

PENGGUNAAN TEKNOLOGI MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKER) PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB)

Machmud Effendy^{*)}

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

^{*)}E-mail : machmud@umm.ac.id

Abstrak

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2006, Indonesia mempunyai potensi energi angin sebesar 9.29 GW dan sudah terpasang sebesar 0.0005 GW. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi terbarukan yang menargetkan kapasitas terpasang hingga tahun 2025 mencapai 17%. Ada beberapa cara untuk meningkatkan kapasitas daya listrik Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) yaitu dengan menambah jumlah pembangkit, namun cara ini cukup mahal, karena harus membangun pembangkit baru. Dalam penelitian ini, digunakan teknologi MPPT untuk menaikkan efisiensi PLTB dengan cara mencari daya listrik maksimum pada kecepatan angin yang telah ditentukan, dan untuk menghasilkan nilai duty cycle dan mempercepat tanggapan system digunakan kontrol PI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi MPPT mampu menaikkan efisiensi PLTB dari 65% menjadi 80%. Dan kontrol PI yang diterapkan pada teknologi MPPT memiliki parameter settling time sebesar 0.1 detik dan rise time sebesar 0.05 detik.

Kata Kunci: PLTB, MPPT, kontrol PI

Abstract

Based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources in 2006, Indonesia has the potential of wind energy at 9.29 GW and has been installed at 0.0005GW. Currently, the government has issued a roadmap which targets the utilization of renewable energy installed capacity until 2025 to reach 17%. There are several ways to increase the capacity of the electric of wind power plant. One of them by increasing the number of plants, but it is quite expensive, because they have to build new power plants. In this research, MPPT technology is used to increase the efficiency of wind power plant by seeking the maximum electrical power at a wind speed that has been determined, and to generate the duty cycle value and accelerate response system used PI control. The results of the research shows that MPPT technology is able to increase the efficiency of wind power plant of 65% to 80%. And PI control is applied to the MPPT technology has a parameter settling time of 0.1 seconds and a rise time of 0.05 seconds.

Keywords: Wind Power Plant, MPPT, PI Control

1. Pendahuluan

PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) merupakan salah satu sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang banyak tersedia di Indonesia. Berdasarkan data dari Departemen ESDM tahun 2006, Indonesia mempunyai potensi energi angin sebesar 9.29 GW dan sudah terpasang sebesar 0.0005 GW. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi terbarukan yang menargetkan kapasitas terpasang energy terbarukan hingga tahun 2025 mencapai 17%. [1]

Ada beberapa cara untuk meningkatkan kapasitas daya listrik Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) yaitu

dengan menambah jumlah pembangkit, namun cara ini cukup mahal, karena harus membangun pembangkit baru.

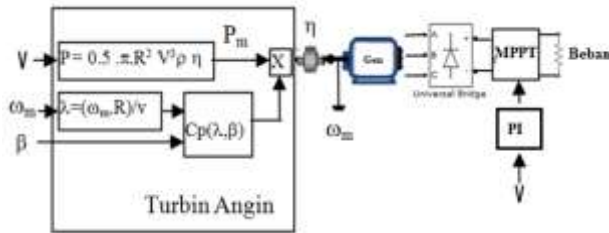
Dalam penelitian ini, digunakan teknologi MPPT untuk menaikkan efisiensi PLTB dengan cara mencari daya listrik maksimum pada kecepatan angin yang telah ditentukan.

Sebelumnya, teknologi MPPT banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi daya PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dengan menggunakan beberapa metoda, antara lain : P&O [2] dan fuzzy logic [3].

2. Metode

Untuk menyelesaikan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan antara lain: membuat model MPPT pada PLTB, perhitungan potensi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTB, karakteristik turbin angin, desain DC-DC converter, desain kontrol PI, dan pengujian MPPT.

Model MPPT pada PLTB ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Model Teknologi MPPT

Potensi Daya Listrik PLTB

Potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh turbin angin adalah [4]:

$$P = \eta_{total} \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (1)$$

Dimana:

- Efisiensi total (η_{total}) = 0.45 [5]
- Kerapatan udara (ρ) = 1.25kg/m³
- Luas Sudu(A), (dengan R sudu = 2.5m) = 19.63m²
- Kecepatan angin (V) = 4-7 m/detik

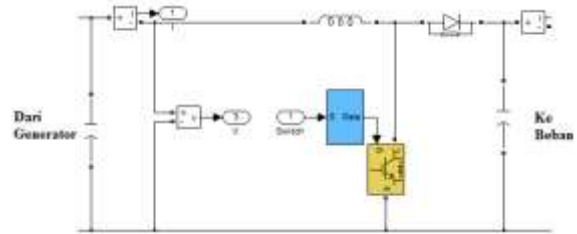
Maka potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTB adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Potensi Daya PLTB

