

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam Bab Pertama, telah dijelaskan mengenai latar belakang yang meliputi konteks dan alasan mendasar dilaksanakannya penelitian ini. Latar belakang berfungsi untuk memberikan pemahaman kepada pembaca tentang mengapa topik ini penting untuk dikaji. Dalam hal ini, latar belakang menggambarkan situasi dan kondisi yang memerlukan penelitian lebih lanjut serta menjelaskan fenomena yang menjadi fokus penelitian.

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan utama dari manusia untuk bertahan hidup adalah sumber energi. Energi menjadi tulang punggung bagi segala aktivitas manusia, mulai dari memasak makanan hingga menggerakkan industri besar. Pengaruh dari meningkatnya jumlah populasi penduduk dan dunia industri sangat signifikan dalam menentukan arah kebijakan energi masa depan. Seiring dengan pertumbuhan populasi yang terus meningkat, permintaan akan energi pun meningkat secara proporsional. Di sisi lain, industri yang berkembang pesat juga turut memberikan tekanan tambahan terhadap persediaan sumber energi. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan energi jangka panjang dengan memperhatikan efisiensi penggunaan sumber daya dan menjaga kesinambungan lingkungan. Hal ini melibatkan pengembangan teknologi dan kebijakan yang mendorong penggunaan energi terbarukan, pengurangan limbah, dan peningkatan efisiensi dalam pemanfaatan sumber energi konvensional. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan kita dapat mencapai keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan energi manusia dan pelestarian lingkungan untuk generasi yang akan datang.

Potensi energi angin dapat dieksploitasi baik di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah, bahkan di perairan laut. Dengan memanfaatkan energi angin untuk menghasilkan listrik, kita dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi fosil yang semakin berkurang setiap tahunnya. Oleh karena itu, melakukan studi potensi pemanfaatan energi angin merupakan langkah yang sangat tepat untuk masa depan, karena hal ini akan membantu mengurangi penggunaan energi fosil dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, pengembangan teknologi energi angin dapat menjadi solusi yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi manusia sambil menjaga kelestarian bumi untuk generasi yang akan datang (Saputra, 2016).

Di Indonesia, pemanfaatan energi angin masih jauh dari optimal dengan hanya 1,06 MW dari total kapasitas pembangkit listrik PLN sebesar 28.658,36 MW. Wilayah Indonesia memiliki kecepatan angin yang berkisar antara 3 hingga 6 meter per detik, kondisi ini sangat cocok untuk pembangkit listrik skala kecil (10 kW) dan menengah (10-100 kW). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan pembangkit tenaga listrik yang efisien dan sederhana guna memanfaatkan potensi energi angin yang tersedia. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, sekaligus mendukung upaya transisi menuju sumber energi yang lebih berkelanjutan. Dengan adanya pembangkit listrik yang memanfaatkan energi angin secara lebih optimal, diharapkan dapat mengurangi penggunaan energi fosil secara bertahap dan meningkatkan keberlanjutan sektor energi di Indonesia (Aklis et al., 2016).

Secara umum, turbin angin dibagi menjadi dua jenis berdasarkan orientasi porosnya: Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). Meskipun TASV memiliki efisiensi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan TASH, keunggulan TASV terletak pada konstruksi yang lebih sederhana dan biaya yang lebih terjangkau. Turbin ini dapat beroperasi dalam berbagai arah angin dan memiliki tingkat kebisingan yang rendah saat beroperasi. Selain itu, TASV juga dapat mengurangi kebutuhan akan bagian-bagian yang bergerak secara signifikan. Turbin ini menawarkan fleksibilitas dalam pemilihan bentuk rotor, sambil tetap mempertahankan momen torsi statik dan dinamik yang tinggi. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa TASH lebih efisien dalam penggunaan energi, meskipun memiliki konstruksi yang lebih rumit dan hanya dapat berputar bergantung pada arah kecepatan angin yang konsisten (Akwa et al., 2012).

