
Pelacakan Titik Daya Maksimum Algoritma *Incremental Conductance* pada *Photovoltaic* Dipasang Paralel dan Seri

Hendi Matalata¹, Leily Wustha Johar²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Email: hendi.matalata@unbari.ac.id¹, leily.wustha.johar@unbari.ac.id²

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) is an environmentally friendly renewable energy source. Photovoltaic when connected directly to the load, the power delivered to the load is not optimal. Therefore it is important to get maximum power from the PV system to increase efficiency. This study presents an MPPT system using the Incremental Conductance (IC) algorithm to analyze PV systems installed in parallel and installed in series using 3 PVs. This IC algorithm works by monitoring the current gradient to determine the direction of voltage change and providing a change in derivative voltage so that it can determine the speed of delivery. From the results of the study, the average power using 3 PVs installed in series was 95.4% and using 3 PVs installed in parallel was 88.44%. The algorithm (IC) has a faster response in tracking the maximum power point when installed in parallel even though its efficiency is lower. However, current variations when there are changes in solar radiation tend to be constant as long as the temperature conditions are close to stable.

Keywords: Converter, IC Algorithm, MPPT, PV

INTISARI

Photovoltaic (PV) adalah sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Photovoltaic Ketika dihubungkan langsung ke beban, maka daya yang dikirimkan ke beban tidaklah optimal. Oleh karena itu penting untuk mendapatkan daya maksimum dari sistem PV sehingga meningkatkan efisiensi. Penelitian ini menyajikan sistem MPPT menggunakan algoritma Incremental Conductance (IC) untuk menganalisis sistem PV yang dipasang secara paralel dan dipasang secara seri menggunakan 3 buah PV. Algoritma IC ini bekerja dengan memantau gradien arus untuk menentukan arah perubahan tegangan dan memberikan perubahan derivatif tegangan sehingga dapat menentukan kecepatan pelacakan. Dari hasil penelitian didapat daya rata-rata menggunakan 3 PV yang pasang seri sebesar 95,4% dan menggunakan 3 PV yang pasang paralel sebesar 88,44%. Algoritma (IC) mempunyai respon yang lebih cepat dalam melacak titik daya maksimum bila dipasang secara paralel meskipun efisiensi lebih rendah. Namun, variasi arus Ketika terjadi perubahan radiasi matahari cenderung konstan selama kondisi suhu sekitar stabil.

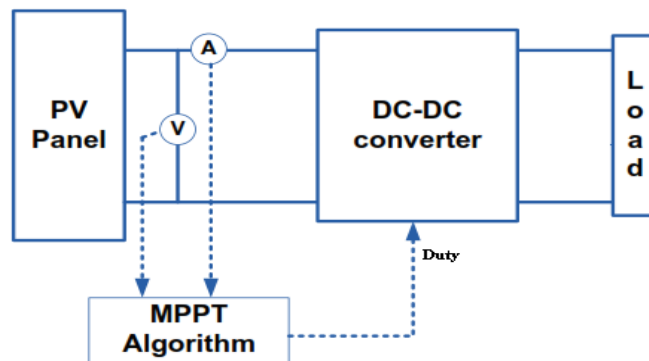
Kata kunci: Algoritma IC, Konverter, MPPT, PV

PENDAHULUAN

Saat ini semua peralatan yang dipergunakan membutuhkan sumber energi terutama energi listrik, seiring berkembangnya teknologi maka krisis energi pun semakin dirasa. Untuk mengatasi hal tersebut itu para ilmuwan berlomba untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi alternatif untuk menjaga keamanan ketersediaan sumber energi. Krisis energi ini terjadi saat ini disebabkan beberapa faktor di antaranya adalah ketersediaan sumber daya alam minyak bumi yang makin menipis ditambah lagi jumlah sarana industri yang terus bertambah sehingga membutuhkan sumber energi yang cukup besar. Adanya perkembangan teknologi di dunia, kebutuhan akan energi juga ikut meningkat. Kebutuhan energi ini akan terus meningkat seiring kenaikan angka pertumbuhan penduduk di dunia. Sebagian besar energi yang digunakan merupakan energi fosil yang tidak dapat diperbaharui (*irenewable resources*)

