

## TINJAUAN HOLISTIK: MEMBAHAS POTENSI PENUH ANGIN SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Nur Wahyuni<sup>1</sup>, Yushardi<sup>2</sup>, Sudarti<sup>3</sup>

[nurwahyuniputri55@gmail.com](mailto:nurwahyuniputri55@gmail.com)<sup>1</sup>, [yushardi.fkip@unej.ac.id](mailto:yushardi.fkip@unej.ac.id)<sup>2</sup>,  
[sudarti.fkip@unej.ac.id](mailto:sudarti.fkip@unej.ac.id)<sup>3</sup>

Universitas Jember

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi besar energi angin sebagai sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. Penelitian ini menyelidiki kemajuan teknologi, manfaat lingkungan, dan kelayakan ekonomi dari pemanfaatan tenaga angin untuk memitigasi perubahan iklim dan memastikan masa depan energi yang lebih bersih. Dengan mengkaji kondisi energi angin secara global saat ini, Penelitian ini mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan peluang inovasi, serta menyoroti peran penting energi angin dalam transisi menuju perekonomian rendah karbon. Tinjauan ini juga membahas tantangan dan keterbatasan yang terkait dengan energi angin, termasuk intermiten, polusi udara, dan dampak visual, serta mengusulkan strategi untuk mengatasi masalah ini. Pada akhirnya, Penelitian ini memberikan pemahaman holistik tentang pentingnya energi angin dalam lanskap energi global dan potensinya untuk berkontribusi secara signifikan terhadap bauran energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Angin, Potensi angin, Energi terbarukan.

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang besar dan beragam, termasuk potensi yang besar dalam pengembangan energi terbarukan. Negara kepulauan ini memiliki berbagai sumber energi terbarukan yang dapat segera dimanfaatkan dan diterapkan, seperti energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi air, serta energi biomassa. Dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki kesempatan besar untuk mengembangkan dan memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan ini secara optimal demi mendukung kebutuhan energi nasional yang berkelanjutan. Pemanfaatan energi terbarukan ini tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi, tetapi juga dapat mendorong pertumbuhan ekonomi, menciptakan lapangan kerja baru, serta berkontribusi pada upaya pengurangan emisi gas rumah kaca dan pelestarian lingkungan. Dengan komitmen dan langkah-langkah strategis yang tepat, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi negara terdepan dalam pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan di kawasan Asia Tenggara.

Energi merupakan kebutuhan fundamental bagi manusia dalam menjalankan aktivitas kehidupannya sehari-hari. Seiring dengan peningkatan taraf hidup dan perkembangan masyarakat, kebutuhan energi pun terus mengalami peningkatan yang signifikan. Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, termasuk energi listrik. Saat ini sumber energi manusia adalah bahan bakar fosil, seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi, namun jumlahnya terbatas karena proses penguraiannya sangat lama. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan energi listrik pun semakin meningkat, hal ini tercermin dari naiknya harga minyak dunia (Afidah et al., 2023).

Angin adalah pergerakan udara yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti rotasi bumi dan perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin cenderung bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Proses pemanasan oleh matahari menyebabkan udara memuai, sehingga massa jenisnya menjadi lebih ringan dan naik

karena tekanan udara menurun. Udara di sekitarnya mengalir menuju daerah dengan tekanan rendah, sementara udara yang telah memuai turun kembali ke tanah setelah mendingin. Pemanasan ulang udara di atas tanah menyebabkannya naik kembali, menciptakan aliran konveksi antara udara panas yang naik dan udara dingin yang turun. Sebagian besar energi angin dimanfaatkan untuk dikonversi menjadi energi listrik melalui penggunaan kincir angin. Kincir angin digunakan untuk menggerakkan peralatan mekanik guna melakukan pekerjaan fisik seperti penggilingan atau pemompaan air. Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang melimpah, tidak terbatas, dan tersebar luas secara geografis (Ramadhan et al., 2021).

