

ANALISA ARUS INPUT DAN OUTPUT PADA RANGKAIAN *CURRENT BOOSTER* DI KOPLING DUA AKUMULATOR SEBAGAI SUMBER DAYA LISTRIK CADANGAN KETIKA DI BEBANI 100 WATT ANTARA *CHARGING* MELALUI PANEL SURYA DAN TANPA *CHARGING*

Cekmas Cekdin^{1*}, Theo Cahyo Adi², Abi Risqi Dewantara³
e-mail : cekmascekdin63@gmail.com

Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang¹
Alumni Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang^{2&3}

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu jenis Pembangkit yang dihasilkan dari energi baru terbarukan (EBT) yang berasal dari Energi Surya. Energi Surya yang mudah didapatkan di alam serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan Emisi CO₂ telah menjadi teknologi andalan di dunia saat ini. Indonesia yang terletak di kawasan garis khatulistiwa mejadi salah satu alasan mengapa PLTS memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan, namun PLTS dengan menggunakan SCC dan *Solar cell* pengisian di akumulator hanya dapat berlangsung pada saat hari cerah umumnya pada siang hari hingga sore hari. Sedangkan pada malam hari SCC dan Panel surya tidak berfungsi karena tidak bisa mengisi ulang daya pada akumulator yang di pakai pada sistem PLTS tersebut disinilah penulis melakukan penelitian meng *hybrid* PLTS degan sistem peng*chargeran Current booster* dengan tujuan supaya pada saat malam hari pada waktu SCC dan *solar cell* tidak berfungsi maka *current booster* yang akan mengisi daya pada akumulator sehingga di harapkan akumulator dapat bertahan hingga 24 jam.

Kata Kunci : *Current booster, Solar Charge Controller (SCC)* , Panel surya, Akumulator.

1. Pendahuluan

Pada era sekarang ini energi listrik masih langka dan mahal untuk daerah terpencil di Indonesia. Energi listrik masih banyak menggunakan energi *fossil* sebagai bahan bakunya untuk pembangkitan energi listrik. Sebagaimana kita ketahui energi *fossil* semakin menipis sehingga di khawatirkan akan habis dalam beberapa puluh tahun lagi untuk itulah kita harus mulai memikirkan energi alternatif sebagai pengganti energi *fossil* tersebut, penulis mencoba mencari alternative energi baru terbarukan dengan menggunakan solar sel di *hybrid* dengan *currents booster* sebagai peningkatan aursnya diharapkan energi ini akan terus berputar atau kontinu (tidak habis) dengan beban maksimal 100 watt sehingga bias dimanfaatkan untuk penerangan di daerah – daerah yang belum mempunyai pasokan energi listrik dari PLN.

Salah satu upaya agar kita tidak menimbulkan pemanasan global dengan menggunakan bahan bakar *fossil* selain ketersediaannya makin menipis di dunia ini juga dapat dampak merusak bumi itu sendiri, langkah yang kita dapat cegah agar kerusakan bumi ini tidak semakin parah adalah dengan mengganti penggunaan bahan bakar fosil dengan menggunakan energi terbarukan yang lebih ramah terhadap lingkungan dan tidak terbatas. Yang dimana salah satunya adalah PLTS, yang dimana Indonesia sangat cocok menggunakan energi terbarukan ini adalah Indonesia yang merupakan daerah tropis.

Sel surya dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik melalui panel surya. Panel surya merupakan suatu peralatan elektronik yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik. Posisi geografis Indonesia yang membentang di daerah garis khatulistiwa sangat sesuai untuk dibangun

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Beban 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

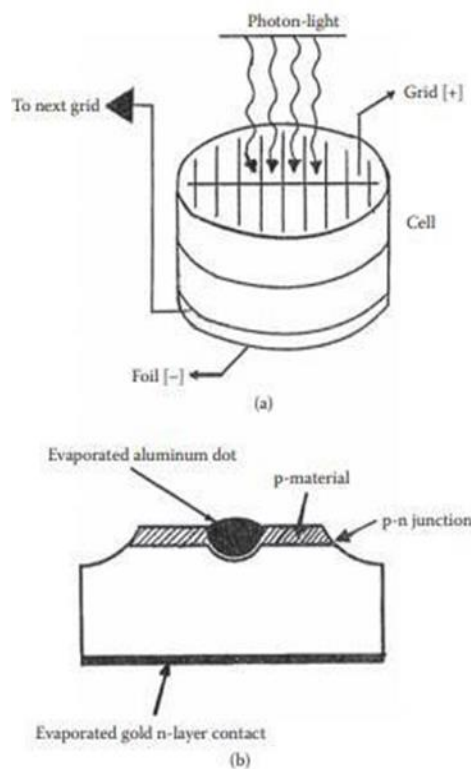
Cekmas Cekdin / Theo Cahyo Adi / Abi Risqi Dewantara

pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dengan penerimaan sinar matahari sepanjang tahun merata dapat dipastikan bahwa panel surya akan bekerja secara maksimal.

2. Tinjauan Pustaka

Prinsip Kerja Fotovoltaik

Sel surya semikonduktor PV berbasis silikon telah digunakan untuk menunjukkan aplikasi yang paling praktis dan handal dari efek fotovoltaik. Sebuah junction semikonduktor sederhana dapat dihasilkan dari silikon kristal tunggal. Kontak resistansi rendah ditambahkan untuk menekan energi listrik yang dihasilkan ketika sel terkena sinar matahari. Sekitar tegangan DC 0,45 volt dihasilkan di setiap sel terlepas dari dimensi untuk arsitektur sel tertentu. Arus DC dan dengan demikian daya yang tersedia sangat tergantung pada area sel yang terkena sinar matahari dan kemampuan penyerapan wafer silikon, yang terletak di antara dua kontak, seperti diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar : Rincian arsitektur fotovoltaik menunjukkan
(a) diagram skematik dan
(b) tampilan penampang sel

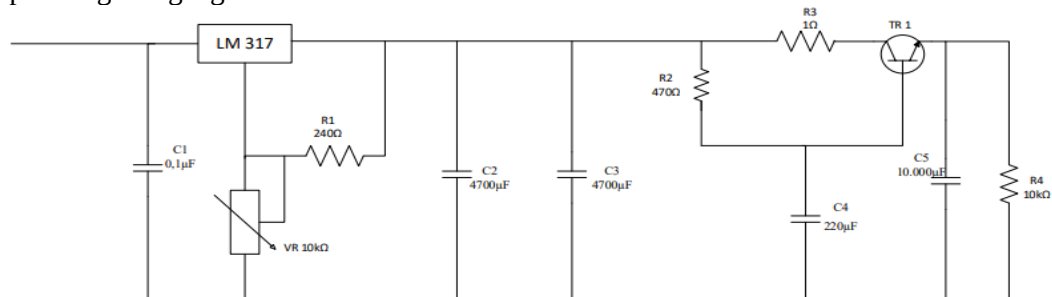
3. Metode Penelitian

3.1. Rangkaian Current Booster

Gambar rangkaian lengkap *current booster* dapat kita lihat seperti pada gambar dibawah ini dimana pada gambar rangkaian ini dapat kita bagi dua pertama adalah rangkaian penaik tegangan atau DC to DC Boost Converter yang dibangun dengan menggunakan IC LM317 yang tegangan keluarannya dapat diatur mulai dari 5 Volt sampai 30 Volt. Dengan tegangan masukan mulai dari 2 Volt sampai 24 Volt sedangkan arus pada IC (*Integrated Circuit*) regulator LM317 maksimal Cuma

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

1,5 Amper untuk itu kita butuh rangkaian penguat arus yang dapat menaikkan arus keluaran dari IC LM317 menjadi 5,8 Amper. Rangkaian penarik arus atau *current booster* kita bangun dengan menggunakan transistor 2N3055 dimana transistor ini sanggup mengeluarkan arus hingga maksimal 15 Amper dengan tegangan maksimal 100 Volt.



