

Pengaruh Fence Pada *Vertical Axis Wind Turbine* Dengan Blade Rotor Naca 0015 Terhadap Daya Yang Dihasilkan

Muhammad Rijalul Kafi¹⁾, Rachmat Firdaus²⁾, Ali Akbar³⁾, Mulyadi⁴⁾

^{1,2,3,4)}Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

E-mail: ²⁾firdausr@umsida.ac.id, ³⁾aliakbar@umsida.ac.id, ⁴⁾mulyadi@umsida.ac.id

Abstrak

Pengembangan energi saat ini berjalan dengan pesat. Hal tersebut dipicu oleh kebutuhan akan energi terutama listrik yang terus meningkat. Kebutuhan ini tidak bisa bergantung sepenuhnya pada energi fosil karena kendala emisi lingkungan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan turbin angin model *VAWT*. Variasi yang dilakukan adalah variasi ukuran fence pada ujung sayap untuk menentukan dengan sudut 30°, 60°, dan 90°. Prototipe *VAWT* ini juga menggunakan variasi bilah 2 dan 4 bilah dengan tinggi bilah 1,5 m dan radius 0,75 m. Hasil menunjukkan bahwa dengan penggunaan *wingtip*, kinerjanya meningkat dibandingkan tanpa *wingtip*. Hal ini juga berlaku untuk blade yang menggunakan 2 blade dan 4 blade, di mana kinerjanya lebih baik dibandingkan yang hanya menggunakan 2 blade. Selain itu, fence dengan penambahan lebar 90 derajat menunjukkan peningkatan kinerja jika dibandingkan dengan 30 derajat dan 60 derajat.

Kata Kunci: Fence, Turbin Angin, *VAWT*

Abstract

Energy development is currently running rapidly. This is triggered by the need for energy, especially electricity, which continues to increase. This need cannot depend entirely on fossil energy due to environmental emission constraints. This research was conducted experimentally using a VAWT model wind turbine. The variations carried out were variations in the size of the Fence at the wingtip to determine the angles of 30 °, 60 °, and 90 °. This VAWT prototype also uses variations of 2 and 4 blades with a blade height of 1.5 m and a radius of 0.75 m. The results show that with the use of wingtips, its performance increases compared to without wingtips. This also applies to blades that use 2 blades and 4 blades, where the performance is better than those that only use 2 blades. In addition, the fence with an additional width of 90 degrees shows an increase in performance when compared to 30 degrees and 60 degrees.

Keywords: Fence, Wind Turbine, *VAWT*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara yang memiliki kekayaan budaya dan sumber daya alam yang melimpah, terutama dalam hal potensi energi fosil yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia [1]. Energi fosil yang bermanfaat ini berasal dari organisme serta hewan dan tumbuhan yang telah mati selama ratusan atau bahkan jutaan tahun. Sumber energi ini mencakup minyak bumi dan batu bara, yang memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk industri dan sektor transportasi. Namun, sifat energi fosil yang tidak terbarukan dan penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif seperti pemanasan global. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk mempersiapkan sumber energi alternatif di masa depan sebagai pengganti energi fosil demi kehidupan yang lebih bersih dan lebih ramah terhadap lingkungan [2].

Pada waktu musim kemarau, hampir seluruh bagian Indonesia akan mengalami banyak angin kencang yang memiliki kemampuan untuk mengonversi energi dan berpotensi untuk memutar turbin angin yang berfungsi sebagai sumber listrik alternatif [3]. Turbin angin adalah alat yang mengubah kekuatan angin menjadi energi listrik menggunakan generator, sehingga memanfaatkan angin sebagai sumber kekuatan yang menggerakkannya. Hal ini mengurangi penggunaan energi fosil, menciptakan lingkungan yang lebih baik, serta menghasilkan udara yang lebih bersih, sekaligus mencegah risiko penyakit pada sistem pernapasan disebabkan oleh penggunaan energi fosil yang berlebihan [4]. Seiring dengan perkembangan zaman, baik di perkotaan maupun pedesaan, kebutuhan energi semakin meningkat. Oleh karenanya, daerah pedesaan dapat memanfaatkan teknologi konversi energi melalui turbin angin [5]. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi juga sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara menyeluruh dan diharapkan dapat menghasilkan sumber energi terbarukan untuk menggantikan energi fosil yang terbatas, di mana penggunaan energi fosil juga menimbulkan masalah polusi udara..

