

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi yang terus meningkat serta keterbatasan sumber energi fosil mendorong pengembangan energi terbarukan sebagai alternatif yang berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah energi angin, yang dapat dimanfaatkan melalui turbin angin untuk menghasilkan energi listrik. Turbin angin tipe Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine* / VAWT) yang banyak dikembangkan karena memiliki konstruksi sederhana, mampu beroperasi pada kecepatan angin rendah, serta tidak bergantung pada arah angin.

Kinerja turbin Savonius sangat dipengaruhi oleh desain geometri sudu dan karakteristik permukaan sudu. Geometri sudu berperan dalam menentukan pola aliran fluida di sekitar turbin, sedangkan kondisi permukaan sudu memengaruhi interaksi antara aliran angin dan permukaan sudu, khususnya dalam hal gaya gesek dan distribusi tekanan. Oleh karena itu, modifikasi geometri dan kekasaran permukaan menjadi salah satu pendekatan yang banyak dilakukan untuk meningkatkan performa turbin Savonius.

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan biomimetik mulai diterapkan dalam bidang rekayasa fluida, yaitu dengan meniru bentuk-bentuk alami yang telah teroptimasi melalui proses evolusi. Salah satu bentuk alami yang menarik untuk dikaji adalah bunga tulip (*Tulipa*), yang memiliki profil lengkung menyerupai airfoil sederhana (*cambered airfoil*). Bentuk lengkung ini berpotensi memengaruhi distribusi tekanan dan pola aliran fluida di sekitar sudu, sehingga dapat meningkatkan gaya dorong (*drag force*) yang dihasilkan oleh turbin Savonius.

Selain geometri, kekasaran permukaan sudu juga memiliki pengaruh terhadap karakteristik aliran fluida. Permukaan yang kasar dapat memicu transisi lapisan batas lebih awal serta memengaruhi pola separasi aliran, yang pada kondisi tertentu dapat meningkatkan performa turbin. Oleh karena itu, variasi tingkat kekasaran permukaan perlu dikaji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja turbin.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh geometri sudu bermotif bunga tulip (*Tulipa*) dan variasi kekasaran permukaan terhadap kinerja turbin angin Savonius. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain turbin angin yang lebih efisien serta adaptif terhadap kondisi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk dan karakteristik dan kinerja daya dan efisiensi turbin angin Savonius bermotif bunga dengan variasi permukaan sudu polos dan alur kekasaran horizontal pada sudu cekung pada aliran terkontrol di wind tunnel.
2. Bagaimana bentuk dan karakteristik dan kinerja daya dan efisiensi turbin angin Savonius bermotif bunga dengan variasi permukaan sudu polos dan alur kekasaran horizontal pada sudu cekung pada kondisi aliran angin alami di kawasan pantai sepanjang waktu pengujian.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan model dan protoripe turbin angin Savonius bermotif bunga dengan dua variasi permukaan sudu, yaitu polos dan alur kekasaran horizontal pada sudu cekung.
2. Memperoleh karakteristik kinerja turbin angin Savonius bermotif bunga itu berdasarkan parameter daya dan efisiensi pada pengujian wind tunnel.
3. Memperoleh karakteristik kinerja turbin angin Savonius bermotif bunga itu berdasarkan parameter daya dan efisiensi pada pengujian di kawasan pantai.
4. Menganalisis perbandingan daya luaran dan efisiensi antara kedua variasi turbin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai perbandingan daya dan efisiensi turbin angin Savonius bermotif bunga antara permukaan sudu polos dan sudu dengan alur kekasaran horizontal, serta menjadi referensi dalam pengembangan desain turbin angin Savonius melalui modifikasi permukaan sudu. Diharapkan adanya alur kekasaran horizontal tersebut akan meningkatkan efisiensi turbin dibanding sudu polos. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan turbin angin skala kecil yang lebih inovatif dan sesuai untuk kondisi angin rendah hingga sedang.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Turbin yang diteliti adalah turbin angin Savonius bermotif bunga.
2. Variasi yang digunakan adalah penggunaan sudu permukaan polos dan sudu permukaan dengan alur kekasaran horizontal pada sudu cekung.
3. Parameter yang dianalisis meliputi putaran, daya dan efisiensi turbin.
4. Pengujian dilakukan pada wind tunnel dan kondisi lapangan di kawasan pantai Padang.
5. Penelitian tidak membahas analisis ekonomi dan kekuatan material secara mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun agar memudahkan pembaca dalam memahami alur isi yang disampaikan. Tugas akhir ini terdiri dari lima bab pokok, dengan uraian sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, memuat latar belakang yang melandasi pemilihan topik penelitian, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat dari penelitian, batasan masalah, serta gambaran sistematika penulisan secara keseluruhan.

- Bab II Tinjauan Pustaka, berisi teori-teori dasar dan konsep yang relevan dengan penelitian, meliputi energi angin, pembangkit listrik tenaga bayu, turbin angin Savonius, karakteristik turbin angin sumbu vertikal, modifikasi permukaan sudu, teknologi 3D printing, parameter kinerja turbin, serta penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini.
- Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan jenis penelitian, alat dan bahan, tahapan pembuatan prototipe, variabel penelitian, prosedur pengujian, parameter yang dianalisis, serta metode analisis data.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan, berisi hasil dan pembahasannya pada penelitian yang dilakukan.
- BAB V Penutup, berisi penutup yaitu kesimpulan dan rekomendasi yang dapat diambil dari penelitian ini.

