

Algoritma MPPT Panel Surya Ketika Kondisi Berbayang Menggunakan Teknik Randomisasi Perturb & Observed

Quota Alief Sias¹

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | quota.alief.ft@um.ac.id

Abstrak

Perturb and Observe (P&O) adalah teknik Maximum Power Point Tracking (MPPT) yang sangat populer dan telah diterapkan secara luas di berbagai industri atau penelitian untuk sistem panel surya. Teknik ini memiliki banyak kelebihan pada proses penemuan Maximum Power Point (MPP). Ketika kondisi berbayang, panel surya memiliki beberapa MPP yang disebut solusi lokal dan satu nilai terbesar adalah solusi global sebagai nilai MPP yang sebenarnya. Sumber daya panel surya menghasilkan daya paling besar ketika beroperasi pada solusi global. Teknik P&O ternyata terjebak pada solusi lokal dan tidak dapat melacak MPP yang sebenarnya. Makalah ini mengusulkan modifikasi sederhana dari teknik P&O yang disebut algoritma Randomisasi P&O (RP&O). Teknik ini telah disimulasikan dalam kondisi normal dan berbayang dan dibandingkan dengan teknik P&O. Algoritma RP&O yang diusulkan ternyata dapat melacak MPP yang sebenarnya dan memiliki kinerja yang lebih baik daripada teknik asli P&O.

Kata Kunci

P&O, RP&O, MPP, MPPT, Kondisi Normal dan Berbayang

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, P&O masih menjadi salah satu teknik MPPT dari sistem Photovoltaic (PV) offgrid yang sangat populer karena sederhana yang tidak memerlukan data sebelumnya dari karakteristik PV (Sias dan Robandi, 2016). Teknik ini banyak digunakan pada pengendali tenaga listrik komersial karena sederhana, memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi pada kondisi normal dan tidak perlu pengaturan parameter secara periodik (Dallago dkk, 2015). Beberapa perbaikan teknik P&O yang telah ada adalah seperti penambahan algoritma cerdas *Grey Wolf* (Mohanty dkk, 2016), algoritma Checking (Alik dan Jusoh, 2017), algoritma prediksi diri (Kumar dkk, 2017), algoritma dual-mode (Ghamrowi dkk, 2018). Mikrokontroler yang mudah ditemukan seperti arduino dapat digunakan untuk menerapkan teknik ini (Sias dkk, 2019).

Teknik P&O adalah sangat sederhana untuk diterapkan, tetapi tidak dapat digunakan dalam kondisi berbayang (Logeswaran dkk, 2014). Ada peneliti yang menemukan teknik ini menunjukkan kinerja pelacakan yang sangat buruk dan banyak dari mereka tidak dapat melacak MPP yang sebenarnya dalam kondisi berbayang (kamarzaman dkk, 2015). Modifikasi P&O yang paling sederhana untuk mengurangi nilai osilasinya telah diusulkan dengan hanya menambah beberapa kode dari algoritma utama tanpa menambah komponen (Ahmed dan Salam, 2015). Makalah ini juga mengusulkan perbaikan teknik P&O dengan hanya mengubah sedikit kode dari algoritma utama dengan tanpa ada komponen tambahan disisi *hardware* serta menganalisisnya saat kondisi panel surya tertutup bayangan. Dengan pendekatan yang jauh lebih sederhana dibandingkan dari metode yang sudah ada, teknik ini diharapkan juga dapat secara mudah diimplementasikan pada sistem kelistrikan yang lebih besar seperti penggunaan metode multivariabel (López-Erauskin dkk, 2020). Teknik yang diusulkan ini adalah randomisasi algoritma utama sehingga dapat mengurangi nilai osilasi ketika kondisi tunak dan selalu dapat memaksimalkan ekstraksi energi panel surya ketika kondisinya tertutup bayangan.