Energi alternatif merupakan sumber daya energi yang dapat berfungsi sebagai alternatif untuk menggantikan penggunaan energi dari sumber bahan bakar konvensional, seperti minyak bumi dan batu bara. Sementara itu, energi terbarukan adalah jenis energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui secara alami, seperti sinar matahari, angin, air, dan biomassa. Energi terbarukan ini dihasilkan melalui proses alam yang berkelanjutan dan tidak menguras sumber daya alam secara permanen. Dengan kata lain, sumber energi terbarukan ini dapat diperbaharui dengan sendirinya dalam jangka waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan sumber energi konvensional yang membutuhkan waktu ratusan hingga ribuan tahun untuk terbentuk kembali. Keberadaan energi terbarukan di alam memastikan bahwa pasokan energinya selalu tersedia, sehingga tidak perlu khawatir tentang ketersediaan jumlahnya di masa depan. Oleh karena itu, pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan menjadi sangat penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (Priyambodo, 2019).

Menurut sumber yang ada, penggunaan tenaga angin telah dimulai sejak tahun 2000 SM sebagai alternatif sumber energi. Potensi pemanfaatan energi angin di Indonesia juga sangat besar karena sebagian besar wilayahnya terdiri dari pesisir dengan angin yang bertiup kencang. Peran energi angin adalah menghubungkan kincir angin dengan generator untuk menciptakan listrik, memberikan manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Secara umum, energi angin memiliki beberapa keunggulan seperti digunakan sebagai sumber tenaga untuk memompa air di pertanian, menggiling rempah-rempah dan biji-bijian, serta produksi garam laut. Selain itu, juga menjadi sumber utama tenaga bagi turbin angin yang dapat menghasilkan listrik (Lathifa et al., 2023).

Turbin angin adalah teknologi yang mengubah energi angin menjadi energi mekanik, yang kemudian dikonversi lagi menjadi energi listrik. Putaran poros turbin angin dihubungkan ke generator untuk menghasilkan listrik. Salah satu jenis turbin angin yang telah diteliti sebelumnya adalah turbin angin sumbu vertikal (VAWT). VAWT memiliki sumbu rotasi yang tegak lurus dengan arah angin, sehingga rotornya dapat berputar pada semua arah angin. VAWT memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah memiliki torsi yang tinggi, sehingga dapat berputar pada kecepatan angin yang rendah. Generator juga dapat ditempatkan di bagian bawah turbin, sehingga memudahkan perawatan, dan kinerja turbin tidak dipengaruhi oleh arah angin. Namun, VAWT juga memiliki kekurangan. Kecepatan angin di bagian bawah turbin sangat rendah, sehingga jika tidak menggunakan menara, akan menghasilkan putaran yang rendah. Selain itu, efisiensi VAWT juga lebih rendah dibandingkan turbin angin sumbu horizontal (HAWT) (Tharo et al., 2019).

