

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENGISI BATERAI TENAGA SURYA MENGGUNAKAN METODE *INCREMENTAL CONDUCTANCE-VOLTAGE CONTROL* BERBASIS *dsPIC30F4012*

**Adhi Kurniawan. S dan Leonardus. H. Pratomo**

*Prog.Di Teknik Elektro – Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Soegujapranata  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur, Semarang, Indonesia  
adi.kurniawan07@ymail.com*

## ABSTRAK

Pada makalah ini akan diuraikan tentang desain dan implementasi Maximum Power Point Tracker (MPPT) sebagai pengisi baterai. Sistem ini di desain menggunakan DC-DC konverter. Konverter yang dipakai dalam implementasi adalah jenis buck-boost chopper yang berfungsi sebagai transfer daya dan variable beban sehingga didapatkan daya yang maksimal. Metode MPPT ini dikenal dengan nama Incremental Conductance – Voltage Control (ICVC) yang diturunkan berdasarkan kurva karakteristik daya terhadap tegangan. Suatu model dianalisa untuk membentuk kendali yang diinginkan kemudian dilakukan suatu proses simulasi menggunakan pensimulasi elektronika daya untuk mengetahui kinerja sistem. Simulasi ini dilakukan secara analog. Setelah simulasi dilakukan dan mendapatkan sinyal kendali yang baik, maka dilakukan proses pengendalian secara digital. Proses pengendalian digital tersebut kemudian diimplementasikan menggunakan perangkat keras mikrokontroler tipe *dsPIC30F4012*. Pada tahap akhir untuk memverifikasi hasil rancangan dilakukan pengujian skala laboratorium. Sistem yang diuji untuk mengisi tiga buah baterai dengan tiga buah modul surya. Dari hasil ujicoba yang di lakukan di laboratorium didapatkan efisiensi keseluruhan untuk tiga modul surya adalah 57,8%.

**Kata Kunci :** *Modul Surya, Buck Boost Chopper, Maximum Power Point Tracker, Incremental Conductance – Voltage Control, dsPIC30F4012*

## 1. PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan oleh setiap elemen ekonomi masyarakat, baik dari menengah keatas maupun menengah kebawah. Pemerintah saat ini telah melakukan banyak himbauan untuk menghemat listrik dalam mengantisipasi dampak krisis energi berbasis fossil [1]. Geografis Indonesia yang terletak di daerah tropis merupakan, kondisi ini memiliki nilai tambah untuk peningkatan energi alternative. Kenyataanya energi sinar matahari memiliki energi yang tak terbatas dan perlu dimanfaatkan dengan baik. Modul surya dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik dalam bentuk tegangan/ arus searah [1,2].

Modul surya banyak dimanfaatkan di daerah yang belum terjangkau oleh PT. PLN sebagai penyedia energi listrik secara mandiri. Modul surya memiliki kurva karakteristik yang unik [1], sehingga dibutuhkan penyesuaian beban untuk mendapatkan nilai daya yang maksimal. MPPT adalah suatu algoritma kendali untuk

memaksimalkan keluaran energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya. *Buck Boost Chopper* adalah suatu perangkat pentransfer daya dan penyesuai beban sehingga beban akan selalu dilihat oleh modul surya sebagai beban yang berada pada daerah maksimalnya[1-7].

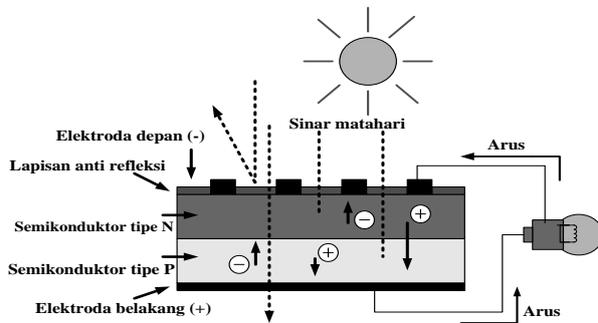
Alogaritma MPPT dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain : *Ripple correlation* dan *Fuzzy logic* metode ini menghasilkan nilai konversi energy yang baik namun algoritmanya sangat sulit [4], dan jika diimplementasikan harganya akan sangat mahal. Metode *Fractional open voltage* dan *fractional short current* sederhana namun hasilnya tidak begitu baik [3,5], metode *pesturb & observed* (P&O) dapat menghasilkan nilai konversi energi yang baik[4,6] tetapi dalam implementasi hasilnya tidak maksimal. *Incremental Conductance* merupakan metode alternatif untuk mendapatkan nilai konversi energy yang baik[7]. Berbeda dengan metode yang telah dilakukan diatas, pada makalah ini dilakukan metode kendali *Incremental Conductance - Voltage Control* untuk mendapatkan konversi energi yang baik dengan implementasi mikrokontrol tipe

dsPIC30F4012 sehingga sistem yang dibuat menjadi lebih sederhana dan murah.