2. Gambar, Tabel, dan Persamaan Panel Surya

Panel surya adalah sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. Rangkaian pengganti sebagai model panel surya dapat ditunjukkan sesuai dengan Gambar 1. Model tersebut digunakan untuk menguji dan menganalisa performansi dari sistem panel surya. Model panel surya satu dioda terdiri dari resistor seri dan paralel. Model ini merupakan model terbaik karena akurat dan sederhana serta hanya terdapat 5 parameter yang diperoleh melalui perhitungan ataupun dengan teknik iterasi (Shongwe dan Hanif, 2015). Semua data teknis dan nilai hasil perhitungan parameter panel surya ditunjukkan pada Tabel 1.

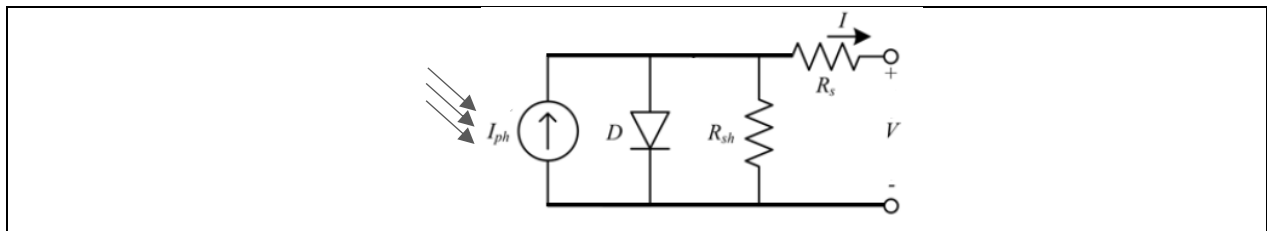
Pada kondisi sebenarnya, Level pencahayaan matahari dan suhu selalu berubah-ubah. Nilai dari I_{pv} dan I_o sesuai Pers (1) juga berubah karena bergantung dari kekuatan sinar matahari dan suhu lingkungan. Kurva karakteristik panel surya ditunjukkan oleh Gambar 2. Kondisi pencahayaan pada setiap sel panel surya dapat tidak sama pada kondisi yang sebenarnya. Hal tersebut merupakan kondisi berbayang atau partial shading condition (PSC) yang menyebabkan kehilangan daya lebih dari 50% pada pengendali daya panel surya yang sudah beredar secara

komersial (Sias dkk, 2020). Meskipun banyak teknologi terbaru mengoptimasi dengan algoritma yang lebih canggih (afandi dkk, 2019), teknik P&O dengan sedikit modifikasi jauh akan tidak membebani mikrokontroler dan bekerja lebih cepat untuk mendapatkan energi maksimum.

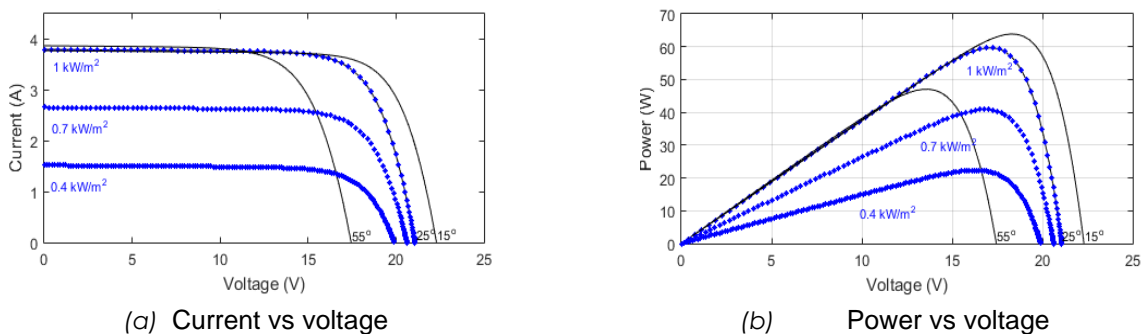
Persamaan untuk arus, $I(t)$, dari rangkaian diatas adalah sebagai berikut ini :

$$I = I_{pv} - I_o \left[\exp\left(\frac{V+I \cdot R_s}{A \cdot V_T}\right) \right] - \left(\frac{V+I \cdot R_s}{R_{sh}}\right) \quad \text{Pers. (1)}$$