Photovoltaic (PV) merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, pengaruh intensitas matahari berdampak pada tegangan dan arus keluaran PV (Sepannur Bandri, 2021). Dalam kasus pelacakan matahari dari modul PV diputar secara mekanis untuk menghasilkan dayamaksimum. Namun dalam kasus *maximum power point tracker* (MPPT) atau pelacakan titik daya maksimum, rangkaian elektronik digunakan untuk mentransfer daya ke sistem beban. Tujuan utama dari MPPT adalah untuk mentransfer daya maksimum dari sistem PV ke beban (Matalata et

al., 2024), dengan menyesuaikan siklus kerja pada rangkaian *DC-DC Converter*. Gambar 1 memperlihatkan strategi optimisasi sistem PV (Husain et al., 2017)



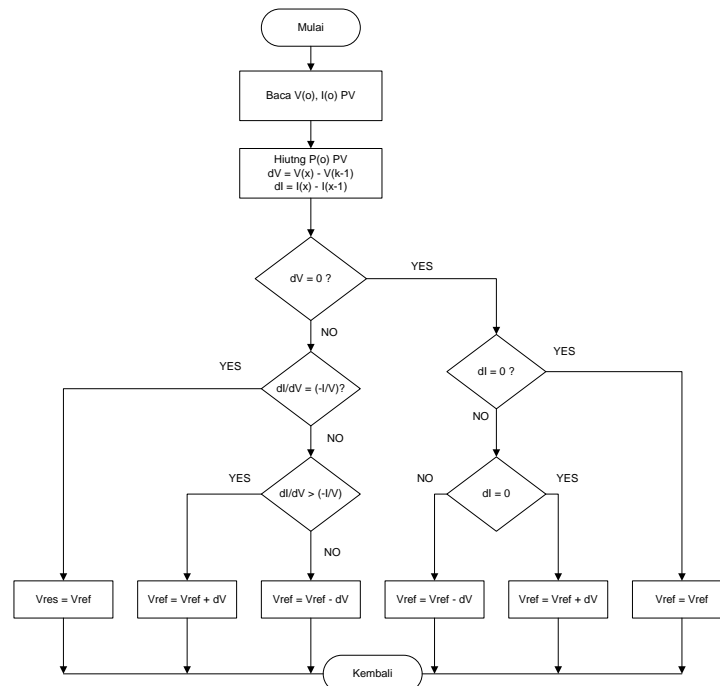
Gambar 1. Diagram strategi optimisasi sistem PV

Berbagai teknik pelacakan titik daya maksimum (MPPT) dari sistem Photovoltaic telah banyak diusulkan sebagai strategi optimisasi daya dalam kinerja sistem (PV) (Abo-Sennah et al., 2021). Seperti *Perturb and Observe (P&O)*, *Particle Swarm Optimization (PSO)*, *Incremental Conductance (IC)*, *Fuzzy Logic Controller* dan *neural Network* dimana masing-masing strategi mempunyai kelebihan dan kekurangan dari karakteristik dan teknik, adapun karakteristik dan teknik utamanya diperlihatkan pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Karakteristik Utama dari Teknik MPPT

Ref	Teknik MPPT	Sistem PV	Type Converter	Analog / Digital	Kecepatan Convergensi	Parameter Sensor
(Fathy et al., 2022)	PSO	PV Panel	Boost Converter	Digital	High	V and I
(Saidi et al., 2021)	P&O	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	V and I
(Loukil et al., 2020)	Incremental-Fuzzy Logic	PV Array	Boost Converter	Digital	High	V and I
(Abderrahim et al., 2020)	P&O	PV Panel	Buck Converter	Digital	High	V and I
(Ali et al., 2022)	Neural Network	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	Irradiance
(Ouremchi et al., 2022)	RCC	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	V and I
(Winarno et al., 2020)	PSO	PV Array	Buck-Boost Converter	Digital	Medium	V and I
(H. Salman et al., 2022)	Fuzzy Logic	PV Panel	Buck-Boost Converter	Digital	Medium	V and I

