

## IMPLEMENTASI MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) UNTUK OPTIMASI DAYA PADA PANEL SURYA BERBASIS ALGORITMA INCREMENTAL CONDUCTANCE

Istiyo Winarno<sup>1)</sup>, Marauli<sup>2)</sup>

<sup>1, 2)</sup> Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah Surabaya  
Jl. Arief Rachman Hakim No.150, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111  
Email : marauli25@gmail.com

### Abstrak

Sinar matahari merupakan energi baru terbarukan yang sangat berlimpah. Dewasa ini energi matahari sudah dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik, yang dimana sinar matahari dapat dirubah menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Permasalahannya adalah panel surya mempunyai karakteristik kurva  $V-I$  yang tidak linier dan mempunyai daya maksimum pada titik tertentu dengan koordinat  $V_{mpp}$  dan  $I_{mpp}$  yang disebut dengan maximum power point (MPP). Pada titik tersebut panel surya bekerja pada titik maksimum dan menghasilkan daya keluaran yang paling besar. MPP tergantung dari intensitas radiasi matahari dan suhu, dimana intensitas radiasi matahari dan suhu tidak pernah konstan tergantung dari waktu dan kondisi cuaca. Maximum power point tracker (MPPT) digunakan untuk mencari daya maksimum ketika terjadi perubahan cuaca dan menjaga titik kerja panel surya agar selalu pada titik kerja MPP.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan maximum power point tracker pada sistem panel surya berbasis algoritma incremental conductance untuk mengoptimalkan penyerapan energi matahari. Algoritma incremental conductance ini memanfaatkan perbedaan tegangan ( $V$ ) dan arus ( $I$ ) untuk menjaga daya kerja pada panel surya agar tetap bernilai konstan (linier).

Hasil dari penelitian ini adalah seberapa maksimalkah (efisien) daya keluaran panel surya pada sistem maximum power point tracker berbasis algoritma incremental conductance.

**Kata kunci:** Panel surya, maximum power point tracker, incremental conductance.

### Pendahuluan

Sinar matahari merupakan sumber energi terbarukan yang sangat efektif dan ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi. Sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan sel surya atau photovoltaic array (PV). Energi listrik yang dihasilkan matahari hanya terdapat pada siang hari, sehingga untuk dapat menggunakan

energi di malam hari diperlukan media penyimpanan untuk menyimpan energi matahari. Salah satu media penyimpanan yang digunakan adalah Accu atau baterai. Proses penyimpanan tidak dapat langsung dilakukan dengan menghubungkan keluaran panel surya ke baterai karena dapat merusak panel surya. Pada saat tegangan panel surya lebih rendah dari baterai, akan terjadi arus balik ke panel surya. Begitu juga sebaliknya apabila tegangan pada baterai sudah penuh tetapi tegangan sel surya tetap mengisi baterai maka baterai juga akan cepat rusak (Harmini, 2011). Perangkat pengatur arus dan tegangan diperlukan pada saat terjadi pengisian baterai untuk melindungi baterai dari kerusakan.

Permasalahan utama pada penggunaan panel surya adalah pembangkitan tenaga listrik yang rendah, terutama pada kondisi radiasi yang rendah. Dan jumlah daya listrik yang dibangkitkan berubah secara berkala seiring dengan perubahan cuaca. Oleh karena itu Maximum Power Point Tracker (MPPT) yang telah ditemukan dan tertulis pada jurnal ilmiah internasional seperti Peturb and Observe, Incremental Conductance, Dynamic Approach, Temperature Methods, Artificial Neural Network method, Fuzzy Logic method, dll (Surojo, 2010). Semua tersebut berbeda-beda dalam aspek termasuk kesederhanaan, kecepatan, implementasi hardware, sensor yang dibutuhkan, biaya, efektifitas, dan parameter yang dibutuhkan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis bertujuan untuk mengimplementasikan sistem penjejak Maximum Power Point Tracker (MPPT) berdasarkan algoritma incremental conductance untuk mengoptimalkan daya keluaran panel surya tanpa melakukan proses tracking atau perputaran mekanik oleh panel surya.

