JURNAL REKAYASA GEOFISIKA INDONESIA
Journal homepage: https://jrgi.uho.ac.id/
Vol. 07 No. 02, Agustus 2025 (096-111) doi: 10.56099/jrgi.v7i02.25

Analisis Energi Angin Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Kecamatan Wawonii Utara

Analysis of Wind Energy as An Electric Energy Generator in North Wawonii Subdistric

La Ode Sukirman[1], Irawati[2]*, Syamsul Razak Haraty1[1]

[1]Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo (UHO), Kota Kendari, Indonesia
[2]Program Studi Oseanografi, Universitas Halu Oleo (UHO), Kota Kendari, Indonesia

Article history:

Received:24 November 2023
Accepted: 20 Agustus 2025

Keywords:
Energi angin, wawoni utara

Corespondent author:
irawatijumaidin@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi energi angin di Kecamatan Wawonii Utara Kabupaten Konawe Kepulauan. Metode penelitian meliputi pengumpulan data kecepatan, arah angin dan perhitungan potensi energi angin. Pengukuran kecepatan angin menggunakan Anemometer digital benetch GM816 mulai tanggal 16 sampai 21 Juni 2023 selama 9 jam perhari, kemudian di buatkan peta sebaran angin menggunakan software surfer 13 untuk mengetahui sebaran arah angin. Hasil analisis rata-rata kecepatan angin dalam enam hari di Kecamatan Wawonii Utara yaitu berkisar 2,06 m/s sampai 5,98 m/s dengan rata-rata 3,63 m/s dan Daya (*cp*) yang dihasilkan sebanyak 22,34 watt sampai 33,18 watt dengan rata-rata 27,91 watt dan Daya Efektif (*Ea*) berkisar 11,29 watt sampai16,91 watt dengan rata-rata 14,22 watt. Berdasarkan hasil analisa kecepatan angin minimum, maksimum dan rata-rata pada kawasan pesisir pantai dan daerah pegunungan di daerah Wawonii Utara dalam kurung waktu enam hari dapat di simpulkan bahwa kecepatan angin yang terjadi berpotensi untuk dimanfaatkan karena tergolong dalam kriteria jenis kecepatan angin kelas 4 dalam skala beufort

Abstract.*Research has been carried out to determine the potential for wind energy in North Wawonii dictrict konawe island regency. Research methods include collecting wind speed data and calculating wind energy potential. Wind speed was measured using a Benetech GM816 digital Anemometer from 16 to 21 June 2023 for 9 hours per day, then a wind distribution map was made using Surfer 13 software to determine the distribution of wind direction. The results of the analysis of the average potential wind speed in six days in North Wawonii district range from*

2.06 m/s to 5.98 m/s with an average of 3.63 m/s and the resulting power (cp) of 22.34 watts to 33.18 watts with an average of 27.91Watts and Effective Power (Ea) ranges from 11.29 watts to 16.91 watts with an average of 14.22 watts. Based on the results of the analysis of minimum, maximum and average wind speeds in coastal areas and mountainous areas in the North Wawonii area over a period of six days, it can be concluded that the wind speeds that occur have the potential to be utilized because they are classified as class 4 wind speed criteria on the Beaufort scale..

© 2025 JRGI (Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia)

1. PENDAHULUAN

Energi angin merupakan sumber daya alam yang dapat diperoleh secara cuma-cuma yang jumlahnya melimpah dan tersedia terus-menerus sepanjang tahun. Turbin angin tunggal dapat menggantikan emisi gas yang setara dengan 1000 ton CO, hal ini berdasarkan pada pembangkit listrik menggunakan minyak tahun 1999 di dunia. Turbin angin yang diganti dengan pembangkit listrik bahan batu bara, akan dapat menghindari emisi CO_2 sebesar 1930 ton. Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki sekitar 17.500 pulau dan panjang garis pantainya lebih dari 81.290 km. Potensi energi angin di Indonesia sangat besar yaitu sekitar 9,3 GW dan total kapasitas yang baru terpasang sekitar 0,5 MW (Daryanto, 2007).

Pengembangan energi alternatif baru dan terbarukan sedang digalakkan melalui kebijakan pemerintah untuk mendorong dan menfasilitasi pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan misalnya hydro, matahari, panas bumi, biomassa dan juga angin. Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan dimana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat di terapkan di laut. Pemanfaatan sumber energi angin di Indonesia masih sangat sedikit, hal tersebut dimungkinkan karena teknologi atau pengetahuan yang belum populer, arah angin di daerah Indonesia mudah berubah-ubah dan kecepatannya berfluktuasi dan kurang ekonomis. Namun daerah-daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi perlu diidentifikasi agar pemanfaatan energi angin ini lebih kompetitif dibandingkan dengan energi alternative lainnya (Marnoto, 2010).

Wawonii (sebelumnya bernama Wowoni) adalah sebuah pulau di Laut Banda, Indonesia, tepatnya di Provinsi Sulawesi Tenggara. Kepulauan ini memiliki luas 715 km^2, yang terdiri dari daratan seluas 867,58 km^2, perairan seluas 646,40 km^2, , dan garis pantai sepanjang 178 Km. Daerah ini memiliki topografi pegunungan dan perbukitan. Pembangkit utama energi listrik di daerah ini masih bergantung pada tenaga diesel oleh karena

itu diperlukan adanya sebuah upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap tenaga diesel dengan melihat potensi pemanfaatan sumber daya energi yang terbarukan, dalam hal ini energi angin untuk pembangkit listrik.

Mengacu pada "Statistik Penyediaan Energi Listrik PLN 2020" yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM, Pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi listrik adalah sebesar 0.21%. angka ini sangat kecil jika dibandingkan dengan pemanfaatan energi lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin merupakan salah satu jenis pembangkit dengan kategori ramah lingkungan. Hal itu dikarenakan jenis energi primer yang digunakan untuk dikonversi menjadi sebuah energi listrik yang dapat digunakan konsumen adalah bayu atau angin dimana jenis energi ini mudah didapat dan tidak menghasilkan emisi ke lingkungan. Dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 70 MW yang terletak di Kabupaten Sidrap membawa pengaruh besar terhadap kestabilan frekuensi dan tegangan yang ada pada sistem. Hal tersebut dikarenakan jenis pembangkit ini merupakan pembangkit dengan biaya operasional yang rendah dan akan menjadi skala prioritas dalam penggunaannya sebelum jenis pembangkit tenaga termal dimasukkan ke sistem (Rais & Aminuddin 2020).