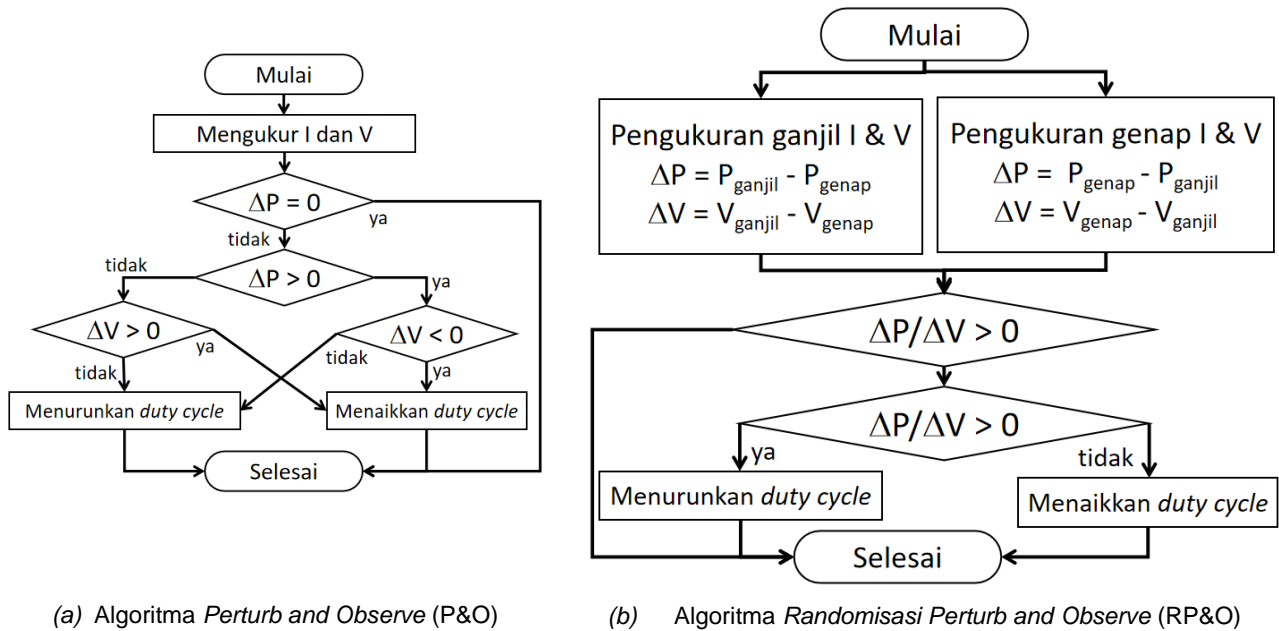
Semua nilai arus dalam Ampere (A) dengan rincian I adalah nilai arus listrik yang mengalir ke beban, I_o adalah arus yang mengalir ke dioda dan I_{pv} adalah arus listrik yang dihasilkan panel surya. V_T adalah nilai faktor yang bergantung pada nilai temperatur lingkungan di permukaan panel surya dan A adalah nilai faktor dioda ideal. R_s dan R_{sh} adalah nilai resistor pada rangkaian pengganti sesuai model yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model panel surya satu dioda



Gambar 2. Kurva karakteristik panel surya pada saat pencahayaan dan suhu yang bervariasi

