

Sistem Pengisian Baterai Menggunakan Buck Konverter

Elsi Martha¹, Asnil^{2*}, dan Fivia Eliza³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: asnil81@ft.unp.ac.id

Abstrak— Tulisan ini membahas mengenai penggunaan *buck converter* untuk pengisian baterai menggunakan sumber tenaga surya. Tegangan nominal baterai yang digunakan adalah 12 Volt 65 Ah dan tegangan keluaran panel surya tanpa beban adalah 22.68 Volt. *Buck converter* digunakan untuk menurunkan tegangan keluaran panel surya dan untuk mengendalikan kestabilan tegangan keluaran *buck konverter* digunakan mikrokontroler Atmega 8. Dari hasil pengujian yang dilakukan tegangan keluaran buck converter stabil pada nilai 14,4 volt meskipun nilai tegangan masukan bervariasi. Selain dari itu, lama pengisian baterai sangat ditentukan oleh perubahan cuaca yang mempengaruhi kemampuan panel surya untuk menghasilkan energi untuk pengisian baterai.

Kata kunci: *Panel surya, Buck converter, ATmega 8.*

Abstract— This paper discusses the use of buck converter for battery charging using solar power sources. The nominal voltage of the battery used is 12 Volt and the output voltage of the solar panel without load is 22.68 Volts. Buck converter is used to reduce the output voltage of the solar panel and to control the stability of the output voltage is used Atmega 8 microcontroller. From the test results, the buck converter output voltage is stable at a value of 14.4 volts even though the input voltage is changed. Apart from that, the duration of battery charging is very much determined by weather changes that affect the ability of solar panels to produce energy for battery charging

Keywords: *Solar panel, Buck Converter, ATmega 8.*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by Author and Universitas Negeri Padang

I. PENDAHULUAN

Permasalahan krisis energi dan pencemaran udara menjadi permasalahan negara-negara di dunia. Bahkan dari segi tingkat polusi dan pencemaran udara, Indonesia pernah menempati urutan ke empat dunia dimana sebanyak 85% polusi disebabkan oleh emisi transportasi [1]. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menemukan sumber energi baru yang tidak memiliki dampak besar terhadap lingkungan.

Dari beberapa energi terbarukan dan juga ramah lingkungan, energi matahari menjadi salah satu pilihan yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Energi matahari tersedia secara gratis di dunia, bahkan wilayah Indonesia memiliki potensi yang besar dari cahaya matahari yaitu 4 kWh/m² per hari [2].

Energi matahari yang dihasilkan oleh panel surya berupa energi searah atau DC yang kemudian disimpan pada baterai sebelum digunakan.

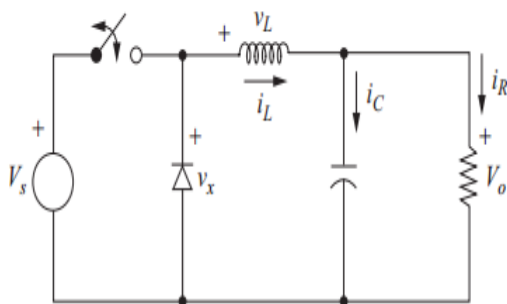
Buck converter digunakan untuk menurunkan tegangan keluaran panel surya agar sesuai dengan tegangan kerja baterai. Untuk kendali tegangan keluaran agar tetap stabil sesuai dengan tegangan kerja beban digunakan Atmega 8. *Buck converter* banyak dipakai pada aplikasi di industri untuk mengkonversikan tegangan searah karena dilihat dari segi kesederhanaan dan dari segi ekonomi lebih murah [3].

II. STUDI PUSTAKA

Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor yang merupakan bahan semi

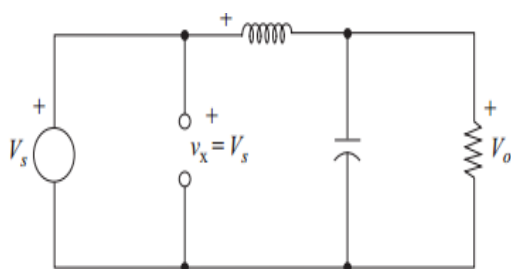
logam yang memiliki partikel disebut elektron-proton. Apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron *hole*. Cahaya matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton diserap oleh panel surya. Energi foton ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik.

