



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 16%

Date: Wednesday, June 07, 2017

Statistics: 466 words Plagiarized / 2969 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Optimalisasi **Maximum Power Point Tracking (MPPT)** dengan Algoritma P&O-Fuzzy dan IC-Fuzzy pada Photovoltaic 1Rido Octa Pratama, 2Machmud Effendy, 3Zulfatman 1,2,3Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang 1roctapratama@gmail.com, 2machmudeffendy@yahoo.com, 3zulfatman.@umm.ac.id Abstrak Abstarak-Energi matahari merupakan energi **yang dapat diperoleh** dengan mudah dan gratis, namun dalam hasil konversinya tidak sepenuhnya dapat diperoleh dengan mudah.Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang sudah ada.Pembangkit **Listrik Tenaga Surya** (PLTS) merupakan **sumber energi terbarukan (renewable energy)**, yang pemanfaatannya menggunakan energi cahaya matahari.Pada PLTS sendiri **energi matahari yang** didapat dikonversi **menjadi energi listrik** menggunakan Photovoltaic (PV) atau sel surya.

Meskipun **pembangkit listrik tenaga sel surya alternatif** yang sangat tepat, namun masalah dan kekurangannya **dalam hal ini adalah** pencapaian **daya yang dihasilkan** belum **cukup baik dengan** tingkat efisiensi daya yang masih rendah, osilasi yang masih terbilang tinggi, serta tracking daya yang masih lambat. **Oleh karena itu** **untuk mengatasi masalah** tersebut yaitu dengan menggunakan metode **Maximum Power Point Tracking (MPPT)**.

Dalam **perancangan ini menggunakan metode** kombinasi antara P&O-fuzzy dan IC-fuzzy. Pada algoritma kombinasi dapat menghasilkan daya **yang lebih baik** dari

algoritma konvensional, karena duty cycle yang bekerja sesuai dengan perancangan sistem. Dengan hasil efisiensi sebesar 79%-85.6%, tracking untuk mencari daya output yaitu 0.005s-0.008s, osilasi yang dihasilkan juga cukup rendah dan daya maksimal yang dihasilkan oleh algoritma kombinasi adalah 1028 watt. Kata Kunci: Solar cell, MPPT, P&O-Fuzzy, IC-Fuzzy.

Abstract- Energy of the sun is energy can be obtained easily and free. But in the result of conversion can't be obtained easily. Based on research that has been done. Solar power plant is a source of renewable energy. Utilization of solar energy, in the solar power energy, to be converted to electrical energy using photovoltaic or solar cell.

However, solar power plant is an energy alternative very well. But there is a problem and weakness in this case, the problem is the result of power reached didn't maximum with efficiency not very well, ripple is still too big, and tracking to find power output still too slow. Therefore, to resolve the problem is using the method of maximum power point tracking (MPPT).

In this design using combination algorithm between P&O-fuzzy and IC-fuzzy. On combination algorithm can be result the power is better than conventional algorithm, because work of the duty cycle according with the design system. With the result of efficiency between 79%-85%, tracking for found the power output is 0.005s-0.008s, the result of oscillation less ripple and the maximum power can be result from combination algorithm is 1028 watt, Keywords: Solar cell, MPPT, P&O-Fuzzy, IC-Fuzzy. Pendahuluan Energi terbarukan merupakan solusi yang cocok untuk mengurangi krisis energi dan isu lingkungan yang terjadi di dunia.

Sumber energi yang sering digunakan tidak lain dari sumber-sumber alam yang ada seperti air, matahari, ombak, angin, bahkan panas bumi. Pemanfaatan energi terbarukan juga menjadi solusi yang handal sebagai pengganti dari sumber energi konvensional yang semakin menipis jumlahnya. Salah satu energi terbarukan tersebut adalah photovoltaic [1].

Meskipun pembangkit listrik menggunakan tenaga surya merupakan alternatif yang sangat tepat untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi pada isu lingkungan, namun masih terdapat masalah dalam hal pengaplikasiannya. Dalam hal ini adalah faktor yang menyebabkan berkurangnya daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya, seperti besarnya intensitas cahaya matahari dan suhu kerja dari panel surya tersebut [2]. Utamanya jika tidak menggunakan kontrol Maximum Power Point Tracking (MPPT).