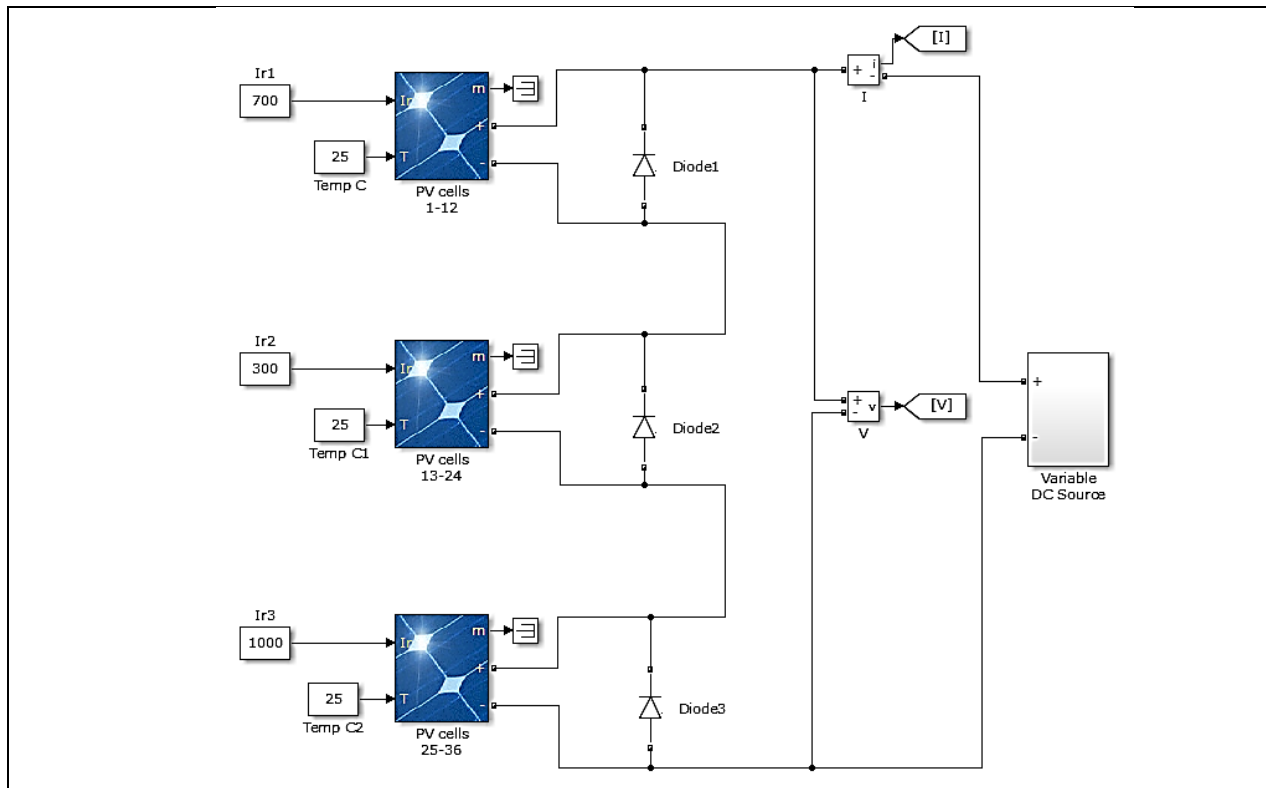


Gambar 3. Diagram alir P&O dan algoritma yang diusulkan
Tabel 1. Data Teknis dan Parameter Panel Surya BP MSX-60

Properties	Details
Technical Data:	
P_{max} (maximum power)	60 W
N_{cell} (cells per module)	36
V_{oc} (open circuit voltage)	21 V
I_{sc} (short Circuit current)	3.87 A
V_{mpp} (voltage at maximum power)	16.8 V
I_{mpp} (current at maximum power)	3.56 A
K_v (voltage temperature coefficient)	-380% mV/°C
K_i (current temperature coefficient)	65 % mA/°C
Calculated Parameters:	
R_s (series resistance)	0.12658 Ω
R_{sh} (shunt resistance)	55.7395 Ω
I_L (light-generated current)	3.868 A
I_0 (diode saturation current)	1.1417e-10 A
A (diode ideality factor)	0.975

