

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sumber energi listrik di Indonesia sebagian besar berasal dari energi fosil berupa bahan bakar minyak, gas dan batu bara yang ketersediannya mulai terbatas. Penggunaan energi fosil tentu berkaitan erat dengan kerusakan ekosistem akibat dari pencemaran lingkungan. Pemanfaatan energi terbarukan sebagai sumber pembangkit listrik diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dari keterbatasan persediaan energi fosil dan masalah pencemaran lingkungan. Energi angin yang tidak terbatas dan ramah terhadap lingkungan merupakan salah satu alasan untuk memanfaatkan energi angin sebagai sumber listrik di Indonesia. Energi listrik dihasilkan dari angin dengan bantuan turbin angin menggunakan prinsip konversi energi. Angin menggerakkan bilah turbin angin, sehingga poros turbin berputar. Turbin angin terdiri dari bilah-bilah yang terpasang ke sebuah poros. Selanjutnya, poros dihubungkan pada generator dan baterai yang berfungsi sebagai penyimpan energi. Dalam hal ini, generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Kecepatan angin di PT Lentera Bumi Nusantara memiliki rentang 3-12 m/s, jadi potensi energi angin di PT Lentera Bumi Nusantara cukup memadai untuk pengembangan energi terbarukan berbasis kincir angin [1]. Distribusi kecenderungan kecepatan angin suatu tempat akan mempengaruhi penentuan desain turbin angin, tetapi jumlah pengembangan turbin angin untuk kecepatan angin yang rendah masih sangat sedikit. Oleh karena itu, perlu perancangan turbin angin yang sesuai dengan kecepatan rata-rata angin di Indonesia khususnya di PT Lentera Bumi Nusantara.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Burhanuddin Dahlan (2016) yaitu *design* bilah kincir angin dengan menggunakan program Qblade yang berbasis pada *airfoil* NACA 4412 dan 4415 dengan jenis *taper* dan *taperless*. Bahan dasar pembuatan bilah yang berasal dari kayu mahoni (*Swietenia macrophylla*) dan kayu pinus (*merkusii*). Dimana penelitian Dahlan bertujuan mencari jenis *airfoil* NACA yang terbaik untuk kecepatan angin 1-12 m/s yang diharapkan dapat meningkatkan

daya kincir angin serta memanfaatkan kayu mahoni dan pinus sebagai bahan dasar pembuatan bilah.

Untuk hasil penelitian Dahlan dilihat dari simulasi *Tip Speed Ratio* (TSR) – *Power Coefficient* (Cp), membuktikan bahwa pada NACA 4412 lebih baik dibandingkan dengan NACA 4415. Pada TSR 7, untuk NACA 4412 untuk kedua jenis bilah yaitu *taper* dan *taperless* memiliki Cp rata-rata 50% sedangkan untuk NACA 4415 memiliki nilai Cp 34%. Sementara pengujian daya dengan kecepatan angin 12 m/s memperoleh hasil NACA 4412 untuk kedua jenis bilah *taper* dan *taperless* mempunyai daya diatas 1 kiloWatt sedangkan untuk jenis NACA 4415 memiliki daya di bawah 0,8 kiloWatt. Untuk hasil pengujian daya ketahanan materialnya yaitu untuk kayu mahoni terjadi keretakan pada salah satu bilah sedangkan untuk kayu pinus tidak terjadi keretakan pada semua bilah [2].

Selain itu, ada juga penelitian yang dilakukan oleh Arfie Ikhsan Firmansyah dan Zulkarnain (2012) yaitu perancangan bilah turbin pembangkit listrik tenaga angin (PLT-Angin) kapasitas 100 kiloWatt menggunakan studi aerodinamika. Penelitian pada perancangan bilah turbin dilakukan dengan pendekatan studi aerodinamika. Uji aerodinamika bilah turbin menggunakan metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Hasil penelitian dari perancangan bilah turbin ini didapatkan rancangan bilah turbin dengan efisiensi atau *power coefficient* rotor 30,6 % [3]. Dari hasil kedua penelitian yang telah dipaparkan, hasil penelitian bahwa nilai efisiensi sistem turbin angin pada waktu perancangan belum mengestrak energi angin dengan lebih baik artinya nilai efisiensi yang dihasilkan masih rendah.

Dalam turbin angin, bilah merupakan komponen penting dalam suatu sistem turbin angin yang berinteraksi langsung dengan angin. Ada tiga jenis bilah yaitu *taper*, *taperless* dan *inverse taper* [4]. Jenis bilah yang banyak digunakan di Indonesia saat ini adalah bilah *taper* yaitu bilah yang desain ujung lebih kecil dibandingkan dengan pangkalnya [5]. Dalam perancangan bilah ada beberapa aspek yang perlu diketahui diantaranya mekanika fluida, aerodinamika dan material [4].

Pada penelitian ini dilakukan perancangan bilah turbin angin sumbu horizontal dengan jenis bilah yaitu *taper* dengan kapasitas daya listrik dan jenis *airfoil* yang berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu memiliki kapasitas daya

listrik sebesar 500 watt pada kecepatan angin 12 m/s, dengan menggunakan jenis *airfoil* empat digit yang memiliki nilai *lift coefficient* (Cl) / *drag coefficient* (Cd) tinggi untuk meningkatkan performa bilah, kemudian dianalisis kekuatan strukturnya untuk memastikan bilah dapat beroperasi dengan aman. Proses perancangan dilakukan dengan simulasi yaitu menggunakan *software* Qblade untuk mengetahui performa dari bilah dan *software* desain 3D yang digunakan untuk menganalisis kekuatan struktur material yang digunakan yaitu kayu pinus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan bilah jenis *taper* turbin angin sumbu horizontal agar bekerja dengan baik pada kecepatan angin 12 m/s?
2. Bagaimana performa dari bilah jenis *taper* yang telah dirancang?
3. Bagaimana analisis kekuatan struktur material yang digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang bilah *taper* dengan kapasitas daya listrik 500 watt yang sesuai dengan kondisi kecepatan angin di PT Lentera Bumi Nusantara berkisar antara 3-12 m/s.
2. Mengetahui performa bilah *taper* yang sudah dirancang.
3. Menganalisis kekuatan struktur material yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Turbin angin yang digunakan yaitu *The Sky Dancer* yang memiliki kapasitas daya listrik 500 watt sumbu *horizontal axis wind turbine* dengan jenis *taper*.
2. Jenis *airfoil* yang digunakan yaitu NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*) empat digit.
3. Jenis material yang di analisis yaitu kayu pinus.

4. Proses perancangan dilakukan dengan simulasi yaitu menggunakan *software* Qblade untuk mengetahui performa bilah yang dirancang dan *software* desain 3D untuk menganalisis kekuatan material dalam perancangan bilah.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode studi literatur yaitu membaca dan menelaah berbagai referensi ilmiah yang berhubungan dengan turbin angin.
2. Metode perancangan yaitu merancang geometri bilah sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang digunakan.
3. Metode analisis data yaitu metode yang digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh pada perancangan bilah.