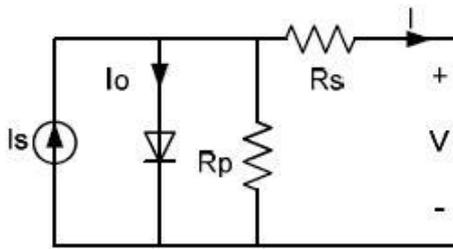
### Metode

Pada bagian ini menjelaskan tentang pemanfaatan panel surya dengan sistem penjejak Maximum Power Point Tracker (MPPT) berbasis algoritma Incremental Conductance untuk mendapatkan daya yang maksimal dari panel surya tanpa melakukan Tracking atau melakukan pergerakan mekanik mengikuti pergerakan cahaya matahari. MPPT terdiri dari beberapa bagian

penting yaitu panel surya, Converter DC-DC, mikrokontroller, sensor tegangan dan arus, serta baterai untuk menyimpan daya listrik yang dihasilkan oleh proses penyerapan cahaya matahari oleh panel surya.

**Panel surya**

Modul panel surya terdiri dari multi sel yang menghasilkan tegangan DC ketika terkena cahaya matahari. Umumnya, modul PV dapat terdiri dari 36 sel atau 72 sel. Daya output dari modul Pvdipengaruhi oleh iradiasi dan suhu. Semakin besar iradiasi, semakin besar daya output yang dihasilkan oleh modul PV dan sebaliknya (Murdianto, 2015).



Gambar 1. Model elektronik sel surya

Persamaan dari rangkaian persamaan tersebut adalah menunjukkan model konvensional dari PV yang digunakan untuk mempermudah analisa. Model PV tersebut dalam kondisi tidak terhalang bayangan atau tidak pada kondisi *Partial Shading*. Dimana  $I_{cell,p}$  adalah arus output cell PV,  $I_{ph}$  adalah photocurrent,  $I_s$  adalah arus dioda saturasi,  $R_p$  adalah resistansi paralel,  $R_s$  adalah resistansi seri,  $q$  adalah muatan elektron ( $1,6 \times 10^{-19} C$ ),  $k$  adalah konstanta Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23} J/K$ ),  $T$  adalah temperatur cell dalam kelvin,  $V_{cell}$  adalah tegangan output dari cell PV dan  $n$  adalah konstanta *Scaling diode*.

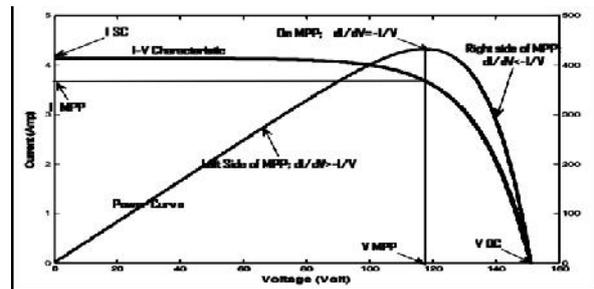
**Maximum Power Point Tracker**

MPPT (Maximum Power Point Tracking) merupakan charge controller yang optimal untuk charging. Hal tersebut dikarenakan MPPT mencari titik daya maksimum dari sistem sehingga tegangan yang terbuang tidak sepenuhnya hilang, tetapi akan diubah dengan memaksimalkan keluaran arus dari sistem. Sehingga daya yang disalurkan ke baterai bisa optimal dan lebih stabil (setiawan, 2016).

