

Sistem MPPT Pengisian Baterai dengan *Solar Cell* untuk Mobil Listrik

Chris Septiyan¹, Ta'ali²

¹Universitas Negeri Padang
Jl. Prof.Dr. Hamka Air Tawar, Padang
chrisseptiyan@gmail.com, taali_mt@yahoo.co.id

Abstract— *Solar panels are an efficient and environmentally friendly source of direct current (dc) electrical energy. The working principle of solar panels is bypassing the photoelectric effect where certain materials create an electric current in sunlight, resulting in direct current and can be connected to DC electrical equipment, one of which is to charge DC batteries, but the output power of solar panels varies and is not maximum. because the level of solar irradiation is unstable, thus charging a dc battery is unstable. This study aims to obtain the maximum power output of solar panels using solar panel tracker control, namely the expected maximum power point tracker (MPPT) and a dc-dc converter is needed. This research consisted of making a buck dc-dc converter that can reduce direct current voltage, current sensor, voltage sensor and MPPT system using Arduino uno controller and system coding. The experimental results show that all components and system devices are able to work according to the research objectives. By using a buck converter and MPPT control system, the solar panel output power will be maximum.*

Keywords— *Solar Panel, converter dc-dc, maximum power point tracker (MPPT).*

Abstrak— Solar panel merupakan sumber energi listrik arus searah atau *direct current* (dc) yang efisien dan ramah lingkungan. Prinsip kerja solar panel yaitu melewati efek fotolistrik dimana bahan-bahan tertentu menciptakan aliran listrik pada cahaya matahari, sehingga menghasilkan arus searah dan dapat dihubungkan ke peralatan listrik dc salah satunya, untuk pengisian baterai dc akan tetapi daya keluaran solar panel yang bervariasi dan tidak maximum dikarenakan tingkat penyinaran matahari tidak stabil dengan demikian pengisian baterai dc tidak stabil. Penelitian ini bertujuan agar mendapatkan keluaran daya solar panel yang maximum menggunakan pengontrolan *tracker* panel surya yaitu *maximum power point tracker* (MPPT) yang diharapkan serta diperlukan konverter dc-dc. Penelitian ini terdiri dari pembuatan konverter dc-dc *buck* yang dapat menurunkan tegangan arus searah, sensor arus, sensor tegangan dan sistem MPPT menggunakan pengendali Arduino uno serta pengkodean sistem. Hasil percobaan menunjukkan semua komponen dan perangkat sistem mampu bekerja sesuai tujuan penelitian. Dengan menggunakan konverter *buck* dan sistem pengontrolan MPPT, maka daya keluaran solar panel akan maximum.

Kata kunci—solar panel, konverter dc-dc, *maximum power point tracker* (MPPT).

I. PENDAHULUAN

Prinsip kerja solar cell yaitu melewati efek fotolistrik dimana bahan-bahan tertentu menciptakan aliran listrik saat matahari bersinar di atasnya. Panel surya sendiri terdiri dari kristal silikon di mana setiap setengah didopin menjadi dopan yang berbeda untuk menghasilkan sebuah semikonduktor. Ketika matahari muncul di permukaan, panel surya menyediakan energi yang dibutuhkan untuk semikonduktor dan menghasilkan arus searah (DC) [2]. Pengisian baterai maksimal yaitu 1 WP terjadi pada kisaran pukul 10.00 - 14.00 sedangkan puncak tertinggi kisaran 11.00 - 13.00 khususnya waktu indonesia bagian barat (WIB), misalkan 08.00 WIB dan 16.00 WIB solar cell hanya menyerap $\frac{1}{2}$ Wp, $\frac{1}{4}$ WP atau tidak maksimal, sehingga secara teori rangkaian listrik terjadi keterbalikan rangkaian yaitu solar cell tidak melakukan proses pengisian baterai, akan tetapi menyerap energi listrik di baterai karena perbedaan potensi *solar cell* lebih kecil dari

baterai[3]. Penyinaran matahari yang tidak stabil mempengaruhi daya keluaran solar panel yang tidak maksimum dan tidak stabil sehingga diperlukan konverter dc-dc *buck* bertujuan menurunkan tegangan dc serta dibutuhkan pengontrolan *tracker* panel surya yaitu *maximum power point tracker* (MPPT) yang dikendalikan oleh arduino uno yang bertujuan dapat memaksimalkan daya keluaran panel surya seperti tujuan yang diharapkan[4]. Adapun manfaat penelitian yaitu diantaranya menurunkan ketergantungan kita akan penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui dan bahaya gas hasil pembakaran, meningkatkan penggunaan sumber energi terbaru dan efisiensi seperti panel surya serta memaksimalkan daya keluaran panel surya menggunakan metode sistem MPPT.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat perangkat hardware sistem otomatisasi pada pengontrolan *tracker* panel surya diantaranya *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) hingga pelaksanaan percobaan pengujian pada masing-masing komponen.

A. Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap *photon* dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik.

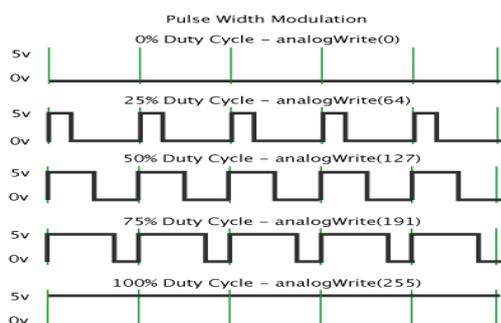
Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai "cahaya listrik" Sel surya bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi. *Photo* merujuk kepada cahaya dan *voltaic* merujuk kepada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus searah dari energi radian matahari. *Photovoltaic cell* dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. (Hafelzan Enang Edovidata, 2020:58). Foto *Solar Cell* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Solar Cell

B. PWM (Pulse Width Modulation)

PWM merupakan teknik memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu periode, Amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi berbanding lurus dengan lebar pulsa *PWM*. Artinya, *duty cycle* bervariasi (antara 0% sampai 100%) sedangkan sinyal *PWM* memiliki frekuensi gelombang yang konstan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Duty Cycle

C. Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi untuk penurunan tegangan dari sumber sebesar 220 *volt* AC menjadi tegangan, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt dan 24 Volt pada bagian sekundernya. Peran transformator *step down* sebagai penurun tegangan dengan dibantu oleh rangkaian penyearah gelombang yang mana nantinya rangkaian ini akan mengubah tegangan *volt* AC menjadi *volt* DC. Rangkaian catu daya dipasangkan juga beberapa kapasitor bertujuan meratakan riak tersebut dan memberikan suatu tegangan DC yang hampir murni, biasanya kapasitor *filter*. Kapasitor *filter* memiliki nilai yang besar, lalu penstabil atau *regulator*, contoh dari penstabil adalah rangkaian terpadu dengan tipe IC 7805, 7905, 78012, 7912 dan lainnya.

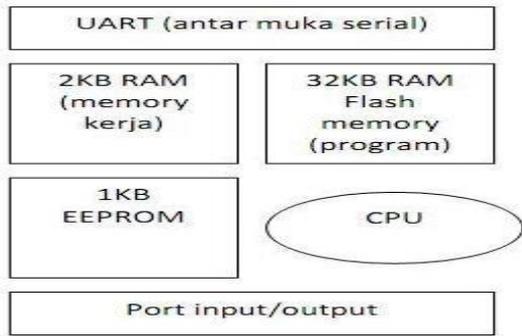
D. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. *Arduino* dilengkapi dengan *library* C/ C++. Bentuk fisik *arduino uno* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno

Setiap pin *digital* pada *board arduino uno* dapat digunakan sebagai *input-output*. Dengan menggunakan fungsi *pin Mode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* 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* seperti pada gambar 4.



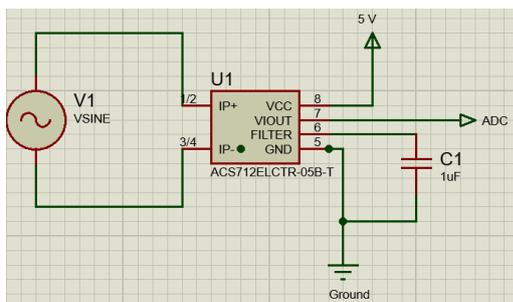
Gambar 4. Diagram Blok Memori Arduino Uno

