

## RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DENGAN *VERTICAL-AXIS WIND TURBINE*

### DESIGN AND IMPLEMENTATION OF WIND POWER PLANT USING VERTICAL-AXIS WIND TURBINE

Dion Satya Prayoga<sup>1</sup>, Mas Sarwoko S, Ir.,M.Sc.<sup>2</sup>, Iswahyudi Hidayat, S.T., M.T.<sup>3</sup>

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[dion.indonesia@gmail.com](mailto:dion.indonesia@gmail.com), <sup>2</sup>[swkknk@telkomuniversity.ac.id](mailto:swkknk@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[iswahyudihidayat@telkomuniversity.ac.id](mailto:iswahyudihidayat@telkomuniversity.ac.id)

---

#### ABSTRAK

Sebagai pemasok listrik tunggal di Indonesia Perusahaan Listrik Negara terkadang masih mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan listrik yang memang cukup tinggi. Indonesia merupakan negara tropis yang dilintasi garis katulistiwa, karenanya Indonesia memiliki rata-rata kecepatan angin yang tinggi. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem pembangkit listrik tenaga angin kala rumah dengan sumbu vertikal yang bertindak sebagai sumber energi listrik cadangan, yang menyokong energi listrik dari PLN. Dipilih sumbu angin vertikan karena kemampuannya untuk tidak mengikuti arah angin yang cenderung berubah-ubah. Generator yang akan dirancang menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh dengan biaya seminimal mungkin. Diharapkan pembangkit listrik tenaga angin yang dirancang mampu menghasilkan tegangan yang cukup tinggi sehingga mampu menjadi sumber listrik cadangan dalam rumah.

Kata kunci : Turbin Angin Sumbu Vertikal, Angin, Generator.

---

#### ABSTRACT

As the only electrical power supplier in Indonesia States Electrical Company still find difficulties to keep up with a high demand. Indonesia is a tropical country that crossed by the equator line, hence Indonesia possess a high wind speed average. In this final project will be designed a home scale wind power plant with vertical axis wind turbine. Vertical axis is choosen because it can adapt to wind direction that keep changing. The generator will be designed using eay to obtain materials with as minimal as possible cost. Hopefully, this wind power plant can produce enough voltage so it can act a backup power source at home.

Keywords : Vertical-axis wind turbine, Wind, Generator.

---

#### 1. Pendahuluan

Listrik merupakan sumber energi utama manusia pada zaman modern seperti sekarang. Ditandai dengan revolusi industri di eropa, manusia mulai menggunakan bahan bakar fosil sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Belakangan ini, bahan bakar fosil sering dikaitkan sebagai penyebab pemanasan global.

Pemanasan global yang semakin hari semakin mengancam, manusia mulai mencari pembangkit energi dengan bahan bakar alternatif. PLTMH (pembangkit listrik mikro hidro) yang memanfaatkan aliran air sungai dan air terjun yang cukup banyak ditemukan di Indonesia, PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) menjadi opsi terdepan dalam memanfaatkan letak geografis Indonesia sebagai sumber energi alternatif, dengan kecepatan angin yang cukup tinggi, angin bisa dimanfaatkan sebagai backup power supply untuk rumah tangga.

Turbin adalah suatu perangkat mekanik berputar yang mendapatkan energi dari aliran fluida, generator adalah alat yang merubah energi kinetik menjadi energi listrik, dengan konfigurasi tertentu turbin dan generator

dapat menghasilkan tegangan dan arus yang cukup untuk melakukan pengisian baterai sebagai energi cadangan. Vertical-axis wind turbine adalah jenis turbin yang digerakkan oleh angin yang memiliki sumbu putar vertikal, yang memudahkan proses perawatan pada turbin bagian generatornya.

Pada tugas akhir ini, dirancang suatu sistem pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin angin sumbu vertikal beserta rangkaian penyearah tegangan keluarannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis merumuskan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana arsitektur sistem VAWT yang dapat menghasilkan tegangan?
2. Bagaimana merancang dan merealisasikan rangkaian penyearah yang mampu melakukan proses penyearahan keluaran generator?
3. Bagaimana menguji dan menganalisa keluaran vertical-axis wind turbine?
4. Bagaimana menguji dan menganalisa rectifier dengan masukan berupa tegangan yang berasal dari VAWT ?

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Adalah jenis pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi kinetik angin. Angin nantinya akan menerpa permukaan bilah yang merupakan komponen dari pembangkit itu sendiri dan memutar bagian rotor generator, putaran tersebut menghasilkan perubahan fluks magnetik pada stator dimana lilitan tembaga berada. Berdasarkan fenomena yang ditemukan Michael Faraday dimana perubahan fluks magnetik terhadap lilitan tembaga, maka tegangan pun didapat dari energi kinetik dari angin menjadi energi listrik.

