

Smart Charging Menggunakan Solar Cell Berbasis Arduino

Mohammad Ibrahim Ashari ¹⁾, Eko Nurcahyo ²⁾, Mujibus Sholihin ³⁾

^{1),2),3)}Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Karanglo – Karangploso Km 2 Malang
Email : ibrahim_ashari@lecturer.itn.ac.id

Abstrak. *Solar cell merupakan sebuah perangkat elektronik yang bisa mengubah tenaga matahari menjadi tenaga listrik. Seiring pertumbuhan penduduk, maka pemakaian energi listrik tentunya makin bertambah. Oleh karena itu diperlukan seperangkat peralatan elektronik yang bisa merubah dari tenaga matahari menjadi tenaga listrik. Kemudian dari tenaga listrik yang merupakan output dari solar cell diturunkan tegangannya menggunakan buck converter. Peralatan ini stabil karena menggunakan PID. Tegangan yang dihasilkan kemudian disimpan di aki. Pengontrol peralatan ini menggunakan Arduino. Dari hasil pengujian alat, didapat output dari buck converter ketika menggunakan PID menghasilkan tegangan bervariasi 4V, 9V dan 14,2 V*

Katakunci: *Arduino, Buck converter, Solar cell .*

1. Pendahuluan

Tanaman membutuhkan sinar matahari untuk tumbuh. Hewan, termasuk manusia, membutuhkan tumbuhan untuk makanan dan oksigen yang dihasilkannya. Tanpa panas matahari, bumi akan membeku. Energi matahari telah ada sejak sekitar lima miliar tahun. Manusia telah menggunakan energi matahari dalam berbagai cara selama ribuan tahun. Energi matahari sangat penting bagi pertanian dikembangkan sekitar 10.000 tahun yang lalu, dalam mengolah lahan, memproduksi tanaman, dan beternak. Pertanian memiliki peran penting dalam kebangkitan peradaban. Teknik tenaga surya, seperti rotasi tanaman, meningkatkan hasil panen. Mengeringkan makanan dengan menggunakan sinar matahari dan angin mencegah kerusakan tanaman. Surplus pangan ini memungkinkan terjadinya populasi yang lebih padat dan masyarakat yang terstruktur.[1].

Solar cell merupakan media penampung cahaya matahari yang akan berubah menjadi energi listrik yang kemudian akan tersimpan ke Baterai. Peralatan yang akan dibuat menggunakan sensor tegangan , untuk mengetahui output tegangan dari solar cell dan juga untuk mengetahui tegangan pada Baterai sudah penuh. Mikrokontroler yang dipakai pada penelitian ini menggunakan Arduino sebagai pengendalinya. Agar output dari buck converter tetap stabil pada proses pengisian aki maka digunakan metode PID (Proportional Integral Derivative).

Setiap hari energi sinar matahari mencapai Bumi untuk memasok energi di negara kita untuk kebutuhan selama satu tahun. Tenaga surya adalah salah satu sumber energi yang paling menjanjikan, energi terbarukan dan memiliki potensi terbesar di dalamnya perbandingan dengan sumber energi lain, untuk memecahkan permasalahan energi dunia . Saat ini, energi surya telah menjadi lebih populer sebagai pasokan energi di dunia dan dianggap sebagai alternatif yang paling ekonomis. Energi matahari didesain untuk diubah menjadi energi listrik .[2].

Pembagi tegangan dapat digunakan sebagai input mikrokontroler untuk mengukur resistansi suatu sensor. Sensor dihubungkan secara seri dengan resistansi yang diketahui untuk membentuk pembagi tegangan dan tegangan yang diketahui diterapkan pada pembagi tersebut.[3]

Koneksi LCD 2x16 dengan Arduino UNO menggunakan modul I2C untuk mengurangi penggunaan pin LCD pada arduino UNO. I2C memiliki penyesuaian kontras yang dapat digunakan untuk mengatur kecerahan dan kontras karakter yang ditampilkan pada LCD. I2C terdiri dari 2 channel yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Jam Serial). Pin SDA dan SCL pada I2C dihubungkan dengan pin analog 4 dan 5 pada Arduino UNO. .[4]

Arduino adalah perangkat elektronik berbasis mikrokontroler yang bersifat open source. Arduino berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronika. Arduino merupakan modul mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin input/output, bisa 6 pin digunakan sebagai output, 6 input analog, koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP dan tombol menggunakan bahasa coding berupa bahasa C. [5].

