

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Pendidikan Fisika Tentang Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik

¹Dina Mahartika, ²Sudarti, ³Yushardi

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Indonesia

dinamahartika7@gmail.com, sudarti.fkip@unej.ac.id, yushardi.fkip@unej.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Diterima : 12-11-2022

Disetujui : 21-11-2022

Keywords:

Wind energy;

Alternative energy;

Electrical energy

ABSTRACT

Abstract: Wind is air that moves and occurs due to the difference between the temperature of hot air and cold air. The results of this study should shed light on the possibilities for using wind energy to ease the current electrical energy crisis. 50 students from the class of 2021 studying physics education at the University of Jember made up the study's population. The study was carried out in October 2022, and a questionnaire with 8 questions was issued via a google form. The study's findings revealed that 82.25% of students had good awareness of how wind might be used as a source of electricity on Java Island's south coast. Students can use their current experience in the community to help the next generation establish renewable and alternative energy sources



Abstrak: Pergerakan udara, atau angin, adalah hasil dari perbedaan suhu antara udara panas dan dingin. Studi ini harus menjelaskan potensi energi angin dan bagaimana hal itu dapat digunakan untuk meringankan krisis energi listrik saat ini. Populasi penelitian ini terdiri dari 50 mahasiswa program studi Pendidikan Fisika Universitas Jember angkatan 2021. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2022, dan kuesioner dengan 8 pertanyaan dikeluarkan melalui google form. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa 82,25% siswa memiliki kesadaran yang baik tentang bagaimana angin dapat digunakan sebagai sumber listrik di pantai selatan Pulau Jawa. Mahasiswa dapat menggunakan keahlian yang ada di masyarakat untuk berkontribusi dalam penciptaan sumber energi terbarukan dan alternatif sebagai generasi penerus.



<https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.ZZZ>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Udara panas dan dingin berbeda suhunya, sedangkan angin adalah pergerakan udara. Di permukaan bumi, variasi tekanan udaralah yang menciptakan variasi suhu udara. Daerah tekanan udara rendah adalah apa yang mendorong zona tekanan udara tinggi (Syamsuarnis & Candra, 2020).

Manusia selalu membutuhkan energi untuk bertahan hidup. Manusia sering menggunakan bahan bakar fosil, yang meliputi sumber energi alam termasuk batu bara, minyak bumi, solar, bensin, dan gas alam. Bahan bakar fosil berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan purba (Solihat, et al. 2018). Pengembangan energi angin sebagai sumber energi alternatif dimungkinkan. Sebuah survei terhadap 20 wilayah Indonesia

oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) mengungkapkan bahwa kecepatan angin rata-rata tahunan bervariasi dari 2 hingga 6 m/s, dengan kecepatan angin rata-rata 5 m/s di beberapa wilayah Indonesia bagian timur (Padmika, 2017). Hal ini menunjukkan bagaimana kecepatan angin di Indonesia tidak merata (Widyanto, et al. 2018).

Seiring bertambahnya populasi dan jumlah kegiatan komunal meningkat, demikian juga permintaan energi. Sumber energi baru dapat ditambahkan untuk mengatasi peningkatan populasi ini. Skenario diversifikasi energi masa depan diantisipasi untuk memanfaatkan sumber energi baru secara aktif karena tidak menimbulkan polusi, tidak terbatas, dan tidak akan pernah habis. Energi potensial, seperti energi angin, dapat diubah menjadi energi baru. Namun, faktor regional memiliki dampak signifikan pada bagaimana kedua sumber energi alternatif ini berkembang (Arota, et al. 2013). Karena angin berfungsi sebagai sumber listrik dan sumber kekuatan yang tak ada habisnya. Konversi energi kinetik menjadi angin menghasilkan sumber energi yang dapat ditemukan di alam. Energi kinetik atau listrik dapat dihasilkan dari energi angin. Karena tidak mengeluarkan CO₂, energi angin memberikan kontribusi yang besar (Mulkan, et al. 2022).

Pada saat pemasangan Sistem Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin (SIPLT-Angin), untuk mencapai hasil terbaik untuk generator skala kecil dan besar, survei data angin harus dilakukan. Tenaga angin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan dan faktor alam mengendalikan arah angin yang ditentukan oleh kondisi alam dengan spesifikasi sebagai berikut: (a) kecepatan rata-rata harian, bulanan dan tahunan; (b) kecepatan angin maksimum dan (c) perubahan arah angin (Arsyad, et al. 2021).

