

PELACAKAN TITIK DAYA MAKSIMUM PHOTOVOLTAIC DC-DC BOOST CONVERTER DENGAN ALGORITMA P&O

Hendi Matalata ^{1)*}, Leily W Johar ²⁾, Fadli Eka Yandra ³⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi Teknik Listrik, Universitas Batanghari, Jambi

*Corresponding Author E-mail: hendi.matalata@unbari.ac.id

Abstract

Photovoltaic (PV) is an environmentally friendly renewable energy source. When Photovoltaics are connected directly to a load, the power delivered to the load is not optimal power. Therefore, it is important to get maximum power from the PV system thereby increasing efficiency. Various maximum power point tracking (MPPT) techniques of PV systems are proposed, such as Perturb and Observe (P&O) algorithm. MPPT techniques are usually limited to uniform weather conditions. This research presents an MPPT system with a series of DC-DC Boost converters under conditions of changes in solar irradiation, each change is assumed to last 5 hours and a temperature of around 25°C, while the amount of solar irradiation is 300 W/m², 500 W/m², 700 W/m² and 1000 W/m². From the results of research carried out with the help of MATLAB simulations, it was found that the average efficiency was 95.6% and obtained low oscillation MPP tracking as well as fast and dynamic response during stable weather conditions.

Keywords: PV, MPPT, P&O Algorithm, Converter

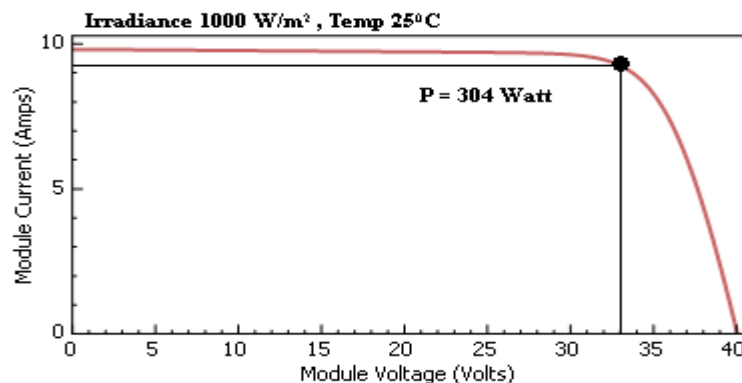
Abstrak

Photovoltaic (PV) merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Ketika Photovoltaic dihubungkan langsung ke beban, daya yang dikirimkan ke beban bukanlah daya yang optimal. Oleh karena itu penting untuk mendapatkan daya maksimum dari sistem PV sehingga meningkatkan efisiensi. Berbagai teknik pelacakan titik daya maksimum (MPPT) dari sistem PV diusulkan, seperti Algoritma Perturb and Observe (P&O). Teknik MPPT biasanya terbatas pada kondisi cuaca yang seragam. Penelitian ini menyajikan sistem MPPT rangkaian DC-DC Boost converter pada kondisi terjadi perubahan iradiasi matahari, masing-masing perubahan diasumsikan selama 5 jam dan suhu sekitar 25°C, adapun besar iradiasi matahari adalah 300 W/m², 500 W/m², 700 W/m² dan 1000 W/m². Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan bantuan simulasi MATLAB didapatkan efisiensi rata 95,6% dan mendapatkan pelacakan MPP osilasi rendah serta respon cepat dan dinamis selama kondisi cuaca stabil.

Kata Kunci : PV, MPPT, Algoritma P&O, Konverter

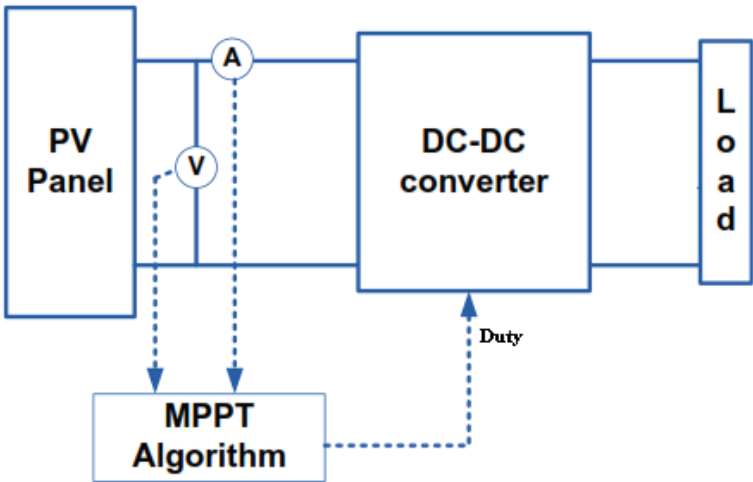
1. PENDAHULUAN

Photovoltaic (PV) merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, pengaruh intensitas matahari berdampak pada tegangan dan arus keluaran PV[1]. Untuk mendapatkan daya maksimum dari sistem PV strategi optimasi daya memainkan peran penting dalam kinerja sistem Photovoltaic[2]. Gambar 1 menunjukkan titik daya maksimum dari sebuah PV.