## **METODOLOGI**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi literatur atau tinjauan pustaka (*literature review*). Penelitian ini akan melakukan kajian mendalam terhadap berbagai sumber literatur yang relevan dengan tujuan mengeksplorasi potensi energi angin sebagai sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. Analisis akan dilakukan terhadap kemajuan teknologi, manfaat lingkungan, kelayakan ekonomi, serta tantangan dan keterbatasan yang terkait dengan pemanfaatan energi angin. Tidak ada rencana untuk melakukan penelitian empiris atau pengumpulan data primer, sehingga fokus penelitian utamanya adalah pada kajian dan analisis literatur yang ada.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Indonesia memiliki potensi besar dalam energi angin, terutama di daerah pesisir dan pegunungan. Penggunaan potensi ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kebutuhan energi listrik nasional, membantu dalam diversifikasi sumber energi, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan meningkatkan ketahanan energi negara. Selain itu, hal ini dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan berperan dalam upaya global mengatasi perubahan iklim. Contoh pemanfaatan energi angin sudah terlihat di beberapa daerah seperti Blang Krueng di Baitussalam, serta di Nusa Penida dan Nusa Lembongan di Bali. Pengembangan infrastruktur yang mendukung, termasuk pembangunan farm angin, jaringan transmisi, dan penelitian tentang teknologi terbaru, menjadi krusial. Industri energi angin juga bisa menjadi sumber pengembangan keterampilan dan penciptaan lapangan kerja baru di Indonesia, dengan pelatihan tenaga kerja untuk instalasi, pemeliharaan, dan manajemen sistem energi angin. Namun, pemanfaatan energi angin di Indonesia dihadapkan pada beberapa tantangan seperti ketersediaan lahan, ketidakpastian kebijakan, dan keterbatasan infrastruktur. Untuk mengatasinya, diperlukan kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat. Implementasi energi angin harus diarahkan pada keberlanjutan jangka panjang dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Perencanaan yang matang dan kebijakan yang mendukung akan menjadi kunci keberhasilan dalam memanfaatkan potensi energi angin di Indonesia, yang juga dapat memberikan manfaat ekonomi dan sosial bagi daerah setempat melalui pembangunan infrastruktur dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Indonesia, dengan wilayah yang luas dan beragam kondisi geografisnya, memiliki potensi energi angin yang sangat besar. Faktor-faktor seperti topografi, pola angin, dan letak geografis membuat Indonesia menjadi tempat yang ideal untuk pengembangan energi angin. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi wilayah-wilayah di Indonesia yang memiliki potensi angin tinggi, dengan tujuan untuk memanfaatkan sumber daya secara efisien dan berkelanjutan. Salah satu penelitian yang relevan adalah kajian yang dilakukan oleh Numberi et al. (2023), yang memfokuskan pada potensi angin laut di pulau-pulau kecil di pesisir utara Provinsi Papua. Temuan mereka menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki potensi angin yang sangat baik untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), yang dapat menjadi sumber energi terbarukan yang signifikan bagi daerah tersebut. Selain itu, Sary et al. (2022) telah melakukan analisis potensi energi angin tahunan di sekitar Banda Aceh dan sekitarnya. Hasil penelitian mereka mengidentifikasi beberapa wilayah di Banda Aceh yang memiliki potensi angin yang cukup tinggi untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Temuan ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga hybrid di daerah tersebut. Penelitian lainnya, yang dilakukan oleh Lathifah et al. (2023),

memiliki cakupan yang lebih luas dalam menganalisis potensi pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi listrik di Indonesia. Mereka menemukan bahwa wilayah-wilayah seperti Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Jawa Timur, dan sebagian wilayah Sumatera memiliki potensi angin yang tinggi. Informasi ini menjadi dasar penting dalam merencanakan dan mengembangkan infrastruktur PLTB di wilayah-wilayah tersebut. Pentingnya mengidentifikasi wilayah-wilayah dengan potensi angin tinggi adalah untuk memastikan bahwa pembangunan PLTB dapat dilakukan secara efisien dan optimal. Dengan mengetahui lokasi-lokasi yang memiliki potensi angin yang baik, pemanfaatan energi angin dapat menjadi bagian integral dari upaya Indonesia dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mendukung transisi menuju energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Secara sederhana, teknologi turbin angin bekerja berdasarkan teori momentum. Angin dengan kecepatan tertentu menabrak rotor yang memiliki bentuk sayap atau propeller. Dalam model sederhana, aliran angin diasumsikan steady, mendatar, incompressible, dan inviscid, serta aliran downstream konstan di sekitar streamtube. Turbin angin dibagi menjadi dua jenis utama: turbin angin poros horizontal (HAWT) dan turbin angin poros vertikal (VAWT). Turbin angin poros horizontal, atau jenis turbin angin propeller dengan poros horizontal, harus diarahkan sesuai dengan arah angin yang paling kencang, dan daya keluarannya bervariasi linear dengan luas sapuan rotor. Sementara turbin angin poros vertikal, atau jenis turbin angin Darrieus dengan poros vertikal, tidak memerlukan mekanisme orientasi arah angin, namun perhitungan luas sapuan rotornya lebih kompleks, meskipun dapat disederhanakan dengan asumsi blade berbentuk parabola. Setiap jenis turbin angin memiliki ukuran dan efisiensi yang berbeda, sehingga pemilihan jenis yang tepat untuk suatu aplikasi memerlukan pengetahuan dan pengalaman.

