

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya energi di bumi telah menghadapi transformasi beberapa kali, mulai dari penggunaan utama sebagai biomassa seperti kayu bakar untuk kebutuhan energi, hingga beralih ke sumber daya energi yang berasal dari fosil meliputi minyak, gas alam serta batu bara akibat dari dampak revolusi industri pada abad ke-20. Era globalisasi energi ini menjadi salah satu hal penting yang dibutuhkan oleh manusia dalam hidupnya. Mayoritas energi yang dipakai selama ini berasal dari energi fosil karena jumlahnya yang terbatas dan seiring berjalannya waktu akan habis. Penggunaan energi fosil yang meningkat dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca yang tinggi sehingga mengakibatkan ketidakstabilan iklim dan kenaikan suhu global. Studi menunjukkan bahwa manfaat kesehatan yang terkait dengan energi terbarukan dapat mencapai dua hingga enam kali lipat dari biaya tambahan yang diperlukan untuk transisi energi (Gielen dkk., 2019)

Menurut Aber dkk. (2019), pemanfaatan energi angin telah berkembang pesat selama dua dekade terakhir. Kapasitas global energi angin meningkat signifikan, dari 2000 megawatt pada tahun 2000 menjadi hampir 540 GW pada akhir 2017. Perkembangan ini menunjukkan betapa pentingnya energi angin sebagai sumber daya terbarukan. Selain itu, energi angin merupakan metode yang relatif aman dan ramah lingkungan dalam menghasilkan listrik. Hal ini karena energi angin tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berbahaya, berbeda dengan pembangkit listrik berbasis bahan bakar fosil.

Menurut (BMKG, 2024), ditemukan bahwa kecepatan angin di pulau Madura bisa mencapai 14 m/s. Angka ini menunjukkan potensi angin yang cukup kuat di kawasan tersebut, yang bisa berpengaruh signifikan terhadap berbagai sektor, termasuk kelautan, transportasi, dan energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin. Kecepatan angin yang cukup tinggi di wilayah Madura berpotensi menjadi lokasi ideal untuk pengembangan teknologi energi angin yang dapat mendukung peningkatan kapasitas energi terbarukan di Indonesia. Turbin angin memiliki dua jenis utama yaitu *horizontal axis wind turbine* (HAWT) dan *vertical axis wind turbine* (VAWT). *Horizontal axis wind turbine* (HAWT) mempunyai rotor utama serta generator listrik yang terletak pada bagian atas menara sedangkan *vertical axis wind turbine* (VAWT) memiliki sumbu tegak sehingga gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin. Dengan demikian rotor dapat berputar ke segala arah angin.

Menurut Shamsu dkk. (2023), turbin angin adalah struktur yang menghasilkan energi angin dan mengubahnya menjadi listrik, menyediakan sumber energi yang berkelanjutan. Salah satu jenis turbin angin ini memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan jenis turbin lainnya yaitu *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)*, karena bilahnya selalu berubah secara tegak lurus terhadap arah angin dan menerima daya dengan konsisten sepanjang putaran. Beberapa peneliti telah mengembangkan turbin angin yang kemudian disajikan dan dianalisis melalui penggunaan terowongan angin. Meskipun pengujian ini melibatkan peralatan khusus dan memerlukan biaya yang signifikan, penggunaan perangkat lunak ANSYS memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis dan perancangan turbin angin dengan biaya desain yang lebih rendah dan menghasilkan kinerja yang hampir sebanding dengan pengujian menggunakan terowongan angin. Penggunaan perangkat lunak ANSYS menjadi acuan perkiraan dalam perancangan dan pembuatan turbin angin sebenarnya. Dalam penelitian ini, karakteristik sifat material dari *horizontal axis wind turbine (HAWT)*, dengan variasi panjang bilah, sudut *pitch* dan material dianalisis untuk meningkatkan kinerjanya dan mampu menahan angin dengan kecepatan tinggi. Proses perancangan pemodelan penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Solidworks* untuk membuat model *Computer Aided Design (CAD)* dan perangkat lunak ANSYS digunakan untuk mengkaji dinamika aliran udara di sekitar turbin serta menganalisis kekuatan dari material pada bilah turbin dengan metode *Fluid-Structure Interaction (FSI)*.

