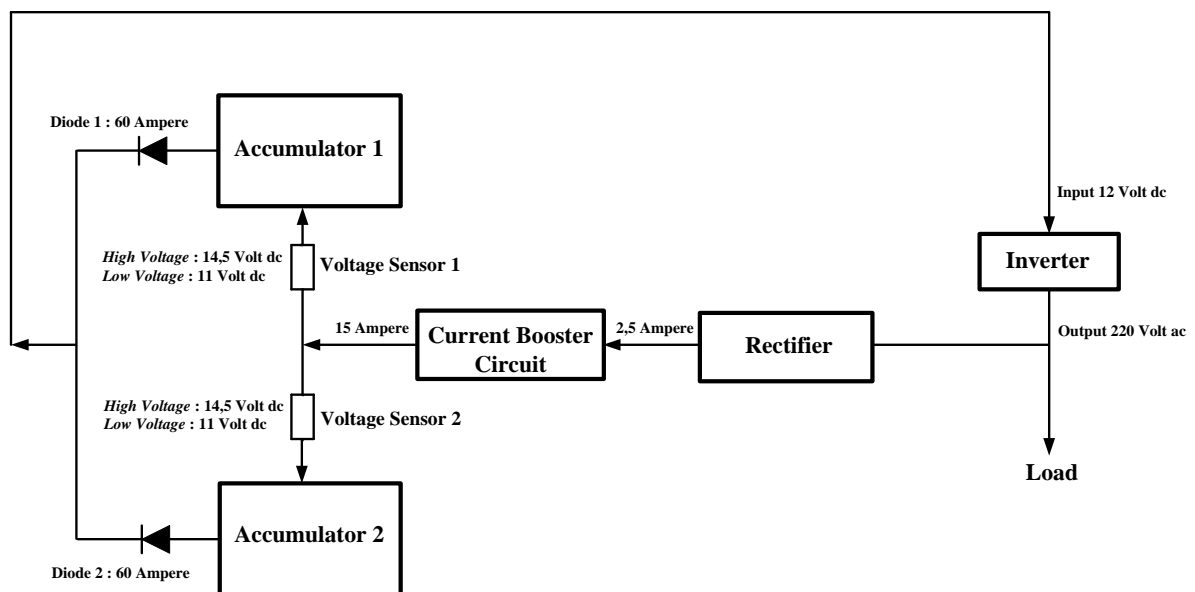
Gambar 3 Rangkaian *Current Booster*

Masukan dari pin 3 pada IC LM 317 sebagai regulator tegangan dan arus akan disaring oleh kapasitor  $C_1$  dan  $C_2$  dengan kapasitas masing-masing sebesar  $4700 \mu\text{F}/50 \text{ Volt dc}$ , pada pin 2 IC LM 317 dipasang  $R_2$  yang berfungsi menghindari arus balik ke pin 1 IC LM 317 dan dioda IN 4004 sebagai pemutus dan penyambung, VR (*Variable Resistor*) berfungsi sebagai pengatur besar/kecilnya tegangan. Tegangan dan arus yang telah diatur oleh IC LM 317 akan disaring kembali pada bagian keluaran rangkaian ini dengan menggunakan kapasitor elektrolit  $C_3$  dengan kapasitas  $10.000 \mu\text{F}/50 \text{ Volt dc}$ . Arus dan tegangan yang sudah stabil yaitu arus 2-3 Ampere dan tegangan sebesar 18 Volt dc. Kemudian arus dinaikan

menggunakan transistor TR<sub>1</sub>, TR<sub>2</sub>, TR<sub>3</sub>, TR<sub>4</sub>, TR<sub>5</sub>, dan TR<sub>6</sub> menjadi 15 Ampere dengan tegangan 30 Volt dc. Peningkatan arus oleh kolektor ( $I_C$ ) didapatkan dari spesifikasi transistor TIP 3055 [7] [9] [10] dengan total 10 Ampere. Arus *base* ( $I_B$ ) total keseluruhan adalah 8 Ampere. Selanjutnya, spesifikasi transistor TIP 3055 dapat ditentukan dari jumlah transistor yang dibutuhkan dengan terlebih dahulu menentukan daya yang diperlukan [7].

#### Aplikasi Kopling Dua Akumulator sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan

Aplikasi secara diagram blok dan prinsip kerja dari Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan dapat dilihat seperti Gambar 4.