Energi baru dan terbarukan, seperti energi air (hidro) dan angin, merupakan solusi untuk menggunakan teknologi yang ramah lingkungan dalam sistem pembangkit listrik. Pada tahun 2007, komposisi penggunaan energi baru terbarukan di Indonesia sudah mencapai 4,4%. Pemanfaatan energi air mencapai 8,6%, di antaranya Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sebesar 0,216% dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin sebesar 0,028% secara nasional. Pada tahun 2012, total kapasitas terpasang sistem pembangkit yang mengonversi tenaga angin di Indonesia baru sebesar 2,731 Megawatt. Pemanfaatan energi air di Indonesia ditargetkan mencapai 50 Megawatt untuk pembangkit listrik tenaga mini dan mikro hidro pada tahun 2019. Meskipun pembangkit berbasis air merupakan teknologi yang ramah lingkungan (green energy), tetap perlu diperhatikan dampaknya terhadap lingkungan, seperti ketersediaan lahan, kualitas air, dan emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>).

Pemanfaatan energi angin di Indonesia masih belum mendapatkan perhatian khusus. Namun, beberapa daerah di Indonesia, seperti Desa Tamanjaya, Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, memiliki potensi untuk dibangun pembangkit listrik tenaga angin dengan kapasitas 100 Kilowatt. Secara teori, mendirikan pembangkit listrik tenaga angin tidak sesulit pembangkit listrik lainnya, dengan kecepatan angin minimum 3 m/s. Namun, perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti lokasi geografis, perubahan suhu, kecepatan rata-rata angin pada ketinggian tertentu, distribusi angin, arah angin, dan kerapatan daya angin (wind power density). Pembangkit listrik tenaga angin juga dianggap dapat mendukung ketahanan energi di Indonesia.

Pemanfaatan tenaga angin sebagai sumber energi terbarukan memberikan manfaat lingkungan yang signifikan dalam upaya memitigasi perubahan iklim dan memastikan

masa depan energi yang lebih bersih. Berikut adalah beberapa manfaat lingkungan yang terkait dengan pemanfaatan tenaga angin:

1. Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca : Tenaga angin tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida, metana, dan nitrogen oksida yang berkontribusi pada perubahan iklim. Dengan demikian, penggunaan tenaga angin sebagai sumber energi dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi perubahan iklim.
2. Mengurangi Ketergantungan pada Bahan Bakar Fosil : Tenaga angin tidak memerlukan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Dengan demikian, penggunaan energi angin membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang terbatas dan berdampak negatif pada lingkungan, serta mengurangi jejak karbon.
3. Mengoptimalkan Penggunaan Sumber Daya Alam : Tenaga angin menggunakan sumber daya alam yang tidak terbatas dan gratis, seperti angin. Dengan demikian, penggunaan energi angin membantu mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang ada dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang terbatas.
4. Mengurangi Polusi Udara : Tenaga angin tidak menghasilkan polusi udara seperti partikulat, nitrogen oksida, dan sulfur dioksida yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Dengan demikian, penggunaan tenaga angin membantu mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas udara.
5. Meningkatkan Kualitas Lingkungan : Penggunaan tenaga angin sebagai sumber energi terbarukan membantu meningkatkan kualitas lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, polusi udara, dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan demikian, penggunaan energi angin membantu memastikan masa depan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Dalam sintesis, pemanfaatan tenaga angin sebagai sumber energi terbarukan memberikan manfaat lingkungan yang signifikan dalam upaya memitigasi perubahan iklim dan memastikan masa depan energi yang lebih bersih. Dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam, mengurangi polusi udara, dan meningkatkan kualitas lingkungan, penggunaan energi angin membantu menciptakan masa depan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Adapun Penggunaan energi angin sebagai sumber energi terbarukan memiliki keuntungan ekonomi yang besar dalam upaya mengatasi perubahan iklim dan memastikan masa depan energi yang lebih bersih. Ini terbukti dengan beberapa argumen yang mendukung, seperti mengurangi ketergantungan pada impor bahan bakar fosil, menciptakan lapangan kerja baru, mengurangi emisi gas rumah kaca, menghemat biaya operasional, dan dukungan pemerintah yang kuat.

