

Maximum Power Point Tracking dengan Algoritma Perturb and Observation untuk Turbin Angin

Erik Tridianto, Tio Rizkidiyanto Widcaksono
Sistem Pembangkit Energi
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
erik@pens.ac.id, tsutino@gmail.com

Abstrak – Energi terbarukan adalah salah satu energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar untuk pembangkit listrik. Dari berbagai energi terbarukan, yang ada energi angin adalah yang paling mudah dicari. Indonesia merupakan negara kepulauan dengan ratusan pantai dan dengan kecepatan angin yang besar dan berfluktuasi 3-5 m / s. Dan solusi dari masalah angin yang berfluktuasi ini adalah dengan menggunakan kontrol MPPT (Maximum Power Point Tracking) dengan lm2596 dc-dc buck converter. Ketika daya yang dihasilkan kurang dari yang diharapkan, maka kontrol MPPT akan menurunkan tegangan untuk mendapatkan daya maksimum. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lm2596 buck dc-dc converter menggunakan kontrol MPPT dengan tujuan mendapatkan daya maksimum pada kondisi kecepatan angin yang bervariasi, dan jenis MPPT yang digunakan adalah Perturb and Observation (P & O). Untuk membaca daya yang dihasilkan menggunakan Voltage dan Current sensor. Hasil tes menunjukkan bahwa, dengan penambahan kontrol MPPT dapat meningkatkan output daya dari generator sebesar 23%-49%.

Kata kunci : energy, Maximum Power Point Tracking (MPPT), buck converter

Abstract – *Renewable energy is one alternative energy as substitute fuel for power plants. From various renewable energy, wind energy is the most easily searchable. Indonesia is an archipelago with hundreds of beaches with large wind speeds and fluctuating 3-5 m / s. And the solution of this problem is using MPPT control (Maximum Power Point Tracking) with lm2596 dc-dc buck converter, when the power generated is less than expected, then MPPT control will lower the voltage to obtain the maximum power at fluctuating wind conditions. This research will be made lm2596 buck dc-dc converter with MPPT control with the aim of getting the maximum power at a given wind speed conditions and MPPT type used is Perturb and Observation (P & O). For reading power that generated used Voltage and Current sensor. Test results showed that, with the addition of MPPT control can increase the power output of the generator by 23%-49%.*

Keywords : energy, Maximum Power Point Tracking (MPPT), buck converter

I. PENDAHULUAN

Pada era saat ini dari semua negara berlomba-lomba mengembangkan teknologi di bidang energi baru terbarukan (EBT) sebagai sumber energi alternatif, penyebabnya karena pasokan batu bara dan minyak berkurang. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki potensi yang sangat tinggi untuk energi terbarukan. Dari berbagai energi terbarukan, energi angin adalah energi yang paling mudah dicari. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki ratusan pantai dengan kecepatan angin yang besar dengan rata-rata 5 m / s.

Kecepatan angin yang tidak dapat diprediksi, membuat tegangan output menjadi stabil dan tidak dapat langsung digunakan. Maximum Power Point Tracking (MPPT), yang menggunakan dc-dc buck converter mampu mengontrol tegangan output sehingga dapat mencari maximum power point untuk daya maksimum dan meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan. MPPT sendiri memiliki beberapa jenis dan salah satunya Perturb and Observation (P & O). Jenis MPPT ini menggunakan

metode hill climbing, karena tergantung pada munculnya kurva kekuatan tegangan di bawah kekuatan titik maksimum. Metode ini paling sering digunakan MPPT karena implementasi yang mudah. Karakteristik Perturb and Observation (P & O) yaitu memiliki efisiensi terbesar dibandingkan metode lain, karena sebagai penyedia metode bukit Suite mendaki prediktif dan adaptif diadopsi. Kontrol MPPT dapat digunakan dalam konverter dc-dc. Jenis konverter disebutkan dc-dc buck converter adalah salah satu cara termudah untuk tegangan yang lebih rendah daripada menggunakan regulator linear dan memiliki efisiensi sekitar 95%. Oleh karena itu dalam makalah ini akan dibuat P & O MPPT mengontrol buck converter untuk meningkatkan efisiensi output daya yang dihasilkan dan diharapkan untuk menghasilkan output daya maksimum meskipun turbin angin berputar dari kecepatan yang bervariasi.