**2. METODE PENELITIAN**

**2.1 Modul Surya**

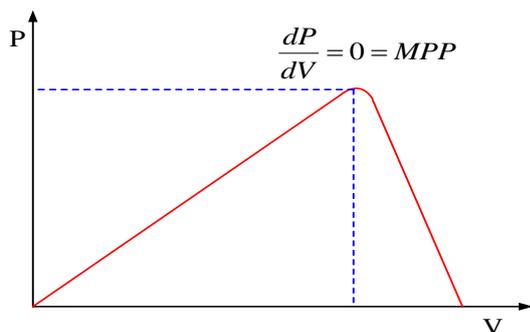
Modul surya atau yang dikenal *Photovoltaic* adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang diinginkan. Modul surya terdiri dari bahan semikonduktor bertipe P dan bahan semikonduktor bertipe N (*p-n junction semiconductor*), dimana bahan tersebut jika terkena sinar matahari maka akan terjadi perpindahan elektron atau disebut aliran arus listrik. Proses dari pengkonversian energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dengan gambar 1.



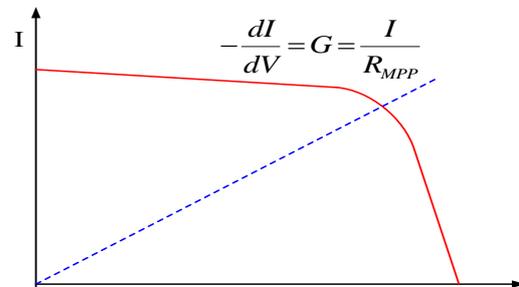
Gambar 1: Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik

**2.2 Incremental Conductance – Voltage Control (ICVC)**

*Incremental Conductance – Voltage Control (ICVC)* adalah metode sistem untuk mencari *point* (titik) maksimum suatu kurva daya, berikut ini merupakan ilustrasi karakteristik modul surya, gambar 2 :



Gambar 2 : Kurva modul surya P terhadap V



Gambar 3 : Kurva modul surya I terhadap V

Dari gambar 2 diatas, nilai daya akan menjadi maksimal jika memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\frac{dP}{dV} = 0 \tag{1}$$

Jika persamaan (1) jika diuraikan maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(V \cdot I)}{dV} \tag{2}$$

$$0 = V \frac{dI}{dV} + I \frac{dV}{dV} \tag{3}$$

$$V \cdot \frac{dI}{dV} = -I \tag{4}$$

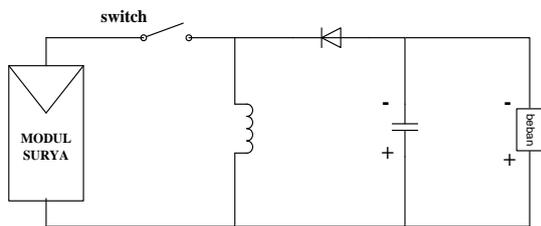
$$V = \frac{-I}{\frac{dI}{dv}} \quad (5)$$

$$\frac{-I}{\frac{dI}{dV}} - V = 0 \quad (6)$$

Persamaan (6), merupakan persamaan tegangan untuk mendapatkan nilai daya maksimal berdasarkan kendali tegangan, metode ini dinamakan *Incremental Conductance – Voltage Control*.

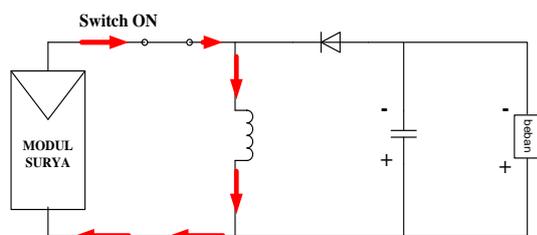
### 2.3 Buck Boost Chopper

Berikut merupakan konverter jenis *buck-boost chopper*, konverter jenis ini memiliki dua buah mode operasi. Berikut skema gambar konverter 4, beserta mode operasinya gambar 5 dan gambar 6:



Gambar 4: Skema rangkaian *Buck Boost Chopper*

pada saat saklar konduksi, maka akan terjadi aliran arus, seperti pada gambar 5.



Gambar 5 : Mode Pertama

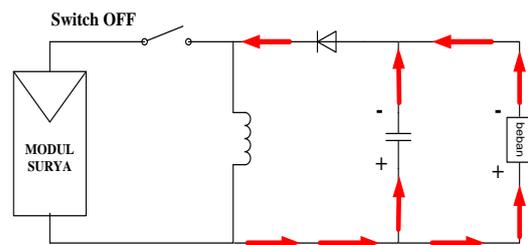
Sehingga pada gambar 5, berlaku sebuah persamaan :

$$V_{in} = V_L$$

$$L \cdot dI = V_{in} \cdot dt$$

$$= V_{in} \cdot t_{on} \quad (7)$$

Dan pada saat saklar tidak konduksi, maka akan terjadi aliran arus seperti pada gambar 6.