Baterai merupakan alat penyimpan energi listrik. Kemudian muatan listrik mengalir ke baterai melalui kabel, kemudian diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam beberapa hari. Ketika baterai diisi (charge), energi listrik disimpan sebagai energi kimia di dalam sel dan kapan baterai habis dipakai (discharge), energi kimia yang tersimpan diambil dan diubah menjadi energi listrik.[6].

Seperti dioda biasa, arus listrik mengalir dengan sangat mudah melintas satu arah, tapi tidak ke arah yang lain. LED hanya memancarkan cahaya saat menyala bias maju. Warna cahaya yang dipancarkan ditentukan oleh jenis bahan semikonduktor yang digunakan.. LED dapat memiliki emisi puncak panjang gelombang dari 250 nm (UVC) hingga 1000 nm (inframerah).[7].

Salah satu sensor arus berbiaya rendah dan efisien berdasarkan sensor efek Hall yang sangat sensitif adalah ACS712. ACS712 adalah modul sensor presisi tinggi yang terjangkau berdasarkan efek Hall. [8].

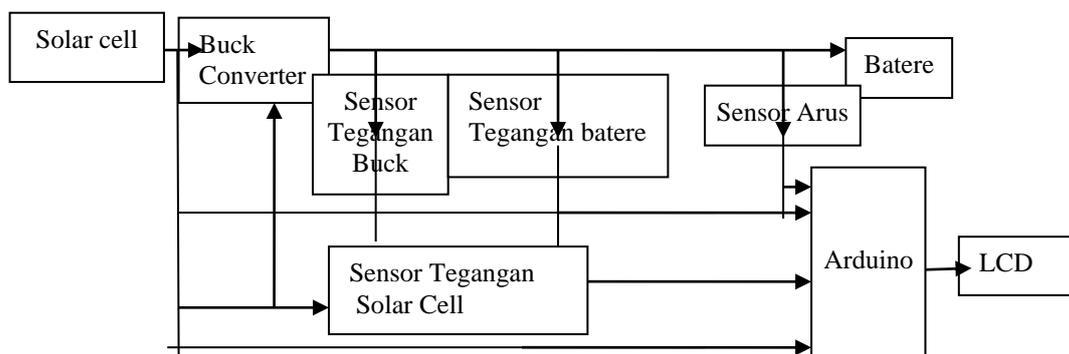
Pada rangkaian buck converter, diasumsikan rangkaian tersebut beroperasi dalam kondisi tunak, arus induktor adalah operasi mode arus kontinyu dan keluaran tegangan dijaga konstan pada tegangan V_o . Rangkaian buck converter dikenal dengan sebutan konverter step-down karena tegangan keluarannya lebih kecil dari tegangan masukannya.[9].

Ada dua jenis peralihan PWM,, yaitu SPWM dengan switching tegangan bipolar dan SPWM dengan peralihan tegangan unipolar. SPWM dengan switching tegangan bipolar, adalah komparator membandingkan dua sinyal. Sinyal pertama adalah sinyal referensi V_r yang sinusoidal berbentuk gelombang referensi pada frekuensi yang diinginkan, dan sinyal kedua adalah sinyal pembawa V_c . Jika nilai bentuk gelombang referensi lebih besar daripada nilai pembawa yang diberikan, maka output komparator adalah nol.[10].

Seiring perubahan waktu, ada banyak pengontrol tertanam yang dibuat dan pengontrol proporsional-integral-derivatif (PID) telah ada selama bertahun-tahun di industri dan hingga saat ini masih valid untuk digunakan pada teknologi saat ini. Pengontrol PID mungkin yang paling sederhana untuk dirancang dan diimplementasikan dan juga murah jika dibandingkan dengan pengontrol lainnya. Namun tetap dapat memberikan solusi efisien terhadap aplikasi industri .PID adalah singkatan dari proporsional-integral-derivatif dan karena ada tiga tindakan yang digabungkan menjadi satu pengontrol . PID telah merancang masukan kontrol yang akan memberikan stabilitas terhadap sistem karena memiliki mekanisme loop kontrol umpan balik dan telah digunakan sebagai pengontrol umpan balik. [11].

