

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era yang serba cepat ini, Energi merupakan sebuah kebutuhan yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia. Dari peralatan yang sederhana hingga rumit, semuanya menggunakan energi untuk mendukung setiap kegiatan yang dilakukan manusia, terutama pada kegiatan rumah tangga. Kecenderungan penggunaan bahan bakar modern di masyarakat disebabkan oleh preferensi mereka kepada bahan bakar tersedia dengan mudah (Alam *et al.*, 1998). Ketergantungan terhadap energi yang disediakan pemerintah maupun pihak swasta perlu dipertimbangkan karena terdapat sumber energi yang tersedia dari alam dan dapat dimanfaatkan secara langsung dalam kegiatan skala mikro.

Selain sifatnya yang tidak terbatas, Sumber energi dari alam juga tentunya bersih dan menimbulkan sedikit emisi. Sinar matahari dan angin merupakan dua dari pilihan energi alternatif yang dapat dijumpai langsung di kehidupan masyarakat. Dua sumber energi tersebut termasuk *sustain* dikarenakan sifatnya yang tidak terbatas dan mampu dimanfaatkan terus-menerus.

Saat ini, tenaga angin adalah sumber energi yang sedang populer di masyarakat. Salah satu contoh konverter dari energi angin adalah turbin angin. Banyak alasan mengapa turbin angin digunakan sebagai sumber energi terbarukan antara lain: turbin angin memiliki dampak rendah terhadap lingkungan, berdampak kecil terhadap kesehatan manusia, dan sepenuhnya terbarukan.

Berdasarkan jenis rotornya, turbin angin dibagi menjadi dua jenis yaitu turbin angin yang berputar pada poros horizontal yang disebut dengan *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT), dan turbin angin yang berputar pada poros vertikal yang disebut dengan *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT).

Dalam praktik skala masif, *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) lebih populer dibanding *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) koefisien daya yang dihasilkan lebih tinggi Untuk koefisien daya HAWT disekitar angka 0.42 dan untuk

VAWT (savonius) disekitar 0.3 (Rosato, 2019).Tetapi, untuk distribusi di lingkungan perkotaan, dikarenakan faktor kesederhanaan dan kinerjanya yang baik di berbagai medan terlebih di daerah yang memiliki kecepatan angin yang rendah, *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) lebih unggul dibanding *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT).

Meski dapat bekerja dalam kondisi angin rendah, nilai efisiensi *Vertical Axis Wind Turbine* tergolong kecil, karena hanya berkisar diantara 10% sampai 17% untuk tipe Savonius, dan 40% hingga 50% untuk jenis Darrieus. (Luvside, 2020) Kecilnya efisiensi pada turbin savonius disebabkan oleh oleh torsi negatif yang diterapkan pada *blade* yang bertolak belakang (Zemamou *et al.*, 2017).

Selama bertahun-tahun, studi teoritis, eksperimental, dan numerik telah dilakukan untuk mencari desain baru dari turbin savonius dan hal meningkatnya koefisien daya dibandingkan dengan rotor savonius konvensional (Al-Faruk and Procedia, 2017)

Seperti penelitian yang dilakukan (Damak, Driss and Abid, 2013) tentang investigasi rotor *helical* pada turbin savonius. dimana pada penelitian tersebut, diketahui bahwa rotor *helical* mempunyai torsi yang selalu positif, berbeda dengan rotor konvensional dimana torsinya berubah-ubah dari negatif menjadi positif. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan performa turbin savonius meningkat saat menggunakan rotor *helical*.

Modifikasi lainnya juga dilakukan oleh (Kumbernuss *et al.*, 2012) yaitu penggunaan *double-stage* pada turbin savonius pada penelitiannya. Dalam studi literatur tersebut, ditunjukkan bahwa penggunaan *double-stage* mempengaruhi koefisien performa dari turbin angin.

