

# Penggunaan Algoritma *Peturb And Observe* (Pno) dalam Studi Penggunaan Sepic dan Zeta Konverter untuk *Maximum Power Point Tracker* (Mppt) pada *Photovoltaic Statis*

Efrita Arfah Zuliari<sup>1</sup>, Ciptian Wieried Priananda<sup>2</sup>, Subuh Isnur Haryudo<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

<sup>1</sup>[efrita.zuliari@gmail.com](mailto:efrita.zuliari@gmail.com)

<sup>2</sup>[ciptian.junior@gmail.com](mailto:ciptian.junior@gmail.com)

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

<sup>3</sup>[subuhisnur@unesa.ac.id](mailto:subuhisnur@unesa.ac.id)

**Abstract** - Photovoltaic (PV) is one of the equipments used to convert solar energy that can be used as an alternative source of renewable energy. The effectiveness of PV can be improved by operating the the PV panel at optimum point by using the MPPT algorithm. This study will present a comparative study of the use of the SEPIC converter and Zeta converters for applications using MPPT algorithm *Peturb and Observe* (PNO). The results of the characteristics of the two converters will be compared, while the parameters are compared include input-output voltage, voltage ripple and input-output power.

**Keywords:** MPPT, SEPIC, Zeta, PNO

## I. PENDAHULUAN

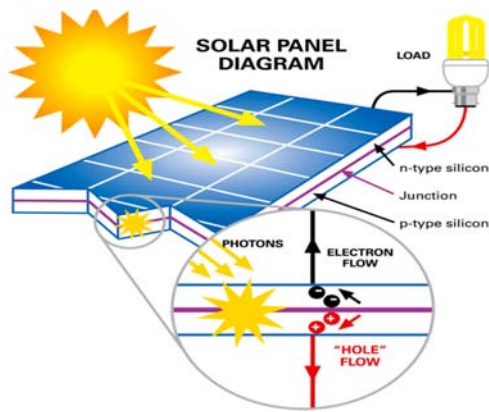
*Photovoltaic* (PV) adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mengonversi energi terbarukan dari sinar matahari. PV menawarkan banyak keuntungan seperti tidak adanya polusi dan emisi serta memiliki biaya perawatan yang relatif murah. PV memiliki potensi yang besar untuk diaplikasikan di area yang banyak terpapar radiasi matahari, seperti negara Indonesia yang beriklim tropis dan terkena paparan sinar matahari sepanjang tahun. PV hanya memiliki efisiensi kurang dari 30 persen dari jumlah energi yang diterimanya. Efisiensi PV dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan temperatur permukaan PV. MPPT adalah salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan efektifitas pemanenan energi menggunakan PV [5]. Banyak metode yang umum secara luas digunakan semisal *Peturb and Observe* (PnO), *incremental Conductance*, metode numerik dan pendekatan metaheuristik seperti *Artificial Intelligent* (AI). PV adalah peralatan yang menghasilkan kurva tegangan dan arus DC, sehingga diperlukan konverter DC-DC ataupun konverter DC-AC apabila

akan diinjeksikan dan disinkronkan pada grid [6]. Secara umum konverter yang sering digunakan adalah konverter dengan topologi *Boost Converter*. *Boost Converter* sering digunakan apabila tegangan output yang dikehendaki adalah lebih besar dibandingkan dengan tegangan inputnya. Apabila tegangan input terlalu besar maka diperlukan konverter jenis lain yang juga bisa digunakan untuk menurunkan tegangan outputnya lebih rendah daripada tegangan inputnya. SEPIC dan Zeta konverter dipilih karena memiliki kemampuan untuk menaikkan turunkan tegangan outputnya dengan jangkauan kerja yang relatif lebar dengan variasi tegangan input. Kedua konverter ini akan coba untuk digunakan dan diuji karakteristiknya untuk MPPT. Hasil dari uji karakteristik konverter ini akan dianalisis dan disajikan dalam penelitian ini.