Buck converter berfungsi untuk mengubah level tegangan DC ke level yang lebih rendah. *Buck converter* ini tersusun dari mosfet (saklar aktif) dan diode (saklar pasif). Saklar pasif dapat diganti dengan aktif pada saat tegangan kerja yang rendah, sehingga dapat mengurangi susut daya yang terjadi [4, 5]. Konfigurasi dasar dari *buck converter* dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan rangkaian ekuivalen dari proses kerja *buck converter* dapat dilihat pada gambar 2.

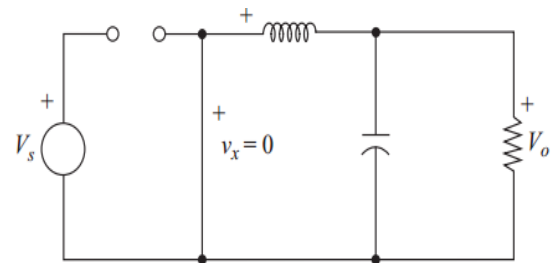


Gambar 1. Rangkaian *buck converter*

Pada dasarnya prinsip kerja dari *buck converter* yaitu dengan menggunakan *switch* yang bekerja dengan dua mode yaitu *switch ON* dan *switch OFF* [6,7]. Pada tulisan ini, untuk mengendalikan proses *switch on* dan *switch off* digunakan ATmega 8 sebagai pembangkit sinyal PWM. Durasi *on* dan *off* dipengaruhi oleh tegangan kerja pada baterai. Jika tegangan pengisian baterai yang dideteksi jauh lebih kecil dari tegangan nominal baterai maka durasi *on* akan diperbesar. Begitu juga sebaliknya sehingga tegangan pengisian baterai stabil sesuai dengan tegangan kerja baterai.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Rangkaian ekuivalen pada saat *switch closed*. (b) rangkaian ekuivalen pada saat *switch open*

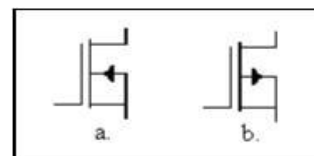
Komponen pesaklaran yang digunakan adalah MOSFET, dimana setiap MOSFET memiliki mode pensaklaran yang berbeda [8]. Berikut metode pensaklaran pada masing-masing MOSFET:

1. MOSFET P-Channel

Pada mosfet tipe ini terminal *source* terkoneksi dengan positif tegangan sumber dan beban terkoneksi dengan terminal *drain* mosfet. Sinyal gate dari mosfet tipe-P akan aktif dengan tegangan sinyal negatif. Sehingga untuk mengaktifkan sinyal gate sinyal PWM harus dirubah dalam mode *inverted*.

2. MOSFET N-Channel

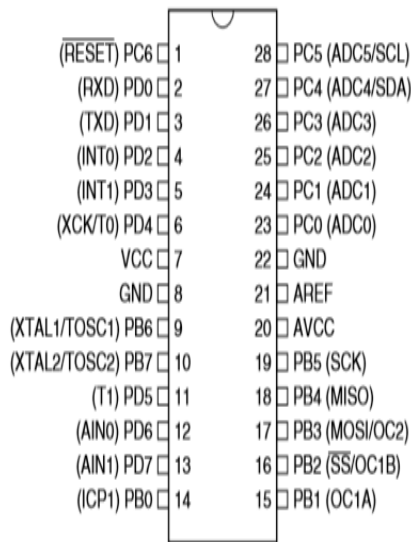
Pada mosfet tipe ini terminal *drain* yang terkoneksi dengan positif tegangan sumber dan terminal *source* yang terkoneksi dengan beban. Sehingga untuk mengaktifkan sinyal gate dibutuhkan tegangan dengan sinyal positif, sinyal PWM harus dalam mode *non-inverted*. Untuk membedakan mosfet jenis *N-channel* dan *P-channel* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Simbol MOSFET (a). N-Channel (b). P-Channel

Untuk menghasilkan sinyal *switching* yang akan menggerakkan saklar pada mosfet digunakan mikrokontroller ATmega8. Mikrokontroller ini merupakan jenis CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Susunan pin atau kaki-kaki dari ATmega8 dapat dilihat pada gambar 4.