Berdasarkan penjelasan yang diberikan, perlu dikatakan bahwa angin dari alam dapat digunakan sebagai sumber listrik yang disebabkan oleh fakta bahwa sumber daya energi angin berkelanjutan, tidak terbatas, atau selalu tersedia. Ini karena pasokan energi angin dapat diskalakan, tidak terbatas, atau selalu dapat diakses. Akibatnya, penelitian ini menganalisis kesadaran siswa tentang energi angin sebagai pengganti bentuk pembangkit energi tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengetahuan apa saja yang dimiliki mahasiswa pendidikan fisika tentang energi angin sebagai alternatif pengganti listrik.

B. METODE PENELITIAN

Populasi penelitian ini angkatan 2021 sebanyak 111 mahasiswa jurusan pendidikan fisika Universitas Jember, akan diambil sampelnya dengan menggunakan teknik quota sampling. Metode pengambilan sampel kuota menentukan berapa banyak sampel yang akan digunakan menggunakan pendekatan non-probabilitas untuk mengambil kuota dan gunakan setiap sampel sesuai keinginan Anda, dengan mempertimbangkan tuntutannya. Dengan menggunakan strategi pengambilan sampel ini, seseorang mungkin memeriksa perspektif sampel atau korelasi antar sampel (Anieting dan Mosugu, 2017).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu penyelidikan metodis terhadap suatu fenomena melalui pengumpulan data yang dapat dinilai dengan menggunakan matematika, komputasi, dan statistik. Sebuah survei digunakan untuk mengumpulkan data, yang melibatkan pemilihan sampel dari satu demografi dan menggunakan kuesioner untuk mendistribusikan informasi. Mendistribusikan survei melibatkan pengiriman pesan dengan tautan ke survei (*google form*). Penyelidikan ini dilakukan pada bulan Oktober 2022. Ada 8 pertanyaan pertanyaan pada instrumen kuesioner. Pertanyaan ini dimaksudkan untuk menilai pemahaman siswa tentang energi angin sebagai sumber listrik pengganti.

Berdasarkan data yang terkumpul ditentukan kategori pengetahuan siswa. Setelah analisis data untuk setiap pertanyaan, persentase untuk setiap kemungkinan respons akan dihitung, dan proporsi respons yang akurat kemudian dapat dipecah menurut kategori pengetahuan menggunakan tabel kategori pengetahuan di bawah ini:

Tabel 1 Kategori Pengetahuan

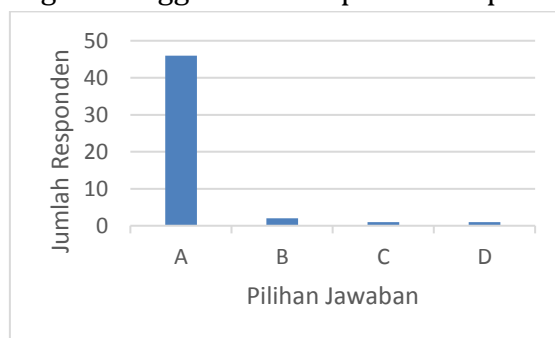
Kategori	Presentase skor benar
Baik	76% - 100%
Cukup	56% - 75%
Kurang	≤ 55%

(Sumber : Arikunto, 2013)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pemahaman mahasiswa tentang energi angin sebagai sumber listrik

Turbin angin merupakan perangkat utama untuk menggunakan energi angin karena memiliki kemampuan menggunakan generator untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Jenis turbin angin yang paling umum, turbin sumbu horizontal, harus digunakan dengan aliran angin berkecepatan tinggi dan ketika turbin dan arah angin identik (Hendri & Sukma, 2020). Jumlah respon energi angin sebagai sumber energi listrik dihitung dengan menggunakan respon 50 responden, yaitu sebagai berikut:



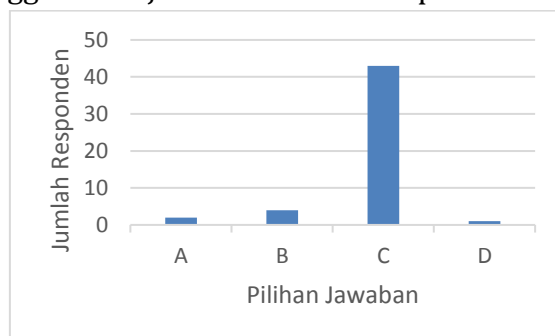
Gambar 1. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan energi angin sebagai salah satu sumber energi listrik