## II. KAJIAN PUSTAKA

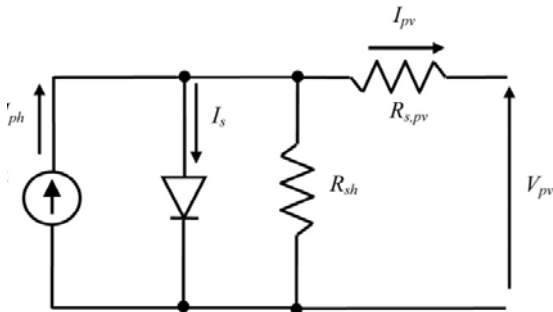
### A. Karakteristik *Photovoltaic*

*Photovoltaic* silikon adalah sebuah dioda yang dibentuk dari tiga buah layer tipe-n dibagian atas dan sebuah layer tipe-p dibagian bawah. Elektron bebas digerakkan oleh tumbukan jutaan photon yang didapat dari paket radiasi sinar matahari yang memapar layer *interface* yang menyebabkan arus listrik mengalir [5]. Setiap sel *photovoltaic* seluas 1cm<sup>2</sup> menghasilkan tegangan listrik sekitar 500-600mV dengan arus sekitar 30mA pada radiasi sinar matahari sebesar 1000watt/m<sup>2</sup>. Gambar 1 menunjukkan prinsip kerja dari *photovoltaic*.



Gambar 1 prinsip kerja Photovoltaic [1][6]

Model ekuivalen dari PV ditunjukkan pada gambar 2, dimana sebuah sel PV dimodelkan sebagai sumber arus yang diparalel dengan dioda, dan memiliki tahanan seri dan tahanan paralel terhadap bias dioda [1].

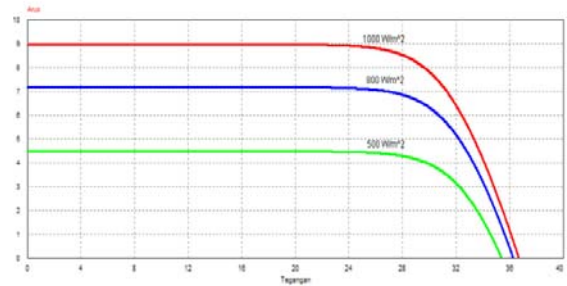


Gambar 2 Rangkaian Ekuivalen Photovoltaic

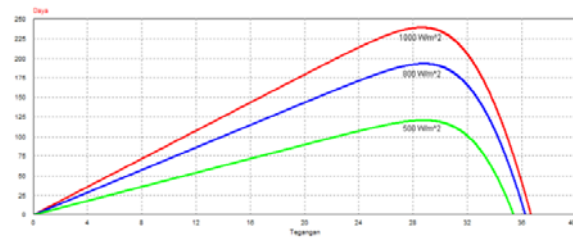
Dari gambar 2 didapatkan persamaan ekuivalen Photovoltaic sebagaimana persamaan 1 di bawah ini.

$$I = I_L - I_0 \left[ \frac{\exp.\left(\frac{V+IR_s}{nKT}\right) - 1}{q} \right] - \frac{(V+IR_s)}{R_{sh}} \quad (1)$$

Kemudian untuk kurva karakteristik PV ditunjukkan pada gambar 3. Gambar 3a menunjukkan gambar kurva karakteristik PV tegangan terhadap arus, sedangkan gambar 3b adalah gambar kurva karakteristik PV tegangan terhadap daya yang dipengaruhi oleh beberapa variabel radiasi sinar matahari yang mengenai permukaannya.



(a)

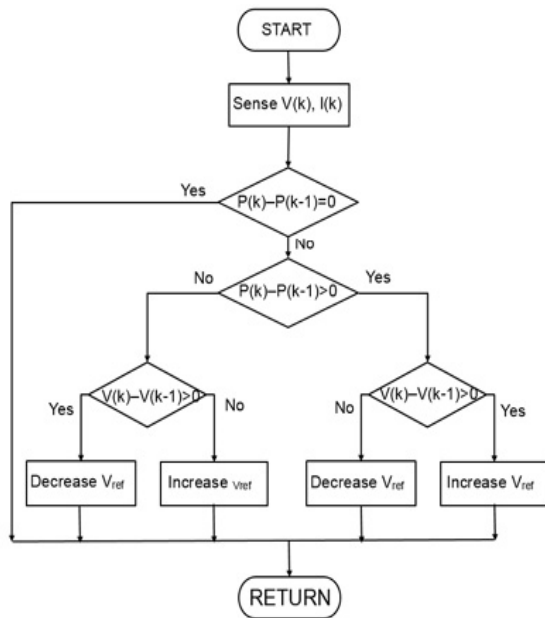


(b)