Mikrokontroler ATmega 8 tersusun dari 28 pin yang memiliki fungsi berbeda-beda [9, 10].



Gambar 4. Susunan Pin Mikrokontroler ATmega8

III. METODE

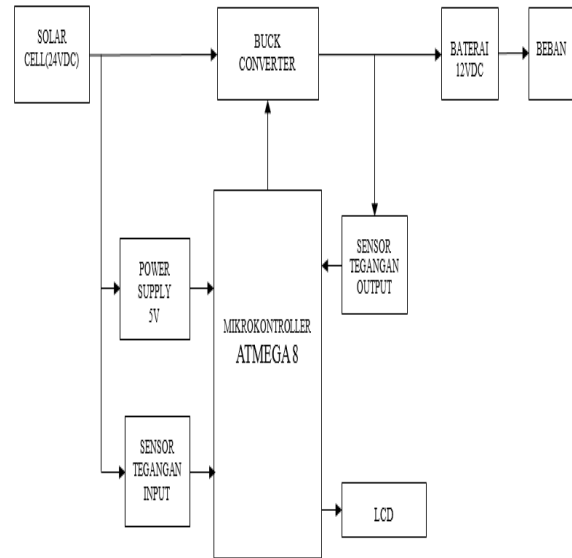
Sebelum melakukan pembuatan alat, maka dilakukan perancangan untuk memberikan gambaran mengenai deskriptif alat yang dibuat. Sistem pengisian baterai ini menggunakan rangkaian kontrol dan pemrograman mikrokontroler ATmega 8 sebagai pengolah data yang didapat dari sensor tegangan.

Pada awal perancangan dibuat sebuah blok diagram seperti pada gambar 5 untuk mengetahui prinsip kerja secara keseluruhan. Blok diagram merupakan sebuah pernyataan perencanaan perancangan alat secara ringkas dari gabungan sebab akibat dan antara masukan dan keluaran sistem.

Berikut fungsi dari masing-masing bagian blok diagram.

1. Solar sel digunakan sebagai sumber untuk penghasil energi.
2. Power supply 5 V berfungsi sebagai tegangan input mikrokontroler.
3. Buck converter digunakan untuk menurunkan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya agar sesuai dengan tegangan pengisian baterai.
4. Sensor Tegangan berfungsi untuk mengukur tegangan panel surya dan tegangan keluaran dari buck converter.
5. Mikrokontroler ATmega8, merupakan bagian yang berfungsi sebagai pusat kendali dari pengontrolan seluruh sistem.

6. Baterai adalah beban dari.
7. LCD digunakan sebagai media untuk menampilkan parameter sistem secara visual.



Gambar 5. Blok diagram rangkaian keseluruhan

Pada dasarnya prinsip kerja sistem pada gambar 5 adalah pengaturan tegangan pengisian baterai stabil pada nilai 14,4 volt. Menggunakan buck converter untuk menurunkan tegangan dari panel surya menjadi 14,4 Volt sesuai dengan tegangan pengisian baterai yang sudah ditentukan sebelumnya. Buck converter bekerja dengan tegangan masukan antara 15-24 volt dan tegangan keluaran diatur pada nilai 14,4 volt yang kemudian nilai ini merupakan nilai tegangan pengisian pada baterai sebagai beban. Untuk lebih rinci mengenai sistem pengisian baterai menggunakan buck converter dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 7 adalah rangkaian buck converter yang digunakan untuk pengisian baterai menggunakan sumber tenaga surya. Frekuensi switching yang digunakan pada buck converter dihitung menggunakan persamaan 1

$$f_{PWM} = \frac{f_{clkI/O}}{2.N.TOP} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- f_{PWM} = Frekuensi PWM
- $f_{clkI/O}$ = Frekuensi Crystal yang dipakai
- N = Nilai prescaler (1,8,32,64,128,265,1024)
- TOP = Nilai tertinggi dari PWM

