

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya potensi sumber daya alam dan banyak dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya dipergunakan untuk pembangkit listrik. Pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi oleh energi tidak terbarukan dengan persentase 85% (HEESI, 2022). Hal ini berdampak Indonesia berada di peringkat ke-6 sebagai penghasil emisi gas karbon dioksida terbesar di dunia (World Energy, 2024).

Karbon dioksida adalah emisi gas rumah kaca yang berpengaruh terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Upaya untuk mengurangi pertumbuhan emisi gas karbon dioksida sangat diperlukan yaitu dengan memanfaatkan sumber daya terbarukan.

Angin merupakan salah satu jenis sumber daya terbarukan yang mudah didapatkan. Angin adalah udara yang bergerak akibat adanya perbedaan tekanan. Udara akan mengalir dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Sinar matahari dapat mempengaruhi perbedaan tekanan udara. Paparan sinar matahari yang lebih banyak akan menghasilkan suhu yang lebih tinggi dibanding dengan paparan sinar matahari yang sedikit. Hukum gas ideal menyatakan bahwa suhu dan tekanan berbanding terbalik, maka suhu yang tinggi akan memiliki tekanan yang rendah dan sebaliknya.

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai sepanjang 99.083 km sehingga memiliki potensi energi angin yang besar. Berdasarkan informasi Geoportal ESDM, potensi angin di beberapa lokasi di Indonesia memiliki kecepatan antara 4 m/s hingga 6 m/s. Saat ini pemanfaatan energi angin sudah digunakan untuk pembangkit listrik di Indonesia diantaranya terdapat di daerah Sidrap dan Jeneponto yang berada pada provinsi Sulawesi Selatan (Ditjen EBTKE, 2023).

Turbin angin merupakan sebuah alat yang dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik. Menurut arah sumbu rotasinya turbin angin dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) dan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH). Salah satu jenis turbin angin

sumbu vertikal adalah tipe *Darrieus*. Turbin angin *Darrieus* memiliki efisiensi tinggi dan mampu menghasilkan torsi cukup besar pada putaran dan kecepatan angin yang tinggi.

Ada beberapa penelitian terdahulu mengenai turbin angin yang dapat mendukung penelitian ini, diantaranya yaitu mengenai pengaruh performa ketebalan *blade* dan *camber* pada skala daya 5 kW dengan rotor *turbine* menggunakan 4 jenis *blade* yaitu *airfoil* NACA 0012, NACA 0022, NACA 5522 dan LS0421. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa berdasarkan dengan penambahan *camber* pada *airfoil* dapat meningkatkan keseluruhan performa turbin angin sumbu vertikal seperti NACA 0012 dan LS0421 dengan nilai C_p 0,40. Penambahan *camber* dapat meningkatkan torsi pada kecepatan angin tinggi maupun rendah sehingga performa turbin meningkat (Danao et al., 2012). Selain itu ada penelitian tentang turbin angin sumbu vertikal *Darrieus-H* dengan NACA 0018 yang memiliki jumlah sudu 3 buah dan kecepatan angin 4,8 m/s. Sudut putar yang paling efektif yaitu di sudut 50° dengan efisiensi sebesar 4,90% dan daya yang dihasilkan sebesar 0,859 Watt. Selain itu torsi maksimum yang dihasilkan oleh turbin sebesar 0,154 Nm (Yunika Cahyo, 2016). Kemudian ada yang meneliti tentang eksperimen terhadap turbin angin sumbu vertikal tipe *Darrieus-H* 4 *blade* dengan variasi sudut putar pada *profile* NACA 2415. Pada eksperimen ini terdapat kecepatan angin 5,04 m/s dengan sudut putar 0° menghasilkan putaran poros sebesar 177,96 Rpm, daya sebesar 0,466 W dan TSR sebesar 0,98 (Wira et al 2016)

