



STUDI PERANCANGAN WIND ENERGY GUNA MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK DI LAPANGAN ARAFURU AKADEMI TNI ANGKATAN LAUT (AAL)

Design Study of Wind Energy to Meet Electricity Needs at Arafuru Field, Indonesian Navy Academy (AAL)

Tri Bagas Waras^{1*}, Wujud Wiyono¹

¹ Akademi Angkatan Laut

*Penulis korespondensi, Surel: wewekambani971@gmail.com

Abstract

Indonesia's dependence on fossil energy, which reaches 98%, results in high CO₂ emissions and energy costs. This study aims to design a wind energy system to meet electricity needs at the Arafuru Field of the Indonesian Navy Academy (AAL), which is strategically located near the coast with adequate wind potential. A quantitative research method was used by collecting wind speed data for three months (January-March 2025) at coordinates 7.21755° S, 112.71022° E. The data shows an average wind speed of 2.32 m/s with unpredictable direction. Based on the analysis, the SH-X 10000 vertical wind turbine was selected as the most suitable solution. Calculation results show that one turbine unit can generate power of 104,999 watts, so to meet the total power requirement of 109,120 watts, at least 2 wind turbine units are needed. This system not only reduces dependence on PLN and fossil energy but also has the potential to reduce CO₂ emissions and can be utilized as a learning laboratory for AAL cadets. The implementation of wind energy at AAL's Arafuru Field is expected to be a concrete step in the transition towards renewable energy in the military environment.

Keywords: wind energy, vertical wind turbine, renewable power generation, Indonesian Navy Academy, Arafuru Field, SH-X 10000, CO₂ emissions, fossil energy

Abstrak

Ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil yang mencapai 98% mengakibatkan tingginya emisi CO₂ dan biaya energi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pembangkit listrik tenaga angin (wind energy) untuk memenuhi kebutuhan listrik di Lapangan Arafuru Akademi TNI Angkatan Laut (AAL), yang berlokasi strategis di dekat pesisir laut dengan potensi angin yang memadai. Metode penelitian kuantitatif digunakan dengan mengumpulkan data kecepatan angin selama tiga bulan (Januari-Maret 2025) di koordinat 7,21755° S, 112,71022° T. Data menunjukkan kecepatan angin rata-rata sebesar 2,32 m/s dengan arah yang tidak menentu. Berdasarkan analisis, turbin angin vertikal tipe SH-X 10000 dipilih sebagai solusi yang paling sesuai. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa satu unit turbin dapat menghasilkan daya sebesar 104.999 watt, sehingga untuk memenuhi kebutuhan daya total 109.120 watt, diperlukan minimal 2 unit turbin angin. Sistem ini tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap PLN dan energi fosil, tetapi juga berpotensi menurunkan emisi CO₂ dan dapat dimanfaatkan sebagai laboratorium pembelajaran bagi taruna AAL. Implementasi wind energy di Lapangan Arafuru AAL diharapkan menjadi langkah konkret dalam transisi menuju energi terbarukan di lingkungan militer.

Kata kunci: energi angin, turbin angin vertikal, pembangkit listrik terbarukan, Akademi TNI Angkatan Laut, Lapangan Arafuru, SH-X 10000, emisi CO₂, energi fosil

1. Pendahuluan

Di era digitalisasi dan modernisasi, ketergantungan manusia terhadap listrik semakin kritis. Namun, 98% pasokan listrik Indonesia masih bergantung pada energi fosil, yang tidak hanya mahal tetapi juga menyumbang 60% emisi CO₂ nasional (IPCC, 2023). Jika tidak ada intervensi, diperkirakan pada 2050, kenaikan suhu global akan mencapai 2°C, memicu bencana

iklim yang mengancam stabilitas nasional. Salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit adalah energi angin. Menurut Global Wind Energy Council (GWEC, 2023), kapasitas pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) global telah mencapai 906 GW pada tahun 2023, dengan pertumbuhan rata-rata 9% per tahun. Keunggulan energi angin terletak pada ramah lingkungan, ketersediaan yang melimpah, dan biaya operasional yang rendah setelah infrastruktur terpasang (IRENA, 2022).