Keterangan:

C1 = 0,1μF/50 V	R1 = 240Ω/ 0,5 watt
C2 = 4700μF/80 V	R2 = 470Ω/ 0,5 watt
C3 = 4700μF/80 V	R3 = 1Ω/ 0,5 watt
C4 = 220μF/80 V	R4 = 10kΩ
C5 = 10.000μF/1000 V	TR = 2N 3055

Gambar 1 : Rangkaian Current Booster

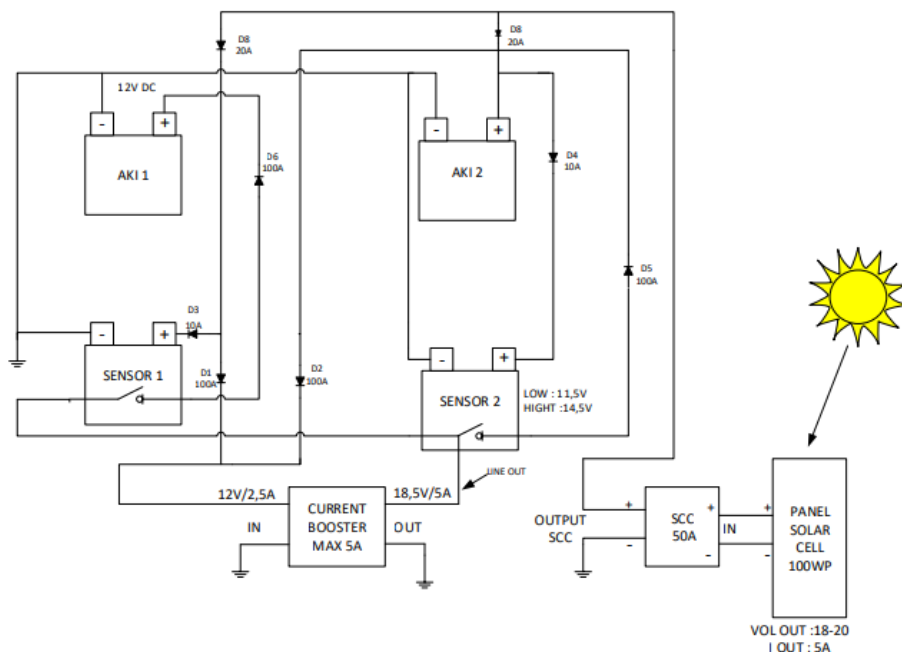
Rangkaian *Current booster* terdiri dari dua bagian utama yang sangat penting yaitu rangkaian penarik tegangan (*DC/DC Voltage Boost Converter*) dan Rangkaian penguat arus (*Current Booster*) pada rangkaian penarik tegangan (*Current Booster*) dibangun dengan menggunakan IC (*Integrated Circuit*) LM317 dimana fungsi bagian pada regulator positif LM317 dapat kita jelaskan sebagai berikut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Desain

Prinsip kerja dari Sistem Penerangan DC Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Akumulator Gandeng Sebagai Sumber Energi Cadangan adalah sebagai berikut : pertama kali **Akumulator 1** mengalirkan arus ke beban dan untuk **Akumulator 2** adalah dalam keadaan *stand by*, masing-masing pada **Akumulator 1** dan **2** dipasang sensor tegangan, bila **Akumulator 1** mencapai tegangan kritis 11,5 Volt, maka sensor tegangan 1 akan *off*, untuk memutuskan rangkaian **Akumulator 1**, kemudian **Akumulator 2** akan *on* untuk melayani beban dan men-*charger* **Akumulator 1**. Begitu juga bila **Akumulator 2** mencapai tegangan kritis 11,5 Volt, maka sensor tegangan 2 akan *off*, untuk memutuskan rangkaian **Akumulator 2**, kemudian **Akumulator 1** akan *on* untuk melayani beban dan men-*charger* **Akumulator 2**. Begitu seterusnya prinsip kerja dari Sistem Penerangan DC Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Akumulator Gandeng Sebagai Sumber Energi Cadangan. Pada sistem ini diberi sensor tegangan 1 dan 2, dan dibebani dari 40 Watt dc yang ditingkatkan secara bertahap 10 Watt dc sampai mencapai 160 Watt. Bentuk gambar dari Sistem Penerangan DC Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Akumulator Gandeng Sebagai Sumber Energi Cadangan seperti pada Gambar 2 di bawah ini.

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Penerangan DC Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Akumulator Gandeng Sebagai Sumber Energi Cadangan.

