

STUDI LITERATUR: ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN KECEPATAN ANGIN PADA (PLTA) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN

Retno Enggar Kinasih

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Email: retnoenggar431@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas pengaruh kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) dengan fokus pada produksi energi, fluktuasi kecepatan angin, dan kerentanan PLTA. Kecepatan angin yang optimal diperlukan untuk mengoptimalkan produksi energi PLTA, dan fluktuasi kecepatan angin mempengaruhi keandalan pasokan listrik. Selain itu, kecepatan angin mempengaruhi kerentanan PLTA terhadap kerusakan. 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 PLTA dengan efektif dalam menghadapi variasi kecepatan angin. Pemahaman yang mendalam tentang pengaruh kecepatan angin pada PLTA merupakan langkah penting dalam pengembangan energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: PLTA, Kecepatan Angin, Fluktuasi Kecepatan Angin, Kerentanan PLTA.

LITERATURE STUDY: ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CHANGES IN WIND SPEED IN WIND POWER PLANT (WPP)

Abstract

This research discusses the influence of wind speed on wind power plants (WPP) with a focus on energy production, wind speed fluctuations, and WPP vulnerability. Optimal wind speeds are required to maximize WPP energy production, and wind speed fluctuations affect the reliability of electricity supply. Additionally, wind speed influences the vulnerability of WPPs to damage. This study also includes data-driven approaches and machine learning technology to address wind speed fluctuations. A profound understanding of the impact of wind speed on WPPs is a crucial step in the development of efficient and sustainable renewable energy.

Keywords: WPP, Wind Speed, Energy Production, Wind Speed Fluctuations.

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) telah menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang semakin populer dalam rangka mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak ramah lingkungan. PLTA memanfaatkan energi kinetik angin untuk menghasilkan listrik, dan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja PLTA adalah kecepatan angin [1]. Analisis pengaruh perubahan kecepatan angin pada PLTA menjadi topik penting dalam penelitian energi terbarukan.

Turbin angin adalah suatu benda yang diperlukan untuk mengubah energi kinetik yang disediakan oleh angin menjadi energi listrik. Turbin angin juga merupakan inovasi penting yang nantinya turbin angin dapat digunakan sebagai alat penghasil energi angin. Seiring berjalannya waktu, semakin banyak penyempurnaan bentuk atau jenis turbin angin yang sangat beragam. Dimana turbin angin terbagi menjadi dua kelompok, yaitu turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal. Dengan adanya sumber energi primer di muka bumi seperti angin yang merupakan

sumber energi yang sangat melimpah bahkan tidak terbatas, maka pemanfaatan energi angin berpotensi untuk memenuhi kebutuhan listrik di banyak tempat, termasuk di daerah-daerah terpencil di tanah air [2].

Dalam beberapa penelitian terkini, telah ditemukan bahwa perubahan kecepatan angin memiliki dampak signifikan pada efisiensi PLTA. Peningkatan kecepatan angin dapat meningkatkan daya yang dihasilkan oleh PLTA [3]. Selain itu, Smith et al. juga menemukan bahwa fluktuasi kecepatan angin dapat mempengaruhi keandalan PLTA dan memerlukan strategi penyimpanan energi yang lebih canggih untuk mengatasi perubahan ini. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang pengaruh perubahan kecepatan angin sangat penting dalam merancang PLTA yang efisien dan andal.

Namun, penelitian ini juga memunculkan tantangan baru dalam pengelolaan PLTA, terutama dalam perencanaan dan pengoptimalan operasional. Model matematika dan algoritma kontrol yang dapat digunakan untuk mengelola PLTA dengan efektif dalam menghadapi variasi kecepatan angin [4]. Mereka menyarankan bahwa pendekatan berbasis data dan penggunaan teknologi terkini seperti machine learning dapat membantu dalam memprediksi perubahan kecepatan angin dan mengoptimalkan operasi PLTA dilakukan secara real-time.

