

KINERJA DARRIEUS TIPE-H TERHADAP VARIASI TINGGI FIN PADA NACA 0018

Priyo Agus Setiawan¹, Projek Priyonggo, S. L¹, Emie Santoso¹, Nopem Ariwiyono¹, Rini Indarti², Irma Rustini Aju³, Adi Wirawan Husodo¹, Heroe Poernomo¹, Agung Purwana¹, Eky Novianarenti¹, Daisy Dwijati Kumala Ratna¹

¹Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Keputih-Sukolilo, Kota Surabaya, Indonesia 60111

Email: priyo.as@ppns.ac.id

Abstrak

Potensi energi terbarukan di Indonesia cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk mendistribusikan energi yaitu penggunaan turbin *Darrieus* untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik. Berbagai upaya telah dilakukan guna meningkatkan kinerja turbin. Penelitian ini menggunakan studi *numeric* dengan memvariasikan tinggi *fin* untuk mengetahui nilai Cp, Ct dan TSR. Numerik dengan *Computational Fluid Dynamics* untuk mengetahui Ct, Cp dan TSR berupa grafik koefisien torsi (Ct) dan koefisien daya (Cp) terhadap *Tip Speed Ratio* (TSR) dengan diameter turbin 40 cm dan tinggi sebesar 50 cm. Simulasi memvariasikan tinggi *fin* sebesar 1,5cm; 2,5cm, dan 3,5cm dengan *fin* berjumlah 3. Hasil kinerja turbin angin *Darrieus* menunjukkan peningkatan tertinggi sebesar 45,23% pada variasi tinggi *fin* 2,5cm.

Kata Kunci: Darrieus, *Fin*, Koefisien Torsi, Koefisien Daya, *Tip Speed Ratio*.

Abstract

This potential can be utilized to distribute energy evenly. One of its uses is by using a Darrieus wind turbine to convert wind energy into electrical energy. Various attempts have been made to improve turbine performance. This study uses a numerical study by varying fin height to determine the value of Cp, Ct and TSR. The Computational Fluid Dynamics method is used to determine the Ct, Cp and TSR values in the form of a graph of the torque coefficient (Ct) and power coefficient (Cp) to the Tip Speed Ratio (TSR) using a conventional Darrieus wind turbine with a diameter of 40 cm and a rotor height of 50 cm. The simulation was carried out by varying the fin height by 1.5 cm; 2.5cm, and 3.5cm with the number of fins 3. The performance results of the Darrieus wind turbine showed the highest increase of 45.23% in the 2.5cm fin height variation.

Keywords: Darrieus, Fin, Torque Coefficient, Power Coefficient, Tip Speed Ratio

1. PENDAHULUAN

Energi listrik di Indonesia rata-rata berasal dari generator dengan sumber bahan bakar fosil berupa batubara, minyak bumi dan gas alam. Namun penggunaan energi fosil memiliki dampak buruk karena dapat mengakibatkan kerusakan ekologi, dan gas buang (CO₂) dapat menyebabkan efek rumah kaca. Untuk mengurangi efek rumah kaca, kita harus mencari energi *alternative* sebagai pengganti energi fosil. Adapun energi terbarukan yang berpotensi untuk dikembangkan adalah energi angin. Pemanfaatan energi angin dapat digunakan untuk memutar poros turbin angin yang kemudian putaran tersebut ditransmisikan pada generator listrik.

Turbin angin merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik atau energi mekanik poros turbin untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik. Terdapat dua jenis turbin angin yang sering digunakan berdasarkan kedudukan poros, yaitu turbin angin sumbu *horizontal* (*Horizontal Axis Wind Turbine* - HAWT) dan turbin angin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine* - VAWT). Turbin angin sumbu vertikal dikenal dengan beberapa nama dan bentuk antara lain turbin *Darrieus* dan turbin *Savonius* [2].