Penelitian terkait analisis energi angin telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, diantaranya adalah Fachri dan Hendrayana (2017) dengan judul Analisa Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh. Tulong dkk, (2021) dengan judul Kajian Potensi Energi Angin di Gunung Tumpa di Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado. Sam dan Patabang (2005) dengan judul Studi Potensi Energi Angin Di Kota Palu Untuk Membangkitkan Energi Listrik. Mahdayani Sarawa (2022) dengan judul Analisis Data Kecepatan Angin di Kecamatan Pasarwajo dan Kecamatan Wabula Kabupaten Buton dan Irwan Saputra (2023) dengan judul Analisi Potensi Energi Angin di Kecematan Betoambari Kota Bau-Bau.

Semakin bertambahnya populasi di dunia yang seiring dengan pesatnya laju ilmu pengetahuan, dapat dipastikan bahwa kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Seperti yang kita ketahui selama ini bahwa sumber listrik yang kita gunakan dalam keseharian kita berasal dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui lagi. Karena bahan bakar fosil tersebut tidak dapat diperbaharui lagi, diperkirakan bahwa seiring berjalannya waktu akan habis. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain yaitu dengan memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbaharui. Salah satu dari sumber energi yang dapat diperbaharui tersebut adalah sumber energi angin. (Dewita, dkk, 2015).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Letak Geografis Pulau Wawonii

Ibukota Kabupaten Konawe Kepulauan adalah Langara Kecamatan Wawonii Barat, 53 km dari Kota Kendari. Secara Geografis

terletak di bagian Selatan Khatulistiwa, melintang dari Utara ke Selatan antara 03˚68' dan 04˚16' Lintang Selatan, membujur dari Barat ke Timur antara 122˚56' dan 123˚16' Bujur Timur. Secara Geografis Kabupaten Konawe Kepulauan yang lebih di kenal dengan Pulau Wawonii ini terletak di bagian selatan khaulistiwa, melintang dari Utara ke Selatan antara 02˚45' dan 04˚15' lintang Selatan, membujur dari Barat ke Timur antara 121˚15' dan 123˚30' Bujur Timur. Batas-batas wilayah Kepulauan Wawonii sebagai berikut:

Utara: perbatasan dengan Laut Banda
Timur: perbatasan dengan Laut Banda
Selatan : perbatasan dengan Selat Wawonii
Barat : perbatasan dengan Selat Wawonii

2.2. Angin

Angin merupakan udara yang bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah atau sebaliknya yaitu dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang lebih tinggi. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Udara di atas permukaan bumi selain dipanaskan oleh matahari secara langsung, juga mendapat pemanasan dari radiasi matahari. Kondisi bumi yang tidak homogen, sehingga terjadi perbedaan suhu dan tekanan udara antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih sedikit menerima energi panas mengakibatkan terjadinya aliran udara pada wilayah tersebut (Fachri & Hendrayana, 2017).

2.3. Energi Alternatif dan Terbarukan

Walaupun pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana saja, daerah- daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi tetap perlu diidentifikasi agar pemanfaatan energi angin ini lebih kompetitif dibandingkan dengan energi alternatif lainnya. Oleh karena itu studi potensi pemanfaatan energi angin ini sangat tepat dilakukan guna mengidentifikasi daerah-daerah berpotensi.Angin selama ini dipandang sebagai proses alam biasa yang kurang memiliki nilai ekonomis bagi kegiatan produktif masyarakat (Daryanto, 2007).

2.4. Potensi Energi Angin

Kecepatan angin rata-rata di Indonesia yang terbilang cukup ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik jika dapat diolah dengan cara yang tepat yaitu dengan mengkonversi energi angin menjadi energi listrik, baik dalam skala kecil maupun skala yang lebih besar. Penggunaan turbin angin dapat digunakan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik. Prinsip kerja turbin angin untuk menghasilkan energi listrik adalah dengan mengubah energi angin yang dapat menggerakkan baling-baling pada turbin. Baling-baling tersebut kemudian berputar pada porosnya, sehingga dapat mengubah energi kinetik putar menjadi energi listrik. Berdasarkan pengaruh kecepatan angin terhadap putaran turbin, yang kemudian disalurkan ke generator sehingga dapat menghasilkan arus dan tegangan (Febrielviyanti dkk, 2015).

Secara teori, mendirikan pembangkit listrik tenaga angin tidak sesulit pembangkit listrik lainnya. Minimum kecepatan angin yang dapat membuat turbin angin berputar dengan baik ialah sebesar 3 m/s. Disisi lain, perlu mempertimbangkan lokasi geografis dan besar

perubahan suhu panas dan dingin di lokasi untuk pembangkit listrik dari tenaga angin tersebut, serta memperhatikanbesar kecepatan rata-rata angin pada ketinggian tertentu, distribusi angin secara rata-rata pada ketinggian tertentu, arah angin, dan kerapatan daya angin (wind power density). Bahkan indikasi pembangkit listrik tenaga angin mendukung eksistensi ketahanan energi di Indonesia (Mahar dkk., 2018).

Kecepatan angin rata-rata untuk setiap satu jam, misalnya kecepatan angin rata-rata untuk jam 00:00 sampai 01:00, kecepatan angin ini menggunakan variasikecepatan angin. Dengan mengetagui variasi harian dari kecepatan angin, dapat diketahu saat-saat dimana angin tertiup kencang dalam satu hari, sehingga dapat digunakan untuk menentukan berapa jam dalam satu sehari semalam energi angin di daerah tersebur dapat menggunakan penggerak turbin angin. Kecepatan angin disuatu tempat dapat dipengaruhi oleh ketinggian terhadap tanah, makin dekat dengan permukaan tanah, kecepatan angin makin kecil (Nugraha, 2015).

2.5. Turbin angin

Turbin angin adalah sebuah alat yang memanfaatkan energi kinetik angin dan mengubahnya kedalam bentuk energi gerak putaran rotor dan poros generator untuk menghasilkan energi listrik. Energi gerak yang berasal dari angin akan diteruskan menjadi gaya gerak dan torsi pada poros generator yang kemudian akan dihasilkan energi listrik (Chandra dkk, 2020)

Turbin angin banyak digunakan untuk mengakomondasi listrik masyarakat dengan menggunakan konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. Cara kerja pembangkit listrik tenaga bayu atau angin cukup sederhana. Energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibelakang turbin sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan ke dalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan.Banyaknya baterai disesuaikan dengan jumlah daya yang dibutuhkan dalam instalasi listrik rumah tangga atau instansi (Widyanto dkk, 2018).

Turbin angin merupakan salah satu cara memanfaatkan energi angin. Generator membantu mengubah energi angin menadi energi listrik. Turbin angin dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dan Turbin Angin sumbu vertikal (TASV). Kelebihan TASH dapat menghasilkan efisiensi yang tinggi dan relatif memiliki daya yang besar. Namun kelemahannya tidak dapat berputar pada kecepatan angin yang rendah. Turbin angin sumbu vertical (TASV), jenis savonius vertikal axis menerima angin dari segala arah dan memiliki *self start* ing yang dapat memutar rotor pada kecepatan rendah dan torsi yang akan dihasikan tinggi. Kelemahan turbin ini memliki efisiensi relatif rendah dibanding turbin angin horizontal axis (Sudarti & Dani, 2021).