Dengan semakin meningkatnya peran PLTA dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan, penelitian tentang pengaruh perubahan kecepatan angin terhadap PLTA terus berkembang. Hasil penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan penting dalam pengelolaan PLTA, tetapi juga dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan ketersediaan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan.

Solusi yang diharapkan dari penelitian diatas yaitu bagaimana pengaruh perubahan kecepatan angin yang akan terjadi pada suatu pembangkit listrik tenaga angin yang akan dipraktekkan dalam kehidupan masyarakat. Penelitian tersebut juga mencakup suatu wawasan yang sangat penting dalam proses pengelolaan suatu PLTA dan juga dapat mengurangi dampak lingkungan yang kurang baik dan meningkatkan suatu ketersediaan sumber energi terbarukan yang akan

berkelanjutan untuk lingkungan dalam suatu masyarakat.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kepustakaan atau studi literatur, di mana peneliti mengandalkan pada berbagai sumber literatur untuk mendapatkan data penelitian. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif karena data yang diperoleh berupa kata-kata atau deskripsi. Penelitian kepustakaan atau literatur adalah suatu jenis penelitian di mana fokus utama adalah pada pustaka atau karya-karya literatur yang relevan [5].

Penulis melakukan analisis dengan memanfaatkan studi-studi yang serupa atau memiliki kaitan dengan topik tulisan yang sedang disusun. Literatur yang sudah terkumpul digunakan sebagai kajian yang diteliti, penulis melakukan observasi literatur yang masih terkait dengan produksi energi angina melalui beragam informasi kepustakaan baik itu dari buku, jurnal alamiah, data digital, dokumen dan sebagainya guna menganalisa pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian Angin

Angin menciptakan sumber daya alam yang tidak pernah habis. Indonesia merupakan negara tropis dengan potensi angin yang sangat besar, namun selama ini energi angin masih jarang dimanfaatkan sebagai sumber energi [6]. Dipercayai bahwa perlu diketahui lebih banyak lagi mengenai energi angin dan produksi energi angin.

Angin merupakan pergerakan massa udara yang disebabkan oleh perbedaan suhu, tekanan dan kelembaban udara di atmosfer bumi [7]. Pergerakan angin merupakan fenomena alam yang terjadi secara terus menerus dan mempunyai peranan yang sangat penting terhadap iklim, cuaca serta menjaga keseimbangan ekosistem bumi. Angin terbentuk ketika udara di suatu daerah mempunyai tekanan yang berbeda dengan daerah sekitarnya, sehingga udara mulai berpindah dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah.

Angin memiliki banyak karakteristik berbeda yang dapat berubah, seperti kecepatan, arah, dan stabilitas. Kecepatan angin merupakan ukuran seberapa cepat udara

bergerak, sedangkan arah angin menunjukkan dari mana udara berasal [8]. Angin yang berkesinambungan dan stabil dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yang terkait dengan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA). Pada pembangkit listrik tenaga air, bilah-bilahnya berputar berkat energi kinetik angin dan gerakan ini diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Turbin Angin

Turbin angin beroperasi dalam sistem pembangkit listrik tenaga angin untuk menangkap energi angin dan mengubahnya menjadi energi gerak yang memungkinkan generator bergerak [9]. Bentuk turbin angin menentukan jenisnya. Ada berbagai jenis baling-baling seperti Darrieus, Sailwing, Fan, Sauve, vertikal dan horizontal.

Turbin angin yang biasa disebut turbin angin adalah suatu perangkat teknologi yang digunakan untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik yang selanjutnya dapat diubah menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi angin melalui turbin angin telah berkembang pesat sebagai sumber energi terbarukan yang berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Tinjauan literatur tentang turbin angin mencakup berbagai aspek, seperti perkembangan teknologi, desain, kinerja, dan aplikasi praktis.

