

ANALISIS DAN SIMULASI METODE HILL CLIMBING UNTUK *MAXIMUM POWER POINT TRACKER* (MPPT) PADA PHOTOVOLTAIC STATIS

Ciptian Wieried Priananda^[1], Riny Sulistyowati^[2]

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^[1,2]

Email : ciptian.junior@gmail.com

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) is a device used to convert solar radiation energy into electrical energy which is popularly used in countries with large exposure to sunlight throughout the year. Research on the use of PV is very intense because PV has great potential for energy conservation and environmentally friendly. Besides, it also answers the challenges of the energy crisis that must be resolved with the construction of large-scale generating systems that should not rule out the impact on the environment. However, the use of PV to produce electrical energy felt still less efficient. Required peak power tracking method on the PV to make electrical energy production becomes more efficient. This study tried to present an analysis of peak power tracking method using Hill Climbing theoretically using PSIM simulation software. Hill Climbing method using power changes in the approach to the voltage close to zero by changing the PWM variable ignition mosfet used in Boost Converter topology. The expected power output of PV production will approach its maximum potential so using PV energy harvesting will be more efficient.

Key Word : photovoltaic, Hill Climbing, Boost Converter

ABSTRAK

*Photovoltaic (PV) merupakan salah satu device yang digunakan untuk mengonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik yang cukup populer digunakan di negara-negara dengan paparan sinar matahari yang besar sepanjang tahun. Penelitian tentang penggunaan PV sangat gencar dilakukan karena PV memiliki potensi konversi energi yang besar dan ramah lingkungan. Disamping itu juga menjawab tantangan krisis energi yang harus segera diselesaikan dengan pembangunan sistem pembangkit besar-besaran yang tidak boleh mengesampingkan dampak pada lingkungan. Namun demikian, penggunaan PV untuk memproduksi energi listrik dirasakan masih kurang efisien. Diperlukan metode penjejak daya puncak pada PV untuk membuat produksi energi listrik menjadi lebih efisien. Penelitian ini mencoba menyajikan analisis metode penjejak daya puncak menggunakan metode *Hill Climbing* secara teoritis menggunakan software simulasi PSIM. Metode *Hill Climbing* menggunakan pendekatan perubahan daya terhadap tegangan yang mendekati nol dengan mengubah variabel PWM pada penyulutan mosfet yang digunakan pada topologi *Boost Converter*. Diharapkan daya keluaran produksi PV akan mendekati potensi maksimumnya sehingga pemanenan energi menggunakan PV akan lebih efisien.*

Kata kunci : *photovoltaic, Hill Climbing, Boost Converter*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki potensi besar akan penggunaan sumber energi matahari. Dengan berada pada garis khayal khatulistiwa menyebabkan Indonesia akan terpapar sinar matahari setiap hari sepanjang tahun dengan melimpah. Sehingga penggunaan *device* untuk mengonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik akan sangat mudah digunakan dan bisa diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari untuk menunjang dan memenuhi kebutuhan akan energi listrik. *Photovoltaic* (PV) menjadi sumber energi terbarukan yang paling penting yang menawarkan banyak keuntungan seperti tanpa memerlukan bahan bakar minyak, tidak menghasilkan polusi, serta rendah biaya perawatan rendah dan zero emisi. Akan tetapi, pada proses konversi energi tersebut masih diperlukan metode untuk menemukan titik dimana daya yang dihasilkan oleh PV menjadi maksimum, titik ini dinamakan dengan *Maximum Power Point* (MPP).

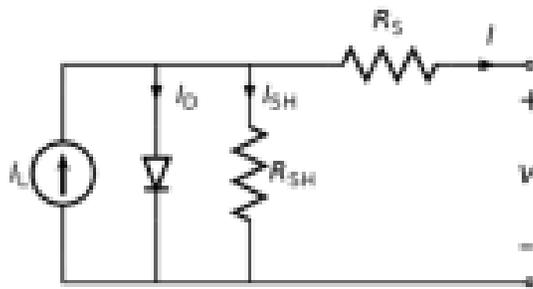
Metode yang digunakan untuk menemukan titik ini disebut dengan metode *Maximum Power Point Tracker (MPPT)*.

Metode MPPT ini kemudian mulai dikembangkan dan muncul bermacam-macam algoritma untuk kondisi-kondisi PV yang bermacam-macam. Algoritma *Hill Climbing* akan coba digunakan untuk pembuatan MPPT dengan menggunakan konverter *DC to DC Boost Converter*. Penggunaan MPPT pada PV ini akan memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah lekas terpuhinya keseimbangan daya yang diminta (daya beban) dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit.

