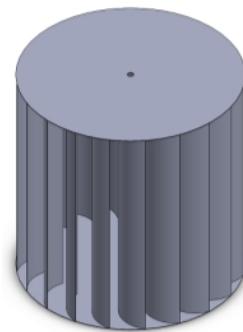


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Turbin Angin Tipe *Cross Flow*

Turbin angin tipe *Cross Flow* adalah salah satu jenis turbin angin yang dirancang untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanis yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik atau melakukan pekerjaan mekanis lainnya. Karakteristik utama dari turbin angin tipe *Cross Flow* adalah aliran angin yang melintasi sudu-sudu turbin secara melintang atau horizontal, berbeda dengan turbin angin tipe lainnya seperti turbin angin tipe *Axial Flow* yang memiliki aliran angin melintasi sudu-sudunya secara langsung dari depan ke belakang. Dalam turbin angin tipe *Cross Flow*, aliran angin masuk dari samping turbin dan mengalir ke arah tegak lurus terhadap sumbu putar turbin (Kurniawan et al., 2018).



Gambar 2. 1 Cross Flow

Sumber: (Wicaksono et al., 2018)

Prinsip kerja turbin angin tipe *Cross Flow* mirip dengan prinsip kerja turbin angin konvensional lainnya, di mana energi kinetik angin diubah menjadi energi

mekanis dengan memutar baling-baling atau sudu-sudu turbin. Perbedaannya terletak pada desainnya yang memungkinkan aliran angin untuk masuk dari samping, sehingga cocok untuk digunakan di lokasi dengan arah angin yang bervariasi atau tidak konsisten. Turbin angin tipe *Cross Flow* biasanya dipilih untuk digunakan di daerah dengan kecepatan angin rendah atau variabel, di mana turbin angin tipe lain mungkin kurang efektif. Keunggulan turbin angin tipe *Cross Flow* termasuk kemampuannya untuk menghasilkan daya pada kecepatan angin rendah dan potensi untuk mengurangi kebisingan operasional. Oleh karena itu, penelitian tentang karakteristik operasional dan kinerja turbin angin tipe *Cross Flow* menjadi subjek yang menarik untuk dipelajari dalam rangka meningkatkan efisiensi dan penerapannya dalam produksi energi terbarukan.

2.2 Pembangkit Listrik menggunakan Energi Angin

Pembangkit listrik menggunakan energi angin merupakan salah satu teknologi yang semakin berkembang dalam industri energi terbarukan. Prinsip dasarnya adalah mengkonversi energi kinetik dari angin menjadi energi listrik. Turbin angin adalah perangkat utama dalam pembangkit listrik ini, di mana energi kinetik angin diubah menjadi energi mekanis yang kemudian diubah menjadi energi listrik melalui generator (Prasetyo, 2019).

Keuntungan utama dari pembangkit listrik angin adalah sebagai sumber energi yang bersih dan terbarukan. Mereka tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara saat beroperasi, dan sumber energinya tidak terbatas, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, pembangkit listrik angin dapat

ditempatkan di berbagai lokasi, baik di darat maupun di laut, tergantung pada kondisi angin dan kebutuhan energi. Tren terkini dalam penerapan teknologi energi angin termasuk pengembangan turbin angin dengan kapasitas yang lebih besar dan efisiensi yang lebih tinggi, serta integrasi sistem penyimpanan energi untuk mengatasi fluktuasi kecepatan angin. Penggunaan energi angin juga semakin populer dalam proyek-proyek pembangunan berkelanjutan dan inisiatif penurunan emisi karbon. Dengan demikian, pemahaman tentang perkembangan dan tren terkini dalam pembangkit listrik menggunakan energi angin menjadi penting dalam konteks penelitian Anda untuk memahami relevansi analisis karakteristik output power dari turbin angin tipe *Cross Flow* menggunakan metode *Random Forest*.

2.3 Metode Pengukuran dan Analisis *Output Power*

Dalam konteks penelitian energi angin, metode pengukuran dan analisis output power dari turbin angin sangat penting untuk memahami kinerja dan efisiensi sistem. Metode pengukuran *output power* biasanya melibatkan penggunaan sensor dan perangkat pengukuran yang dipasang pada turbin angin untuk merekam data yang berkaitan dengan kinerja operasionalnya. Beberapa parameter yang umumnya diukur meliputi kecepatan angin, putaran turbin, suhu, dan arah angin. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengevaluasi *output power* yang dihasilkan oleh turbin angin pada berbagai kondisi operasional. Analisis ini dapat dilakukan menggunakan berbagai metode statistik dan teknik pemodelan untuk mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan antara variabel-variabel yang terlibat. Selain itu, penggunaan metode analisis yang tepat, seperti metode *Random Forest* yang akan Anda gunakan dalam penelitian

Anda, juga perlu dijelaskan. Metode *Random Forest* adalah teknik pembelajaran mesin yang digunakan untuk pemodelan dan prediksi dengan membangun sejumlah besar pohon keputusan pada saat pelatihan dan menghasilkan prediksi dengan memperhitungkan *output* dari semua pohon tersebut. Teknik ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, termasuk analisis karakteristik *output power* dari sumber energi terbarukan seperti turbin angin (Ramadhana et al., 2022).