Sistem Maximum Point Tracker (MPPT) sepenuhnya adalah sebuah rangkaian devais elektronik yang dapat mengubah-ubah titik operasi dari panel surya. Salah satu metode mudah yang dapat diterapkan pada sistem MPPT adalah dengan menaikkan/menurunkan tegangan sampai ditemukannya titik daya maksimal panel. Mengingat perubahan level iluminasi sun power berubah-ubah setiap waktu, diharap system MPPT dapat bekerja dinamis dalam mencari titik daya maksimum (Farhan A, 2010).

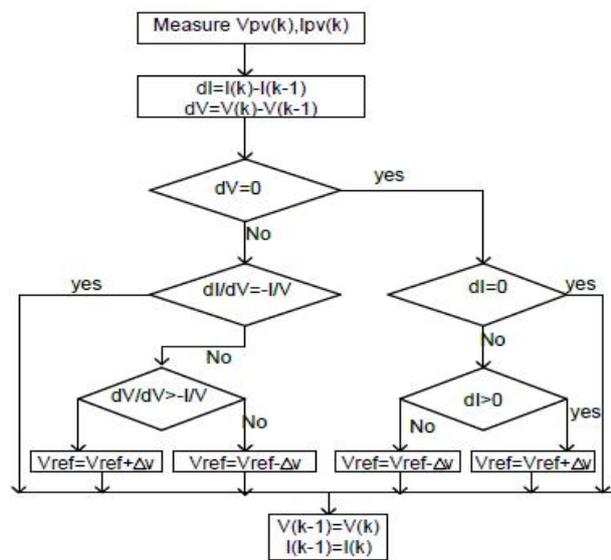
Karakteristik daya keluaran sel PV bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh perubahan radiasi sinar matahari dan temperatur permukaan sel PV, akibatnya, letak titik MPP modul akan selalu berubah. Untuk itu diperlukan sebuah algoritma MPPT. Maximum Power Point Tracker adalah sebuah fungsi/algorithm yang ditujukan untuk mencari maximum power point (MPP) sesuai dengan MPP dari kurva karakteristik P-V pada panel PV. MPPT menemukan MPP sehingga dapat memaksimalkan daya yang diekstrak dari sumber energi PV (nazif, 2015).

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah *Incremental Conductance (INC)*. Pencarian MPP dilakukan dengan cara menggunakan persamaan  $I/\Delta V$  modul



Gambar 2. Posisi  $I/V$  yang berbeda pada kurva daya panel PV

Pada titik daya maksimum (MPP), nilai  $I/\Delta V$  dari *Incremental Conductance* adalah  $-1/V$ , sementara pada lokasi lainnya nilainya bervariasi. Untuk lebih jelasnya lihatlah flowchart algoritma *incremental conductance* dibawah ini dibawah ini:



Gambar 3. Flowchart algoritma *incremental conductance*

### Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengontrolan dari *Buck Boost Converter* yang akan digunakan untuk proses menaikkan dan menurunkan tegangan berdasarkan sinyal PWM (pulse width modulation) yang akan menghasilkan *Duty Cycle*.

Disini mikrokontroler yang dipakai adalah Arduino UNO. Arduino UNO adalah modul mikrokontroler berbasis ATmega328. Modul ini memiliki empat belas *pin input-output* (14 I/O) di mana enam diantaranya dapat di gunakan sebagai *Output Pulse Width Modulation* (PWM), enam input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, tombol *reset* dan koneksi ke catu daya. Controller ini semua di butuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Bentuk umum arduino UNO ditunjukkan pada gambar 4 seperti dibawah ini :



Gambar 4. Arduino UNO

Mikrokontroler ini nantinya akan digunakan untuk memasukkan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu algoritma *Incremental Conductance* dan juga untuk melakukan pembangkitan sinyal PWM.

### Desain DC-DC Converter

Dasar dari DC-DC converter terdiri dari tiga tipologi yaitu *buck (step-down)*, *boost (step-up)* dan *buckboost (step-up/down)*. Ketiga rangkaian dasar DC-DC converter ini merupakan *non isolated DC-DC converter* dimana masukan dan keluaran dengan *grounding* yang sama (Salam, 2017).

