
Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler

Hafelzan Enang Edovidata¹, Aswardi²

¹Teknik Elektro Industri, ² Universitas Negeri Padang

hafelzan12@gmail.com, aswardi@ft.unp.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi dibidang otomotif membuat peningkatan penggunaan bahan bakar yang pada akhirnya akan habis dan berdampak buruk terhadap lingkungan. Mengatasi masalah tersebut dikembangkan mobil listrik yang menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaganya dan juga ramah lingkungan karena tidak memiliki emisi gas buang. Salah satu sumber energi listrik ialah pemanfaatan energi cahaya matahari dengan menggunakan panel surya yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik, teknologi ini disebut *solar cell*. Energi listrik dari *solar cell* ini harus dihubungkan kemedi penyimpanan yaitu baterai (*accumulator*). Dalam penelitian ini sistem penyimpanan energi listrik ke baterai menggunakan rangkaian *buck converter* yang dikontrol arduino dengan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan sebesar 14,4 Volt sehingga tidak melewati ambang batas pengisian baterai yaitu 14,4 -15 VDC untuk menjaga baterai tidak cepat rusak.

Abstract

Technological developments in the automotive field have led to an increase in the use of fuel which will eventually run out and have a negative impact on the environment. Overcoming this problem was developed an electric car that uses electricity as its energy source and is also environmentally friendly because it does not have exhaust emissions. One source of electrical energy is the utilization of solar energy using solar panels that can convert sunlight energy into electrical energy, this technology is called solar cells. The electrical energy from this solar cell must be connected to the storage media, which is the battery (accumulator). In this study the electrical energy storage system to the battery uses an arduino controlled buck converter circuit with the Pulse Width Modulation (PWM) method to reduce and stabilize the voltage by 14.4 Volts so that it does not cross the battery charging threshold of 14.4 - 15 VDC to maintain The battery does not damage quickly.

Keywords: *Arduino Uno, Electric Car, Solar Cell, Battery, Buck Converter*

PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya teknologi dibidang otomotif pada saat ini berdampak pada penggunaan bahan bakar, karena jumlah kendaraan semakin banyak tentunya penggunaan bahan bakar semakin meningkat, yang pada akhirnya akan menuju angka nol. Disamping bahan bakar yang semakin berkurang, dampak terhadap lingkungan dari hasil pembakaran justru semakin berbahaya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dikembangkan sistem pembakaran dengan energi alternatif seperti listrik. Salah satunya pengembangan mobil listrik yang menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaganya, dan ramah lingkungan karena tidak memiliki emisi gas buang [1]. Sumber energi alternatif ialah pemanfaatan energi matahari menggunakan panel surya yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik, teknologi ini disebut *solar cell* [2].

Energi matahari yang disimpan pada *accumulator* atau baterai menjadi bahan inovasi dari beberapa kalangan, salah satunya pada penelitian yang dilakukan Elsi Martha. Pada penelitian tersebut pengisian baterai menggunakan *buck converter* yang difungsikan menurunkan tegangan dari *solar cell* 24 VDC menjadi 14.4 VDC untuk mengisi aki dengan tegangan 12 VDC dan mikrokontroler ATmega 8 sebagai *controller* nya [3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka penulis mencoba merancang sistem pengisian *accumulator* mobil listrik berbasis mikrokontroler, dimana mikrokontroler arduino uno sebagai *controller* yang digunakan sebagai pembangkit sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) yang dapat mengatur nilai tegangan keluaran dari sebuah rangkaian *buck converter* yang mana dapat dijadikan sumber energi alternatif dari mobil listrik dengan memanfaatkan sumber energi matahari.

A. Mobil Listrik

Mobil listrik dengan penggerak motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya. Energi listrik didapat dengan cara memanfaatkan panas matahari yang kemudian akan di konversi menjadi energi listrik. Mobil tenaga surya sudah dikenalkan pada tahun 1962 oleh perusahaan *International Rectifier Company*. Mobil ini dikenal *Cmax Solar Energi Concept* dengan panel surya diatapnya. Panel surya yang dipasang menggunakan lensa flenel yang berfungsi seperti kaca pembesar supaya energy matahari bias terkumpul efisien, panel surya ini berkekuatan 300 sampai 350 Watt [4], dengan jarak tempuh sejauh 34 kilometer.