2.5.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)

Turbin angin sumbu horizontal merupakan turbin angin yang mempunyai sumbu putar yang terletak sejajar dengan permukaan tanah dan sumbu putar rotor yang searah dengan arah angin. Pada turbin ini putaran rotor

terjadi karena adanya gaya *lift*. Dalam turbin ini, rotor berputar lebih cepat karena jumlah bilah rotor berkurang. Secara umum turbin angin jenis ini sebaiknya dipasang pada ketinggian 20-30 meter dan 10 meter di atas pembatas sekitarnya. Ada banyak jenis turbin angin horizontal. Beberapa contoh turbin angin adalah turbin angin yang menerima angin dari depan atau belakang, sayap tunggal, sayap ganda, tripelatau multi sayap. Turbin ini cocok digunakan pada angin sedang, tinggi dan banyak digunakan sebagai pembangkit listrik skala besar. Kelebihan dari turbin angin sumbu horizontal memiliki efiesiensi yang lebih tinggi dibandingkan sumbu vertikal karena sudu selalu bergerak tegak lurus terhadap arah angin. Sedangkan kekurangannya adalah dibutuhkan konstruksi tower yang besar dan tinggi, membutuhkan kontrol sebagai mekanisme untuk mengarahkan *blade* kearah angin.

2.5.2. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)

Turbin angin sumbu vertikal/tegak (TASV) merupakan turbin angin yang sumbu putarnya tegak lurus dengan arah aliran angin atau permukaan tanah. Kelebihan turbin ini yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, cocok dioperasikan pada daerah yang berkecepatan rendah-sedang.

2.6. Konversi Energi Angin

Energi angin tercipta dari pergerakan udara, perubahan suhu di permukaan daratan ataupun lautan menyebabkan terjadinya pergerakan udara hingga terbentuk energi angin. Kebanyakan arah hembusan angin terbentuk secara horizontal, walaupun juga terdapat arah hembusan secara vertikal. Kecepatan angin bervariasi berdasarkan geografi, topografi dan musim. Hasilnya terdapat beberapa lokasi yang sangat ideal untuk pembangkit energi angin. Secara umum, kecepatan angin lebih tinggi di dekat pantai dan lepas pantai karena lebih sedikit objek seperti pohon dan bangunan yang menghambatnya. Potensi energi angin pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin memanfaatkan energi kinetik dan hembusan angin menjadi tenaga putar mekanis oleh turbin (Muhajir & Sinaga, 2021)

Pemanfaatan energi angin untuk menggerakkan turbin angin yang selanjutnya di konversi ke bentuk energi yang lain, sangat diperlukan data kecepatan angin dan arah angin dalam kurun waktu yang cukup lama. Energi angin merupakan suatu energi kinetis atau energi akibat kecepatan angin dan selanjutnya energi kinetis inilah yang dapat digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin angin (Sam dkk., 2005).

Energi tersebut dapat dihitung dengan formula :

$$E = \frac{1}{2} m.v^2 \qquad (2.1)$$

Dimana E merupakan energi angin (joule), m yaitu massa udara (kg), dan v sebagai kecepatan angin (m/s). Jika suatu blok udara yang mempunyai penampang A(m^2) dan bergerak dengan kecepatan v (m/s), maka jumlah massa udara yang mengalir tiap detik adalah :

$$m = A.v.\rho \qquad (2.2)$$

Dimana m merupakan massa udara yang mengalir (kg/detik), ρ yaitu kerapatan udara

(kg/m^3), *A* yaitu penampang udara (m^2), dan *v* sebagai kecepatan angin (m/detik). Selanjutnya didapatkan energi yang dihasilkan persatuan waktu adalah :

$$p = \frac{1}{2} A.v^3.\rho \quad - \quad (2.3)$$

Daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan oleh suatu turbin angin dapat dihitung dengan formula :

$$Ea = \frac{1}{2} \text{cp}.\rho.D^2.\text{v}^3 \quad (2.4)$$

Dimana Ea merupakan daya efektif yang dihasilkan turbin angin (watt), *cp* yaitu koefisien daya, *D* yaitu diameter turbin angin (m), *v* yaitu kecepatan angin (m/s), dan ρ sebagai kerapatan udara (kg/m^3).

2.7. Anemometer

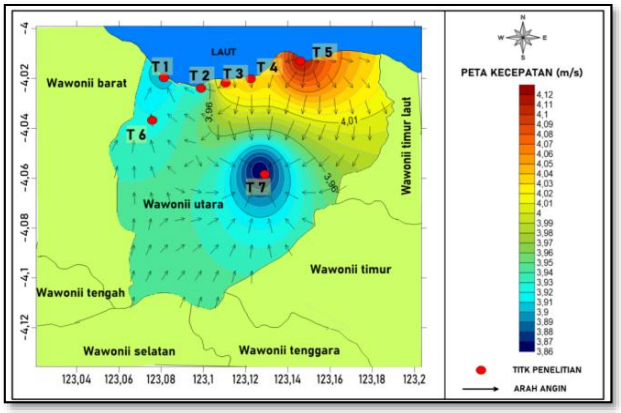
Anemometer juga dapat mengukur besarnya tekanan angin itu. Angin bisa terjadi karena perubahan tekanan udara. Pola tekanan udara di seluruh bumimenyebabkan pola angin permukaan horizontal karena udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah.. (Azwar & Kholiq, 2013)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan 7 titik pengukuran yang tersebar di Kecamatan Wawonii Utara Kabupaten Konawe Kepulauan. Data yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data kecepatan dan arah angin yang diukur menggunakan alat *Anemometer* digital benetech GM816.

3.1. Rata-rata kecepatan angin hari pertama

Pada hari pertama sebaran angin pada titik satu bergerak dari arah selatan ke utara, titik dua arah angin bergerak dari arah tenggara ke utara barat laut, titik tiga arah angin bergerak dari utara ke selatan tenggara, titik empat angin bergerak dari arah utara ke selatan, titik lima angin bergerak dari arah utara, timur-timur laut, utara ke timur-tengara dan utara ke selatan, titik enam angin bergerak dari arah selatan, barat-barat daya ke utara, titik tuju angin bergerak dari arah utara, barat daya, selatan dan timur-timur laut. pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 2,11 m/s, 09:00 kecepatan angin 2,61 m/s 10:00 kecepatan angin 2,86 m/s 11:00 kecepatan angin 4,03 m/s, 12:00 kecepatan angin 6,35 m/s 01:00 diperoleh kecepatan angin 6,55 m/s, 02:00 kecepatan angin 4,78 m/s, 03:00 kecepatan angin 3,97 m/s, serta pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 2,48 m/s.