3.2. Pembahasan

Penulisan pada tugas akhir akan mencoba mengambil data pengukuran berupa waktu, tegangan, dan arus dari peralatan pembangkit listrik tenaga surya yang di *hybrid* dengan *current booster* dimana data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 1. Data pengukuran arus dan tegangan *current booster* tanpa panel surya

No	Jam	Beban (Watt)	Tegangan Akumulator (Volt) di :		Arus Pada Rangkaian Cuurent Booster (Amper)		Arus Beban (Amper)	Akumulator Charging	
			1	2	Masuk	Keluar		dari	Ke
1	09.30	40	12,50	12,40	2,58	5,83	1,17	1	2
2	10.00		12,30	12,30	3,70	5,86	1,45	2	1
3	10.30	50	12,30	12,20	3,30	5,76	1,39	2	1
4	11.00		12,30	12,20	3,00	5,78	1,36	2	1
5	11.30	60	12,20	12,20	2,90	5,87	1,58	2	1
6	12.00		12,30	12,20	3,12	5,82	1,57	2	1
7	12.30	70	12,20	12,20	2,90	5,79	1,87	2	1
8	13.00		12,20	12,10	3,20	5,83	1,81	1	2
9	13.30	80	12,20	12,10	3,50	5,81	2,14	1	2
10	14.00		12,10	12,10	3,20	5,83	2,08	1	2
11	14.30	90	12,10	12,10	3,20	5,71	2,32	1	2
12	15.00		12,10	12,00	3,60	5,78	2,35	1	2
13	15.30	100	12,10	11,90	2,35	5,78	2,58	1	2
14	16.00		12,10	12,00	2,07	5,79	2,54	1	2
15	16.30	105	12,10	11,90	3,06	5,77	2,61	1	2

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

16	17.00		12,10	12,10	2,96	5,81	2,64	1	2
17	17.30	110	12,10	12,10	2,89	5,83	2,66	1	2
18	18.00		12,10	12,00	2,81	5,79	2,75	1	2
19	18.30	115	12,10	12,00	2,52	5,82	2,90	1	2
20	19.00		12,10	12,00	2,80	5,83	2,90	1	2
21	19.30	120	12,10	12,00	2,81	5,38	3,00	1	2
22	20.00		12,10	12,00	2,80	5,82	3,00	1	2
23	20.30	125	12,00	12,00	2,56	5,86	3,10	2	1
24	21.00		12,10	12,00	2,47	5,83	3,13	2	1
25	21.30	130	12,10	12,00	2,23	5,84	3,29	2	1
26	22.00		12,10	12,00	2,76	5,81	3,27	2	1
27	23.00	135	12,00	12,00	2,89	5,85	3,28	2	1
28	23.30		12,00	12,00	2,97	5,82	3,19	2	1
29	00.00	140	12,00	12,00	2,16	5,77	3,32	2	1
30	00.30		12,00	11,90	2,70	5,84	3,26	2	1
31	01.00	145	12,00	11,90	2,90	5,84	3,26	1	2
32	01.30		12,00	11,90	2,85	5,80	3,27	1	2
33	02.00	150	11,90	11,90	2,80	5,78	3,28	1	2
34	02.30		11,70	11,80	2,81	5,80	3,30	1	2
35	03.00	155	11,70	11,80	2,40	5,80	3,36	1	2
36	03.30		11,70	11,80	2,61	5,84	3,35	1	2
37	04.00	160	11,50	11,70	2,45	5,20	3,40	2	1
38	04.30		11,50	11,60	2,39	5,00	3,42	2	1

Tabel data pengukuran arus dan tegangan *current booster* di *hybrid* dengan *solar charge controller*