Gambar 1. Mobil Listrik
[E-Jurnal Sagita Rochman, 2014 : 62]

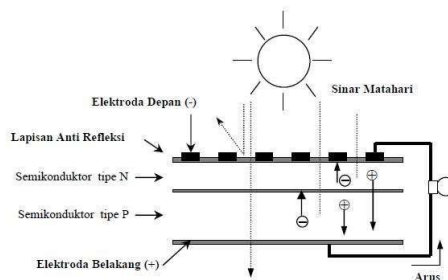
B. Solar Cell/ Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah energi cahaya menjadi energy listrik. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi. Photo merujuk kepada cahaya dan voltaic merujuk kepada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus searah dari energi radian matahari. Photovoltaic cell dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus.



Gambar 2. Panel Surya
[<http://energi.surya.wordpress.com>]

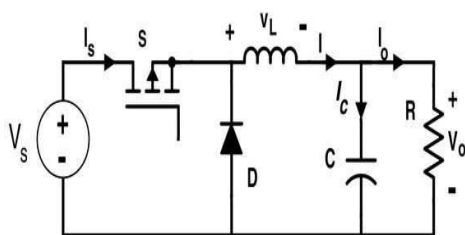
Secara sederhana cara kerja *solar cell* dimodelkan dengan konsep *pn junction* yang apabila terkena sinar matahari akan terjadi aliran elektron. Struktur lapisan *solar cell* ditunjukkan oleh gambar berikut ini :



Gambar 3. Struktur Lapisan *Solar Cell*
[Yuwino, 2005]

C. Buck Converter

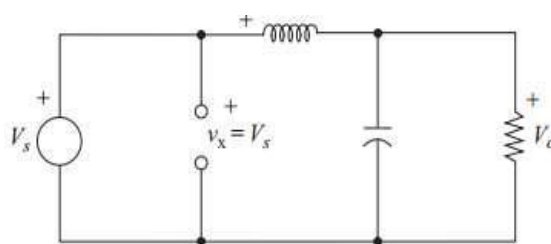
Konverter DC-DC digunakan untuk mengubah sumber tegangan dc menjadi sumber tegangan dc yang bersifat variabel. Seperti transformator, DC-DC Konverter dapat digunakan untuk menaikkan dan menurunkan sumber tegangan dc, dan merupakan rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengubah tegangan masukan searah yang konstan menjadi tegangan keluaran searah yang bisa divariasikan. Untuk memvariasikan tegangan keluaran yaitu sesuai dengan *duty cycle* dari *controlnya* [5].



Gambar 4. Rangkaian *Buck Converter*
[Aswardi, 2010 : 117]

Pada dasarnya cara kerja dari buck converter yaitu dengan menggunakan prinsip switching yang dikenal dengan istilah PWM (*Pulse Width Modulation*) dan *Duty Cycle* untuk mengendalikan kecepatan frekuensi kerja *switch* tersebut. Gambar 5 menjelaskan tentang *switch* pada *buck converter*. Kecepatan *switch* dipengaruhi *Duty Cycle* dan frekuensi yang digunakan [6]. Berikut mode kerja dari *buck converter* :

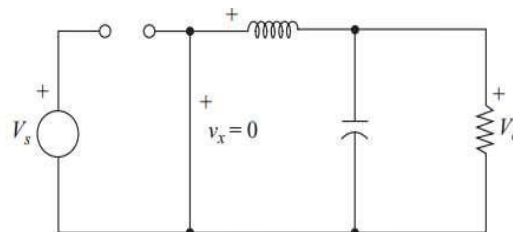
1. Mode 1 (switch on)



Gambar 5. Rangkaian *buck converter* *switch on*
[Hart, 2011 : 199]

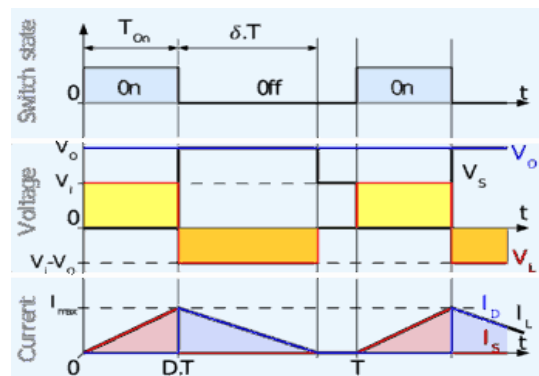
Mode 1 terjadi ketika *switch* S dalam keadaan *on* pada $t = 0$, dan dioda D dalam keadaan *reverse* bias. Keadaan Arus masuk yang meningkat mengalir melalui induktor L, filter kapasitor C, dan beban resistor R.