Gambar 6 : Mode Kedua

$$V_L = V_O$$

$$L \cdot dI = V_O \cdot dt$$

$$= V_O \cdot t_{OFF} \quad (8)$$

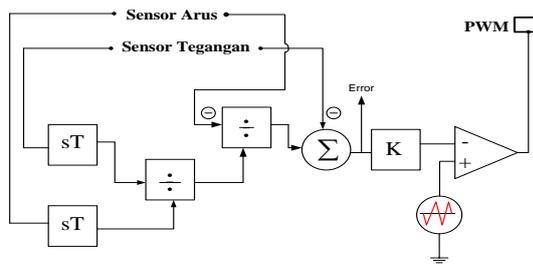
Dari kedua persamaan (7) dan (8) diatas digabungkan dan disederhanakan menghasilkan persamaan baru sebagai berikut :

$$V_O = \frac{d}{1-d} \cdot V_{in} \quad (9)$$

Berdasarkan persamaan (9) tegangan keluaran dapat diatur dengan memainkan siklus kerja ( $d$ ), dengan demikian konverter ini dapat dianggap sebagai pengatur nilai keluaran terhadap masukan terhadap siklus kerja  $d$ .

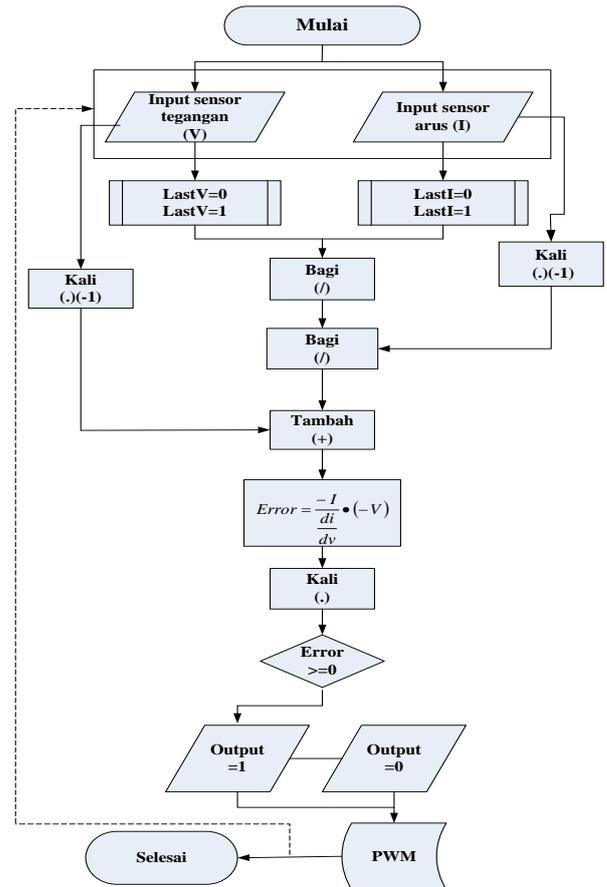
### 2.4 Algoritma Pemrograman

Berikut adalah skema diagram blok *Incremental Conductance-Voltage Control*, gambar 7, yang diturunkan berdasarkan persamaan (5) dalam bentuk analog.



Gambar 7 : Diagram blok kendali *Incremental Conductance – Voltage Control*

Dari gambar 7 diturunkan sistem kendali berbasis digital, seperti ditunjukkan pada gambar 8. Suatu mikrokontrol *dsPIC30F4012* digunakan untuk mengimplementasi sistem kendali tersebut.



Gambar 8 : Flowchart Pemrograman Digital MPPT

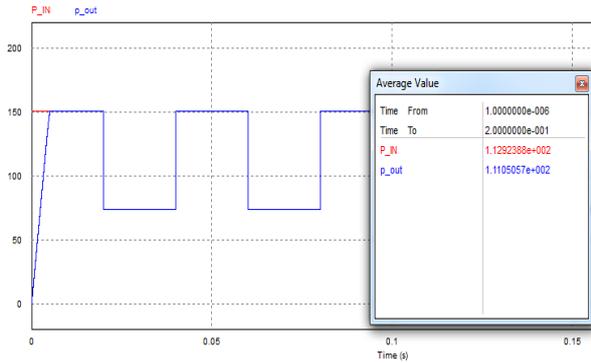
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan parameter simulasi komputasi dan ujicoba di laboratorium, ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1 : Parameter uji coba

