

Rancang Bangun *Vertical Wind Axis Turbin (VWAT)* Dua Tingkat

Jefri Lianda¹, Zulkifli²

Politeknik Negeri Bengkalis
Jl. Bathin Alam, (0766)7008877
e-mail: , jefri@polbeng.ac.id, zulkifli@polbeng.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang peningkatan kinerja kincir angin sumbu vertical (VWAT) untuk menghasilkan listrik melalui generator magnet permanen. Salah satu metode yang digunakan adalah pemilihan jumlah dan sudut kincir angin Savonius. Turbin savonius dikenal memiliki efisiensi rendah, akan tetapi konstruksinya yang murah dan sederhana, serta dapat menerima angin dari segala arah dan torsi awal yang tinggi. Fokus penelitian ini adalah bagaimana menguji unjuk kerja turbin angin Savonius 2 tingkat. Penelitian ini menghasilkan kincir angin dengan daya 59 watt. Tegangan rata-rata yang dihasilkan berupa tegangan AC 3 fasa sebesar 6,57 volt AC sampai dengan 18,61 volt AC, kemudian disimpan kedalam baterai menggunakan baterai charger.

Kata kunci: generator magnet permanen, savonius, VWAT

Abstract

This paper focuses on improving the performance of vertical axis wind turbines (VWAT) to generate electricity through a permanent magnet generator. One method possible use is the selection of the number and angle Savonius windmill. Savonius turbines are known to have low efficiency, but the construction is cheap and simple, and can receive wind from any direction and high starting torque. The focus of this study is to test the performance of a wind turbine Savonius 2 levels. This research resulted in a windmill with 59 watts of power. Average voltage is generated in the form of 3 -phase AC voltage of 6,57 volt AC to 18,61 volt AC, and then stored into the battery using the battery charger.

Keywords: permanent magnet generator, savonius, VWAT

1. Pendahuluan

Penggunaan energi terbarukan telah terus meningkat selama beberapa tahun terakhir untuk membantu memecahkan masalah energi dan pemanasan global [1]. Energi angin merupakan bentuk energi terbarukan yang paling banyak tersedia di antara semua sumber energi. Energi angin dapat diambil oleh turbin angin dan dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan alat pembangkit listrik yang tepat. Proses ini benar-benar ramah lingkungan dan biaya yang terkait dengan fabrikasi yang sangat sedikit[2]. Indonesia memiliki potensi energi angin laut secara signifikan melimpah, diperkirakan bahwa Indonesia memiliki sekitar 9,29 GW potensi energi angin [3].

Sebuah turbin angin adalah perangkat yang mengubah energi kinetik dari angin menjadi tenaga listrik. *Vertikal Axis Wind Turbin (VAWT)* adalah salah satu jenis turbin angin mana poros rotor utama diatur secara vertikal dan dapat menangkap angin dari segala arah [4].

Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan udara yang lebih tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah. Perbedaan tekanan udara disebabkan oleh perbedaan suhu udara akibat pemanasan atmosfer yang tidak merata oleh sinar matahari. Karena bergerak angin memiliki energi kinetik. Energi angin dapat dikonversi atau ditransfer ke dalam bentuk energi lain seperti listrik atau mekanik dengan menggunakan kincir atau turbin angin. Oleh karena itu, kincir atau turbin angin sering disebut sebagai Sistem Konversi Energi Angin (SKEA).

Daya adalah energi per satuan waktu. Daya angin berbanding lurus dengan kerapatan udara, dan kubik kecepatan angin, seperti diungkapkan dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3 \text{ [watt/m}^2\text{]} \quad (1)$$

Dimana:

P : Daya output (watt),
 ρ : kerapatan udara (kg/m³),
 V : kecepatan angin (m/s)

Kelajuan perputar baling- baling secara konvensional dinyatakan dengan bilangan tak berdimensi yang dikenal dengan nama *tip speed ratio* (λ). lamda merupakan perbandingan kelajuan baling- baling pada radius R ketika berputar pada ω rad/ detik terhadap kecepatan angin v , yakni [7]:

$$\lambda = \frac{\omega R}{v} \quad (2)$$

dengan: $\omega = 2 \pi n$ dan n = putaran baling-baling (rpm)
 R = Jari-jari rotor (m)
 v = Kecepatan Angin (m/s)