Salah satu perubahan penting dalam perkembangan teknologi turbin angin adalah peralihan dari turbin angin konvensional bersudu horizontal ke turbin angin bersudu vertikal. Turbin angin vertikal memiliki keunggulan pada kesederhanaan desain, efisiensi, dan kemampuan beroperasi pada berbagai kondisi angin [10]. Studi ini menunjukkan bahwa turbin angin vertikal telah menarik perhatian sebagai alternatif yang inovatif dan lebih efisien untuk mengubah energi angin menjadi listrik.

Selain itu, kinerja turbin angin merupakan bidang penelitian utama. teknik simulasi dan pemodelan untuk meningkatkan kinerja turbin angin, hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang optimalisasi desain turbin angin dan pengoperasian yang lebih efisien, sehingga dapat mengurangi biaya pembangkitan tenaga angin [11].

Aplikasi praktis turbin angin juga terus berkembang. Turbin angin darat telah menjadi salah satu solusi utama produksi energi angin.

Potensi turbin angin lepas pantai (offshore wind turbines) sebagai sumber energi terbarukan yang belum sepenuhnya dimanfaatkan [12]. Mereka menunjukkan bahwa turbin angin lepas pantai memiliki potensi lebih besar dalam menghasilkan energi dan dapat membantu mengurangi tekanan pada lahan daratan.

Dalam era perubahan iklim, turbin angin menjadi elemen penting dalam mencapai sasaran berkurangnya emisi karbon. Studi lanjutan tentang teknologi, efisiensi, dan aplikasi turbin angin akan terus mendukung perkembangan energi angin sebagai salah satu solusi paling menjanjikan untuk masa depan yang berkelanjutan.

Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) adalah sistem yang dirancang untuk mengubah energi kinetik yang terkandung dalam angin menjadi energi listrik. Prinsip dasar dari PLTA adalah menggunakan baling-baling atau kincir angin yang dipasang pada menara untuk menangkap energi angin. Energi kinetik angin akan menyebabkan baling-baling berputar, yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Penjelasan prinsip ini dapat dibagi menjadi beberapa aspek yang mencakup desain, konversi energi, kontrol, dan efisiensi.

Desain PLTA sangat penting untuk menangkap sebanyak mungkin energi angin. Pentingnya desain aerodinamis yang canggih untuk memaksimalkan efisiensi pengambilan energi dari angin [13]. Baling-baling PLTA biasanya dirancang dengan profil aerodinamis yang dapat mengoptimalkan pembentukan gaya angkat dan tarik, yang menghasilkan putaran baling-baling. Desain ini juga mempertimbangkan aspek mekanik seperti tahanan dan kekuatan bahan agar baling-baling tahan terhadap beban angin.

Selanjutnya, prinsip konversi energi adalah inti dari operasi PLTA. Ketika baling-baling berputar, gerakan mekanis ini diubah menjadi energi listrik melalui generator. Generasi listrik dalam PLTA umumnya melibatkan penggunaan generator sinkron atau generator asinkron yang dihubungkan dengan baling-baling. Pengoptimalan generator dan sistem konversi energi adalah kunci untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja PLTA [14].

Kontrol sistem PLTA juga merupakan aspek penting dalam mengoptimalkan operasinya. Sistem kontrol digunakan untuk

mengatur arah dan kecepatan baling-baling agar sesuai dengan kondisi angin. Kontrol ini juga melibatkan pitch control, yaitu mengubah sudut baling-baling untuk mengatur putaran saat kondisi angin berubah. Penggunaan teknologi terbaru, seperti kendali adaptif berbasis data dan kecerdasan buatan, untuk meningkatkan responsivitas PLTA terhadap variasi kecepatan angin [15].

Efisiensi PLTA juga terus ditingkatkan melalui inovasi teknologi. Penelitian tentang material baling-baling yang lebih ringan dan kuat serta pengembangan sistem penyimpanan energi terkini, seperti baterai, bertujuan untuk meningkatkan penggunaan energi angin sepanjang waktu, bahkan saat kecepatan angin rendah.

Sebagai sumber energi terbarukan yang semakin penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip PLTA menjadi kunci dalam merancang dan mengoperasikan sistem yang efisien dan dapat diandalkan.

