

# BOOK WORK WIND TURBINE DARRIUS TYPE IN COASTAL VILLAGE OF PUGER BEACH

**Feri Affandi<sup>1</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

*e-mail:* [feriaffandi@gmail.com](mailto:feriaffandi@gmail.com)

**Nely Ana Mufarida, S.T.,M.T.<sup>2</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

*e-mail:*

**Nurhalim.,S.T.,M.Eng.<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

*e-mail:*

## Abstrak

Energi listrik adalah salah satu energi yang dihasilkan dari hasil konversi berbagai jenis energi primer, salah satunya adalah energi angin. Potensi energi angin selalu tersedia walaupun kecepatannya rendah. Kecepatan angin yang rendah tersebut harus dikonversikan menjadi energi listrik dengan generator yang sesuai dengan karakteristik kecepatan anginnya. Penelitian ini akan merancang dan membuat sebuah mini generator dengan daya keluaran 25W yang mampu bekerja pada karakteristik angin kecepatan rendah. Penelitian ini bersifat Eksperimental, yaitu melakukan uji coba terhadap kinerja turbin angin tipe Darrius pada daerah pesisir pantai puger. Mini generator dirancang selain untuk memanfaatkan potensi angin yang ada juga untuk membantu mencari solusi atas permasalahan warga yang mengalami krisis energi listrik. Turbin angin ini berjenis tipe Darrius-H dengan 6 sudu. Turbin angin dengan variasi sudu menghasilkan koefisien daya maksimal sebesar 50,0 volt pada top speed ratio optimal 13,2 m/s. Generator dapat bekerja dengan baik pada karakteristik angin yang berubah-ubah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu komponen pembangkit listrik tenaga bayu (angin).

**Kata kunci:** turbin angin, generator, energi angin

## Abstract

Electric energy is one of the energy produced from the conversion of various types of primary energy, one of which is wind energy. The potential for wind energy is always available even though the speed is low. The low wind speed must be converted into electrical energy with a generator that matches the characteristics of the wind speed. This research will design and create a mini generator with 25W output power that is capable of working on low speed wind characteristics. This research is Experimental, which is to test the performance of the Darrius type wind turbine on the coast of puger. Mini generators are designed in addition to utilizing the existing wind potential as well as to help find solutions to the problems of citizens who experience an electrical energy crisis. This wind turbine is of the type Darrius-H with 6 blades. Wind turbines with blade variations produce a maximum power coefficient of 50 volts in the optimal top speed ratio 13.2 m / s. The generator can work well on changing wind characteristics so that it can be used as one of the components of wind power plants.

**Keywords:** wind turbines, generators, wind energy

## PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama masyarakat modern saat ini. Rumah tangga, sekolah, kantor pemerintahan, ruang publik dan industri semuanya membutuhkan energi listrik. Dengan adanya listrik inilah teknologi dan perekonomian dapat berkembang dengan pesat, sehingga kehidupan masyarakat menjadi lebih baik, namun mencuatnya isu krisis energi turut mempengaruhi eksistensi energi listrik. Sebagaimana diketahui bahwa sebagian besar pusat pembangkitan untuk memproduksi energi listrik di Indonesia bersumber dari energi fosil seperti batu bara dan bahan bakar minyak.

Sumber daya energi ada beberapa macam antara lain: sumber daya energi fosil seperti, minyak, gas bumi, dan batu bara dan sumber daya energi terbarukan seperti, matahari, angin, dan air. Indonesia sangat kaya akan sumber daya energi terbarukan karena terletak didaerah garis khatulistiwa dan termasuk daerah tropis, namun pemanfaatannya yang kurang. Indonesia memiliki kapasitas pembangkit listrik yang rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya. Jumlah penduduk Indonesia yang menempati peringkat ke-4 terbanyak di dunia tidak sebanding dengan kapasitas listriknya. Penyebabnya dikarenakan banyak pembangkitan listrik Indonesia bergantung terhadap pembangkit listrik dengan bahan bakar yang akan habis di masa depan. Penggunaan energi listrik didaerah-daerah pelosok kabupaten belum sepenuhnya terjangkau oleh PLN seperti di desa pesisir pantai puger. Kurangnya pasokan listrik tersebut menyebabkan kegiatan masyarakat sekitar berhenti saat tidak adanya matahari. Padahal pada daerah tersebut memiliki sumber daya yang melimpah, seperti angin dan matahari. Menyikapi kondisi tersebut, sistem kelistrikan desa pesisir pantai puger memerlukan tambahan pasokan tenaga listrik yang bersumber dari sumber daya yang ada di sekitar.