II. DASAR TEORI

Blok diagram sistem dari "Maximum Power Point Tracking Perturb and Observe (P & O MPPT) untuk

turbin angin dengan menggunakan metode *Hill Climbing* " disajikan pada Gambar 2.1.

A. Prinsip Kerja

Dalam tugas akhir ini akan dirancang suatu pemaksimal daya sistem untuk keluaran turbin angin. Berikut ini cara kerja sistem :

- Sistem ini terdiri dari turbin angin, sensor arus dan tegangan , dan mikrokontroler
- Daya yang dihasilkan oleh turbin angin dapat dilihat dengan menggunakan sensor arus dan tegangan.
- Mikrokontroler dengan menggunakan metode algoritma Hill Climbing menentukan *slope* dari tegangan konverter input (Vin) dan konverter arus (Iin).
- *Slope direction* ditentukan oleh rasio ΔP dan ΔV, berikut rumusnya :

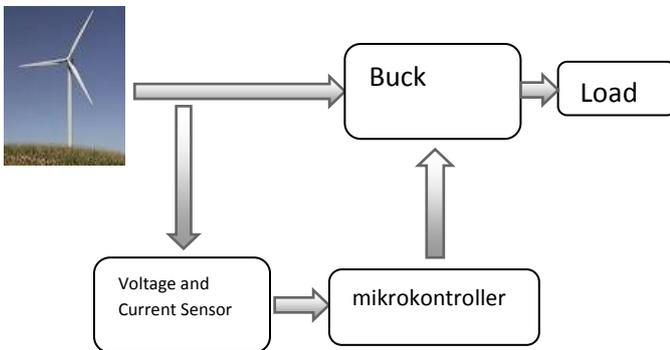
$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \quad P_{in} = V_{in} \times I_{in} \quad (1)$$

$$\Delta V = V_{in}(n) - V_{in}(n-1) \quad (2)$$

$$\Delta P = P_{in}(n) - P_{in}(n-1) \quad (3)$$

$$\Delta P = P_{in}(n) - P_{in}(n-1) \quad (4)$$

- Dengan karakteristik *buck converter* diperoleh *duty cycle*. Bila hasil perbandingan kemiringan(*slope*) bernilai positif dari nilai tegangan tambahan dan menghasilkan nilai negatif, maka nilai tegangan berkurang. Nilai tegangan akan menurun jika nilai *duty cycle* juga mengalami penurunan. Dengan menentukan *slope* maka diperoleh *duty cycle* dengan referensi baru.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

III. METODE PENELITIAN

A. Buck Converter

Pada penelitian ini menggunakan tegangan input 12 volt yang diperoleh dari regulator untuk mensimulasikan output dari generator turbin angin dan dibebani dengan tiga beban berupa 15-watt 15 ohm resistor dan terdiri dari beberapa komponen utama, induktor, kapasitor, dan dioda.

Untuk merancang *buck converter* yang dianjurkan diperlukan perhitungan komponen yang tepat. Karena nilai komponen yang tidak tepat bisa menyebabkan hasil output yang tidak sesuai, seperti tegangan *discharge* dan arus *ripple* yang terlalu besar. Untuk merancang sebuah

buck converter, variabel pertama yang perlu ditetapkan, yaitu:

1. *Input Voltage* (V_{di})= 15 volt
2. *Output Voltage* (V_{out})= 12 volt
3. *Maximum Power* = 50 watt
4. *Switching Frequency (FSW)* = 50 KHz

- *Inductor*

Dari data di atas, nilai komponennya dapat dihitung, yaitu:

$$Duty\ Cycle = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{12}{15} = 0.8 \sim 80\% \quad (5)$$

Inductor calculation

$$L = (V_{in} - V_{out}) \times D \times \frac{1}{F_{sw}} \times \frac{1}{\Delta I} \quad (6)$$