Peningkatan kinerja turbin angin *Darrieus* dilakukan dengan membuat variasi jumlah sudu dan *tip speed ratio* lalu mensimulasikannya dengan menggunakan

software *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Turbin angin yang disimulasi berupa rotor 2D dengan diameter 1,50 m pada daerah *rotating region*. *Airfoil* yang dipakai adalah NACA 0018. Variasi jumlah sudu yang digunakan adalah 3, 4, 5, dan 6 buah. Variasi *tip speed ratio* yang digunakan yaitu 1,65, 1,7, 1,75 dan 1,8. Hasil simulasi menunjukkan untuk jumlah sudu 5 buah dan *tip speed ratio* 1,8 memiliki kinerja tertinggi yaitu 58.941 % [5].

Penelitian mengenai pengaruh penambahan *fin* terhadap *Cut in Speed* Turbin Angin Savonius Tipe S. Hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin angin Savonius dengan penambahan *fin* dapat meningkatkan kemampuan *cut in speed*. Semakin banyak jumlah *fin* pada sudu akan meningkatkan kemampuan *cut in speed*. Variasi penambahan 4 *fin* mempercepat kemampuan *cut in speed* pada kecepatan 1,8 m/s [3].

Penelitian Darrieus dengan variasi kecepatan angin divariasikan sebesar 5, 7, 9, 11, 13, dan 15 m/s. Hasil penelitian menunjukkan 3 sudu menghasilkan koefisien daya yang lebih tinggi dibandingkan turbin angin Darrieus 4 sudu. Nilai koefisien daya tertinggi terjadi pada turbin angin Darrieus 3 sudu sebesar 0,437 dengan TSR 1,28 [4].

Penelitian Darrieus tipe H dengan memodifikasi sudu dengan simulasi numerik menunjukkan koefisien daya terbaik dilakukan oleh *airfoil* dengan posisi camber maksimum dekat dengan *trailing edge*. Sedangkan variasi panjang *chord* memberikan *solidity ratio* 0,6 sebagai nilai terbaik antara atas dan bawah.

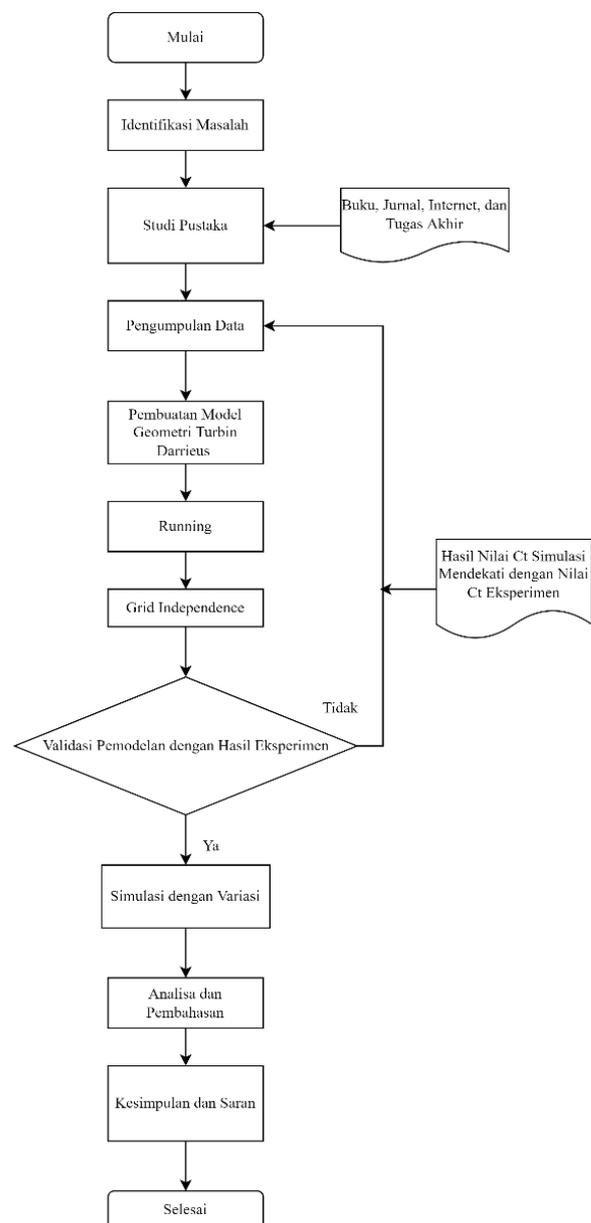
Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut dalam meningkatkan efisiensi kinerja dari turbin angin Darrieus yaitu dengan melakukan variasi tinggi *fin* 1,5 cm; 2,5 cm; dan 3,5 cm dengan jumlah 3 *fin* pada masing – masing sudu. Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) digunakan untuk mengetahui nilai Ct, Cp dan TSR yang berupa grafik koefisien torsi (Ct) dan koefisien daya (Cp) terhadap *Tip Speed*