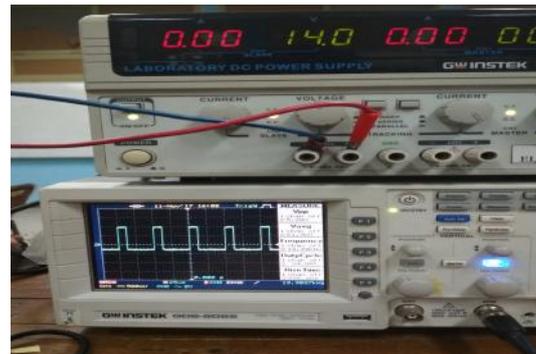
Dalam pembuatan *Buck Boost Converter*, yang perlu kita perhatikan adalah menentukan parameter-parameter yang digunakan untuk mendesain *Buck Boost Converter*. Parameter tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan hasil yang ingin dicapai dalam simulasi ini. Parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter *Buck Boost Converter*

No.	Parameter	nilai
1	Tegangan masuk ( $V_{in}$ )	17,6 V
2	Tegangan keluaran ( $V_{out}$ )	14 V
3	Arus masuk	3 A
4	Daya (P)	52,8 w

5	Frekuensi	20 kHz
6	Ripple	1%
7	$V_o$	$1\% \times 14 = 0,14$ V
8	$I_o$	$1\% \times 3 = 0,03$ A

Hal terpenting dalam mendesain buck boost adalah menentukan *Duty Cycle* yang berfungsi dalam proses menaikkan dan menurunkan tegangan. Maka perlu dilakukan percobaan untuk mengetahui *Buck Boost Converter* sudah dapat membangkitkan sinyal PWM (pulse width modulation).



Gambar 5. Percobaan pembangkitan sinyal PWM

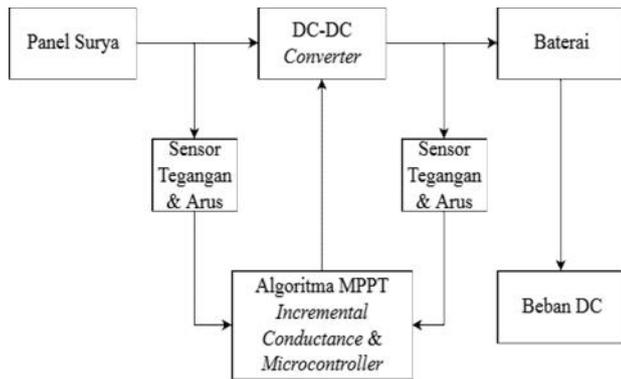
Dari hasil pengujian dilaboratorium didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 6. Duty Cycle dalam satuan (%)

### Diagram Blok MPPT Papa Sistem Panel Surya

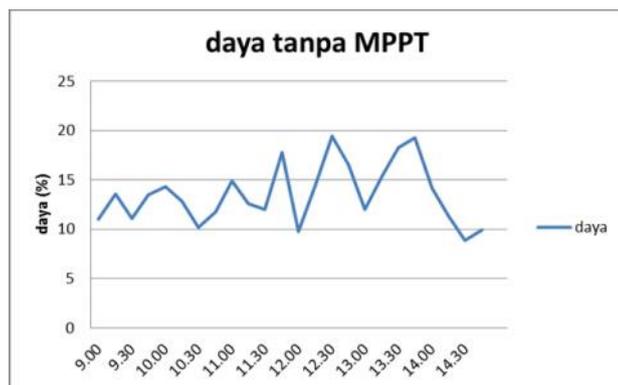
Pada blok diagram dibawah ini menerangkan mengenai pokok-pokok kerja dari pada MPPT terhadap Panel surya. Dimana cahaya matahari diserap oleh panel surya yang kemudian akan dibaca oleh sensor tegangan dan arus yang akan dikirim ke mikrokontroler. Mikrokontroler ini akan melakukan perintah kepada DC-DC Converter (*Buck Boost*) berdasarkan algoritma *Incremental Conductance*. Tegangan yang dihasilkan oleh *Buck Boost Converter* selanjutnya akan digunakan untuk melakukan pengisian accu ataupun dapat digunakan langsung ke beban DC.