Sebagai Negara kepulauan, Indonesia dapat menggunakan energi angin sebagai salah satu pembangkit energi, karena kecepatan angin di Indonesia terutama di sekitaran lapangan Akademi Angkatan Laut tergolong stabil dan konsisten. Akademi Angkatan Laut memiliki area lapangan yang luas, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai area pembangkit listrik sehingga penggunaan listrik tidak terlalu bergantung ke pihak PLN. Selain itu angin merupakan energi alam yang dapat dimanfaatkan tanpa batas dan dapat mengurangi penggunaan energi listrik yang bersumber dari fosil yang juga diharapkan dapat sedikit memperbaiki kualitas udara. Sehingga energi yang dihasilkan dari angin kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui sistem turbin. Selain itu, pemanfaatan Energi angin dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, khususnya CO₂, karena produksi energi listrik melalui turbin angin tidak menghasilkan emisi CO₂. (Mulkan & Abd, 2022)

Pengembangan sistem wind energy menjadi salah satu pilihan tepat untuk di terapkan pada lingkungan Akademi TNI Angkatan Laut khususnya di lapangan Arafuru Akademi TNI Angkatan Laut karena lokasinya yang berada paling dekat dengan pesisir laut sehingga angin yang dihasilkan sangat cukup untuk menggerakkan wind energy selain dapat diubah menjadi energi listrik, wind energy juga dapat dijadikan laboratorium pembelajaran bagi taruna Akademi TNI Angkatan Laut.

Dalam hal ini untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan berganti menjadi energi terbarukan, penulis mengambil ide untuk membuat tulisan "Studi Perancangan Wind Energy Guna Memenuhi Kebutuhan Listrik di Lapangan Arafuru Akademi Angkatan Laut".

2. Metode

2.1 Metode Penelitian

Kuantitatif dipilih karena karakteristik permasalahan penelitian memerlukan analisis data terukur, objektif, dan berbasis angka. Misalnya, jika penelitian bertujuan mengukur pengaruh, hubungan, atau perbedaan antarvariabel, pendekatan kuantitatif lebih efektif dibanding kualitatif. Menurut pendapat Creswell (2014) pendekatan penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hipotesis dan menjelaskan hubungan antara variabel dengan menggunakan statistik. sedangkan Sugiyono (2017) berpendapat bahwa metode penelitian yang berlandaskan pada pengukuran yang dapat dinyatakan dalam bentuk angka. Berdasarkan pendapat dari para ahli, penulisan dengan metode kuantitatif sangat relevan terhadap data yang bersifat numerik, dengan metode kuantitatif daya yang dihasilkan dapat diolah menjadi tabel, grafik, atau metode statistika yang memperjelas interpretasi serta dapat langsung menjawab rumusan masalah penelitian.

2.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Dalam konteks penelitian ini, populasi mencakup seluruh data kecepatan angin di area Lapangan Akademi Angkatan Laut Surabaya selama periode tertentu. Data kecepatan angin ini kemudian akan dianalisis untuk memodelkan potensi daya yang dapat dihasilkan, dengan mempertimbangkan karakteristik lingkungan setempat dan jenis turbin angin yang sesuai.

Menurut Notoatmodjo (2018), sampel merupakan bagian dari populasi yang dipilih melalui prosedur tertentu untuk mewakili keseluruhan populasi. Pengambilan sampel dilakukan karena keterbatasan waktu, biaya, dan sumber daya dalam mengumpulkan data seluruh populasi (Arikunto, 2014). Dalam penelitian ini, teknik sampling sistematis diterapkan untuk mengklasifikasikan data kecepatan angin yang telah dikumpulkan. Teknik ini dipilih karena mampu memberikan kerangka sampling yang terstruktur dan efisien untuk data time series (Creswell & Creswell, 2018). Pengambilan sampel bertujuan untuk mengidentifikasi variabel tertentu dan data yang semple harus memenuhi kriteria adequacy, relevance, representativeness.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut, hasil analisis sampel diharapkan dapat digeneralisasikan untuk memahami potensi energi angin di lokasi penelitian secara keseluruhan.

2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan perangkat metodologis yang digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam suatu kajian ilmiah. Menurut Creswell (2014), instrumen penelitian didefinisikan sebagai sarana sistematis yang digunakan untuk memperoleh data guna menjawab rumusan masalah penelitian. Bentuk instrumen ini dapat bervariasi, meliputi kuesioner, pedoman wawancara, atau perangkat pengukuran standar. Sugiyono (2017) menambahkan bahwa instrumen penelitian berfungsi sebagai alat ukur terhadap variabel-variabel yang menjadi objek penelitian. Untuk memastikan kualitas data, instrumen harus memenuhi dua kriteria utama: validitas (ketepatan pengukuran) dan reliabilitas (konsistensi hasil pengukuran).