Ratio (TSR). Simulasinya menggunakan turbin angin *Darrieus* konvensional berdiameter 40 cm dan tinggi rotornya 50cm.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan penelitian dilakukan pentahapan penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan tahap identifikasi masalah dengan studi literatur dan studi lapangan, pengumpulan data, pembuatan model geometri turbin angin darrieus, *running, grid independence*, validasi hasil nilai C_t model dengan hasil eksperimen, simulasi dengan variasi tinggi *fin* lalu dilanjutkan dengan analisa dan pembahasan, kesimpulan dan saran sebagai akhir. Pelaksanaan penelitian ini memerlukan beberapa langkah diantaranya adalah sebagai berikut:

2.1.1 Model Geometri

Pembuatan geometri tiga dimensi ini merupakan langkah awal simulasi CFD yang juga disebut sebagai tahap *Pre-processing*. Pembuatan domain pemodelan tiga dimensi ini dibantu dengan menggunakan *software* SolidWork. Model uji yang digambar adalah sudu turbin angin Darrieus tipe konvensional menggunakan NACA *Airfoil* 0018 dengan diameter 40 cm.

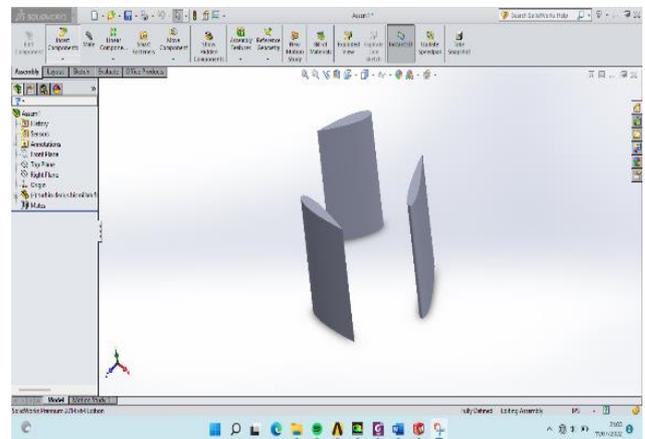
2.1.2 Domain Boundary Condition dan Meshing

Tahapan *Pre-processing* CFD selanjutnya yaitu pembuatan Domain *Boundary Condition* dan *Meshing*. Tujuan pembuatan domain yaitu untuk mendefinisikan volume atur yang akan dilakukan perhitungan secara numerik. Selanjutnya domain yang sudah dibuat dilakukan diskretisasi dengan membuat *mesh*. Tahapan ini dikerjakan dengan menggunakan aplikasi *Mesh* yang terintegrasi didalam ANSYS *Workbench*. Kondisi batas (*boundary condition*) yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

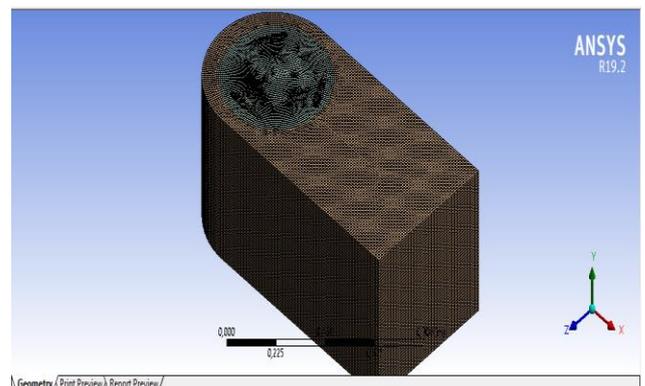
Tabel 1. Penentuan *Boundary Condition*

No	Surface	Specify Boundary Types
1	Blade	Wall
2	Inlet	Velocity
3	Outlet	Pressure

