Available online at www.elektro.itn.ac.id

Journal Of **ALINIER**
Artificial Intelligence & Applications

Journal homepage: www.elektro.itn.ac.id

Modifikasi Firefly Algorithm Untuk Partial Shading pada Photovoltaic

Budiman^a, Machrus Ali^b

^a budimanjombang1@gmail.com

^b machrus7@gmail.com

^a Universitas Darul ulum, Jalan Gus Dur 29A, Jombang 61411, Indonesia

^b Universitas Darul ulum, Jalan Gus Dur 29A, Jombang 61411, Indonesia

INFORMASI

Kata kunci:

Firefly Algorithm,
MFA,
Optimization,
PID,
Photovoltaic

ABSTRACT

Shadows of buildings or trees can partially cover the PV resulting in differences in solar radiation reception. Partial shading occurs when the PV module receives different solar radiation due to shadows of buildings or trees or clouds. This condition causes the output power of the PV array to decrease. Based on the PV curve, partial shading has a direct effect, so that a decrease in voltage or current causes a decrease in the output power of the PV. Because this requires a good control device. In this study, the method was compared without control (Uncontrolled), conventional PID (PID), PID tuned by Firefly Algorithm (PID-FA), and PID tuned by Modified Firefly Algorithm (PID-MFA). From the simulation results, it is found that the best voltage is obtained from the PID-MFA controller, the best voltage obtained from the PID-MFA controller is 1.2755 pu, the best current on the PID-MFA is 4,313; 3.67; 2,551 pu, and the maximum power is 3,253 pu. Thus it can be concluded that the best controller is PID-MFA. This research can later be used as a reference and other controllers are used to obtain an optimal controller.

1. Pendahuluan

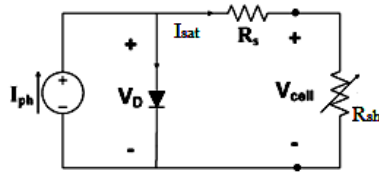
Berkurangnya ketersediaan energi konvensional dan peningkatan gas rumah kaca dan polusi berdampak usaha meningkatkan kontribusi energi terbarukan. Saat ini sumber energi pengganti yang sangat sering digunakan adalah sumber energi matahari. Sehingga sistem konversi energi matahari (photovoltaic/solar cell) menjadi energi listrik dengan percepatan penggunaan yang cepat di banyak negara. Sistem Photovoltaic (PV) mempunyai banyak kelebihan, diantaranya biaya operasional yang rendah dan ramah lingkungan. Solar Cell array akan menerima radiasi sinar matahari mempunyai perilaku tegangan, arus, dan daya yang berubah-ubah, menyesuaikan radiasi matahari yang diterima. Daya output akan maksimum jika digunakan Dengan Maximum Power point (MPP). MPPT digunakan untuk mengatur daya maksimum yang dihasilkan oleh PV dengan mendeteksi perubahan suhu dan radiasi matahari. Konverter DC-DC dan converter boost digunakan untuk pelacakan titik daya maksimum agar tegangan keluar lebih baik dan stabil. Konverter akan bekerja jika tegangan masukan tidak lebih besar dari tegangan keluar. Telah banyak metode kecerdasan buatan atau Artificial Intelligent (AI) yang digunakan dalam optimasi system, diantaranya dalam sistem tenaga listrik, diantaranya adalah metode Firefly Algorithm (FA). FA sering digunakan karena konvergensi program yang lebih cepat dan proses komputasi yang sangat sederhana diantaranya telah digunakan pada kontrol kendaraan[1][2][3][4], kontrol mikro hidro[5], kontrol turbin angin[6], kontrol mesin diesel[6], kontrol kecepatan motor[7][8], kontrol level air[9][10], dan kontrol tracking photovoltaic[11]. MFA merupakan algoritma yang memodifikasi Metode Firefly Alghorithm yang mampu mengoptimasikan pada system photovoltaic[12][13]. MFA pada penelitian ini adalah memodifikasi konstanta alpa, beta dan gama pada algoritma FA pada konsisi partial shading yang menghasilkan luaran arus dan daya yang lebih baik dari metode FA biasa.