Berdasarkan pernyataan di atas dilakukannya penelitian yang membahas pengaruh terhadap variasi panjang bilah, sudut *pitch* dan material terhadap *total deformation*, *equivalent stress* dan *equivalent strain* pada *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)*. Simulasi ini akan menggunakan metode FSI yang memungkinkan analisis lebih cepat dan akurat dengan mengurangi jumlah elemen dan titik simpul yang perlu dihitung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bilah yang lebih efisien dan kuat, sehingga meningkatkan kinerja dan ekonomis dari turbin angin serta kontribusinya terhadap produksi energi ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Latar belakang sejarah yang telah disebutkan sebelumnya menjadi dasar dalam merumuskan masalah ini. Rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *total deformation* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT)?
2. Bagaimana pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *equivalent stress* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT)?
3. Bagaimana pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *equivalent strain* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini menjawab permasalahan diatas, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *total deformation* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT).
2. Mengidentifikasi pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *equivalent stress* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT).
3. Mengidentifikasi pengaruh tipe panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material terhadap *equivalent strain* pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah merujuk pada batasan-batasan atau ruang lingkup yang diterapkan pada sebuah penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

1. Analisis hanya dilakukan dengan metode *Fluid-Structure Interaction* (FSI) tanpa menggunakan perhitungan manual dan hanya menggunakan perangkat lunak ANSYS *Workbench*.
2. Analisis hanya dilakukan dengan 3 variasi yaitu panjang bilah, sudut *pitch* dan jenis material untuk mengetahui kekuatan dari bilah pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT).
3. Tidak melakukan pembahasan yang mendalam tentang transmisi daya dan aliran fluida pada *horizontal axis wind turbine* (HAWT).
4. Tidak meninjau sisi ekonomi dari hasil perancangan *horizontal axis wind turbine* (HAWT).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memungkinkan penyajian informasi secara sistematis yang membuatnya mudah dipahami dan digunakan untuk penelaahan penelitian. Proposal penelitian terdiri dari lima bagian, dengan setiap bagian berfokus pada satu aspek. Berikut merupakan penjelasan singkat tentang isi setiap bagian:

1. Bab I Pendahuluan

Bagian pendahuluan merupakan bagian dari sebuah karya tulis yang bertujuan untuk memperkenalkan pembaca dengan topik yang akan dibahas. Ini juga menjelaskan tujuan dan ruang lingkup tulisan. Penulis memberitahu kita tentang latar belakang masalah yang menjadi subjek penelitian atau diskusi dalam bab ini. Pendahuluan sering memberikan gambaran umum tentang konteks ilmiah di mana masalah tersebut muncul. Pendahuluan juga membantu pembaca dengan menunjukkan alasan mengapa topik yang dibahas menarik dan penting. Selain memberikan penjelasan tentang masalah atau pertanyaan penelitian yang ingin diselesaikan, penulis biasanya memberikan kerangka teoritis atau konseptual sebagai landasan untuk diskusi berikutnya. Pendahuluan ini menjadi fondasi yang kuat untuk membantu pembaca memahami substansi dan relevansi tulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bagian tinjauan pustaka merupakan bagian dari sebuah karya tulis yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis literatur, penelitian, teori, dan konsep yang relevan dengan topik yang dibahas. Bab tinjauan pustaka ini, penulis melakukan tinjauan menyeluruh dari berbagai sumber informasi saat ini sehingga pembaca dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang masalah yang dibahas. Tinjauan pustaka dapat digunakan untuk membandingkan dan mengevaluasi berbagai pendekatan yang digunakan oleh peneliti sebelumnya dalam menangani masalah yang sama atau serupa. Tujuan lain dari bab ini adalah untuk memberikan landasan teoritis dan konseptual yang solid serta menunjukkan celah pengetahuan yang masih perlu dipenuhi melalui penelitian atau analisis lebih lanjut.

3. Bab III Metode Penelitian

Bagian metode penelitian merupakan komponen penting dalam sebuah karya ilmiah, di mana bagian ini menjelaskan seluruh proses yang digunakan dalam penelitian. Penulis menyajikan uraian mengenai desain penelitian, metode pengumpulan data, dan teknik analisis yang diterapkan. Oleh karena itu, bab 3 metode penelitian membangun dasar yang kuat bagi pembaca untuk memahami bagaimana penelitian dilakukan, sehingga mereka dapat bertanggung jawab secara ilmiah atas temuan yang mereka dapatkan.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bagian hasil dan pembahasan menyajikan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, disertai dengan interpretasi dan analisis terhadap hasil tersebut. Data yang diperoleh dari hasil simulasi dikemukakan secara sistematis, baik dalam bentuk narasi, tabel, grafik, maupun gambar. Pada bab 4 ini mengaitkan temuan penelitian dengan kerangka teori yang telah dijelaskan sebelumnya dalam tinjauan pustaka. Bab 4 ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman terhadap topik penelitian dan menjelaskan kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan atau penerapan praktisnya.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Berisikan tentang kesimpulan dari serangkaian pembahasan skripsi berdasarkan analisis yang telah dilakukan serta saran-saran untuk disampaikan kepada objek penelitian atau bagi penelitian selanjutnya.