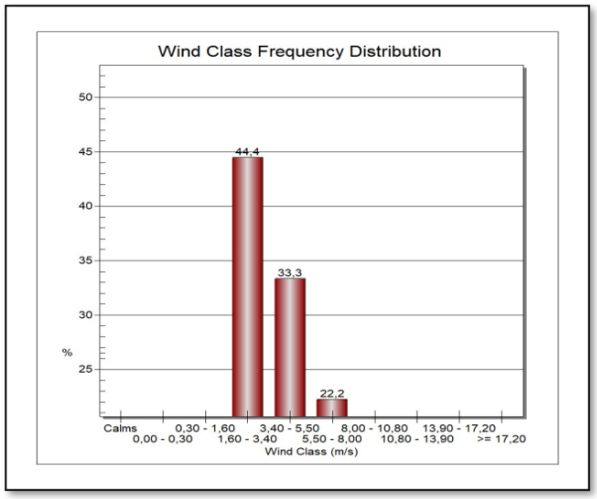


Gambar 1. Peta kecepatan dan arah mata angin hari pertama

Pada **Gambar 1** terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran kemudian dibuatkan bentuk peta sebaran kecepatan angin. Dapat di lihat pada titik satu dengan nilai 3,90 m/s yang ditandai warna biru muda. Titik dua memiliki nilai 3,92 m/s warna hijau kebiruan. Titik tiga memiliki nilai

4,04 m/s warna kuning tua. Titik empat memiliki nilai 4,04 m/s warna kuning tua. Titik lima dengan nilai 4,11 m/s warna coklat tua dan pada Titik enam dengan nilai 3,92 m/s warna biru dan titik tujuh dengan nilai 3,86 yang di tandai dengan warna biruh tua.

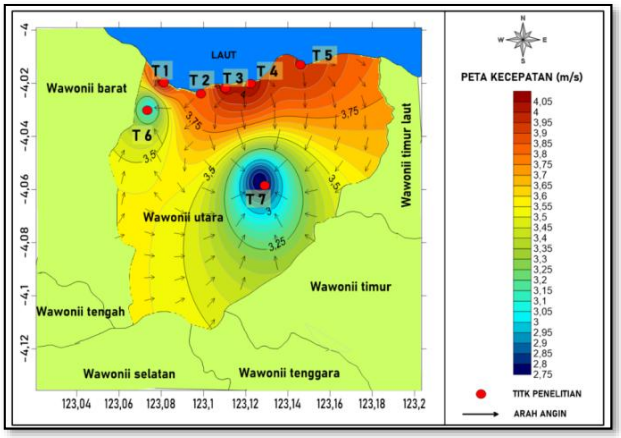
Berdasarkan **Gambar 2** menggunakan analisis *Wind Rose Plots For Meteorological Data* (WRPLOT) menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari pertama didominasi tingkatan kelas 3 dengan persentase 44,4% disusul tingkatan kelas 4, dengan presentase 33,3% dan kelas 5 dengan masing-masing persentase 22,2%.



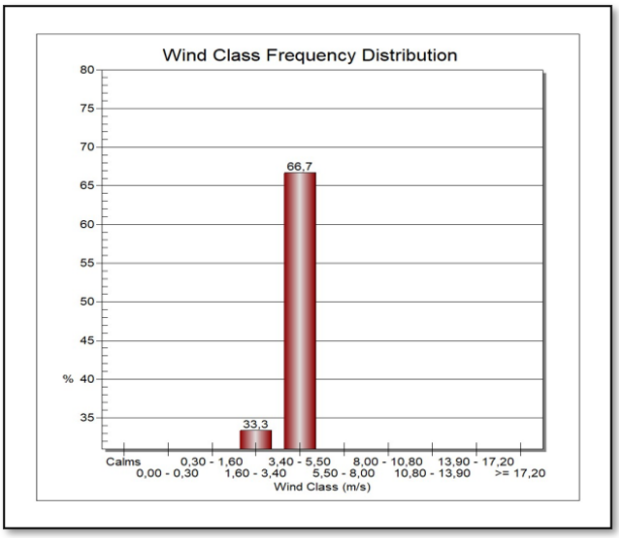
***Gambar* 2** Distribusi frekuensi kecepatan angin hari pertama

3.2. Rata-rata kecepatan angin hari kedua

Pada hari kedua sebaran angin pada titik satu angin bergerak dari utara barat laut, timur laut dan timur tenggara. Titik dua arah angin bergerak dari utara timur lauut. Titik tiga arah angin bergerak dari utara timur laut dan selatan. Titik empat angin bergerak dari utara menujuh selatan. Titik lima arah angin bergerak dari utara ke barat daya. Titik enam angin bergerak dari timur tenggara, barat daya dan timur-timur laut. Titik tuju angin bergerak dari utara, timur-timur laut,selatan barat-barat daya .pengukuran yang dilakukan pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 2,10 m/s, 09:00 kecepatan angin 3,16 m/s, selanjutnya 10:00, kecepatan angin 3,62 m/s, 11:00 kecepatan angin 4,11 m/s, 12:00 kecepatan angin 4,80 m/s, 01:00 kecepatan angin 4,57 m/s, 02:00 kecepatan angin 4,20 m/s, 03:00 kecepatan angin 3,64 m/s, dan pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 2,80 m/s.



Gambar 3 Peta kecepatan dan arah mata angin hari kedua



Gambar 4. Distribusi frekuensi kecepatan angin hari kedua

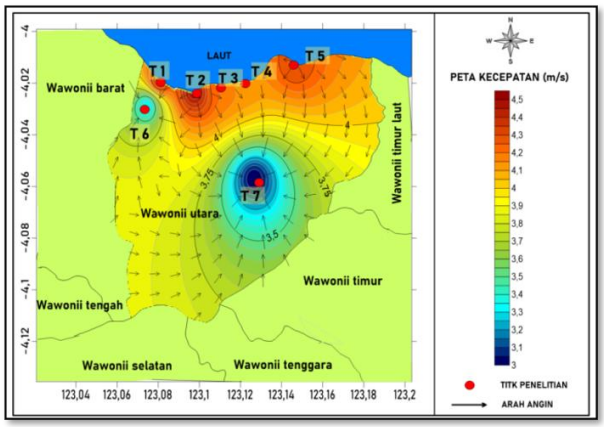
Pada **Gambar 3** terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran kemudian dibuatkan dalam bentuk peta sebaran kecepatan angin berasarkan skala warna. dapat dilihat pada titik satu dengan nilai 4,04 m/s warna coklat. Titik dua memiliki nilai 3,82 warna coklat. Titik tiga memiliki nilai 4,03 m/s warna coklat tua. Titik empat memiliki nilai 4,05 m/s warna coklat tua. Titik lima dengan nilai 3,95 m/s warna coklat tua. Titik enam dengan nilai 3,07 m/s warna biru, dan titik tujuh dengan nilai 2,76 m/s yang ditandai dengan warna biru tua.

