

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu berisikan uraian yang membahas tentang pendahuluan yang mencakup pada pembahasan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi sistematika penelitian dan penulisan skripsi. Berikut adalah penjelasan lebih lengkapnya.

1.1 Latar Belakang

Menurut (Suresh & Rajakumar, 2019), energi adalah kekuatan alam penting untuk keberlangsungan dalam kehidupan manusia. Sumber energi terbagi menjadi dua: terbarukan dan tak terbarukan. Penggunaan berlebihan sumber energi tak terbarukan mengancam lingkungan. Menurut (Firoozi et al., 2024), seiring dengan semakin mendesaknya masalah lingkungan dan kebutuhan akan energi berkelanjutan potensi energi angin semakin diakui. Energi angin begitu penting, baik untuk mengatasi krisis lingkungan maupun mendorong kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi global. Menurut (Tamayo-Avenida et al., 2023), kemajuan teknologi yang berjuang untuk transisi energi menghadapi tantangan iklim global, sektor energi angin baru-baru ini berkembang pesat. Meskipun pengembangan angin darat kurang berkembang dibandingkan dengan pengembangan angin lepas pantai, keduanya masih memiliki potensi besar untuk berkembang. Industri telah bekerja keras selama beberapa tahun terakhir untuk mengurangi biaya energi secara signifikan dengan meningkatkan ukuran atau mengoptimalkan geometri bilah turbin angin. Menurut (Hamza et al., 2023), turbin sumbu horizontal dan turbin sumbu vertikal adalah dua jenis utama turbin angin. Sumbu putar turbin angin horizontal sejajar dengan tanah. Sumbu rotasi turbin vertikal atau tegak lurus terhadap tanah dalam turbin angin sumbu vertikal. Dibandingkan dengan desain vertikal, desain horizontal satu lebih umum karena menghasilkan lebih banyak daya.

Menurut (Firoozi et al., 2024), keberhasilan sistem energi angin secara keseluruhan bergantung pada bilah turbin angin. Digunakan sebagai sumber utama energi angin, desain bilah, yang mencakup pertimbangan bentuk, ukuran, dan komposisi material, secara signifikan mempengaruhi kinerja turbin. Kemampuan bilah ini untuk menangkap energi angin secara efektif secara langsung berdampak pada *output* daya dan biaya operasional turbin, menjadikan desain bilah sebagai topik penting dalam penelitian energi angin. (Shamso et al., 2023), HAWT adalah jenis turbin angin yang paling umum digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin komersial, turbin angin dirancang untuk menggunakan

energi listrik dari energi angin. Menurut (Gurmesa et al., 2022), turbin angin harus diperhatikan dalam penyebab kelelahan pada *blade* dan beban kelelahan dapat menjadi hal yang mendasar, yang berarti beban aktual diterapkan pada *blade*. Beban spesifik mencapai kondisi batas, dan pertanyaannya mungkin menjadi beban di luarnya nilai yang diizinkan. Menurut (L. Wang et al., 2016), bilah menjadi lebih rentan terhadap masalah aeroelastik yang disebabkan oleh FSI (interaksi fluida-struktur). Secara khusus, selama pengoperasian pengoperasian turbin angin, beban aerodinamis pada bilah juga dapat menyebabkan defleksi bilah. Menurut (Amjith & Bavanish, 2020), turbin angin harus memiliki sifat-sifat penting seperti ringan, tahan korosi, kelelahan, biaya rendah, maka dari itu pembuatan bilah turbin harus melihat beberapa aspek agar dapat memperpanjang umur dari turbin angin tersebut.