Konstruksi Turbin Angin

Konstruksi turbin angin secara umum dijelaskan oleh Wikipedia Indonesia, terdiri dari sudu, gearbox, break system, generator, penyimpan energi, dan Rectifier-inverter, jenis menara.

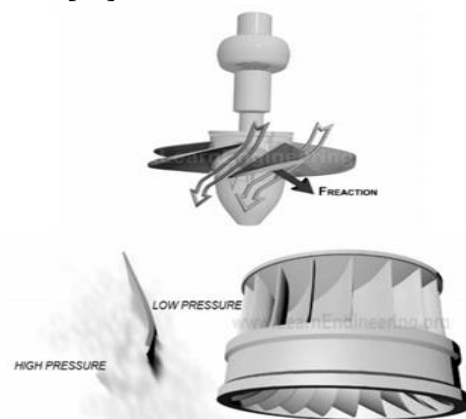
a. Sudu

Konstruksi sudu, atau baling-baling, pada turbin angin adalah komponen kunci dalam pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA). Sudu adalah elemen yang bertanggung jawab untuk menangkap energi kinetik angin dan mengubahnya menjadi gerakan rotasi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Konstruksi sudu merupakan aspek kritis yang mempengaruhi kinerja, efisiensi, dan daya tahan PLTA. Tinjauan pustaka mengenai konstruksi sudu melibatkan berbagai elemen yang mencakup desain, material, teknologi, dan strategi pemeliharaan.

1. Desain Sudu: Desain sudu turbin angin adalah salah satu faktor kunci yang mempengaruhi efisiensi dan kinerja PLTA. Sudu biasanya dirancang dengan profil aerodinamis yang dapat mengoptimalkan pembentukan gaya angkat dan tarik saat angin melewati mereka. Desain sudu yang tepat untuk mengoptimalkan konversi energi angin menjadi energi mekanik [16].
2. Material Konstruksi: Material yang digunakan dalam pembuatan sudu sangat

penting. Sudu harus tahan terhadap beban dinamis dan kondisi cuaca ekstrem. Material yang sering digunakan termasuk fiberglass, komposit serat karbon, dan aluminium. Penggunaan material komposit yang kuat dan ringan untuk meningkatkan daya tahan sudu terhadap tekanan dan beban angin [17].

3. Proses Manufaktur: Proses produksi dan manufaktur sudu juga memainkan peran penting dalam konstruksi. Keakuratan dan kualitas dalam pembuatan sudu memastikan bahwa mereka dapat beroperasi dengan baik selama masa pakai PLTA. Metode produksi yang termasuk teknologi canggih, seperti pencetakan 3D dan laminasi serat, telah diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya [18].
4. Pengendalian Sudu: Pengendalian sudu turbin angin adalah komponen penting dalam mengoptimalkan operasi PLTA. Ini melibatkan sistem pitch control yang mengubah sudut sudu untuk mengatur putaran sudu sesuai dengan perubahan kecepatan dan arah angin. Penelitian oleh Van *et al.* (2015) mencakup teknologi kontrol adaptif yang dapat meningkatkan responsivitas sudu terhadap variasi kecepatan angin [19].
5. Pemeliharaan dan Perawatan: Selain konstruksi awal, pemeliharaan dan perawatan sudu juga sangat penting. Ini melibatkan inspeksi berkala, perbaikan, dan penggantian sudu yang aus atau rusak. Strategi pemeliharaan berbasis pemantauan kondisi menggunakan sensor dan teknologi terkini, seperti yang dijelaskan oleh Benbauzed *et al.* (2021), telah diusulkan untuk meningkatkan keandalan operasi PLTA [20].



Gambar 1. Sudu Turbin

b. Gearbox

Gearbox atau transmisi salah satu komponen yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga (Ardianto dan Agus, 2012). Alat ini juga berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi. Dalam pemeliharaannya digunakan oli untuk menjaga permukaan dan komponen dalam tetap pada ukuran putarannya, dari waktu ke waktu harus diisi dengan oli yang baru agar kondisi gearbox bisa tahan lama dan tidak berkarat.