2. Photovoltaic

A. Pemodelan Sistem Photovoltaic

Pemodelan photovoltaic / solar cell diperlukan untuk digunakan sebagai simulasi dari sistem. Photovoltaic (PV) disimulasikan dengan dimodelkan dengan sebuah rangkaian ekuivalen system, yang ditunjukkan pada komponen R_s dan R_{sh} adalah tahanan intrinsic yang tersusun secara seri dan parallel dengan

Vd. Nilai Rsh diatur dengan nilai tahanan yang sangat besar sedangkan Rs diatur dengan tahanan dengan nilai yang sangat kecil. Sehingga nilai Rs tersebut dalam proses analisis dapat diabaikan. Modul-modul photovoltaic adalah panel solar cell yang disusun sedemikian rupa menjadi unit-unit yang besar. Modul-modul photovoltaic kemudian membentuk photovoltaic arrays.



Gambar 1. Rangkaian Pengganti PV

Photovoltaic arrays dapat dimodelkan dengan persamaan berikut:

$$I_{PV} = n_p I_{ph} - n_p I_{sat} \left[\exp \left(\frac{q}{KAT} \frac{V_{PV}}{n_s} \right) - 1 \right] \quad (1)$$

Arus output I_{PV} arrays dinyatakan dalam satuan Ampere, tegangan output V_{PV} arrays dalam satuan volt, jumlah modul (n_s) disusun secara seri, jumlah modul (n_p) disusun secara paralel, muatan electron dalam q , konstanta Boltzmann dalam K , A adalah faktor ideal dari p-n junction, suhu solar cell T (derajat Kelvin), dan arus saturasi negative (I_{sat}).

B. Partial Shading PV system

PV sistem terdiri dari gabungan beberapa sel PV yang dihubungkan seri agar mendapatkan tegangan yang lebih besar dan dihubungkan paralel agar menambah arus. Modul-modul PV dihubungkan secara seri dan paralel pada sistem PV mempunyai tegangan dan arus yang lebih besar. Kurva daya (P) pada partial shading pada modul PV akan menghasilkan MPP dengan dioda bypass. Global Maximum Power Point terjadi pada rentang tegangan besar atau kecil dipengaruhi pada jenis pola partial shading yang terjadi.

Tabel 1. Parameter Modul PV

Parameter	Nilai
Daya Maks (P_m)	130 Watt
Tegangan Open Circuit (V_o)	38.68 Volt
Tegangan Daya Maksimum (V_m)	34,67 Volt
Arus Short Circuit (I_s)	3.8 Ampere
Arus Daya Maksimum (I_m)	3.77 Ampere

3. Metode Penelitian

A. PID Kontrol

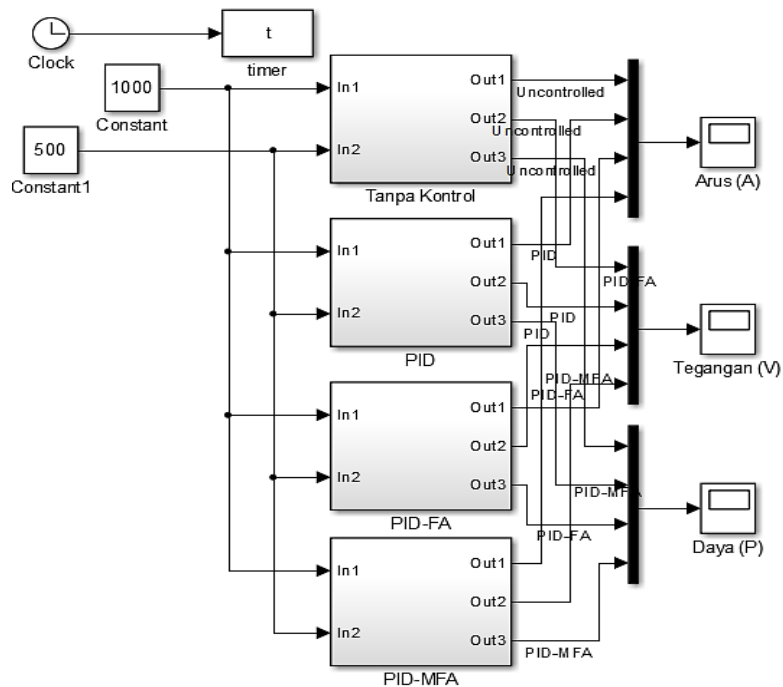
PID Kontrol sering digunakan pada pengaturan system di industri terutama pada aplikasi kontrol, karena strukturnya yang sederhana dan mudah dioperasikan, dan biayanya murah. PID merupakan alat pengaturan yang sering digunakan untuk menentukan ketepatan system instrumentasi. PID menggunakan *feed back* pada sistem. Komponen PID terdiri dari 3 jenis konstanta, yaitu konstanta Proportional (K_p), Integratif (K_i), dan Derivatif (K_d). [14]