Gambar 1. Titik Daya Maksimum PV[2]

Berbagai algoritma pelacakan titik daya maksimum (MPPT) dilakukan[3], seperti Algoritme Perturb and Observe (P&O) dengan memaksimalkan produktivitas matahari melalui pergerakan modul PV terhadap lintasan matahari dari timur ke barat[4]. Algoritma P&O baru yang disempurnakan dengan kontrol variabel tegangan dua langkah untuk mengintegrasikan kinerja sistem MPPT Photovoltaic, tegangan dua langkah tersebut menjamin respons pelacakan cepat, dan pada saat yang sama menjamin osilasi rendah[5], kemudian perbandingan simulasi antara dua teknik MPPT yang berbeda dari sistem PV yang menerapkan algoritma Salp Swarm Optimization (SSO) dan P&O, dimana algoritma SSO mampu mencapai MPP lebih cepat dibandingkan dengan teknik P&O[6]. Konverter Boost DC-DC yang sederhana dan efisien digunakan sebagai algoritma MPPT untuk tingkat lanjut dari algoritma (P&O), dimana konverter mampu mengatasi inkonsistensi output panel surya untuk menghasilkan output daya maksimum dari PV[7], kemudian mode kerja konverter divalidasi dari berbagai kondisi atmosfer[8]. Gambar 2 dibawah menunjukan diagram strategi optimasi sistem PV dan Tabel 1 menunjukan karakteristik dari teknik MPPT.



Gambar 2. Diagram Strategi Optimasi Sistem PV

Tabel 1. Karakteristik Utama dari Teknik MPPT

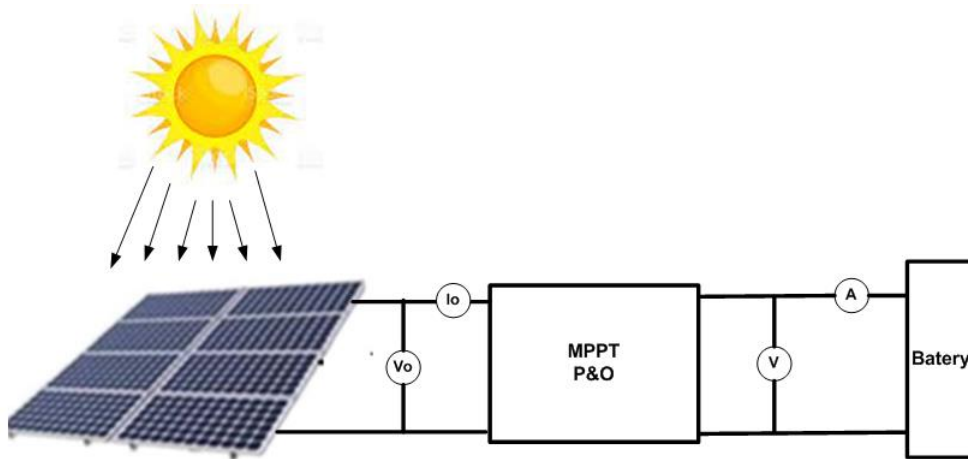
Ref	Teknik MPPT	Sistem PV	Tipe Converter	Analog / Digital	Kecepatan Convergensi	Parameter Sensor
[9]	PSO	PV Panel	Boost Converter	Digital	High	V and I
[10]	P&O	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	V and I
[11]	Incremental-Fuzzy Logic	PV Array	Boost Converter	Digital	High	V and I
[12]	P&O	PV Panel	Buck Converter	Digital	High	V and I
[6]	Neural Network	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	Irradiance
[13]	RCC	PV Panel	Boost Converter	Analog	Medium	V and I
[14]	PSO	PV Array	Buck-Boost Converter	Digital	Medium	V and I
[15]	Fuzzy Logic	PV Panel	Buck-Boost Converter	Digital	Medium	V and I

Berbagai teknik pelacakan titik daya maksimum (MPPT) dari sistem Photovoltaic telah banyak diusulkan sebagai strategi optimasi daya dalam kinerja sistem Photovoltaic.

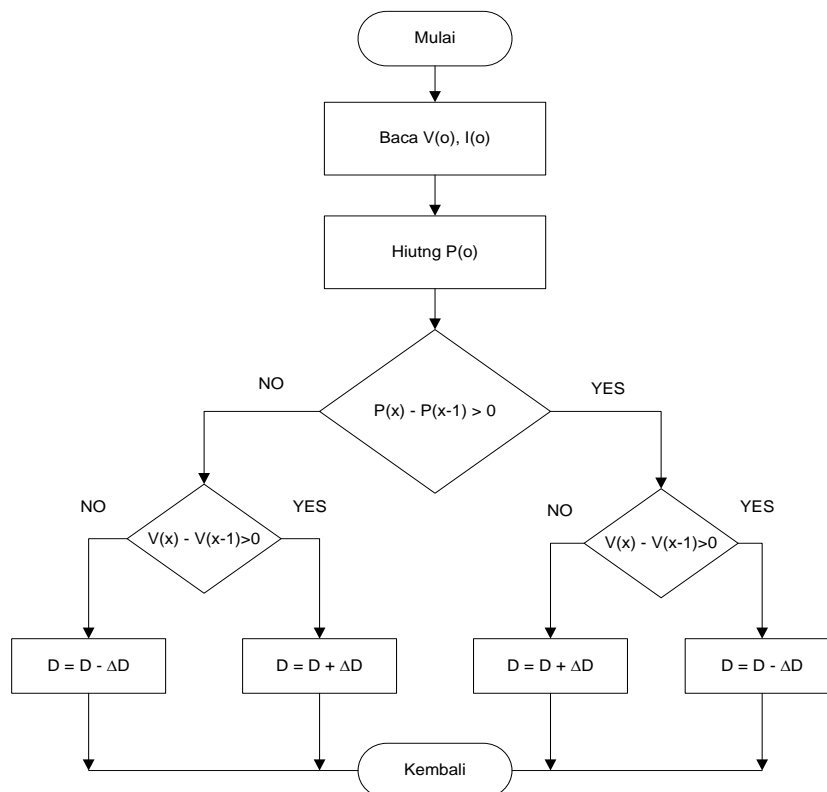
2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, Algoritma P&O yang diusulkan adalah menggunakan DC-DC Boost konverter. Integrasi kinerja sistem MPPT adalah menggunakan metode langsung pada rangkaian DC-DC konverter.