Penelitian ini mengembangkan riset yang telah dilakukan oleh Ismail, Ihsan dan Sendi pada jenjang S1 Pendidikan Teknik Mesin 2017 dalam membuat turbin angin *Darrieus* dengan *blade* berbentuk setengah lingkaran. Berdasarkan hasil penelitian ismail dengan 5 buah *blade* yang diperoleh yaitu *coefficient of drag* (C_d) sebesar 2,036 dengan nilai torsi 1,278 Nm yang dapat menghasilkan daya sekitar 8,974 watt pada kecepatan angin 4 m/s (Ismail Aziz, 2022). Penelitian berikutnya yang telah dilakukan oleh ihsan dengan 4 *blade* mendapatkan hasil C_d 2,036 dengan nilai torsi 2,3 Nm yang dapat menghasilkan daya sekitar 13,207 watt pada kecepatan angin 4 m/s (Ihsan Khairullah, 2002). Penelitian terakhir yang telah dilakukan oleh sendi dengan

4 *blade* menggunakan deflektor mendapatkan hasil Cd sebesar 2,036 dengan nilai torsi 2,665 Nm yang dapat menghasilkan daya sekitar 15,385 watt pada kecepatan angin 4 m/s (Sendi Prakoso, 2022). Pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan yaitu porosnya tidak seimbang. Sehingga peneliti harus memperbaiki desain porosnya agar mencapai kinerja yang maksimal

Penelitian saat ini akan dilakukan dengan model skala 1:10 pada turbin angin *Darrieus* dengan profil *airfoil* NACA 2412. Penelitian ini akan dilakukan dengan memvariasikan jumlah sudu turbin, yaitu 3 sudu dan variasi posisi sudu putar 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° sehingga didapatkan nilai torsi dan koefisien daya yang optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang ada :

1. Desain *blade* turbin angin tipe *Darrieus* yang sesuai dengan kebutuhan saat penelitian berlangsung
2. Pengaruh kecepatan angin terhadap torsi dan daya yang dihasilkan oleh turbin angin tipe *Darrieus*
3. Pengaruh posisi sudut putar (*azimuth*) terhadap torsi dan daya yang dihasilkan turbin angin tipe *Darrieus*

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian dan tidak terjadi perluasan masalah maka penulis membatasi sebagai berikut:

1. Jumlah sudu (*blade*) yang digunakan hanya 3 buah.
2. Fluida yang digunakan adalah angin.
3. Profil *blade* yang digunakan *airfoil* NACA 2412 dengan radius *camber*.
4. Kecepatan angin yang digunakan sebesar 3 m/s dan 4 m/s
5. Pembahasan difokuskan pada hasil daya pada desain *blade* dan tidak membahas perhitungan komponen lain

1.4 Perumusan Masalah

Dilihat dari identifikasi dan pembatasan masalah yang sudah diuraikan diatas, maka penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana performa turbin angin tipe *Darrieus* menggunakan 3 buah *blade airfoil* NACA 2412 dengan radius *camber* untuk mendapatkan nilai torsi dan daya yang maksimal?”

1.5 Tujuan Penelitian

Penulis memiliki beberapa tujuan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui nilai C_d dan C_l yang terjadi pada *blade* dengan profil *airfoil* NACA 2412
2. Mendapatkan hasil data berupa torsi dan daya keluaran yang didapatkan pada turbin angin dengan perhitungan teoritis
3. Mendapatkan hasil data berupa torsi dan daya keluaran yang didapatkan pada turbin angin dengan pengujian eksperimen
4. Mendapatkan nilai koefisien daya (C_p) yang dihasilkan oleh turbin angin *Darrieus*
5. Mendapatkan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) yang diperoleh oleh turbin angin *Darrieus*

1.6 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi berbagai manfaat seperti sebagai berikut :

1. Menambah kemampuan penulis dalam menggunakan aplikasi desain seperti AutoCAD dan Solidworks untuk merancang serta menganalisa suatu benda yang diinginkan
2. Sebagai referensi dalam penelitian turbin angin *Darrieus* sumbu vertical