2. Mode 2 (*switch off*)



Gambar 6. Rangkaian *back converter switch off*
[Hart, 2011 : 199]

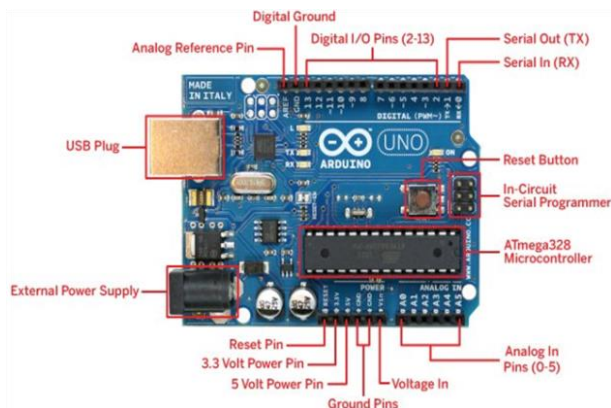
Mode 2 yaitu ketika *switch* S keadaan *off* dan $t = t_1$ sehingga dioda dalam keadaan *forward* bias. Arus akan mengalir melalui L, C, beban, dan diode maksimum D_m . Arus induktor akan turun sampai transistor di *on*-kan kembali pada siklus berikutnya. Energi yang tersimpan pada induktor L dipindahkan ke beban. Pada saat *switch* di ON kan kembali maka arus pada induktor akan meningkat dan energy yang tersimpan dalam kapasitor akan mengalir ke beban, sehingga aliran tegangan ke beban tidak akan pernah terputus. Gambar 7 menunjukkan bentuk gelombang tegangan dan arus yang mengalir di induktor.



Gambar 7. Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus Beban
[Aswardi, 2010: 122]

D. Arduino Uno

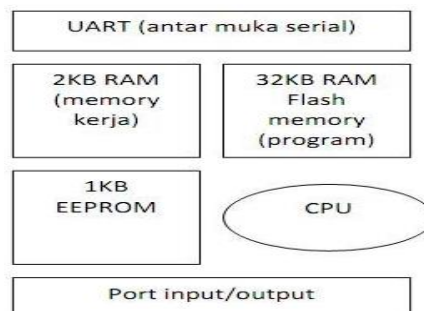
Mikrokontroler arduino merupakan sebuah *platform* elektronik yang bersifat *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan [7]. Nama arduino tidak hanya dipakai untuk menamai *board* rangkaian saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan *software* pemrogramannya, IDE (*integrated Development Environment*) untuk penulisan pemrograman dan koneksi computer.



Gambar 8. Arduino Uno

[Abdul, 2012 : 15]

. Setiap pin digital pada board arduino uno dapat digunakan sebagai input-output. Dengan menggunakan fungsi pin Mode(), digitalWrite(), dan digitalWrite() yang akan beroperasi pada tegangan 5V. Setiap pin mampu memberi atau menerima maksimum 40mA dan memiliki resistor *pull-up* internal 20-50K ohm. Selain itu ada beberapa pin memiliki fungsi khusus. Serta mempunyai flash memori 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*, 2KB SRAM dan 1 KB EEPROM, berikut blok memori arduino uno :

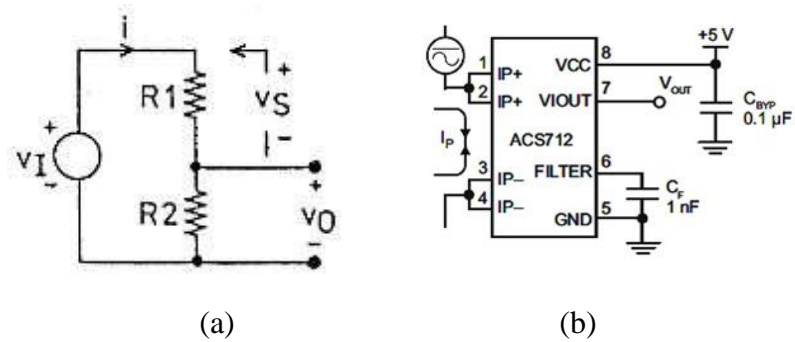


Gambar 9. Diagram Blok Memori Arduino Uno

[Abdul, 2012 : 16]