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian adalah teknik atau metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yang akan diteliti. Data yang dikumpulkan harus relevan, valid, dan akurat untuk menjawab pertanyaan penelitian atau mengambil keputusan. Teknik pengumpulan data penelitian juga harus sesuai dengan tujuan, jenis, sumber, populasi, dan sumber daya penelitian. Ada berbagai jenis teknik pengumpulan data penelitian, seperti:

Teknik pengumpulan data merupakan metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data. Data tersebut valid, relevan serta akurat, karena data tersebut bertujuan untuk mendukung penelitian dalam menjawab permasalahan, tujuan dan manfaat. teknik pengumpulan data terbagi menjadi :

a. Observasi

Teknik ini bertujuan mengamati, mancatat perilaku atau suatu kejadian secara langsung ataupun tidak langsung. Proses ini digunakan untuk menentukan lokasi pemasangan yang strategis

b. Domentasi

Dokumentasi merupakan catatan atau sejarah suatu informasi atau peristiwa yang telah berlalu seperti arsip, laporan maupun data statistik.

2.5 Teknik Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan agar data atau informasi mentah diproses agar dapat digunakan maupun dipahami. Pada penelitian ini metode kuantitatif dipilih karena data yang dihasilkan bersifat numerik, dengan menggunakan metode tersebut diharapkan data mentah yang telah di dapatkan dapat dijadikan menjadi sebuah informasi yang berharga.

2.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data memegang peranan penting dalam penelitian karena penting dalam menarik kesimpulan dari data yang dikumpulkan. Analisis data dapat dilakukan dengan mengikuti tahapan penelitian sebagai berikut :

Teknik Analisis Data berperan penting terhadap suatu penelitian, karena data yang telah didapatkan akan dicocokan dengan teori yang telah terkumpul, nantinya kumpulan data akan diolah dengan sistematis hingga mendapatkan informasi yang terhubung dengan rumusan masalah yang telah ditentukan.

a. Observasi

Observasi adalah proses pengamatan yang sistematis agar mendapatkan hasil yang akurat, relevan dalam menjawab setiap pertanyaan dalam suatu penelitian, karena dengan turun lansung kita dapat mengamati suatu objek atau peristiwa yang terjadi, sehingga peneliti dapat menentukan alat ukur yang sesuai dengan keadaan saat ini.

b. Dokumentasi

Dokumentasi adalah proses pengumpulan data serta analisis data dari sumber yang sudah ada. Dengan demikian penelitian dapat menhasilkan sebuah informasi yang mendukung terkait penelitian.

2.7 Tahapan Kegiatan Penelitian

- a. Perancangan: Perencanaan: tahap ini meliputi identifikasi masalah, penentuan tujuan penelitian, pemilihan metode penelitian, dan perumusan masalah.
- b. Pelaksanaan: tahapan ini mencakup pengumpulan data , olah data, dan menganalisis data.
- c. Pelaporan: pada tahapan ini, mencakup penyusunan laporan hasil penelitian serta penyajiannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Analisa Data

Berdasarkan data observasi yang telah dilakukan, peneliti melakukan pengambilan data dari sumber penyedia yang relevan terhadap penelitian yang sedang berlangsung, setelah hasil pengumpulan data tersebut didapatkan dilakukan perhitungan rata - rata terhadap kecepatan angin setiap harinya.

3.1 Tabel Kecepatan Angin Rata -Rata

Bulan	Kecepatan Angin m/s
Januari	2.18
Februari	2.66

Maret	2.10
Rata - rata	2.32

Table 3.1 merupakan hasil dari rata - rata kecepatan angin di setiap bulannya, pada bulan januari mendapatkan hasil rata - rata sebesar 2.18 m/s, untuk bulan februaria 2.66 m/s dan bulan maret 2.1 m/s. Setelah ditemukan rata - rata kecepatan angin di setiap bulannya maka dari kecepatan rata - rata tersebut di rata - rata kembali hingga mendapatkan rata - rata keseluruan sebesar 2.32 m/s.

Setelah mendapatkan hasil rata - rata kecepatan angin dalam 3 bulan terakhir maka sebagai acuan untuk menentukan kebutuhan turbin, spesifikasi batrei maka dilakukan perhitungan daya yang dibutuhkan berdasarkan total daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan lampu di area lapangan Akademi Angkatan Laut.