Gambar 2. Gearbox

c. Break system

Digunakan untuk menjaga poros gearbox berputar agar gearbox berada pada posisi aman saat angin kuat. Karena generator memiliki titik kerja aman untuk beroperasi, alat ini harus dipasang. Pada titik kerja yang ditentukan, generator ini akan menghasilkan jumlah energi listrik yang maksimal.

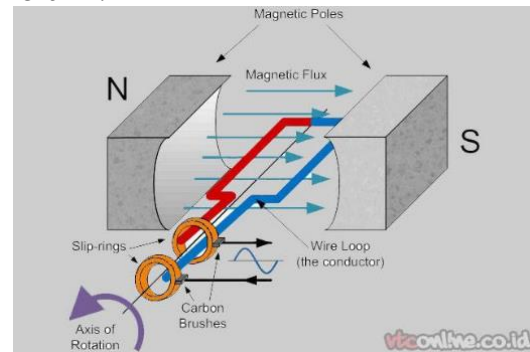
Angin di luar menyebabkan poros generator berputar dengan cepat, dan jika tidak diatasi, putaran ini dapat merusak generator. Di antara efek kerusakan yang disebabkan oleh putaran berlebih adalah overheating, kerusakan rotor, dan patah kawat generator karena tidak dapat menahan arus yang cukup besar.

d. Generator

Generator ada dua jenis, yaitu generator AC (arus bolak-balik) dan generator DC (arus searah). Namun halnya pada penelitian ini akan menggunakan generator DC. Adapun prinsip kerja serta perbedaan antara generator AC dan generator DC sebagai berikut:

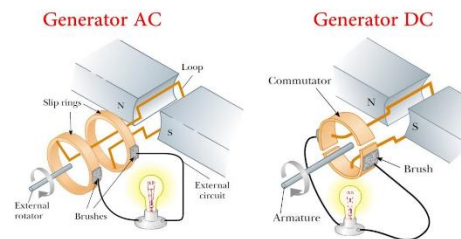
Generator AC dan generator DC memiliki perbedaan prinsip. Untuk generator DC kumparan jangkar ada pada bagian rotor dan terletak diantara kutub-kutub magnet yang tetap di tempat, diputar oleh tenaga mekanik. Pada generator AC, konstruksinya sebaliknya yaitu, kumparan jangkar disebut juga kumparan stator karena berbeda pada tempat yang tetap, sedangkan kumparan rotor bersama-sama

dengan kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik.



Gambar 3. Putaran Flux

Jika tenaga angin atau tenaga lainnya memutar kumparan rotor, yang berfungsi sebagai pembangkit medan magnet, medan magnet atau fluks bolak-balik akan muncul pada kumparan rotor. Fluks putar ini akan memotong-motong kumparan stator, menyebabkan gaya gerak listrik di ujung-ujungnya.



Gambar 4. Generator

Pengaruh Kecepatan Angin

Pengaruh kecepatan angin terhadap pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) merupakan faktor kunci dalam perencanaan, pengoperasian dan efisiensi sistem energi terbarukan tersebut. Kecepatan angin mempengaruhi kinerja pembangkit listrik tenaga air dalam berbagai cara, dan pemahaman menyeluruh mengenai dampaknya sangat penting untuk menjadikan energi angin sebagai sumber energi terbarukan yang andal dan efisien.

Kecepatan angin optimal merupakan salah satu faktor utama penentu potensi produksi energi pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA). Sebagai sumber energi terbarukan yang sangat bergantung pada energi kinetik angin, keluaran PLTA sangat sensitif terhadap kecepatan angin. Dalam sebuah studi oleh Yeter et al. (2012), peningkatan kecepatan angin terbukti meningkatkan energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air

secara signifikan. Artinya semakin tinggi kecepatan angin maka semakin banyak energi angin yang dapat diubah menjadi Listrik [3].