Gambar 4 Digram Blok Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan

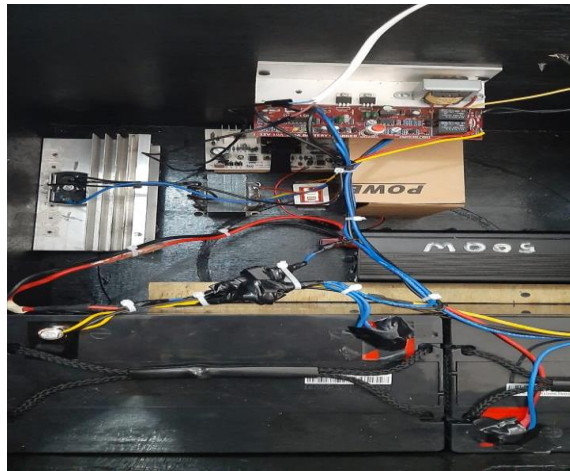
Prinsip kerja Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Permanen pada Gambar 4 di atas adalah dari Akumulator 1 mengeluarkan tegangan dan arus. Tegangan dari Akumulator 1 ini akan diubah dari 12 Volt dc menjadi 220 Volt ac melalui Inverter. Tegangan dan arus keluaran Inverter akan disuplai ke Beban, dan dibuat cabang satu lagi ke *Rectifier*. *Rectifier* suatu rangkaian untuk merubah dari ac ke dc, tegangan keluaran *Rectifier* adalah 18 Volt dc, arus keluarannya 2,5 Amper dc. Keluaran dari *Rectifier* sebagai masukan Rangkaian *Current Booster*, arus yang masuk pada Rangkaian *Current Booster* yaitu 2,5 Amper dc akan ditingkatkan menjadi keluaran 5 Amper dc. Keluaran Rangkaian *Current Booster* untuk men-*charger* Akumulator 1 atau Akumulator 2. Tegangan pada Akumulator 1 akan dikontrol oleh Sensor Tegangan 1. Ketika tegangan pada Akumulator 1 terjadi penurunan  $\pm 11$  Volt dc, maka Sensor Tegangan 1 akan “OFF”, dan Sensor Tegangan 2 akan “ON” untuk men-*charger* Akumulator 1. Selanjutnya suplai daya ke Beban dapat dari Akumulator 2. Tegangan pada Akumulator 2 akan dikontrol oleh Sensor Tegangan 2. Ketika tegangan pada Akumulator 2 terjadi penurunan  $\pm 11$  Volt dc, maka Sensor Tegangan 2 akan “OFF”, dan Sensor Tegangan 1 akan “ON” untuk men-*charger* Akumulator 2. Begitu seterusnya prinsip kerja dari Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Permanen ini. Tegangan maksimum dari masing-masing akumulator adalah 14,5 Volt dc.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Tool Design*

Bahan yang digunakan dalam membuat alat ini adalah 4 resistor  $R = 10 \text{ k}\Omega$ , 2 resistor  $R = 220 \text{ k}\Omega$ , 2  $R = 1 \text{ k}\Omega$ , 1  $R = 2 \text{ k}\Omega$ , 1 resistor variabel  $VR = 1 \text{ k}\Omega$ , 1 *diode zener* 5 Volt, 1 *diode* IN4001, 1 *diode bridge* 40 Amper, 1 transistor TR C1815, 1 IC regulator 7809, 1 IC LM 555 N, 1 kapasitor  $C = 470 \mu\text{F}/50 \text{ V}$ , 1 kapasitor  $C = 100 \text{ nF}/100 \text{ V}$ , 1 LED merah dan hijau, 1 relay 5 pin 12 Volt, 1 PCB, 1 transformator *single tap* dengan input 220 Volt dan tegangan output 12 Volt pada arus 5 Amper, dan 2 akumulator 100 Ah/12 Volt DC.

Hasil rancangan Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan seperti Gambar 5.



**Gambar 5** Hasil Rancangan Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Hasil Pengukuran

Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan dibebani dengan lampu LED *Hannochs* dari 5-Watt sampai 300 Watt. Hasil pengukuran dari Rancangan Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan dapat dilihat seperti pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran dari Rancangan Kopling Dua Akumulator Dengan Menggunakan *Current Booster* Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan

Beban (Watt)	Tegangan Awal di Akumulator (Volt DC) :		Arus Keluar Akumulator (Amper DC), di Akumulator :		Arus Masuk Akumulator (Amper DC), di Akumulator :		Lamanya Beban Digunakan (Jam)	Charger Pada Posisi di Akumulator ke :		Tegangan Setelah di Akumulator (Volt DC) :	
	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2
	75	12,4 2	-	7,93	-	-		-	32,11	√	-
100	-	12,45	-	8,14	5	-	26,75	-	√	-	11,04
125	12,4 7	-	8,57	-	-	5	24,68	√	-	11,0 7	-
150	-	12,45	-	9,27	5	-	20,37	-	√	-	10,78
200	12,3 9	-	11,13	-	-	5	13,28	√	-	11,1 5	-
225	-	12,28	-	13,45	5	-	8,83	-	√	-	10,85
250	12,2 5	-	14,24	-	-	5	7,82	√	-	10,7 4	-
275	-	12,21	-	17,25	5	-	5,25	-	√	-	11,03
300	12,1 7	-	21,42	-	-	5	3,09	√	-	10,2 8	-

