

DESAIN CHARGE CONTROLLER DENGAN METODE MPPT BERBASIS LOGIKA FUZZY

Subekti Yuliananda¹, Puji Slamet², Santoso³
subektiyuliananda@untag-sby.ac.id¹, pujislamet@untag-sby.ac.id², santoso@untag-sby.ac.id³
Electrical Engineering, University of 17 Agustus 1945, Surabaya

Abstrak

Telah dibuat pada penelitian ini desain charge controller pada sistem photovoltaik dengan memanfaatkan Maximum Power Point Tracking (MPPT) menggunakan logika fuzzy. Biaya listrik dari array PV lebih mahal daripada listrik dari sumber-sumber non-terbarukan lainnya. Jadi, perlu untuk mengoperasikan sistem PV secara efisien dengan melacak titik daya maksimum pada setiap kondisi cuaca. Konverter Boost meningkatkan tegangan output panel surya dan tegangan output konverter tergantung pada siklus tugas MOSFET yang ada dalam konverter boost. Perubahan pulsa dilakukan oleh kontrol logika fuzzy dengan memanfaatkan daya panel surya. Pengontrol bertujuan untuk menyesuaikan siklus saklar konverter DC-DC, yang berfungsi untuk melacak daya maksimum dari susunan sel surya. MATLAB dan PROTEUS digunakan untuk mengembangkan dan merancang sistem PV yang dilengkapi dengan kontroler MPPT DENGAN logika fuzzy. Hasilnya menunjukkan bahwa kontroler yang diusulkan mampu melacak MPP dalam waktu yang lebih singkat 0,098s[1]. Dibutuhkan pengaturan perangkat keras lebih baik dengan kontrol logika fuzzy guna mengamati dan membandingkan dengan sistem tanpa MPPT (Fuzzy logic controller).

Kata kunci: Photovoltaic, charge controller, Mosfet, MPPT, Fuzzy.

Abstract

It has been made in this study the design of a charge controller on a photovoltaic system by utilizing Maximum Power Point Tracking (MPPT) using fuzzy logic. Electricity costs from PV arrays are more expensive than electricity from other non-renewable sources. So, it is necessary to operate the PV system efficiently by tracking the maximum power point in every weather condition. Boost Converter increases the output voltage of the solar panel and the output voltage of the converter depends on the duty cycle of the MOSFET in the boost converter. Changes in pulses are carried out by fuzzy logic control by utilizing solar panel power. The controller aims to adjust the DC-DC converter switch cycle, which serves to track the maximum power of the solar cell arrangement. MATLAB and PROTEUS are used to develop and design PV systems equipped with MPPT controllers with fuzzy logic. The results show that the proposed controller is able to track MPP in a shorter period of 0.098s [1]. Better hardware settings are needed with fuzzy logic controls to observe and compare with systems without MPPT (Fuzzy logic controller).

Keywords: Photovoltaic, charge controller, Mosfet, MPPT, Fuzzy.

Pendahuluan

Sel surya menjadi sumber energi terbarukan yang paling penting yang menawarkan banyak keuntungan seperti tanpa memerlukan bahan bakar minyak, tidak menghasilkan polusi, biaya perawatan rendah dan tidak menghasilkan noise. Penerapan sel surya pada sistem mandiri seperti pada pompa air, penerangan jalan, kendaraan listrik, militer dan ruang angkasa.

Permasalahan utama pada penggunaan sel surya adalah pembangkitan tenaga listrik yang rendah, terutama pada kondisi radiasi yang rendah. Yang bisa dicapai hingga saat ini tidak lebih dari 20%, itupun dalam skala laboratorium [1]. Dan jumlah daya listrik yang dibangkitkan berubah secara berkala seiring dengan perubahan cuaca.

Selain itu, karakteristik V-I sel surya adalah nonlinier dan berubah terhadap radiasi dan suhu permukaan sel surya. Secara umum, terdapat titik yang unik pada kurva V-I atau kurva V-P, yang dinamakan Maximum Power Point (MPP). Dimana pada titik tersebut, sel surya bekerja pada efisiensi maksimum dan menghasilkan daya keluaran paling besar. Letak dari MPP tidak diketahui, tapi dapat dicari, dengan menggunakan perhitungan atau algoritma penjejak. Oleh karena itu algoritma Maximum Power Point Tracker (MPPT) dibutuhkan untuk menjaga titik kerja sel surya agar tetap pada titik maksimum.