V(m/det)	P(Watt)
4	353.3
5	690.1
6	1192.5
7	1893.7

Boost Converter

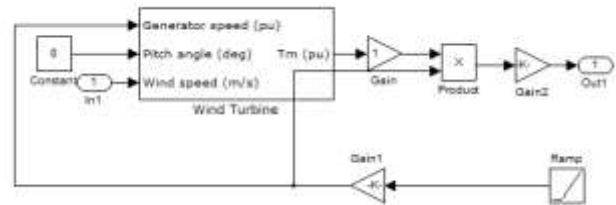
Untuk menaikkan tegangan keluaran generator listrik, maka digunakan rangkaian Boost Converter, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.[6]



Gambar 2. Boost Converter

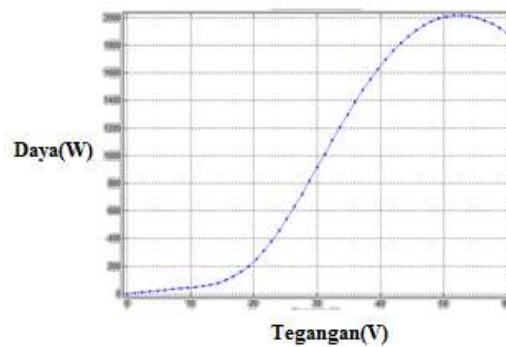
Karakteristik Turbin Angin

Salah satu karakteristik turbin angin yang dianalisa adalah menentukan nilai daya maksimum pada kecepatan angin 4 m/detik sampai dengan 7 m/detik. Gambar dibawah ini menunjukkan model turbin angin dan nilai daya maksimumnya.



Gambar 3 Model Turbin Angin

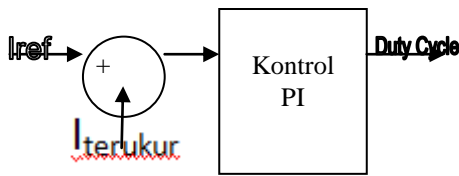
Karakteristik Turbin Angin



Gambar 4. Karakteristik Turbin Angin

Kontrol PI

Untuk menentukan besarnya duty cycle yang digunakan untuk memicu komponen IGBT pada rangkaian Boost Converter, maka diperlukan sebuah control PI. Dengan menggunakan metoda trial and error, maka didapatkan nilai PI sebesar P = 0.01 dan I = 0.0003. Gambar dibawah ini menunjukkan model control PI yang digunakan.



Gambar 5. Model Kontrol PI

3. Hasil dan Analisa

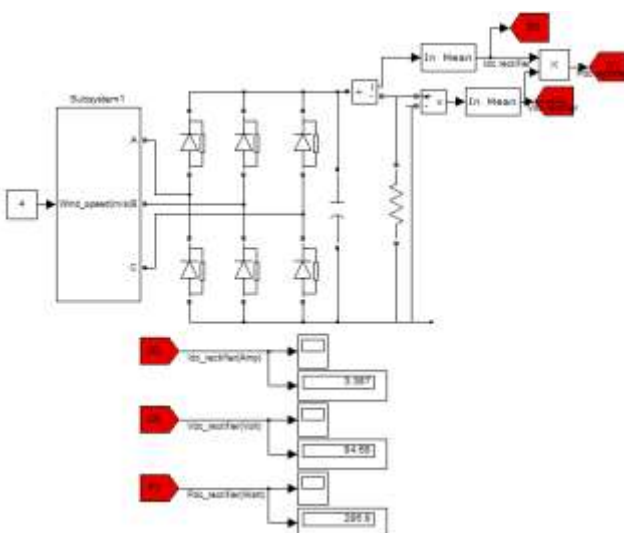
Teknologi MPPT yang didesain seperti pada gambar 1 telah disimulasikan menggunakan program Matlab dengan beberapa parameter sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter PLTB

Variabel	Paramater
Turbin Angin	Jari-jari blade = 2.5m V = 4m/s – 7m/s $\beta = 0^0$
Generator	Daya = 2000VA, 132 V J = 0.0008 Nms ²
Beban	R = 25 Ohm

Simulasi pertama adalah mengukur keluaran daya pembangkit listrik tenaga angin tanpa menggunakan teknologi MPPT pada saat ada perubahan kecepatan angin, dan dilanjutkan dengan simulasi yang kedua yaitu mengukur keluaran daya pembangkit listrik tenaga angin menggunakan teknologi MPPT saat terjadi perubahan kecepatan angin.