2. Pembahasan

Dari permasalahan tersebut kemudian dilakukan kajian teori secara mendalam , maka dibuatlah diagram blok penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Blok Diagram Rangkaian

Prinsip kerja smart charging disini adalah, solar cell bertugas menerima cahaya matahari dan merubahnya menjadi energi listrik, setelah itu output dari solar cell yang berupa energi listrik diturunkan tegangannya dari 22 V menggunakan rangkaian buck converter menjadi 14 V secara PWM oleh arduino. output dari buck converter selanjutnya diumpankan ke baterai atau aki yang kemudian

disimpan di aki. Selain dihubungkan ke aki, output buck converter di hubungkan juga ke sensor tegangan, gunanya untuk mengetahui output tegangan dari rangkaian buck converter. Sedangkan sensor tegangan Baterai adalah untuk mengetahui tegangan dari aki.. Solar cell selain dihubungkan dengan buck converter juga dihubungkan dengan sensor tegangan solar cell, gunannya untuk mengetahui besar tegangan output dari solar cell. Sedangkan fungsi dari Sensor arus ACS712 untuk mengetahui kualitas arusnya. Fungsi LCD di sini adalah untuk menampilkan tegangan output buck converter, tegangan baterai dan tegangan solar cell. Arduino berfungsi sebagai pengolah data dari input yang dibaca sensor.

2.1. Desain algoritma Sistem Kontrol PID

Pada sistem kontrol PID, berbentuk suatu rumus aritmatik dan bukan berbentuk algoritma pemrograman, maka memerlukan suatu konversi dari rumus tersebut hingga menjadi suatu algoritma pemrograman. Rumus dari PID yang digunakan sbb :

$$m(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

.....(1)

Di mana :

- m (t) = keluaran PID
- Kp = konstanta propotional
- Ki = konstanta integral
- Kd = konstanta derivative
- e(t) = nilai error sekarang
- de(t) = nilai error sebelumnya – nilai error sekarang
- dt = time sampling

Setelah itu di konversikan ke dalam suatu algoritma pemrograman, akan menjadi perhitungan sbb :

$$Mv = (kp \times error) + (ki \times integral\ error) + (kd \times delta\ error \div ts) \dots\dots (2)$$

Dimana :

- Mv = Keluaran PID
- Kp = Konstanta proportional
- Ki = Konstanta integral
- Kd = Konstanta derivative
- error = Nilai error sekarang
- delta error = Nilai error sebelumnya – nilai error sekarang
- integral error = Nilai error sebelumnya + (nilai error sekarang × time sampling)
- ts = time sampling

2.2. Hasil uji solar Cell

Pengujian output solar cel didapat pada cahaya terik dan cahaya tidak terik. Output solar cell akan menghasilkan tegangan 1,8 V pada saat cahaya tidak terik . Namun output solar cell akan menghasilkan tegangan 21,0 pada saat tidak terik.



Gambar 2. (a) Output solar cell pada saat tidak terik (b) output solar cell pada saat cahaya terik

2.3. Hasil Uji Sensor Tegangan Pada Batere

Pada pengujian ini diperuntukkan untuk mengetahui besar tegangan yang akan mengisi Batere. Pada hasil uji alat ini didapat output tegangan adalah 4,5 V .



Gambar 3. Output Dari Sensor Tegangan Pada Batere

2.4. Hasil Uji Output Arduino

Pada uji coba ini adalah untuk memastikan apakah sudah benar hasil dari desain software dengan output pada pin digital Arduino. Pada uji coba ini, Arduino dikatakan baik karena pada saat logic 1 maka tegangan menghasilkan 5V, sedangkan pada logic 0 tegangan yang dihasilkan adalah 0V.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Output Arduino

Pin	Logic Output (bit)	Tegangan Output (volt)
1	1	5.03
2	1	5.03
3	1	5.03
4	1	5.03
5	0	0.00
6	0	0.00
7	0	0.00
8	0	0.00

2.5. Hasil Uji Buck Converter

Uji coba buck converter bertujuan mengetahui apakah hasil desain alat sudah sesuai atau tidak. Output dari buck converter ini di uji secara menggunakan control PID dan tidak menggunakan control PID.

Tabel 2. Hasil uji coba buck converter

No	Tegangan input (volt)	Tegangan output (volt) tanpa PID	Tegangan output (volt) dengan PID
1.	5	0	4
2.	10	0	9
3.	15	0	14,0
4.	20	0	14,2
5.	21	0	14,2
6.	22	0	14,2
7.	23	0	14,2
8.	24	0	14,2
9.	25	0	14.2

Dari tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa output dari buck converter tanpa PID menghasilkan tegangan 0V, sedangkan ketika menggunakan PID menghasilkan tegangan bervariasi 4V, 9V dan 14,2 V

2.6. Uji Alat Secara Keseluruhan

Uji keseluruhan alat ini adalah untuk mengetahui apakah pengendali cell surya sudah sesuai dengan desain yang diharapkan.