TINJAUAN PUSTAKA

Panel Surya

Model matematika banyak dikembangkan untuk menirukan karakteristik elektrikal dari Photovoltaic. Gambar 1. menunjukkan rangkaian pengganti sel surya, dimana I dan V adalah arus dan tegangan sel surya, kemudian, I_L adalah cell's photocurrent. R_{SH} dan R_S adalah tahanan shunt dan tahanan seri dari sel surya. [1]



Gambar 1. Rangkaian pengganti sel surya

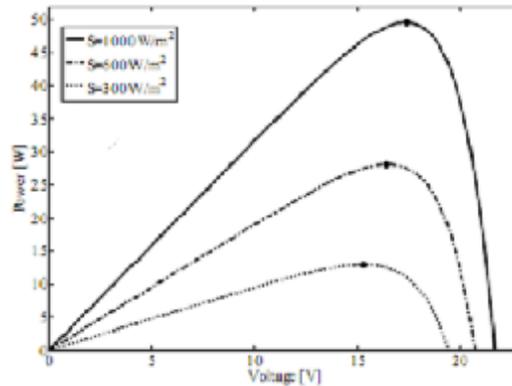
Persamaan dari rangkaian pengganti diatas adalah :

$$I = I_L - I_o \left\{ \exp \left[\frac{q(V + IR_S)}{nkT} \right] - 1 \right\} - \frac{V + IR_S}{R_{SH}}$$

Dimana :

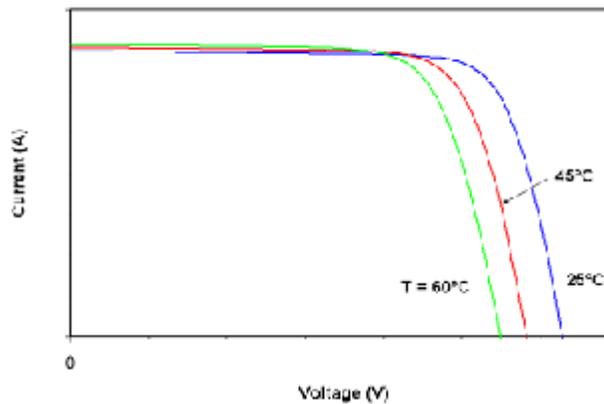
- I_o : arus saturasi reverse (Ampere)
- n : faktor ideal dioda (bernilai 1 untuk dioda ideal)
- q : pengisian electron ($1.602 \cdot 10^{-19}$ C)
- k : konstanta Boltzman ($1.3806 \cdot 10^{-23}$ J.K-1)
- T : temperature sel surya ($^{\circ}$ K)

Pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** di bawah ini menunjukkan kurva karakteristik keluaran sel surya adalah non-linier dan sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari, temperatur dan kondisi pembebanan.



Gambar 2 . Karakteristik P-V (daya terhadap tegangan) untuk beberapa intensitas radiasi

Pada **Gambar 2**, tiap noktah yang berada dipuncak masing-masing kurva adalah mewakili titik *Maximum Power Point* (MPP) dari masing-masing kondisi intensitas radiasi.



Gambar 3 . Karakteristik I-V pada temperatur permukaan sel surya yang berbeda

Sementara pada **Gambar 3**, adalah menunjukkan kurva arus terhadap tegangan dengan berbagai kondisi temperatur pada permukaan *photovoltaic*.

Dalam perancangan simulasi panel surya, dibutuhkan beberapa parameter untuk mendapatkan kurva karakteristik sesuai dengan *datasheet* panel yang disimulasikan menggunakan *Photovoltaic 50 Watt Peak*. Beberapa parameter panel surya ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1 Parameter 50 Watt Peak

Parameter	Nilai
Maximum Power Point (MPP)	50 W
Open Circuit Voltage	21.6 V
Short Circuit Current (Isc)	3.04 A
Maksimum Power Voltage (Vmp)	17.6 V
Maksimum Power Current (Imp)	2.84 A

Algoritma *Hill Climbing*

Seperti diketahui bahwa karakteristik daya keluaran *Photovoltaic* sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari dan temperatur permukaannya. Sehingga dalam arti lain juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan kondisi waktu harian matahari. Dari persoalan tersebut akan muncul beberapa kurva karakteristik sesuai dengan parameter tersebut. Dari persoalan ini diperlukan sebuah algoritma untuk mencari titik daya maksimum (MPP) dan algoritma ini menjaga pada titik kerja tersebut. Terdapat beberapa cara untuk menjejak titik daya maksimum tersebut seperti *Perturb and Observe*, *Incremental Conductance*, *Dynamic Approach*, *Temperature Methods* dll [2].

