

## RANCANG BANGUN MAXIMUM POWER POINT TRACKING MENGGUNAKAN BUCK CONVERTER DENGAN METODE HILL CLIMBING

### DESIGN OF MAXIMUM POWER POINT TRACKING USING BUCK CONVERTER WITH HILL CLIMBING METHOD

Febriansah Setiawan<sup>1</sup>, M. Ramdhan Kirom<sup>2</sup>, Reza Fauzi Iskandar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Kaprodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Dosen S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[febriansahsetiawan@gmail.com](mailto:febriansahsetiawan@gmail.com), <sup>2</sup>[jakasantang@gmail.com](mailto:jakasantang@gmail.com), <sup>3</sup>[rezafauzii@gmail.com](mailto:rezafauzii@gmail.com)

---

#### Abstrak

Perkembangan energi terbarukan saat ini sudah semakin pesat. Berbagai riset yang berkaitan tentang instrumentasi yang mendukung penerapan energi terbarukan sudah banyak dikembangkan. Permasalahan yang ada saat ini adalah terkait distribusi energi terbarukan dalam proses charging pada baterai. Masalah tersebut berkaitan dengan kualitas baterai yang bisa menurun jika proses charging tidak baik. Kualitas baterai yang menurun dipengaruhi oleh terjadinya *overheat* pada baterai karena distribusi energi yang tidak stabil. Kondisi tersebut membuat tidak diperolehnya titik daya maksimum dari sistem untuk charging ke baterai. Sehingga distribusi daya *output* ke baterai kurang optimal. Sistem berfungsi memberikan distribusi energi yang lebih stabil dan untuk mencari titik daya maksimum agar distribusi daya *output* dari sistem bisa optimal adalah *charge controller*. *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. Pada penelitian ini dirancang *charge controller MPPT* menggunakan metode optimasi *hill climbing*. Dalam merancang alat ini kami melakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mendapatkan data yang akurat, sehingga alat yang dibuat dapat bermanfaat dan tepat guna.

Kata kunci: *MPPT*, *hill climbing*, *charge controller*.

---

#### Abstract

*The development of renewable energy is now growing rapidly. Various research relating to instrumentation that supports the implementation of renewable energy has been developed. The problems that exist today are related to the distribution of renewable energy in the process of charging the battery. The problems related to battery quality may decline if the charging process is not good. Decreased battery quality is affected by the overheating of the battery because of the energy distribution is not stable. These conditions make not obtaining the maximum power point of the system for charging the battery. So that the distribution of power output to less than optimal battery. The system serves to provide a more stable energy distribution and to find the maximum power point so that the distribution of power output of the system can be optimized is a charge controller. MPPT (Maximum Power Point Tracking) charge controller is optimized for charging. That is because looking MPPT maximum power point of the system so that the voltage that is wasted is not completely gone, but it will be changed to maximize the current output of the system. So that power is supplied to the battery can be optimized and more stable. In this study MPPT charge controller is designed using optimization methods hill climbing. In designing this tool we learn from the literature and field studies to obtain accurate data, so that the tool made to be useful and appropriate.*

*Keywords : MPPT, hill climbing, charge controller.*

---

---

## 1. Pendahuluan

Saat ini, teknologi instrumentasi energi berkembang sangat pesat. Begitu juga dengan penerapannya dalam suatu sistem distribusi energi. Sistem distribusi energi listrik tidak semuanya langsung digunakan pada peralatan elektronik tetapi sebagian tersimpan dalam sebuah baterai agar dapat digunakan ketika dibutuhkan. Baterai yang biasa digunakan adalah *Lead-Acid Battery (Accu)*, karena dapat diisi ulang sehingga sangat efisien untuk digunakan pada sistem kelistrikan. Untuk mencegah kerusakan baterai, dibutuhkan sebuah alat pengendali yang berfungsi untuk menghentikan proses pengisian (*charging*) ketika baterai sudah terisi penuh dan untuk mensuplai energi listrik ke peralatan elektronik ketika dibutuhkan (*discharging*) serta untuk memulai pengisian kembali ketika baterai hampir kosong. Alat tersebut dikenal dengan *charge controller* [1]. Fungsi utama dari *charge controller* adalah untuk mempertahankan keadaan baterai dengan mencegah terjadinya distribusi arus dan tegangan yang berlebihan pada baterai. Terdapat setidaknya dua jenis *charge controller* yaitu yang menggunakan teknologi PWM (*Pulse width modulation*) dan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*).