Sehingga

$$f_{PWM} = \frac{12000000 \text{ Hz}}{2.1.256} = 23,53 \text{ KHz.}$$

Sedangkan persamaan (2) dan persamaan (3) digunakan untuk menentukan nilai komponen induktor dan kapasitor [11]

Menentukan Nilai Induktor

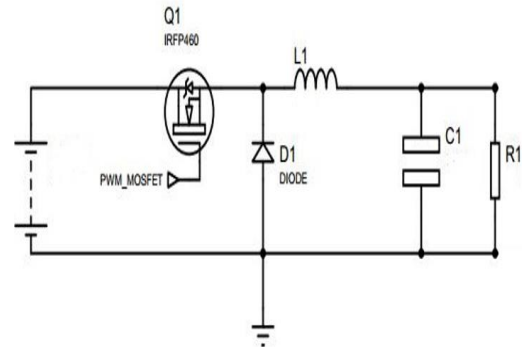
$$L_{min} = \frac{RL_{max}(1-D_{min})}{2f_{PWM}} \dots\dots\dots(2)$$

Menentukan Nilai Capacitor

$$C_{min} = \frac{D_{max}}{2f_{PWM}r_c} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- L = Nilai induktor (H)
- C = Nilai kapasitor (F)
- R = Nilai Resistor (Ω)
- D = Nilai *Duty cycle*



Gambar 7. Skematik *buck converter*

Pada tabel 1 dapat dilihat spesifikasi dari *buck converter* yang digunakan untuk pengisian baterai.

Tabel 1. Spesifikasi *buck converter*

Tegangan Input	15-24 Volt
Tegangan Output	14.4 Volt
Frekuensi <i>Switching</i>	23.53KHz
MOSFET	IRFP460
Induktor	300 μ F
Capasitor	899,9 μ H
Dioda	Schottky 20SQ45

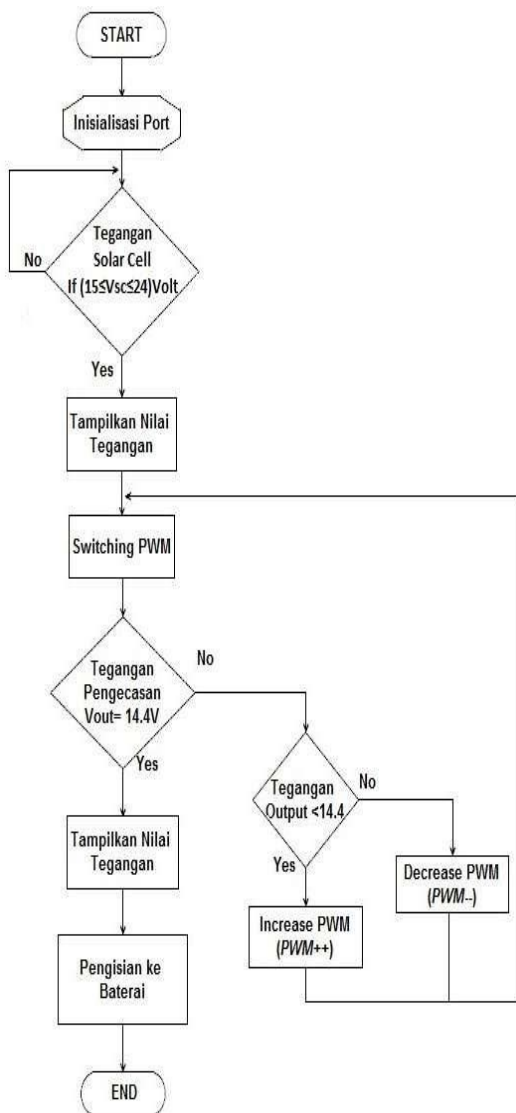
Sedangkan untuk spesifikasi panel surya dan baterai yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Spesifikasi panel Surya