MPPT merupakan suatu kontrol untuk memaksimalkan kinerja panel surya agar mendapatkan daya yang maksimal dengan efisiensi yang baik [3]-[4]. Pada MPPT saat ini, setidaknya terdapat 19 metode MPPT yang berbeda. Metode tersebut digunakan sebagai algoritma untuk memaksimalkan pencapaian daya terhadap sel surya.

Algoritma MPPT yang umum digunakan pada penelitian sebelumnya adalah Perturb & Observe (P&O), Incremental Conductance (IC) dan Fuzzy Logic Control (FLC) [5]-[6]. Tetapi masih terdapat beberapa kelemahan, diantaranya pencapaian daya yang masih belum maksimal, sering terjadinya osilasi disekitar daerah Maximum Power Point (MPP), waktu tracking yang belum cukup cepat untuk mencapai nilai MPP, belum stabilnya algoritma ketika terjadinya perubahan cuaca, kerumitan dalam merancang sistem algoritma dan ketelitian untuk mencapai nilai MPP belum cukup akurat [7]-[8].

Oleh karena itu diperlukan sebuah teknologi baru untuk mengatasi tingkat pemaksimalan keluaran daya dari sel surya, sehingga daya yang dikeluarkan dapat mencapai daya yang maksimal dengan efisiensi yang dihasilkan cukup baik. Maka metode yang digunakan pada studi ini adalah metode kombinasi antara P&O-fuzzy dan IC-fuzzy, yang diharapkan dapat mencapai daya yang maksimal dengan tingkat keakuratan yang baik. Hasil osilasi yang didapatkan rendah dengan durasi pencapaian daya yang cepat dan lebih mudah dalam merancanginya [9]-[10].

Metode Penelitian Perancangan PV Nilai parameter PV yang dipakai pada simulasi ini ialah tipe KC200GT-200W. Secara garis besar pemodelan PV ini didapatkan dari persamaan yang telah disesuaikan dengan karakteristik PV itu sendiri pada umumnya. Gambar 1 merupakan rangkaian umum PV secara skematik. Gambar 1.

Rangkaian umum PV secara skematik Parameter PV yang akan digunakan dalam pemodelan PV secara matematis ditunjukkan dalam Tabel 1. Tabel 1 Parameter PV Characteristic Unit KC200GT-200W Maximum power (Pmax) W 200.143 Maximum Power Voltage (Vmp) V 26.3 Maximum Power Current (Imp) A 7.61 Short Circuit Current (Isc) A 8.21 Open Circuit Voltage (Voc) V 32.9

Persamaan (1) sampai (4) adalah rumus matematis yang digunakan untuk merancang sel surya secara bertahap. $I_{ph} = (I_{sc} + K_I (T_k - T_{ref})) G / G_{ref}$ (1) $I_{rs} = I_{sc} / [\exp((q V_{oc}) / (N_s KAT)) - 1]$ (2) $I_s = I_{rs} [T / T_{ref}] \exp [q E_g / (A k) (1 / T_{ref} - 1 / T)]$ (3) $I_{pv} = N_p I_{ph} - N_p I_o [\exp((q V_{oc}) / (N_s KAT)) - 1]$ (4) Gambar 2 menunjukkan

rangkaian PV perancangan PV yang dirancang secara matematis dengan menghasilkan PV murni 200 watt dan ditingkatkan daya sehingga mencapai 1200 watt. Gambar 2.

Rangkaian PV secara matematis Perancangan Maximum Power Point (MPPT) MPPT adalah suatu metode untuk mencari Maximum Power Point (MPP) atau titik maksimum daya dari kurva karakteristik daya dan tegangan input (P-V) pada aplikasi panel surya, sehingga sistem yang ada dapat bekerja secara maksimal dan konstan. Ada banyak algoritma yang dipakai pada MPPT. Diperlukan algoritma yang efisien, simpel dan akurat. 2.2.1.