Tanggapan yang tepat untuk pertanyaan survei adalah "a," yang mengacu pada sumber energi listrik. Berdasarkan Gambar 1, terdapat 46 responden yang memilih opsi a. Menurut statistik Arikunto, persentase responden yang memberikan jawaban benar adalah 92% (2013), akibatnya dapat dinyatakan termasuk dalam kategori pengetahuan,

memastikan bahwa siswa memperoleh pengetahuan angin, sumber energi alami, dapat digunakan sebagai sumber listrik.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Energi Terbarukan

Energi angin berpotensi menggantikan energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Sebuah survei terhadap 20 wilayah Indonesia oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) mengungkapkan bahwa kecepatan angin rata-rata tahunan bervariasi dari 2 hingga 6 m/s, dengan kecepatan angin rata-rata 5 m/s di beberapa wilayah Indonesia bagian timur (Padmika, 2017). Jumlah tanggapan terhadap energi terbarukan ditentukan dengan menggunakan jawaban dari 50 responden sebagai berikut:

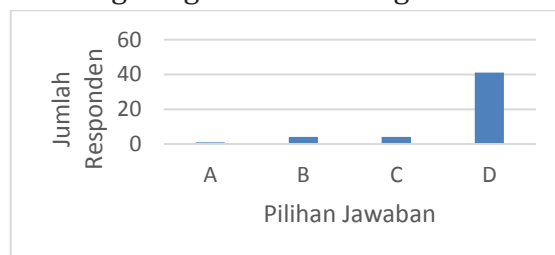


Gambar 2. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan energi terbarukan

Jawaban yang tepat untuk pertanyaan tersebut adalah opsi C karena energi terbarukan tidak terbatas, bebas digunakan, dan tidak pernah habis. Sedangkan energi fosil terbuat dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang punah yang mati jutaan tahun yang lalu, energi tersebut dapat digunakan untuk sementara waktu. Berdasarkan Gambar 2, 43 responden atau siswa memilih opsi C. Persentase responden yang memberikan jawaban benar adalah 86%, dan angka ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan responden memiliki pemahaman yang tinggi tentang energi terbarukan.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Bagaimana Kincir Angin Berfungsi Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Angin menggerakkan bagaimana kincir angin beroperasi dan Poros transmisi yang terhubung ke gearbox berputar sebagai akibat dari bilah kincir serta rasio roda gigi gearbox disesuaikan untuk meningkatkan rotasi poros. Generator akan berputar melalui transmisi sebagai hasil dari putaran turbin yang ditingkatkan sebelumnya. Hal ini menyebabkan generator menghasilkan daya (Laili & Sudarti, 2021). Berdasarkan tanggapan dari 50 responden, hasil pertanyaan tentang pemanfaatan kincir angin sebagai pembangkit listrik tenaga angin adalah sebagai berikut:

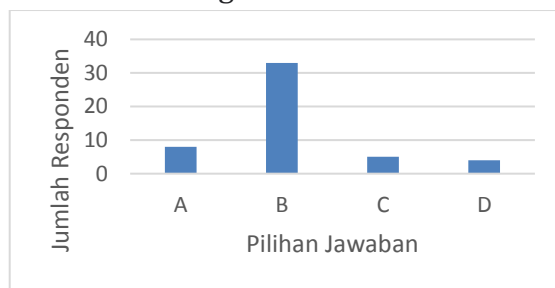


Gambar 3. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan cara kerja kincir angin sebagai pembangkit listrik tenaga angin

Jawaban d yang menjelaskan bagaimana energi angin yang memutar turbin ditransfer untuk memutar baling-baling generator di bagian belakang kincir angin, menghasilkan energi panas, adalah jawaban yang tepat. Berdasarkan Gambar 3, terdapat 41 responden yang memilih respon d. Persentase tanggapan terhadap total responden adalah 82%, dan angka ini termasuk dalam kategori pengetahuan baik, menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang bagaimana kincir angin berfungsi sebagai pembangkit listrik tenaga angin.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Kecepatan Angin Untuk Menggerakkan Turbin