Untuk menghitung daya listrik

$$P = V.I \quad (3)$$

dengan: P = Daya listrik (W)
 V = Tegangan listrik (V)
 I = Arus listrik (A)

Menentukan kecepatan poros dan torsi ,

$$\text{Kecepatan poros} = \frac{60\lambda v}{\pi D} \quad (4)$$

$$\text{Torsi} = \frac{v^2 r^3}{\lambda} \quad (5)$$

dengan : λ = *Tip speed ratio*
 v = Kecepatan angin dalam m/s
 π = 3.14
 D = Diameter *blade* (m)
 r = Jari-jari *blade* (m)

$$\text{Luas blade} = \frac{1}{2} (s_1 + s_2) \times t \quad (6)$$

dengan : s_1 dan s_2 = sisi sejajar pada trapesium
 t = tinggi trapesium

$$t = \frac{\text{luas}}{\frac{1}{2}(s_1 + s_2)} \quad (7)$$

Diameter suatu rotor kincir angin dapat pula diperoleh melalui sebuah perhitungan. Persamaan untuk menghitung diameter suatu rotor kincir angin.

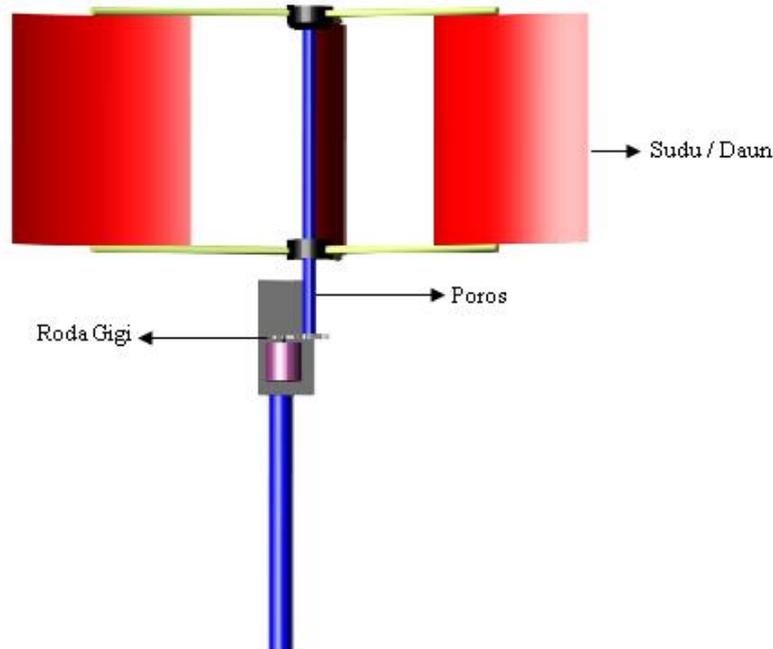
$$D = (P \times (47\lambda \times n)^3)^{0.2} \quad (8)$$

dengan:

D = Diameter *blade* (m)
 P = Daya listrik yang dibutuhkan (Watt)
 λ = *Tip speed ratio*
 n = Jumlah putaran yang memungkinkan dari *Generator* (rpm)

Turbin angin sumbu vertikal (VAWT) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar

menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. VAWT mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah. Dengan sumbu yang vertikal, generator serta *gearbox* bisa ditempatkan di dekat tanah, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Tapi ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. *Drag* (gaya yang menahan pergerakan sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar. Karena sulit dipasang di atas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Kecepatan angin lebih pelan pada ketinggian yang rendah, sehingga yang tersedia adalah energi angin yang sedikit. Aliran udara di dekat tanah dan obyek yang lain mampu menciptakan aliran yang bergolak, yang bisa menyebabkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan getaran, diantaranya kebisingan dan *bearing wear* yang akan meningkatkan biaya pemeliharaan atau mempersingkat umur turbin angin. Komponen utama dari pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertikal dapat diperlihatkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 : Komponen dari turbin kincir angin sumbu vertikal

Penelitian *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius*. Menggunakan metode penelitian eksperimental dengan variasi jumlah sudu : 2, 3, dan 4 buah dengan variabel bebas kecepatan angin pada *wind tunnel* dari kecepatan 3 m/s sampai 7 m/s. Didapatkan hasil analisis bahwa turbin angin dengan jumlah sudu 3 buah memiliki unjuk kerja yang tinggi dibandingkan dengan jumlah sudu yang lain[5]. Penelitian ini mengkonversi energi angin menjadi energi listrik menggunakan generator magnet permanen melalui kincir angin sumbu vertikal.