Model MPPT Perturb and Observation (P&O) Gambar 3 dan 4 menunjukkan flowchart dan rangkaian P&O pada simulink MATLAB Gambar 3. Flowchart algoritma P&O Gambar 4. Block simulink pemodelan algoritma P&O 2.2.2. Model MPPT Incremental Conductance (IC) Gambar 5 dan 6 menunjukkan flowchart dan rangkaian IC pada simulink MATLAB Gambar 5. Flowchart incremental conductance.

Gambar 6. Block simulink pemodelan algoritma IC 2.2.3. Model MPPT P&O-Fuzzy Pada perancangan sistem P&O-fuzzy masing-masing menggunakan 2 variabel masukan. μ_P dan μ_V dan μ_S dan μ_P Pada tahapan ini menggunakan 5 penentuan membership pada masing-masing variabel yaitu Big Negative (NB), Small Negative (NS), Zero (Z), Big Positive (PB), Small Positive (PS). Dengan masing-masing membership dan pengaturan rule fuzzy sebagai berikut : 2.2.3.1.

Tahapan penentuan fuzzy rule terhadap variabel μ_P dan μ_V Tabel 2 merupakan perancangan rule fuzzy untuk variabel μ_P dan μ_V dengan perancangan analisis regional yang telah ditentukan. Gambar 7 merupakan penentuan fungsi membership fuzzy pada variabel μ_P dan μ_V Tabel 2. Fuzzy rule variabel μ_P dan μ_V (a) (b) (c) Gambar 7. Fungsi membership untuk variabel μ_P dan μ_V : (a) Membership fungsi untuk variabel input μ_P , (b) Membership fungsi untuk variabel input μ_V , (c) Membership fungsi untuk perubahan output duty cycle 2.2.3.2.

Tahapan penentuan fuzzy rule pada variabel μ_S dan μ_S Tabel 3 merupakan perancangan rule fuzzy untuk variabel μ_S dan μ_S dengan perancangan analisis regional yang telah ditentukan. Gambar 8 merupakan penentuan fungsi membership fuzzy pada variabel μ_S dan μ_S Tabel 3. Fuzzy rule variabel μ_S dan μ_S (a) (b) (c) Gambar 8. Fungsi membership untuk variabel μ_S dan μ_S : (a) Membership fungsi untuk variabel input μ_S , (b) Membership fungsi untuk variabel input μ_S , (c) Membership fungsi untuk perubahan output duty cycle 2.2.3.3.

Tahapan penentuan fuzzy rule pada variabel S dan ?P Tabel 4 merupakan perancangan rule fuzzy untuk variabel S dan ?P dengan perancangan analisis regional yang telah ditentukan. Gambar 9 merupakan penentuan fungsi membership fuzzy variabel S dan ?P Tabel 4. Fuzzy rule variabel S dan ?P (a) (b) (c) Gambar 9. Fungsi membership untuk variabel S dan ?P : (a) Membership fungsi untuk variabel input ?P, (b) Membership fungsi untuk variabel input S, (c) Membership fungsi untuk perubahan output duty cycle 2.2.4.

Model MPPT IC-Fuzzy Sama halnya pada perancangan sistem \neg P&O-fuzzy pada IC-fuzzy juga menggunakan 2 variabel masukan yaitu ?P dan ?I serta dengan menggunakan satu masukan dan satu keluaran yaitu dengan menggunakan variabel tangent. Tabel 5 merupakan perancangan rule fuzzy untuk variabel ?P dan ?I dengan perancangan analisis regional yang telah ditentukan.

Gambar 10 merupakan penentuan fungsi membership fuzzy pada variabel ?P dan ?I Tabel 5. Fuzzy rule variabel ?P dan ?I (a) (b) (c) Gambar 10. Fungsi membership untuk variabel ?P dan ?I: (a) Membership fungsi untuk variabel input ?P, (b) Membership fungsi untuk variabel input ?I, (c) Membership fungsi untuk perubahan duty output cycle 2.2.4.1

Tahapan penentuan fuzzy rule pada variabel tangent Tabel 6 merupakan perancangan rule fuzzy menggunakan satu masukan dan satu keluaran untuk variabel tangent dengan perancangan analisis regional yang telah ditentukan. Gambar 11 merupakan penentuan fungsi membership fuzzy variabel tangent Tabel 6. Fuzzy rule variabel tangent (a) (b) Gambar 11.