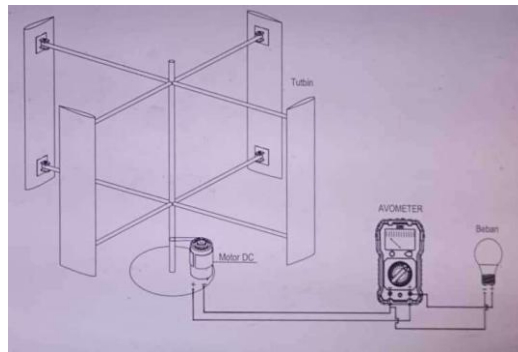
Turbin angin adalah perangkat yang dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan memanfaatkan energi kinetik dan mengubahnya menjadi energi rotasi melalui generator. Saat ini, terdapat beberapa jenis turbin angin yang terbagi menjadi dua kategori utama[6]: tipe VAWT (*vertical axis wind turbine*)

adalah jenis turbin yang berputar secara vertikal, yang sangat mudah digunakan karena efisiensinya menjadikannya cocok untuk berbagai lokasi. Turbin vertikal umumnya efektif dalam menghasilkan torsi besar meskipun pada kecepatan rendah. Kedua, HAWT (*horizontal axis wind turbine*) dirancang sejajar dengan tanah dan sangat ideal untuk area yang luas dan terbuka. Turbin ini biasanya memiliki ukuran yang besar dan tinggi guna menghasilkan energi rotasi atau listrik dalam jumlah besar [7]. Mengingat data yang menunjukkan bahwa sumber daya alam, terutama energi fosil dan minyak bumi, semakin menipis, muncul ide untuk mengembangkan energi terbarukan melalui turbin angin tipe VAWT dengan airfoil 0015. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan menganalisis dampak dari penambahan *Fence* dengan ukuran 30° , 60° , dan 90° untuk menentukan seberapa besar torsi yang dapat dihasilkan..

Alasan pemilihan turbin angin jenis VAWT dengan airfoil 0015 adalah karena efisiensi ruang yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan eksperimen yang mengungkap hasil dari beberapa uji coba dengan berbagai variasi ukuran *Fence* pada sudut 30° , 60° , dan 90° sebagai perbandingan, serta untuk mengevaluasi seberapa efisien dan besar torsi yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga ingin menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi, termasuk angin yang menggerakkannya. Manfaat dari penelitian ini adalah agar seluruh mahasiswa dan masyarakat umum dapat memperoleh pengetahuan serta menjadikannya sebagai acuan secara teoritis dan hasil eksperimen tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan turbin angin jenis VAWT (*vertical axis wind turbine*) dengan airfoil naca 0015 dilaksanakan di laboratorium program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pengambilan Data dilakukan di atas gedung dengan menggunakan alat pengukur seperti avometer dan anemometer. Jadwal penelitian berlangsung dari Januari hingga Agustus 2024. Dalam pembuatan alat, desain yang tepat sangat penting untuk mempermudah proses pembuatan, salah satunya adalah desain awal dari turbin angin jenis VAWT yang terdapat di bawah ini.