Terdapat beberapa algoritma MPPT yang telah ditemukan dan ditulis pada jurnal ilmiah internasional seperti Perturb and Observe, Incremental Conductance, Dynamic Approach, Temperature Methods, Artificial Neural Network method, Fuzzy Logic method dll. Semua algoritma tersebut berbeda-beda dalam beberapa aspek termasuk kesederhanaan, kecepatan, implementasi hardware, sensor yang dibutuhkan, biaya, efektifitas, dan parameter yang dibutuhkan.

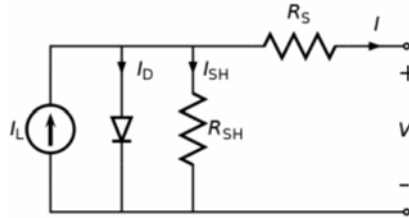
Sel Surya

Sel Surya merupakan perangkat pengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan memanfaatkan prinsip efek Photovoltaic sehingga menghasilkan tegangan listrik dikarenakan adanya hubungan atau kontak dua elektroda.



Gambar 1. sel surya

Model matematik dikembangkan untuk menirukan sel surya. Gambar 1 menunjukkan rangkaian persamaan sel surya, dimana I dan V adalah arus dan tegangan sel surya, kemudian, I_L adalah cell's photocurrent. R_{sh} dan R_s adalah tahanan shunt dan tahanan seri dari sel surya [3].



Gambar 2. Rangkaian persamaan sel surya

Dalam gambar 2, G merupakan radiasi matahari, I_S arus yang dihasilkan oleh photo, I_D adalah arus dioda, I adalah arus keluaran, dan V adalah titik tegangan. Karakteristik I - V dengan solar cell ideal dengan diode ditunjukkan dengan:

$$I = I_S - I_0 \left[\frac{qV}{e^{mkT} - 1} \right] \quad 1$$

Dimana I_0 adalah arus saturasi bias dioda reverse, q adalah muatan elektron, m adalah faktor ideal diode, k adalah konstanta Boltzmann, dan T adalah temperatur cell.

sel surya dicirikan oleh arus hubung singkat I_{sc} , tegangan rangkaian terbuka V_{oc} , dan factor m dioda ideal. Untuk irradiansi sama dan kondisi temperatur sambungan $p-n$, I_{sc} arus hubung singkat adalah nilai maximum yang dihasilkan oleh cell. Diberikan dengan rumus:

$$I_{sc} = I = I_S \text{ untuk } V = 0$$

Untuk irradiansi sama dan kondisi temperatur hubungan $p-n$, V_{oc} tegangan rangkaian terbuka adalah nilai tertinggi yang ditunjukkan pada terminal cell. Hal itu ditunjukkan rumus:

$$V = V_{oc} = \frac{mkT}{q} \ln\left(I + \frac{I_{sc}}{I_o}\right) = \text{untuk } I = 0$$

Daya keluaran diberikan:

$$P = V \left[I_{sc} - I_o \left[\frac{qV}{e^{mkT} - 1} \right] \right]$$

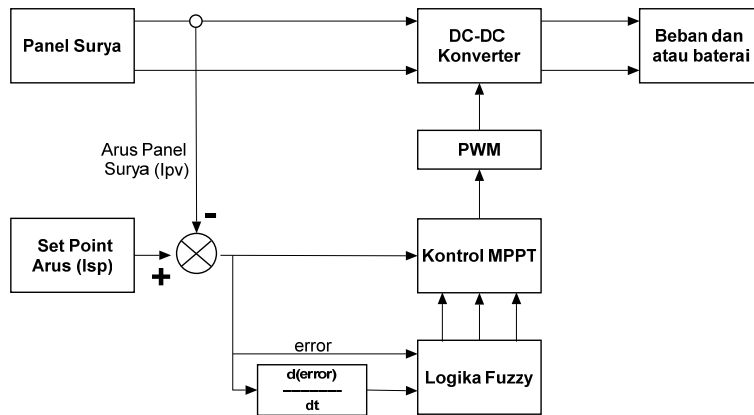
Tabel 1 menunjukkan data karakteristik dari Solar Cell dari pabrik yang dipergunakan untuk desain

Tabel 1. Spesifikasi panel solar cell

Rated Max Power (Pmax)	20W
Current at Pmax(Imp)	1.15A
Voltage at Pmax (Vmp)	17.4V
Short Circuit Current (Isc)	1.22A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.4V
Dimension (mm)	490*350*25
Number of Cells	36
Max System Voltage	700V
Temperatur range	-45 ~ +80

Seluruh data teknis berada pada standar kondisi yaitu AM=1.5 E=1000w/m persegi, TC=25 derajat.