Setelah P&O, metode *Incremental Conductance (IC)* sangat umum digunakan untuk MPPT PV. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa turunan keluaran daya panel PV terhadap tegangan adalah nol pada pelacakan titik daya maksimum. Bernilai negatif di sebelah kanan titik daya maksimum dan bernilai positif di kiri titik daya maksimum pada kurva P vs V. Diagram alir algoritma IC ditunjukkan pada Gambar 2. Saat system mencapai MPP, susunan PV dioperasikan pada titik ini dan berhenti hingga perubahan derevatif (dI/dV) teramat, nilai derevatif tegangan (dV) memainkan peran yang sangat penting dan menentukan kecepatan pelacakan.



Gambar 2 .Flowchart Algoritma Incremental Conductance

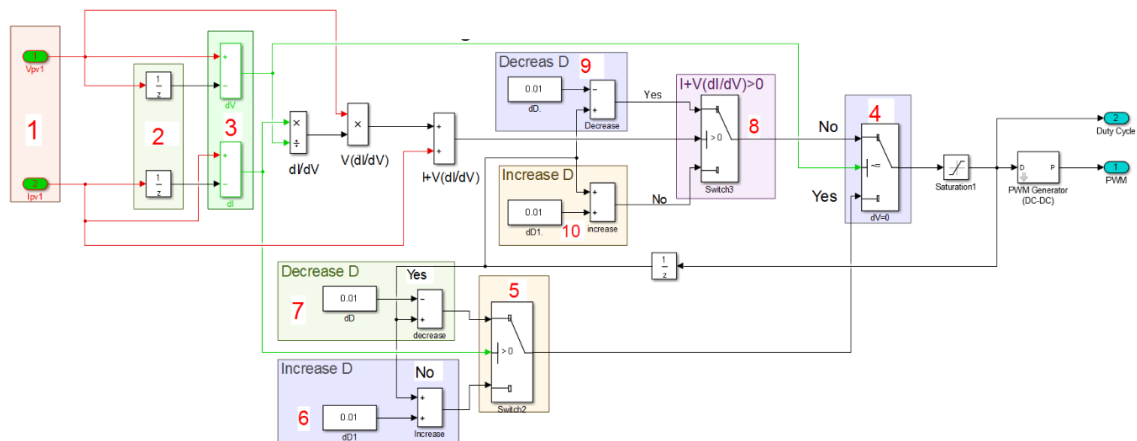
METODE

Dalam penelitian ini, menganalisis MPPT *Algoritma Incremental Conductance* (IC) terhadap sistem PV yang dipasang secara paralel dan dipasang secara seri menggunakan 3 buah PV. Adapun parameter PV yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Parameter PV

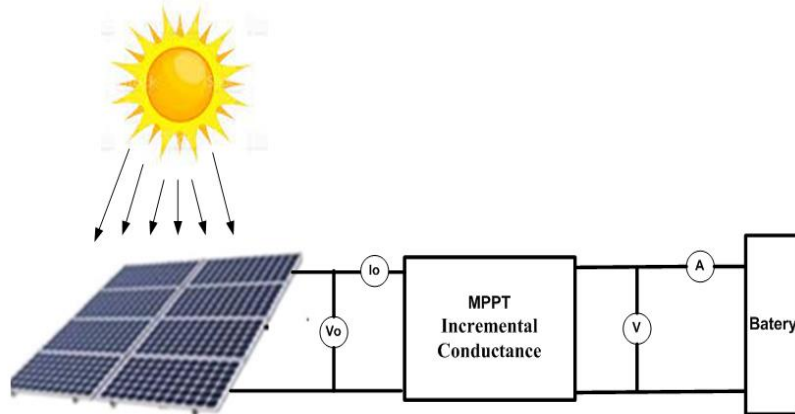
Parameter PV Solartech Renewable STR215	
Daya Maksimum (Watt)	214,963
TeganganMaksimum (Volt)	28,7
ArusMaksimum (Amper)	7,49