E. 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 *control*.

F. Sensor Arus

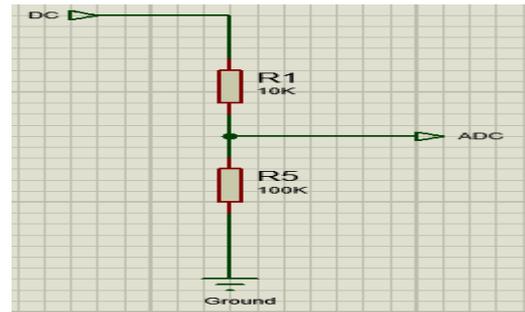
Penggunaan sensor arus sendiri bertujuan mengetahui arus AC atau DC berbagai bidang di industri. Kebanyakan digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, dan proteksi beban berlebih. Sensor arus yang dipakai untuk pembuatan tugas akhir ini bertipe ACS712, bentuk rangkaian sensor arus ACS712 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Sensor Arus ACS712

G. Sensor Tegangan

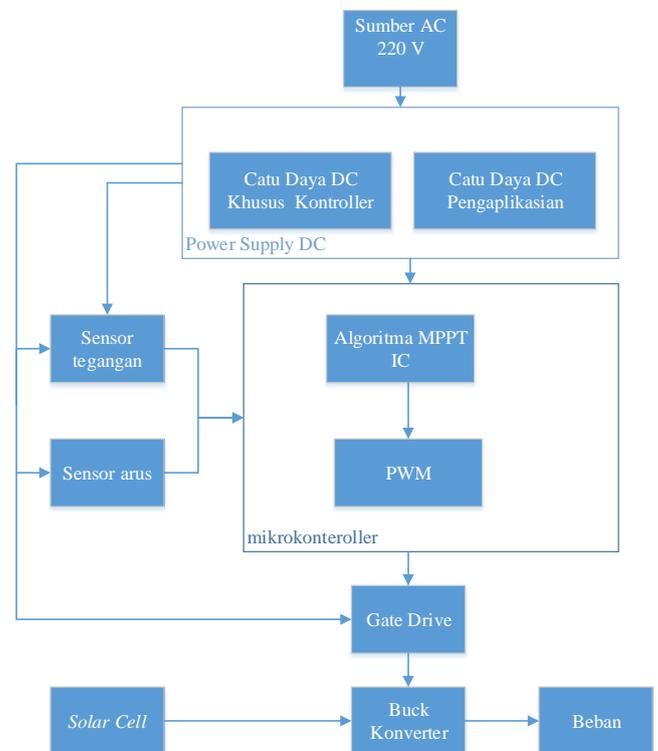
Sensor tegangan ini terdiri dari dua buah resistor, aturan pembagi tegangannya yaitu tegangan input dibagi secara *proporsional* sesuai dengan nilai resistensi dua resistor yang dirangkai seri, bentuk rangkaian sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Sensor Tegangan

H. Flowchart dan Diagram Blok

Flowchart merupakan diagram alir yang mengilustrasikan alur atau proses kerja dari suatu sistem. bentuk *Flowchart* kerja *system* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Kerja Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan pengujian dan pembahasan untuk seluruh bagian input dan output. Pengujian dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui sistem catu daya, konverter dc-dc buck, rangkaian gate drive dan panel surya serta komponen lainnya.

A. Instrumen Pengujian Alat

1. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Hasil pengujian dan pengukuran pada catu daya 5 volt. Tegangan AC 220 volt dari jala-jala, diturunkan melalui trafo step down. Tegangan AC tersebut kemudian disearahkan dengan penyearah jembatan dioda dan ditapis oleh kapasitor untuk memperkecil riak (noise) agar mendapatkan tegangan yang baik. Data hasil pengujian rangkaian catu daya dapat dilihat pada table I.

Tabel I. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Ket.	Input Tegangan AC	Trafo (AC - AC)	Output Converter (AC - DC)
Catu Daya1 (Trafo 3A)	229.4	18.46 V	11.49 VDC
	229.4	18.46 V	4.46 VDC
Catu Daya2 (Trafo 2A)	229.4	16.35 V	11.62 VDC

2. Pengujian Rangkaian Gate Drive

Gate drive pada MPPT ini berfungsi sebagai interface antara mosfet dan mikrokontroler. Data pengujian rangkaian gate drive dapat dilihat pada tabel II.