2.1 Algoritma P&O



Gambar 3. Blok Rangkaian MPPT Algoritma P&O



Gambar 4. Flowchart Algoritma P&O

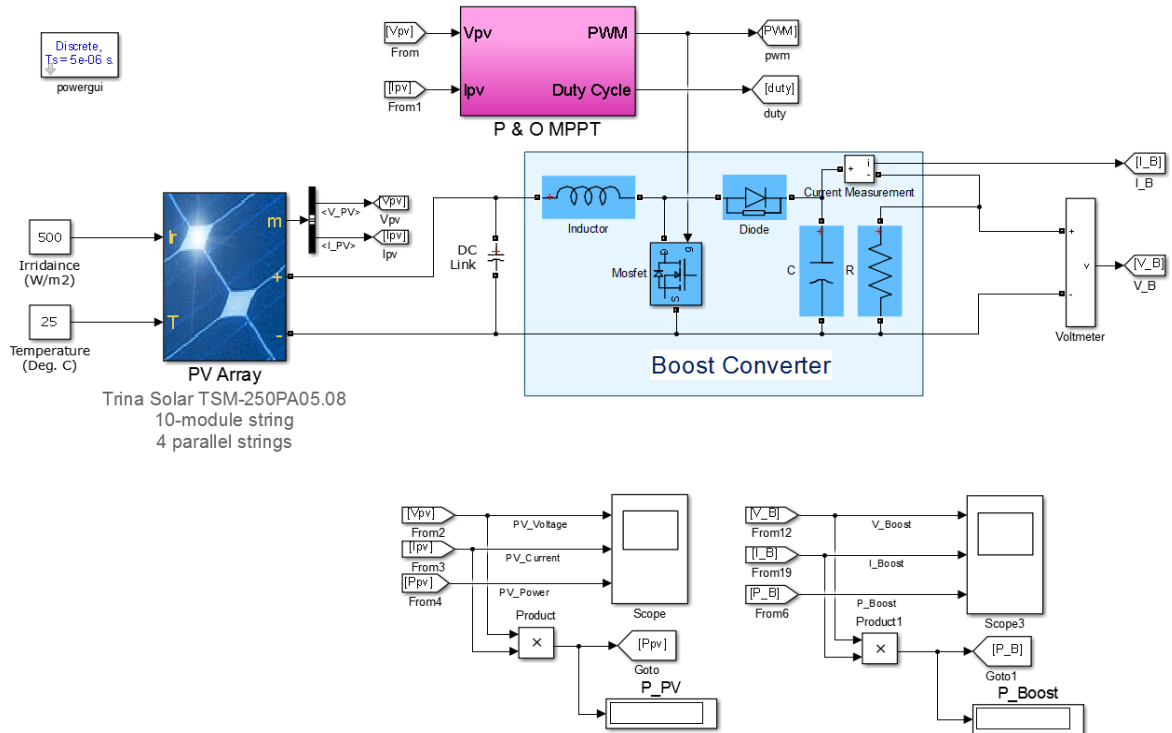
Algoritma Perturb and Observe (P&O) adalah salah satu algoritma yang sering digunakan dalam teknik MPPT (Maximum Power Point Tracking) untuk mengekstrak daya maksimum dari panel surya atau sumber energi terbarukan lainnya. Algoritma P&O secara iteratif memantau perubahan daya saat memvariasikan tegangan pengecasan dan mengambil keputusan berdasarkan perubahan tersebut.

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam algoritma Perturb and Observe:

- 1) Baca tegangan dan arus: Baca tegangan dan arus keluaran dari panel surya.
 - 2) Hitung daya: Kalikan tegangan dengan arus untuk mendapatkan daya keluaran saat ini.
 - 3) Perubahan tegangan: Pada langkah awal, variasikan tegangan pengecasan dengan jumlah langkah yang ditentukan sebelumnya. Misalnya, naikkan tegangan sebesar ΔV .
 - 4) Baca tegangan dan arus baru: Baca tegangan dan arus keluaran baru setelah perubahan tegangan.
 - 5) Hitung perubahan daya: Bandingkan daya baru dengan daya sebelumnya. Jika daya baru lebih besar, artinya langkah perubahan tegangan sebelumnya mengarah ke arah daya maksimum. Lanjutkan dengan langkah 6. Jika daya baru lebih kecil, artinya langkah perubahan tegangan sebelumnya bergerak menjauhi daya maksimum. Arahkan ke langkah 7.
 - 6) Perturbasi yang sama: Lanjutkan dengan langkah perubahan tegangan sebelumnya. Ini berarti perubahan tegangan pada langkah sebelumnya mengarah ke arah daya maksimum.
 - 7) Perubahan arah perturbasi: Ubah arah perubahan tegangan. Jika perubahan tegangan sebelumnya adalah peningkatan, ubah menjadi penurunan, dan sebaliknya.
 - 8) Ulangi langkah 3-7: Lakukan langkah-langkah ini secara terus-menerus dengan interval waktu yang ditentukan.
- Dengan terus memantau perubahan daya dan memvariasikan tegangan pengecasan berdasarkan perubahan tersebut, algoritma Perturb and Observe secara bertahap mendekati titik daya maksimum pada kurva karakteristik daya-arus dari panel surya atau sumber energi terbarukan lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

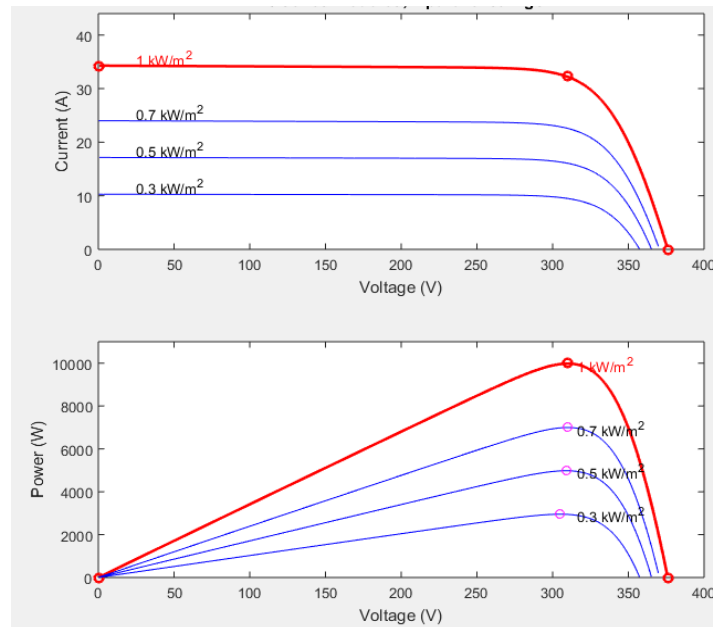
Penelitian ini menyajikan *DC-DC Boost Converter* yang sangat efisien untuk sistem Photovoltaic karena kemampuannya untuk menghasilkan tenaga secara langsung. Kinerja solusi yang diusulkan dievaluasi melalui analisis ketersediaan sinar matahari (iradiasi matahari) dan suhu lingkungan dengan algoritma P & O menggunakan MATLAB/Simulink, seperti gambar 9 dibawah.



Gambar 9. Rangkaian simulasi MATLAB

Pada penelitian ini PV bekerja pada iradiasi matahari konstan selama 5 jam kemudian suhu sekitar adalah 25°C. Iradiasi matahari diasumsikan masing-masing sebesar 300 W/m², 500 W/m², 700 W/m² dan 1000 W/m².