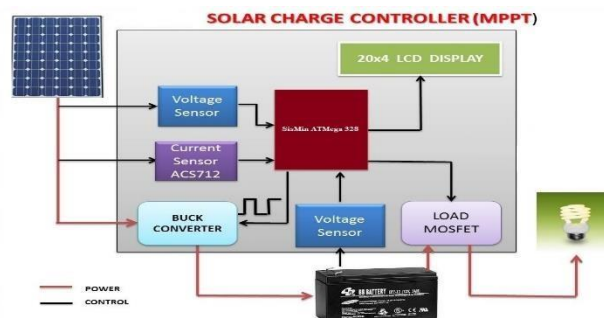
*Charge controller* PWM akan melakukan pengisian muatan listrik ke aki dengan arus yang besar ketika aki kosong, dan kemudian arus pengisian diturunkan secara bertahap ketika aki semakin penuh. Teknologi ini memungkinkan aki akan terisi dalam kondisi yang benar-benar penuh tanpa menimbulkan 'stress' pada aki dengan kapasitas keluaran PWM 60 Amp. Sedangkan *charge controller* MPPT melakukan pengisian muatan listrik ke aki dengan mencari titik maksimum daya. MPPT mampu mengkonversi tegangan tinggi output DC dari sumber ke tegangan lebih rendah yang diperlukan baterai. Dalam proses pengisian ini, mekanisme MPPT juga melakukan konversi tegangan berlebih menjadi peningkatan arus DC (amper) yang discharge ke baterai sehingga tidak ada daya yang hilang dengan kapasitas MPPT mencapai 80 Amp.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kontroler MPPT lebih efisien dibandingkan kontroler PWM [1]. Sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dengan konverter dc-dc digunakan untuk mengatur besarnya tegangan dan arus keluaran pada sistem ke baterai. Saat ini penelitian terkait MPPT masih sedikit dikarenakan banyak yang menggunakan kontroler PWM untuk sistem *charge controller* [1]. Maka dari itu, sebagai bentuk kontribusi dalam mewujudkan kemandirian energi di Indonesia, peneliti melakukan penelitian tentang *charge controller* MPPT untuk daya rendah dengan spesifikasi daya antara 50-100 watt. Peneliti mengadakan penelitian ilmiah tentang "Rancang Bangun MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) Untuk Daya Rendah".