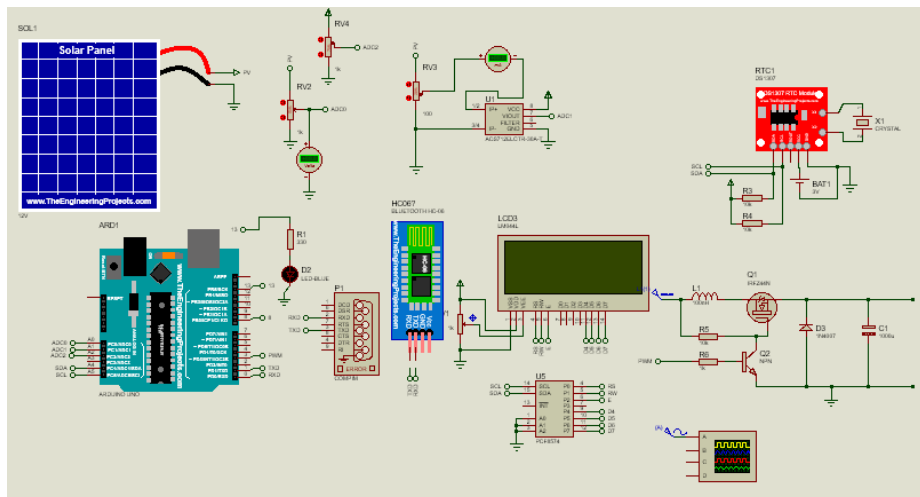
Sistem MPPT



Gambar 3. Blok diagram MPPT dengan logika fuzzy

A. Desain MPPT

MPPT didesain untuk mengetahui perubahan variabel input yang dapat berupa tegangan dari Titik Daya Maksimum (V_{mpp}) atau Arus dari Titik Daya Maksimum (I_{mpp}) tergantung pada mana yang dipilih. Desain MPPT ini tidak secara eksplisit menjelaskan perubahan radiasi atau suhu sebagai variabel input, karena beroperasi antara titik-titik maksimum dan arus minimum yang dihasilkan oleh panel surya di area di mana ia berada di mana mereka sudah termasuk implisit. Gambar 4 menunjukkan rangkaian simulasi *charge controller*.



Gambar 4. Simulasi *charge controller* di proteus

B. Perancangan Fuzzy logic controller

Kontrol Fuzzy Logic (Fuzzy Logic Controller, FLC) memiliki tiga langkah yaitu: Fuzzifikasi, Fuzzy Inferensi, dan Defuzzifikasi. Desain MPPT dengan logika fuzzy memiliki dua input yaitu perubahan tegangan dan perubahan arus, dan keluaran berupa duty cycle dalam bentuk PWM.

Fuzzifikasi sinyal dari tegangan:

Kisaran sinyal tegangan dibagi menjadi tiga wilayah dengan fungsi keanggotaan segitiga dan trapezoid yang berlabel: Low, Medium, dan High melalui Universe of Discourse (UoD) dari 0 hingga 13 V seperti ditunjukkan pada gambar. 4 (a).

Fuzzifikasi sinyal arus

Parameter input kedua adalah sinyal Arus. Rentang sinyal arus dibagi menjadi tiga wilayah dengan fungsi keanggotaan segitiga dan trapezoid yang diberi label sebagai: Meningkatkan Mempertahankan dan Mengurangi UOD dari 0 hingga 600 mA.

Fuzzifikasi sinyal Duty cycle PWM

Defuzzifikasi mengubah fungsi keanggotaan menjadi nilai Crisp untuk sinyal PWM. Tiga bagian segitiga diberi label Low, Medium, dan High di atas UoD dari 0 hingga 100 hitungan seperti yang ditunjukkan pada gambar. 5.

