**PERANCANGAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT)
KONTROL PADA PROTOTYPE TRAFFIC LIGHT SYSTEM
MENGUNAKAN PID CONTROL**

***DESIGNING MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) CONTROL ON
PROTOTYPE TRAFFIC LIGHT SYSTEM USING PID CONTROL***

Nanang Arianto¹⁾, Muhammad Hasan Basri²⁾, dan Tijaniyah³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nurul Jadid, Kabupaten Probolinggo, Indonesia.
email: nanangariantoo09@gmail.com¹⁾, hasanmohammadbasri83@gmail.com^{2)*}, tijaniyahstudy@gmail.com³⁾

Received:
6 September
2020

Accepted:
10 Oktober
2020

Published:
27 November
2020

© 2020 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Persoalan transportasi merupakan masalah yang umum dialami oleh setiap orang di jalur lalu lintas, karena persoalan transportasi tidak akan pernah terselesaikan atau akan selalu berkembang dari setiap wilayah. Proses energi matahari dengan *solar cell* yang tersimpan pada baterai dan di gunakan untuk menyalakan lampu. Pada dasarnya *charge control* menggunakan ciri regulator tegangan dengan tahapan charge berhenti saat matahari tertutup awan penuh atau sebagian saat proses pengisian baterai. Dari hasil penelitian tersebut telah dirancang dan menciptakan sebuah perangkat sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada *Prototype Traffic light System* menggunakan PID Control yang mengatur daya maksimal pada kondisi cahaya matahari yang dihasilkan nilai tegangan 17,70 Volt dan arus 1,18 Ampere. Untuk pengisian battery charging dibutuhkan sekitar 4 jam yang digunakan 13,6 Volt, dengan pengisian 12 Volt dengan rata-rata keluaran yang dihasilkan 1 Ampere. Untuk mempermudah mengatur frekuensi dan lebar pulsa (PWM) yang didinginkan pada MPPT level tegangan luaran yang dihasilkan pada panel surya 15 Volt sampai 19 Volt, sedangkan tegangan *ouput* mencapai 14,98 Volt sampai 18,97 Volt.

Kata Kunci: *solar cell*, baterai, *buck-boost converter*, MPPT.

Abstract

Transportation problems are common problems experienced by everyone in the traffic lane, because transportation problems will never be resolved or will always develop from each region. Process solar energy with solar cells that are stored in batteries and used to turn on lights. Basically, charge control uses the characteristic of a voltage regulator with the charge step stopping when the sun is fully or partially covered by a cloud during the battery charging process. From the results of this study, a Maximum Power Point Tracking (MPPT) system device has been designed using the PID Control system which regulates the maximum power in sunlight, resulting in a Voltage value of 17.70 Volt and a current of 1.18 Ampere. For charging the battery, it takes about 4 hours of use 13.6 Volt, with a 12 Volt charging with an average output of 1 Ampere. To make it easier to adjust the frequency and pulse width (PWM) that is cooled at the

MPPT, the output Voltage level generated on the solar panel is 15 Volt to 19 Volt, while the output Voltage reaches 14.98 Volt to 18.97 Volt.

Keywords: solar cell, battery, buck-boost converter, MPPT.

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v5i2.170

How to cite: Arianto, N., Basri, M.H., & Tijaniyah, "Perancangan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Kontrol Pada Prototype Traffic Light System Menggunakan PID Control". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5 (2), 109-118, 2020.

PENDAHULUAN

Saat ini banyak perangkat elektronik yang menggunakan sumber energi dari *solar cell* yang disimpan dalam sebuah baterai. Pemakaian daya PLN sebagai alat pengisian baterai secara kontinyu menyebabkan pemborosan daya listrik dari PLN. Supaya tidak terjadi pemborosan maka menggunakan energi baru terbarukan. Sesuai iklim yang ada di Indonesia tenaga matahari sesuai apabila dikonversi menjadi daya listrik yang tak terhingga dalam waktu antara terbit sampai terbenam. Hasil dari konversi tenaga matahari menjadi daya listrik menggunakan *solar cell* [1]. Maka MPPT lebih bisa mengisi baterai pada iklim yang ada di Indonesia dibandingkan dengan PWM, dikarenakan pada MPPT bisa memanfaatkan kelebihan tegangan yang dikonversi menjadi arus yang besar ke baterai, sedangkan PWM apabila cuaca mendung tegangan tetap ada tapi ampere jauh lebih kecil.

Solar cell merupakan alat yang bisa menjadikan energi matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* terjadi melalui system modul *photovoltaic*, yang biasa dikenal panel surya. Perubahan daya *photovoltaic* pada solar cell merupakan proses menyerap cahaya matahari yang didapatkan *hole* dan *electron*. *Electron* dan *hole* inilah yang menimbulkan beda potensial dan jika dibuat rangkaian tertutup akan menghasilkan arus listrik [2].