No	Jam	Beban (Watt)	Tegangan Akumulator (Volt) di :		Arus Pada Rangkaian <i>Cuurent Booster</i> (Amper)		Arus dari <i>Solar Charger Controller</i> (Amper)		Arus Beban (Amper)	Akumulator <i>Charging</i>	
			Tegangan		Masuk	Keluar	Masuk	Keluar		dari	Ke
			1	2							
1	09.00	40	12.50	12.50	2,58	5,83	1,77	1,76	1,17	1	2
2	09.30		12.40	12.41	3,70	5,86	2,64	3,21	1,45	1	2
3	10.00	50	12.37	12.30	3,30	5,76	3,19	1,52	1,39	1	2
4	10.30		12.30	12.25	3,00	5,78	0,80	0,90	1,36	1	2
5	11.00	60	12,57	12,30	2,90	5,87	0,82	0,81	1,58	1	2
6	11.30		12,30	12,38	3,12	5,82	0,80	0,78	1,57	1	2
7	12.00	70	12.55	12.35	2,90	5,79	0,68	0,70	1,87	1	2
8	12.30		12.30	12.37	3,20	5,83	3.42	3.41	1,81	1	2
9	13.00	80	12,60	12,36	3,50	5,81	3,50	2,45	2,14	1	2
10	13.30		12,50	12,30	3,20	5,83	3.49	2.44	2,08	1	2
11	14.00	90	12.48	12.28	3,20	5,71	3,72	2,71	2,32	1	2
12	14.30		12.47	12.28	3,60	5,78	3,79	2.71	2,35	1	2
13	15.00	100	12.47	12.48	2,35	5,78	3.40	3.71	2,58	2	1
14	15.30		12.46	12.47	2,07	5,79	2.42	2.72	2,54	2	1
15	16.00	105	12.46	12.46	3,06	5,77	2.40	2.38	2,61	2	1
16	16.30		12.46	12.46	2,96	5,81	2.38	2,35	2,64	2	1
17	17.00	110	12.45	12.46	2,89	5,83	1.39	1.37	2,66	2	1
18	17.30		12.45	12.45	2,81	5,79	1.23	1.37	2,75	2	1

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

19	18.00	115	12.45	12.43	2,52	5,82	1.00	0.98	2,90	2	1
20	18.30		12.44	12.43	2,80	5,83	0.05	0.05	2,90	2	1
21	19.00	120	12.43	12.43	2,81	5,38	0.04	0.04	3,00	2	1
22	19.30		12.43	12.43	2,80	5,82	0.04	0.04	3,00	2	1
23	20.00	125	12.42	12.43	2,56	5,86	0.02	0.02	3,10	2	1
24	20.30		12.42	12.42	2,47	5,83	0.02	0.02	3,13	2	1
25	21.00	130	12.42	12.42	2,23	5,84	0.02	0.02	3,29	2	1
26	21.30		12.41	12.42	2,76	5,81	0.01	0.01	3,27	1	2
27	22.00	135	12.41	12.41	2,89	5,85	0.01	0.01	3,28	1	2
28	23.00		12.40	12.41	2,97	5,82	0.01	0.01	3,19	1	2
29	23.30	140	12.40	12.40	2,16	5,77	0.01	0.01	3,32	1	2
30	00.00		12.39	12.40	2,70	5,84	0.01	0.01	3,26	1	2
31	00.30	145	12.39	12.39	2,90	5,84	0.01	0.01	3,26	1	2
32	01.00		12.35	12.37	2,85	5,80	0.01	0.01	3,27	1	2
33	01.30	150	12.29	12.30	2,80	5,78	0.01	0.01	3,28	1	2
34	02.00		12.29	12.29	2,81	5,80	0.01	0.01	3,30	1	2
35	02.30	155	12.25	12.24	2,40	5,80	0.01	0.01	3,36	1	2
36	03.00		12.17	12.19	2,61	5,84	0.01	0.01	3,35	1	2
37	03.30	160	12.15	12.16	2,45	5,20	0.01	0.01	3,40	1	2
38	04.00		12.10	12.13	2,39	5,00	0.01	0.01	3,42	1	2

Tabel data pengukuran tegangan *Solar charge controller*

No	Jam	Beban	Tegangan SCC		Keterangan Matahari Bersinar
			Masuk	Keluar	
1	09.00	40	12.55	12.50	Cerah
2	09.30		12.50	12.40	Cerah
3	10.00	50	12.40	12.37	Cerah
4	10.30		12.35	12.30	Cerah
5	11.00	60	12,62	12,57	Cerah
6	11.30		12,41	12,30	Agak terik
7	12.00	70	12.63	12.55	Agak terik
8	12.30		12.43	12.30	Sangat terik
9	13.00	80	12,72	12,60	Sangat terik
10	13.30		12,62	12,50	Sangat terik
11	14.00	90	12.53	12.48	Sangat terik
12	14.30		12.55	12.47	Sangat terik
13	15.00	100	12.15	12.02	Sangat terik
14	15.30		12.11	12.00	Mulai redup
15	16.00	105	12.21	12.06	Mulai redup
16	16.30		12.29	12.20	Mulai redup
17	17.00	110	12.23	11.95	Mulai redup
18	17.30		12.01	11.90	Redup
19	18.00	115	00.00	00.00	Redup
20	18.30		00.00	00.00	Malam
21	19.00	120	00.00	00.00	Malam
22	19.30		00.00	00.00	Malam
23	20.00	125	00.00	00.00	Malam
24	20.30		00.00	00.00	Malam