E. Sensor Tegangan dan Sensor Arus

Sensor tegangan dan sensor arus digunakan untuk mengukur besaran tegangan dan arus keluaran dari *solar cell* dan besaran tegangan dan arus keluaran dari *buck converter*. Dimana sensor tegangan juga berfungsi sebagai input switching untuk mengatur tegangan *output buck converter* agar tetap konstan. Pada pembuatan tugas akhir ini akan menggunakan sensor tegangan arduino *voltage sensor modul* dengan spesifikasi tegangan input 0-25 VDC dengan ketelitian pengukuran 0.00489 Volt dan sensor arus ACS 712 yang mampu mendeteksi arus mencapai 5A dengan ketelitian 66-185mV setiap perubahan 100mA [8].

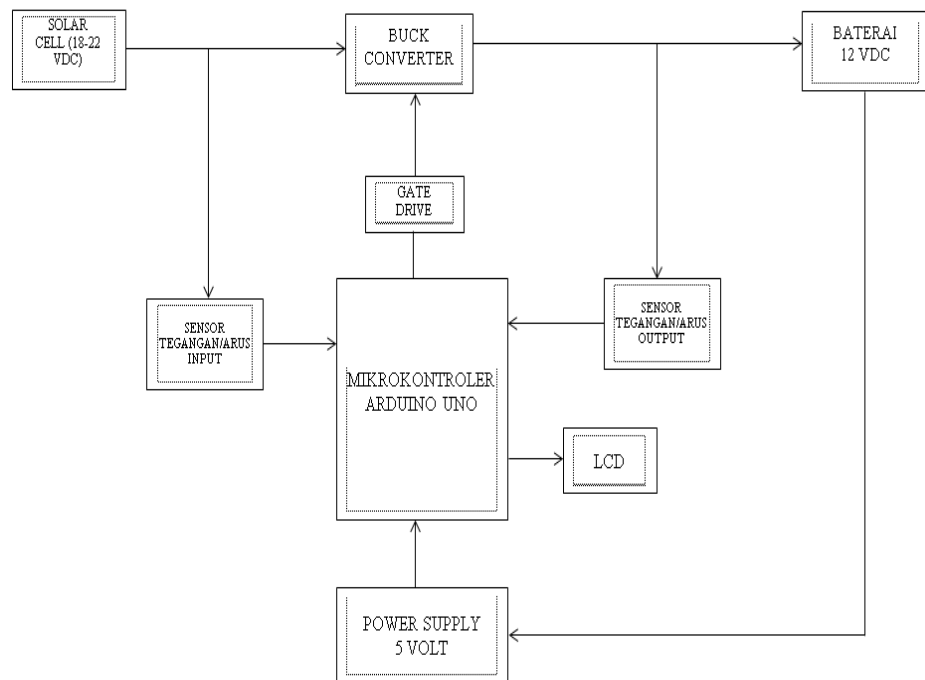


Gambar 10. (a).Rangkaian Sensor Tegangan dan (b). Sensor Arus [Abubakar, 2017 : 1077]

METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram

Blok Diagram merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah perancangan komponen elektronik, dengan adanya diagram blok dapat memberikan kemudahan dalam mengetahui prinsip kerja sebuah alat secara keseluruhan dan juga memberikan kemudahan dalam mengetahui sebuah kesalahan pada alat dengan melakukan pengecekan pada bagian blok diagram.



Gambar 11. Blok Diagram

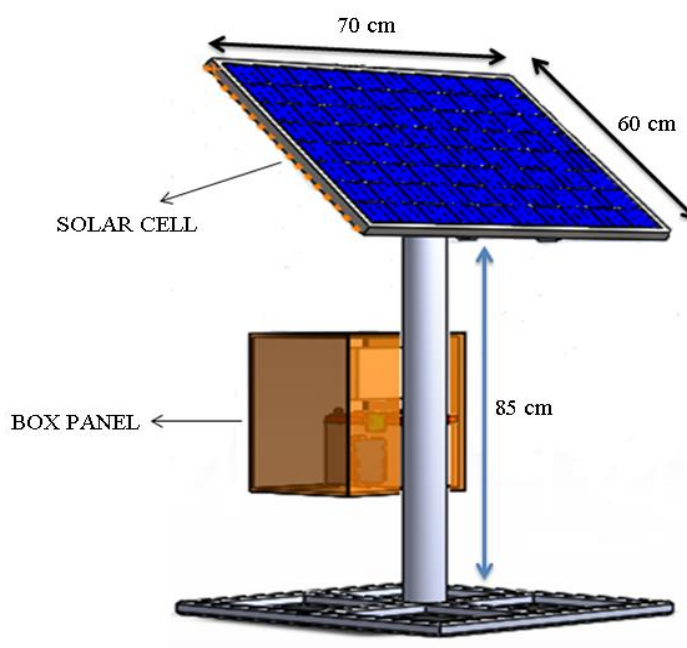
Berikut ini fungsi setiap blok komponen:

Proses kinerja alat dikontrol Arduino Uno dan bahasa C++ sebagai bahasa pemrogramannya. Pada dasarnya prinsip kerja pada tugas akhir ini adalah pengaturan tegangan terhadap *buck converter* yang menurunkan tegangan output dari *solar cell* 18,1-22 Volt DC menjadi tegangan pengisian *constant* 14.4 VDC untuk tegangan pengisian pada baterai 12 Volt DC.

Saat alat ini bekerja maka mikrokontroler membaca tegangan output pada *buck converter* melalui sensor tegangan. Setelah mikrokontroler mengetahui tegangan pada *buck converter*, tegangan di deteksi oleh sensor tegangan dan diproses pada mikrokontroler sehingga nilai tegangan dapat dilihat pada tampilan LCD. Selanjutnya mikrokontroler mengolah hasil dari sensor tegangan tersebut kedalam mikrokontroler.

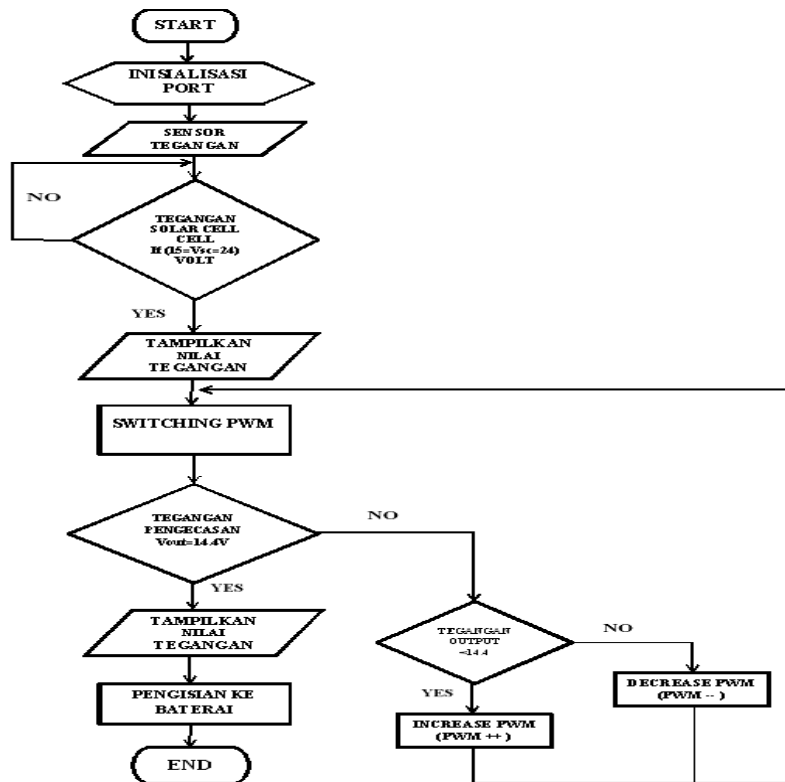
Setelah pengolahan data pada mikrokontroler tersebut barulah mikrokontroler memberikan sinyal PWM pada MOSFET *buck converter* sehingga dapat merubah tegangan DC dari *solar cell* yang menjadi tegangan keluaran pengisian (*charge*) yaitu 14.4Volt DC. Besarnya tegangan keluaran *buck converter* dideteksi oleh sensor tegangan dan diproses pada mikrokontroler sehingga nilai tegangan dapat dilihat pada tampilan LCD. Tegangan output *buck converter* ini akan mengisi baterai 12Volt DC yang digunakan sebagai sumber tegangan dari motor mobil listrik.