<i>Model</i>	RD100TU-18P
<i>Maximum Power</i>	100 Wp
<i>Short Circuit Current</i>	5.6 A
<i>Maximum Power Current</i>	5.23 A
<i>Maximum Power Voltage</i>	19.12 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	22.68 V
<i>Weight</i>	8.0 kg
<i>Dimensions</i>	1005*668*35
<i>Maximum System Voltage</i>	1000 VDC

Tabel 3. Spesifikasi baterai

<i>Nominal Voltage</i>	12V
<i>Approx Weight</i>	Approx 28.5 kg (62.8lbs)
<i>Terminal</i>	T11/T10
<i>Container Material Internal Resistance</i>	ABS Approx 4.8m Ω
<i>Operating</i>	Discharge: -15 50 $^{\circ}$ C (5 122 $^{\circ}$ F) Charge: 0 40 $^{\circ}$ C (32 104 $^{\circ}$ F)



Gambar 6. Diagram alir sistem pengisian baterai

Temp.Range	Storage : -15 40 °C (5 104 °F)
Nominal Operating Temp. Range	25±3 °C (77±5 °F)
Cycle Use	Initial Charging Current less than 30.0A. Voltage 14.4V~15.0V at 25 °C (77 °F) Temp. Coefficient -30mV/°C
Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V~13.8V at 25 °C (77 °F) Temp. Coefficient -20mV/°C
Self Discharge	GP series battery may be stored for up to 6 months at 25 °C (77 °F) and then a freshening charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap sistem pengisian baterai menggunakan *buck converter* dilakukan beberapa tahapan pengujian.

Pengujian Panel surya

Pengujian panel surya dilakukan dari jam 06.00 WIB pagi sampai jam 18.00 WIB. Pengukuran dilakukan menggunakan multimeter dan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya. Tujuan pengujian panel surya adalah untuk mengetahui gambaran secara umum tegangan keluaran dari panel surya dalam satu hari. Gambar 8 adalah panel surya yang digunakan dan tabel 4 adalah hasil pengukuran yang dilakukan.



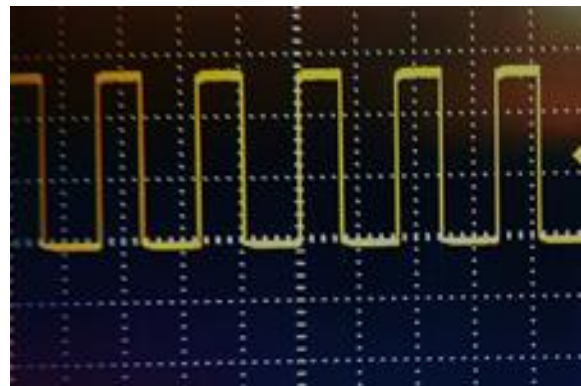
Gambar 8. Panel surya Tipe RD100TU-18P

Tabel 4. Hasil pengukuran keluaran panel surya.

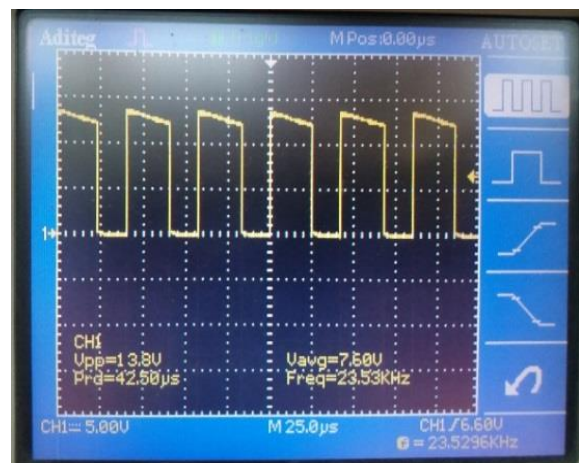
Jam	Lux (lm/m^2)	Hari ke-1 Vsc(V)	Intensitas Cahaya (lx)	Hari ke-2 Vsc(V)
06:00	2	0.53	2	0.85
07:00	8090	18.4	6430	18.22
08:00	17420	18.9	20200	19.16
09:00	34700	19.4	56200	19.6
10:00	70200	19.22	71000	19.48
11:00	94200	19.4	100800	19.42
12:00	97600	19.3	118100	19.2
13:00	84500	19.4	111300	19.22
14:00	72600	19.3	100900	19.38
15:00	32800	19.3	83200	19.39
16:00	25900	19.2	15160	18.47
17:00	4340	18.6	3830	17.1
18:00	2570	17.7	1145	15.9

