

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat mendorong pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya energi angin. Turbin angin Savonius merupakan turbin sumbu vertikal yang mampu bekerja pada kecepatan angin rendah, sehingga sesuai dengan karakteristik angin di Indonesia. Namun demikian, kinerja turbin angin Savonius dipengaruhi oleh berbagai parameter lingkungan seperti kecepatan angin, suhu, dan kelembaban udara. Perubahan parameter tersebut dapat memengaruhi keluaran listrik berupa tegangan dan arus.

Permasalahan yang muncul adalah belum adanya analisis kuantitatif yang menunjukkan seberapa besar dan seberapa kuat hubungan antara parameter lingkungan terhadap keluaran listrik turbin angin Savonius berdasarkan data eksperimen. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis berbasis data untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antarvariabel secara objektif. Energi terbarukan, khususnya energi angin, telah menjadi fokus utama sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Turbin angin merupakan salah satu teknologi yang paling banyak digunakan dalam mengkonversi energi angin menjadi energi Listrik (Alim & Thamrin, n.d.). Salah satu jenis turbin angin yang menarik perhatian adalah turbin angin Savonius.

Turbin angin Savonius merupakan turbin angin jenis vertikal yang memiliki keunggulan dalam operasi pada kecepatan angin rendah dan arah angin yang bervariasi. Keunggulan ini membuatnya menjadi pilihan yang menarik

untuk digunakan dalam skenario di mana kecepatan angin tidak stabil atau terbatas. Namun, kendati potensinya yang besar, turbin angin Savonius masih memiliki tantangan dalam efisiensi dan prediksi daya yang dihasilkan. turbin angin Savonius masih menjadi tantangan karena pengaruh dari berbagai faktor seperti kecepatan angin, arah angin, dan suhu (Darmana et al., 2024).

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, industrialisasi, dan perkembangan teknologi. Ketergantungan terhadap sumber energi fosil seperti batu bara dan minyak bumi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti peningkatan emisi karbon, pencemaran udara, dan krisis energi di masa depan akibat sumber daya yang tidak terbarukan. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan menjadi alternatif penting untuk mencapai keberlanjutan energi nasional. Pemanfaatan energi angin sebagai sumber daya terbarukan telah menjadi fokus utama dalam upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mitigasi perubahan iklim. Dalam konteks ini, turbin angin Savonius, dengan desainnya yang sederhana dan kemampuannya beroperasi pada kecepatan angin rendah, menawarkan potensi signifikan, terutama di daerah perkotaan (Putra et al., 2021).

Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah energi angin. Energi ini melimpah, ramah lingkungan, dan dapat dimanfaatkan dengan berbagai teknologi, termasuk turbin angin Savonius. Turbin Savonius termasuk jenis turbin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine/VAWT*) yang memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan desain, kemampuan beroperasi pada

kecepatan angin rendah, serta mudah dalam perawatan. Namun, kelemahan utama dari turbin ini adalah efisiensi konversi energi yang relatif rendah dibandingkan turbin sumbu horizontal. Penelitian sebelumnya telah menyoroti bagaimana desain sudu dan penambahan silinder pengganggu dapat memengaruhi daya keluaran turbin Savonius, namun masih terdapat kesenjangan dalam analisis komprehensif mengenai respons tegangan dan arus terhadap variasi kincir angin secara spesifik (Dharma & Masherni, 2017; Syahyuniar et al., 2024).

Dalam konteks penelitian modern, penggunaan *Exploratory Data Analysis (EDA)* menjadi pendekatan yang efektif untuk memahami pola, tren, dan hubungan antarvariabel dari data hasil eksperimen turbin angin. Melalui EDA, peneliti dapat mengidentifikasi variasi kincir mana yang menghasilkan performa paling optimal, serta menemukan hubungan tersembunyi antara parameter kecepatan angin, torsi, tegangan, dan arus listrik. Pendekatan ini juga membantu memastikan kualitas data dan memberikan dasar kuat untuk analisis lebih lanjut seperti pemodelan atau optimasi sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan menggunakan pendekatan *Exploratory Data Analysis* guna mengidentifikasi pola dan hubungan antara karakteristik angin dengan parameter kelistrikan turbin Savonius (Prasetya et al., 2023; Syahyuniar et al., 2024).

Dengan demikian, penelitian ini penting dilakukan untuk menjawab tantangan efisiensi turbin angin Savonius melalui pendekatan berbasis data. Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap

pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan kondisi angin di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pola dan kekuatan hubungan parameter lingkungan terhadap keluaran listrik turbin angin Savonius berdasarkan analisis statistik korelasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pola dan kekuatan hubungan antara kecepatan angin, suhu, dan kelembaban terhadap tegangan yang dihasilkan turbin angin Savonius menggunakan analisis korelasi.

Menganalisis pola dan kekuatan hubungan antara kecepatan angin, suhu, dan kelembaban terhadap arus yang dihasilkan turbin angin Savonius menggunakan analisis korelasi.

Menentukan variabel lingkungan yang paling dominan memengaruhi keluaran listrik, yaitu tegangan dan arus, berdasarkan pendekatan *Exploratory Data Analysis (EDA)*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis hubungan antara parameter lingkungan, yaitu kecepatan angin, suhu, dan kelembaban, terhadap keluaran listrik turbin angin Savonius skala laboratorium. Keluaran listrik yang dianalisis terbatas pada tegangan dan arus, tanpa membahas daya, efisiensi, maupun optimasi desain turbin.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan Exploratory Data Analysis (EDA) dan korelasi Pearson untuk mengukur kekuatan hubungan antarvariabel.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi kontribusi pada pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem kontrol yang lebih efektif dan optimal untuk turbin angin Savonius di masa depan dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang konversi energi terbarukan.

Penerapan metode *Exploratory Data Analysis (EDA)* sebagai pendekatan analisis data eksperimen teknik, yang dapat memperkaya metode penelitian di bidang rekayasa energi dan sistem kelistrikan serta Mendukung upaya pemerintah dan masyarakat dalam mengoptimalkan penggunaan energi angin sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.