Tabel 3.2 Data Lampu

No	Jenis Lampu	Daya Lampu (watt)	Jumlah Lampu (item)
1	Lampu Bolham	10	214
		20	19
2	Lampu Sorot	50	6
		500	4
		1.000	2

Tabel 3.2 menjelaskan jenis lampu, daya setiap lampu dan jumlah lampu yang terdapat di lapangan Akademi Angkatan Laut Surabaya. Terdapat lampu bolham dengan daya 10 watt berjumlah 214 sedangkan untuk lampu bolham berdaya 20watt terdapat 19 buah, untuk lampu sorot dibedakan menjadi 3 berdasarkan besaran watt, lampu dengan daya 50 watt terdapat 6 buah, 500 watt terdapat 4 buah dan untuk 1.000 watt berjumlah 2 buah.

Setelah didapatkan data tersebut dilakukanlah perhitungan BHP untuk menentukan besara daya yang digunakan dalam sekali operasional. dengan menggunakan persamaan:

$$\eta_{lampu} = 75\%$$

$$\eta_{lampu} = \frac{p_{input}}{BHP}$$

$$BHP = \frac{P}{\eta}$$

Persamaan diatas merupakan perhitungan BHP terhadap setiap lampu, dengan η lampu = 75%.

Tabel 3.3 BHP Lampu

No	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)
1	Lampu Bolham	14
		27
2	Lampu Sorot	67
		667
Total Daya		1.333

Tabel 3.3 adalah Hasil perhitungan BHP lampu, dimana lampu bolham yang 10 watt akan mendapatkan keluaran BHP menjadi 14 watt, lampu bolham 20 watt memiliki BHP 27 watt, sedangkan untuk lampu sorot 50 watt BHP 67 watt, lampu sorot 500 watt memiliki BHP 667 watt dan untuk lampu sorot 1000 watt nilai BHP 1.333 watt. Setelah didapatkan BHP terhadap setiap lampu maka dapat dihitung besaran total daya yang dibutuhkan untuk menyalaikan lampu menggunakan persamaan:

$$D = P \times t \times \eta$$

Diketahui nilai η merupakan BHP setiap lampu, P jumlah lampu dan t lama pemakaian.

Tabel 3.4 Daya Keseluruhan Lampu

No	Jenis Lampu	Daya Lampu(Watt)
1	Lampu Bolham	34.240
		6.080
2	Lampu Sorot	4.800
		32.000

	3.200
Total	109.120

Table 3.4 merupakan total daya setiap lampu yang dibutukan. sehingga total dari daya lampu adalah 109.120 Watt.

3.1.2 Pembahasan hasil penelitian

Setelah dilihat dari hasil keluaran rata - rata tersebut angin di golongkan sebagai angin sepoi - sepoi. Dalam menentukan jenis turbin yang akan digunakan peneliti juga melihat faktor arah angin berasal, dalam kurun waktu pengumpulan data didapatkan bahwa arah datang angin tak tentu, sehingga peneliti menentukan turbin angin vertikal sebagai penggeraknya.

Tabel 3.5 Spesifikasi Turbin

Model	SH-X600	SH-X800	SH-X1000	SH-X1500	SH-X2000	SH-X3000	SH-X5000	SH-X10000
Nilai daya	600W	800W	1000W	1500W	2000W	3000W	5000W	10kw
Daya Maksimum	650W	850W	1150W	1650W	2200W	3200W	5500W	11KW
Nilai Tegangan	12V/24 V	12V/24 V/48V	24V/48 V/96V	48V/96 V/120V	48V/96 V/120V/ 220V	96V/120 V/220V	96V/120 V/220V/ 380V	96V/120 V/220V/ 380V
Kecepatan Angin Start-up	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk	2,0 m/dtk
Nilai Kecepatan Angin	10 m/dtk	10 m/dtk	10 m/dtk	12 m/dtk	12 m/dtk	12 m/dtk	12 m/dtk	13m/dtk

Kecepatan Angin Bertahan Hidup	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk	40 m/dtk
Jumlah Pisau	3	3	3	3	3	3	3	3
Tinggi Pisau	0,8 m	1,4m	1,8 m	1,8 m	2,1m	2,1m	2,8 m	3,6m
Bahan Pisau	Serat Kaca							
Jenis Pembaungkit	Generator Magnet Permanen AC 3 Fasa							
Bahan Baja Magnetik	NdFeB							
Sistem pengaturan	Elektromagnet							
Suhu Kerja	-40°C-80°C							
Merancang hidup	20 tahun							