Secara umum, turbin angin dibagi menjadi dua jenis berdasarkan orientasi porosnya: Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). Meskipun TASV memiliki efisiensi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan TASH, keunggulan TASV terletak pada konstruksi yang lebih sederhana dan biaya yang lebih terjangkau. Turbin ini dapat beroperasi dalam berbagai arah angin dan memiliki tingkat kebisingan yang rendah saat beroperasi. Selain itu, TASV juga dapat mengurangi kebutuhan akan bagian-bagian yang bergerak secara signifikan. Turbin ini menawarkan fleksibilitas dalam pemilihan bentuk rotor, sambil tetap mempertahankan momen torsi statik dan dinamik yang tinggi. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa TASH lebih efisien dalam penggunaan energi, meskipun memiliki konstruksi yang lebih rumit dan hanya dapat berputar bergantung pada arah kecepatan angin yang konsisten (Akwa et al., 2012).

Daya yang dihasilkan oleh turbin angin sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin serta desain sudu. Suku cadang tersebut memiliki peran penting sebagai bentuk sayap pada turbin angin, yang berfungsi untuk menangkap aliran udara dan menghasilkan gaya angkat atau gaya dorong yang mendorong rotor turbin. Bentuk airfoil, yang merupakan bagian dari sudu yang merupakan hasil dari potongan melintang sudu, juga memainkan peran krusial dalam menentukan performa turbin. Dengan demikian, desain sudu memegang peran utama dalam menentukan daya yang dihasilkan oleh turbin angin. Banyak penelitian telah mengkaji gaya dorong yang dihasilkan oleh airfoil, dengan tujuan untuk meningkatkan torsi yang dihasilkan oleh turbin (Surya Dharma, 2016).

Kecepatan angin di Selat Madura dan sekitarnya sebesar 0,009 – 8,228 m/s. Pada musim barat angin berembus berkisar 0,014 – 8,228 m/s dengan rata-rata kecepatan angin 2,245 m/s. Pada musim pancaroba awal tahun angin berembus dengan kecepatan antara 0,009 – 6,283 m/s dengan rata-rata kecepatan angin 1,693 m/s. Pada musim timur angin berembus berkecepatan 0,018 – 7,584 m/s dengan rata-rata kecepatan angin 3,352 m/s. Pada musim pancaroba akhir tahun kecepatan angin antara 0,014 – 7,429 m/s dengan rata-rata kecepatan angin 2,288 m/s (Abdulrohiim et al., 2022).

Pemilihan material dalam pembuatan sudu turbin angin vertikal, seperti Savonius dan Darrieus, memiliki peranan penting dalam menentukan kinerja dan daya tahan turbin tersebut. Material yang dipilih harus memiliki sifat-sifat mekanik, termal, dan korosi yang sesuai dengan lingkungan operasionalnya. Umumnya, material yang sering digunakan dalam pembuatan sudu turbin angin vertikal meliputi baja karbon, aluminium, fiberglass, dan polimer komposit. Baja karbon biasanya dipilih karena kekuatan dan ketahanannya terhadap tekanan dan lentur, sementara aluminium sering digunakan karena keberatannya yang ringan. Fiberglass dan polimer komposit menjadi pilihan populer karena kekuatan dan ketahanannya terhadap korosi serta kemampuannya untuk dibentuk sesuai dengan desain yang diinginkan. Selain itu, beberapa penelitian juga mengeksplorasi penggunaan material baru, seperti serat karbon, titanium, dan bahan-bahan nanoteknologi, untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sudu turbin angin vertikal dalam menghasilkan energi terbarukan. Dengan pemilihan material yang tepat, diharapkan turbin angin vertikal dapat beroperasi secara optimal dan memiliki masa pakai yang lebih panjang, sehingga berkontribusi pada pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan sebuah penelitian menggunakan metode simulasi sudu turbin berjenis Darrieus tipe-H dengan kecepatan angin yang berbeda