Gradien barometrik adalah salah satu faktor yang dapat mengubah kecepatan angin (perbedaan tekanan udara antara dua isobar yang dipisahkan oleh 111 km (15 meridian) dalam garis lurus). Menurut hukum Stevenson, gradien barometrik meningkat seiring dengan penurunan kecepatan angin, maka semakin kuat angin, semakin besar gradien barometrik (Widyanto, dkk., 2018). Kecepatan angin rata-rata 5-8 m/s dapat menggerakkan turbin. Fasilitas energi angin dapat memanfaatkan angin hingga 5 m/s pada tegangan 12 volt. Ini setara dengan rentang pengukuran 5-8 m/s pada instrumen (Sirad, 2019). Jumlah tanggapan terhadap "kecepatan angin untuk menjalankan turbin" berdasarkan 50 responden adalah sebagai berikut:



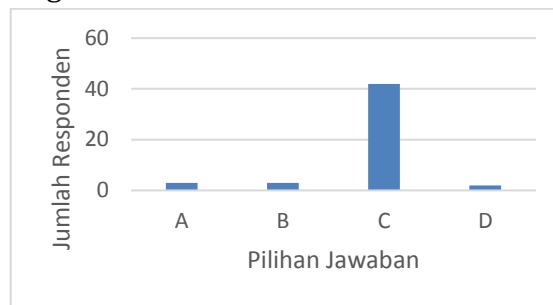
Gambar 4. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan kecepatan angin untuk menggerakkan turbin.

Respon yang tepat pada kuesioner adalah pilihan b, yaitu antara 5 dan 8 m/s. Berdasarkan Gambar 4, 33 responden atau mahasiswa memilih opsi b. Persentase jawaban benar sebesar 66% yang termasuk dalam kategori pengetahuan baik, hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pengetahuan yang cukup tentang kecepatan angin untuk mengoperasikan turbin.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Kawasan Yang Cocok Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Suhu akan lebih tinggi di daerah atau tempat yang menerima sinar matahari dibandingkan dengan yang tidak. Lebih banyak sinar matahari menyebabkan udara bergerak dan mengembang, mengakibatkan tekanan udara rendah di tempat-tempat tersebut. Suhu udara lebih rendah dan tekanan udara lebih tinggi di tempat-tempat yang menerima lebih sedikit sinar matahari. Karena perubahan tekanan udara, udara dapat melakukan perjalanan dari daerah dengan tekanan udara lebih tinggi ke daerah dengan tekanan udara lebih rendah. Pergerakan utama sistem angin harian juga merupakan pergeseran suhu antara siang dan malam. Pergerakan utama sistem angin harian juga merupakan pergeseran suhu antara siang dan malam. Hal ini disebabkan oleh

perbedaan suhu yang signifikan antara udara di darat dan air, atau antara udara di atas tanah berbukit dan tanah di lembah. Jumlah jawaban atas pertanyaan tentang lokasi yang sesuai untuk fasilitas pembangkit listrik tenaga angin, berdasarkan jawaban dari 50 responden, adalah sebagai berikut:

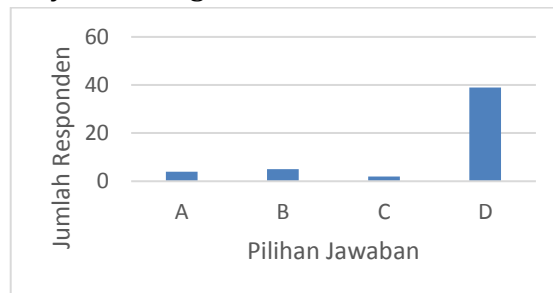


Gambar 5. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan kawasan yang cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin.

Pada kuisisioner tersebut, pilihan jawaban yang tepat adalah c yaitu pantai. Berdasarkan Gambar 5, 42 responden atau siswa memilih opsi C. 84% responden memberikan jawaban, yang dapat dikategorikan sebagai pengetahuan yang baik karena menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang kuat tentang daerah yang cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Fungsi Turbin Angin

Turbin adalah alat berputar yang mengubah energi aliran suatu zat (seperti cairan, gas, atau angin) menjadi energi mekanik, yang memungkinkan alat tersebut berputar. Turbin angin sederhana biasanya memiliki rotor dengan baling-baling di atasnya yang mengumpulkan energi angin dan menggunakannya untuk memutar turbin (Anggraini, dkk., 2016). Jumlah respon terhadap fungsi turbin ditentukan dengan menggunakan respon dari 50 responden, yaitu sebagai berikut:



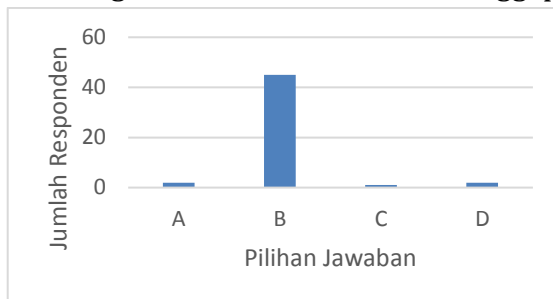
Gambar 6. Diagram jumlah responden dalam analisis pengetahuan fungsi turbin angin.