Berdasarkan spesifikasi turbin di atas maka, pada penelitian ini dipilihlah turbin angin dengan model SH-X 10000. Setelah pemilihan jenis turbin maka akan dilakukan perhitungan untuk memperkirakan jumlah energi yang dapat dihasilkan dalam sehari menggunakan persamaan :

$$Aswept = \pi \cdot D \cdot h$$

$$Aswept = 3,14 \times 1,5 \times 3,6$$

$$Aswept = 16,9 \text{ m}^2$$

Persamaan diatas merupakan rumus untuk menentukan luas sapuan turbin dimana π bernilai 3,14 D merupakan diameter turbin 1,5 meter dan h tinggi turbin 3,6 meter menghasilkan nilai keluaran sebesar $16,9 \text{ m}^2$. Setelah mendapatkan nilai keluaran luas sapuan maka kita dapat menentukan daya yang dapat dihasilkan dari turbin angin vertikal menggunakan persamaan:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times C_p \times V^3 \times N_G \times N_B$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 16,9 \times 0,59 \times 2,32^3 \times 0,7 \times 0,8$$

$$P = 437,5 \text{ watt}$$

Dimana ρ adalah massa angin bernilai 1,2, C_p berdasarkan teori element belt effisiensi turbin bernilai 0,59 dengan v adalah kecepatan angin yang bernilai 2,32 m/s sedangkan untuk effisiensi generator N_G 80% dan effisiensi gearbox N_B 70% maka daya yang dapat di hasilkan adalah 437,5 watt. maka daya yang dihasilkan selama 24 jam sebesar 10.498,5 watt.

Tabel 3.6 Spesifikasi BESS

Barang	Satuan	Spesifikasi
Informasi paket baterai		
Jenis sel	Bahasa Indonesia:	LFP 280Ah
Konfigurasi	Bahasa Indonesia:	1P48S
Tegangan Terukur	VDC (Varietas DC)	153.6
Rentang tegangan kerja	VDC (Varietas DC)	134.4~175.2
Energi yang dinilai	kWh	43.008
Tingkat pengisian/pengosongan	Cp	$\leq 0,5$
Informasi klaster baterai		

Jumlah baterai dalam seri	Bahasa Indonesia:	8 detik
Tegangan Terukur	VDC (Varietas DC)	1228.8
Rentang tegangan kerja	VDC (Varietas DC)	1075.2~1401.6
Energi yang dinilai	kWh	344.064
Tingkat pengisian/pengosongan	Cp	≤0,5
Informasi sistem baterai		
Jumlah klaster baterai	Bahasa Indonesia:	10
Tegangan Terukur	VDC (Varietas DC)	1228.8
Energi yang dinilai	kWh	3440.64
Tingkat pengisian/pengosongan	Cp	≤0,5
Cara keluaran kabel	Bahasa Indonesia:	Konvergensi DC
Parameter umum		
Dimensi (L * D * T)	satuan	Ukuran: 6058×2438×2896
Berat	T	
Kisaran suhu kerja	°C	-30~55
Kelembaban relatif	%RH	Kelembaban RH 0~95%
Ketinggian kerja	M	≤3000
Metode pendinginan	Bahasa Indonesia:	pendingin cair

Tingkat Perlindungan	Bahasa Indonesia:	IP54
----------------------	-------------------	------

Setelah mendapatkan nilai dari perhitungan daya yang dapat dihasilkan maka dipilihlah penyimpanan energi yang dapat menampung sesuai kebutuhan Tabel di atas merupakan salah satu model batrei yang sesuai dengan kebutuhan.

4. Kesimpulan

Penelitian kali ini menetukan titik koordinat $7,21755^\circ S$, $112,71022^\circ T$ yang akan digunakan sebagai acuan dalam mendapatkan hasil kecepatan angin dalam kurun waktu tiga bulan, proses pengumpulan data dilakukan data kecepatan angin yang diperoleh selama kurun waktu 3 bulan sebesar 2,32 m/s. proses pengumpulan data dilakukan di bulan januari hingga maret 2025, dari data tersebut arah datanya angin tidak menentu sehingga peneliti memilih jenis turbin vertikal sebagai penggeraknya, berdasarkan model turbin vertikal dipasaran dipilihlah model SH-X 10000, yang kemudian akan dilakukan perhitungan untuk memperkirakan hasil energi sebesar 104.999 watt, sehingga untuk memenuhi kebutuhan daya sebesar 109.120 Watt dibutuhkan setidaknya 2 unit turbin angin.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Daftar Rujukan