Dimana dari rumus di atas dl adalah arus *Ripple*, untuk desain yang dianjurkan *range* dari arus *rippley*nya 30% sampai 40% dari arus output. Asumsikan nilai dl adalah 35%.

$$I_{out} = \frac{P}{V_{out}} = \frac{50}{12} = 4.16A \sim 4.2A$$

$$\Delta I = 0.35 \times I_{out} = 0.35 \times 4.2 = 1.47A$$

$$L = (15 - 12) \times 0.8 \times \left(\frac{1}{50k}\right) \times \left(\frac{1}{1.47}\right) = 32.65\mu H$$

Dan *inductor current peak* :

$$I_L = I_{out} + \frac{\Delta I}{2} = 4.2 + \frac{1.47}{2} = 4.935A \sim 5A$$

Dari perhitungan tersebut, kemudian dicari spesifikasi induktor pada tabel spesifikasi induktor. Sehingga diperoleh spesifikasi mendekati daerah L40 (L = 33μH dan I_L = 3.5A).

- *Capasitor*

Capasitor bahan yang digunakan harus dari aluminium atau *tantalum electrolytic capacitors bypass capacitor* yang menjaga dalam kasus tegangan besar yang transien juga pengoperasiannya harus stabil dan harus memiliki nilai kapasitor ESR (Equivalent Series Resistance) yang rendah. 220μF *capasitor*, 35v *aluminium electrolytic* cukup untuk melakukan *bypassing* . Dan untuk output *capasitor* dipilih dari tabel spesifikasi kapasitor keluaran yang direkomendasikan dengan spesifikasi, ESR *electrolytic capacitor* rendah antara 220μF hingga 1500μF.

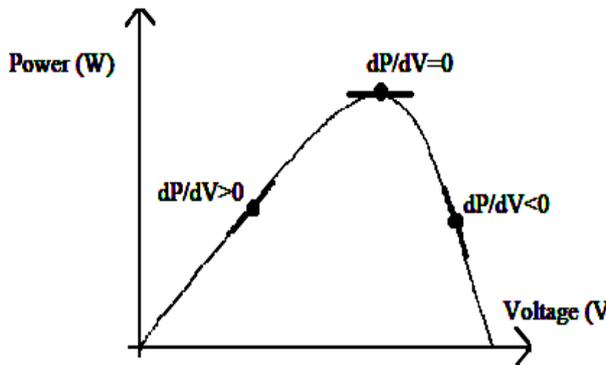
- *Diode*

Diode yang digunakan adalah 20V 1N5834 yang memiliki kapasitas 4 sampai 6 *ampere*, hal ini karena *current rating*nya harus 1.2x dari arus keluaran dan tegangannya harus 1.25x dari tegangan input maksimum.

B. *Maximum Power Point Tracking (MPPT)*

Seperti yang telah diketahui bahwa karakteristik daya keluaran dari turbin angin dipengaruhi oleh kecepatan angin, diperlukan suatu algoritma untuk menemukan maksimum power point (MPP) dan menjaga titik kerja. Ada beberapa cara untuk melacak titik daya maksimum seperti *Perturb and Observe*, konduktansi tambahan, Pendekatan Dinamis, Metode Suhu, dll Dalam pembahasan kali ini telah ditetapkan algoritma *Perturb and Observe* dengan metode *Climbing Hill* sebagai algoritma kontrol MPPT karena perhitungannya yang

cepat dan mudah . Seperti pada Gambar 2.1, ada tiga jenis poin dan terletak pada 3 posisi. Di *left peak* $\Delta P / \Delta V > 0$, puncak kurva $\Delta P / \Delta V = 0$, dan *right peak* $\Delta P / \Delta V < 0$.



Gambar 2 Posisi $\Delta P / \Delta V$ Power Curve

Maximum Power Point Tracking (MPPT) adalah metode untuk menemukan Maksimum Power Point (MPP) dari kurva karakteristik sebelum kita dapat mengambil nilai nominal pada siklus, sehingga konverter dapat memberikan daya maksimum dari turbin angin ke beban. *P & O* algoritma adalah salah satu metode MPPT yang sangat mudah untuk diterapkan. Desain MPPT ini membutuhkan dua parameter, yaitu untuk menentukan *slope converter* tegangan input (V_{in}) dan *converter* arus masukan (I_{in}).