Kecepatan angin optimal mengacu pada kisaran kecepatan ideal di mana pembangkit listrik tenaga air dapat beroperasi pada kapasitas penuh. Dalam kisaran tersebut, pembangkit listrik tenaga air dapat mencapai kapasitas maksimalnya, yaitu titik dimana kemampuan konversi energi angin menjadi listrik berada pada titik maksimal. Namun perlu diingat bahwa terdapat batas atas dan bawah kisaran kecepatan angin optimal. Kecepatan angin yang terlalu rendah dapat menghambat pengoperasian pembangkit listrik tenaga air, sedangkan kecepatan angin yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan atau beban berlebih pada pembangkit listrik tenaga air.

Pengaruh energi akibat perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap energi yang dihasilkan tenaga angin dengan cara memutar roda dan terus memutar roda baling-baling generator, yang selanjutnya akan menghasilkan energi listrik.

Hasil pengukuran diperoleh dengan mengamati dan memperhatikan hasil pengukuran tegangan, putaran turbin dan arus pada kecepatan minimal 2 m serta menarik kesimpulan dari hasil perhitungan yang dilakukan dalam waktu 3 jam 30 menit mulai pukul 11.00 hingga 14.30. Didapatkan hasil WIB dengan tegangan 14 V. Dan daya angin 6,75 watt. Oleh karena itu, pemantauan dan pengendalian kecepatan angin merupakan bagian penting dalam operasional pembangkit listrik tenaga air. Sistem kontrol hidro yang canggih menyesuaikan sudut sudu untuk mengoptimalkan pengoperasian dalam rentang kecepatan angin optimal. Penggunaan teknologi seperti sensor cuaca dan perangkat kontrol adaptif berbasis data dapat membantu pembangkit listrik tenaga air beroperasi pada tingkat kinerja optimal di berbagai kondisi angin.

Variasi kecepatan angin menimbulkan tantangan besar dalam pengoperasian pembangkit listrik tenaga air dan dapat berdampak signifikan terhadap keandalan pasokan listrik. Fluktuasi kecepatan angin yang terus menerus dapat menyebabkan variasi energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air sehingga dapat mengganggu stabilitas dan kualitas pasokan energi listrik. Sebuah studi yang dilakukan Grenade (2014)

menyoroti bagaimana pembangkit listrik tenaga air dapat mengatasi tantangan ini melalui penggunaan metode dan teknologi berbasis data seperti pembelajaran mesin [15].

Pendekatan berbasis data yang menggunakan sensor dan pengukuran terus memantau kecepatan angin dan kinerja pembangkit listrik tenaga air. Data ini kemudian digunakan untuk mengetahui pola dan tren fluktuasi kecepatan angin. Dengan memahami perubahan kecepatan angin dari waktu ke waktu, pembangkit listrik tenaga air dapat mengambil langkah yang tepat untuk mengoptimalkan operasinya.

Penggunaan pembelajaran mesin memungkinkan pembangkit listrik tenaga air memprediksi perubahan kecepatan angin dengan lebih akurat. Melalui analisis data historis dan observasi real-time, algoritma pembelajaran mesin dapat menentukan kondisi cuaca dan kemungkinan fluktuasi kecepatan angin. Dengan cara ini, pembangkit listrik tenaga air dapat merespons perubahan angin dengan lebih cepat dan efektif, memungkinkan penyesuaian sudut sudu dengan cepat dan menjaga kinerja pembangkit listrik tenaga air dalam kondisi optimal.

Pendekatan berbasis data dan pembelajaran mesin juga dapat membantu mengoptimalkan operasi pembangkit listrik tenaga air secara real time. Ketika terjadi fluktuasi kecepatan angin, sistem kendali dapat mengubah sudut sudu dengan presisi tinggi untuk memaksimalkan kemampuan mengubah energi angin menjadi listrik. Dengan cara ini, PLTA dapat menjaga keandalan pasokan listrik dan mengurangi dampak fluktuasi kecepatan angin pada seluruh jaringan listrik.