Jawaban yang tepat pada kuesioner adalah opsi d, yang mengacu pada memutar roda dari putaran rendah ke putaran tinggi. Berdasarkan Gambar 6, 39 responden memilih jawaban d, sesuai dengan hasil survei. Persentase tanggapan tersebut terhadap total responden adalah 78%, dan angka ini termasuk dalam kategori pengetahuan baik, menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang cara mengubah putaran rendah menjadi putaran tinggi.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Dampak Positif Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Fakta bahwa fasilitas tenaga angin terbarukan adalah keuntungan utama mereka. Berbeda dengan bahan bakar fosil yang pada akhirnya akan habis, energi angin dapat

diperbarui dan tidak dibatasi, sehingga tidak akan mengurangi penggunaannya. Jadi, di masa depan, energi angin dapat membantu memastikan keamanan energi global. Selain itu, karena tidak berkontribusi terhadap polusi, energi angin merupakan sumber energi bersih. Jumlah tanggapan terhadap pengaruh yang menguntungkan pada pembangkit listrik tenaga angin adalah sebagai berikut, berdasarkan tanggapan dari 50 responden:

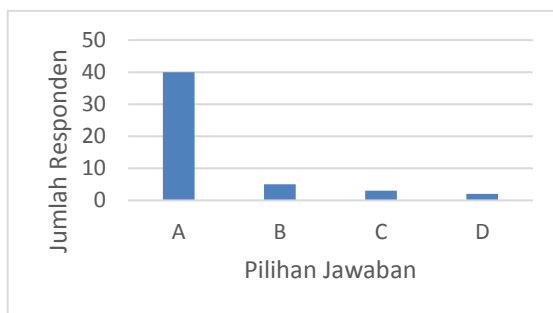


Gambar 7. Diagram yang menunjukkan pengetahuan responden tentang dampak positif yang merugikan pembangkit listrik tenaga angin

Respon yang tepat pada kuesioner adalah opsi B, yang menunjukkan bahwa menggunakannya tidak menghasilkan emisi gas buang. Berdasarkan Gambar 7, terdapat 45 responden yang memilih opsi B. 90% responden memberikan tanggapan, yang dapat dikategorikan sebagai kategori pengetahuan yang baik karena menunjukkan bahwa siswa memiliki informasi yang baik tentang manfaat pembangkit listrik tenaga angin.

Analisis Pengetahuan Mahasiswa Terkait Dampak Negatif Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Kebakaran di turbin angin adalah salah satu kelemahan fasilitas tenaga angin. Hal ini berpotensi untuk menyebarkan gas berbahaya dan memicu kebakaran berantai yang dapat sepenuhnya menghancurkan daerah sekitarnya. Jumlah tanggapan mengenai dampak buruk pada fasilitas tenaga angin, berdasarkan tanggapan dari 50 responden, adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram yang menunjukkan pengetahuan responden tentang dampak negatif yang merugikan pembangkit listrik tenaga angin

Jawaban benar dari kuisisioner adalah pilihan a, yang mengacu pada fakta bahwa penggunaan kincir angin sebagai pembangkit listrik membutuhkan lahan yang cukup luas dan tidak dapat dihindari. Berdasarkan Gambar 8, terdapat 40 responden yang memilih opsi A. Persentase tanggapan adalah 80%, dan angka ini termasuk dalam kategori pengetahuan baik, artinya siswa memiliki pemahaman yang kuat tentang efek merugikan dari fasilitas pembangkit listrik tenaga angin.