B. Perancangan Mekanik Alat



Gambar 12. Perancangan Mekanik

C. Flowchart Sistem



Gambar 13. Flowchart Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk memperoleh data-data setiap bagian alat bekerja dengan baik

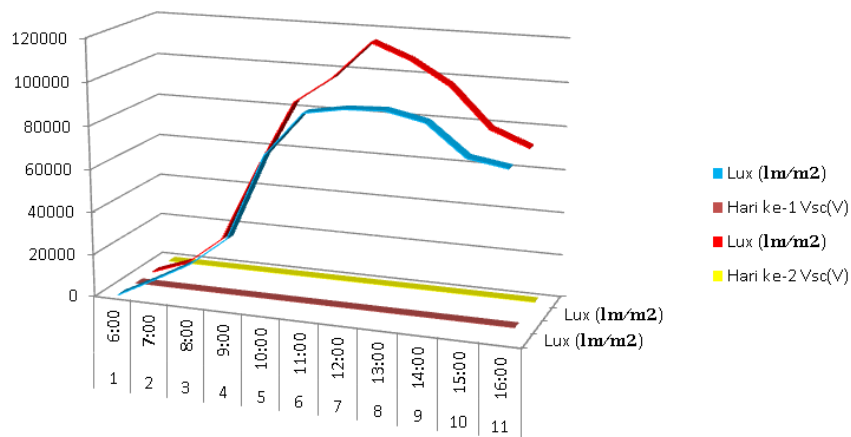
A. Pengujian Modul Solar Cell Terhadap Sinar Matahari

Pengujian ini dilakukan langsung dibawah sinar matahari dari jam 6 pagi sampai jam 4 sore menggunakan Lux Meter. Tujuan pengujian modul solar cell untuk mengetahui tegangan keluaran dari solar cell. Hasil pengukuran tegangan dari modul solar cell dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 1. Pengujian Modul Solar Cell

NO	Jam	Lux (lm/m ²)	Hari ke-1 Vsc(V)	Lux (lm/m ²)	Hari ke-2 Vsc(V)
1	06:00	2	0.53	2	0.85
2	07:00	9090	18.4	6430	18.22
3	08:00	18620	18.9	20200	19.16
4	09:00	32420	19.4	56200	19.26
5	10:00	72250	19.42	88457	19.48
6	11:00	92537	19.48	100800	19.53
7	12:00	95564	19.50	118100	19.57
8	13:00	96342	19.53	111300	19.54
9	14:00	92600	19.3	100900	19.38
10	15:00	78800	19.3	83200	19.39
11	16:00	75900	19.2	76160	19.34

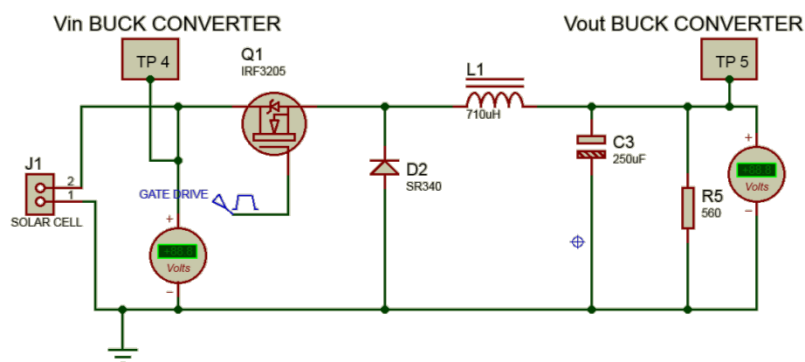
Berdasarkan table pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai intensitas cahaya dan tegangan *solar cell* sudah naik ketika waktu menunjukkan jam 07.00 WIB dan nilai tegangan tetap stabil tidak menunjukkan perubahan yang signifikan hingga 16.00 WIB dan mulai turun karena matahari mulai terbenam. *Solar cell* akan mendapatkan daya maksimum ketika *solar cell* mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi dari matahari. Berikut kurva hasil pengukuran :



Gambar 14. Kurva Pengujian *Solar Cell*

B. Pengujian Rangkaian *Buck Converter*

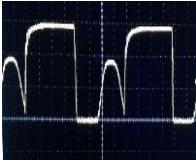
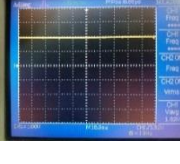
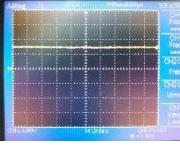
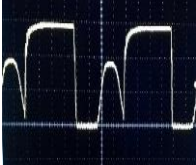
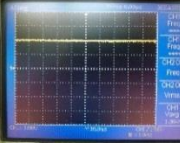
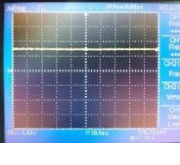

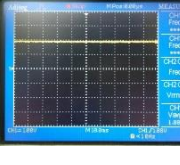
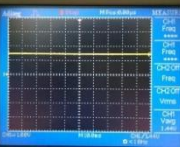
Dalam pengujian *buck converter* dilakukan pada saat tegangan *output* dari *solar cell* berada diatas 15 Volt dan pengujian dilakukan tanpa beban.