B. Firefly Algorithm (FA)

Algorithm Firefly (FA) merupakan algoritma yang bersumber pada algoritma perilaku kunang-kunang[15]. Tingkat kecerahan cahaya kunang-kunang sebanding dengan nilai dari fungsi pada permasalahan optimasi. Tingkat kecerahan dapat didefinisikan sebagai fungsi fitness[7]. Algoritma kunang-kunang didefinisikan menjadi pseudocode program. Besar nilai parameter-parameter standar metode FA dapat ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

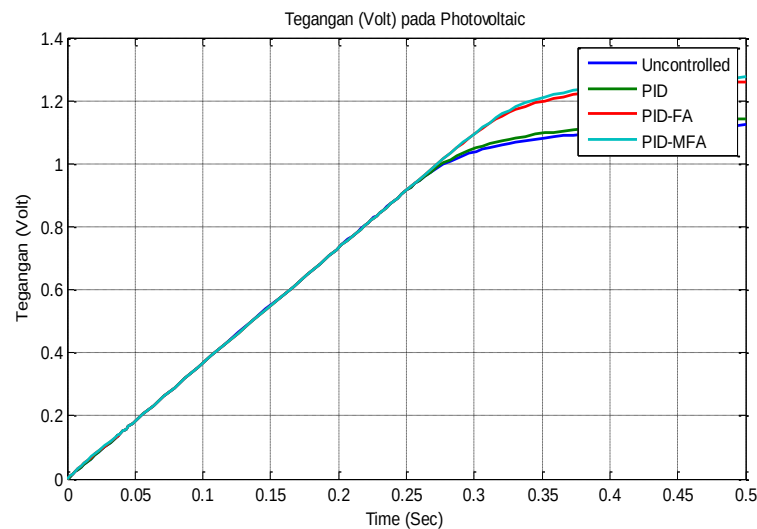
Tabel 2 konstanta FA

Konstanta	Nilai
<i>Beta</i>	0.5
<i>Alpha</i>	0.5
<i>Gamma</i>	0.5



Gambar 3. Desain kontrol partial shading pada PV

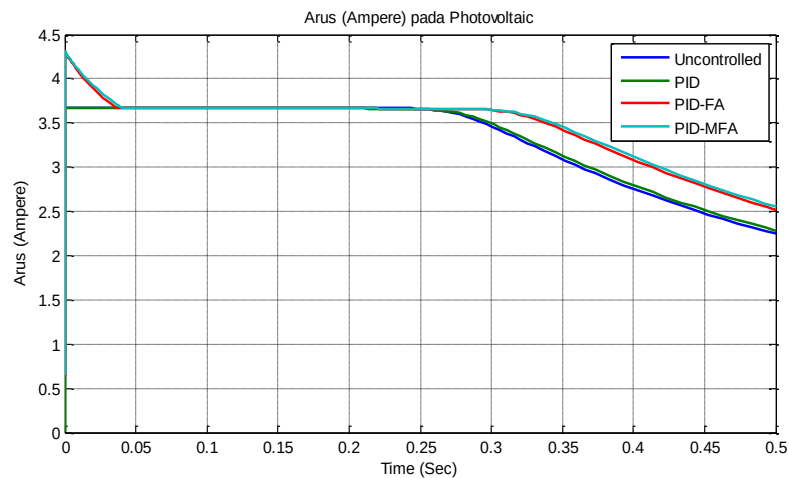
Hasil output tegangan (V) pada *partial shading* dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Output Tegangan pada partial shading pada PV