Pada satu nilai level pencahayaan dan suhu tertentu, tanpa kondisi berbayang, Panel surya memiliki satu nilai MPP yaitu ketika nilai gradien $\Delta P/\Delta V=0$. Duty cycle harus ditingkatkan ketika memiliki gradien negatif begitu pula sebaliknya. Ada penelitian yang sejenis mengusulkan metode teracak untuk menghadapi kondisi berbayang dan hasilnya lebih bagus dibandingkan P&O (Sias dan Robandi, 2016). Paper ini mengusulkan nilai random yang menurun untuk menaikkan atau

menurunkan duty cycle sampai dengan kondisi tunak. Perbandingan metodenya dapat dilihat dari diagram alir pada Gambar 3.



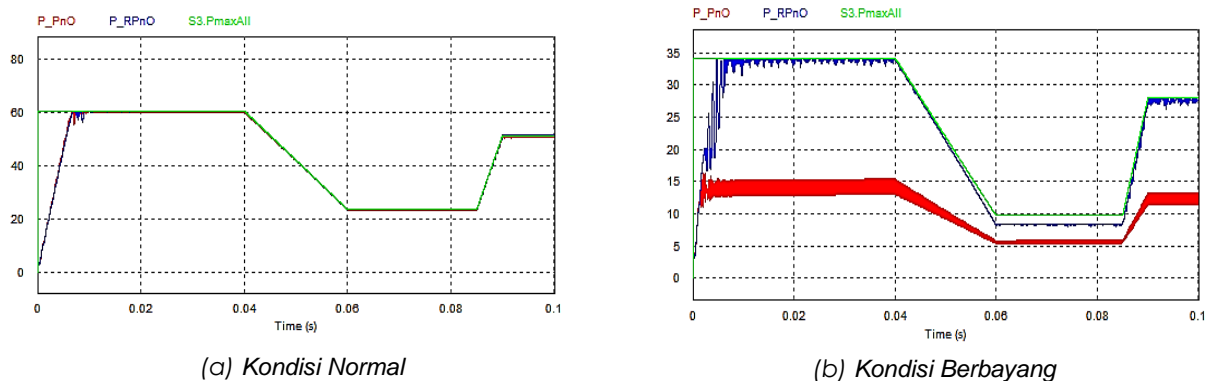
Gambar 4. Sistem Panel Surya untuk Pengujian

3. Desain Sistem Panel Surya dan Hasil Pengujian

Model panel surya yang telah dibangun dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi berbayang. Panel surya (nilai parameter dan data teknis sesuai tabel I), yang kurva karekteristiknya sesuai Gambar 2, dibagi menjadi 3 panel dengan total daya yang sama nika digabungkan menjadi satu panel ditunjukkan oleh Gambar 4. Model ini digunakan untuk mengetahui efek dari berbayang. Ketika pengujian, setiap panel akan memperoleh level pencahayaan yang berbeda-beda (700; 300; 1000 W/m²).

Pada level pencahayaan yang berubah-ubah, daya maksimum yang seharusnya dapat diperoleh adalah 48.17 Watt. Teknik P&O konvensional mendapat daya 46.35 Watt dan RP&O memperoleh 46.39 Watt ditunjukkan pada Gambar 5(a). Kedua algoritma telah menunjukkan performa yang bagus karena dapat melacak daya optimum dengan efisiensi lebih dari 98%. Gambar 5(b). Menampilkan respon dari kedua algoritma ketika kondisi berbayang dengan pencahayaan berubah-ubah. Daya maksimal yang dapat diperoleh sesuai permodelan adalah 26,39 Watt. P&O konvensional memperoleh daya 11.26 Watt dan RP&O mendapatkan 25.08 Watt.

Efisiensi menggunakan algoritma RP&O pada kondisi berbagai pencahayaan telah menunjukkan performa yang lebih bagus yaitu diatas 95%. P&O hanya mendapatkan efisiensi kurang dari 45%.