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \tag{7}$$

Dari kedua parameter tersebut diperoleh daya (P_{in}) dan tegangan (V_{in}), kemudian dibandingkan dengan parameter sebelumnya yaitu data $P_{in}(n-1)$ dan $V_{in}(n-1)$. Perbandingan tersebut diperoleh ΔP dan ΔV .

$$\Delta V = V_{in}(n) - V_{in}(n - 1) \tag{8}$$

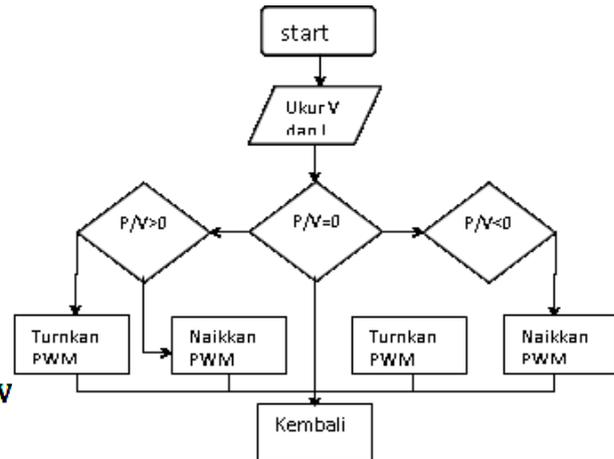
$$\Delta P = P_{in}(n) - P_{in}(n - 1) \tag{9}$$

Dan hasil dari ΔP dan ΔV kemudian disebut *slope*.
 $slope = \Delta P / \Delta V$

Gambar 2 menunjukkan kurva PV yang mewakili dasar metode algoritma *Climbing Hill*. MPP ditunjukkan dengan sinyal nol, yang menunjukkan nilai maksimum yang baru dan sebaliknya, jika nilai sinyal (*slope*) negatif, maka tegangan panel surya akan turun.

Arah *Slope* ditentukan oleh rasio ΔP dan ΔV . Dengan karakteristik dari arah ketetapan *buck converter* diperoleh dari siklus. Bila hasil perbandingan (*slope*) jika nilai positif dari nilai PWM bertambah dan ketika untuk menghasilkan nilai negatif, nilai PWM berkurang. Dalam nilai PWM, jika *duty cycle* berkurang maka tegangan akan meningkat dan jika *duty cycle* berkurang maka tegangan akan berkurang. Dengan menentukan *slope* maka diperoleh *duty cycle* referensi baru.

Cara kerja keseluruhan sistem ini ditentukan oleh perangkat lunak yang diimplementasikan di dalamnya. Perangkat lunak yang digunakan pada tugas akhir ini adalah perangkat lunak untuk mengolah data dan mengontrol kerja *plant* itu sendiri. Flowchart untuk desain perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Flowchart Algoritma

dari flowchart di atas, tegangan dan arus digunakan sebagai referensi. diperoleh dari daya referensi yang akan digunakan sebagai acuan dari algoritma. jika $P / V > 0$, nilai PWM akan diturunkan dan jika $P / V < 0$ maka nilai PWM akan meningkat, sedangkan jika P / V value = 0 PWM akan dihentikan.