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa tegangan maksimum dapat diperoleh pada PV tanpa control sebesar 1.1227 pu, dengan PID konvensional sebesar 1.1442 pu, dengan control PID dengan tuning FA sebesar 1.2596 pu, dan dengan tuning MFA sebesar 1.2755 pu. Sehingga dapat diartikan bahwa controller PID-MFA adalah controller terbaik dalam penelitian ini.

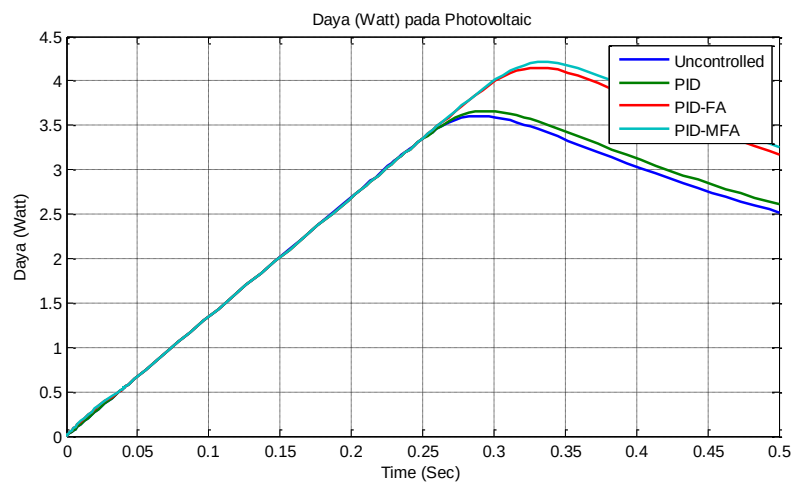
Hasil output arus (A) pada *partial shading* dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Output Arus pada partial shading pada PV

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa arus maksimum dapat diperoleh pada PV tanpa control sebesar 3,67 ; 3,67 ; 2,25 pu, dengan PID konvensional sebesar 3,67 ; 3,67 ; 2,27 pu, dengan control PID dengan tuning FA sebesar 4,251 ; 3,67 ; 2,547 pu, dan dengan tuning MFA sebesar 4,313 ; 3,67 ; 2,551 pu.

Hasil output daya (P) pada *partial shading* dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Output Daya pada partial shading pada PV

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa daya maksimum dapat diperoleh pada PV tanpa control sebesar 2,251 pu, dengan PID konvensional sebesar 2,069 pu, dengan control PID dengan tuning FA sebesar 3,173 pu, dan dengan tuning MFA sebesar 3,253 pu.

5. Kesimpulan

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa tegangan terbaik diperoleh dari kontroler PID-MFA yaitu sebesar 1.2755 pu, Arus terbaik pada PID-MFA sebesar 4,313 ; 3,67 ; 2,551 pu, dan daya maksimum sebesar 3,253 pu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kontroler terbaik pada PID-MFA. Penelitian ini nanti bisa dipakai sebagai acuan dan digunakan kontroler lain agar diperoleh kontroler yang optimal.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Suhadak and M. Ali, "Optimasi Steering Control Mobil Listrik Auto-Pilot Menggunakan Metode Firfly Algorithm (FA)," *Semnasinotek-2017*, vol. 1, no. 1, pp. 61–68, 2017.
- [2] M. Ali, Muhlasin, H. Nurohmah, A. Raikhani, H. Sopian, and N. Sutantra, "Combined ANFIS method with FA, PSO, and ICA as Steering Control Optimization on Electric Car," in *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Oct. 2018, pp. 299–304, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692885.