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran dari Rancangan Kopling Dua Akumulator Tanpa Dengan Menggunakan *Current Booster* Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan

Beban (Watt)	Tegangan Awal di Akumulator (Volt DC) :		Arus Keluar Akumulator (Amper DC), di Akumulator :		Lamanya Beban Digunakan (Jam)	Charger Pada Posisi di Akumulator ke :		Tegangan Setelah di Akumulator (Volt DC) :	
	1	2	1	2		1	2	1	2
	75	12,45	-	7,28		-	14,36	√	-
100	-	12,36	-	8,27	12,32	-	√	-	11,21
125	12,47	-	9,54	-	10,53	√	-	11,13	-
150	-	12,40	-	11,24	9,31	-	√	-	10,58
200	12,37	-	11,93	-	8,07	√	-	11,04	-
225	-	12,38	-	13,38	7,85	-	√	-	10,95
250	12,35	-	15,38	-	6,97	√	-	10,94	-
275	-	12,17	-	19,18	3,42	-	√	-	10,07
300	12,06	-	23,54	-	2,03	√	-	10,04	-

### Analisis

Hasil pengukuran Rancangan Kopling Dua Akumulator dengan menggunakan Rangkaian *Current Booster* Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan dan tanpa menggunakan Rangkaian *Current Booster* seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2, di mana dengan menggunakan Rangkaian *Current Booster* lamanya beban digunakan cukup lama untuk perpindahan *charging* akumulator berikutnya, sedangkan tanpa menggunakan Rangkaian *Current Booster* lamanya beban digunakan terlihat terlalu cepat untuk perpindahan *charging* akumulator

berikutnya. Cukup lamanya untuk perpindahan *charging* akumulator dikarena pengaruh dari *charging* Rangkaian *Current Booster*. Arus masuk pada Rangkaian *Current Booster* adalah  $\pm 2$  Amper, sedangkan keluarannya konstan 5 Amper.

### 4 KESIMPULAN

Sebagai sumber energi cadangan bila terjadi gangguan atau pemadaman dari sumber energi PLN maka hasil Rancangan Kopling Dua Akumulator

dengan menggunakan Rangkaian *Current Booster* cukup efektif dan cukup lama waktu operasinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jiankai Dong, Long Zhang, Yiqiang Jiang, *A comparative study on system performances of multi-split air source heat pump with different energy accumulators and storage methods*, *Energy & Buildings*, 2020.
- [2] Enejo Godwin Ameh, Daniel Oluwagbemiga Aina, *Search for autochthonous plants as accumulators and translocators in a toxic metal-polluted coal mine soil in Okaba, Nigeria*, *Scientific African* 10, 2020.
- [3] Zachary R. Harvey, *Advanced light source-Upgrade accumulator-ring gas bremsstrahlung production*, *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, 2020.
- [4] Shubhani Aggarwal, Neeraj Kumar, *Chapter Six - Accumulators*, *Advances in Computers*, Volume 121, pages 123-128, 2021.
- [5] Fang Lin Luo, Hong Ye, *Advanced DC/AC Inverters: Applications in Renewable Energy (Power Electronics, Electrical Engineering, Energy, and Nanotechnology)*, 1st Edition, CRC Press, 2013.
- [6] Sanjay Kumar Madupoju, Venkata Satya Sai Teja Dasara, N. Thangadurai, H. Basavaraj, Akhil Sai Sure, Aswanth Reddy Eda, *Diode Modelling of Rectifier for Mobile Charging Unit with Emission Coefficient Analysis*, *materialstoday: Proceedings*, 2021
- [7] W. Foulsham, *Tower's International Transistor Selector*, 5<sup>th</sup> Edition, BPB Publications, 2008.
- [8] Peter K. Wu, Justin C. Biffinger, Lisa A. Fitzgerald, Bradley R. Ringeisen, *A low power DC/DC booster circuit designed for microbial fuel cells*, *Process Biochemistry*, Volume 47, pages 1620-1626, 2012.
- [9] Cekmas Cekdin, Zainuddin Nawawi, Muhammad Faizal, *Improving Capacity Thermoelectric Generator Using Current Booster Circuit*, *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, Vol. 11, Special Issue-05, 2019.
- [10] Smrithi Radhakrishnan, Venugopal LV, Vanitha M, *Hardware Implementation of Linear Current Booster for Solar Pumping Applications*, *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, Volume 11(1), pages 1124-1126, 2016.