

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

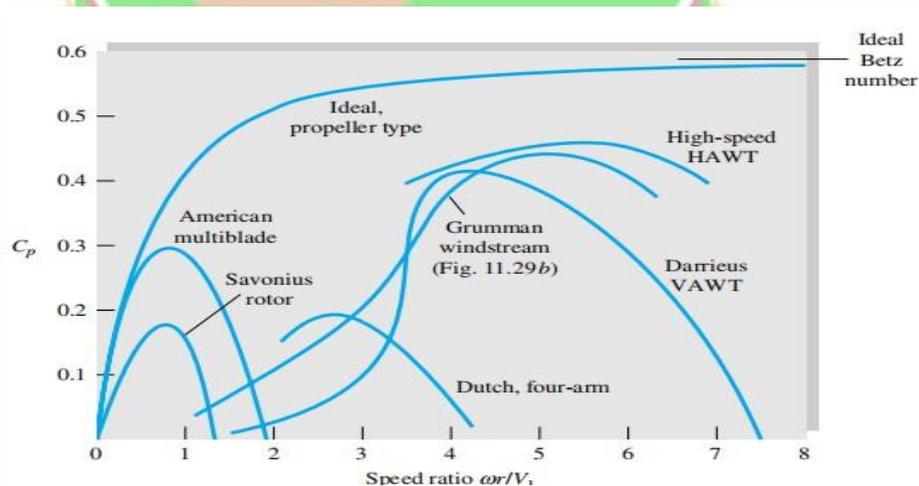
Sebagian besar energi yang digunakan masyarakat bersumber dari energi fosil yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena menghasilkan emisi CO₂ (Yang *et al.*, 1999), (Olabi and Ali, 2022). Oleh karena itu penelitian terhadap energi terbarukan terus dilakukan untuk percepatan dalam pemanfaatan energi terbarukan, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Salah satu alternatif sumber energi terbarukan yang melimpah dan masih minim dalam penggunaannya adalah energi angin. Energi angin berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Pemilihan angin sebagai sumber energi listrik dikarenakan listrik yang dihasilkan dari angin tidak menghasilkan gas CO₂ sehingga tidak mempunyai kontribusi dalam pembentukan *greenhouse gas* (Martin O. L. Hansen, 2008). Pemanfaatan energi angin dibantu oleh sebuah alat yang disebut dengan turbin. Turbin angin merupakan perangkat mekanis sederhana yang mengubah energi kinetik angin menjadi tenaga mekanik atau energi listrik (Shailendra Sao, 2017). Besaran energi yang dihasilkan oleh turbin tergantung pada kecepatan angin dan dimensi dari luasan sudu turbin (Burton, Jenkins and Sharpe, 2011) (Alom, 2022)

Lanzafame R (Lanzafame and Messina, 2009) mengklasifikasi tiga kategori turbin berdasarkan keluaran daya, yaitu turbin angin berskala besar dengan kapasitas > 1 MW, turbin angin berskala menengah dengan kapasitas 40 kW – 1 MW dan turbin angin berskala kecil dengan kapasitas < 40 kW. Ada 4 jenis turbin angin berdasarkan kecepatan angin yang distandarkan oleh *International Electrotechnical Commission (IEC)* yaitu *IEC I high wind* dengan kecepatan angin rata-rata pertahun sebesar 10 m/s, *IEC II medium* dengan kecepatan angin rata-rata pertahun sebesar 8,5 m/s, *IEC III low wind* dengan kecepatan angin rata-rata pertahun sebesar 7,5 m/s, dan *IEC IV low wind* dengan kecepatan angin rata-rata pertahun sebesar 6 m/s per year (Barnes, Morozov and Shankar, 2014), (Emmanuel Branlard, no date), (Katsigiannis, Stavrakakis and Pharconides, 2013).

Mayoritas, turbin angin yang dikembangkan digunakan untuk turbin angin dengan kecepatan angin tinggi.

Pemanfaatan energi angin perlu mempertimbangkan profil kecepatan angin pada wilayah operasi. Profil kecepatan angin Indonesia termasuk pada kecepatan angin rendah berkisar antara 3 - 6 m/s (Sofiaty, Yulihastin and Putranto, 2019), (Satwika *et al.*, 2019). Jenis turbin yang mampu berputar dengan baik pada kecepatan angin rendah adalah jenis turbin vertical yaitu turbin Savonius karena memiliki *self-starting* yang baik pada kecepatan angin rendah dan menerima energi angin dari segala arah (Zemamou, Aggour and Toumi, 2017).