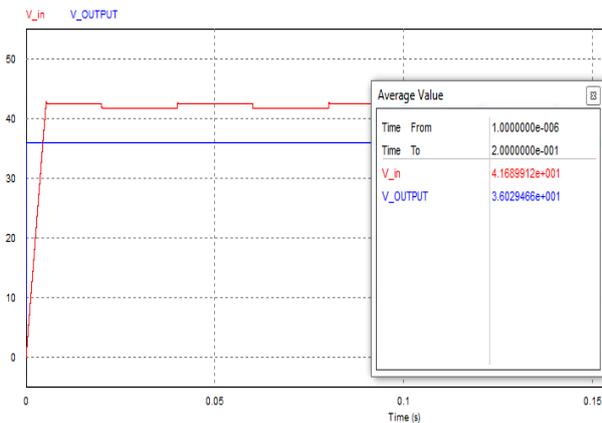
NAMA	PARAMETER	RATING	JUMLAH
Modul surya	WP	50 WP	3
	Max V	17.2 V	
	Max I	2.91 A	
Induktor	Induktansi	2 mH	1
Kapasitor	Kapasitansi	220uF/160V	1
		470uF/250V	1
Baterai	Beban	12V/7A	3

Dari hasil simulasi komputasi didapatkan nilai konversi energi dari sinar 98,3%, seperti pada gambar 9.



Gambar 9 : Daya masukan dan daya keluaran modul surya

Simulasi komputasi dilakukan untuk mengisi baterai sebanyak tiga buah, didapatkan hasil yaitu selalu dapat mengunci pada tegangan baterai, gambar 10.



Gambar 10 : Tegangan masukan dan keluaran

Berikut ini adalah hasil ujicoba yang dilakukan dilaboratorium, seperti tabel 2.

Tabel 2 : pengujian tiga modul surya dan tiga baterai

No	V in	I in	V out	I out	P in	P out
1	41,21	2,106	37,59	1,443	86,788	54,242
2	41,19	2,107	37,59	1,441	86,787	54,167
3	41,17	2,107	37,55	1,439	86,745	54,034
4	41,18	2,105	37,51	1,437	86,683	53,901
5	41,22	2,104	37,50	1,437	86,726	53,887
6	41,22	2,105	37,47	1,437	86,768	53,844
7	41,21	2,104	37,47	1,434	86,705	53,731
8	41,20	2,103	37,46	1,433	86,643	53,680
9	41,19	2,104	37,45	1,431	86,663	53,590
10	41,19	2,104	37,45	1,431	86,663	53,590

Dari hasil uji coba pada tabel 2. Nilai efisiensi konversi energi keseluruhan 57,8% dan nilai efisiensi konverter keseluruhan 62,1%.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan implementasi, analisis dan pengujian pada laboratorium, maka alat MPPT dengan strategi *Incremental Conductance – Voltage Control* dapat berjalan dengan baik.

Pada pengujian tiga modul surya menggunakan tiga baterai didapatkan nilai efisiensi konversi energi keseluruhan 57,8% dan nilai efisiensi konverter 62,1%.

#### Ucapan terima kasih

Kami ucapkan terima kasih Kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, karena telah membiayai penelitian dalam skema hibah bersaing 2013/2014.

#### Daftar pustaka

- [1] Riyadi. S, dan FL. Budi. S, 2013. “*Desain Buck-Boost Choper Sebagai MPPT Berbasis Mikrokontroler*”, Seri kajian ilmiah.
- [2] Riyadi. S, 2012, “*Desain Konverter Energy Berbasis Buck Boost Chopper Untuk Panel Surya*”, Penelitian Hibah Bersaing 2012.
- [3] Septiantoro Catur. M dan Pratomo, H. L, 2013, “*Buck Boost Chopper Sebagai MPP dengan Kontrol Digital Berbasis Atmega 8535*”, SNPTE-UNY Yogyakarta.
- [4] Rusminto. T. W, Rugianto, Asmuniv dan Purnomo. S, “*Maximum Power Point Tracker Sel Surya Menggunakan Logaritma Perturb and Observe*”, ITS Surabaya.
- [5] Bakti. H. Satya. L dan Pratomo, H. L , 2013, “*Desain dan Implementasi Maximum Power Point Tracker sebagai Pengisi Baterai Berbasis Deteksi Daya dan Tegangan pada Modul Surya*”, SNPTE-UNY Yogyakarta.
- [6] Pratomo, H. L dan Christianti, F. R, 2012, “*Menginterkoneksi Beberapa Pembangkit Listrik Tenaga Surya ke Sistem Jaringan Listrik Satu Fasa*”, Penelitian Hibah Bersaing 2012.
- [7] Lokandham. M dan Bhaskar. Vijaya. K, “*Incremental Conductance Based Maximum Power Point Tracking (MPPT) for Photovoltaic System*”, IJERA, Vol.2, Issue.2.pp.1420-1424,2012.