Tabel II. Pengujian Rangkaian Gate Drive

No	Vin (gate Drive)	Duty Cycle (%)	Vout (Vdc) Gate Drive
1	5 Vdc	20	2.76
2		40	5.53
3		60	8.33
4		80	11.20
5		100	13.26

3. Pengujian Rangkaian Konverter Buck

Dalam pengujian rangkaian converter buck ini dilakukan dengan memberikan tegangan pada sisi input rangkaian konverter buck, tegangan yang diberikan yaitu berupa perubahan duty cycle dan kemampuan alat untuk menahan besar tegangan yang diberikan. Duty cycle yang bervariasi diantaranya yaitu 50% - 20%. Data hasil pengujian rangkaian konverter buck dapat dilihat pada table III.

Tabel III. Pengujian Rangkaian Konverter Buck

PWM (%)	Solar cell	Vout (V)
	Vin (V)	
50	19 - 20	15.10
40	19 - 20	14.90
30	19 - 20	14.40
20	19 - 20	14.05

4. Pengujian Panel Surya

Dalam pengujian panel surya ini dilakukan dengan menghubungkan panel surya dengan alat ukur dan rangkaian keseluruhan. Data hasil pengujian panel surya dapat dilihat pada tabel IV.

Table IV. Pengujian Panel Surya

No	Waktu (WIB)	V in (Volt) DC		Intensitas caahaya matahari (Lux)
		Tanpa beban	Berbeban	
1	07.40	18,76	12,40	14550
2	08.00	19,20	12,93	21000
3	09.00	18,79	13,55	>50000
4	10.00	18,90	13,50	44300
5	11.00	18,81	13,81	>50000
6	12.00	18,90	13,83	>50000
7	13.00	18,92	13,90	>50000
8	14.00	18,94	13,94	45300

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pergeseran posisi matahari ke arah belahan bumi utara dan selatan disebut gerak semu harian matahari, disebut demikian karena sebenarnya matahari tidak bergerak, gerakan terjadi akibat revolusi bumi dengan sumbu rotasi yang miring sehingga mempengaruhi posisi letak solar cell ke matahari dan mempengaruhi tegangan keluran solar cell.

Perputaran bumi terhadap matahari disebut rotasi bumi mempengaruhi posisi letak solar cell ke matahari dan tegangan keluaran solar cell tiap jam nya. Perhitungan titik azimuth dan elevasi mempengaruhi posisi letak solar cell ke matahari. Penggunaan solar cell 50 WP dengan solar cell 20 WP memiliki keluran tegangan yang berbeda.

Metode Sistem MPPT yang digunakan mampu mencari titik daya maksimum dari solar cell karena input yang dipakai adalah tegangan dan arus input dengan umpan balik tegangan keluaran yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] Andrianto, Heri. 2016. *Arduino(Belajar Cepat dan Pemrograman)*. Informatika Bandung: Bandung.
- [2] Aswardi. 2010. *Modul Elektronika Daya*. Padang : Universitas Negeri Padang.
- [3] Elsi Martha (2018).” Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik Dengan Sumber Solar Cell. Padang. Universitas Negeri Padang.
- [4] Ernadi, Dwiyan anugrah. 2016. Desain Maximum Power Point Tracking untuk Turbin Angin Menggunakan Modified Perturb & Observe (P&O) Berdasarkan Prediksi Kecepatan Angin. *Jurnal Teknik ITS* Vol.5, No. 2.
- [5] Hafelzan Enang Edovidata, Aswardi. 2020. Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroler. *JTEV*, 6(1), 58.
- [6] K Ogata, *Modern Control Systems*, University of Minnesota, Prentice Hall, 1987.
- [7] Rashid, Muhammad H. (2011). *Power Electronics Circuit Device and Applications 3rd Edition*. Purdue University at Fort Wayne Indiana.
- [8] F. R. Nurlianisa, “Kit Aquascape Berbasis Internet of Things Melalui Aplikasi Blynk dengan Arduino Uno Untuk Pemeliharaan Lilaeopsis Brasiliensis,” 2018.

Biodata Penulis

Chris Septiyan, lahir di Padang, 15 September 1994. Menyelesaikan studi DIV Teknik Elektro Industri pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Ta’ali, lahir di Pekalongan, 16 Oktober 1963. Menyelesaikan studi S1 di IKIP Padang tahun 1989. Pendidikan S2 di Institut Tekneologi Bandung tahun 1999. Pendidikan S3 di Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2017 Staf pengajar pada jurusan teknik elektro FT UNP sejak tahun 2006 sampai sekarang.