Gambar 7. Diagram blok MPPT

**Hasil dan Pembahasan**

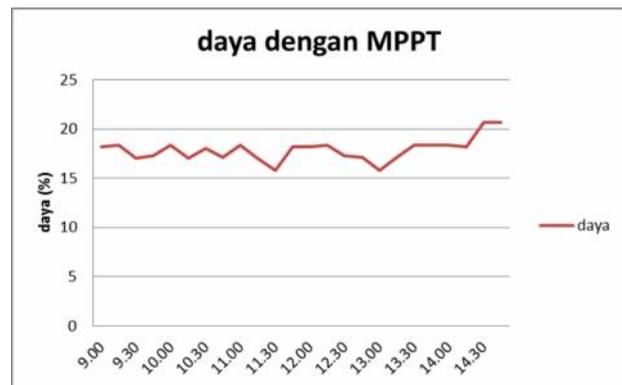
Pada bab ini dipaparkan hasil penelitian yang mencakup hasil pengujian panel surya statis, dimana panel yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya berdaya 50wp. Selanjutnya akan dilakukan pengujian panel surya tanpa menggunakan sistem *Maximum Power Point Tacker* (MPPT) dan pengujian panel surya dengan sistem MPPT. Hasil pengujian dibawah ini adalah merupakan pengambilan data panel surya tanpa beban atau open *Loop* tanpa sistem MPPT. Untuk lebih jelasnya lihatlah grafik dibawah ini :



Gambar 8. Grafik daya tanpa MPPT

Dari data diatas dapat kita simpulkan bahwa rata-rata daya yang diperoleh dalam pengujian adalah sebesar 13,53 watt. Nilai tersebut cenderung tidak stabil karena memang karakteristik dari panel surya sendiri yang tidak *Linier*.

setelah melihat hasil pengujian panel surya tanpa sistem MPPT maka selanjutnya akan dijelaskan pengujian panel surya dengan sisitem MPPT, dimana pengujian ini dilakukan bersamaan dengan pengujian tanpa sistem MPPT. Sehingga akan didapat nilai dalam waktu yang bersamaan. Untuk lebih jelasnya lihat gambar grafik dibawah ini:



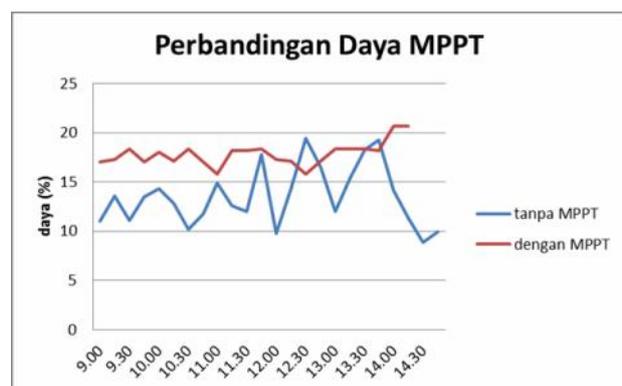
Gambar 9. Grafik daya dengan sistem MPPT

Dari gambar grafik diatas dapat kita simpulkan bahwa pengujian panel surya dengan sistem MPPT mendapatkan daya rata-rata sebesar 17,89 watt.