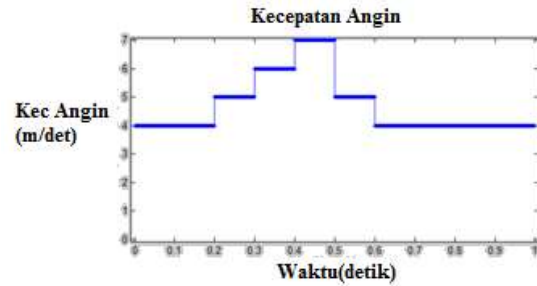
Berikut ini adalah model pengujian pembangkit listrik tenaga angin tanpa menggunakan teknologi MPPT



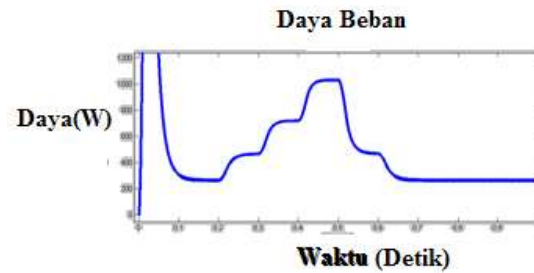
Gambar 6. Model Pengujian PLTB Tanpa MPPT

Gambar 6 menunjukkan bahwa model yang digunakan untuk menguji PLTB tanpa MPPT antara lain model turbin angin yang didalamnya terdapat generator listrik dan rangkaian penyearah AC to DC.

Hasil simulasi model pembangkit listrik tenaga angin tanpa menggunakan MPPT ditunjukkan pada gambar 7.



(a) Kecepatan Angin



(b) Daya Beban

Gambar 7. PLTB Tanpa MPPT

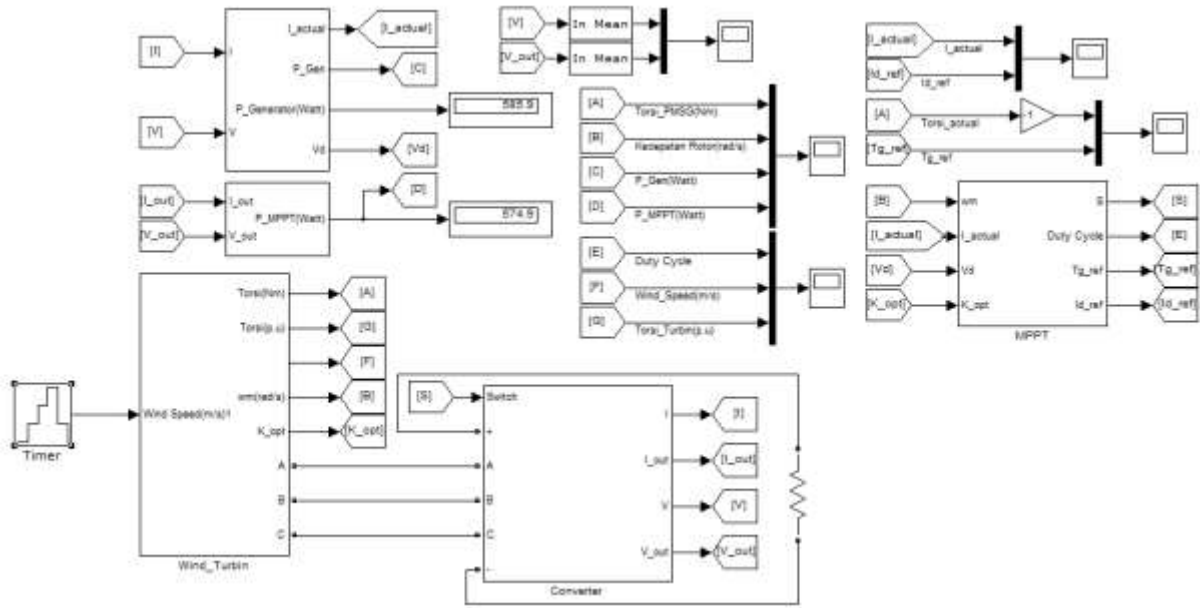
Dari gambar 7, menunjukkan bahwa pada saat terjadi perubahan kecepatan angin mulai dari 4 meter/detik sampai dengan 7meter/detik , daya listrik yang diserap oleh beban ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Daya Listrik PLTB Tanpa MPPT

V (m/det)	Pbeban(W)	Potensi Daya PLTB (W)	Efisiensi (%)
4	269	353.3	55
5	466	690.1	61
6	722	1192.5	68
7	1035	1893.7	76
Rata – rata Efisiensi			65

Tabel 3 menunjukkan bahwa, daya listrik yang diserap oleh beban lebih kecil dari pada potensi daya listrik ang dimiliki oleh PLTB, dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 65%.