Vertical axis wind turbine (VAWT) dapat diaplikasi kecepatan angin rendah berkisar 2 sampai 8 meter yang perdetik. Keuntungan utama *vertical axis wind turbine* (VAWT) dibandingkan dengan turbin angin sumbu horisontal (HAWT) adalah kemampuan untuk menangkap angin dari segala arah. Oleh karena itu, sistem VAWT tidak diperlukan untuk mengubah rotor menuju arah angin. Selain itu, tingkat kebisingan yang dihasilkan selama rotasi sehingga cocok untuk dipasang di lingkungan perumahan dan perkotaan. Dengan desain airfoil yang tepat yang sesuai dengan kondisi kecepatan angin rendah, turbin dapat berfungsi secara efisien serta memaksimalkan listrik yang dihasilkan oleh turbin [6].

Analisis dan simulasi kecepatan rendah Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) digerakkan oleh turbin angin vertikal melalui Pulse-Width Modulation (PWM) tegangan inverter. Perhatian utama difokuskan pada subsistem storage. Baterai merupakan komponen yang sangat sensitif dan mahal [1]. Penggunaan energi angin dapat meringankan PLN dan

biaya operasional yang dikeluarkan lebih sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali. Oleh karena itu pembangkit listrik tenaga angin perlu dibuat dan diterapkan dimasyarakat[7].

2. Metode Penelitian

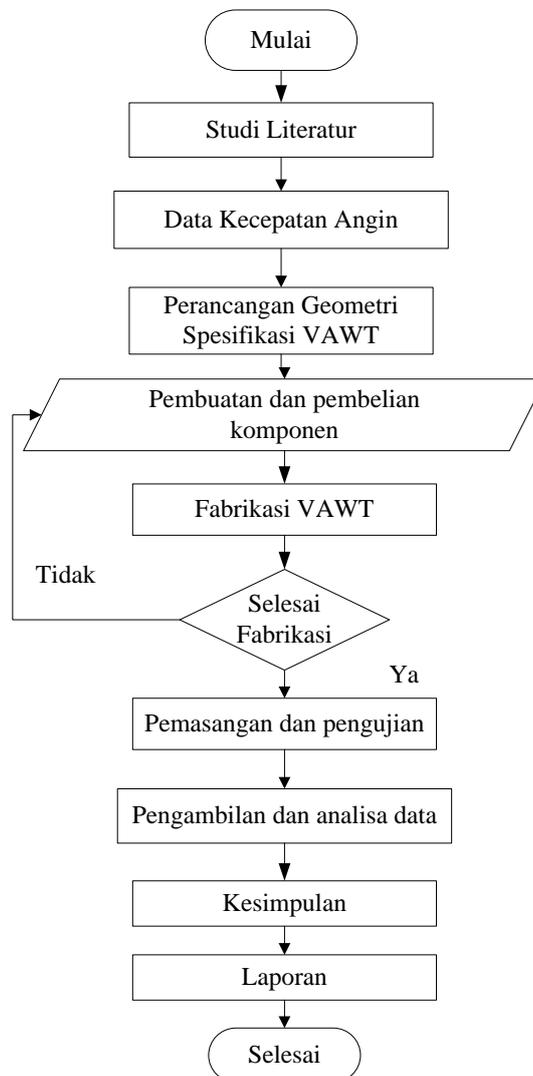
Penelitian ini akan dilaksanakan di desa Lubuk Muda Dusun Durian RT01 RW 01. Sistematis penyelesaian masalah kegiatan ini mengikuti tahapan pada diagram alir pada gambar 2 dibawah ini.