Berdasarkan **Gambar 4** diatas menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari kedua didominasi tingkatan kelas tiga dengan persentase 33,3% disusul tingkatan kelas 4 dengan persentase 66,7%

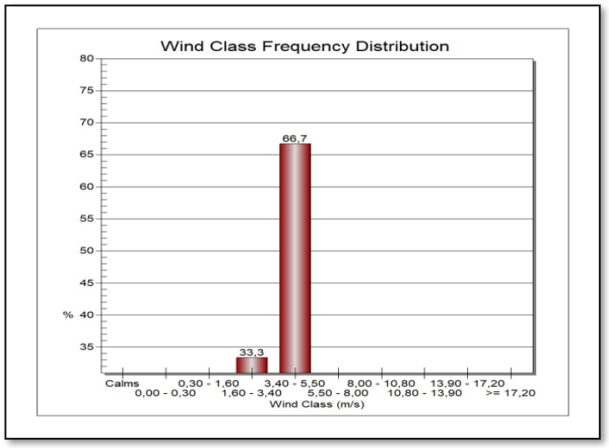
3.3. Rata-rata kecepatan angin hari ketiga

Pada hari ketiga sebaran angin pada titik satu angin bergerak dari utara timur laut . Titik dua arah angin bergerak dari utara dan barat timur laut. Titik tiga arah angin bergerak dari arah utara ke selatan. Titik empat angin bergerak dari utara menujuh selatan. Titik lima arah angin bergerak dari utara ke barat daya. Titik enam angin bergerak dari utara,timur, barat-barat laut dan barat-barat daya. Titik tuju angin bergerak dari utara, timur-timur laut,barat dan selatan .pengukuran yang dilakukan pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 3,267 m/s, 09:00 kecepatan angin 3,27 m/s, 10:00 kecepatan angin 4,08 m/s, 11:00 kecepatan angin 4,57 m/s, 12:00 kecepatan angin 4,96 m/s, 01:00 kecepatan angin 4,64 m/s 02:00 kecepatan angin 4,54 m/s, 03:00 kecepatan angin 3,55 m/s, serta pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 2,95 m/s.

Pada **Gambar 5** terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran kemudian dibuatkan bentuk peta sebaran kecepatan angin. dapat dilihat pada titik satu dengan nilai 4,39 m/s yang ditandai dengan warna biruh muda. Titik dua memiliki nilai 4,49 warna hijau kebiruan. Titik tiga memiliki nilai 4,20 m/s yang ditandai dengan warna kuning tua. Titik empat memiliki nilai 4,13 m/s warna kuning tua. Titik lima dengan nilai 4,31 m/s warna coklat tua dan pada Titik enam dengan nilai 3,31 m/s warna biruh tua dan titik tujuh dengan nilai 3,00 yang di tandai dengan warna biruh tua.



Gambar 5. Peta kecepatan dan arah mata angin hari ketiga

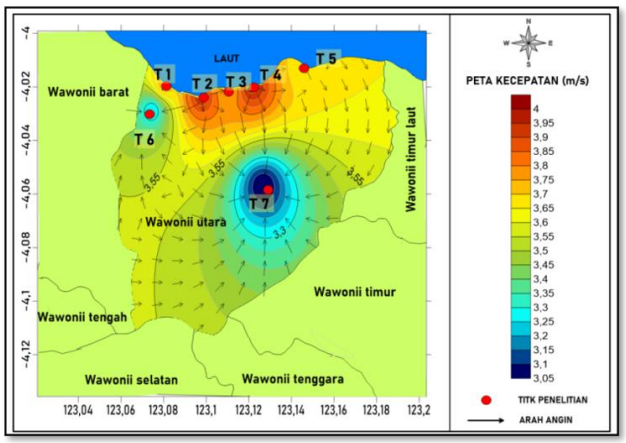


Gambar 6. Distribusi frekuensi kecepatan angin hari ketiga

Berdasarkan **Gambar 6** diatas menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari ketiga didominasi tingkatan kela tiga dengan persentase 33,3% disusul tingkatan kelas 4 dengan persentase 66,7%

3.4. Rata-rata kecepatan angin hari keempat

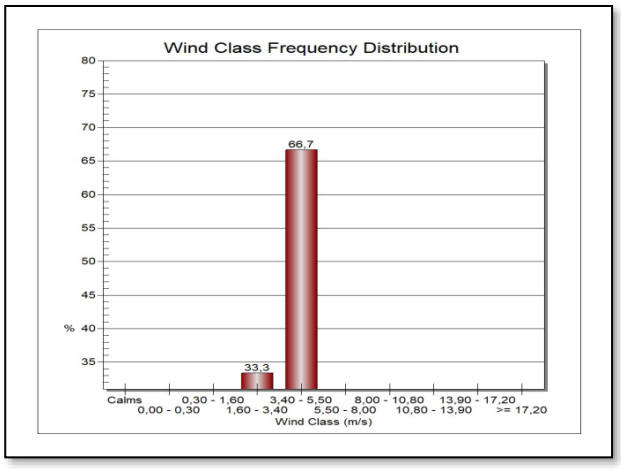
Pada hari keempat sebaran arah kecepatan mata angin pada titik satu angin bergerak dari arah utara, titik dua angin bergerak dari arah utara menujuh barat laut. titik tiga angin bergerak dari utara barat laut. titik empat angin bergerak dari selatan. hari ke lima angin bergerak dari utara timur laut menujuh barat daya. titik enam angin bergerak dari arah utara timur laut, dan selatan. titik tuju angin bergerak dari utara, timur-timur laut,selatan, dan barat-barat daya..pengukuran yang dilakukan pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 2,43 m/s, 09:00 kecepatan angin 3,73 m/s, 10:00 kecepatan angin 3,94 m/s, 11:00 kecepatan angin 3,73 m/s, 12:00 kecepatan angin 3,89 m/s, 01:00 kecepatan angin 3,97 m/s, 02:00 kecepatan angin 3,66 m/s, 03:00 kecepatan angin 3,25 m/s, serta pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 3,5 m/s.