Kecepatan angin juga mempunyai dampak yang signifikan terhadap kerentanan pembangkit listrik tenaga air terhadap keausan. Variasi kecepatan angin, terutama kecepatan angin yang berlebihan, dapat menyebabkan tekanan mekanis pada bilah-bilah pembangkit listrik tenaga air. Kecepatan angin yang terlalu tinggi akan menimbulkan tekanan aerodinamis yang dapat menimbulkan beban berlebih pada sudu-sudu. Penelitian oleh Zheng dkk. (2022) memungkinkan kita memahami pengaruh kecepatan angin terhadap umur komponen pembangkit listrik tenaga air [21].

Kecepatan angin yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan mekanis pada bilah kipas, termasuk retak dan kelelahan material, yang pada akhirnya dapat memperpendek masa

pakainya. Oleh karena itu, pemantauan kondisi sudu dan pengukuran kecepatan angin sangat penting untuk mendeteksi potensi risiko kerusakan akibat kecepatan angin yang tinggi.

Sebaliknya, kecepatan angin yang terlalu rendah juga berdampak pada pembangkit listrik tenaga air. Kecepatan angin yang rendah mengurangi energi kinetik yang tersedia untuk ditransfer ke sudu-sudu, yang dapat menyebabkan sudu-sudu berputar perlahan atau bahkan berhenti sama sekali. Selain itu, kecepatan angin yang rendah dapat mempengaruhi pendinginan sistem elektronik pembangkit listrik tenaga air. Sistem elektronik memerlukan pendinginan yang memadai untuk menjaga suhu pengoperasian yang aman. Kecepatan angin yang rendah dapat mengurangi efisiensi pendinginan, sehingga mengurangi kinerja dan umur panjang sistem elektronik.

Penelitian yang dilakukan oleh Adam et al. (2019), pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator DC [9]. Hasil pengukuran diperoleh dengan mengamati hasil pengukuran tegangan, arus dan putaran turbin dapat disimpulkan bahwa Dari hasil perhitungan yang dilakukan selama satu hari mulai pukul 09.00- 19.00 Wib di dapat hasil pada tegangan rata-rata sebesar 2,56 Volt. Dan daya angin sebesar = 27,6 Watt sedangkan pada daya generator sebesar = 136,3 Watt.

Dalam konteks pemeliharaan PLTA, pemahaman yang mendalam tentang pengaruh kecepatan angin pada komponen PLTA sangat penting. Hal ini memungkinkan perencanaan pemeliharaan yang efektif, termasuk pemeriksaan rutin, perbaikan atau penggantian bilah kipas yang mungkin rusak. Menyelidiki kondisi rotor dan memantau kecepatan angin dapat membantu merencanakan pemeliharaan tepat waktu dan mengoptimalkan operasi pembangkit listrik tenaga air jangka panjang.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kepustakaan atau studi literatur, di mana peneliti mengandalkan pada berbagai sumber literatur untuk mendapatkan data penelitian. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif karena data yang diperoleh berupa kata-kata atau deskripsi. Penelitian kepustakaan atau literatur adalah suatu jenis penelitian di mana fokus utama adalah pada pustaka atau karya-karya literatur yang relevan [5].

Dari hasil pembahasan yang saya lakukan mendapatkan hasil seperti pada pembahasan diatas, oleh karena itu saya

mendapatkan hasil dari beberapa referensi dan penelitian pemahaman dari beberapa sumber tentang “Analisis Pengaruh Kecepatan Angin Pada (PLTA) Pembangkit Listrik Tenaga Angin”.