Metode *buck boost converter* merupakan suatu regulator dc tipe *switching non-isolated* yang dibutuhkan sebagai sumber tegangan keluaran variabel. Karena pada dasarnya system ini berfungsi sebagai penaik dan penurunan level tegangan DC. Metode *buck boost converter* mempunyai nilai tegangan masuk menggunakan pengaturan frekuensi dan besar lebar pulsa (*duty cycle*). Dimana *Duty cycle* digerakkan dengan sinyal *Pulse Width Modulation* untuk pengaturan *switch buck boost converter* agar nantinya dapat memicu keluaran output tegangan yang di inginkan [3].

Traffic light adalah lampu berwarna (merah, hijau, dan kuning) yang digunakan sebagai pengaturan pada sebuah persimpangan. Lampu lalu lintas ini yang mengatur pergerakan kendaraan dengan system pergantian nyala lampu pada masing – masing ruas jalan. Dengan adanya lampu lalu lintas ini sedikit banyak lebih mampu mengendalikan alur lalu lintas sekaligus meminimalisir terjadinya kecelakaan di persimpangan jalan [4].

Maximum Power Point Tracking (MPPT) merupakan perangkat system di fungsikan pada charge control yang dapat menghasilkan nilai daya tegangan yang dikeluarkan. *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dapat mengubah tegangan DC yang tingkatannya besar pada panel surya ke tingkatan yang lebih kecil atau sebaliknya sebagai pengisian baterai [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah mampu membuat Prototype *MPPT* dengan metode *buck boost converter* yang dapat bekerja pada berbagai tingkat pencahayaan dan juga mampu mengatur frekuensi dan lebar pulsa (PWM) yang diinginkan pada rangkaian MPPT. Yang nantinya dapat mengatur frekuensi dan PWM pada rangkaian *buck boost converter* untuk MPPT pada *prototype traffic light*.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Untuk membuat penelitian ini dibutuhkan beberapa bahan elektronik seperti pada dibawah ini.

A. Arduino Uno

Arduino UNO ATmega 328 merupakan papan rangkaian yang bersifat *open source* dan terdiri dari beberapa komponen dan memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol reset [6].

Gambar 1. Arduino UNO

B. LCD 16x2

LCD LCD yang diperlihatkan pada gambar 2 berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, teks, atau menu pada aplikasi modul arduino. Sumber cahaya didalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih yang terletak dibagian belakang susunan kristal cair. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu sampai jutaan adalah yang membentuk tampilan. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul. Oleh karena itu, hanya beberapa warna yang diteruskan sedangkan warna lainnya disaring dengan 16 pin konektor [7].

Gambar 2. LCD 16x2

C. Buck Boost Converter

Buck boost converter ialah jenis rangkaian yang bisa mengubah suatu level tegangan DC besar atau pun yang rendah dengan otomatis, rangkaian *buck boost* menggunakan dua mode yaitu *mode switch buck* ataupun *mode switch boost*. Rangkaian ini bekerja pada tiga mode pengoprasian, yaitu *mode buck*, *mode boost* dan *mode buck boost* [8].

Gambar 3. Rangkaian *buck boost converter*

D. Photovoltaic

Photovoltaic (PV) adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan *photovoltaic*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan sel surya [9].

Gambar 4. *Photovoltaic*

E. Accumulator (Aki)

Accumulator merupakan alat perlengkapan yang menghasilkan listrik yang bisa menyimpan energi yang bisa mengubah menjadi daya. Kapasitas maksimal yang dapat dihasilkan oleh *battery accumulator* tersebut dapat mencapai 18 Ah. Sehingga baterai apabila digunakan untuk suplai beban berupa lampu pijar sebesar 100 Watt maka akan habis dalam kurun waktu 24 menit. Baterai dapat diisi dengan waktu pengisian selama 5 sampai 10 jam dengan charger 0,4 Ampere (pengisian normal) dan dapat pula diisi dengan waktu pengisian 30 menit dengan charger 3 Ampere (pengisian cepat) [10].

Gambar 5. *Accumulator*

Desain alat

Untuk proses sistem kerja pada Perancangan MPPT dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Diagram blok sistem kerja MPPT keseluruhan

Sistem *battery charging* menggunakan *solar cell* sebagai sumber energi listrik. Tegangan luaran *solar cell* berkisar 0-21 Volt maka diperlukan rangkaian *buck boost converter* untuk menstabilkan tegangan. Tegangan luaran *solar cell* dikontrol agar stabil di 13,6 Volt sebagai standart pengisian baterai.