Untuk meningkatkan pemanfaatan energi angin di Indonesia, beberapa upaya yang dapat dilakukan antara lain:

1. Meningkatkan frekuensi survei potensi angin diseluruh Indonesia untuk mendapatkan data yang valid
2. Melakukan studi kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA)
3. Memprioritaskan pembangunan PLTA di daerah 3T (Terdepan, Terluar, Tertinggal)
4. Membuat kebijakan agar pemerintah daerah wajib membangun dan mengelola PLTA

Energi angin memiliki peran penting dalam lanskap energi global karena potensinya untuk menjadi sumber energi yang bersih, terbarukan, dan ramah lingkungan. Berkontribusi secara signifikan terhadap bauran energi yang berkelanjutan, energi angin dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan

berkontribusi pada perubahan iklim. Salah satu keunggulan utama energi angin adalah kemampuannya untuk menghasilkan listrik tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara lainnya. Dengan demikian, penggunaan energi angin dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu, energi angin juga merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui secara alami, artinya tidak terbatas dan tidak akan habis. Dengan teknologi yang terus berkembang, potensi energi angin untuk menghasilkan listrik semakin meningkat, bahkan di daerah-daerah yang sebelumnya dianggap tidak layak untuk pembangunan pembangkit listrik lainnya. Dengan menyatukan energi angin dengan sumber energi terbarukan lainnya seperti energi surya dan hidroelektrik, dapat diciptakan bauran energi yang berkelanjutan dan dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan energi global di masa depan. Ini akan membantu mengurangi risiko terhadap fluktuasi harga bahan bakar fosil dan meningkatkan keamanan energi global secara keseluruhan. Dengan demikian, pentingnya energi angin dalam lanskap energi global tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi, tetapi juga lingkungan dan sosial. Kontribusinya yang signifikan terhadap bauran energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan membuatnya menjadi salah satu solusi utama dalam upaya mengatasi tantangan energi dan lingkungan di masa depan.

## **KESIMPULAN**

Pemanfaatan energi angin merupakan langkah penting dalam menjaga keberlanjutan energi global. Dengan sifatnya yang bersih dan ramah lingkungan, energi angin memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, serta meningkatkan kesehatan manusia dengan mengurangi ketergantungan pada pembakaran bahan bakar fosil.

Meskipun pemanfaatan energi angin di Indonesia masih terbatas, terutama di daerah-daerah seperti Jawa Barat, langkah-langkah konkret dapat diambil untuk memperluas penggunaannya. Survei potensi angin secara rutin, studi kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA), serta prioritas pembangunan PLTA di daerah 3T (Terdepan, Terluar, Tertinggal) menjadi hal yang sangat penting. Selain itu, kebijakan yang mendukung dan memprioritaskan pembangunan PLTA oleh pemerintah daerah juga diperlukan untuk mendorong perkembangan energi angin di Indonesia.

Dengan menyatukan energi angin dengan sumber energi terbarukan lainnya seperti energi surya dan hidroelektrik, dapat diciptakan bauran energi yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi global di masa depan. Upaya bersama dalam mengoptimalkan potensi energi angin tidak hanya akan memberikan manfaat lingkungan yang besar, tetapi juga mendukung upaya global dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan di era yang akan datang.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adam, M., P. Harahap., dan M. R. Nasution. 2019. Analisa pengaruh perubahan kecepatan angin pada pembangkit Listrik tenaga angin (PLTA) terhadap daya yang dihasilkan generator DC. *Jurnal Teknik Elektro*. 2(1):30-36
- Afidah, Z., Y. Yushardi., dan S. Sudarti. 2022. Analisis potensi pembangkit listrik tenaga bayu dengan turbin angin sumbu vertikal di kecamatan sangkapura kabupaten Gresik. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan material*. 7(1):8-14
- Aini, Q., dan Sudarti. 2023. Analisis potensi angin menggunakan turbin angin sebagai energi terbarukan pembangkit Listrik tenaga bayu (PLTB). *Jurnal Multidisiplin Saintek*. 01(11):71-80