METODE

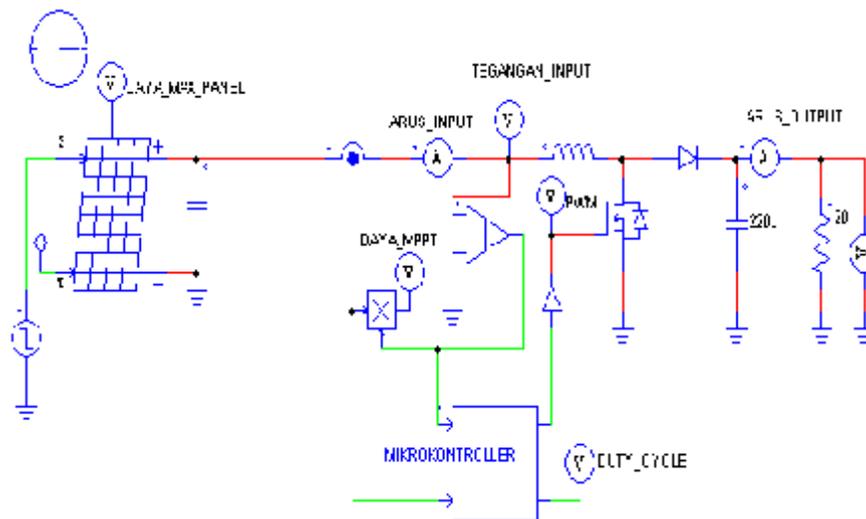
Untuk mengerjakan penelitian ini digunakan metodologi yang mencakup hal-hal sekuensial yang dilakukan secara sistematis untuk pengujian hipotesis dari penelitian yang dilakukan. Adapun urutan dari pengerjaan metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Studi literatur

Pengambilan dan pengumpulan data – data serta dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian ini. Literatur didapatkan dari buku – buku, makalah-makalah, dan beberapa forum diskusi ilmiah di internet.

Perancangan sistem

Setelah memahami literatur yang tersedia, maka bisa dimulai dengan perancangan software metode *Hill Climbing* menggunakan software PSIM. Sistem MPPT dirancang menggunakan topologi boost converter seperti pada gambar 5 dibawah ini.

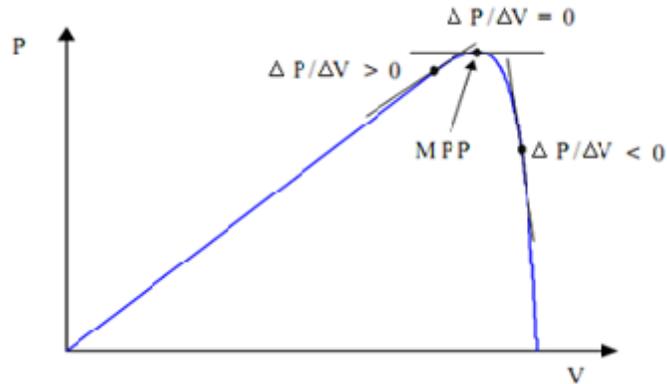


Gambar 4. MPPT menggunakan Boost Converter

Perancangan Algoritma MPPT *Hill Climbing*.

Penelitian ini akan mencoba menggunakan algoritma *hill climbing* sebagai algoritma kontrol MPPT karena komputasi yang mudah dan cepat. Algoritma ini mengacu pada karakteristik P-V dari *Photovoltaic* yang digunakan. Seperti pada **Gambar 5**, terdapat 3 jenis titik yang berada pada tiga buah posisi. Di sebelah kiri puncak adalah titik yang dirumuskan

secara matematis $\Delta P/\Delta V > 0$, titik puncak kurva adalah $\Delta P/\Delta V=0$ dan di sebelah kanan titik puncak $\Delta P/\Delta V < 0$.