2.4 Penggunaan Metode *Random Forest* dalam Energi Terbarukan

Metode *Random Forest* adalah salah satu teknik yang populer dalam analisis data dan pemodelan, termasuk dalam konteks energi terbarukan seperti pembangkit listrik angin. Metode ini termasuk dalam kategori algoritma pembelajaran mesin yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi dan klasifikasi dengan memanfaatkan kekuatan ensambel pohon keputusan. Dalam konteks energi angin, metode *Random Forest* dapat diterapkan untuk memodelkan karakteristik *output power* dari turbin angin. Dengan menggunakan data yang terkumpul tentang kecepatan angin, arah angin, suhu, dan variabel lainnya, model *Random Forest* dapat mempelajari pola-pola kompleks yang terkait dengan kinerja turbin angin dan melakukan prediksi output power dengan akurasi yang baik. Keunggulan dari metode *Random Forest* termasuk kemampuannya untuk menangani sejumlah besar data dengan cepat, toleransi terhadap *overfitting*, dan kemampuan untuk menangani data yang tidak seimbang. Selain itu, model *Random Forest* juga dapat memberikan informasi tentang pentingnya setiap variabel dalam melakukan prediksi, sehingga dapat memberikan wawasan yang

berharga tentang faktor-faktor yang mempengaruhi *output power* dari turbin angin (Rigatti, 2017).

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
1	MF Noor., dkk (2022)	Analisis pengaruh variasi sudu terhadap kincir angin poros horizontal	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja kincir angin poros horizontal dengan diameter 30 cm dengan variasi 3 sudu dan 4 sudu pada ketinggian 22 meter dari permukaan tanah. Hasil penelitian kincir angin poros horizontal yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat diketahui bahwasanya kecepatan angin pada variasi 3 sudu menghasilkan kecepatan angin dengan nilai terendah 2,0 m/s dengan putaran sudu 14,9 rpm dan output generator 1,12 volt.
2	RE Kinasih, (2024)	Studi Literatur: Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada (PLTA) Pembangkit Listrik Tenaga Angin	Studi ini juga mencakup pendekatan berbasis data dan teknologi machine learning untuk mengatasi fluktuasi kecepatan angin. Dengan menggunakan model matematika dan algoritma kontrol yang dapat digunakan untuk mengelola
3	MFW Permadi & IH Siregar, 2018	Uji eksperimental turbin angin sumbu vertikal jenis crossflow dengan variasi jumlah blade	Penelitian ini menguji kinerja turbin angin sumbu vertikal jenis cross flow dengan variasi

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
			jumlah blade sebanyak 6, 8, dan 12. Pengujian ini dilakukan pada kondisi angin di lapangan yang telah dikondisikan searah. Hasil penelitian menunjukkan variasi jumlah blade mempengaruhi daya dan efisiensi turbin yang dihasilkan.
4	Wibowo, (2017)	Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Angin	Melakukan studi kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga angin sebagai alternatif energi terbarukan di Indonesia
5	Santoso, (2016)	Perancangan Sistem Kontrol Turbin Angin Berbasis Mikrokontroler	Merancang sistem kontrol otomatis untuk turbin angin menggunakan mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan
6	Fahrudin., dkk 2021	Studi Eksperimen Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Wind Turbine Crossflow	Uji eksperimental dilakukan dengan jumlah variasi sudu. Konfigurasi dianalisa dengan menggunakan skema pengujian eksperimen wind tunnel yang telah dimodifikasi dibagian section test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sudu 16 memiliki power coefficient = 0,23 TSR = 0,42 pada kecepatan angin 6 m/s.
7	Emma Johnson, 2020	Dampak Optimisasi Tata Letak Farm Angin terhadap Output Daya	Menganalisis dampak optimisasi tata letak farm angin terhadap output

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
			daya menggunakan teknik simulasi dan pemodelan komputer, dengan menyoroti strategi terbaik untuk meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga angin.
8	David Brown, 2019	Penilaian Potensi Energi Angin di Daerah Pesisir Inggris	Mengevaluasi potensi energi angin di daerah pesisir Inggris dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kecepatan angin, ketersediaan lahan, dan dampak lingkungan, untuk mendukung pengembangan pembangkit listrik tenaga angin di wilayah tersebut.
9	Sarah Taylor, 2018	Inovasi Teknologi dalam Pembangunan Farm Angin Lebih Laut: Sebuah Tinjauan	Menyajikan tinjauan menyeluruh tentang inovasi teknologi dalam pembangunan farm angin lepas pantai, termasuk penggunaan platform terapung, teknologi penyimpanan energi, dan pemantauan jarak jauh, serta implikasinya terhadap industri energi terbarukan
10	James Wilson, 2017	Integrasi Energi Angin ke dalam Jaringan Nasional: Tantangan dan Solusi	Mengevaluasi tantangan teknis dan kebijakan dalam mengintegrasikan energi angin ke dalam jaringan listrik nasional, dengan fokus pada solusi seperti sistem penyimpanan energi, prediksi cuaca yang lebih akurat, dan pengaturan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
			jaringan yang lebih fleksibel