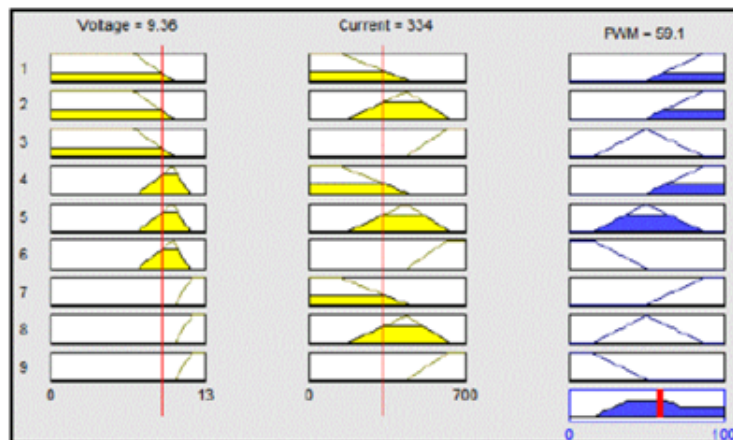
Fuzzy Inference System

Inferensi Fuzzy membentuk bagian penting dari Kontrol Logika Fuzzy. Matriks basis aturan Fuzzy IF-THEN ada pada Tabel 1.

Table I
Matrik aturan dasar

Tegangan \ Arus	Mengurangi	Mempertahankan	Meningkatkan
Rendah	Maksimum	Maksimum	Mempertahankan
Menengah	Maksimum	Mempertahankan	Minimum
Tinggi	Maksimum	Mempertahankan	Minimum

Inferensi Fuzzy berdasarkan skema Mamdani ditunjukkan pada Gambar 6 untuk tegangan sekarang 9,36 V, arus 334 mA dengan demikian menunjukkan PWM 59,1%.



Gambar 5. Aturan Fuzzy

FIS adalah DISO (Dual Input Single Output) dan tampilan tiga dimensinya yang ditunjukkan pada gambar. 5.

Hasil dan pembahasan

Sinyal kontrol berupa PWM, diprogram melalui IDE Arduino,

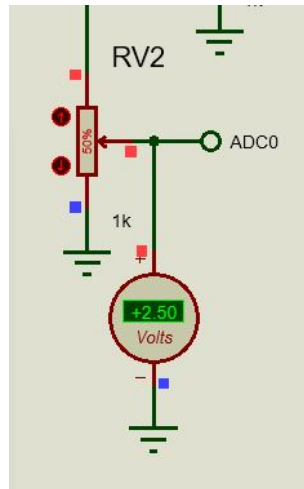
```
ArduinoPWMPins | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
ArduinoPWMPins
int PWMControl= 6;
int PWM_Input = A0;

int PWM_Value = 0;

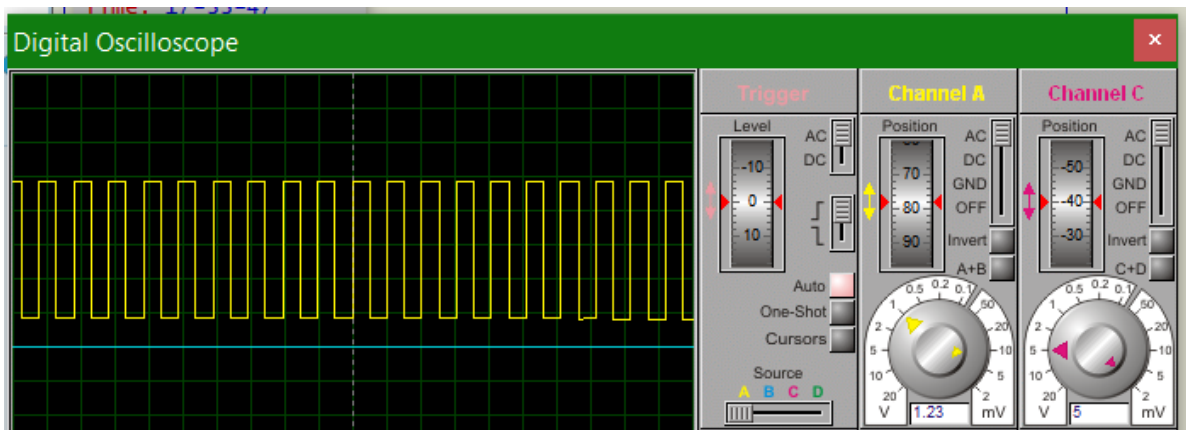
void setup() {
  pinMode(PWMControl, OUTPUT);
  pinMode(PWM_Input, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  PWM_Value = analogRead(PWM_Input);
  PWM_Value = map(PWM_Value, 0, 1023, 0, 255);
  analogWrite(PWMControl, PWM_Value);
}
```

Gambar 7. Kode program sinyal PWM di Arduino



Gambar 8. Simulasi sensor tegangan



Gambar 9. Pengukuran sinyal PWM duty cycle 50%

Dengan tegangan pada titik ADC0 sebesar 2,5V, pada oscilloscope terlihat duty cycle 50% yaitu lebar sinyal clock pada posisi high sama dengan posisi low.