Gambar 7. Peta kecepatan dan arah mata angin hari keempat

Pada Gambar 7 terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran kemudian dibuatkan dalam bentuk peta sebaran kecepatan angin. dapat di lihat pada titik satu dengan nilai 3,73 m/s yang ditandai dengan warna biru muda. Titik dua memiliki nilai 3,94 m/s warna hijau kebiruan. Titik tiga memiliki nilai 3,73 m/s warna kuning tua. Titik empat memiliki nilai 3,97 m/ warna kuning tua. Titik lima dengan nilai 3,66 m/s warna coklat tua dan pada Titik enam dengan nilai 3,27 m/s warna biruh tua dan titik tuju dengan nilai 3,05 m/s yang ditandai dengan warna biru tua.

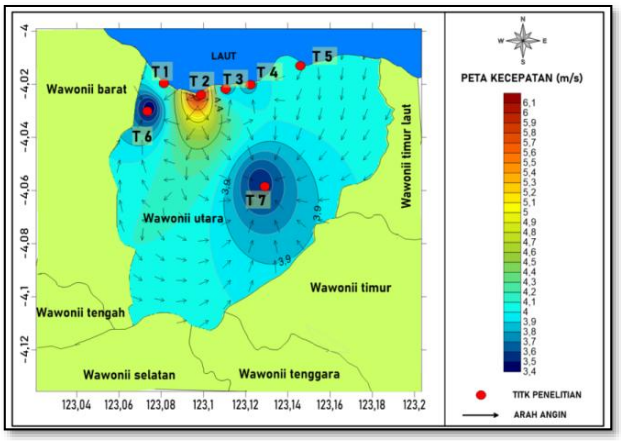
Berdasarkan **Gambar 8** diatas menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari keempat didominasi tingkatan kelas tiga dengan persentase 33,3% disusul tingkatan kelas 4 dengan persentase 66,7%.



Gambar 8. Distribusi frekuensi kecepatan angin hari keempat

3.5. Rata-rata kecepatan angin hari kelima

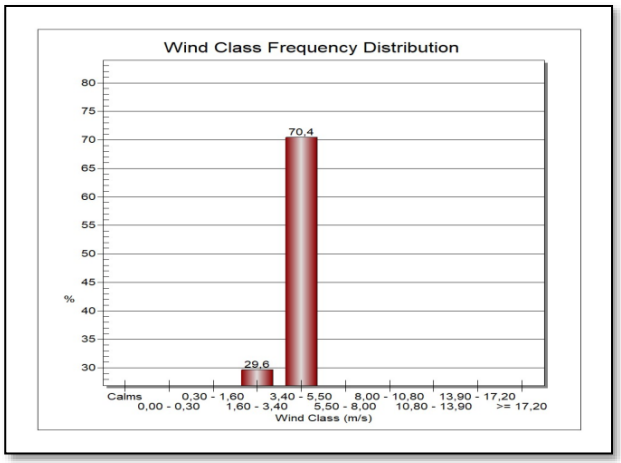
Pada hari kelima sebaran arah kecepatan mata angin pada titik satu angin bergerak dari arah selatan ke utara, titik dua angin bergerak dari arah utara barat laut dan utara barat laut. titik tiga angin bergerak dari utara barat laut. titik empat angin bergerak dari arah utara barat laut. hari ke lima angin bergerak dari utara menujuh barat-barat laut. titik keenam angin bergerak dari arah utara barat laut, utara timur laut dan selatan. pada titik ke tuju angin bergerak dari utara timur laut barat-barat daya dan selatan. pengukuran yang dilakukan pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 2,87 m/s, 09:00 kecepatan angin 3,49 m/s, 10:00 kecepatan angin 4,18 m/s, 11:00 kecepatan angin 4,27 m/s, 12:00 kecepatan angin 5,37 m/s, 01:00 kecepatan angin 4,29 m/s, 02:00 kecepatan angin 3,94 m/s, 03:00 kecepatan angin 3,37 m/s, serta pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 2,78 m/s.



Gambar 9. Peta kecepatan dan arah mata angin hari kelima

Pada **Gambar 9** terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran dibuatkan dalam bentuk peta sebaran kecepatan angin. dapat di lihat pada titik satu dengan nilai 4,10 m/s warna biruh muda. Titik dua memiliki nilai 6,10 warna hijau kebiruan. Titik tiga memiliki nilai 3,78 m/s warna kuning tua. Titik empat memiliki nilai 3,86 m/s warna kuning tua. Titik lima dengan nilai 4,07 m/s warna coklat tua dan pada Titik enam dengan nilai 3,44 m/s warna biruh tua dan titik tujuh dengan nilai 3,54 m/s yang ditandai dengan warna biruh tua.

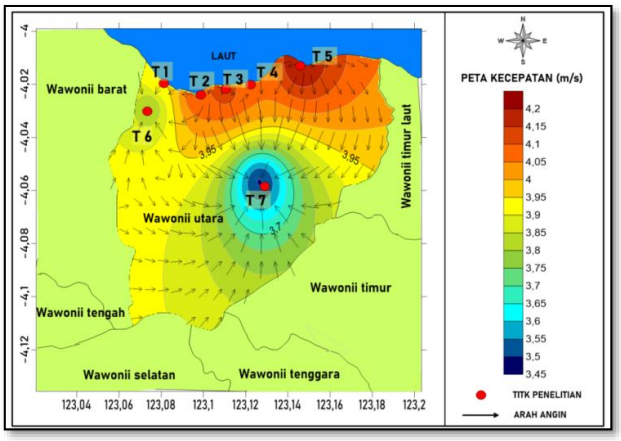
Berdasarkan **Gambar 10** diatas menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari kelima didominasi tingkatan kela tiga dengan persentase 29,6% disusul tingkatan kelas 4 dengan persentase 70,4%.



Gambar 10. Distribusi frekuensi kecepatan angin hari kelima

3.6. Rata-rata kecepatan angin hari keenam

Pada hari keenam sebaran arah kecepatan mata angin pada titik satu angin bergerak dari arah utara timur laut dan utara barat laut. titik dua angin bergerak dari arah utara barat laut, titik tiga angin bergerak dari utara. Titik empat angin bergerak dari arah utara. hari ke lima angin bergerak dari utara barat lautan dan selatan. Titik ke enam angin bergerak dari arah utara timur laut, utara barat laut dan selatan. Pada titik tuju angin bergerak dari utara, barat daya, timur laut. Pengukuran yang dilakukan pada pukul 08:00 WITA, diperoleh data kecepatan angin 1,93 m/s, 09:00 kecepatan angin 2,68 m/s, 10:00 kecepatan angin 2,99 m/s, 11:00 kecepatan angin 3,92 m/s, 12:00 kecepatan angin 6,34 m/s, 01:00 kecepatan angin 6,75 m/s, 02:00 kecepatan angin 4,68 m/s, selanjutnya 03:00 kecepatan angin 3,92 m/s, serta pada pukul 04:00 diperoleh kecepatan angin 2,49 m/s.