Pengujian ATmega 8

Sinyal PWM yang dibangkitkan dari mikrokontroler ATmega8 digunakan sebagai sinyal *switching*. Gambar 9 adalah bentuk sinyal keluaran dari mikrokontroler. Sedangkan gambar 10 adalah bentuk sinyal setelah rangkaian *driver* mosfet.



Gambar 9. Sinyal keluaran mikrokontroler



Gambar 10. Sinyal keluaran driver mosfet

Pengujian Rangkaian Buck Converter

Buck converter mendapat tegangan masukan dari panel surya untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 14.4 Volt. Tegangan keluaran inilah yang menjadi tegangan pengisian baterai. Gambar 11 adalah rangkaian *buck converter* yang digunakan dan pada tabel 5 terlihat hasil pengujian *buck converter* yang dilakukan pada jam 09.00 WIB, 12.00 WIB dan 15.00 WIB.

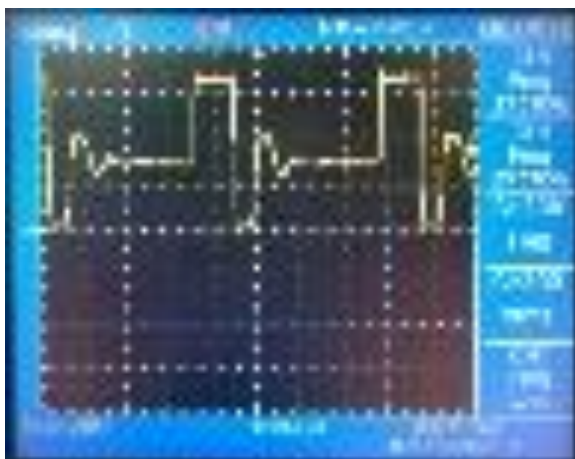


Gambar 11. Rangkaian *buck converter*

Tabel 5. Hasil pengukuran tegangan keluaran *buck converter*

Jam (WIB)	Lux	Vin (V)	Vout (V)
9	96200	19.2	14.44
12	119100	19.7	14.48
15	82700	18.93	14.44

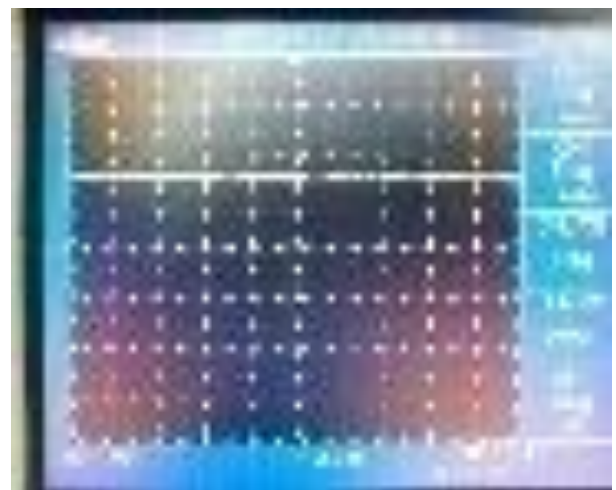
Bentuk gelombang sinyal gate drive Mosfet, tegangan input dan tegangan output untuk waktu pengamatan jam 9, 12 dan 15 WIB dapat dilihat pada gambar 12 s.d. 20 berturut-turut.



