

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kincir Angin

Kincir angin merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik atau energi listrik. Teknologi ini telah digunakan sejak zaman dahulu untuk keperluan seperti menggiling gandum dan memompa air, namun kini berkembang menjadi pembangkit listrik tenaga angin yang ramah lingkungan. Prinsip kerjanya sederhana, yaitu angin yang bergerak akan memutar baling-baling, kemudian putaran tersebut diteruskan melalui poros dan gearbox untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2018)

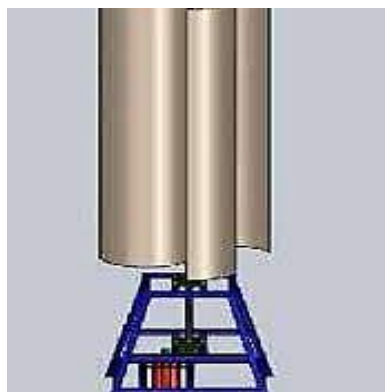
Secara umum, kincir angin terdiri dari beberapa komponen utama seperti baling-baling (blade), rotor, poros (shaft), gearbox, generator, menara (tower), dan nacelle. Setiap komponen memiliki fungsi penting dalam proses konversi energi. Berdasarkan arah porosnya, kincir angin dibagi menjadi dua jenis, yaitu Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) yang memiliki sumbu sejajar tanah dan paling banyak digunakan, serta Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) yang memiliki sumbu tegak lurus dan cocok digunakan pada daerah dengan kecepatan angin rendah, seperti tipe Savonius dan Darrieus A Hasibuan, WV Siregar, M Sayuti - 2023

Daya yang dihasilkan oleh kincir angin sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin, luas sapuan baling-baling, dan massa jenis udara, di mana semakin besar kecepatan angin maka daya yang dihasilkan akan meningkat secara signifikan. Kincir angin memiliki kelebihan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah

lingkungan dan biaya operasional yang rendah, namun juga memiliki kekurangan seperti ketergantungan pada kondisi angin dan biaya awal instalasi yang cukup tinggi. Dengan perkembangan teknologi, kincir angin menjadi salah satu solusi penting dalam memenuhi kebutuhan energi berkelanjutan di masa depan S Ristianti, N Khoiri, J Saefan - Jurnal Inovasi, 2024.

2.2 Turbin Angin Savonius

Turbin angin Savonius dikembangkan oleh Sigurd Johannes Savonius dari Finlandia pada tahun 1922. Turbin ini dirancang untuk memanfaatkan gaya drag, berbeda dengan turbin yang lebih umum yang menggunakan gaya lift. Keunikan ini membuat turbin Savonius ideal untuk aplikasi di mana kecepatan angin relatif rendah dan kestabilan lebih diutamakan daripada efisiensi maksimal (Effendi et al., 2019).



Gambar 2. 1 gambar turbin angin savonius

Sumber : (Ruzita Sumiati,2012)

Turbin angin Savonius terdiri dari dua atau lebih "cawan" yang dipasang pada sumbu vertikal. Ketika angin meniup, tekanan yang berbeda di kedua sisi cawan membuat turbin berputar. Walaupun turbin ini lebih mudah diproduksi dan memiliki kebutuhan perawatan yang lebih rendah, efisiensi energinya lebih rendah dibandingkan dengan turbin angin sumbu horizontal (Mijibarahman, 2020).

Kelebihan dari turbin Savonius termasuk kemampuannya untuk beroperasi secara efisien pada kecepatan angin yang rendah, kemudahan fabrikasi, dan biaya perawatan yang rendah. Namun, kekurangannya termasuk tingkat efisiensi yang lebih rendah dan output daya yang lebih rendah dibandingkan dengan turbin jenis lain (Zulfikar & Laksono, 2019).

Exploratory Data Analysis (EDA) merupakan pendekatan analisis data yang bertujuan untuk memahami karakteristik utama suatu kumpulan data sebelum dilakukan analisis statistik lanjutan. Konsep EDA pertama kali diperkenalkan oleh John W. Tukey (1977) sebagai metode untuk mengeksplorasi data secara sistematis guna menemukan pola, hubungan, dan anomali dalam data.

Menurut Tukey (1977), EDA menekankan pentingnya eksplorasi visual dan statistik deskriptif untuk memahami struktur data sebelum dilakukan pemodelan atau pengujian hipotesis. Pendekatan ini membantu peneliti menghindari kesalahan interpretasi akibat asumsi awal yang tidak sesuai. Montgomery dan Runger (2014) menyatakan bahwa EDA berperan penting dalam penelitian eksperimental karena memungkinkan peneliti memahami

distribusi data, variasi, serta hubungan antarvariabel sebelum menarik kesimpulan statistik.