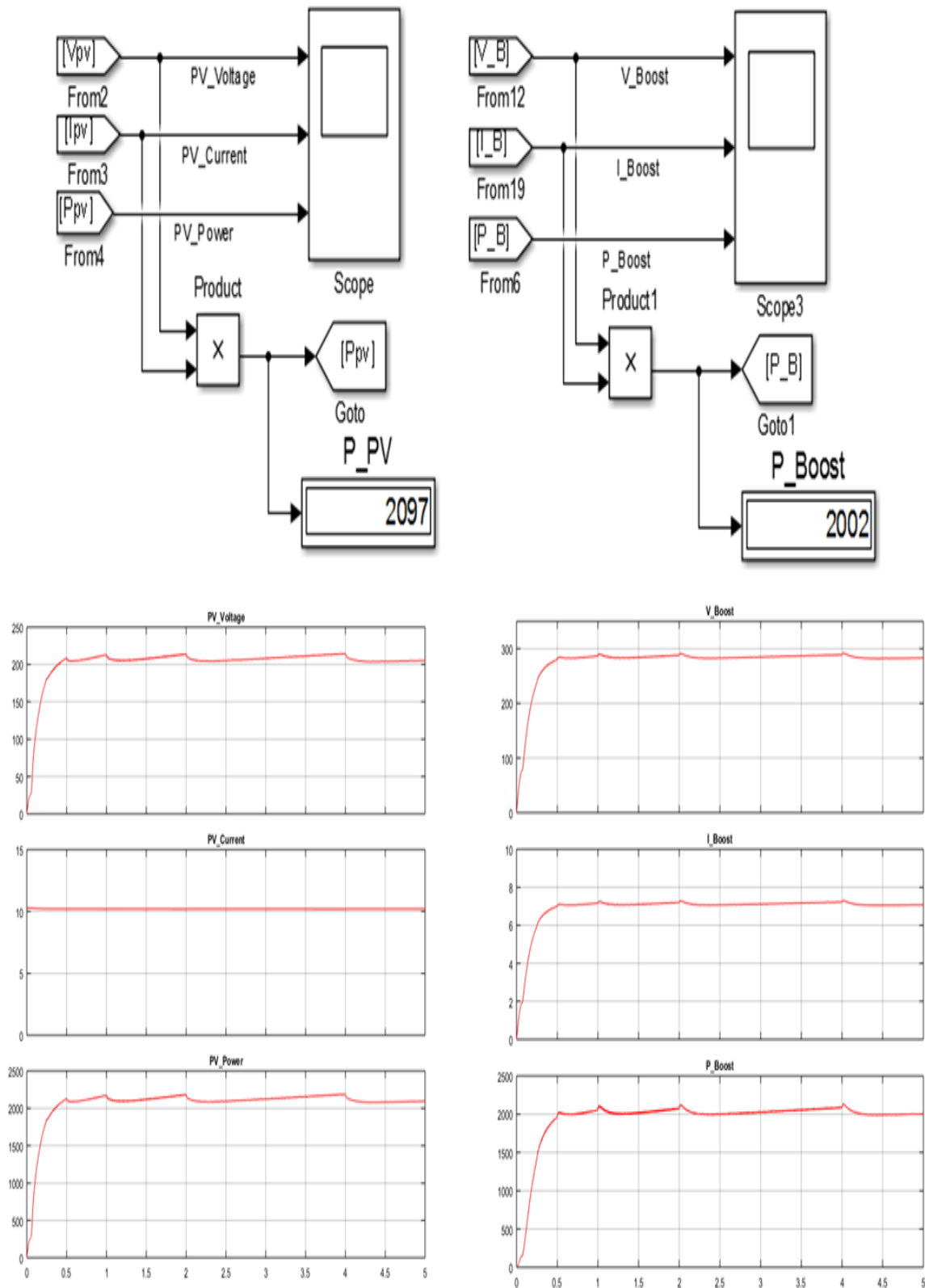
Parameter dan karakteristik PV yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada gambar 10 dibawah.



Gambar 10. Parameter dan Karakteristik PV

Pengujian PV pada Iradiasi 300 W/m²

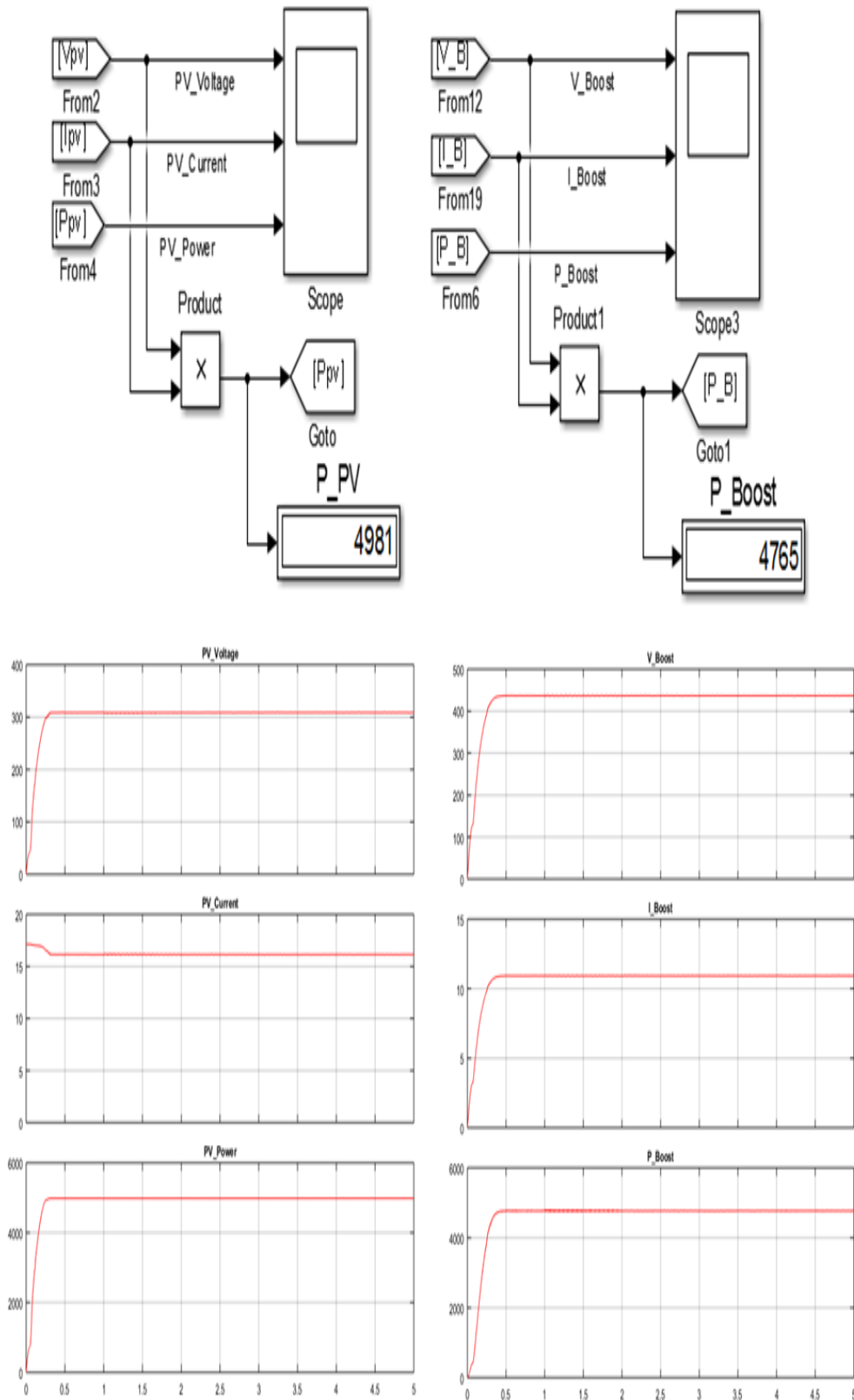
Untuk melihat kinerja algoritma MPPT P&O berdasarkan karakteristik PV. Pada penelitian ini diasumsikan pengujian saat kondisi tertentu dimana didapat iradiasi matahari sebesar 300 W/m² dan suhu sekitar sebesar 25°C. Adapun hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 11 dibawah.