IV. PENGAMBILAN DATA DAN ANALISA

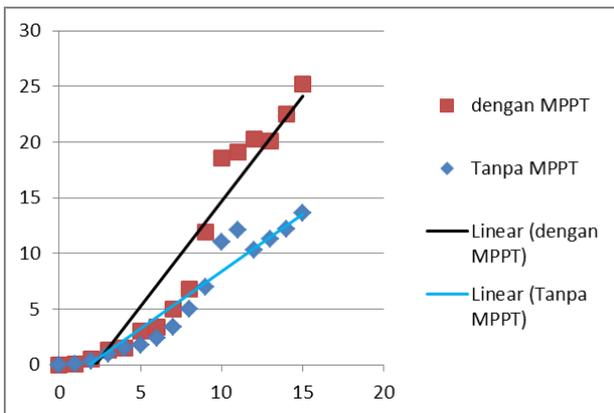
Dalam uji coba ini adalah uji coba dari seluruh sistem prinsip kerja dari *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) *P & O* dengan metode *Hill Climbing*, apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak. Untuk menguji sistem MPPT dibebani dengan resistor. Dalam pengujian ini, memuat menggunakan 15watt 15ohm resistor sejumlah 5 buah. Dengan mengukur daya output pada turbin angin menggunakan MPPT dan tanpa menggunakan MPPT. Sensor sistem data uji MPPT dan sistem tanpa menggunakan MPPT dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 1 Hasil Uji Sistem MPPT dan Tanpa MPPT

Beban 3 resistor 15watt 15ohm				
Kecepatan Angin	Vin (volt)	Power dengan MPPT (watt)	Power Tanpa MPPT (watt)	Kenaikan (%)
0	0	0	0	0
1,196	1	0,1	0,1	0
1,507	2	0,5	0,3	40
1,725	3	1.3	1	23,07692
1,899	4	1.5	1.5	0
2,045	5	3	1,8	40
2,174	6	3,4	2,4	29,41176
2,288	7	5	3.4	32
2,392	8	6.8	5	26,47059
2,488	9	11,9	7	41,17647
2,577	10	18.6	11	40,86022
2.66	11	19.1	12.1	36,64921
2,739	12	20,3	10,3	49,26108
2,813	13	20.1	11.3	43,78109

2,883	14	22,5	12,2	45,77778
2.95	15	25.2	13.6	46,03175

Menurut Tabel 4, pengujian ini dilakukan dengan beban konstan hasil (3 15watt 15ohm resistor) diperoleh output daya meningkat dengan peningkatan rata-rata 36%. Dengan meningkatnya tegangan, output daya MPPT juga naik seiring dengan perubahan *duty cycle* dan perubahan *duty cycle* mulai muncul ketika tegangan 10 Volt.



Gambar 4 Grafik Sistem MPPT dan Tanpa MPPT

Tegangan 9 Volt telah dilampaui. Yang membuat garis linear MPPT memiliki awalan yang lebih kecil dan dipotong garis linear tanpa MPPT tegangan 3 Volt. Dari data tersebut juga dapat dilihat perbedaan antara MPPT dan tanpa MPPT. Data ini juga membuktikan bahwa sistem menggunakan MPPT dapat meningkatkan output daya dengan 23-49%.

V. KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan sistem P & O MPPT untuk turbin angin dengan metode Climbing Hill, dapat disimpulkan sebagai berikut. Dengan melihat hasil pengujian, P & O MPPT dapat berjalan dengan baik. Buck converter dan mikrokontroler dapat digunakan dengan hasil yang baik. Peningkatan daya yang dapat dicapai dengan beban 3 watt 15 ohm resistor 15 sekitar 23 sampai 49%. Nilai ini tidak menutup kemungkinan pada kesempatan berikutnya, peningkatan output daya dari turbin angin dapat untuk mengurangi hilangnya power loss dari setiap komponen.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Kalaitzakis, E. Koutroulis, "Desain Maximum Power Point Tracking System untuk Energi Angin Konversi Aplikasi" pp. 486-494, April. 2006

[2] E. Irmak, N. Güler, "Penerapan Efisien Peraturan Tegangan Sistem Tinggi Dengan MPPT Algoritma", 9 Agustus 2012Ogata, Katsuhiko. 2010."modernControl Engineering FifthEdition". Prentice Hall:. New Jersey

[3] R. Cot, M. Rolak, M. Malinowski, "Perbandingan algoritma pelacakan daya puncak maksimum untuk turbin angin kecil" pp. 29-40, 7 Maret 2013

[4] Y. Liu, Li Ming, "Sebuah studi perbandingan metode pelacakan power point maksimum untuk sistem.