Pengembangan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan ini bukan berarti terbebas dari segala kendala. Kendala yang menghambat pengembangan energi terbarukan bagi produksi energi listrik, seperti biaya investasi pembangunan yang tinggi menimbulkan masalah finansial pada penyediaan modal awal dan kontinuitas penyediaan energi listrik rendah, karena sumber daya energinya sangat bergantung pada kondisi alam yang perubahannya tidak menentu. Energi terbarukan dapat dimanfaatkan pada desa-desa di daerah yang tidak terjangkau jaringan dari PLN.

Tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan mengubah rotasi dari pisau turbin menjadi arus listrik dengan menggunakan

generator listrik. Kincir dengan energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik untuk melakukan kerja fisik, seperti memompa air atau menyalakann lampu. Tenaga angin banyak jumlahnya, tidak habis habis, tersebar luas dan bersih. Turbin angin atau kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Daya yang dihasilkan oleh turbin angin tergantung pada diameter dari sudu, semakin panjang diameter maka daya yang dihasilkan semakin besar. Turbin angin sekarang ini banyak digunakan untuk mengakomodasi listrik masyarakat dengan menggunakan konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin.

Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif penerangan jalan dikarenakan energi angin tidak memerlukan bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik, dan ruang instalasi yang kecil (Promdee & Photong, 2016). Sumber energi angin yang terbanyak pada jalan raya terletak pada jalan tol dikarenakan selain aliran angin alami, aliran angin yang berasal dari kendaraan yang melintas pada jalan tol menjadi sumber yang sangat potensial. Tingginya kecepatan angin yang berasal dari pergerakan kendaraan pada jalan tol menghasilkan gangguan yang kuat pada udara dan mengirimkan energi untuk membangun pemanfaatan energi dalam bentuk energi angin lokal (Lapointe & Gopalan, 2016).

Turbin angin merupakan teknologi energi alternatif yang mampu mengkonversi energi angin pada pesisir pantai menjadi energi listrik. Turbin angin memiliki dua buah tipe yaitu turbin angin tipe *horizontal axis* (HAWT) dan *vertical axis* (VAWT). Prinsip kerja dari turbin angin HAWT berdasarkan gaya angkat (*lift force*) energi angin dan turbin angin VAWT berdasarkan gaya tarik (*drag force*) yang terjadi akibat pergerakan angin (Santhakumar *et al*, 2017). Turbin angin tipe VAWT memiliki dua tipe yaitu tipe *Darrius* dan tipe *Savonius* (Ambrosio & Marco, 2010).

Pada penelitian ini dikembangkan penggunaan turbin angin VAWT tipe *Darrius*, dikarenakan pada penelitian ini lebih mengutamakan desain turbin dengan koefisien daya besar yang memiliki pengaruh terhadap energi angin yang dihasilkan, selain itu juga kelebihan dari turbin angin sumbu vertikal (TASV) yaitu dapat berputar secara efektif dengan dorongan angin dari segala arah, sehingga sangat cocok untuk daerah yang arah anginnya bervariasi

Angin dan matahari adalah salah satu sumber daya yang tersedia di alam, yang tidak dapat habis dan dapat dikonversi menjadi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk Menghasilkan sistem pembangkit listrik tenaga angin di pesisir pantai puger dan memberikan solusi untuk permasalahan krisis energi yang di hadapi oleh masyarakat pesisir pantai puger, sehingga masyarakat dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa memikirkan masalah krisis energi listrik.

Wilayah pantai Puger, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember merupakan kawasan wisata namun dalam sehari hari daerah ini kekurangan sumber listrik, mengingat posisi yang berada di pesisir pantai selatan Kabupaten Jember dan berjarak  $\pm 20$  km dari pusat sehingga sangat beresiko untuk penerangan jalan maupun kebutuhan industri lainnya. Penulis mencoba melakukan penelitan dengan membangun sumber tenaga listrik yang bertenaga angin untuk menjadikan sebuah solusi terhadap masalah yang di hadapi oleh masyarakat sekitar.

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, pembangkit listrik tenaga angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibelakang bagian turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan. Jenis - jenis turbin dibagi menjadi dua yaitu Turbin angin sumbu horizontal (*TASH*) dan Turbin angin sumbu vertikal (*TASV*). Penelitian ini menggunakan Turbin angin sumbu vertikal tipe Darrius. Turbin angin ini memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Turbin dengan sumbu yang vertikal, generator serta *gearbox* bisa ditempatkan di dekat tanah, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Desain turbin 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. *Drag* sulit dipasang di atas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan.