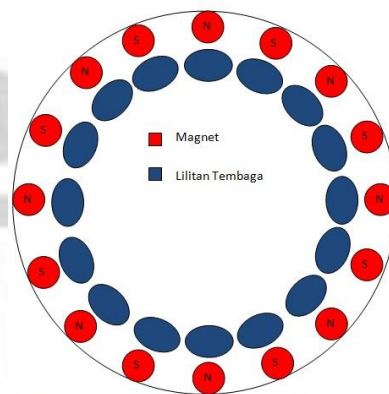
### 2.2 Generator/Alternator

Secara umum generator adalah peralatan yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang menghasilkan keluaran berupa tegangan AC disebut alternator. Generator terbagi menjadi 2 bagian yaitu stator atau bagian yang diam, dan rotor atau bagian yang berputar. Komponen utama dari generator yaitu magnet dan lilitan tembaga atau coil. Jika magnet terdapat pada bagian rotor, maka coil nya berada di stator, begitu pula sebaliknya.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Perancangan Generator

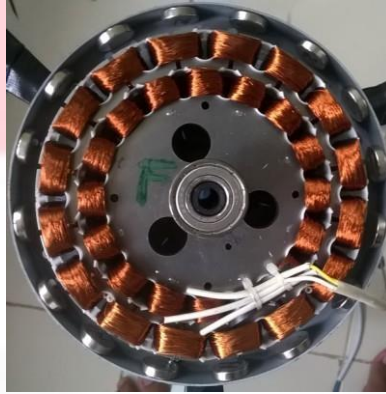
Generator yang dirancang merupakan hasil modifikasi dari sebuah *ceiling fan* merk Uchida tipe CF-240 karena sumbu putar *default*-nya vertikal. Magnet yang digunakan jenis neodmium berbentuk tabung pipih dengan diameter 1.5 cm dan kekuatan medan magnet 1-1.4 Tesla.



Gambar 3.1 Konfigurasi magnet dan coil

Berdasarkan perancangan diatas diperoleh generator dengan spesifikasi sebagai berikut :

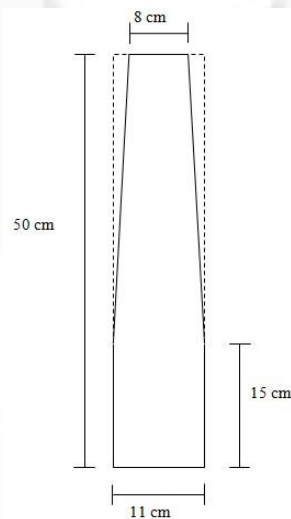
- Diameter : 20 cm
- Tinggi : 5.5 cm
- Berat : 2000 gram
- Jumlah Magnet : 16 buah
- Jumlah Lilitan Tembaga :  $\pm 3250 \times 16$  lilitan



Gambar 3.2 Realisasi Konfigurasi Magnet dan Coil

### 3.2 Perancangan *Wind Blade*

Jenis VAWT yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Darrieus Tipe H, bilah yang dirancang menggunakan bahan dasar PVC. Dalam tugas akhir ini digunakan tiga buah bilah terpasang langsung pada bagian rotor. Berikut ini adalah ilustrasi perancangan bilah



Gambar 3.3 Ilustrasi perancangan tampak depan/belakang bilah.

Berdasarkan ilustrasi di atas direalisasikan tiga buah *wind blade* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tinggi : 50 cm
- Panjang busur bawah : 17.27 cm
- Panjang busur atas : 13.27 cm
- Berat : 174 gram



Gambar 3.4 Hasil Realisasi *wind blade*

### 3.3 Spesifikasi Fisik VAWT

Dengan memasang tiga buah *wind blade* pada bagian rotor, didapatkan sebuah *vertical-axis wind turbine* jenis Darrieus tipe H dengan spesifikasi fisik sebagai berikut :

- Diameter : 55 cm
- Tinggi : 50 cm
- Berat : 2522 gram
- Sumbu Putar : Vertikal
- Arah Putar : *Counter Clock-wise*
- Jumlah Fasa Keluaran : 1 Fasa
- Tegangan Keluaran : AC
- Jumlah Blade : 3 Buah



Gambar 3.5 Hasil Realisasi VAWT

### 3.4 Pengujian

Hasil pengujian keluaran VAWT dengan kondisi skenario kecepatan angin tertentu:

	Jumlah Putaran (rpm)	Tegangan <i>Peak-to-peak</i> (V)	Frekuensi (Hz)
Skenario 1	40	20 Vpp	5,3
Skenario 2	37	19 Vpp	4.9
Skenario 3	31	14.6 Vpp	3.5

Tabel 3.1 Hasil Uji keluaran generator

Hasil pengujian ketahanan VAWT terhadap kondisi angin yang tetap selama 120 menit:

Menit Ke-	Jumlah Putaran	Tegangan <i>peak-to-peak</i> (V)	Frekuensi (Hz)
0	40	20 Vpp	5.3
15	40	20 Vpp	5.2
30	40	20 Vpp	5.2
45	40	20 Vpp	5.3
60	40	20 Vpp	5.3
75	40	20 Vpp	5.2
90	40	20 Vpp	5.2
105	40	20 Vpp	5.3
120	40	20 Vpp	5.3

Tabel 3.2 Hasil Uji Ketahanan VAWT

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data diatas diperoleh kesimpulan bahwa hasil modifikasi menjadi generator berhasil menghasilkan keluaran berupa tegangan AC 1 phasa dengan tegangan *peak-to-peak* yang tinggi, namun tegan frekuensi yang rendah. VAWT yang dirancang mampu mempertahankan putaran dan keluaran dalam kondisi angin yang tetap selama 120 menit.

### 5. Daftar Pustaka

Rashid, Muhammad H. 2004. "*Power Electronics, Ciruits, Devices, and Aplications*". New Jersey : Pearson Prentice Hall.

Ramdhani, Mohamad. 2009. "Rangkaian Listrik". Jakarta : Erlangga.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/farlaw.html> (diakses 17-2-2015)

<http://www.6pie.com/faradayslaw.php> (diakses 17-2-2015)