- Pane, M., & Samosir, R. (2023). Perancangan Turbin Angin Vertikal Modifikasi Darrieus Menggunakan Geometri Airfoil Naca 2414. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 7(2), 178-187.
- Ismail, I., & Arrahman, T. (2017). Perancangan turbin angin sumbu horizontal tiga sudu dengan kapasitas 3 MW. *Presisi*, 18(2).
- QANRA, M. A., & UMSANDIN, N. (2024). ANALISIS KECEPATAN ANGIN UNTUK MENGHASILKAN DESAIN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA VERTICAL AXIS WIND TURBINE (VAWT) TIPE SAVONIUS PADA LAMPU PJU DI POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA (Doctoral dissertation, POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA).
- Alzamanur, S. (2024). RANCANGAN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK RAMAH LINGKUNGAN BERTENAGA ANGIN DAN PANAS SURYA GUNA MEMENUHI KEBUTUHAN NELAYAN PANTAI MATRAS BANGKA (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Kurniasari, S. A. (2019). Perancangan Sistem Kontrol Pada Battery Energy Storage System (BESS) Untuk Sistem Generator Turbin Angin (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Adlie, T. A., Fazri, & Efendi, Z. (2015). Analisa Biaya Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Wilayah Pesisir Kota Langsa. *Jurutera*, 02(02), 001-007. www.teknik.unsam.ac.id
- Amin, M. Z. R., & Kaloko, B. S. (2024). Sistem Kontrol Sudut Blade Turbin Savonius dengan Metode Regresi Linier Berganda untuk Optimasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 11–20. <https://doi.org/10.31358/techn.e23i1.378>
- Ayyub, N., & Masud, A. (2020). Marine Battery Technologies for Offshore Wind Farms. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 1-15. doi:10.3390/jmse8010010.
- Azhar, M., & Satriawan, D. A. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law and Governance Journal*, 1(4), 398–412. <https://doi.org/10.14710/alj.v1i4.398-412>
- Baker, J., & Cakma, S. (2019). *Undersea Cable Technology: Design, Installation, and Maintenance for Offshore Wind Farms*. Springer. doi:10.1007/978-3-030-12370-7.

- Basudewa, D. A. (2020). Analisa Penggunaan Kapasitor Bank terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB Laboratory UNESA. *Jurnal Teknik Elektro*, 09(03), 697–707.
- Fasa, S., Kale, A. C., Fathan, D., Sirait, R., Rizal, M. F., Huda, I. F., Salman, M., Farisi, A., Siregar, F. P., Maulana, A. G., Robin, O., & Yuanda, H. (2024). Pengaruh Variasi Tegangan dan Arus pada KWh Meter Mekanik dan Digital. 3(1), 32–46.
- Informatika, J., & Lunak, P. (2022). *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*. 3(2), 179–184.
- Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., & Widjatmoko, N. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. 5(01), 63–68.
- Mulkan, A., & Abd, M. (2022). Analisis Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Pembangkit Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik UNIDA*, 3(1).
- Nuarsa, M., Teknik, J., Fakultas, M., & Universitas, T. (2013). TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS HORIZONTAL. 3(1), 50–59.
- Rahmawan, S., Ginting, M., Djumantara, M., & Amri, M. A. (2021). Sosialisasi Energi Baru Terbarukan Dalam Menghilangkan Ketergantungan Terhadap Energi Fosil Bagi Warga di RT 009 RW 003 Kelurahan Kebon Jeruk. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 3(2), 181–187. <https://doi.org/10.25105/jamin.v3i2.9671>
- Saifuddin, M. A. H., Djufri, I. A., & Rahman, M. N. (2018). Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat. 05(1), 49–57.
- Saputra, M. (2016). Kajian Literatur Sudu Turbin Angin Untuk Skala Kecepatan Angin Rendah. 2(1), 74–83.
- Sari, K. Z. R., . Y., & . S. (2023). Potensi Energi Angin Pada Kawasan Pesisir Pantai untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 979–981. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1317>
- Wahyudi, I. R. (2019). Penentuan Kapasitas Daya Sistem Penyimpanan Energi Hibrida Baterai-Superkapasitor Pada Turbin Angin dengan Probabilitas (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Yiwananda, Y., Saptatia, H., & Nugrahani, D. (2021). Realisasi Kebijakan Energi Terbarukan Uni Eropa (Ue) Oleh Denmark Dalam Menghadapi Ancaman Pemanasan Global. *Journal of International Studies*, 6(1), 121–147. <https://doi.org/10.24198/intermestic.v6n1.7>