Gambar 15. Rangkaian Pengujian *Buck Converter*

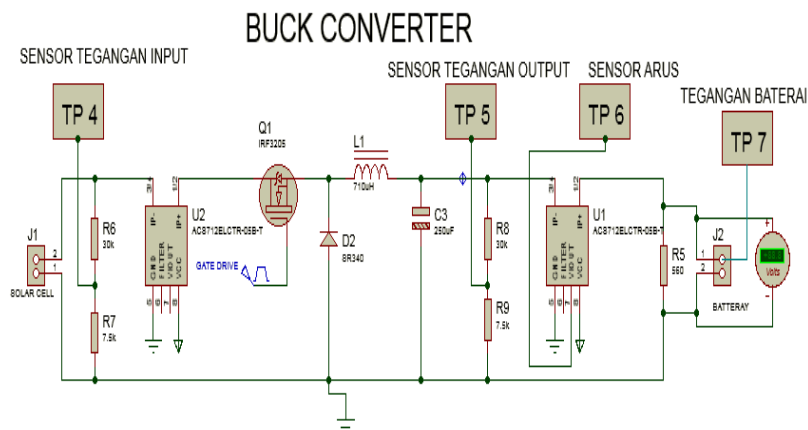
Pengukuran dilakukan pada jam 10.00 WIB, 12.00 WIB, dan 15.00 WIB. Hasil pengukuran dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Buck Converter

NO	Jam	Lux (lm/m ²)	Vin	Vout	Oscilloskop		
					Gelombang Driver Mosfet	Input Buck Converter	Output Buck Converter
1	10.00	72250	19.4	14.44			
2	12.00	95564	19.5	14.46			
3	15.00	78800	19.3	14.44			

C. Proses Pengisian (Charging) Baterai

Pengujian proses pengisian (*charging*) yaitu menguji kinerja dari alat. Pengujian dilakukan dengan mengambil data pada sistem dan melakukan pengukuran serta analisis. Untuk mengukur tegangan dan nilai arus pengisian baterai maka di rangkaian sistem seperti rangkaian dibawah ini:



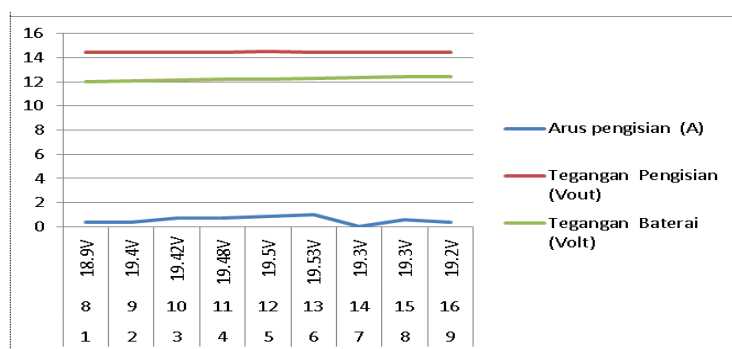
Gambar 16. Rangkaian Pengukuran Pengisian Baterai

Dari pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat data pengisian baterai pada table berikut ini :

Table 3. Hasil Pengujian Proses Pengisian Baterai 12 – 7Ah

NO	Waktu Pengujian	Tegangan Dari Solar Cell (Vin)	Arus pengisian (A)	Tegangan Pengisian (Vout)	Tegangan Baterai (Volt)	Status
1	08.00	18.9V	0.4	14.41	11.98	Charging
2	09.00	19.4V	0.4	14.44	12.04	Charging
3	10.00	19.42V	0.7	14.42	12.13	Charging
4	11.00	19.48V	0.7	14.43	12.18	Charging
5	12.00	19.5V	0.85	14.48	12.24	Charging
6	13.00	19.53V	0.97	14.45	12.28	Charging
7	14.00	19.3V	1,1	14.46	12.34	Charging
8	15.00	19.3V	0.6	14.44	12.39	Charging
9	16.00	19.2V	0.39	14.42	12.45	Charging