Gambar 5 Posisi $\Delta P/\Delta V$ yang berbeda pada kurva daya *photovoltaic*

Maximum Power Point Tracker (MPPT) adalah suatu metode untuk mencari *maximum power point (mpp)* dari kurva karakteristik daya tegangan panel surya agar dapat mengambil nilai *duty cycle pulse width modulation* pada penyulutan mosfet *Boost Converter*. Dengan algoritma ini diharapkan konverter dapat menyalurkan daya maksimal dari panel surya ke beban. Algoritma *Hill Climbing* merupakan salah satu metode MPPT yang sangat mudah untuk diimplementasikan. Perancangan MPPT ini membutuhkan dua parameter untuk menentukan *slope* yaitu tegangan input konverter (V_{IN}) dan arus input konverter (I_{IN}), dua parameter ini akan dikombinasikan dan menghasilkan daya input konverter (P_{IN}) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{IN}(n) = V_{IN}(n) \times I_{IN}(n)$$

Dari dua parameter ini didapatkan Daya (P_{IN}), dan tegangan (V_{IN}), maka dibandingkan dengan parameter pembacaan data yang sebelumnya yaitu $P_{IN}(n-1)$ dan $V_{IN}(n-1)$. Hasil perbandingan itu didapatkan ΔP dan ΔI .

$$\Delta V = V_{IN}(n) - V_{IN}(n-1)$$

$$\Delta P = P_{IN}(n) - P_{IN}(n-1)$$

Dan hasil pembagian ΔP dan ΔV nantinya dinamakan *slope*.

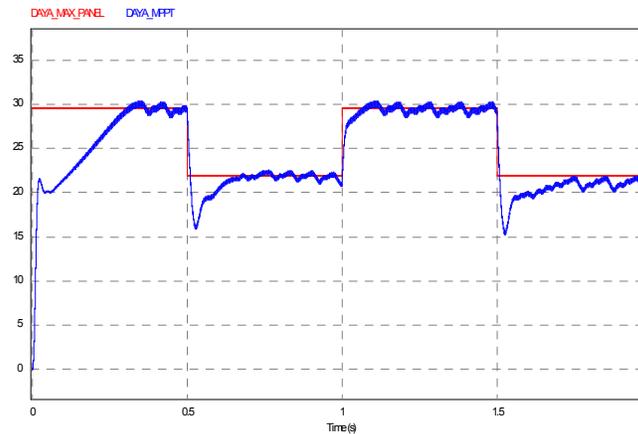
$$Slope = \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

Gambar 5 memperlihatkan salah satu kurva panel P-V yang mempresentasikan dasar dari metode algoritma hill climbing. MPP menunjukkan daerah dengan sinyal nol, yang menunjukkan nilai maksimum yang baru dan sebaliknya, jika nilai sinyal (*slope*) negatif, maka tegangan panel surya akan turun[1].

Arah *slope* ditentukan dengan perbandingan ΔP dan ΔV . Dengan karakteristik dari konverter boost didapatkan ketetapan arah dari *duty cycle*. Bila hasil perbandingan (*slope*) itu jika menghasilkan nilai positif maka nilai tegangan ditambah dan bila menghasilkan nilai negatif maka nilai tegangan dikurangi. Pada nilai tegangan apabila *duty cycle* dikurangi maka tegangan akan bertambah dan apabila *duty cycle* ditambah maka tegangan akan berkurang. Dengan menentukan *slope* maka didapatkan referensi *duty cycle* yang baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

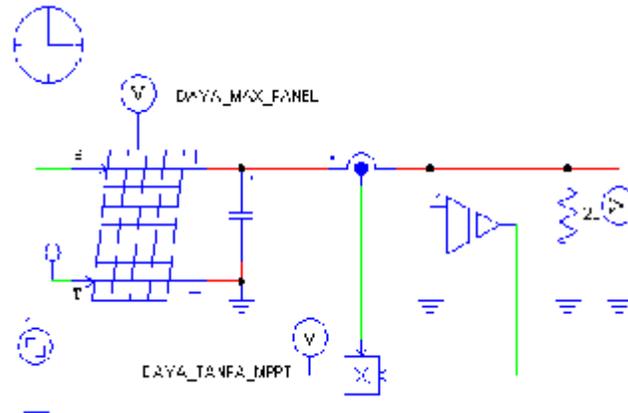
Dari semua perancangan sistem dan pembuatan algoritma MPPT maka dari hasil tersebut disimulasikan menghasilkan **Gambar 6**. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan menggunakan PV 50WP maka akan menghasilkan potensi daya 30 watt dan sekitar 23 watt, yang disesuaikan dengan intensitas radiasi yang diterima oleh permukaan PV.