Pusat pengendali *sistem battery charging* menggunakan mikrokontroler. Sumber tegangan mikrokontroler berasal dari luaran *solar cell* yang diregulasi dengan DC to DC Voltage regulator. Mikrokontroler menghasilkan PWM untuk mengatur *switch mosfet* pada *buck boost converter*. Terdapat dua *mosfet* pada *buck boost converter*, yaitu *mosfet* untuk *buck* dan *mosfet* untuk *boost*. Ketika tegangan luaran *solar cell* dibawah 13,6 Volt, maka *mosfet* mode *buck* selalu ON dan MOSFET mode *boost* switching. Sebaliknya ketika tegangan luaran *solar cell* diatas 13,6 Volt, maka *mosfet* mode *buck* switching dan *mosfet* mode *boost* OFF.

Voltage divider mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk mengubah *duty cycle* PWM secara otomatis. Sensor arus mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menunjukkan arus yang mengalir pada sumber dan luaran *buck boost converter*. Tegangan luaran yang telah stabil sebesar 13,6 Volt digunakan untuk mengisi baterai.

Perancangan Box Control Panel

Box control panel dibuat menggunakan bahan *acrylic* yang berwarna putih dengan ukuran ketebalan 5 mm dan berbentuk kotak 25 cm × 15 cm. *Box control* panel digunakan sebagai tempat rangkaian *buck boost converter*, rangkaian *voltage divider*, rangkaian sensor arus, dan indikator lampu yang menunjukkan kondisi alat.

Gambar 7. Box control panel

Perancangan Elektronik

Arduino UNO ATmega 328, digunakan sebagai kendali semua perangkat yang terhubung. Berikut ini tabel yang menunjukkan pengalamanan pin dari Arduino Uno dalam perancangan system ATS ini perancangan *maximum power point tracking* (mppt) kontrol pada *prototype traffic light system* menggunakan pid control.

Gambar 8. Konfigurasi port Arduino UNO

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Beban (Lampu)

Pengujian beban di perlukan untuk mengetahui berapa nilai arus yang di butuhkan oleh tiap 1 lampu, pengujian ini menggunakan bantuan DC converter sebagai sumber tegangannya dengan cara memutar knob potensio meter sebagai pengatur nilai input.

Tabel 1. Pengujian beban lampu

Tanggal/bulan	Waktu	Nilai potensio	Keterangan uji coba	
			Jumlah lampu	Arus input
30 Juni 2020	19.00	512	1	0,22
30 Juni 2020	19.01	522	2	0,39

30 Juni 2020	19.02	527	3	0,63
30 Juni 2020	19.03	530	4	0,80
30 Juni 2020	19.04	531	5	1,05
30 Juni 2020	19.05	537	6	1,24
30 Juni 2020	19.06	542	7	1,39
30 Juni 2020	19.07	547	8	1,64
30 Juni 2020	19.08	550	9	1,82

B. Hasil Pengujian *Solar Cell*

Hasil pengujian *solar cell* dapat dilihat pada tabel 2, yang mana hasil tegangan tertinggi didapatkan 17,70 Volt dan tegangan terendah 17,26 Volt. Sedangkan hasil pengujian solar cell dengan memberikan beban berupa resistor 12 Ω 20 Watt. Pengujian dilakukan setiap 30 menit sekali.

Tabel 2. Pengujian *solar cell*

No	Tanggal/bulan	Waktu	Celcius	Keterangan uji coba	
				Volt PV	Ampere PV
1	22 April 2020	08.00	30,5	17,26	0,85
2	22 April 2020	08.30	31,3	17,24	0,86
3	22 April 2020	09.00	31,4	17,30	0,91
4	22 April 2020	09.30	31,9	17,27	0,83
5	22 April 2020	10.00	31,5	17,42	1,01
6	22 April 2020	10.30	31,5	17,52	0,96
7	22 April 2020	11.00	31,8	17,63	1,17
8	22 April 2020	11.30	31,8	17,63	1,20
9	22 April 2020	12.00	32,9	17,70	1,18
10	22 April 2020	12.30	33,3	17,57	1,14
11	22 April 2020	13.00	31,9	17,62	1,13
12	22 April 2020	13.30	33,1	17,66	1,10
13	22 April 2020	14.00	35,2	17,64	0,85
14	22 April 2020	14.30	22,9	17,58	0,79
15	22 April 2020	15.00	34,0	17,25	0,64

Gambar 9. Grafik V_{out} dan I_{out} yang dihasilkan solar cell

Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai tegangan tertinggi 19,1 Volt, tegangan terendah 15 Volt, Arus tertinggi 1,5 A dan Arus terendah 0,41 A dari solar cell. Maka tegangan dan arus selalu berubah tergantung pada keadaan sinar matahari yang terkena pada solar cell.