Gambar 11. Peta kecepatan dan arah mata angin hari keenam

Pada **Gambar 11** terdapat 7 titik pengukuran yang menghasikan nilai rata-rata kecepatan angin diperoleh dari hasil pengukuran dibuatkan dalam bentuk peta sebaran kecepatan angin berasarkan skala warna. Dapat di lihat pada titik satu dengan nilai 3,97 m/s yang ditandai dengan warna biru muda. Titik dua memiliki nilai 4,11 warna hijau kebiruan. Titik tiga memiliki nilai 4,15 m/s warna kuning tua. Titik empat memiliki nilai 4,06 m/s warna kuning tua. Titik lima dengan nilai 4,20 m/s warna coklat tua, Titik enam dengan nilai 3,81 m/s warna biru tua dan titik tujuh dengan nilai 3,50 m/s yang ditandai dengan warna biru tua.

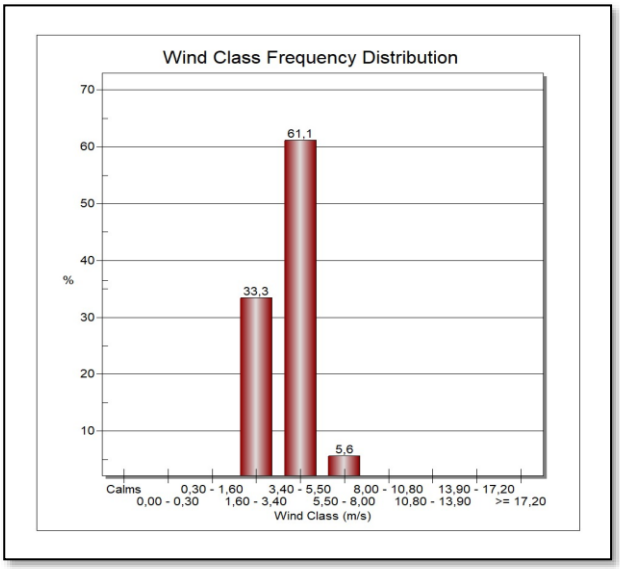
Berdasarkan **Gambar 12** menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin pada hari keenam didominasi tingkatan kelas 3 dengan persentase 33,3% disusul tingkatan kelas 4, dengan presentase 61,1% dan kelas 5 dengan masing-masing persentase 5,6%.

Pada Tabel 1 diperlihatkan nilai rata-rata kecepatan angin pada enam hari berkisar 3,62 m/s sampai dengan 4,13 m/s dengan nilai kecepatan angin rata-rata 3,89 m/s. Nilai daya yang dihasilkan berkisar 22,34 watt s/d 33,18

watt dengan daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 27,91 watt dan daya efektif berkisar 11,39 watt s/d 16,91 watt dengan daya efektif rata-rata sebesar 14,22 watt.

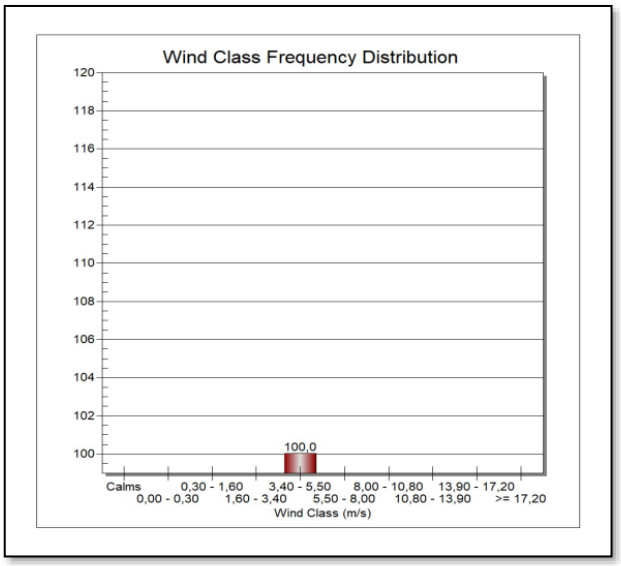
Tabel 1. Hasil pengukuran rata-rata kecepatan angin dalam enam hari

Data mingguan	V (m/s)	P (watt)	Ea (watt)
H1	3,97	29,47	15,02
H2	3,65	23,28	11,86
H3	3,98	29,69	15,13
H4	3,62	22,34	11,39
H5	4,13	33,18	16,91
H6	3,97	29,47	15,02
Maksimum	4,13	33,18	16,91
Minimum	3,62	22,34	11,39
Rata-rata	3,89	27,91	14,22

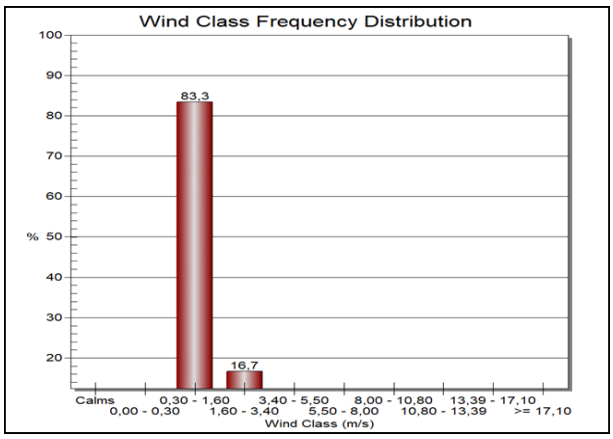


Gambar 12. Distribusi frekuensi kecepatan angin hari keenam

3.7. Hasil pengukuran rata-rata kecepatan angin dalam enam hari.



Gambar 13. Distribusi frekuensi rata-rata kecepatan angin dalam enam hari



Gambar 14. Distribusi frekuensi kecepatan data BMKG bulan juni 2023

Berdasarkan **Gambar 13** dan **Gambar 14** menunjukan distribusi frekuensi kecepatan angin dalam enam hari pengukuran dengan persentase kecepatan angin 100,0 % berada pada kelas 4,0 m/s. **Tabel 1.** Hasil Pengukuran Kecepatan Angin BMKG Stasiun Maritim Kendari

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin BMKG Stasiun Maritim Kendari

Tanggal	v (m/s)	P (W)	Ea (W)
1	1,43	1,37	0,70
2	1,68	2,25	1,14
3	1,48	1,52	0,78
4	1,22	0,86	0,44
5	0,71	0,17	0,09
6	1,28	0,98	0,50
7	0,97	0,43	0,22
8	1,17	0,76	0,39
9	1,43	1,37	0,70
10	1,53	1,69	0,86
11	0,97	0,43	0,22
12	0,77	0,21	0,11
13	0,61	0,11	0,06
14	1,38	1,23	0,63
15	2,04	4,00	2,04
16	1,17	0,76	0,39
17	1,53	1,69	0,86
18	1,38	1,23	0,63
19	1,28	0,98	0,50
20	1,53	1,69	0,86
21	1,68	2,25	1,14
22	1,33	1,10	0,56
23	1,28	0,98	0,50
24	1,17	0,76	0,39
25	1,02	0,50	0,25
26	1,68	2,25	1,14
27	1,12	0,67	0,34
28	1,68	2,25	1,14
29	1,43	1,37	0,70
30	1,33	1,10	0,56
Nilai minimun	0,61	0,11	0,06
Nilai maksimun.	2,04	4	2,04
rata-rata	1,31	1,23	0,63