Berikut kurva hasil pengujian proses pengisian baterai :



Gambar 17. Kurva Hasil Pengujian Proses Pengisian Baterai

Pada tabel 3 pengujian dilakukan dari jam 08.00 – 16.00 WIB. Baterai dalam keadaan kosong tegangannya kira-kira 10.5-11 Volt dan penuh ketika tegangan baterai antara 13.5-13.8 Volt. Baterai yang digunakan berkapasitas 7Ah, membutuhkan arus pengisian yang konstan agar baterai tersebut terisi penuh. Sedangkan arus pengisian yang didapatkan tergantung dari kemampuan *solar cell* dan pengaruh intensitas cahaya matahari. Berikut skematik titik pengujian dan pengukuran keseluruhan

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada pembuatan Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroler maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancangan dari Sistem Pengisian *Accumulator* Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroler dirancang, dengan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan memanfaatkan lebar pulsa dalam proses pengisiannya. Dimana sumber tegangan keluaran dari *solar cell* berubah-ubah tergantung cuaca dan sinar matahari maka diatur *duty cycle*-nya agar tegangan pengisian (Vout) tetap stabil rata-rata 14.4 VDC untuk proses pengisian (charging) ke baterai (akumulator),

sehingga tidak melewati ambang batas pengisian baterai yaitu 14.4~15 VDC. Hal ini dilakukan untuk menjaga baterai agar tidak cepat rusak.

2. Rangkaian Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik akan optimal pada proses pengisian baterai (akumulator) sesuai dengan waktu yang diinginkan, tergantung dari kemampuan solar cell yang digunakan. Pada rancangan alat yang dibuat, proses pengisian (charger) dilakukan pada baterai (akumulator) yang berkapasitas 12 Volt – 7Ah, waktu percobaan pengisian baterai dari jam 08.00 – 16.00 WIB, baterai tidak terisi penuh. Hal ini dipengaruhi oleh arus yang berubah-ubah dipengaruhi oleh cuaca dan cahaya matahari yang ditangkap modul *solar cell* sehingga arus pengisian tidak maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yogie Ramadhan, Ekki Kurniawan.(2016).” Stasiun Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik dengan Turbin Angin dan Panel Surya”. *Jurnal Tidak Terbit (Online)*. Teknik Elektro FT Universitas Telkom.
- [2] Sagita Rochman, Budi Prijo Sembodo.(2014).” Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial”. *Jurnal Tidak Terbit (Online)*. Surabaya. Teknik Elektro Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- [3] Elsi Martha (2018).” Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik Dengan Sumber Solar Cell. Padang. Universitas Negeri Padang.
- [4] M.Harits Fadhilah, Ekki Kurniawan.(2017).” Perancangan dan Implementasi MPPT *Charge Controller* Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler Untuk Pengisian Baterai Sepeda Listrik”. *Jurnal Tidak Terbit (Online)*. Teknik Elektro FT Universitas Telkom.
- [5] Aswardi. (2010). *Modul Elektronika Daya*. Padang. Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
- [6] Rashid, Muhammad H. (2011). *Power Electronics Circuit Device and Applications 3rd Edition*. Purdue University at Fort Wayne Indiana.
- [7] Andrianto, Heri. (2013). Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR). Rev.ed. Bandung : Informatika Bandung.
- [8] Abubakar, S.N Khalid. (2017). *Calibration Of ZMPT101B Voltage Sensor Module Using Polinomial Regression For Accurate Load Monitoring*. Johor Bahru. Faculty of Electrical Engineering Universiti Teknologi Malaysia.

Biodata Penulis

Hafelzan Enang Edovidata, lahir di Gunung Kembang, 15 Agustus 1993. Sedang menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Elektro Industri (DIV), di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dengan tahun masuk 2017.

Drs. Aswardi, M.T dilahirkan di Kubang Putih Agam, 21 Februari 1959. Adalah dosen aktif di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, yang mana beliau sekarang juga sedang menjabat sebagai Kepala UPT. PTIK Universitas Negeri Padang. Riwayat pendidikan beliau dengan Sarjana 1 di IKIP Padang dan Magister di Institut Teknologi Bandung.