Fungsi membership untuk variabel tangent: (a) Membership fungsi untuk variabel input tangent, (b) Membership fungsi untuk perubahan duty output cycle. Gambar 12 sampai 16 yang merupakan perancangan sistem algoritma P&O-fuzzy dan IC-fuzzy menggunakan simulink MATLAB. Dengan variabel-variabel telah ditentukan. Sedangkan Gambar 17 merupakan block simulink keseluruhan dengan menggunakan sistem fuzzy. Gambar 12.

Block simulink algoritma P&O-fuzzy dengan variabel ?P dan ?V Gambar 13. Block simulink algoritma P&O-fuzzy dengan variabel S dan ?S Gambar 14. Block simulink algoritma P&O-fuzzy dengan variabel S dan ?P Gambar 15. Block simulink algoritma IC-fuzzy dengan variabel ?P dan ?I Gambar 16. Block simulink algoritma IC-fuzzy dengan variabel tangent Gambar 17. Block simulink keseluruhan pemodelan fuzzy 3.

Hasil Penelitian dan Pembahasan Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Pengujian sistem dilakukan dengan membuat simulasi menggunakan simulink MATLAB. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kehandalan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem sesuai dengan perencanaan yang diinginkan.

Pengujian yang dilakukan pada bab ini antara lain : Pengujian karakteristik sel surya Pengujian maximum power point tracking (MPPT) Pengujian pengaruh perubahan iridiasi dan temperatur terhadap algoritma pada MPPT 3.1 Hasil peningkatan daya PV 1200 Watt Pada hasil simulasi sel surya didapatkan daya sebesar 1200 watt, tegangan keluaran 32.9

volt dan arus keluarannya adalah 49,12 ampere. Gambar 18 menunjukkan kurva karakteristik dari keluaran sel surya. (a) (b) Gambar 18. Kurva karakteristik sel surya: (a) Kurva hubungan antara I-V, (b) Kurva hubungan antara P-V 3.2 Hasil Simulasi Pengujian MPPT Pada tahapan ini pengujian yang akan dilakukan yaitu menguji kinerja sel surya tanpa MPPT kemudian menggunakan algoritma konvensional dan dilanjutkan dengan menguji algoritma kombinasi P&O-fuzzy dan IC-fuzzy.

Tabel 7 menunjukkan hasil keseluruhan simulasi sel surya tanpa menggunakan MPPT, menggunakan algoritma konvensional dan algoritma kombinasi. Sedangkan Gambar 19 sampai 20 menunjukkan hasil sinyal pada simulasi tanpa MPPT, menggunakan algoritma konvensional dan algoritma kombinasi.

Algoritma	lin (A)	Iout (A)	Vin (V)	Vout (V)	Pin (W)	Pout (W)	Efisiensi daya (%)	Durasi
Capaian MPP Tanpa MPPT	31.23	50.04	29.72	14.27	928.1	714.1	76,93	-
P&O	47.59	60.94	24.9	15.54	1185	947.2	79	0.1
IC	47.59	60.15	24.63	15.61	1178	938.9	79	0.0125
P&O-Fuzzy	40.83	56.61	27.97	15.94	1142	902.4	79	0.0055
IC-fuzzy	28.63	49.71	30.07	14.13	860.8	702.5	81	29.8

Tabel 7.

Hasil keseluruhan simulasi sel surya (a) (b) Gambar 19. Hasil sinyal tegangan, arus dan daya : (a) Sinyal tanpa menggunakan MPPT, (b) Sinyal menggunakan algoritma konvensional P&O (a) (b) (c) (d) (e) (f) Gambar 20. Hasil sinyal tegangan, arus dan daya : (a) Sinyal menggunakan algoritma konvensional IC, (b) Sinyal menggunakan algoritma kombinasi P&O-fuzzy dengan variabel ΔP & ΔV , (c) Sinyal menggunakan algoritma kombinasi P&O-fuzzy dengan variabel ΔS & ΔI , (d) Sinyal menggunakan algoritma kombinasi P&O-fuzzy dengan variabel ΔS & ΔP , (e) Sinyal menggunakan algoritma kombinasi IC-fuzzy dengan variabel ΔP & ΔI , (f) Sinyal menggunakan algoritma kombinasi IC-fuzzy dengan variabel tangent.