Menurut (R. E. Pratama et al., 2023), Indonesia memiliki potensi kecepatan angin yang cukup bervariasi, tergantung pada kondisi geografis dan iklim di masing-masing wilayah. Secara umum, daerah pesisir dan pulau-pulau kecil di Indonesia, terutama yang terletak di dekat lautan, sering mengalami kecepatan angin yang lebih tinggi. Kecepatan angin rata-rata di Indonesia pada daerah *onshore* sebesar 6-8 m/s dan *offshore* >8 m/s. Penelitian ini akan melakukan perancangan desain turbin angin horizontal untuk memperoleh hasil kekuatan bilah yang optimal dengan menggunakan angin rata-rata yang ada di Indonesia khususnya di pulau Madura dengan kecepatan angin dari 1-14 m/s (BMKG, 2024). Perancangan bilah turbin menggunakan variasi panjang *chord*, ketebalan sudu dan kecepatan angin pada saat pengujian *total deformation*, *equivalent stress*, *equivalent strain* yang akan memengaruhi hasil perhitungan serta desain yang akan dibuat. Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa *software* pendukung yakni *software solidwork* yang digunakan dalam proses desain, *software Ansys* sebagai simulasi desain *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan *Finite Element Analysis* (FEA). Metode CFD digunakan untuk mencari nilai gaya yang dihasilkan dari proses turbin angin terkena angin, dari hasil yang dapatkan nilai tersebut sebagai nilai input untuk dilakukannya *static structural* dengan metode FEA guna untuk pengujian *total deformation*, *equivalent stress* dan *equivalent strain*. FSI (interaksi fluida-struktur) merupakan bidang ilmu yang mempelajari interaksi antara fluida dan struktur padat. Dalam penelitian ini menggunakan metode CFD dan FEA guna untuk mengetahui bagai mana turbin angin melalui interaksi antara fluida dan struktur agar bisa mengetahui kekuatan pada bila turbin tersebut. Hasil penelitian ini akan memberikan informasi yang berguna bagi pengembang teknologi turbin angin untuk meningkatkan performa dan keamanan dari turbin angin tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah telah diidentifikasi untuk penelitian ini berdasarkan penjelasan latar belakang sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *total deformation* pada turbin angin horizontal ?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *equivalent stress* pada turbin angin horizontal ?
- 3) Bagaimana pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *equivalent strain* pada turbin angin horizontal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat diringkas sebagai berikut berdasarkan konteks dan masalah yang telah diidentifikasi:

- 1) Mengetahui pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *total deformation* pada turbin angin horizontal
- 2) Mengetahui pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *equivalent stress* pada turbin angin horizontal
- 3) Mengetahui pengaruh variasi panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin terhadap *equivalent strain* pada turbin angin horizontal

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan diimplementasikan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Analisis dilakukan dengan menggunakan metode FSI (*Fluid Structure Interaction*).
- 2) Perancangan dan analisis hanya menggunakan 3 variasi yakni, panjang *chord*, ketebalan sudu, dan kecepatan angin .
- 3) Penelitian tidak membahas tentang transmisi daya dan aliran fluida, hanya difokuskan pada analisis kekuatan bilah turbin.
- 4) Tidak meninjau sisi ekonomi dari hasil perancangan.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan ini menjabarkan sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, sebagai berikut.

- 1) BAB I PENDAHULUAN

Bab satu merupakan bagian awal dari penelitian ini, yang memberikan informasi detail mengenai situasi atau konteks latar belakang penelitian, merumuskan masalah

penelitian, tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian tersebut, serta membatasi ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan.

2) BAB II TEORI PENUNJANG

Bab dua akan menguraikan dasar teori yang relevan dengan penelitian ini, yang akan digunakan sebagai dasar untuk merancang sebuah solusi dan memberikan jawaban terhadap permasalahan yang diidentifikasi.

3) BAB III METODE PENELITIAN

Bab tiga adalah bagian yang menjelaskan mengenai metodologi penelitian, mencakup jenis penelitian yang dilakukan, diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah pelaksanaan penelitian, serta penjelasan tentang fase-fase yang digunakan dalam melakukan penelitian

4) BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.

Bab empat berisi tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan, meliputi fase-fase yang digunakan dalam proses simulasi turbin angin horizontal analisis fase simulasi pengujian, dan fase analisis.

5) BAB V PENUTUP.

Bab penutup dari penelitian ini, yang berisi kesimpulan yang diambil dari perancangan dan analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Selain itu, pada bab ini juga diberikan saran-saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan untuk melanjutkan penelitian ini atau meneliti topik yang terkait