(Jeon *et al.*, 2015) melakukan eksperimen tentang efek variasi bentuk *end plates* pada turbin *helical* savonius. Untuk mengkonfirmasi pengaruh dari *end plates* terhadap turbin, koefisien daya dan koefisien torsi pada tiap bagian *end plates* dihitung. Hasil yang didapat, penggunaan *end plates* pada turbin *helical* savonius meningkatkan koefisien daya sebesar 36% dibanding dengan yang tidak

menggunakan *end plates*. Dan koefisien daya naik seiring dengan luas dari *end plates*.

Modifikasi lainnya dari turbin savonius adalah dengan penggunaan shaft yang dilakukan oleh (Kamoji, Kedare and Prabhu, 2009) Pada penelitian ini, rotor yang menggunakan *shaft* mendapatkan koefisien daya yang lebih rendah daripada rotor yang tidak menggunakan *shaft*.

Studi numerik tentang penambahan *Omni-Directional Guide Vane* (ODGV) terhadap turbin savonius konvensional juga dilakukan oleh (Wicaksono, 2020), dimana turbin mendapat hasil bahwa ODGV mampu meningkatkan efisiensi sebesar 82% jika menggunakan sudut kemiringan 50.

Perubahan jarak *overlap* juga dapat mempengaruhi efisiensi turbin savonius. terbukti dari penelitian yang dilakukan (Harsan, 2020). Dimana variasi *overlap* yang diimplementasikan terhadap turbin *Elliptical-Bladed*. Hasilnya, turbin yang memiliki jarak *overlap* tinggi mendapatkan nilai daya dan koefisien daya yang lebih rendah daripada turbin yang mempunyai jarak *overlap* rendah.

Peningkatan pada turbin savonius lainnya adalah jumlah *fin* pada sudu dilakukan oleh (Hasan, Hantoro and Nugroho, 2013), dimana eksperimen dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah fin sebanyak 1,2,3 dan 7 *fin*, yang mempunyai kesimpulan bahwa penambahan fin dapat meningkatkan nilai koefisien daya.

Penelitian tentang turbin savonius bertingkat lainnya dilakukan oleh (Alit, Nurchayati and Pamuji, 2016). Pada penelitian tersebut jumlah derajat posisi sudut menjadi tema utama. Variasi sudut yang diteliti antara lain 0°,30°,45°,60°. Penelitian tersebut memiliki kesimpulan bahwa kerja turbin angin berbanding terbalik dengan derajat posisi sudut. Kecepatan putaran maksimum dari rotor diperoleh sekitar 150,6 rpm yang dihasilkan pada kecepatan angin 5 m/s dan posisi sudut 0°.

(Mohamed *et al.*, 2011) melakukan penelitian tentang bentuk bilah optimal dari turbin Savonius yang dimodifikasi menggunakan penghalang yang melindungi *returning blade*. Hasilnya, dibandingkan dengan turbin Savonius konvensional,

peningkatan relatif dari koefisien keluaran daya hampir 40% diperoleh pada $TSR = 0,7$. Peningkatan kinerja melebihi 30% di seluruh rentang operasi yang berguna. Juga, torsi statis diselidiki dan ditemukan positif pada setiap sudut, cukup tinggi untuk mendapatkan kondisi *self-start*.

Penelitian tentang variasi bentuk bilah pada turbin savonius juga sudah dilakukan oleh (Saeed, Elmekawy and Kassab, 2019). Dimana ada 4 variasi dari *blade* yang di bahas, yaitu konvensional, *elliptical*, menggunakan *Fluent adjoint solver*, dan sebuah “desain baru”. Hasil efisiensi daya menunjukkan bahwa model *k-ε realizable turbulence model* lebih akurat jika dibandingkan dengan model lainnya. Desain *blade* baru menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada modifikasi lainnya.

Aspek rasio juga berpengaruh pada performa turbin savonius. Penelitian yang dilakukan (Roy and Saha, 2013) menunjukkan bahwa aspek rasio (tinggi terhadap diameter rotor) adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk merancang turbin angin skala kecil yang sesuai. Hasilnya menggambarkan aspek rasio yang optimal adalah pada 0.80, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja rotor Savonius.