disertai dengan percobaan 4 material yaitu pipa PVC, aluminium paduan 6061, fiberglass (glass-S), dan serat karbon.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka berikut rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana dampak variasi kecepatan angin terhadap kekuatan sudu turbin darrieus-tipe H?
2. Bagaimana dampak variasi jenis material terhadap kekuatan sudu turbin angin darrieus-tipe H dari hasil simulasi yang dilakukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari uraian latar belakang di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dampak variasi kecepatan angin terhadap kekuatan sudu turbin darrieus-tipe H.
2. Mengetahui dampak variasi jenis material terhadap kekuatan sudu turbin angin darrieus-tipe H dari hasil simulasi yang dilakukan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan beberapa batasan masalah untuk mengendalikan hasil penelitian. Berikut batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Fokus penelitian ini adalah desain sudu turbin TASV berjenis Darrieus tipe-H.
2. Dalam penelitian ini, proses desain dan analisis menggunakan perangkat lunak Ansys Workbench.
3. Tipe NACA Airfoil yang digunakan dalam simulasi ini adalah N0012.
4. Material yang ditetapkan dalam simulasi menggunakan pipa PVC, aluminium paduan 60601, fiberglass (glass-S), dan CFRP.
5. Variasi kecepatan angin yang disimulasikan adalah 5m/s, 10m/s, 15m/s, 20m/s.
6. Desain yang digunakan mengabaikan dampak pengelasan dan sambungan yang lain secara mendetail.
7. Hasil simulasi hanya akan digunakan untuk mengetahui kekuatan sudu turbin angin darrieus tipe-h.

1.5 Sistematika Penulisan

Metodologi penulisan skripsi dipaparkan untuk memudahkan memahami pembahasan dari masing-masing bab. Berikut metodologi penulisan skripsi yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab I membahas tentang latar belakang penelitian, Dimana penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dampak variasi kecepatan angin terhadap unjuk kerja turbin angin TASV Savonius di daerah Madura serta pengaruh variasi jenis material terhadap performa kekuatan sudu turbin tersebut. Melalui simulasi menggunakan perangkat lunak Ansys Workbench dan Autodesk Inventor, serta percobaan dengan empat jenis material yang berbeda, yaitu baja karbon, aluminium, *fiberglass*, dan komposit, penelitian ini akan memberikan wawasan mendalam tentang efisiensi dan daya tahan sudu turbin. Batasan penelitian mencakup fokus pada desain sudu turbin, simulasi kecepatan angin 1m/s hingga 7m/s, serta analisis hasil yang terbatas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan energi terbarukan yang lebih berkelanjutan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisi tentang teori teori yang mendukung penelitian ini untuk tentang turbin angin vertikal berjenis Darrieus. Teori penunjang dibedakan menjadi beberapa fokus pembahasan, beberapa artikel membahas mengenai jenis jenis dan tipe turbin angin sumbu vertikal guna memberikan pemahaman tentang TASV. Sedangkan beberapa artikel juga membahas tentang material yang sering digunakan dalam pembuatan sudu turbin. Berhubungan dengan penelitian ini berfokus pada pengujian simulasi menggunakan *software* Ansys, teori mengenai simulasi CFD dan FEA juga di sajikan.

3. BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab 3 ini membahas tentang Langkah-langkah penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Langkah penelitian harus sesuai berdasarkan rumusan, tujuan dan batasan. Material, alat, alur pengerjaan dan rancangan metode dibahas pada bab ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil simulasi dan analisis data yang diperoleh dari pengujian numerik sudu turbin angin sumbu vertikal (TASV) berjenis Darrieus tipe-H menggunakan perangkat lunak ANSYS Workbench. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi distribusi tegangan (*Equivalent Stress*), total deformasi, dan

(*Equivalent Strain*) pada sudu turbin akibat variasi kecepatan angin dan penggunaan material yang berbeda, yaitu PVC, Aluminium 6061, Fiberglass Epoxy (Glass-S), dan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Hasil simulasi kemudian dibandingkan dan dianalisis untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin dan jenis material terhadap kekuatan struktural sudu turbin sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai material yang paling sesuai untuk aplikasi turbin angin Darrieus tipe-H.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil simulasi dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Kesimpulan memuat pengaruh variasi kecepatan angin terhadap tegangan dan deformasi yang terjadi pada sudu turbin serta pengaruh penggunaan berbagai jenis material terhadap kekuatan struktur sudu. Selain itu, bab ini juga memberikan saran untuk penelitian selanjutnya, seperti pengembangan desain sudu, penggunaan variasi material lain, optimasi geometri airfoil, maupun analisis yang lebih mendalam menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD) dan Finite Element Analysis (FEA) untuk memperoleh performa dan kekuatan turbin yang lebih optimal.