Keunggulan dari turbin Savonius memiliki stuktur sederhana, mudah di produksi, memiliki frekuensi rendah, dapat menerima angin dari segala arah, torsi awal tinggi, rentang kecepatan kerja angin yang lebar, sesuai untuk di *set-up* pada daerah perkotaan **akan tetapi Savonius memiliki efisiensi yang rendah** (Tasneem *et al.*, 2020), (Al-Gburi, Alnaimi, *et al.*, 2022), (Dorel, Mihai and Nicusor, 2021), jika dibandingkan dengan turbin lainnya. Perbandingan efisiensi beberapa jenis turbin dapat dilihat pada Gambar 1.1. **Efisiensi turbin savonius yang rendah dapat ditingkatkan dengan melakukan optimasi geometrik pada parameter aerodinamisnya** (Alom and Saha, 2019), sehingga didapatkan kombinasi optimal dari beberapa parameter disain (Chen, Chen and Zhang, 2018).



Gambar 1.1. Grafik nilai C_p dengan TSR beberapa jenis turbin angin (Frank M. White, 2011)

Selain parameter aerodinamis paraa peneliti juga menerapkan efek kekasaran untuk meningkatkan kinerja turbin Savonius. Ternyata efek **kekasaran**

pada bagian concave (sisi permukaan cekung) dapat meningkatkan kinerja turbin Savonius. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Meri Al Absi *et al.*, 2021), (Salleh *et al.*, 2019), (Meri *et al.*, 2019), diketahui bahwa penambahan kekasaran atau gelombang pada bagian permukaan concave turbin savonius tipe eliptikal dapat meningkatkan kinerja turbin.

Pembahasan mengenai efek yang terjadi karena kekasaran atau gelombang baru dilakukan pada turbin tipe eliptikal savonius sedangkan untuk turbin konvensional belum dilakukan. Menurut Gahnaz dari hasil penelitiannya diketahui pemberian zigzag bertingkat pada airfoil dapat menaikkan gaya drag (Gahraz, Lazim and Darbandi, 2018). Sementara itu untuk pola zigzag belum pernah dibahas pada penelitian sebelumnya. Bentuk permukaan yang berbeda pasti akan mempengaruhi gaya drag dan pola aliran fluida pada rotor Savonius untuk meningkatkan kinerjanya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diketahui turbin angin yang mampu berputar pada kecepatan angin rendah adalah turbin Savonius, akan tetapi turbin Savonius memiliki efisiensi rendah yaitu 0,18. Turbin Savonius berotasi akibat selisih gaya drag yang terdapat pada kedua sudunya. Untuk meningkatkan efisiensi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan gaya drag pada sisi concave. Gaya drag pada benda dipengaruhi oleh bentuk benda, tetapi dalam beberapa kasus juga bergantung pada bilangan Reynolds dan kekasaran permukaan (Khairil, 2020). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat pengaruh kekasaran dan pola gelombang terhadap kinerja Savonius. Dari hasil penelitian tersebut memiliki efek positif terhadap kinerja turbin (Meri Al Absi *et al.*, 2021), (Mishra *et al.*, 2020), (Tantia *et al.*, 2021). Sementara permasalahan yang ditimbulkan oleh pemberian pola zigzag pada permukaan concave belum menjadi bahan kajian. Sementara diketahui pemberian zigzag bertingkat pada airfoil dapat menaikkan gaya drag (Gahraz, Lazim and Darbandi, 2018). Jadi dengan pemberian pola zigzag diyakini dapat menaikkan kinerja savonius

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menaikkan kinerja turbin savonius dengan menerapkan pola zigzag pada permukaan concave savonius yang ditinjau dari nilai Torsi, C_p & C_T melalui metoda eksperimental

1.4 Hipotesis

Berdasarkan hasil studi literatur, dinyatakan hipotesis penelitian sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk permukaan pada sudu savonius diperkirakan akan mempengaruhi pola aliran fluida dan distribusi tekanan yang melewati permukaan sudu. Perubahan kecepatan dan tekanan juga akan menyebabkan perubahan gaya aerodinamis (gaya drag & lift) yang terjadi pada rotor secara keseluruhan. Perubahan gaya tersebut akan mempengaruhi kinerja aerodinamis dari rotor Savonius.
- b. Secara dinamik pola zigzag pada permukaan Savonious menyebabkan perubahan momentum yang terjadi pada sudu. Perubahan momentum ini akan mempengaruhi gaya dorong pada rotor, yang selanjutnya akan mendorong rotor sehingga terjadi perubahan kecepatan putar rotor. Perubahan putaran rotor akan memicu timbulnya torsi. Torsi inilah yang diharapkan akan meningkatkan kinerja dinamis dari turbin Savonius yang dikaji.