Gambar 5. Respon kedua algoritma ketika kondisi normal (tanpa bayangan) dan berbayang

4. Kesimpulan

P&O konvensional dan teknik yang diusulkan (RP&O) menunjukkan performa yang baik pada kondisi normal baik meskipun pencahayaan pada panel surya mengalami perubahan. Keduanya telah membuktikan dapat menghasilkan energi dengan efisiensi lebih dari 98%. Teknik P&O konvensional memerlukan perbaikan untuk menghadapi kondisi berbayang. Algoritma RP&O yang diajukan dapat menghasilkan efisiensi lebih dari 95% sedangkan P&O hanya memberikan efisiensi kurang dari 45% ketika terjadi kondisi berbayang sesuai yang telah didefinisikan.

Daftar Rujukan

- Afandi, A.N., Fadlika, I., Rahmawati, Y., Sias, Q.A., Sulistyorini, Y. and Hani, S., 2019, May. Natural Obstacles and Biological Salmon Behaviors Link to Modelling Approaches of Computational Intelligence Procedures for the Standard System. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 276, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Ahmed, J. and Salam, Z., 2015. An improved perturb and observe (P&O) maximum power point tracking (MPPT) algorithm for higher efficiency. *Applied Energy*, 150, pp.97-108.
- Alik, R. and Jusoh, A., 2017. Modified Perturb and Observe (P&O) with checking algorithm under various solar irradiation. *Solar Energy*, 148, pp.128-139.
- Dallago, E., Liberale, A., Miotti, D. and Venchi, G., 2015. Direct MPPT algorithm for PV sources with only voltage measurements. *Power Electronics, IEEE Transactions on*, 30(12), pp.6742-6750.
- Ghamrawi, A., Gaubert, J.P. and Mehdi, D., 2018. A new dual-mode maximum power point tracking algorithm based on the Perturb and Observe algorithm used on solar energy system. *Solar Energy*, 174, pp.508-514.

- Kamarzaman, N.A. and Tan, C.W., 2014. A comprehensive review of maximum power point tracking algorithms for photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, pp.585-598.
- Kumar, N., Hussain, I., Singh, B. and Panigrahi, B.K., 2017. Framework of maximum power extraction from solar PV panel using self predictive perturb and observe algorithm. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 9(2), pp.895-903.
- Logeswaran, T. and SenthilKumar, A., 2014. A review of maximum power point tracking algorithms for photovoltaic systems under uniform and non-uniform irradiances. *Energy Procedia*, 54, pp.228-235.
- López-Erauskin, R., González, A., Petrone, G., Spagnuolo, G. and Gyselinck, J., 2020. Multi-Variable Perturb and Observe Algorithm for Grid-Tied PV Systems With Joint Central and Distributed MPPT Configuration. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 12(1), pp.360-367.
- Mohanty, S., Subudhi, B. and Ray, P.K., 2016. A grey wolf-assisted perturb & observe MPPT algorithm for a PV system. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 32(1), pp.340-347.
- Sias, Q.A. and Robandi, I., 2016, July. Recurrence Perturb and Observe algorithm for MPPT optimization under shaded condition. In *2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)* (pp. 533-538). IEEE.
- Sias, Q.A., Fadlika, I., Wahyono, I.D. and Afandi, A.N., 2019. Quasi Z-Source Inverter as MPPT on Renewable Energy using Grey Wolf Technique. *Proceeding of the Electrical Engineering Computer Science and Informatics*, 5(1), pp.362-366.
- Sias, Q.A., Wibawa, A.P., Aripriharta and Afandi, A.N., 2020, September. Performances of photovoltaic array configurations under partial shading condition. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2255, No. 1, p. 020007)*. AIP Publishing LLC.
- Shongwe, S. and Hanif, M., 2015. Comparative analysis of different single-diode PV modeling methods. *Photovoltaics, IEEE Journal of*, 5(3), pp.938-946.