Setelah dilakukan pengujian terhadap sel surya tanpa MPPT maupun dengan algoritma P&O, IC, P&O-fuzzy dan IC-fuzzy. Diharapkan bahwa saat pengujian pada intensitas cahaya dengan suhu yang tetap. Hasil yang dicapai bahwa daya keluaran dan efisiensi daya yang dihasilkan oleh algoritma kombinasi lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan MPPT, maupun menggunakan algoritma konvensional, serta tracking daya yang dihasilkan oleh algoritma kombinasi lebih cepat yaitu 0.0055s-0.008s, sedangkan untuk algoritma konvensional menghasilkan tracking daya 0.1s dan 0.0125s.

Hasil osilasi terhadap algoritma kombinasi cukup rendah dibandingkan dengan algoritma konvensional. Utamanya pada algoritma IC-fuzzy dengan variabel tangent. Daya kelurannya juga cukup baik yaitu sebesar 1028 watt. Suhu dan temperatur yang digunakan pada pengujian ini adalah suhu dan temperature ideal yaitu 25 dengan intensitas cahaya sebesar 1000 W/m². 3.3

Pengujian dengan perubahan iridiasi dan temperatur Pengujian dengan perubahan iridiasi matahari dan temperatur yang diberikan yaitu untuk perubahan iridiasi yang diberikan 1000 W/m², 900 W/m² dan 800 W/m², sedangkan untuk suhu yang diberikan adalah 25 , 30 , 35 . Tabel 8 sampai 13 menunjukkan hasil dari pengukuran perubahan iridiasi dan temperatur yang tidak tetap. Tabel 8.

Hasil keseluruhan perubahan iridiasi dengan algoritma P&O dan IC Iridiasi
 W/m² Temperatur () Iout P&O (A) Iout IC (A) Vout P&O (V) Vout IC (V) Pout P&O (W) Pout P&O (W) 1000 25 60.94 59.92 15.54 14.89 947.2 938.9 900 59.91 60.15 14.88 15.61 891.7 938.9 800 58.92 56.83 14.26 14.72 840.5 703 Rata-rata 59.92 56.39 14.89 14.6 893.13 826.12 Tabel 9.

Hasil keseluruhan perubahan temperatur dengan algoritma P&O dan IC Iridiasi
 W/m² Temperature () Iout P&O (A) Iout IC (A) Vout P&O (V) Vout IC (V) Pout P&O (W) Pout P&O (W) 1000 25 60.94 60.15 15.54 15.61 947.2 938.9 30 58.71 58.57 15.2 15.22 892.3 891.3 35 56.85 56.85 14.79 14.79 840.6 840.6 Rata-rata 58.83 58.23 15.17 15.20 893.66 890.26 Tabel 10.

Hasil keseluruhan perubahan iridiasi dengan algoritma P&O-fuzzy Iridiasi W/m²
 Temperature () Iout ?P & ?V (A) Iout S & ?S; S & ?P (A) Vout ?P & ?V (V) Vout S & ?S; S & ?P (V) Pout ?P & ?V (W) Pout S & ?S; S & ?P (W) 1000 25 56.61 49.71 15.94 14.13 902.4 702.5 900 53.7 49 15.25 13.93 816.1 682.6 800 52.5 48.08 14.82 13.67 783.3 657.1 Rata-rata 54.27 48.93 15.33 13.91 893.93 689.73 Tabel 11.

Hasil keseluruhan perubahan iridiasi dengan algoritma IC-fuzzy Iridiasi W/m^2 Temperature () Iout ?P & ?I (A) Iout tangent (A) Vout ?P & ?I (V) Vout tangent (V) Pout ?P & ?I (W) Pout tangent (W) 1000 25 52.14 61.47 14.6 16.72 761 1028 900 51.29 58.83 14.32 15.77 734.5 927.7 800 50.49 54.25 14.17 14.71 715.4 798.1 Rata-rata 51.30 58.18 14.36 15.73 736.96 917.93 Tabel 12.