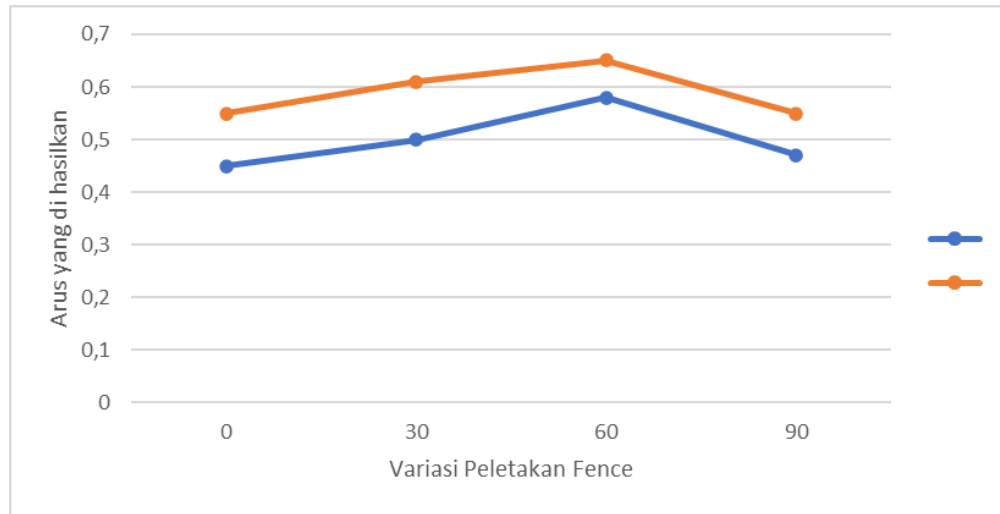
Gambar 1. Desain Turbin

Turbin angin dapat dikenal sebagai turbin angin, merupakan salah satu inovasi yang menggantikan sumber energi listrik yang biasanya dihasilkan dari pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar gas atau batu bara. Dengan demikian, turbin angin dirancang untuk mengubah energi kinetik yang berasal dari angin. Angin sendiri memiliki aliran fluida yang memiliki berbagai sifat seperti kekompresibelan, viskositas, densitas, dan turbulensi. Sejumlah peneliti telah melakukan studi mengenai turbin angin, termasuk dampak kenaikan harga bahan bakar minyak yang semakin tinggi, yang mendorong para peneliti untuk mengeksplorasi sumber energi alternatif demi memenuhi kebutuhan listrik [7].

Turbin angin kini semakin populer sebagai solusi dalam penyediaan listrik bagi masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Turbin angin terbagi menjadi dua kategori, yaitu HAWT (*horizontal axis wind turbine*) dan VAWT (*vertical axis wind turbine*). Kedua tipe ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Contohnya, turbin angin VAWT memiliki sumbu yang vertikal atau tegak lurus, memungkinkan untuk menghasilkan torsi yang tinggi, sehingga dapat memutar generator dan memproduksi listrik dengan efisien [8].

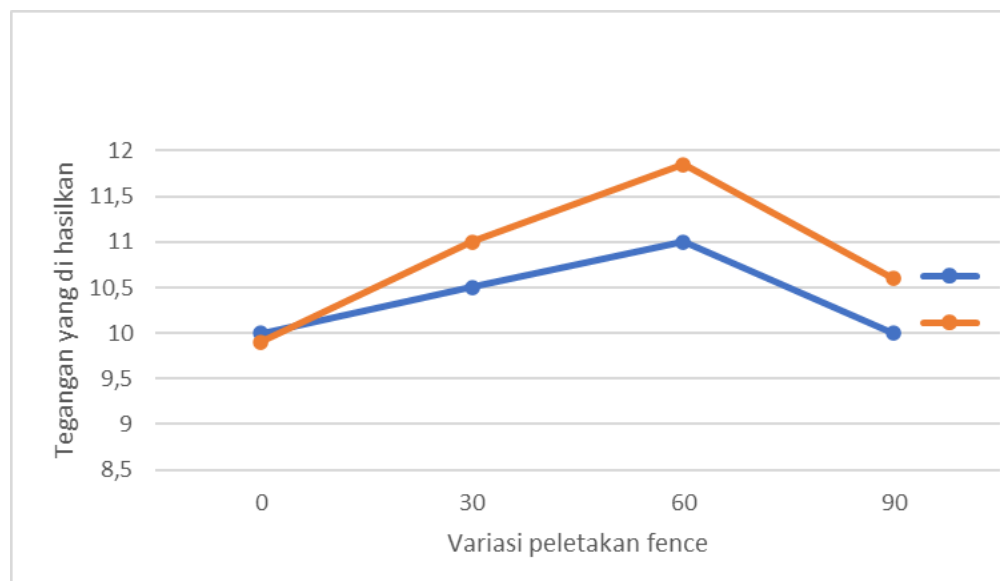
Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini adalah variasi *fence* dengan berbagai ukuran mulai dari 30° , 60° , hingga 90° . Di samping itu, variasi jumlah bilah yang diterapkan juga terdiri dari 2 dan 4 bilah. Data yang dikumpulkan meliputi perubahan arus, tegangan, dan power yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