Tabel 3. Hasil uji coba keseluruhan sistem

Jam	Vin (Volt)	Vref (set point)	Vout (Volt)	Daya (arus) Ampere
8.00	19.2	14	14.2	42,4
9.00	19.4	14	14.6	28,9
10.00	19.9	14	13.6	40,4
11.00	19.7	14	13.7	24,0
12.00	20.1	14	14.7	45,7
13.00	20.5	14	14.3	33,1
14.00	20.8	14	13.8	41,3
15.00	20.9	14	14.4	28,2
16.00	21.1	14	13.9	15,2

Dari hasil pengujian alat, terlihat output dari solar cell adalah naik turun , maka dari itu digunakan PID, supaya output dari buck converter tetap stabil . Dari keseluruhan uji coba tersebut, output yang mendekati set point adalah 13,9 Volt.

3. Kesimpulan

Setelah melakukan desain dan uji coba alat maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji coba output solar cell akan menghasilkan tegangan 1,8 V pada saat cahaya tidak terik namun output solar cell akan menghasilkan tegangan 21,0 pada saat tidak terik.
2. Hasil uji coba Arduino pada saat logic 1 maka tegangan menghasilkan 5V, sedangkan pada logic 0 tegangan yang dihasilkan adalah 0V.
3. Hasil uji coba sensor tegangan pada aki ini didapat output tegangan adalah 4,5 V.
4. Output dari buck converter tanpa PID menghasilkan tegangan 0V, sedangkan ketika menggunakan PID menghasilkan tegangan bervariasi 4V, 9V dan 14,2 V
5. Output dari solar cell adalah naik turun , maka dari itu digunakan PID, supaya output dari buck converter tetap stabil . Output yang mendekati set point adalah 13,9 Volt.

Daftar Pustaka

- [1]. <https://education.nationalgeographic.org/resource/power-sun/>
- [2]. N. A. Handayani* and D. Ariyanti, 2012. *Potency of Solar Energy Applications in Indonesia*, Int. Journal of Renewable Energy Development 1 , pp 33-38
- [3]. https://en.wikipedia.org/wiki/Voltage_divider
- [4]. Y Mulyana and D L Hakim, 2017. Prototype of Water Turbidity Monitoring System, International Symposium on Materials and Electrical Engineering (ISMEE).
- [5]. Hamzah, Moh. Toifur*, Ishafit, 2019. Determination of Fill Factor and Efficiency in Solar Cell Type (99 × 69) mm² with Arduino Uno R3 Based Drive assisted by Logger Pro 3.14.1, Indonesian Review of Physics, Volume 2, Number 2.
- [6]. Ade Kurniawan, Dedy Suryadi, Purwoharjono,,Redi R. Yacoub, Fitri Imansyah, 2021. Implementation of a Battery Charge Monitoring System on Internet of Things (IoT) Based Transportable Devices, The International Journal of Engineering and Science (IJES), Volume 10, Issue 5, Series I ,Pages PP 06-14.
- [7]. C. Michael Bourget, 2008. An Introduction to Light-emitting Diodes, Hortscience Vol. 43.
- [8]. Mona Berlian Sari, Lia Yuliantini, Hafizh Prihtiadi and Mitra Djamal, 2020, Easy Monitoring and Data Record System of Electric Current Detected By ACS712 Affordable Non Destructive Electrical Current Sensor, Pillar of Physics, Vol. 13, page 82-88.

- [9]. Norazila Binti Md Posdzi, Norsa'adah Binti Mahmor, Rasidah Binti Abdul Rani, 2020, Design buck converter with variable switching frequency by using matlab simulink simulation, *International Journal of Technology, Innovation and Humanities*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6
- [10]. Jaydipsinh Zala, Manan Desai, Kishan Bhayani, Anoop Budhvani, 2019. Sinusoidal Pulse Width Modulation Switching Technique based Single Phase Inverter, *Journal of Power Electronics & Power Systems*, Volume 9, Issue 1.
- [11]. Nur Syahirah Eshah Budin, Khairuddin Osman, 2022. Modelling and proportional-integral-derivative controller design for position analysis of the 3-degree of freedom, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, Vol. 27, No. 1, pp. 62~70.