Algoritma Incremental Conductance adalah salah satu algoritma yang sering digunakan dalam teknik MPPT untuk mencapai daya maksimum dari PV. Algoritma ini menggunakan informasi dari arus dan gradien (perubahan) arus untuk mengoptimalkan titik daya maksimum, *Flowchart Algoritma Incremental Conductance* seperti diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Algoritma Incremental Conductance

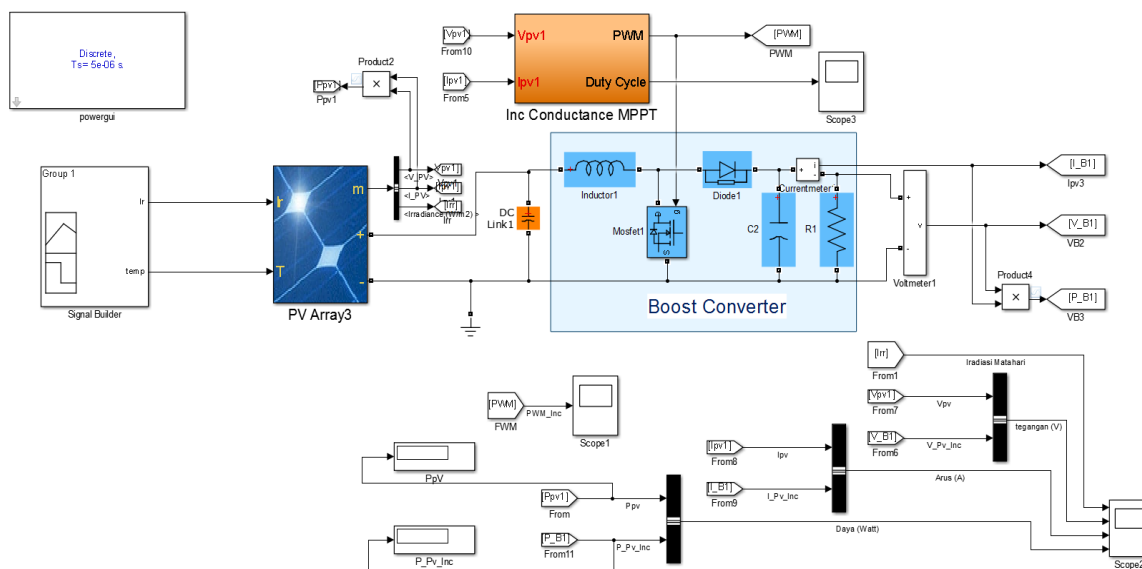
Algoritma *Incremental Conductance* bekerja dengan memantau gradien arus untuk menentukan arah perubahan tegangan. Jika arus saat ini bergerak menuju daya maksimum (arus lebih besar dan gradien positif), tegangan ditingkatkan atau diturunkan untuk mendekati titik daya maksimum.