2.1 Tahap Pendahuluan

Untuk tahap awal penelitian ini, peneliti melaksanakan survey literature dan pengumpulan data. Tahapan ini meliputi identifikasi geologi, iklim dan potensi angin lokal. Survey data kebutuhan energi listrik untuk penerangan pelabuhan nelayan tradisional.

2.2 Tahap desain kincir angin

Pada tahap ini peneliti akan merancang kincir angin dan merealisasikan bentuk perancangan yang telah dibuat sebelumnya ke dalam bentuk nyata atau bentuk sebenarnya. Realisasi alat dilakukan setelah pengujian di laboratorium selesai dilakukan. Flowchat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Untuk mendapatkan Desain kincir angin yang sesuai untuk keadaan geografi kepulauan Indonesia diperlukan data-data angin (kecepatan rata-rata, pola, dan peta), pola konsumsi listrik pelabuhan nelayan tradisional, dan potensi keberlanjutan transfer teknologi kincir angin (pemeliharaan dan penggantian komponen). Variabel yang paling menentukan sebuah desain kincir angin adalah ketersediaan angin yang cukup untuk menghasilkan energi listrik melalui generator. Setelah mengetahui pola konsumsi energi listrik pelabuhan nelayan tradisional kemudian dapat menghitung kapasitas sebuah kincir angin yang diperlukan secara stand-alone.

Spesifikasi alat konversi kincir angin yang digunakan memiliki spesifikasi seperti terdapat dalam pembahasan. Parameter yang diukur adalah kecepatan angin, tegangan keluaran generator listrik permanen, dan daya listrik. Selanjutnya kincir angin akan mengakomodasi kebutuhan yang telah diketahui dan berusaha untuk memberikan perhitungan biaya seminim mungkin dengan utilitas sebesar mungkin. Dalam perancangan ini menggunakan software *homer* agar perancangan sistem pembangkit listrik *Vertical Wind Axis Turbin* (VWAT) dua tingkat secara efektif dan efisien. Bahan kincir angin terbuat dari plat aluminium. Metode pengujian yang akan digunakan berupa pengukuran kecepatan angin dan tegangan keluran dari generator magnet permanen. Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer.

3. Hasil dan Pembahasan

Bentuk fisik dari rancang bangun *Vertical Wind Axis Turbin* (VWAT) dua tingkat diperlihatkan pada Gambar 3. Sudu-sudu kincir angin dengan ukuran 45 cm x 50 cm. Kincir angin ini dibuat dengan ketinggian 3,5 meter. Poros kincir angin dihubungkan ke generator magnet permanen secara langsung.



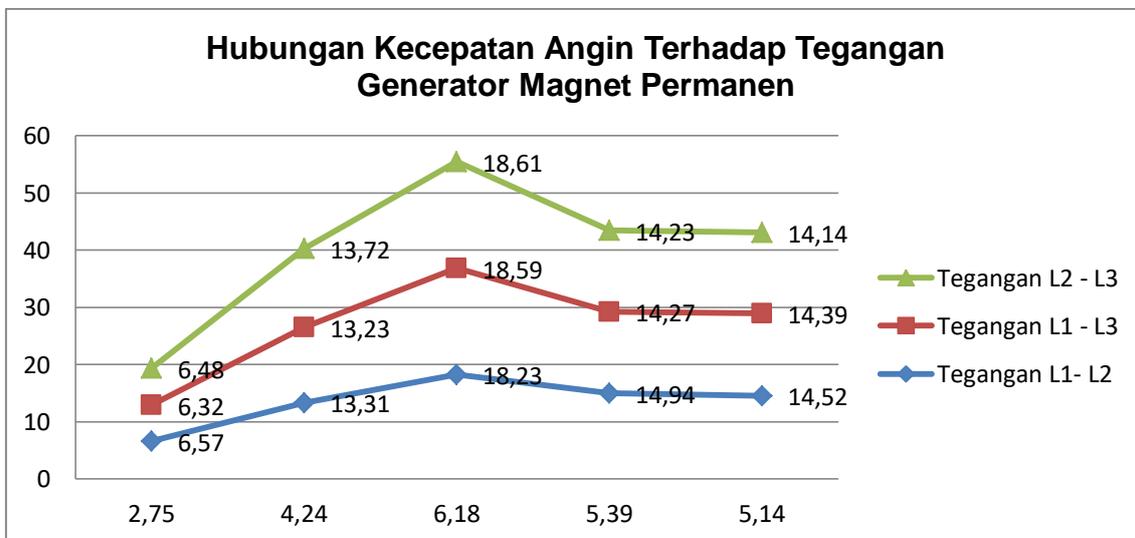
Gambar 3. Hasil perancangan *Vertical Wind Axis Turbin* (VWAT)