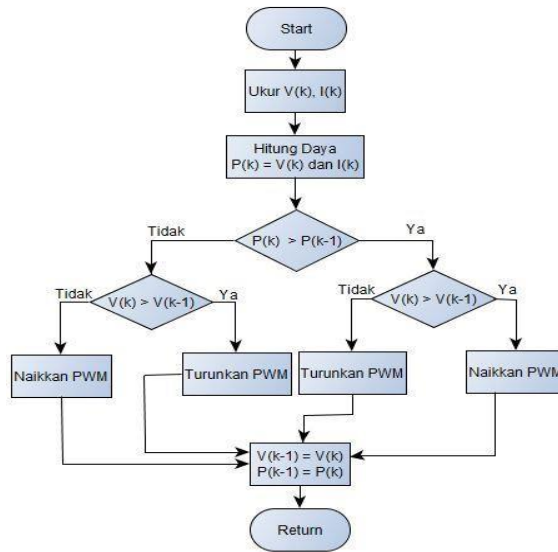
## 2. Pembahasan

### 2.1. Gambaran Umum Sistem

Sistem MPPT ini terdiri atas 4 bagian utama yaitu sensor arus dan tegangan, sistem mikrokontroler, driver dan sistem DC to DC Converter. Sensor arus dan tegangan berfungsi mengukur besarnya arus dan tegangan *output* sistem, dengan diketahui arus dan tegangan output sumber maka daya keluarannya bisa dihitung. Sensor arus yang digunakan pada sistem ini adalah ACS712 yang memiliki fitur yang dapat membaca arus sampai 30A dengan sensitivitas keluaran sebesar 66 - 185mV/A. MPPT digunakan untuk memaksimalkan daya keluaran dari suatu sistem pembangkit atau sistem instrumentasi energi. Rangkaian *charge controller* MPPT merupakan rangkaian integrasi dari rangkaian DC-DC converter, driver, sensor arus dan sensor tegangan. Pada rangkaian ini akan diproses tegangan DC tidak stabil menjadi tegangan DC stabil melalui rangkaian DC-DC converter. Sensor arus dan sensor tegangan berfungsi sebagai pendeteksi arus dan tegangan keluaran yang akan muncul pada LCD. Tegangan dan arus akan dimonitoring melalui LCD apakah terjadi *over voltage* atau *overcharge*. Rangkaian yang digunakan untuk *charge controller* menggunakan mosfet IRFZ44N dan driver mosfet IR2104 untuk membangkitkan PWM. Kontroler menggunakan sistem minimum Atmega328 menggunakan metode P&O dengan konsep *hill climbing*. Sistem ini akan bekerja secara otomatis untuk pengisian baterai serta akan menghentikan pengisian baterai jika sudah penuh. Sistem tersebut dinamakan mode *Trickle Charge*.



Gambar 1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 2 Algoritma *Hill Climbing*

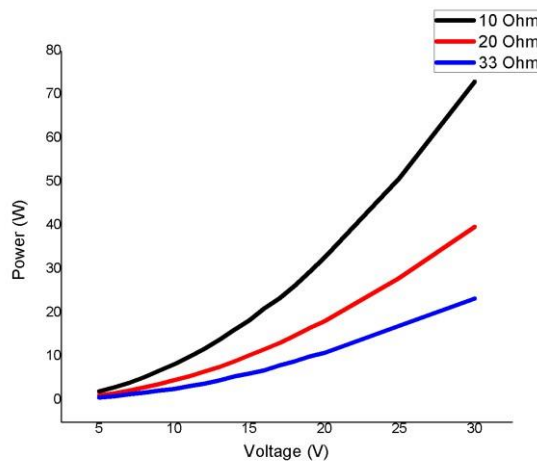
**2.2. Identifikasi Buck Converter**

Pengujian dan analisa dilakukan secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibangun. Adapun prosedur pengujian ini meliputi pengujian MPPT menggunakan variasi resistor sebagai beban. Pengujian dilakukan pada sistem MPPT *Hill Climbing* dan tanpa *Hill Climbing*.

$$V_{in} = \frac{V_{out}}{D} \quad I_{in} = \frac{I_{out}}{D} \quad E_{in} = \dots \quad (1)$$

**2.3. Pengujian MPPT Tanpa *Hill Climbing***

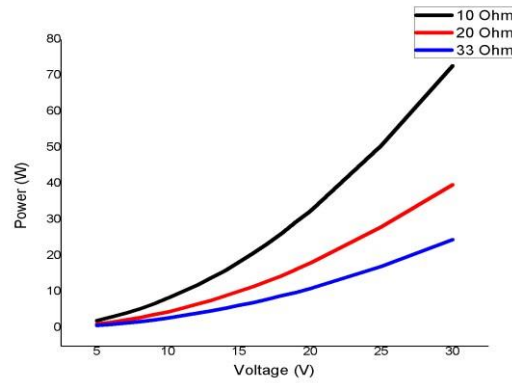
Pengujian Buck Converter bertujuan untuk mencari karakteristik dan efisiensi buck converter tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan sinyal PWM pada input trigger di buck converter, selanjutnya diukur besarnya arus dan tegangan yang masuk dan keluar buck converter. Duty cycle sinyal PWM diatur menyesuaikan daya yang masuk agar didapat keluaran daya maksimal.