Gambar 11. Pengujian PV Iradiasi 300 W/m²

Pengujian PV pada Iradiasi 500 W/m²

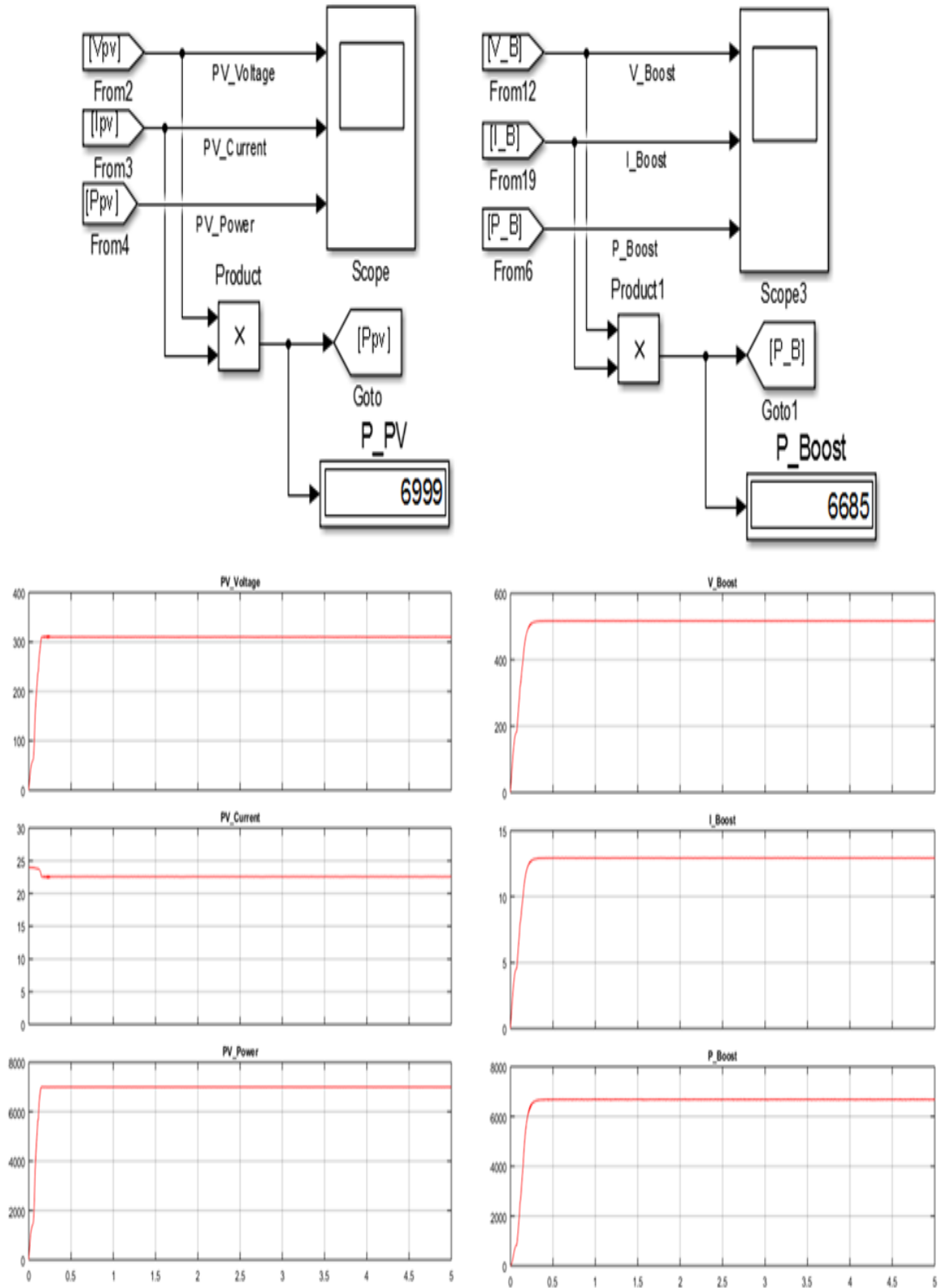
Kinerja algoritma MPPT P&O berdasarkan karakteristik PV saat kondisi iradiasi matahari sebesar 500 W/m² dan suhu sekitar sebesar 25°C diperlihatkan pada gambar 12 dibawah.