Pengetahuan mahasiswa Universitas Jember angkatan 2021 yang mempelajari pendidikan fisika, yang ditentukan dari hasil percakapan yang telah diberikan, jika dihitung sebanyak 50 sampel, menghasilkan skor jawaban yang akurat sebagai berikut:

Tabel 2 Tanggapan yang Benar untuk Setiap Aspek Pengetahuan

No	Aspek Pengetahuan	Jawaban benar
1	Angin sebagai salah satu sumber energi listrik	46
2	Energi terbarukan	43
3	Cara kerja kincir angin sebagai pembangkit listrik tenaga angin	41
4	Kecepatan angin untuk menggerakkan turbin	33
5	Kawasan yang cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin	42
6	Fungsi turbin angin	39
7	Dampak positif pada pembangkit listrik tenaga angin	45
8	Dampak negatif pada pembangkit listrik tenaga angin	40
Total Jawaban Benar		329

Berdasarkan Tabel 2 terdapat 329 jawaban akurat dari 50 sampel, dan Arikunto (2013) melaporkan bahwa skor tertinggi untuk jawaban benar dari 50 sampel adalah 400, yang menunjukkan bahwa 82,25% pertanyaan dari 50 sampel memiliki jawaban akurat. Presentase ini termasuk dalam kategori pengetahuan baik, hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan fisika Universitas Jember tahun 2021 memiliki pemahaman yang kuat tentang energi angin sebagai sumber energi alternatif pengganti listrik. Hal ini dikarenakan setiap anggota kelas Pendidikan Fisika Universitas Jember angkatan 2021 memiliki keunikan materi dan pengetahuan tentang energi angin sebagai sumber energi pengganti listrik. Siswa didorong untuk menggunakan informasi ini untuk digunakan di komunitas lokal mereka sehingga dapat menyoroti pentingnya generasi berikutnya dalam penciptaan sumber energi alternatif dan terbarukan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Temuan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menilai seberapa efektif mahasiswa pendidikan fisika memahami energi angin sebagai pengganti sumber listrik konvensional. Angkatan mahasiswa 2021 pada program Pendidikan Fisika Universitas Jember mahir menghitung kecepatan angin untuk pengoperasian turbin. Pengetahuan yang sangat baik tentang angin sebagai sumber energi listrik, energi terbarukan, bagaimana kincir angin bekerja sebagai pembangkit listrik tenaga angin, di mana meletakkan pembangkit listrik tenaga angin, bagaimana turbin angin beroperasi, kelebihan dan kekurangan pembangkit listrik tenaga angin, dll sehingga memiliki Prospek penggunaan sumber daya alternatif di masa depan.

REFERENSI

- Anggraini, F. Surtono, A. Pauzi, G.A. 2016. Pemanfaatan Energi Angin Pada Sepeda Motor Bergerak Untuk Menyalakan Lampu. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 4(2).
- Arota, A.S. Kolibu, H.S. Lumi, B.M. 2013. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan *Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (HOMER)*. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, 2(2).
- Arsyad, M.I. Imansyah, F. Marpaung, J. Ratiandi, R. 2021. Pengembangan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Nelayan Guna Meningkatkan Kapasitas Ikan Tangkapan. *Jurnal Pengabdian*, 4(1).

- Aziz, M.A.S. Sukma, H. 2020. Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Energi Penerangan Jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1).
- Laili, B.N. Sudarti, 2021. Analisis Pengetahuan Mahasiswa Pendidikan Fisika Tentang Pemanfaatan Angin Sebagai Sumber Energi Di Pantai Selatan Jawa. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 9(1).
- Mulkan, A. Nazaruddin, Abd, M. 2022. Analisis Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Pembangkit Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik UNIDA*, 3(1).
- Mustika, L. 2020. Pengembangan Media Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 3(2).
- Sirad, M.A.H. (2009). Optimasi sistem pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga diesel berbasis fuzzy logic. *Jurnal PROtek*, 6(2).
- Solihat, I. Astuti, F. Setyowati, A.D. 2018. Kajian Potensi Angin Sebagai Energi Alternatif Dan Terbarukan Pembangkit Listrik Di Universitas Pamulang. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1).
- Syamsuarnis, Candra, O. 2020. Pembangkit Listrik Tenaga Angin sebagai Energi Listrik Alternatif bagi Masyarakat Nelayan Muaro Ganting Kelurahan Parupuk Kecamatan Koto Tangah. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*. 6(2).
- Tharo, Z. Hamdani, Andriana, M. 2019. Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya dan Angin Sebagai Sumber Alternatif Menghadapi Krisis Energi Fosil Di Sumatera. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(4).
- Widyanto, S.W. Wisnugroho, S. Agus, M. 2018. Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Pulau Wangi-Wangi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 13(3).