Gambar 3 Kurva P-V MPPT Tanpa *Hill Climbing*

**2.4. Pengujian MPPT *Hill Climbing***

Setelah dilakukan pengujian tanpa *hill climbing*, kali ini dilakukan pengujian sistem MPPT dengan menggunakan metode *hill climbing*. Gambar 4.4 merupakan kurva yang memperlihatkan daya keluaran dari sistem MPPT setelah menggunakan *hill climbing*. Daya yang dihasilkan oleh MPPT, seperti yang terlihat pada tabel 2 sistem dengan metode *hill climbing* mencapai nilai maksimum lebih besar dibanding sistem tanpa metode *hill climbing*.



Gambar 4 Kurva P-V MPPT *Hill Climbing*

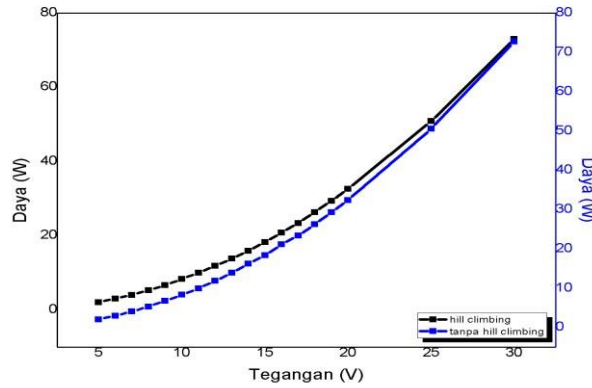
**2.5. Analisis Hasil Pengujian**

Setelah mendapatkan data dari pengujian sistem dengan *hill climbing* dan sistem tanpa *hill climbing*, terlihat perbedaan nilai maksimum dari keluaran masing-masing sistem. Seperti pada Tabel 3 di bawah ini yang menunjukkan perbedaan daya keluaran sistem pada salah satu pengujian dengan beban 10 Ohm.

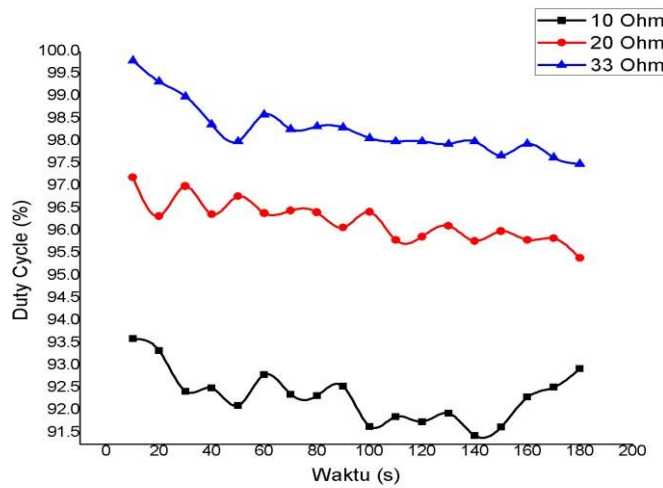
Tabel 1 Data Perbandingan Daya Keluaran

No	V <sub>in</sub>	P <sub>out</sub> <i>hill climbing</i>	P <sub>out</sub> <i>tanpa hill climbing</i>
10 Ohm	5	2.11	2.07
	6	3.08	3.01
	7	4.08	4.06
	8	5.33	5.32
	9	6.71	6.76
	10	8.35	8.32
	11	10.06	9.95
	12	11.86	11.84
	13	13.83	13.89
	14	15.91	16.20
	15	18.33	18.37
	16	20.85	21.15
	17	23.45	23.37
	18	26.34	26.24
	19	29.42	29.33
	20	32.67	32.41
	25	50.89	50.60
30	73.05	72.75	

Pada saat pengujian dengan beban 10 Ohm, keluaran daya maksimum MPPT dengan metode *hill climbing* 73,05 Watt dan MPPT tanpa *hill climbing* 72,75 Watt. Terdapat selisih 0,30 Watt jika dibandingkan dengan MPPT tanpa metode *hill climbing*. Terlihat bahwa dengan menggunakan sistem buck converter yang sama dengan metode yang berbeda didapat hasil nilai yang berbeda. Metode *hill climbing* bisa mendapatkan nilai maksimum dari sistem MPPT dibandingkan dengan tanpa menggunakan metode *hill climbing*.