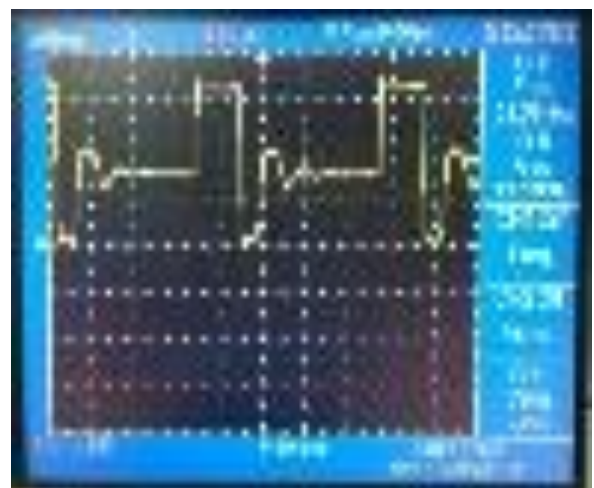
Gambar 12. Driver Mosfet saat jam 9 WIB



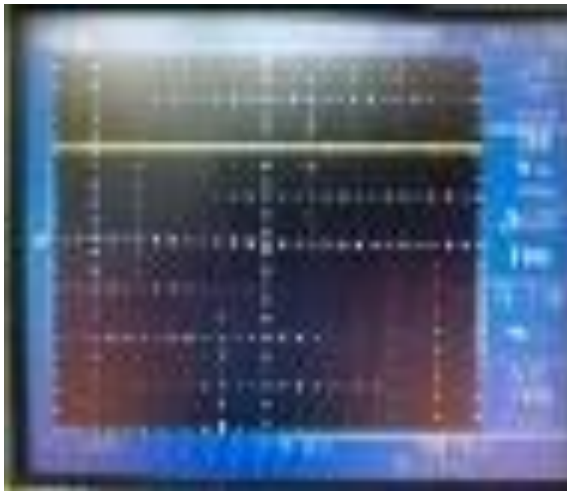
Gambar 13. Input tegangan Buck saat jam 9 WIB



Gambar 14. Output tegangan Buck saat jam 9 WIB



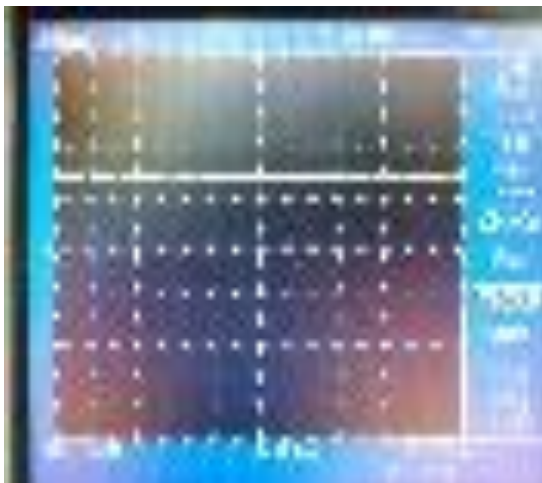
Gambar 15. Driver Mosfet saat jam 12 WIB



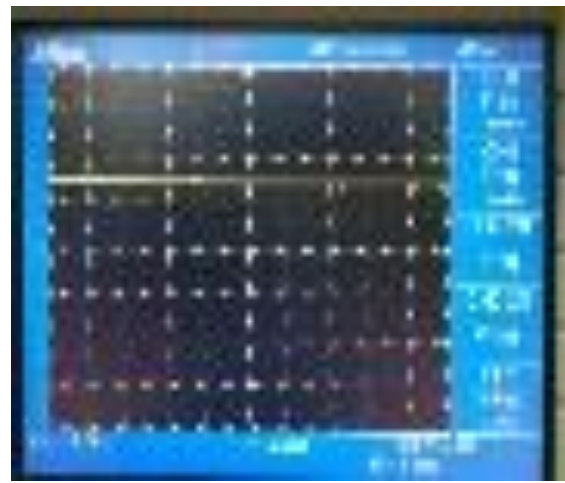
Gambar 16. Input tegangan Buck saat jam 12 WIB



Gambar 19. Input tegangan Buck saat jam 15 WIB



Gambar 17. Output tegangan Buck saat jam 12 WIB



Gambar 20. Output tegangan Buck saat jam 15 WIB



Gambar 18. Driver Mosfet saat jam 15 WIB

Untuk melihat unjuk kerja dari *buck converter* yang dibuat maka dilakukan pengukuran selama 8 jam dan hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6. Hasil pengukuran pengisian baterai