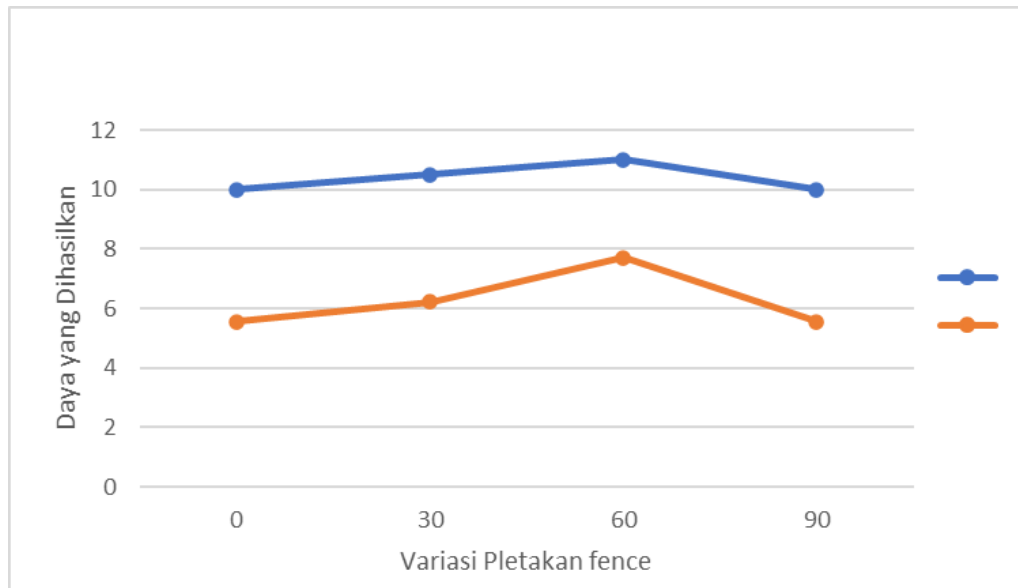
Gambar 2. Grafik pengaruh penambahan fence terhadap arus listrik

Berdasarkan eksperimen yang telah dikerjakan dengan menggunakan 2 bilah dan 4 bilah, menghasilkan grafik informasi yang terlihat pada gambar 2 di atas. Dari grafik informasi tersebut, dapat dilihat bahwa ampere yang dihasilkan lebih tinggi mulai dari percobaan penambahan pada 0 derajat, 30 derajat, 60 derajat, hingga 90 derajat. Dapat disimpulkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada penambahan Fence dengan ukuran 60 derajat.



Gambar 3. Grafik pengaruh penambahan fence terhadap tegangan listrik

Berdasarkan eksperimen yang telah dilaksanakan dengan menggunakan 2 bilah dan 4 bilah, dapat dilihat grafik data pada gambar 3 di atas. Mengacu pada grafik data tersebut, tegangan yang dihasilkan meningkat seiring penambahan sudut mulai dari 0 derajat, 30 derajat, 60 derajat, hingga 90 derajat. Dapat disimpulkan bahwa percobaan dengan sudut 60 derajat menghasilkan nilai tertinggi.