**Perbandingan Daya**

perbandingan daya ini bertujuan untuk melihat seberapa besar efisiensi yang didapat dalam pengujian panel surya tanpa sistem dan dengan menggunakan sistem *Maximum Power Point Tracker* (MPPT). Pengujian dilakukan mulai jam 09.00 – 14.45 WIB. Perlu diketahui bahwa dalam pengujian ini panel surya yang di pakai adalah panel surya statis yaitu tanpa melakukan pergerakan mekanik mengikuti arah sinar matahari.

Dalam pengujian ini sinar matahari tidak dalam kondisi cerah yang konstan, namun dalam kondisi cuaca yang cukup ekstrim sehingga didapat nilai daya yang tidak stabil. Tentu pada kondisi yang seperti inilah kita akan dapat melihat dampak yang dapat dihasilkan oleh sisitem *maximum power point tracker* (MPPT). Untuk lebuh jelasnya lihat gambar grafik di bawah ini :



Gambar 10. Grafik perbandingan daya tanpa MPPT dan dengan MPPT

Dapat kita lihat dari grafik diatas bahwa panel surya tanpa MPPT daya yang dihasilkan cenderung tidak stabil dan rendah, dengan daya rata-rata 13,53 watt. Sedangkan daya rata-rata panel surya dengan sistem MPPT memperoleh daya yang lebih stabil dan tinggi yaitu sebesar 17,89 watt. Dapat kita simpulkan efisiensi yang diperoleh pada panel surya dengan sistem *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) dengan algoritma *Incremental Conductance* ini adalah sebesar 75,6 %.

## Kesimpulan

Mengacu pada hasil penelitian, disimpulkan bahwa panel surya yang bekerja dengan sistem *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) dengan algoritma *Incremental Conductance* dapat bekerja dengan baik. Efisiensi daya yang mampu dicapai adalah 75,6%. Nilai ini tidak menutup kemungkinan untuk ditingkatkan pada penelitian selanjutnya. Dengan mengurangi kerugian daya pada komponen-komponen yang masih bisa untuk dikurangi. Dan untuk pengembangan lebih lanjut dapat digunakan sistem MPPT dengan algoritma yang lebih baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Abdul Fajar. 2016. Peningkatan Kinerja Generator DC dengan Sistem Eksitasi Arduino UNO R3 Menggunakan *Buck Converter* dan *Control PID*. Jember : Universitas Jember
- [2] Arduino. 2012. *Arduino UNO*. <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, diakses pada 15 desember 2017.
- [3] Farid Dwi Murdianto. 2015. Permodelan dan Simulasi MPPT-Bidirectional Menggunakan Fuzzy Mamdani pada Sistem Energi Pembangkit Terdistribusi. Prosiding SENTIA 2015 – Politeknik Negeri Malang. Vol 7 – ISSN: 2085-2347
- [4] Harmini. 2011. Implementasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) DC-DC Converter Pada Sistem Photovoltaic dengan Menggunakan Algoritma Tegangan Konstan, P&O (Perturb and Observe) dan Incremental Conductance. Jurnal USM. Semarang: Teknik Elektro.
- [5] Hazlif Nazif. 2015. Pemodelan dan Simulasi Pv-Inverter Terintegrasi Ke Grid Dengan Kontrol Arus "Ramp Comparison Of Current Control". National journal of electrical engineering 2015. Vol 4, No 2.
- [6] Surojo, dkk. 2010. Desain dan simulasi Maximum Power Point Tracking (MPPT) Sel Surya menggunakan fuzzy logic control untuk control boost converter. 7 th basic science national seminar proceeding, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## Biodata Penulis

**Istiyowinarno, S.T., M.T.**, saat ini berstatus dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Hang Tuah Surabaya. [istiyowinarno@gmail.com](mailto:istiyowinarno@gmail.com).

**Marauli**, Lahir di Jakarta 25 Februari 1992, merupakan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dan Ilmu Kelautan Universitas Hangtuah Surabaya. Saat ini masih berstatus Mahasiswa di Universitas Hang Tuah Surabaya.