Gambar 5 Kurva P-V Perbandingan *Hill Climbing* Tanpa *Hill Climbing*



Gambar 6 Kurva Duty Cycle - Waktu *Hill Climbing*

Pada gambar 4.7 dapat terlihat perbedaan daya keluaran dari sistem MPPT *hill climbing* dengan daya keluaran dari sistem tanpa menggunakan metode *hill climbing*. Daya yang dihasilkan sistem yang telah menggunakan metode *hill climbing* lebih baik dan lebih stabil jika dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan metode *hill climbing*. Berdasarkan data hasil pengujian, rata-rata selisih perbedaan daya keluaran maskimal dengan menggunakan metode *hill climbing* lebih besar 0,51 dari sistem tanpa metode *hill climbing*.

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa :

1. Daya Keluaran yang dihasilkan dari sistem yang menggunakan metode *hill climbing* memiliki selisih rata-rata 0,51 Watt lebih besar dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan metode *hill climbing*.
2. Dari data pengujian MPPT dengan metode *hill climbing* pada tiga variasi beban, efisiensi yang didapatkan semakin besar ketika pengujian dengan beban 33 Ohm. Semakin besar nilai bebannya maka sistem MPPT meningkatkan efisiensi keluaran agar didapat nilai maksimum dari sistem. Efisiensi pada pengujian beban 10 Ohm sebesar 92,72%, 20 Ohm sebesar 96,79%, sedangkan 33 Ohm sebesar 99,32%.
3. Sistem MPPT dengan menggunakan metode *hill climbing* memiliki efisiensi rata-rata sebesar 96,28%. Sedangkan tanpa *hill climbing* memiliki efisiensi rata-rata sebesar 95,74%. Terdapat selisih efisiensi 0,54% dari sistem tersebut.
4. Buck converter merupakan sistem MPPT yang optimum jika menggunakan metode *hill climbing* untuk diimplementasikan pada sistem distribusi daya rendah. Dikarenakan prinsip dari buck converter yang merupakan converter step down.

**Daftar Pustaka:**

- [1] Astra, I Made., Satwiko, Sidopekso. 2011. “Studi Rancang Bangun Solar Charge Controller dengan Indikator Arus, Tegangan dan Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535”. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol. XI, 21.
- [2] Tuban, Suhanto. (2013, 21 November). “Bab I-V.doc”. [Online]. Tersedia: <https://www.scribd.com/doc/185908148/2-BAB-I-V-doc>. [20 Desember 2014].
- [3] Harmini, IMPLEMENTASI MPPT (Maximum Power Point Tracker) *DC-DC CONVERTER* PADA *SISTEM PHOTOVOLTAIC* dengan menggunakan algoritma Tegangan Konstan, *Peturb and Observe (P&O)* dan *Incremental Conductance*, Tesis, Magister Sistem Teknik, Program Minat Studi Mikrohidro, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, 2010.
- [4] Haroen, Yanuarsayah. 2011. “Elektronika Daya”. Hak Cipta Penerbit ITB bandung.
- [5] Pertitsis D., Adamidis G., Balouktsis A., “A New MPPT Method for photovoltaic Generation Systems Based on Hill Climbing Algorithm”, *IEEE on Electrical Machine*, 2008.
- [6] Rusminto Tjatur Widodo, Rugianto, Asmuniv dan Purnomo Sejati. “Maximum Power Point Tracker Sel Surya Menggunakan Algoritma *Peturb and Observe*”. PENS-ITS.
- [7] Dutta, Debasish. (2015, 17 Februari) . “Arduino MPPT Solar Charge Controller”. [Online]. Tersedia: <http://www.opengreenenergy.in/>. [20 Agustus 2015].
- [8] MORNINGSTAR. 2014. “*Traditional PWM vs Morningstar’s TrakStar MPPT Technology*”. [Online]. Tersedia: [www.morningstarcorp.com/wp-content/uploads/2014/02/Trad-PWM-vs-TrakStar-MPPT-April-2014.pdf](http://www.morningstarcorp.com/wp-content/uploads/2014/02/Trad-PWM-vs-TrakStar-MPPT-April-2014.pdf) pwm vs MPPTmorningstar.[12 Januari 2015].