Berdasarkan latar belakang desa sekitar Pesisir Pantai Puger yang masih megalami krisis energi listrik maka penulis memutuskan membuat turbin angin pembangkit listrik skala kecil dengan 6 sudu dan menggunakan dinamo DC sebagai generator untuk memberi solusi terhadap permasalahan warga. Pengujian terhadap penelitian ini akan dilakukan langsung di daerah yang rendah energi listrik. Dibawah ini design turbin angin tipe Darrius



Gambar 1. Design Turbin Angin 3D

Kecepatan angin lebih pelan pada ketinggian yang rendah, sehingga yang tersedia adalah energi angin yang sedikit. Aliran udara di dekat tanah dan objek 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. Tinggi puncak atap yang dipasang menara turbin kira-kira 50% dari tinggi bangunan, ini merupakan titik optimal bagi energi angin yang maksimal dan turbulensi angin yang minimal.

Kelebihan Turbin Angin Sumbu Vertikal (*TASV*) :

1. Tidak membutuhkan struktur menara yang besar.
2. Bisa diletakkan lebih dekat ke tanah, membuat pemeliharaan bagian-bagiannya yang bergerak jadi lebih mudah.
3. Memiliki sudut *airfoil* (bentuk bilah sebuah baling-baling yang terlihat secara melintang) yang lebih tinggi, memberikan keaerodinamisan yang tinggi sembari mengurangi drag pada tekanan yang rendah dan tinggi.
4. Desainnya berbilah lurus dengan potongan melintang berbentuk kotak atau empat

persegi panjang memiliki wilayah tiupan yang lebih besar untuk diameter tertentu daripada wilayah tiupan berbentuk lingkarannya turbin angin sumbu horizontal.

5. TASH memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah daripada TASH
6. Memiliki tip *speed ratio* (perbandingan antara kecepatan putaran dari ujung sebuah bilah dengan laju sebenarnya angin) yang lebih rendah sehingga lebih kecil kemungkinannya rusak di saat angin berhembus sangat kencang.
7. Tidak harus diubah posisinya jika arah angin berubah.

Kekurangan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) :

1. Kebanyakan TASV memproduksi energi hanya 50% dari efisiensi TASH, karena *drag* tambahan yang dimilikinya saat kincir berputar.
2. Tidak mengambil keuntungan dari angin yang melaju lebih kencang di elevasi yang lebih tinggi.
3. Kebanyakan TASV mempunyai torsi awal yang rendah, dan membutuhkan energi untuk mulai berputar.
4. Sebuah TASV yang menggunakan kabel untuk menyanggahnya memberi tekanan pada bantalan dasar karena semua berat rotor dibebankan pada bantalan. Kabel yang dikaitkan ke puncak bantalan meningkatkan daya dorong ke bawah saat angin bertiup.

Komponen utama dalam pembuatan turbin angin hanyalah baling-baling dan dinamo. Dengan kedua komponen tersebut sudah dapat dihasilkan energi listrik. Angin yang berhembus memiliki energi sehingga mampu memutar baling-baling kincir angin yang terhubung dengan generator. Listrik yang dihasilkan dapat disimpan ke baterai atau dimanfaatkan langsung ke beban seperti lampu atau peralatan elektronik lainnya. Namun untuk memaksimalkan kinerja kincir angin perlu ditambahkan komponen lain, misalnya: kedudukan kincir angin, bearing, pendeteksi arah angin, serta komponen lain yang dapat mendukung kinerja kincir angin.

Dengan semakin berkembangnya teknologi, maka berkembang juga teknologi yang digunakan dalam pembuatan kincir angin. Untuk bahan baku kincir angin yang dahulu banyak terbuat dari logam, saat ini hal tersebut semakin dihindari, selain faktor korosi, bobot dan kekuatan kincir angin juga menjadi pertimbangan penting. Bahan komposit saat ini menjadi pilihan utama untuk menggantikan bahan logam tersebut. Selain tahan korosi bahan komposit juga lebih ringan dan lebih

murah dibandingkan dengan bahan logam.