2.2 Kajian Pustaka

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

NO	PENELITI	JUDUL PENELITIAN	VARIABEL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
1.	G. Hadi, I. Joko (2020)	Studi Eksperimental dan Numerik Turbin Angin Savonius Vertikal	Variabel bebas: Kecepatan angin, sudut bilah, diameter turbin Variabel terikat: Daya output, koefisien daya	Terdapat hubungan signifikan antara kecepatan angin dan output daya turbin Savonius, dengan variasi output tergantung pada desain rotor dan kondisi angin.
2.	M. Nisa (2022)	Optimasi Kinerja Turbin Angin Savonius dengan	Variabel bebas: Sudut bilah, kecepatan angin, bentuk bilah Variabel terikat:	Algoritma komputasi dapat meningkatkan efisiensi daya turbin Savonius, dengan optimasi desain rotor yang berkontribusi

		Algoritma Komputasi	Efisiensi daya, kecepatan rotasi	signifikan terhadap peningkatan output daya
3.	Sudirman (2020)	Pengaruh pengaruh angin dan kecepatan angin pada turbin Savonius terhadap output listrik	Variabel bebas: Variasi arah angin & kecepatan angin Variabel terikat: tegangan & arus output	Penambahan pengaruh dan kecepatan angin berpengaruh terhadap peningkatan tegangan dan arus yang dihasilkan turbin Savonius.
4.	Setiawan (2022)	Variasi pengaruh kecepatan angin terhadap efisiensi turbin Savonius	Variabel bebas: Kecepatan angin. Variabel terikat: efisiensi, tegangan, arus.	Kecepatan angin yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan efisiensi, putaran rotor, dan output listrik turbin Savonius.
5.	S. Utami (2019)	Kajian Potensi Energi Angin di Indonesia	Variabel bebas: Kecepatan angin, kondisi geografis	Potensi energi angin di Indonesia tinggi, dan turbin Savonius dapat

		dan Aplikasinya pada Turbin Savonius	Variabel terikat: Potensi energi, efisiensi turbin	memanfaatkan potensi ini secara efektif, terutama di daerah dengan kecepatan angin rendah
6.	S. Aisyah et al. (2022)	Exploratory weather data analysis for electricity load forecasting using SVM and GRNN: Case study in Bali, Indonesia	Variabel bebas: Data cuaca (temperatur, kelembapan, kecepatan angin) Variabel terikat: beban listrik	EDA membantu menemukan korelasi signifikan antara parameter cuaca dan beban listrik, meningkatkan performa model SVM & GRNN.
7.	Gunawan (2025)	Pengaruh kecepatan angin terhadap energi listrik turbin angin	Variabel bebas: Kecepatan angin; Variabel terikat: Tegangan, arus, daya turbin	Semakin tinggi kecepatan angin, tegangan, arus, dan daya output meningkat

		sumbu vertical		
8.	Zulfikar, Harahap, & Laksono (2019)	Analisa perbandingan pengaruh variasi jumlah sudu pada turbin angin Savonius terhadap tegangan dan arus generator DC	Variabel bebas: Jumlah sudu (4 vs 8). Variabel terikat: Tegangan & arus listrik.	Turbin dengan 4 sudu menghasilkan daya, tegangan, dan arus lebih tinggi dibanding 8 sudu pada kondisi sama.
9.	S. Punj (2025)	A Novel Real- Time GIS and Machine Learning Framework for Wind Energy Potential Analysis and	Variabel bebas: Potensi energi angin; lokasi optimal turbin. Variabel terikat: analisis data spasial..	Menggunakan EDA dan pembelajaran mesin untuk menentukan lokasi optimal turbin angin di Indonesia berdasarkan data historis kecepatan angin.

		Turbine Site Optimisation		
10.	Z. Kartika (2020)	Evaluasi Performa Turbin Angin Vertikal di Kawasan Pesisir	Variabel bebas: Kecepatan angin, suhu, kelembaban, tekanan udara Variabel terikat: Efisiensi daya, daya output turbin	Turbin angin vertikal seperti Savonius menunjukkan performa yang baik di kawasan pesisir dengan angin konstan, memberikan kontribusi signifikan terhadap energi terbarukan