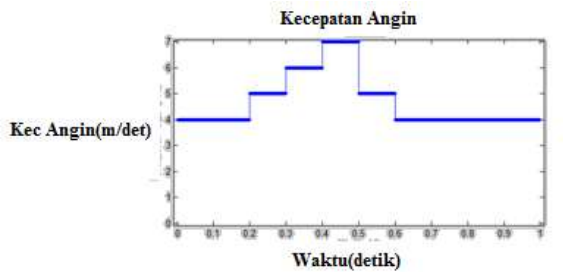
Sedangkan pengujian PLTB menggunakan teknologi MPPT ditunjukkan pada gambar



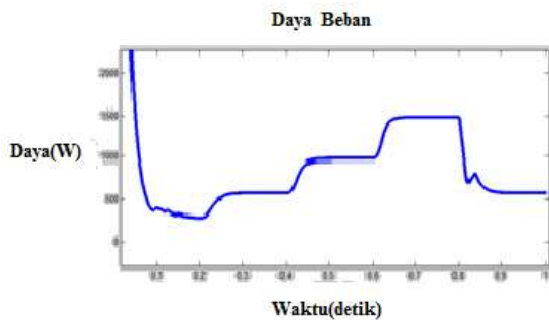
Gambar 8. Model Pengujian PLTB Menggunakan MPPT

Model pengujian pada gambar 8 terdiri dari model turbin angin yang didalamnya terdapat generator listrik, DC-DC converter jenis boost, kontrol PI yang dilengkapi dengan pembangkit pulsa PWM (Pulse Width Modulation).

Hasil simulasi pembangkit listrik tenaga angin menggunakan MPPT ditunjukkan pada gambar 9 dibawah ini.



(a) Kecepatan Angin



(b) Daya Beban

Gambar 9. PLTB Menggunakan MPPT

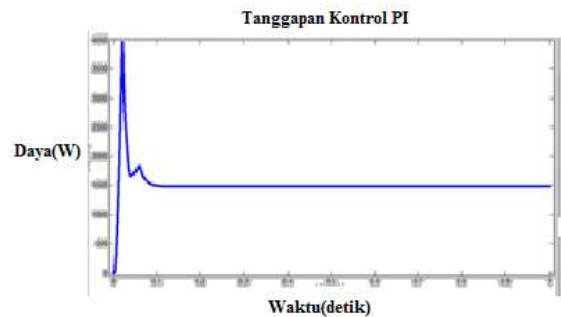
Dan hasil daya pada masing-masing kecepatan angin yang disertai dengan potensi daya listrik PLTB ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Daya Listrik PLTB Menggunakan MPPT

V (m/det)	Pbeban(W)	Potensi Daya PLTB (W)	Efisiensi (%)
4	282	353.3	81
5	574	690.1	83
6	978	1192.5	82
7	1483	1893.7	78
Rata - rata Efisiensi			80

Tabel 4 menunjukkan bahwa, daya listrik yang diserap oleh beban masih lebih kecil dari pada potensi daya listrik yang dimiliki oleh PLTB, namun efisiensi lebih besar jika dibandingkan dengan PLTB tanpa MPPT, nilai efisiensinya sebesar 80%

Tanggapan kontrol PI saat digunakan untuk menghasilkan duty cycle ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Tanggapan Sistem Kontrol PI

Gambar diatas menunjukkan bahwa saat kecepatan angin berubah menjadi sebesar 7meter/detik, daya listrik yang

diserap beban sebesar 1483 Watt, namun sistem membutuhkan waktu 0.1 detik untuk menuju steady state (settling time), dan besarnya rise time = 0.05detik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka berikut ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Teknologi MPPT yang diaplikasikan pada PLTB dapat dibuat modelnya menggunakan program Matlab.
2. Teknologi MPPT terbukti mampu meningkatkan prosentase efisiensi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTB, dari 65% menjadi 80%
3. Kontrol PI yang diterapkan pada teknologi MPPT memiliki parameter settling time sebesar 0.1 detik dan rise time sebesar 0.05 detik

Referensi

- [1]. ESDM, 2006, Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025, Kementrian ESDM.
- [2]. Adjar Hadiyono, 2009, "Optimasi Sistem PV Menggunakan MPPT Berbasis P& O", Jurnal
- [3]. Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan ESDM.
- [4]. Machmud Effendy, 2015, " Sistem MPPT Menggunakan Logika Fuzzy Pada Pembangkit Photovoltaic", Proceeding Sentra UMM.
- [5]. Kazmi, S.M.R.; Goto, H.; Guo, H.J.; Ichinokura, O. A novel algorithm for fast and efficient speed-sensorless maximum power point tracking in wind energy conversion systems. *IEEE Trans. Ind. Electron.* **2011**, *58*, 29–36.
- [6]. Pikatan, Sugata, 1999, *Konversi Energi Angin*. Surabaya : Departemen Mipa Universitas Surabaya.
- [7]. Muhammad Rashid, 2007, " *Power Electronic Handbook, Devices, Circuits, and Application* ", Imprint of Elsevier