- [3] M. Ali and A. Suhadak, "Optimisasi Steering Control Mobil Listrik Auto-Pilot Menggunakan Metode Firefly Algorithm (FA)," in *Semnasinotek 2017, UN PGRI, Kediri*, 2017, pp. 61–68.
- [4] D. H. Kusuma, M. Ali, and N. Sutantra, "The comparison of optimization for active steering control on vehicle using PID controller based on artificial intelligence techniques," in *Proceedings - 2016 International Seminar on Application of Technology for Information and Communication, ISEMANTIC 2016*, Mar. 2017, pp. 18–22, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2016.7873803.
- [5] Kadaryono, Rukslin, M. Ali, Askan, A. Parwanti, and I. Cahyono, "Comparison of LFC Optimization on Micro-hydro using PID, CES, and SMES based Firefly Algorithm," in *2018 5th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, Oct. 2018, pp. 204–209, doi: 10.1109/EECSI.2018.8752733.
- [6] R. Fajardika, M. Ali, M. Muhlasin, and M. Arrohmah, "Optimasi Frekuensi Kontrol pada Sistem Hybrid Wind-Diesel Menggunakan PID Kontroler Berbasis ACO dan MFA," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 65–68, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.01.10.
- [7] Budiman, M. Ali, and M. R. Djalal, "Kontrol Motor Sinkron Permanen Magnet Menggunakan Algoritma Firefly," in *SEMANTIKOM 2017, Universitas Madura*, 2017, pp. 9–16, [Online]. Available: http://semantikom.unira.ac.id/2017/SEMANTIKOM_2017_paper_3.pdf.
- [8] M. Ali, "Kontrol Kecepatan Motor DC Menggunakan PID Kontroler Yang Ditunning Dengan Firefly Algorithm," *J. Intake*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal.undar.ac.id/index.php/intake/article/view/428>.
- [9] M. Ali, A. N. Afandi, A. Parwati, R. Hidayat, and C. Hasyim, "Design Of Water Level Control Systems Using PID and ANFIS Based on Firefly Algorithm," *JEEMECs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*, vol. 2, no. 1, pp. 61–66, Feb. 2019, doi: 10.26905/jeemecs.v2i1.2804.
- [10] Kadaryono, Askan, Rukslin, A. Parwanti, M. Ali, and I. Cahyono, "Comparison of LFC optimization on micro-hydro using PID, CES, and SMES based firefly algorithm," in *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2018, vol. 2018–Octob, pp. 204–209, doi: 10.1109/EECSI.2018.8752733.
- [11] M. Ali, H. Nurohmah, Budiman, J. Suharsono, H. Suyono, and M. A. Muslim, "Optimization on PID and ANFIS Controller on Dual Axis Tracking for Photovoltaic Based on Firefly Algorithm," in *ICEEIE 2019 - International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering: Emerging Innovative Technology for Sustainable Future*, 2019, pp. 53–57, doi: 10.1109/ICEEIE47180.2019.8981428.
- [12] H. Nurohmah, A. Raikhani, and M. Ali, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Modified Firefly Algorithms (MFA) Pada Penyulang Tanjung Rayon Jombang," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 1, no. 2, p. 13, Nov. 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i2.1064.
- [13] S. L. Tilahun and H. C. Ong, "Modified firefly algorithm," *J. Appl. Math.*, vol. 2012, 2012, doi: 10.1155/2012/467631.
- [14] M. Ali and M. Muhlasin, "Auto-Tuning Method for Designing Matlab DC Motor Speed Control With PID (Proportional Integral Derivative)," *ADRI Int. J. Sci. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 5–8, 2017.
- [15] X. S. Yang, "Firefly Algorithm," *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms*, pp. 79–90, 2007.
- [16] Hendro Dripoyono, Septa Dwi Candra, Dwi Ajiatmo, Budiman, and Machrus Ali, "Penggunaan ACO dan FA Dalam Mengoptimasikan PID Controller Untuk Partial Shading pada Photovoltaic", *SinarFe7*, vol. 1, no. 1, pp. 35-39, 1.