Gambar 4. Blok Rangkaian Penelitian

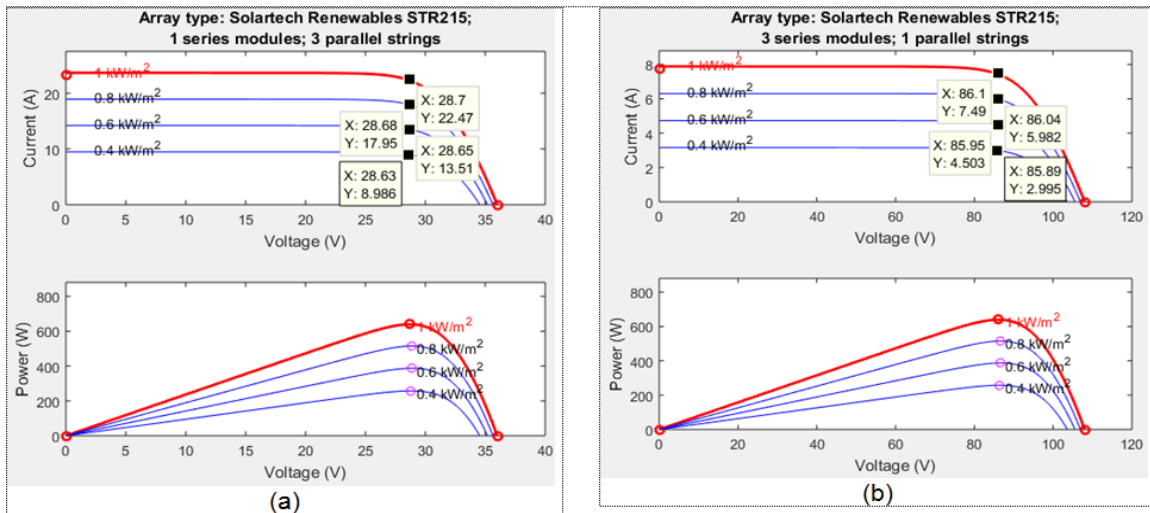
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menyajikan analisis komparatif dengan algoritma *Incremental Conductance* menggunakan MATLAB/Simulink, dievaluasi melalui pemasangan 3 buah PV dipasang paralel dan dipasang seri (lihat gambar 5). Pada penelitian ini diasumsikan iradiasi matahari terus naik mulai dari 400 W/m², 600 W/m², 800 W/m² dan 1000 W/m². dan kemudian turun sebesar 700 W/m² yang berlangsung selama 5 jam dengan suhu sekitar konstan 25°C.



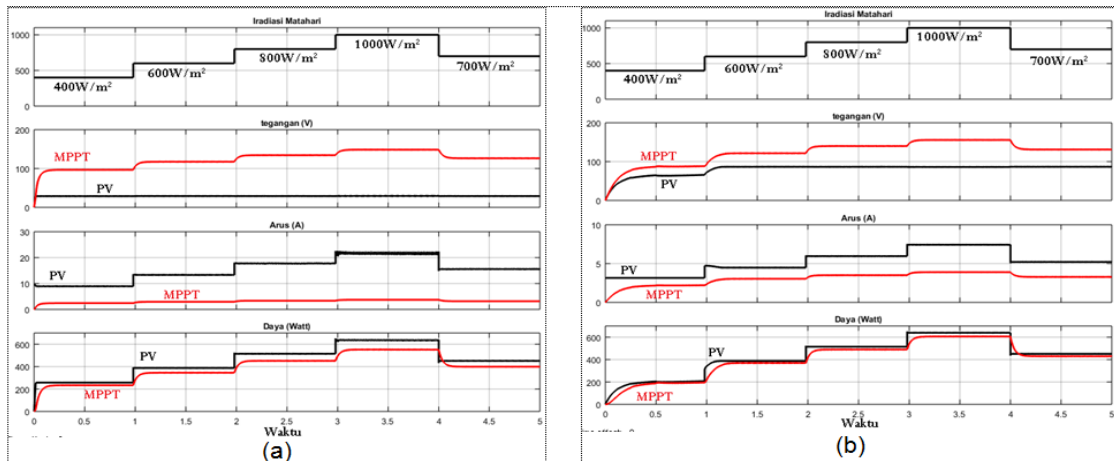
Gambar 5. Rangkaian MPPT *Incremental Conductions* simulasi MATLAB

Parameter dan karakteristik PV untuk radiasi matahari 400 W/m², 600 W/m², 800 W/m² dan 1000 W/m² ditunjukkan pada gambar 6 dibawah, dengan besar tegangan 3 buah PV dipasang seri tiga kali lebih besar dibandingkan tegangan 3 buah PV dipasang paralel sedangkan besar arus 3 buah PV dipasang seri tiga kali lebih kecil dibandingkan 3 buah PV dipasang paralel.