Gambar 3. Kurva karakteristik PV

### B. Algoritma Peturb and Observe (PnO)

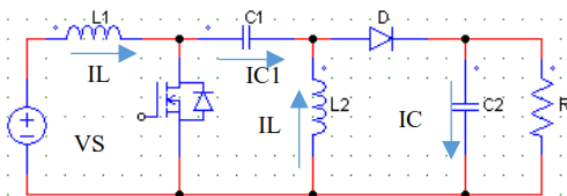
*Peturb and Observe* adalah algoritma yang banyak digunakan secara luas untuk mencari nilai optimal dari PV, karena hanya menggunakan sedikit parameter yang dituning dan struktur algoritma yang sederhana. Untuk kondisi praktikal, algoritma ini cukup handal digunakan dan memiliki respon yang selalu beresilasi didekat nilai optimalnya (MPP). Metode PnO ini bekerja berdasarkan teknik gangguan (*peturbation*) pada sistem dengan cara menambah atau mengurangi tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) sesuai dengan responnya yang diubah melalui parameter *dutycycle* kemudian dilakukan pengamatan (*observation*) terhadap respon daya yang keluar dari modul PV [4]. Ketika besarnya nilai daya saat ini  $P(K)$  dari modul PV lebih besar daripada besarnya daya sebelumnya  $P(K-1)$  maka arah dari parameter gangguan akan tetap dijaga, namun jika tidak maka arah dari parameter gangguan akan bergerak terbalik dari arah sebelumnya. Gambar 5 menunjukkan cara kerja dari algoritma PnO.



Gambar 5 Flowchart Algoritma PnO

C. Konverter SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter)

Konverter SEPIC adalah konverter yang bisa menaikkan tegangan output lebih tinggi atau lebih rendah dari pada tegangan inputnya [2]. Perbedaan Konverter SEPIC dengan konverter *Buck-Boost* adalah SEPIC memiliki tegangan output yang polaritasnya sama dengan polaritas dari tegangan inputnya (*non-inverting*). Gambar 6 adalah gambar proses *switching* pada konverter SEPIC pada saat beroperasi pada kondisi *steady state*.

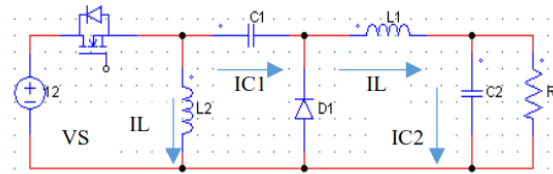


Gambar 6 Konverter SEPIC

D. Konverter ZETA

Konverter Zeta adalah konverter yang beroperasi pada mode CCM (*Continous Conduction Mode*) [5]. Pada konverter Zeta terdapat dua buah *state* rangkaian dalam satu periode *switching*. Yang pertama adalah ketika switch dalam kondisi konduksi (ON), dan yang kedua adalah ketika *switch* dalam kondisi tidak konduksi (OFF). Gambar 7 adalah gambar dari topologi konverter Zeta. Konverter Zeta terdiri dari sebuah Mosfet sebagai *switch*, sebuah dioda, dua buah kapasitor, dua buah induktor dan sebuah beban. Pada *state* pertama, induktor L1 dan L2 mengalami fase *energy charge*, pada *state* kedua induktor L1 dan L2 me-release energi yang telah tersimpan

sebelumnya (*energy discharge*). Energi yang telah di-release dari induktor L1 digunakan untuk mengisi kapasitor C1, sementara energi dari L2 ditransfer menuju beban.

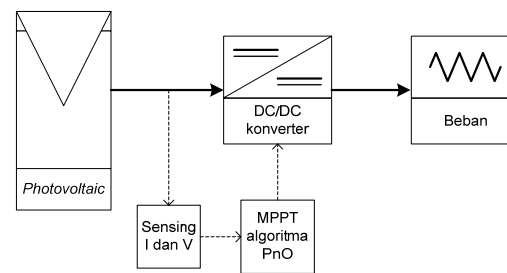


Gambar 7 Zeta Konverter

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Sistem MPPT

Blok diagram sistem simulasi bisa dilihat pada gambar 8. Simulasi dilakukan pada program PSIM dengan parameter sesuai dengan tabel 1 dan tabel 2.



Gambar 8 blok diagram sistem MPPT [3]

Untuk penggunaan *photovoltaic* yang digunakan spesifikasinya adalah sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1 spesifikasi Photovoltaic

Spesifikasi	Nilai
Jumlah sel	36
Maximum Power (Pmax)	60 W
Maximum Voltage (Vmpp)	17.6 V
Open Circuit Voltage (Vmax)	21.6 V
Maximum Current (Impp)	3.4 A
Short Circuit Current (Imax)	3.8 A