Waktu Pengujian	Tegangan Dari Panel surya (V1)	Arus pengisian (A)	Tegangan Pengisian (V2)	Tegangan Baterai (Volt)
08.00	19.26V	1.5	14.41	10.98
09.00	19.2	1.4	14.44	11.13
10.00	19.36	1.3	14.42	11.24
11.00	19.34V	1.2	14.43	11.40
12.00	19.7V	1.2	14.48	11.76
13.00	19.64V	1.1	14.45	11.98
14.00	18.98V	0.9	14.46	12.08
15.00	18.93V	0.9	14.44	12.16
16.00	18.48V	0.9	14.42	12.20

Pengukuran dilakukan dari pagi sampai sore hari yaitu dari jam 08.00 sampai 16.00 WIB. Dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat

bahwasanya *buck converter* yang sudah dibuat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Dimana tegangan keluaran *buck converter* stabil pada nilai 14,4 volt. Dari penelitian yang sudah dilakukan diketahui bahwa pengaruh perubahan cuaca memiliki efek yang besar terhadap kinerja *buck converter* baik tegangan atau arus yang dihasilkan serta lama waktu pengisian baterai.

V. KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *buck converter* dapat bekerja dengan baik, stabil pada tegangan keluaran 14,4 volt meskipun tegangan masukan bervariasi. Lama pengisian baterai dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berefek kepada tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *buck converter*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Syaifulah, H. E. Kurniawan, and B. Priyohandoko, "Mobil listrik 'ZEON' (Zero Pollution) sebagai sarana wisata di ekowisata mangrove wonorejo," *Pros. PIMNAS PKM-T 2013*, pp. 4–7, 2013.
- [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] A. Asnil and I. Husnaini, "Analisis riak keluaran *buck converter*," *Semin. Nas. FORTEI 2015*, no. 561, pp. 58–62, 2015.
- [4] A. Asnil, "Kendali Tegangan Keluaran *Buck Converter* Menggunakan *Kontroller LQG/LTR*," *J. Tek. ELEktro Vokasional*, vol. I, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [5] Krismadinata, Krismadinata; Husnaini, Irma. *Komparasi Pengendali PI Dan PID untuk Tegangan Keluaran Konverter Buck*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 2017, 6.3: 143-151.
- [6] Asnil, Krismadinata; Husnaini, Irma; Astrit, Erita. *Microcontroller Based 120° and 180° conduction Modes Of Three-Phase Inverter For Photovoltaic Generation*. 2006.
- [7] Husnaini, Irma, Et Al. *Microcontroller Based Multilevel Inverter For Photovoltaic*

System. *Advanced Science Letters*, 2017, 23.5: 3859-3863.

- [8] D. W. Hart, *Power Electronics*. New York: Mcgraw-Hill, 2011.
- [9] M. H. Rashid, *Power Electronics Handbook*, 3rd Ed. Elsevier Inc, 2011.
- [10] Atmel, "8-Bit Atmel With 8kbytes In-System Programable Flash," Atmel Corporation, 2013.
- [11] M. K. Kazimierczuk, *Pulse-Width Modulated Dc-Dc Power Converters*. John Wiley & Sons, 2008.

Biodata Penulis

Elsi Martha, Lahir Di Bukittinggi, 25 Maret 1995. Menyelesaikan Program Studi Div Teknik Elektro Industri Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang Pada Tahun 2018.

Asnil, S.Pd, M.Eng., Lahir Di Lubuk Sikaping, 07 Oktober 1981. Lulusan Magister Of Engineering Universitas Gajah Mada (Ugm). Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Di Universitas Negeri Padang Sejak Tahun 2006-Sekarang.

Fivia Eliza, M.Pd., Lahir Di Seleman (Kerinci), 07 Agustus 1985. Tahun 2009 Memperoleh Gelar Magister Pendidikan Di Jurusan Teknologi Pendidikan Program Pascasarjana Unp Dengan Konsentrasi Pendidikan Kejuruan. Staf Pengajar Di Jurusan Teknik Elektro Ft Unp Sejak Tahun 2009-Sekarang.