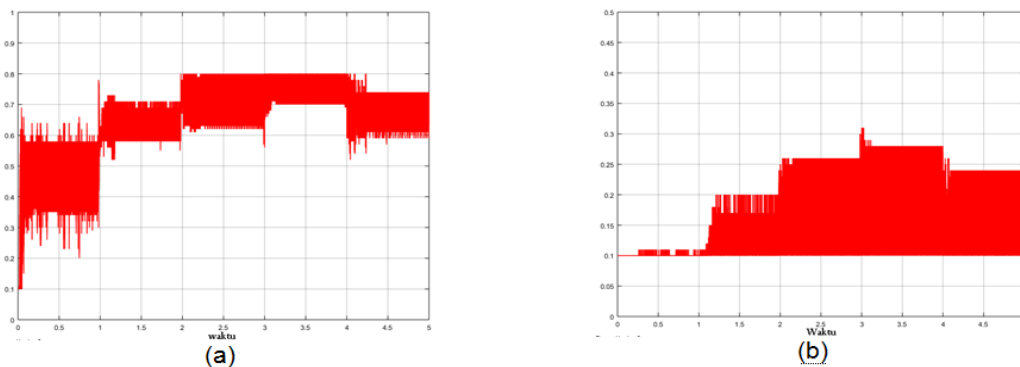
Gambar 6. Parameter dan Karakteristik (a) 3 PV Paralel, (b) 3 PV seri

Dari hasil simulasi MPPT menggunakan algoritma *Incremental Conductance* (IC) masing-masing PV yaitu 3 PV dipasang paralel dan 3 PV dipasang seri ditunjukkan pada gambar 7 dibawah, kemudian besar keluaran daya rata-rata setiap perubahan radiasi matahari ditunjukkan pada gambar 8.



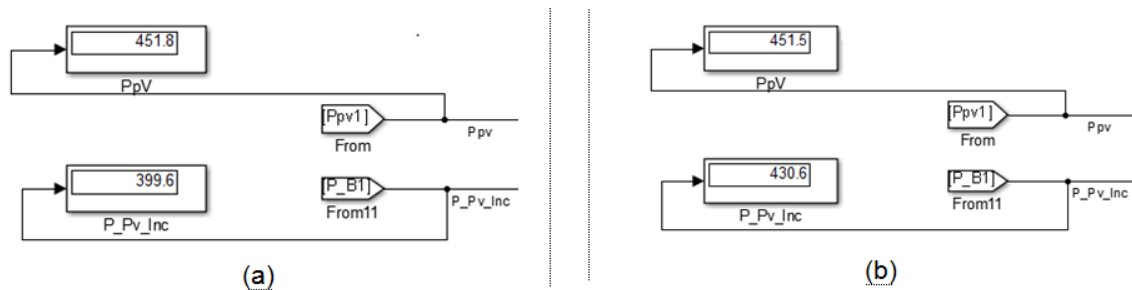
Gambar 7. Hasil Simulasi MPPT (a) 3 PV Paralel, (b) 3 PV Seri

Siklus kerja (*Duty cycle*) dari rangkaian DC-DC converter seperti diperlihatkan gambar 8 dibawah, memberikan perubahan derivatif tegangan sehingga memberikan peran yang sangat penting untuk menentukan kecepatan pelacakan.