Hasil keseluruhan perubahan temperatur dengan algoritma P&O-fuzzy Iridiasi W/m^2 Temperature () Iout ?P & ?V (A) Iout S & ?S; S & ?P (A) Vout ?P & ?V (V) Vout S & ?S; S & ?P (V) Pout ?P & ?V (W) Pout S & ?S; S & ?P (W) 1000 25 56.61 49.71 15.94 14.13 902.4 702.5 30 55.93 47.93 15.76 13.62 881.1 653.1 35 52.91 46.15 14.81 13.12 783.5 605.4 Rata-rata 55.15 47.93 15.50 13.62 855.66 653.66 Tabel 13.

Hasil keseluruhan perubahan temperatur dengan algoritma IC-fuzzy Iridiasi W/m^2 Temperature () Iout ?P & ?I (A) Iout tangent (A) Vout ?P & ?I (V) Vout tangent (V) Pout ?P & ?I (W) Pout tangent (W) 1000 25 52.14 61.47 14.6 16.72 761 1028 30 50.23 57.9 14.04 15.89 705.4 920.1 35 47.33 55.64 13.81 15.41 653.4 857.6 Rata-rata 49.9 58.33 14.15 16.00 706.6 935.23 Dalam Tabel 8 sampai 13 dapat dilihat bahwa hasil pengujian sel surya terhadap perubahan intensitas cahaya matahari pada algoritma P&O dan IC adalah semakin menurun intensitas cahaya matahari maka daya yang dihasilkan juga semakin menurun. Dikarenakan arus dan tegangan yang dihasilkan pada sel surya juga semakin menurun.

Pada algoritma P&O-fuzzy dan IC-fuzzy tegangan dan arus juga menurun, tetapi penurunan tegangan tidak begitu signifikan, Sedangkan hasil pengujian sel surya terhadap perubahan temperatur adalah semakin besar suhu yang diberikan maka daya yang dihasilkan akan semakin rendah. Itu dikarenakan pada sel surya suhu mempengaruhi arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan pada sel surya, sehingga tegangan menjadi tidak stabil dan arus juga semakin menurun. Dimana suhu yang semakin tinggi akan mempengaruhi performa pada sel surya terutama pada daya yang dihasilkan.

Hal itu merupakan sifat kerja dari sel surya sendiri bahwa sel surya bersifat menerima besarnya cahaya matahari yang masuk bukan seberapa besarnya suhu yang diterima. Itu terjadi pada semua algoritma yang diuji pada penelitian ini.

4. Kesimpulan Perancangan algoritma P&O-fuzzy dan IC-fuzzy mendapatkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma biasa, dengan Osilasi yang dihasilkan algoritma kombinasi P&O-fuzzy dan IC-fuzzy cukup rendah dibandingkan algoritma konvensional P&O dan IC.

Performa MPPT dalam waktu pencarian daya pada algoritma kombinasi P&O-fuzzy dan IC-fuzzy juga lebih cepat dibandingkan algoritma biasa yaitu 0.0055s-0.008s. Sedangkan untuk algoritma P&O dan IC dibutuhkan waktu sekitar 0.1s – 0.0125s. Pada algoritma P&O-fuzzy dan IC-fuzzy dengan menggunakan variabel tangent dapat menghasilkan daya stabil yang cukup maksimal yaitu 1028 watt, dengan nilai osilasi yang rendah. Untuk perbandingan algoritma P&O-fuzzy dan IC-fuzzy adalah algoritma IC-fuzzy lebih baik performanya dibandingkan dengan algoritma P&O-fuzzy.

Dengan menggunakan variabel tangent performa yang dihasilkan lebih maksimal dibandingkan dengan variabel lain. Performa sel surya tanpa menggunakan MPPT menghasilkan efisiensi daya sebesar 75%, sedangkan menggunakan MPPT dengan algoritma konvensional efisiensi daya yang dihasilkan sebesar 79%. Untuk algoritma kombinasi P&O-fuzzy dan IC-fuzzy mencapai efisiensi daya sebesar 79%-85%. 5.