## METODE

Penelitian ini bersifat Eksperimental, yaitu melakukan uji coba terhadap kinerja turbin angin tipe Darius pada daerah pesisir pantai puger yang mengalami krisis energi. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan pengambilan data (observasi) pada lapangan selanjutnya dilakukan untuk menguatkan data yang didapatkan hasil dari *review* literatur. Data observasi lapangan disesuaikan dengan potensi energi angin dari laut terhadap kebutuhan daya listrik untuk penerangan lampu rumahan. Pada pengambilan data kecepatan angin dari laut dilakukan sebanyak dua kali dalam satu hari, yaitu pada saat spagi hari (Pukul 09.00), siang hari (Pukul 12.00), dan sore (Pukul 15.00) dengan rentangan waktu masing-masing selama 10 menit. Pengambilan data mengambil lokasi di pesisir pantai Puger Kecamatan Puger.

Alat Penelitian yang digunakan yaitu Tachometer, Avometer, dan Anemometer. Bahan Penelitian terdiri dari Paralon PVC AW/D/C 4" 114 mm, Pipa Besi Galvanis tebal 2,6 mm, Generator stepper 24 volt DC, Kabel tembaga 10 m, dan lampu uji coba LED 5 watt. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan tabel penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

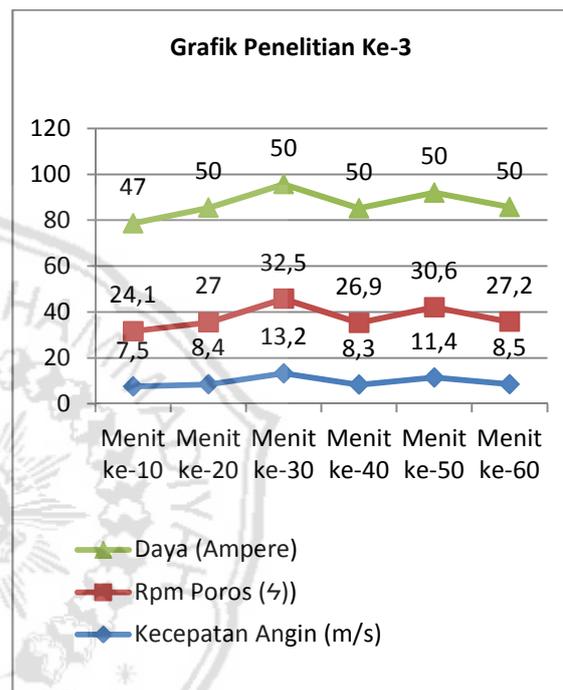
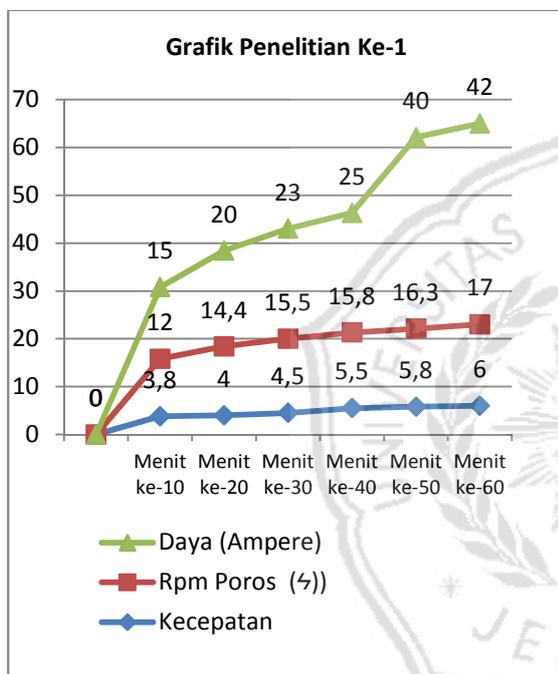
Data yang di peroleh dari hasil pengujian turbin angin meliputi: Kecepatan angin (m/s), Putaran poros (rpm), dan Daya (watt). Pengambilan data dilakukan dalam 3 waktu yakni pengujian pertama pada jam 09.00-10.00 WIB, pengujian kedua pada jam 12.00-13.00 WIB dan pengujian terakhir pada jam 15.00-16.00 WIB. Pengambilan data dilakukan selama 1 jam dengan selang waktu 10 menit setiap pengujiannya. Berikut ini tabel data hasil pengujian:

Tabel 1. Penelitian ke-1 Jam 09.00 – 10.00 WIB

| NO | Waktu (s)   | Kecepatan Angin (m/s) | Rpm Poros ( ) | Daya (watt) |
|----|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 1  | Menit ke-10 | 3,8                   | 12,0          | 15          |
| 2  | Menit       | 4,0                   | 14,4          | 20          |

|   |             |     |      |    |
|---|-------------|-----|------|----|
|   | ke-20       |     |      |    |
| 3 | Menit ke-30 | 4,5 | 15,5 | 23 |
| 4 | Menit ke-40 | 5,5 | 15,8 | 25 |
| 5 | Menit ke-50 | 5,8 | 16,3 | 40 |
| 6 | Menit ke-60 | 6,0 | 17   | 42 |

|   |             |      |      |      |
|---|-------------|------|------|------|
| 3 | Menit ke-30 | 13,2 | 32,5 | 50,0 |
| 4 | Menit ke-40 | 8,3  | 26,9 | 50,0 |
| 5 | Menit ke-50 | 11,4 | 30,6 | 50,0 |
| 6 | Menit ke-60 | 8,5  | 27,2 | 50,0 |



Pada penelitian pertama dihasilkan bahwa kecepatan angin tertinggi diperoleh pada menit ke-60 dari jam 09:00 WIB dan kecepatan angin terendah pada menit ke-20 dari jam 09:00. Kecepatan angin yang dihasilkan pada jam 09:00-10:00 tidak stabil sehingga mengakibatkan lampu uji coba hidup mati berulang-ulang.

Tabel 2. Penelitian ke-3 Jam 15.00 – 16.00 WIB

| NO | Waktu (s)   | Kecepatan Angin (m/s) | Rpm Poros ( ) | Daya (watt) |
|----|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 1  | Menit ke-10 | 7,5                   | 24,1          | 47          |
| 2  | Menit ke-20 | 8,4                   | 27,0          | 50,0        |

Pada penelitian ketiga dihasilkan bahwa kecepatan angin tertinggi diperoleh pada menit ke-30 dari jam 15:00 WIB dan kecepatan angin terendah pada menit ke-10 dari jam 15:00. Kecepatan angin yang dihasilkan pada jam 15:00-16:00 tidak stabil karena semakin menjelang sore atau malam hari angin semakin tidak stabil, berubah-ubah naik turun setiap menitnya. Akan tetapi dengan kondisi angin yang demikian lampu uji coba tetap dapat menyala karena angin yang dihasilkan cukup tinggi dibanding dengan penelitian ke-1 dan ke-2.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari penelitian turbin angin tipe Darrieus dengan variasi 4 sudu, maka dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dibuat turbin angin tipe darrieus 4 sudu berbahan dasar paralon dan pipa besi. Turbin angin dengan variasi sudu menghasilkan koefisien daya maksimal sebesar

50,0 volt pada top speed ratio optimal 13,2 m/s. Turbin angin yang di gunakan pada jam 09.00 menghasilkan koefisien daya maksimal sebesar 40 volt, Turbin angin yang di gunakan pada jam 12.00 menghasilkan koefisien daya maksimal sebesar 50,0 volt, dan Turbin angin yang di gunakan pada jam 15.00 menghasilkan koefisien daya maksimal sebesar 50,0 volt. Setelah dilakukan pngujian dapat disimpulkan bahwa penggunaan turbin angin pada jam 15:00-16:00 lebih menghasilkan koefisien daya maksimal yang lebih besar dibandingkan pada jam 09:00-10:00 dan 12:00-13:00.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhlis, N., Syafi'i, H., Prastiko, Y.C. & Sukmana, B.M. 2016. *Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal NACA 0012*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*.17(2): 6-12.
- Ali, M.,H., 2013, *Experimental Comparison Study For Savonius Wind Turbine of Two & Three Blades At Low Wind Speed*, *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* Vol. 3, pp-2978-2986
- Ambrosio, D.M. & Marco, M. 2010. *Vertical Axis Wind Turbine :History, Technology and Applications*. Tesis tidak diterbitkan. Swedia: Hogskolan Halmstad.
- Hau,E.2005. "*Wind Turbines: Faundamental, Technologies, Aplication, Economics* "Berlin, Germany : Spinger.
- Lapointe, C. & Gopalan, H. 2016. *Numerical Investigation of Mini Wind Turbines Near Highways*. *Journal of Solar Energy Engineering*. 138(2) : 1-4.
- Promdee, C. & Photong, C. 2016. *Effects of Wind Angles and Wind Speed on Voltage Generation of Savonius Wind Turbinewith Double Wind Tunnels*. Makalah.
- Santhakumar, S., Palanivel, I. & Venkatasubramanian, K. 2017. *A Study on The Rotational Behaviour of a Savonius Wind Turbine in Low Rise Highways During Different Monsoons*. *Journal of Energy for Sustainable Development*. (40) : 1-10.
- Tong, Wei.2010. *Wind Power Generation and Wind Turbine Design*. Boston : WITPress.