Gambar 6 Hasil simulasi Sistem MPPT

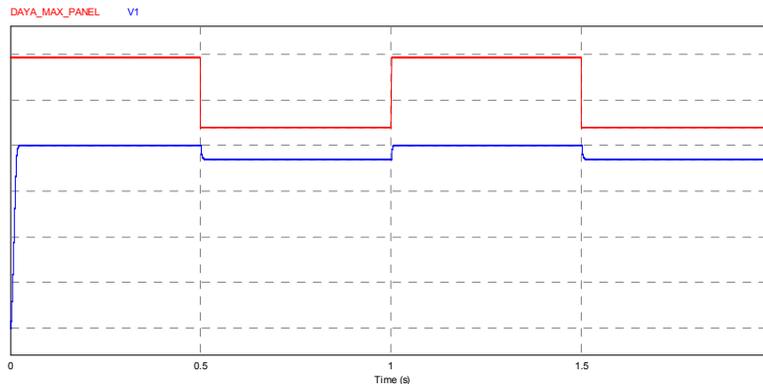
Dari hasil simulasi tersebut terlihat kurva berwarna merah yang merupakan potensi maksimal dari photovoltaic sementara kurva berwarna biru adalah kurva tracking dari MPPT yang dirancang. Dari **Gambar 6**, dapat dilihat bahwa kurva biru berusaha mengikuti kurva merah yang pada titik tertentu yaitu titik *steady state*, kurva biru terlihat berosilasi di sekitar kurva merah. Disinilah terbukti bahwa Algoritma MPPT terbukti mampu mengikuti dan menjejak daya puncak *photovoltaic*.

Sementara itu diperlukan data pembandingan antara simulasi yang menggunakan algoritma MPPT dengan sistem yang tanpa menggunakan algoritma MPPT. Sistem yang dirancang tanpa menggunakan algoritma MPPT bisa dilihat pada **Gambar 7**. Sistem yang dibangun tanpa menggunakan algoritma MPPT adalah sistem konvensional yang masih banyak digunakan di lapangan. Dimana sistem *photovoltaic* langsung digunakan untuk mensuplai beban atau langsung digunakan untuk mengisi *accumulator* (aki), baik elemen basah maupun elemen kering. Dengan menggunakan sistem seperti ini, daya yang berhasil dikonversi akan lebih rendah, dan terkadang terpaud sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi maksimumnya. Sehingga dengan metode konvensional bisa dikatakan menjadi tidak efisien.



Gambar 7. Perancangan Sistem Tanpa MPPT

Sementara hasil dari perancangan sistem tanpa menggunakan algoritma MPPT ini disajikan dalam **Gambar 8** berikut ini.



Gambar 8. Hasil simulasi sistem tanpa MPPT

KESIMPULAN

Dengan melihat pada hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa MPPT dengan metode *Hill Climbing* dapat bekerja dengan baik, lebih baik daripada metode konvensional. *Boost Converter* digunakan sebagai topologi konverter yang mengubah tegangan output lebih tinggi daripada tegangan input. Dengan penggunaan MPPT *Hill Climbing* terbukti membuat pemanenan daya puncak pada PV menjadi lebih efisien dan mendekati daya maksimumnya seperti dilihat pada **gambar 6**. Sementara jika dibandingkan dengan simulasi tanpa menggunakan MPPT daya yang dipanen tidak bisa mendekati daya maksimumnya.

REFERENSI

- [1] Dezs'o S'era, "Real-time Modelling, Diagnostics and Optimised MPPT for Residential PV systems", Aalborg University Institute of Energy Technology, Denmark.
- [2] Rusminto Tjatur Widodo, Rugianto, Asmuniv dan Purnomo Sejati. "Maximum Power Point Tracker Sel Surya Menggunakan Algoritma Perturb and Observe" PENS-ITS.

- [3] Susilo, Danang dkk. 2010, *Peningkatan Daya Keluaran Sel Surya dengan Penjejak Matahari dan Pemantulan Cahaya Matahari sebagai Sumber Daya Pendukung Perusahaan Listrik Negara (PLN) Sub Judul: Penjejak Matahari Berbasis Sensor Cahaya dan Waktu*, Tugas Akhir Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS : Surabaya Indonesia.
- [4] ---. 1992, *Electrical Science Fundamental Handbook Volume1*, US Department of Energy: Washington DC USA.
- [5] Rashid, Muhammad H, 2001. *Power Electronic Handbook*, Academic Press : Pensacola, Florida USA.