C. Hasil Pengujian Buck Boost Converter

Hasil proses pengujian tegangan output buck boost terhadap perhitungan awal didapatkan hasil tegangan output buck boost terhadap perhitungan buck boost converter, tegangan output yang diharapkan adalah 13,6 Volt.

Tabel 3. Pengujian buck boost converter

No	Tanggal/bulan	Waktu	Celcius	Keterangan uji coba		Keterangan
				Volt PV	Ampere PV	
1	28 Juni 2020	08.00 pm	400	9,5	13	Berhasil
2	22 April 2020	09.00 pm	401	11	13,2	Berhasil
3	22 April 2020	10.00 pm	403	13	13,4	Berhasil
4	22 April 2020	11.00 pm	406	15	13,6	Berhasil
5	22 April 2020	12.00 pm	407	17	13,8	Berhasil
6	22 April 2020	13.00 pm	409	19	13,9	Berhasil
7	22 April 2020	14.00 pm	501	21	14	Berhasil
8	22 April 2020	15.00 pm	503	21	14	Berhasil

Gambar 10. Grafik tegangan *output buck boost converter* dan tegangan *output* seharusnya

Dari grafik diatas dihasilkan selisih tegangan keluaran *buck boost* dengan keluaran tegangan pada perhitungan selisihnya tidak terlalu jauh. Maka didapatkan hasil perhitungan *Buck-boost converter* error rata-rata sebesar 0,07% sampai 0,2%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut telah dirancang dan menciptakan sebuah perangkat sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada *Prototype Traffic light System* Menggunakan PID Control yang mengatur daya maksimal pada kondisi cahaya matahari yang dihasilkan nilai tegangan 17,70 Volt dan arus 1,18 Ampere. Untuk pengisian battery charging dibutuhkan sekitar 4 jam yang digunakan 13,6 Volt, dengan pengisian 12 Volt dengan rata-rata keluaran yang dihasilkan 1 Ampere. Untuk mempermudah mengatur frekuensi dan lebar pulsa (PWM) yang diinginkan pada MPPT level tegangan luaran yang dihasilkan pada panel surya 15 Volt sampai 19 Volt, sedangkan tegangan *ouput* mencapai 14,98 Volt sampai 18,97 Volt.

REFERENSI

- [1] Kurniawan, D. R., & Kusumaningrum, A. "Using Buck Boost Converter For Battery Charging System Based On Microcontroller Which Have Solar Panel Source," 1-103, 2016.
- [2] Dewatama, D., Fauziah, M., & Safitri, H. K. "Optimasi Buck Converter Pada Solar Tree Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," 1-16, 2017.
- [3] Matalata, H., & Johar, L. W. "Analisa Buck Converter Dan Boost Converter Pada Perubahan Duty Cycle Pwm Dengan Membandingkan Frekuensi Pwm 1,7 Khz Dan 3,3 Khz," 1-9, 2018.
- [4] Muhammad, A. A., Munadi, R., & Mayasari, R. "Perancangan Lampu Lalu Lintas Pintar Untuk Smart City Menggunakan Wireless Sensor Network," 1-8, 2019.
- [5] Cahyono, B. E. "Rancang Bangun MPPT (Maximum Power Point Tracker) Dengan Metode P&O (Perturb And Observe) Untuk Sistem Photovoltaic Berbasis IoT (Internet Of Things)," 1-26, 2019.
- [6] Suwito, Suhanto, & Kustori. "Sistem Baterai Charging Pada Solar Energy System Dengan Buck Boost Converter Untuk Berbagai Tingkat Pencahaya Di Bandar Udara," 1-10, 2019.
- [7] Indrianingsih, S. "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Cokelat Berbasis Mikrokontroller Atmega328 Dengan Sumber Daya Panel Surya," 1-50, 2019.
- [8] Hidayat, I., Akbar, M. R., & Adam, B. K. "Rancang Bangun Dan Implementasi Buck Boost Converter Dengan Maximum Power Point Tracking Menggunakan Metode Perturb And

- Observe,” 1-7, 2019.
- [9] P. Putra, A. Joewono, R. Sitepu, L. Agustine, And W. Andyardja. “Alat Pemantau Dan Pengendali Sistem Penyimpanan Energi Pada Solar Panel,” *Widya Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 25–31, 2017.
- [10] Arief, M. F., & Musafa, A. “Perancangan Sistem MPPT Untuk Dua Turbin Angin Kapasitas 300 Watt Pada Kondisi Angin Rendah Menggunakan Metode PERTURB & OBSERVE (P&O),” 1-8, 2019.