KESIMPULAN

Pengaruh kecepatan angin pada PLTA adalah aspek yang kompleks dan sangat penting. Dalam era perubahan iklim dan kebutuhan akan energi terbarukan, pemahaman mendalam tentang pengaruh kecepatan angin dapat membantu dalam mengoptimalkan kinerja PLTA dan memastikan kontribusinya sebagai sumber energi bersih dan berkelanjutan. Dalam pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih efisien dan andal, pengelolaan dan pemahaman kecepatan angin adalah faktor penting yang perlu diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad, R. F. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Deflektor Pelat Lengkung Terhadap Performa Turbin Air Savonius Sumbu Vertikal Tiga Sudu (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Kalimantan).
- [2] Mahendra, B., Soenoko, R., & Sutikno, D. (2013). Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin savonius type I. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya: Malang*.
- [3] Yeter, P., Güler, Ö., & Akdağ, S. A. (2012). The impact of wind speed variability on wind power potential and estimated generation cost. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7(4), 339-347.
- [4] Gebraad, P. M. O. (2014). *Data-driven wind plant control* (Doctoral dissertation, Delft University of Technology).
- [5] Khusaini, F. (2023). BAB 3 PERBEDAAN JENIS PENELITIAN KEPUSTAKAAN DAN STUDI KASUS. *METODE PENELITIAN KEPUSTAKAAN (LIBRARY RESEARCH)*, 25.
- [6] Ismail, I., & Arrahman, T. (2017). Perancangan turbin angin sumbu horizontal tiga sudu dengan kapasitas 3 MW. *Presisi*, 18(2).
- [7] Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). Perancangan sistem peramalan cuaca

- berbasis logika fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 12(1).
- [8] Suwarti, S., Mulyono, M., & Prasetyo, B. (2017). Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin Dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*.
- [9] Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator DC. *RELE (Rekayasa Elektronika dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 30-36.
- [10] Das, A., Chimonyo, K. B., Kumar, T. R., Gourishankar, S., & Rani, C. (2017, August). Vertical axis and horizontal axis wind turbine-A comprehensive review. In *2017 international conference on energy, communication, data analytics and soft computing (ICECDS)* (pp. 2660-2669). IEEE.
- [11] He, X., Geng, H., & Mu, G. (2021). Modeling of wind turbine generators for power system stability studies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110865.
- [12] Bhattacharya, S. (2014). Challenges in design of foundations for offshore wind turbines. *Eng. Technol. Ref*, 1(1), 922.
- [13] Chattot, J. J. (2011). Wind turbine aerodynamics: analysis and design. *International Journal of Aerodynamics*, 1(3-4), 404-444.
- [14] Polinder, H., Ferreira, J. A., Jensen, B. B., Abrahamsen, A. B., Atallah, K., & McMahon, R. A. (2013). Trends in wind turbine generator systems. *IEEE Journal of emerging and selected topics in power electronics*, 1(3), 174-185.
- [15] Ardianto, G., & Agus Makhrojan, J. (2012). PROSES TRANSMISI MANUAL PADA MOBIL KIJANG KF 40. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 1(2).
- [16] Wang, T., Wang, L., Zhong, W., Xu, B., & Chen, L. (2012). Large-scale wind turbine blade design and aerodynamic analysis. *Chinese Science Bulletin*, 57, 466-472.
- [17] Thomas, L., & Ramachandra, M. (2018). Advanced materials for wind turbine blade-A Review. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 2635-2640.
- [18] Singh, U., Lohumi, M. K., & Kumar, H. (2020). Additive manufacturing in wind energy systems: A review. In *Proceedings of International Conference in Mechanical and Energy Technology: ICMET 2019, India* (pp. 757-766). Springer Singapore.
- [19] Van, T. L., Nguyen, T. H., & Lee, D. C. (2015). Advanced pitch angle control based on fuzzy logic for variable-speed wind turbine systems. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 30(2), 578-587.
- [20] Benbouzid, M., Berghout, T., Sarma, N., Djurović, S., Wu, Y., & Ma, X. (2021). Intelligent condition monitoring of wind power systems: State of the art review. *Energies*, 14(18), 59-67.
- [21] Zheng, H. D., Zhang, B., Wang, S. B., & Zhou, G. Z. (2022). Effects of Blade Numbers on Wind-Induced Fatigue Lives of Straight-Bladed Vertical-Axis Wind-Turbine Tower Bases. *Metals*, 12(2), 321.