Daftar Notasi I_{ph} = Arus hubung singkat I_s = Arus reverse saturation dari dioda (A), Q = Muatan elektron ($1,602 \times 10^{-19}$ C), V adalah tegangan dioda (V), K = Konstanta Boltzman ($1,381 \times 10^{-23}$ J/K), T = Suhu junction dalam Kelvin (K). N = Idealitas dari dioda, R_s = Tahanan seri dari dioda, R_{sh} = Tahanan shunt dari dioda, V_{oc} = Voltage Open Current V_{in} = Tegangan masukan V_{out} = Tegangan keluaran D = Duty cycle L = Induktor C = kapasitor R = Resistor V_F = Voltage Forward ΔI_L = Riak arus η = Efisiensi daya $R_{ds(on)}$ = Resistance Drain Source Referensi [1] Hegedus, S., & Luque, A. 2003. "Hand book of Photovoltaic Science and Engineering [2] Ahsanul, Ivan. K. 2017.

"Optimalisasi Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Solar-Wind Turbine Menggunakan Metode Incremental Conductance" [3] Tito, Bang. 2012. "Metode MPPT untuk Sel Surya Berdasarkan Pengendali PI". [4] Nema, S., Nema, R.K., & Agnihotri, G. 2010. MATLAB Simulink Based Study of Photovoltaic Cells Modules Array and Their Experimental Verification International Journal of Energy and Environmental [5] Eram, T.,

& Chapman, P. L. 2007. "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking". [6] Harmini, 2010. "Implementasi Maximum Power Point Tracking (MPPT) DC-DC Converter Pada Sistem Photovoltaic dengan Menggunakan Algoritma P&O dan Incremental Conductance". [7] Shiau, Jaw-Kuen. 2015. "A Study on the Fuzzy-Logic-Based Solar Power MPPT Algorithms Using Different Fuzzy Input Variables". [8] Ananduta, Wayan, W. 2011.

"Simulasi Analisis Sistem **Maximum Power Point Tracker** Berbasis Rangkaian Boost Converter [9] Kalmin, Akhmad. 2012. " Simulasi dan Verifikasi Modul Surya Terhubung Dengan Boost Converter Pada Jaringan Listrik Mikro Arus Searah dengan Menggunakan Matlab Simulink [10] Effendy, Machmud.2013. "Maximum Power Point Design and Tracking (MPPT) Solar Cell System for Applications in Wind Power Grid (PLTA)".

INTERNET SOURCES:

-

<1% - Empty

<1% - <https://issuu.com/inovasi-ppijepang/docs>

<1% - <http://download.portalgaruda.org/article>

<1% - <http://www.academia.edu/16589629/MAKALAH>

<1% - http://www.academia.edu/24709607/MODUL_I

<1% - <http://jalanjermalraya.blogspot.com/2013>

<1% - <https://ugmmagatrika.wordpress.com/>

<1% - <https://www.scribd.com/document/34403493>

<1% - <http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/>

<1% - <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/tekni>

<1% - <https://issuu.com/harmlesshacker/docs/ab>

<1% - <https://www.researchgate.net/publication>

<1% - <https://www.sciencedaily.com/releases/20>

<1% - <https://www.sciencedaily.com/terms/solar>

<1% - http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/229_RSER

<1% - <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult>

<1% - http://www.sid.ir/en/VEWSSID/s_pdf/164E2

<1% - <https://www.rroij.com/open-access/imlem>

<1% - <http://www.cder.dz/IMG/bib/2014-cder.bib>

<1% - http://www.academia.edu/9395944/_Prasara

<1% - <http://furotul29.blogspot.com/2014/04/ma>

<1% - <http://p2m.polibatam.ac.id/wp-content/up>

<1% - <https://www.pembangkitlistrik.com/peranc>

<1% - <http://jendeladenngabei.blogspot.com/201>

<1% - <https://www.scribd.com/document/57071818>

1% - <http://docplayer.info/41408587-Rancang-b>

1% - <http://docplayer.info/41408587-Rancang-b>

<1% - <http://ekizcieler.blogspot.com/>
<1% - <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-pape>
<1% - <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/tekni>
<1% - <https://es.scribd.com/doc/312082000/uji->
<1% - <http://ruddysusanto.blogspot.com/2011/12>
<1% - <http://www.bi.go.id/id/publikasi/jurnal->
<1% - <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/2238/>
<1% - http://www.academia.edu/32575997/RASIO_K
<1% - <http://www.manajementelekomunikasi.org/2>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/270810594/Lap>
1% - <http://www.elecssol.com/solar-photovolta>
<1% - <http://albertromeoscience.blogspot.com/>
<1% - <https://t0t0x.wordpress.com/>
1% - <http://docplayer.info/41408587-Rancang-b>
<1% - <https://www.researchgate.net/publication>
<1% - <http://puputblogaddress.blogspot.com/#!>
<1% - <http://pakacademicsearch.com/pdf-files/e>
<1% - <http://repository.maranatha.edu/4082/2/0>
<1% - <https://es.scribd.com/doc/51441456/Prosi>
<1% - <https://www.researchgate.net/profile/Han>
<1% - <http://andiwasito.blogspot.com/2011/11/t>
<1% - <https://www.tokopedia.com/tokoduino/ne55>
<1% - <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Unde>
<1% - <http://www.ti.com/lit/ds/sbvs008b/sbvs00>
<1% - <http://text-id.123dok.com/document/ozlgl>
<1% - <https://pmdkduaonline.files.wordpress.co>
<1% - <http://www.ti.com/lit/ds/sbvs008b/sbvs00>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/173228319/Pem>
<1% - <http://yusronsugiarto.lecture.ub.ac.id/f>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/30754664/Peni>
<1% - <http://www.microchip.com/mymicrochip/fil>
<1% - <https://pt.scribd.com/doc/246159790/15-M>
<1% - <http://eprints.mdp.ac.id/897/1/JURNAL%20>
<1% - <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/tekni>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/270810594/Lap>
<1% - <http://repository.unib.ac.id/10411/1/IV%>
<1% - <http://parman19.blogspot.com/2013/05/sim>
<1% - <http://www.academia.edu/4831911/APLIKASI>
<1% - <http://safrijviking.blogspot.com/>
<1% - <http://digilib.unila.ac.id/8805/16/16.%2>

<1% - <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/inde>
<1% - <http://alvianbogia.blogspot.com/>
<1% - <http://www.academia.edu/5684039/Simulasi>
<1% - <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-pape>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/85340518/Cont>
1% - <http://docplayer.info/41408587-Rancang-b>
<1% - <http://puspa.larasati08.student.ipb.ac.i>
<1% - <http://www.academia.edu/25028716/LAPORAN>
<1% - <https://tugasdenny.wordpress.com/categor>
<1% - <https://id.scribd.com/doc/100488807/Pros>
<1% - http://www.academia.edu/7166633/Tesis_Pe
<1% - <https://www.scribd.com/doc/94937117/Apli>
<1% - <https://purnomosejati.wordpress.com/2011>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/94937117/Apli>
<1% - <http://www.thefreedictionary.com/S>
<1% - <https://de.scribd.com/doc/90381499/Stati>
<1% - <https://purnomosejati.wordpress.com/2011>
<1% - <http://quod.lib.umich.edu/m/moa/AFK4383>
<1% - <http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528>
<1% - <https://www.scribd.com/doc/253231142/Pen>
<1% - <https://blokeotr1.files.wordpress.com/20>
<1% - <http://hfi-diyjateng.or.id/sites/default>
<1% - <https://www.scribd.com/document/34503806>
<1% - <http://jalanjermalraya.blogspot.com/2013>
<1% - <https://knastik.ukdw.ac.id/2016/makalah/>
<1% - <http://repository.ubaya.ac.id/18716/>
<1% - <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/tekni>
<1% - <http://kmtkums.blogspot.com/2011/04/pene>
<1% - <http://esatjournals.net/ijret/2014v03/i0>