No	Surface	Specify Boundary Types
4	Wall	Symetry
5	Rotation	Interface



Gambar 2. Domain Pemodelan Turbin Angin Darrieus Konvensional

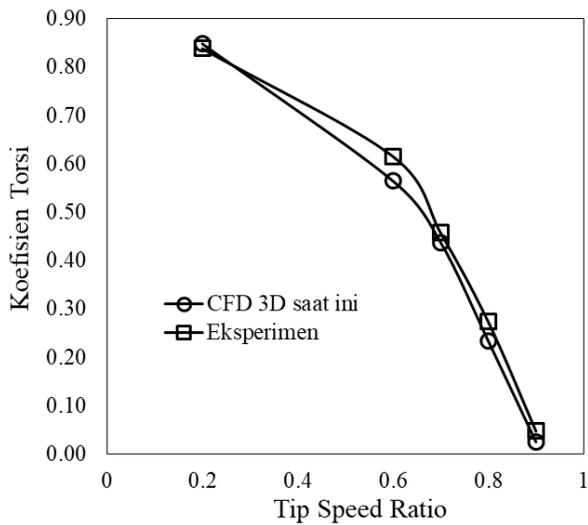


Gambar 3. Domain Meshing

2.1.3 Validasi Model

Validasi antara hasil simulasi dengan eksperimen dilakukan untuk mengetahui apakah hasil simulasi sudah mendekati atau sesuai. Validasi model dilakukan pada kondisi turbin tanpa menggunakan penambahan *fin*. Pola kurva koefisien torsi (C_t) terhadap *Tip Speed Ratio* (TSR) yang dihasilkan dari simulasi dibandingkan dengan hasil eksperimen dan dijadikan dasar acuan untuk proses validasi. Model dapat dikatakan valid atau bisa diterima jika hasil simulasi pola kurva C_t - TSR sudah mendekati atau memiliki kemiripan dengan hasil dari eksperimen. Hal ini dilakukan dengan

membandingkan hasil simulasi 5 variasi TSR terhadap hasil dari eksperimen.



Gambar 4. Validasi Model dengan Nilai Ct

2.1.4 Menghitung Nilai NTS dan TSS

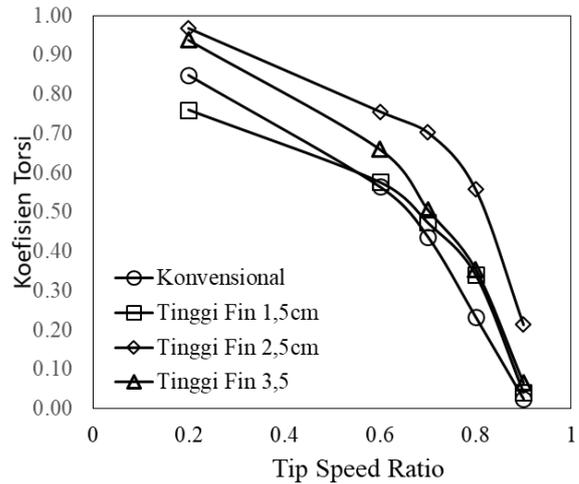
TSS dan NTS akan dihitung setelah diperoleh nilai ω , RPM, dan TSR dari hasil eksperimen. Nilai TSS dan NTS digunakan sebagai inputan pada software simulasi sehingga nilai TSR simulasi yang dihasilkan mendekati hasil eksperimen. Penelitian ini memvariasikan nilai TSR menjadi 0,2; 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9. Nilai NTS dan TSS dihitung dengan menggunakan diameter rotor 40 cm dan kecepatan fluida 7 m/s. Perhitungan TSS dan NTS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai TSS dan NTS