Tabel 2. pembacaan tegangan, arus dan perhitungan daya pada simulasi

Simulasi MPPT			
Pengukuran	Tegangan	Arus	Daya
1	2.52	0.07	0.1764
2	10.4	0.19	1.976
3	4.09	0.12	0.4908

4	7.6	0.62	4.712
5	12.6	0.79	9.954

Pengakuan

Penelitian ini didanai oleh hibah perguruan tinggi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, tahun 2018

Kesimpulan

Proteus mampu mensimulasikan rangkaian charge controller, dengan mensimulasikan module arduino, hingga menghasilkan sinyal PWM, dengan kemampuan menghitung tegangan untuk dikonversi menjadi dutycycle. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mengimplementasikan kedalam bentuk rangkaian.

Daftar Pustaka

- [1] Mahammad, Saon, Chee, 'Development of Optimum Controller based on MPPT for Photovoltaic System during Shading Condition', Elsevier, Universiti Malaysia, 2013.
- [2] Stošović, Dimitrijević¹, Litovski², 'MPPT Controller Design for a Standalone PV System', TELSIKS, IEEE serbia, pp 51-54, 2013
- [3] Bor-Ren Lin, "Analysis of Fuzzy Control Method Applied to DCDC Converter control", IEEE Prowe .h g APK'93, pp. 22-28,1993.
- [4] Chetan Singh Solanki, " Solar Photo Voltaics ", PHI Learning pvt Ltd, 2009.
- [5] Chung -Yuen Won, Duk-Heon Kim, Sei-Chan Kim, A New Maximum POIver Point Tracker of Photovoltaic Arrays using Fuzzy contoller.'; Sung Kyun Kwan University.IEEE explore. Pp. 396-403, November,2008.
- [6] Dian Pancawati, Andik Yulianto, *Implementasi Fuzzy Logic Controller Untuk Mengatur Ph Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (Nft)*, Batam, 2016
- [7] M.S Cheik, Larbes, G F Kebir and A ZerguelTas; 'Maximumpower point tracking using a jilzzy logic control scheme.'; 'Departement d'Electronique', Revue des Energies Renouvelables, Vol.10, No 32, September 2007, pp 387-395

- [8] Muhida, R., Minwon, P., Dakkak, M., Matsuura, K., Tsuyoshi, A., and Michira, M. 'A maximum power point tracking for photovoltaic-SPE system using a maximum current controller', *Solar Energy Mater. Solar Cells*, 2003, 75, (3-4), pp. 697-706.
- [9] N Khaehintung, P. Sirisuk, "Implementation of maximum powerpoint tracking using fuzzy logic controller for solar-powered lightflasher applications," *Proceedings of the 47th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems*. 2004, pp. III-171-174.
- [10] Pongsakor Takum, Somyot Kaitwanidvilai and Chaiyan Jettasen. 'Maximum POI Ver Point Tracking using jilzzy logic control for photovoltaic systems.' *Proceedings of International Multi conference of Engineers and Computer scientists*, Vol 2, March 2011.
- [11] Rohin M Hillooda, Adel M Shard, "A rule Based Fuzzy Logic controller for a PWM inverter in Photo Voltaic Energy Conversion Scheme", *IAS'SZ*, PP.762-769, 1993.
- [12] Vasantharaj, S, Vinodhkumar, G, Sasikumar.M, " Development of a Fuzzy Logic based, Photovo/taic Maximum Power Point tracking control system using boost converter". *IET Chennai 3rd International conference on Sustainable Energy and Intelligent Systems*. December 2012, pp. I-6.
- [13] Machmud E, Nuralif, Khusnul, "Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT) Berbasis Fuzzy-Pertub &Observe", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (FORTEI 2017)* ISBN 978-602-6204-24-0 Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, 2017