Pengujian dilaksanakan di kampus Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis. Pengambilan data dimulai pada jam 09⁰⁰ WIB. Kecepatan angin rata-rata pada saat pengujian sekitar 2,75 m/s sampai dengan 6,18 m/s. Tegangan yang dihasilkan oleh generator magnet permanen sekitar 6,57 volt AC sampai dengan 18,61 volt AC. Data yang diperoleh dari pengukuran berupa tegangan keluaran dari generator magnet permanen dan kecepatan angin pada waktu tertentu ditunjukkan pada Table 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran tegangan dan arus panel surya

No	Waktu	Kecepatan Angin	Tegangan Generator Magnet Permanen		
			L1 – L2	L1 – L3	L2 – L3
1	09 ⁰⁰	2,75	6,57	6,32	6,48
2	10 ⁰⁰	4,24	13,31	13,23	13,72
3	10 ¹⁵	6,18	18,23	18,59	18,61
4	11 ²⁵	5,39	14,94	14,27	14,23
5	16 ¹⁵	5,14	14,52	14,39	14,14

Gambar 4 memperlihatkan tegangan keluaran generator magnet permanen dari jam 09⁰⁰ sampai 16¹⁵ WIB. Kincir angin sumbu vertikal dua tingkat menggerakkan generator magnet permanen dengan kecepatan angin antara 2,75 m/s sampai dengan 6,18 m/s.



Gambar 4. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Tegangan Generator Magnet Permanen

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertikal dua sumbu yang menggerakkan generator listrik permanen. Kecepatan angin 2,75 m/s telah dapat menghasilkan tegangan pada generator magnet permanen sebesar 6,48 volt AC. Tegangan yang dihasilkan oleh generator magnet listrik permanen pada kecepatan angin 6,18 sebesar 18,61 volt AC.

Referensi

- [1] Fouzia B, Said. M. Dynamic Response of a Stand Alone DC Side Wind Energy Conversion System with Battery Energy Storage. *Science Direct Energy Procedia*. 2014;50: 97-104
- [2] Kashem.S, Dkk. Design, fabrication and analysis of twisted blade vertical axis wind turbine(VAWT) and a simple alternator for VAWT. *IEEE Strategic Technology (IFOST)*. 2014; 9: 304-308
- [3] Faisal. M, dkk. Analysis of Ocean Wind Energy Density around Sulawesi and Maluku Islands with Scatterometer Data. *Science Direct Energy Procedia*. 2015;65: 107-115
- [4] Hasan.S, dkk. Design and construction of a vertical axis wind turbine. *IEEE Strategic Technology (IFOST)*. 2014;9:326-329

- [5] Syamsul BW, Taufan, Hamdani. Unjuk kerja turbin angin savonius dua tingkat empat sudu lengkung L. *Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Trisakti (SNTMUT)*. 2014: 1-6
- [6] Abd Aziz, dkk. Asimulation study on airfoils using VAWT design for low speed application. *IEEE Engineering Technology and Technopreneuship (ICE2T)*; 2014: 105-109
- [7] Rifadiil. MM, dkk. Sistem pembangkit listrik tenaga angin menggunakan kincir angin sumbu vertical untuk beban rumah tinggal. *Seminar on Intelligent Technology And Its Applications (SITIA)*. 2013: 51-55
- [8] Wiratama. IK, dkk. Pengaruh variasi jumlah blade turbin angin terhadap output daya listrik. *Dinamika Teknik Mesin*. 2014;4: 25-29