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi daripada turbin savonius, yaitu dengan penggunaan *rotor helical* dan dua tingkat (*Double-staged*). Modifikasi ini bertujuan untuk menganalisis koefisien daya dan koefisien torsi pada turbin, juga membandingkan performa turbin savonius *rotor helical double-staged* dengan tipe konvensional. Penelitian kali ini disimulasikan secara numerik menggunakan metode *Finite Volume Method (FVM)*. Dan di simulasikan via perangkat lunak *Computational Fluid Dynamics*. Berdasarkan uraian yang telah disampaikan maka penulis menarik pembahasan tersebut sebagai skripsi dengan judul ***Analisis Kinerja Turbin Savonius Double-staged Desain Rotor Helical Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics.***

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh *Double-stage* terhadap kinerja *Helical Rotor* di Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) tipe savonius?
2. Berapa koefisien daya yang dapat dihasilkan oleh turbin savonius *helical* bertingkat?
3. Berapa koefisien torsi yang dapat dihasilkan oleh turbin savonius *helical* bertingkat?
4. Bagaimana pengaruh TSR terhadap koefisien daya pada turbin savonius *helical* bertingkat?
5. Bagaimana pengaruh TSR terhadap koefisien torsi pada turbin savonius *helical* bertingkat?

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Mengetahui pengaruh *Double-stage* terhadap kinerja *Helical Rotor* turbin savonius.
2. Mengetahui pengaruh *Double-stage* pada *Helical Rotor* terhadap koefisien torsi.
3. Mengetahui pengaruh *Double-stage* pada *Helical Rotor* terhadap koefisien daya.
4. Mengetahui pengaruh TSR terhadap koefisien daya pada turbin savonius *helical* bertingkat
5. Mengetahui pengaruh TSR terhadap koefisien torsi pada turbin savonius *helical* bertingkat

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperjelas dan memfokuskan mengenai permasalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini, maka perlu adanya ruang lingkup batasan, yaitu sebagai berikut :

1. Turbin angin yang akan disimulasikan berjenis Savonius.
2. Turbin angin dibuat *Double-staged* (dua tingkat).
3. Sudut putar turbin sebesar 180° .
4. Jarak *overlap* pada turbin ditentukan (30 mm).
5. Endplate yang digunakan berbentuk lingkaran penuh.
6. Kecepatan angin yang digunakan pada simulasi yaitu 2 m/s, 3 m/s, 5 m/s, dan 8 m/s.
7. Penelitian yang dilakukan hanya berskala pemodelan dan pengujian menggunakan metode *Finite Volume Method*.
8. Daya pada penelitian merupakan daya mekanikal yang menuju converter.
9. Aspek yang menyangkut terhadap material dari turbin, seperti massa dan massa jenis tidak diikut sertakan dalam simulasi.
10. Kondisi simulasi adalah pada keadaan *steady-state*.
11. Tidak membahas konversi yang terjadi didalam *gearbox* dan generator.

1.5 Sistematika Penulisan

Terdapat 5 BAB dalam susunan skripsi ini yang saling berkaitan satu sama lain. Berikut merupakan sistematika penulisan pada skripsi ini:

BAB I: PENDAHULUAN

BAB I terdiri dari beberapa sub-bab, antara lain: latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, dan juga sistematika penulisan dari skripsi.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

BAB II terdiri dari beberapa sub-bab yang berupa uraian teori yang didapat dari studi literatur yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Bertujuan untuk memberikan pemahaman lebih dalam tentang materi.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

BAB III menjelaskan metode dan alur penelitian mulai dari pemilihan topik sampai hasil Analisa.

BAB IV: PEMBAHASAN

BAB IV berisi data yang diperoleh dari hasil simulasi dan juga analisis yang dilakukan oleh penulis terhadap data yang didapat supaya dapat menghasilkan sebuah kesimpulan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian dan saran yang dijadikan sebagai rekomendasi dan bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian kedepannya.