- Andianti,P.W., dan Yushardi. 2022. Potensi pembangkit Listrik tenaga angin sebagai alternatif penerangan jalan di Pantai Bambang Kabupaten Lumajang. *Jurnal Ilmiah Agama dan Budaya*. 7(2):123-130
- Ardiana,J.D.P., Yusardhi., Sudarti. 2023. Analisis potensi energi angin sebagai PLTB di Pantai Watu Ulo Jember menggunakan data BMKG. *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*. 2(4):962-965
- Hakim,R,R,A. 2020. Model energi indonesia, tinjauan potensi energy terbarukan untuk ketahanan energi di indonesia: literatur review. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat*. 1(1):1-11
- Lathifah, H., Sudarti., dan Yushardi. 2023. Analisis potensi pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi Listrik di Indonesia. *Jurnal Pendidikan, sains dan teknologi*. 2(4):1005-1009
- Mahartika,D., Sudarti., dan Yushardi. 2022. Analisis pengetahuan mahasiswa Pendidikan fisika tentang energi angin sebagai energi alternatif pembangkit Listrik. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 5(2):362-370
- Mawardi., M.K.Wiguna., S.M.Katjong., F.Aziz., dan Mukhlisin. 2021. Teknologi hybrid energi angin dan energi matahari sebagai sumber energi Listrik. *Journal Of Electrical Engginering(joule)*. 2(2):100-106
- Mulkan,A., Nazaruddin., M.Abd. 2022. Analisis pemanfaatan energi angin sebagai sumber pembangkit energi Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik UNIDA*. 3(1):74-83
- Murniati,M.E., dan Sudarti. 2021. Analisis potensi energi angin sebagai pembangkit energi Listrik tenaga angin di daerah Banyuwangi Kota menggunakan database online-BMKG. *Jurnal Surya Energy*. 6(1):9-16
- Novrita, R. R., Sudarti., dan Yushardi. 2021. Analisis potensi energi angin di tambak untuk menghasilkan energi Listrik. *Journal of research education chemistry*. 3(2):96-112
- Numberi, J.J., Siregar, S, P., Uniplaita, T, K, M., Allo, R., Werdhani, A,S., Joni., Palamba,P., Liga, M., Oktaviani, T,W., dan Manalu, M,R. 2023. Kajian potensi angin laut sebagai sumber energi terbarukan pembangkit Listrik pulau kecil di pesisir utara provinsi papua. *Jurnal Asimetrik*. 5(2):273-284
- Nuryanto., S.Melinda., dan S.Pancariniwati. 2023. Pemanfaatan data arah dan kecepatan angin sebagai potensi energi alternatif di Sorong. *Jurnal Buletin GAW Bariri*. 4(2):9-17
- Pane,M.W., Andreas., dan E.Samosir. 2023. Perancangan turbin angin vertical modifikasi darrieus menggunakan geometri airfoil naca 2414. *Journal of mekanikan mechanical engineering manufactures, Materials and energy*. 7(2):178-187
- Priyambodo, A, D., Agung, A,I. 2019. Prototype pembangkit listrik tenaga angin menggunakan generator DC di pelabuhan tanjung perak surabaya. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(2):285-292
- Putri, R., Hasibuan, A., Ezwarsyah., Jannah, M., Kurniawan, R., Siregar, W, V., dan Sayuti, M. 2022. Pembangkit Listrik tenaga bayu sumber alternatif pada masjid Tengku bullah universitas malikussaleh. *Jurnal Teknik Elektro*. 2(2):1-6
- Ramadhan,M.R., S.Sasmono., dan C.Ekaputri. 2021. Perancangan prototipe konversi hybrid energi suara, energi tekanan dan energi angin menjadi energi Listrik menggunakan komponen piezoelektrik. *e-Proceeding of Engineering*. 8(5):4447-4457
- Safitri, R., Sudarti., dan Yushardi. 2023. Mekanisme kincir angin sebagai sumber energi. *Jurnal Mekanova*. 9(1):84-89
- Saputra,D.T.S., dan B.Eriyanto. 2024. Konversi energi angin: Investigasi Komprehensif terhadap teknologi turbin angin. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 1(12):277-280
- Sary,R., A,Syuhada., dan T. Dzulfadli., 2022. Analisis potensi energi angin tahunan sebagai pembangkit Listrik tenaga hybrid di Banda Aceh dan sekitarnya. *Jurnalpolimesin*. 20(1):36-41
- Syamsuarnis., dan Candra, O. 2020. Pembangkit Listrik tenaga angin sebagai energi listrik alternatif bagi Masyarakat nelayan muaro ganting kelurahan parupuk kecamatan koto Tengah. *Jurnal Teknik elektro dan vokasional*. 6(2):44-47
- Swardika, I, K., dan Santiary, P, A, W. 2019. Karakteristik potensi angin sebaagai sumber energi terbarukan di Indonesia dari data satelit remote sensing. *Jurnal teknologi terapan*. 5(1):26-32