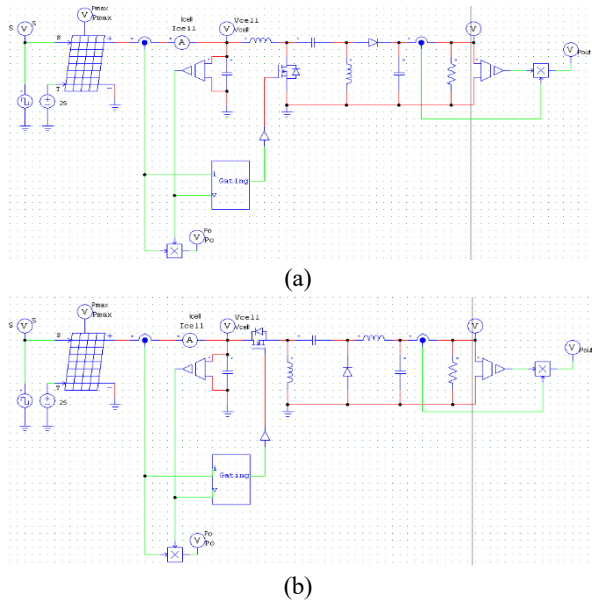
Untuk parameter dari konverter SEPIC dan ZETA yang digunakan bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Parameter SEPIC dan ZETA konverter

Komponen	SEPIC	ZETA
Duty Cycle	0.6	0.6
L1	1.28mH	2.4mH
L2	1.28mH	2.4mH
C1	36uF	18.8uF
C2	24uF	150uF

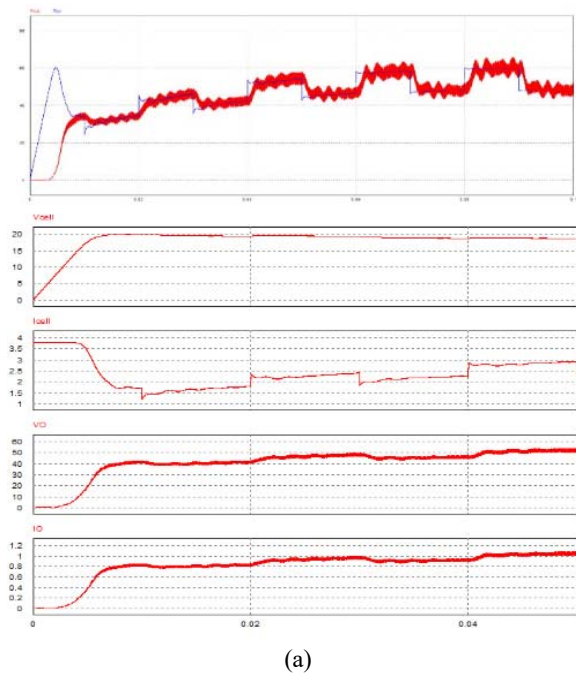
IV. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Gambar simulasi pada software PSIM dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut, adapun gambar 9 (a) adalah konverter SEPIC dan gambar 9 (b) adalah konverter ZETA.

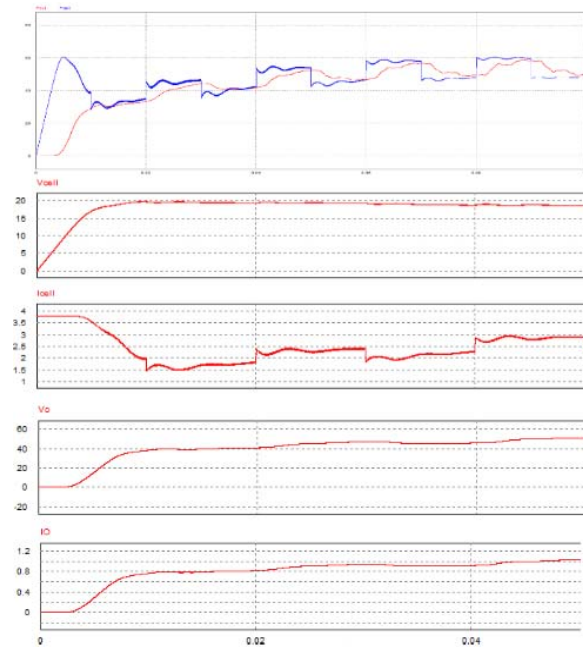


Gambar 9 konverter SEPIC dan ZETA

Pada test simulasi, parameter yang diamati adalah daya input dan daya output dari DC/DC konverter yang digunakan dengan level beban yang sama dan dengan algoritma PnO yang sama. Hasil dari simulasi bisa dilihat pada gambar 10 sebagai berikut.