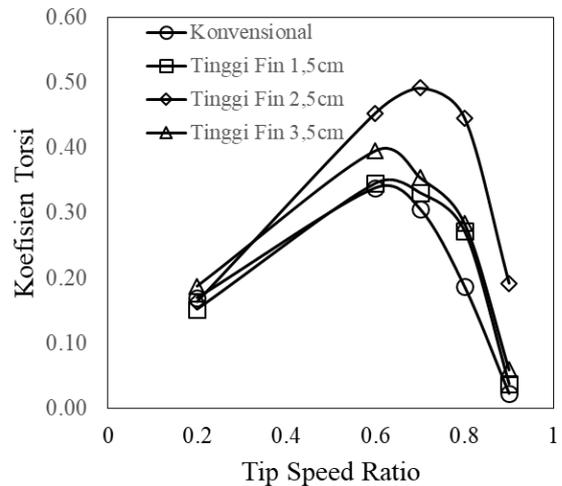
TSR	ω	n	NTS	TSS
0,9	31,50	308	110880	0,0005543
0,8	28,00	268	96480	0,0006235
0,7	24,50	235	84600	0,0007126
0,6	21,00	205	73800	0,0008314
0,2	7,00	78	28080	0,0024942

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya validasi model selanjutnya adalah hasil dan pembahasan dengan penambahan variasi pada turbin dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Koefisien Torsi Sebagai Fungsi TSR



Gambar 6. Koefisien Power Sebagai Fungsi TSR

Tabel 3. Koefisien Power

Variasi	TSR	Cp	Peningkatan (%)
Konvensional	0,6	0,339	-
Tinggi Fin 1,5 cm	0,6	0,346	2,07
Tinggi Fin 2,5 cm	0,7	0,492	45,23
Tinggi Fin 3,5 cm	0,6	0,395	16,81

Pada Tabel 3, diperoleh kenaikan koefisien power dengan penambahan *fin* pada variasi ketinggian. Hasil nilai koefisien power dengan tinggi *fin* 2,5cm terlihat meningkat paling tinggi pada TSR 0,7 yaitu sebesar 45,23% dari turbin angin Darrieus konvensional. Hal ini menunjukkan pada ketinggian 2,5 cm efektif untuk meningkatkan kinerja turbin Darrieus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan yaitu : Nilai koefisien daya (C_p) pada setiap variasi tinggi *fin* dengan TSR 0,7. Diketahui hasil simulasi terbaik pada variasi tinggi *fin* 2,5cm pada TSR 0,7 dengan hasil kenaikan koefisien daya (C_p) sebesar 45,23% dari turbin angin Darrieus konvensional

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu pada penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nur Fridayana, I. Wisnu Wardhana, and I. Eko Budi Djatmiko, "Final Project-Mo.141326 Aerodynamic Performance Analysis of Vertical Axis Wind Turbine (Vawt) Darrieus Type H-Rotor Using Computational Fluid Dynamics (CFD) Approach," 2018.
- [2] M. Latif, "Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah," *J. Rekayasa Elektro.*, vol. 10, no. 3, 2013, doi: 10.17529/jre.v10i3.1030.
- [3] Pamungkas, S. F., Wijayanto, D. S., & Saputro, H. (2017). Pengaruh variasi penambahan fin terhadap cut in speed turbin angin Savonius tipe S. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 2(1), 169–178.

<http://www.iieta.org/download/file/fid/8657>

- [4] R. Taufiqurrahman and V. Suphandani, "Studi Numerik Turbin Angin Darrieus dengan Variasi Jumlah Sudu dan Kecepatan Angin," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i1.21086.
- [5] W. Hamdani, "Simulasi Pengaruh Jumlah Sudu Dan Tip Speed Ratio Terhadap Performansi Turbin Angin Tipe Darrieus-H Menggunakan Profil Sudu Naca 0018," 2014.