Gambar 12. Pengujian PV Iradiasi 500 W/m²

Pengujian PV pada Iradiasi 700 W/m^2

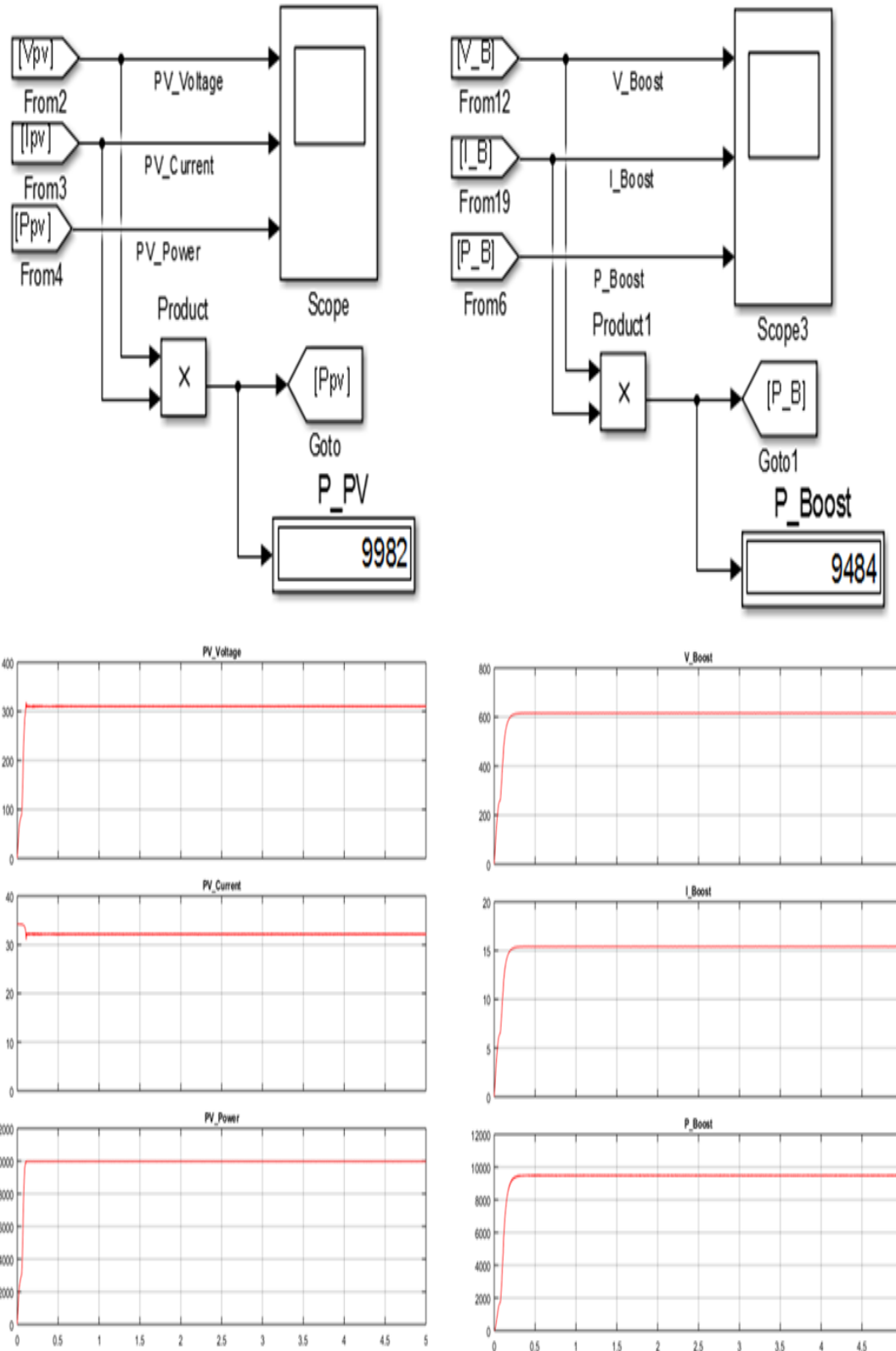
Kinerja algoritma MPPT P&O berdasarkan karakteristik PV saat kondisi iradiasi matahari sebesar 700 W/m^2 dan suhu sekitar sebesar 25°C diperlihatkan pada gambar 13 dibawah.



Gambar 13. Pengujian PV Iradiasi 700 W/m^2

Pengujian PV pada Iradiasi 1000 W/m²

Kinerja algoritma MPPT P&O berdasarkan karakteristik PV saat kondisi iradiasi matahari sebesar 1000 W/m² dan suhu sekitar sebesar 25°C diperlihatkan pada gambar 14 dibawah.



Gambar 14. Pengujian PV Iradiasi 1000 W/m²

Hasil pengujian dari gambar 11 diatas didapat efesiensi kinerja MPPT P&O sebesar 95,47% dimana boost konverter mampu menaikkan tegangan PV dari 200 volt menjadi 300 volt, sedangkan hasil pengujian PV Iradiasi 500 W/m² dari gambar 12 diatas didapat efesiensi kinerja MPPT P&O sebesar 95,66% dimana boost konverter mampu menaikkan tegangan PV dari 300 volt menjadi 440 volt.