Hasil pengukuran yang dilakukan oleh BMKG Stasiun Maritim Kendari yang dilakukan selama satu bulan pada bulan Juni 2023, dimana diperoleh kecepatan angin (v) setiap harinya dengan rentang 0,61 m/s sampai 2,04 m/s dengan rata-rata 1,31 m/s, Selanjutnya diperoleh energi/ satuan waktu (ρ) dengan rentang 0,11 watt sampai 1,23 watt dengan nilai rata-rata 1,23 watt dan daya efektif (*Ea*) diperoleh daya efektifnya 0,06 watt sampai 2,04 watt dengan rata-rata 0,63 watt. Dari data yang diperoleh dilapangan terdapat perbedaan nilai kecepatan angin yang lebih besar dari data yang diperoleh di BMKG. Hal ini, dikarenakan adanya perbedaan tingkat keakuratan alat yang digunakan dilapangan dengan alat yang digunakan di

4. KESIMPULAN

Variasi kecepatan angin di Kecamatan Waaonii berkisar antara 3,62 m/s hingga 4,13 m/s dengan kecepatan angin rata-rata 3,89 m/s. Frekuensi kecepatan angin meningkat dari pukul 8:00 pagi hingga 12:00 siang, sebaliknya dari pukul 13:00 hingga pukul 16:00 kecepatan angin menurun dengan sebaran kecepatan angin didominasi dari Utara. Kecepatan angin rata-rata seluruh stasiun didominasi tingkatan kelas 4 dengan persentase 100,0 %

Kisaran daya (P) yang diperoleh di Kecamatan Wawonii Utara sebesar 22,34 watt s/d 33,18 watt dengan nilai rata-rata sebesar 27,21 watt dan Daya Efektif yang di hasilkan memiliki nilai 11,39 watt, s/d 16,91 watt dan nilai rata- rata sebesar 14,22 watt. Berdasarkan hasil analisis kecepatan angin pantai dan

daerah pegunungan di daerah Wawonii Utara dalam kurun waktu enam hari dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin yang masuk dalam kategori tingkatan kelas angin yang berpotensi menghasilkan energi

.

DAFTAR PUSTAKA (*REFERENCE*)

Azwar, T., & Kholiq, A. (2013). Anemometer digital berbasis mikrokontroler Atmega-16. *Inovasi Fisika Indonesia, 2*(3), 41–45. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/4284

Chandra, D., Maharani, D. E. P., Banna, F., Ramadhani, N. A., Sumarno, F. G., & Surindra, M. D. (2020). Rancang bangun turbin angin Savonius–Darrieus tipe cebong. *Prosiding Seminar Nasional NCIET, 1*(1), 518–527. https://doi.org/10.32497/nciet.v1i1.169

Daryanto, Y. (2007). *Kajian potensi angin untuk pembangkit listrik tenaga bayu*. Balai PPTAGG–UPT LAGG.

Dewita, A., Abu Bakar, A. S., & Dwicahyo, K. (2015). Pemanfaatan WRF-ARW untuk simulasi potensi angin sebagai sumber energi di Teluk Bone. *Jurnal Material dan Energi Indonesia, 5*(2), 17–23. https://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/11160

Fachri, M. R., & Hendrayana, H. (2017). Analisa potensi energi angin dengan distribusi Weibull untuk pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) Banda Aceh. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 1*(1), 1–8. https://doi.org/10.22373/crc.v1i1.1377

Febrielviyanti, Ginting, M., & Zulkarnain. (2015). *Konversi energi angin menjadi energi listrik dalam skala laboratorium*. Universitas Riau.

Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian potensi energi angin di wilayah Sulawesi dan Maluku. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 12*(2), 181–187. https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99

Johar, L. W. (2018). Kajian kelayakan potensi energi angin untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik di sekitar Legok, Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation, 1*(1), 7–13. https://doi.org/10.33087/jepca.v1i1.3

Klara, S., Had, A. L., Baharuddin, & Pawara, M. U. (2013). Kajian potensi energi angin di perairan barat dan selatan Pulau Sulawesi. *Prosiding Teknik Perkapalan UNHAS, 7*.

Mahar, M. L., Al Tahtawi, A. R., & Sudrajat. (2017). Perancangan dan realisasi anemometer digital untuk aplikasi sistem peringatan dini. *Jurnal Teknologi Rekayasa, 2*(2), 91–96. https://doi.org/10.31544/jtera.v2.i2.2017.91-96

Marnoto, T. (2010). Prarancangan kincir angin axis vertikal tipe baru untuk generator listrik tenaga angin. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*.

Muhajir, F. A., & Sinaga, N. (2021). Tinjauan pemanfaatan energi bayu sebagai pembangkit listrik di Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknika, 15*(1), 55–61.

Rais, M., & Aminuddin, R. (2020). Analisis dampak masuknya pembangkit listrik tenaga bayu Sidrap 70 MW terkait kualitas energi listrik sistem Sulselbar dan kontinuitas pelayanan pada kondisi tegangan dip dengan pemodelan simulasi komputer. *Jurnal INSTEK (Informatika Sains dan Teknologi), 5*(1), 1–10. https://doi.org/10.24252/instek.v5i1.11239

Sam, A., & Patabang, D. (2005). Studi potensi energi angin di Kota Palu untuk membangkitkan energi listrik. *Jurnal SMARTek, 3*(1), 21–26. http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/336

Sudarti, & Dani, F. A. (2021). Potensi pembangkit listrik tenaga angin di Pantai Blimbingsari

Kabupaten Banyuwangi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 5*(2), 93–102. https://doi.org/10.22373/crc.v5i2.9565

Tulong, J., Kolibu, H. S., Pasau, G., & Suoth, V. A. (2021). Kajian potensi energi angin di Gunung Tumpa, Kelurahan Tongkaina, Kecamatan Bunaken, Kota Manado. *Jurnal MIPA, 10*(2), 51–54. https://doi.org/10.35799/jmuo.10.2.2021.33989

Widyanto, S. W., Wisnugroho, S., & Agus, M. (2018). Pemanfaatan tenaga angin sebagai pelapis energi surya pada pembangkit listrik tenaga hibrid di Pulau Wangi-Wangi. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018* (hlm. 1–12).