Gambar 4. Grafik pengaruh penambahan *fence* terhadap daya yang dihasilkan

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan 2 bilah dan 4 bilah, grafik informasi yang ditampilkan pada gambar 4 menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan lebih tinggi pada setiap percobaan dengan penambahan sudut 0 derajat, 30 derajat, 60 derajat, dan 90 derajat. Dari sini, dapat disimpulkan bahwa percobaan dengan penambahan pagar pada sudut 60 derajat menghasilkan output tertinggi. Temuan ini konsisten dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa penambahan *fence* berpengaruh terhadap arus, daya, dan tegangan listrik [9], [10].

4. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini didasarkan pada hasil pengujian tambahan *Fence* pada VAWT dan grafik nilai prototipe dari VAWT tersebut yang menggunakan variasi 2 blade dan 4 blade dengan tinggi blade 1,5 m serta radius 0,75 m. Data yang dicatat mencakup ampere, tegangan, dan daya. Hasil menunjukkan bahwa dengan penggunaan *wingtip*, kinerjanya meningkat

dibandingkan tanpa *wingtip*. Hal ini juga berlaku untuk blade yang menggunakan 2 *blade* dan 4 *blade*, di mana kinerjanya lebih baik dibandingkan yang hanya menggunakan 2 *blade*. Selain itu, *fence* dengan penambahan lebar 90 derajat menunjukkan peningkatan kinerja jika dibandingkan dengan 30 derajat dan 60 derajat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui pernyataan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pembimbing Dr. Eng. Rachmat Firdaus, ST. MT, Ali akbar, ST. MT. yang telah membantu penulis dalam merampungkan artikel pada Jurnal Mesin Nusantara ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Setyono, F. Hari Mardiansjah, and F. K. Astuti, "Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang," *J. Riptek*, vol. 13, no. 2, pp. 177–186, 2019.
- [2] R. Yunginger and N. N. 201. Sune, "Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo," *Univ. Negeri Gorontalo*, vol. 15, pp. 1–15, 2015.
- [3] A. Sakura, A. Supriyanto, and A. Surtono, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro," *Univ. Lampung*, vol. 05, no. 02, pp. 129–134, 2017.
- [4] A. Subandi, "Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Memanfaatkan Kecepatan Angin Rendah," pp. 111–115, 2016.
- [5] Martinus, S. Dyan, and M. Budiyo, "Analisis Fenomena Penampang Alir Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Tipe Heliks Terhadap Kecepatan Angin Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Rumah Tangga," vol. 2, no. September, 2011.
- [6] A. Novit, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Analisis Penggunaan Kincir Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Cadangan Yang Terbarukan," *PHYDAGOGIC J. Fis. dan Pembelajarannya*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.31605/phy.v6i1.3138.
- [7] Y. I. Nakhoda and C. Saleh, "Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Pesisir Pantai," *Inst. Teknol. Nas. Malang*, vol. 7, no. 1, pp. 20–28, 2017.
- [8] E. Maulana, E. Djatmiko, D. Mahandika, and R. C. Putra, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Turbin Angin Savonius Tipe-U untuk Kapasitas 100 W," *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 3, pp. 183–190, 2021, doi: 10.35814/asiimetrik.v3i2.2164.
- [9] M. R. Kafi and E. Rachmad, "The Influence of Fence on the VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) Naca 0015 Wind Turbine on Its Performance Pengaruh Fence Pada Wind Turbine VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) Naca 0015 Terhadap Unjuk

Kerjanya,” pp. 1–7.

- [10] A. S. Dar, F. Waridel, and F. Porté-Agel, “Effect of roof fence shape on flow over a building and its impact on wind turbine performance,” *Renew. Energy*, vol. 238, no. November 2024, p. 121859, 2025, doi: 10.1016/j.renene.2024.121859.