Kemudaian hasil pengujian PV Iradiasi 700 W/m² dari gambar 13 diatas didapat efesiensi kinerja MPPT P&O sebesar 95,51% dimana boost konverter mampu menaikkan tegangan PV dari 300 volt menjadi 510 volt, sedangkanh hasil pengujian PV Iradiasi 1000 W/m² dari gambar 14 diatas didapat efesiensi kinerja MPPT P&O sebesar 95,01% dimana boost konverter mampu menaikkan tegangan PV dari 300 volt menjadi 600 volt.

Keluaran arus MPPT dari masing-masing keadaan iradiasi matahari terdapat penurunan dari sumber PV, yaitu untuk iradiasi matahari 300 W/m² didapat 10,48 amper menjadi 6,67 ampere, untuk iradiasi matahari 500 W/m² didapat 16,60 amper menjadi 10,82 ampere. Kemudian untuk iradiasi matahari 700 W/m² didapat 23,33 amper menjadi 13,11 ampere, untuk iradiasi matahari 1000 W/m² didapat 33,27 amper menjadi 15,81 ampere.

4. KESIMPULAN

Algoritma MPPT P&O memiliki beberapa kelemahan, seperti kemungkinan osilasi di sekitar titik daya maksimum akibat perubahan tegangan yang terus-menerus atau pada saat tegangan turun. MPPT dengan konverter DC-DC Boost yang diusulkan mendapatkan pelacakan MPP osilasi rendah dan mendapatkan respon cepat serta dinamis selama kondisi cuaca stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sepannur Bandri, "Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Panel Surya," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 106–113, 2021.
- [2] M. S. Wasim, M. Amjad, S. Habib, M. A. Abbasi, A. R. Bhatti, and S. M. Mueen, "A critical review and performance comparisons of swarm-based optimization algorithms in maximum power point tracking of photovoltaic systems under partial shading conditions," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 4871–4898, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.03.175.
- [3] A. Belay Kebede and G. Biru Worku, "Comprehensive review and performance evaluation of maximum power point tracking algorithms for photovoltaic system," *Glob. Energy Interconnect.*, vol. 3, no. 4, pp. 398–412, 2020, doi: 10.1016/j.gloi.2020.10.008.
- [4] M. Kamran, M. Mudassar, M. R. Fazal, M. U. Asghar, M. Bilal, and R. Asghar, "Implementation of improved Perturb & Observe MPPT technique with confined search space for standalone photovoltaic system," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 32, no. 7, pp. 432–441, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2018.04.006.
- [5] H. Attia and S. Ulusoy, "A new perturb and observe MPPT algorithm based on two steps variable voltage control," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 12, no. 4, pp. 2201–2208, 2021, doi: 10.11591/ijpeds.v12.i4.pp2201-2208.
- [6] M. H. M. Ali, M. M. S. Mohamed, N. M. Ahmed, and M. B. A. Zahran, "Comparison between P&O and SSO techniques based MPPT algorithm for photovoltaic systems," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 32–40, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i1.pp32-40.
- [7] L. Masevhe and E. N. Maluta, "Assessment of photovoltaic power output using the estimated global solar radiation at Vuwani Science Resources Centre," *Cogent Eng.*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1080/23311916.2022.2105031.
- [8] A. Raj and R. P. Praveen, "Highly efficient DC-DC boost converter implemented with improved MPPT algorithm for utility level photovoltaic applications," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 13, no. 3, p. 101617, 2022, doi: 10.1016/j.asej.2021.10.012.
- [9] A. Fathy, A. Ben Atitallah, D. Yousri, H. Rezk, and M. Al-Dhaifallah, "A new implementation of the MPPT based raspberry Pi embedded board for partially shaded photovoltaic system," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 5603–5619, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.04.035.
- [10] A. S. Saidi *et al.*, "A novel approach in stand-alone photovoltaic system using MPPT controllers

- & NNE,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 1973–1984, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2021.01.006.
- [11] K. Loukil, H. Abbes, H. Abid, M. Abid, and A. Toumi, “Design and implementation of reconfigurable MPPT fuzzy controller for photovoltaic systems,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 319–328, 2020, doi: 10.1016/j.asej.2019.10.002.
- [12] T. Abderrahim, T. Abdelwahed, and M. Radouane, “Improved strategy of an MPPT based on the sliding mode control for a PV system,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 3074–3085, 2020, doi: 10.11591/ijece.v10i3.pp3074-3085.
- [13] M. Ouremchi, S. El Mouzouade, K. El Khadiri, A. Tahiri, and H. Qjidaa, “Integrated energy management converter based on maximum power point tracking for photovoltaic solar system,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 1211–1222, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i2.pp1211-1222.
- [14] T. Winarno, L. N. Palupi, A. Pracoyo, and L. Ardhenta, “MPPT control of PV array based on PSO and adaptive controller,” *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 18, no. 2, pp. 1113–1121, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i2.14845.
- [15] U. H. Salman, S. Fleyeh Nawaf, and M. Omar Salih, “Studying and analyzing the performance of photovoltaic system by using fuzzy logic controller,” *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 11, no. 3, pp. 1687–1695, 2022, doi: 10.11591/eei.v11i3.3680.