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

Cekmas Cekdin / Theo Cahyo Adi / Abi Risqi Dewantara

25	21.00	130	00.00	00.00	Malam
26	21.30		00.00	00.00	Malam
27	22.00	135	00.00	00.00	Malam
28	23.00		00.00	00.00	Malam
29	23.30	140	00.00	00.00	Malam
30	00.00		00.00	00.00	Malam
31	00.30	145	00.00	00.00	Dini hari
32	01.00		00.00	00.00	Dini hari
33	01.30	150	00.00	00.00	Dini hari
34	02.00		00.00	00.00	Dini hari
35	02.30	155	00.00	00.00	Fajar
36	03.00		00.00	00.00	Fajar
37	03.30	160	00.00	00.00	Fajar
38	04.00		00.00	00.00	Fajar

4.2. Perhitungan daya masuk pada *current booster*

Untuk menghitung daya yang masuk pada *current booster* dapat kita gunakan persamaan $P_{in\ CB} = I_{in\ CB} \times V_{in\ CB}$.
dengan :

$P_{in\ CB}$ adalah daya yang masuk pada *current booster*

$I_{in\ CB}$ adalah arus yang masuk pada *current booster*

$V_{in\ CB}$ adalah tegangan yang masuk pada *current booster*

Sebagai contoh dari data pengukuran di ketahui arus masuk *curren bosster* pada Perhitungan selanjutnya dapat dibuat tabel seperti Tabel 4 berikut

No	Jam	Arus Masuk Current Booster (Amper)	Tegangan pada Current Booster (Volt)	Daya Masuk Pada Current Booster (Watt)
1	09.30	2,58	12,45	32,24
2	10.00	3,70	12,30	45,51
3	10.30	3,30	12,25	40,42
4	11.00	3,00	12,25	36,75
5	11.30	2,90	12,20	35,38
6	12.00	3,12	12,25	38,22
7	12.30	2,90	12,20	35,38
8	13.00	3,20	12,15	38,88
9	13.30	3,50	12,10	42,52
10	14.00	3,20	12,10	38,72
11	14.30	3,20	12,10	38,72
12	15.00	3,60	12,05	43,38
13	15.30	2,35	12,00	28,20
14	16.00	2,07	12,05	24,94
15	16.30	3,06	12,00	36,72
16	17.00	2,96	12,10	35,81
17	17.30	2,89	12,10	34,98
18	18.00	2,81	12,05	33,86
19	18.30	2,52	12,05	30,36

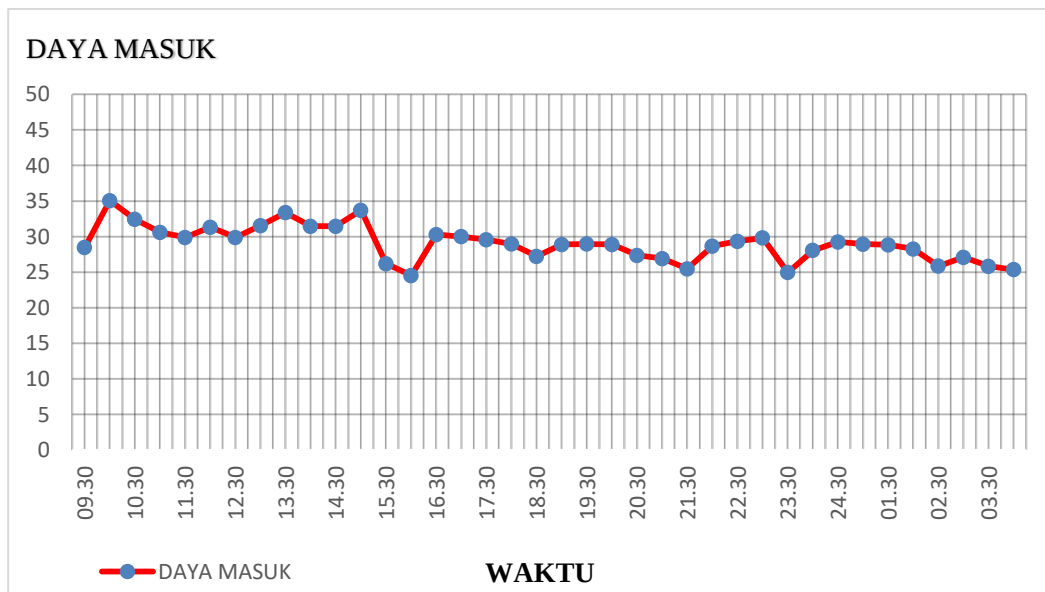
Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