Gambar 8. *Duty cycle* (a) 3 PV Paralel, (b) 3 PV Seri

Keluaran daya MPPT dari masing-masing algoritma memiliki kesamaan setiap perubahan radiasi matahari, namun MPPT algoritma IC menggunakan 3 PV yang dipasang parallel mempunyai respon yang lebih cepat dibandingkan algoritma IC menggunakan 3 PV yang dipasang seri. Kemudian MPPT algoritma IC menggunakan 3 PV yang pasang seri mempunya efisiensi yang lebih tinggi yaitu sebesar 95,4% seperti ditunjukkan gambar 9 (b) sedangkan algoritma IC menggunakan 3 PV yang pasang parallel sebesar 88,44% yang ditunjukkan gambar 9(a).



Gambar 9. Daya rata-rata (a) 3 PV Paralel, (b) 3 PV seri

KESIMPULAN

Algoritma MPPT *Incremental Conductance* (IC) mempunyai respon yang lebih cepat dalam melacak titik daya maksimum bila dipasang secara parallel meskipun efisiensi daya rata-rata setiap perubahan radiasi matahari lebih rendah. Namun, variasi arus ketika terjadi perubahan radiasi matahari cenderung konstan selama kondisi suhu sekitar stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abderrahim, T., Abdelwahed, T., & Radouane, M. (2020). Improved strategy of an MPPT based on the sliding mode control for a PV system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(3), 3074–3085. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i3.pp3074-3085>
- Abo-Sennah, M. A., El-Dabah, M. A., & Mansour, A. E. B. (2021). Maximum power point tracking techniques for photovoltaic systems: A comparative study. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(1), 57–73. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i1.pp57-73>
- Ali, M. H. M., Mohamed, M. M. S., Ahmed, N. M., & Zahran, M. B. A. (2022). Comparison between P&O and SSO techniques based MPPT algorithm for photovoltaic systems. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(1), 32–40. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i1.pp32-40>
- Fathy, A., Atitallah, A. Ben, Yousri, D., Rezk, H., & Al-Dhaifallah, M. (2022). A new implementation of the MPPT based raspberry Pi embedded board for partially shaded photovoltaic system. *Energy Reports*, 8, 5603–5619. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.04.035>
- H. Salman, U., Fleyeh Nawaf, S., & Omar Salih, M. (2022). Studying and analyzing the performance of photovoltaic system by using fuzzy logic controller. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(3), 1687–1695. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i3.3680>
- Husain, M. A., Tariq, A., Hameed, S., Arif, M. S. Bin, & Jain, A. (2017). Comparative assessment of maximum power point tracking procedures for photovoltaic systems. *Green Energy and Environment*, 2(1), 5–17. <https://doi.org/10.1016/j.gee.2016.11.001>
- Loukil, K., Abbes, H., Abid, H., Abid, M., & Toumi, A. (2020). Design and implementation of reconfigurable MPPT fuzzy controller for photovoltaic systems. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.10.002>
- Matalata, H., Wustha Johar, L., & Eka Yandra, F. (2024). Pelacakan Titik Daya Maksimum Photovoltaic Dc-Dc Boost Converter Dengan Algoritma P&O. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 2(1), 105–115. <https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.1.13>
- Ouremchi, M., El Mouzouade, S., El Khadiri, K., Tahiri, A., & Qjidaa, H. (2022). Integrated energy management converter based on maximum power point tracking for photovoltaic solar system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(2), 1211–1222. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i2.pp1211-1222>
- Saidi, A. S., Salah, C. Ben, Errachdi, A., Azeem, M. F., Bhutto, J. K., Thafasal Ijyas, V. P., & Slimene, M. Ben. (2021). A novel approach in stand-alone photovoltaic system using MPPT controllers

DOI: <https://doi.org/10.34151/jurtek.v17i1.4708>

- & NNE. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 1973–1984. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.01.006>
- Sepannur Bandri, D. (2021). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 106–113.
- Winarno, T., Palupi, L. N., Pracoyo, A., & Ardhenta, L. (2020). MPPT control of PV array based on PSO and adaptive controller. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(2), 1113–1121. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i2.14845>