(a)



(b)

Gambar 10 Hasil simulasi SEPIC dan ZETA

Pada gambar 10(a) adalah hasil simulasi dari rangkaian MPPT menggunakan konverter SEPIC, sedangkan gambar 10(b) adalah hasil simulasi rangkaian ZETA dengan menggunakan MPPT. Pada simulasi ini algoritma PnO diobservasi pada pengoperasian radiasi matahari sebesar  $1000 \text{ watt/m}^2$  dan pada suhu permukaan  $25^\circ\text{C}$ . Dari gambar 10 bisa dilihat bahwa algoritma PnO mampu untuk mengejar nilai dari MPP *photovoltaic*. Algoritma PnO bekerja berdasarkan prinsip gangguan (*peturbation*) pada variable terkontrol (*dutycycle*) dan pengamatan (*observation*) pada variable yang diamati (I, V dan P). Penambahan pada variable terkontrol terus berjalan positif apabila nilai daya sekarang lebih besar daripada nilai daya sebelumnya ( $P_k > P_{k-1}$ ) dan akan berjalan negatif (pengurangan) apabila nilai daya sekarang lebih rendah daripada nilai daya sebelumnya ( $P_k < P_{k-1}$ ). Baik konverter SEPIC maupun ZETA mampu dengan baik untuk diberikan algoritma MPPT dengan algoritma PnO. Perbedaan yang terlihat adalah munculnya besaran riak pada daya yang dihasilkan dari perkalian variabel tegangan dan arus. Dimana riak (*ripple*) pada penggunaan konverter SEPIC terlihat lebih besar daripada menggunakan konverter ZETA. Riak pada SEPIC konverter dominan disebabkan oleh riak variabel tegangan  $\Delta_0 = 2.8 \text{ V}$ , sementara pada konverter Zeta  $\Delta_0 = 50 \text{ mV}$ .

Dari polaritas tegangan outputnya, baik konverter SEPIC dan ZETA memiliki polaritas yang sama dengan tegangan inputnya. Berbeda apabila kita menggunakan konverter Buck – Boost dimana polaritas outputnya akan terbalik jika dibandingkan dengan tegangan inputnya. Sehingga

SEPIC dan ZETA konverter lebih baik untuk diterapkan sebagai konverter algoritma MPPT karena persamaan polaritas yang disisi input dan output.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Penelitian ini menyajikan studi perbandingan penggunaan konverter DC / DC untuk algoritma MPPT yang sama yaitu algoritma PnO. Dari hasil simulasi dan analisis terlihat bahwa baik SEPIC maupun ZETA konverter bisa dengan baik untuk diterapkan sebagai konverter MPPT *photovoltaic*. Untuk ripple yang dihasilkan oleh konverter SEPIC dan ZETA terlihat bahwa ripple yang relatif lebih kecil yang muncul pada simulasi ZETA terlihat lebih baik untuk aplikasi MPPT. Sehingga bisa ditarik bahwa konverter ZETA akan lebih baik untuk digunakan sebagai konverter MPPT jika dibandingkan dengan konverter SEPIC, namun demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengambil kesimpulan lebih jauh terlebih disisi praktikal.

### B. Saran

Diperlukan verifikasi lebih lanjut perbandingan kedua konverter untuk diimplementasikan secara hardware.

## REFERENSI

- [1] Priananda, Ciptian Wieried., Endro Wahjono, Novie Ayub Windarko. 2013. *Maximum Power Point Tracker Photovoltaic Menggunakan Algoritma Biseksi*. Proyek Akhir PENS - ITS. Surabaya.
- [2] Ghozali, Muhammad Syafei. 2011. *Perbandingan Konverter CUK dan SEPIC untuk Pelacakan Titik Daya Maksimum Berbasis Panel Surya*. Jurnal Nasional Politeknik Batam.
- [3] H Abidi dkk. 2012. *MPPT Algorithm and Photovoltaic Array Emulator using DC/DC Converters*. IEEE.
- [4] Batzelis, E., Dolara, A., Foiadelli, F., Lazaroiu, G., & Leva, S. (2014). *An Explicit PV String Model Based on the Lambert Function and Simplified MPP Expression for Operation Under Partial Shading*. IEEE Transaction on Sustainable Energy, Vo. 5, No. 1.
- [5] Logeswaran, T., & Kumar, A. (2014). *A Review of Maximum Power Point Tracking Algorithms for PV Systems under Uniform and Non-Uniform irradiances*. Energy Procedia 54.
- [6] Priananda, Ciptian Wieried., Riny Sulistyowati 2015. *Analisis dan Simulasi Metode Hill Climbing untuk Maximum Power Point Tracker (MPPT) pada Photovoltaic Statis*. Semnas Tekpan ITATS Suarabaya.