Cekmas Cekdin / Theo Cahyo Adi / Abi Risqi Dewantara

20	19.00	2,80	12,05	33,74
21	19.30	2,81	12,05	33,86
22	20.00	2,80	12,05	33,74
23	20.30	2,56	12,00	30,72
24	21.00	2,47	12,05	29,76
25	21.30	2,23	12,05	26,87
26	22.00	2,76	12,05	33,25
27	22.30	2,89	12,00	34,68
28	23.00	2,97	12,00	35,64
29	23.30	2,16	12,00	25,92
30	24.00	2,70	11,95	32,26
31	24.30	2,90	11,95	32,26
32	01.00	2,85	11,95	34,05
33	01.30	2,80	11,90	33,32
34	02.00	2,81	11,75	33,01
35	02.30	2,40	11,75	28,20
36	03.00	2,61	11,75	30,66
37	03.30	2,45	11,60	28,42
38	04.00	2,39	11,55	27,60

4.3. Grafik perhitungan daya masuk pada *current booster*

Dari perhitungan pada bab diatas di dapat hasil daya yang masuk pada *current booster* bervariasi pada setiap jamnya. Hasil perhitungan ini dapat kita buat grafik daya masuk seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3 : Grafik daya masuk pada Current Booster

5. PENUTUP

Dari hasil pengukuran dan perhitungan pada *current booster* dapat disimpulkan sebagai berikut : Arus masuk *current booster* lebih kecil dibanding arus keluar *current booster*, tegangan masuk *current booster* lebih kecil dari tegangan keluaran *current booster*, dan *Current booster* dapat digunakan untuk menguatkan arus atau melipat gandakan arus, hingga 2 kali lipat.

Analisa Arus Input dan Output Pada Rangkaian Current Booster di Kopling Dua Akumulator Sebagai Sumber Daya Listrik Cadangan Ketika di Bebani 100 Watt Antara Charging Melalui Panel Surya dan Tanpa Charging

Cekmas Cekdin / Theo Cahyo Adi / Abi Risqi Dewantara

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Ashari, (2021), *Desain Konverter Elektronika Daya*, Penerbit Informatika, Bandung.
- [2] Malvino, Albert Paul., (1984)., *Prinsip-prinsip Elektronika*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Beiser, Arthur., (1995)., *Konsep Fisika Modern*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4] Soetoyono, Charles., (2018)., *Sistem Listrik Tenaga Surya Desain, Dan Operasi Instalasi*.
- [5] Mohammed, Elbaset., (2008)., *Design And Simulation Of DC/DC Boost Converter Design And Simulation*.
- [6] Fathabadi, Hassan., (2016)., *Novel High Efficiency DC/DC Boost Converter For Using in Photovoltaic Systems*.
- [7] Colalongo, Luigi., (2009)., *A 0.2 – 1.2 V DC/DC Boost Converter For Power Harvesting Applications*.
- [8] Blaabjerg, Frede., (2015)., *Quasi – Y – Source Boost DC/DC Converter*.
- [9] Chunwu, Kuo., (2012)., *Design Of An Average – Current – Mode Noninverting Buck – Boost DC/DC Converter With Reduced Switching And Conduction Losses*.
- [10] Ali, Muhammad., (2018)., *Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik*.
- [11] Abdulkadir, Ariono., (2018)., *Energi Baru, Terbarukan Dan Konservasi Energi*
- [12] Sutrisno., (1988)., *Elektronika Teori Dan Penerapannya*.
- [13] Mahmudi, Irwan., (2021)., *Kontrol Power Elektronik Dan Aplikasinya*.
- [14] Muis, Saludin., (2017)., *Teori Mosfet Daya Contoh Aplikasi pada Power Supply*.
- [15] Iskandar, Handoko., (2020)., *Buku Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*.
- [16] Mulyono, Panut., (2018)., *Energi Surya Untuk Komunitas*.