

MEKANISME ANGIN PASAT DAN ANGIN ANTI PASAT DAN DAMPAK PADA CUACA

Josita Agustia¹, Sudarti²
Universitas Jember

Article Info

Article history:

Published March 31, 2024

Keywords:

Angin pasat, iklim, angin anti pasat.

Keywords:

Trade winds, climate, anti-trade winds.

ABSTRAK

Dalam konteks perubahan iklim global, pemahaman yang mendalam tentang peran angin pasat dan angin anti-pasat menjadi semakin penting. Artikel ini menyajikan tinjauan komprehensif tentang mekanisme yang mendasari angin pasat dan anti-pasat, serta dampaknya pada pola cuaca regional dan global. Kami mengeksplorasi interaksi kompleks antara faktor-faktor atmosferik dan oseanik yang memengaruhi kekuatan dan arah angin pasat di kawasan tropis, serta pola sirkulasi yang dihasilkan. Selain itu, kami menyoroti peran angin anti-pasat dalam mengubah pola cuaca di daerah subtropis dan lintang yang lebih tinggi. Analisis kami mencakup studi-studi terbaru tentang pengaruh angin pasat dan anti-pasat terhadap kejadian cuaca ekstrem, termasuk badai tropis dan kekeringan. Temuan kami menyoroti pentingnya pemahaman yang lebih baik tentang dinamika atmosfer untuk meningkatkan kemampuan meramalkan cuaca ekstrem dan mengelola risiko bencana terkait. Kesimpulannya, artikel ini menekankan perlunya penelitian lanjutan untuk memahami interaksi yang kompleks antara angin pasat, anti-pasat, dan cuaca ekstrem dalam konteks perubahan iklim global.

Abstract

In the context of global climate change, a deep understanding of the role of trade winds and anti-trade winds becomes increasingly important. This article presents a comprehensive review of the mechanisms underlying trade and anti-trade winds, and their impact on regional and global weather patterns. We explore the complex interactions between atmospheric and oceanic factors that influence the strength and direction of trade winds in the tropics, and the resulting circulation patterns. Additionally, we highlight the role of anti-trade winds in changing weather patterns in subtropical and higher latitudes. Our analysis includes recent studies on the influence of trade and anti-trade winds on extreme weather events, including tropical storms and drought. Our findings highlight the importance of better understanding atmospheric dynamics to improve the ability to forecast extreme weather and manage associated disaster risks. In conclusion, this article emphasizes the need for continued research to understand the complex interactions between trade winds, anti-trade winds and extreme weather in the context of global climate change.

1. PENDAHULUAN

Angin disebabkan oleh perbedaan suhu antara udara hangat dan dingin. Di khatulistiwa, udara hangat mengembang dan menjadi lebih ringan, naik dan berpindah ke lokasi yang lebih dingin. Di sisi lain, kutubnya dingin dan udaranya mendingin dan tenggelam. Jadi sirkulasi udara adalah jenis pergerakan udara di sepanjang permukaan bumi dari kutub utara ke ekuator dan sebaliknya. Pergerakan udara dari khatulistiwa ke kutub utara kembali melalui lapisan udara bagian atas. Angin dapat bergerak secara horizontal atau vertikal dengan kecepatan yang bervariasi secara dinamis. Gerakan angin horizontal disebut adveksi dan gerakan vertikal disebut konveksi. Rotasi bumi juga mempengaruhi angin yang dikenal dengan gaya Coriolis (Kurniawan et al, 2023).

Angin pasat terbentuk dari sel Hadley. Sel Hadley adalah satu dari tiga sel atau sirkulasi udara yang terjadi di atmosfer Bumi. Sistem sirkulasi Hadley sebagian besar berada pada wilayah khatulistiwa sampai daerah subtropis. Sistem sirkulasi Hadley ini bergerak naik di daerah khatulistiwa, kemudian turun pada daerah subtropis. Tepatnya, sistem sirkulasi Hadley terjadi pada garis lintang 0 sampai 30 derajat. Angin pasat terbentuk karena adanya ruang kosong di atmosfer di daerah khatulistiwa karena naiknya udara panas. Daerah kosong ini akan memicu udara dari daerah subtropis yang lebih dingin berhembus ke daerah khatulistiwa.

Angin anti-passat adalah angin yang bertiup dari daerah kutub ke daerah subtropis. Di belahan bumi utara disebut angin anti-passat barat daya. Sementara di belahan bumi selatan disebut angin anti-passat barat laut. Pada daerah sekitar lintang 20-30 derajat LU dan LS, angin anti-passat kembali turun secara vertikal sebagai angin yang kering. Angin kering ini menyerap uap air di udara dan permukaan daratan. Akibatnya, terbentuk gurun di permukaan bumi.

Potensi EBT dari angin belum banyak diteliti dan dipetakan secara detail di Indonesia. Walaupun Indonesia memiliki garis pantai yang sangat panjang, namun kecepatan angin tergolong rendah]. Pengembangan turbin angin banyak dilakukan di Eropa menurut letak geografis dan aspek meteorologi lingkungan di sana. Setiap turbin angin didesain secara khusus sehingga mampu beroperasi optimal dengan kondisi meteorologi tempat dilakukannya instalasi. Penelitian ini bertujuan memetakan karakteristik dan potensi angin sebagai sumber EBT. Batasan-batasan seperti ketersediaan data meteorologi didekati dengan menggunakan data satellite remote sensing. Potensi estimasi daya pembangkitan secara sederhana didapat dari ketersediaan kurva-daya dari model manufaktur turbin angin (Swardika & Santiary,2018).

Keyakinan yang dikaitkan dengan perubahan awan tingkat rendah dalam iklim yang memanas hanya dapat ditingkatkan dengan memajukan pemahaman tentang proses-proses utama yang mempengaruhi awan-awan ini, idealnya sampai pada titik di mana pemahaman kita tentang faktor-faktor yang mengendalikan respons awan dapat diuji dengan data. Selain itu, pemahaman proses yang lebih baik terhadap perubahan low-cloud berkontribusi pada pengembangan dan/atau peningkatan parameterisasi fisik dan dengan demikian mengurangi bias model sistematis. Kontribusi penting muncul dari analisis umpan balik low-cloud di seluruh hierarki model numerik melalui eksperimen model fisika yang terganggu dan dengan penggunaan diagnostik berorientasi proses dalam model

dan observasi (Vial et al, 2017).

Mengingat peran awan kumulus trade-wind yang tidak pasti dalam menentukan umpan balik awan dalam perubahan iklim, terdapat minat yang luas untuk memahami perilaku awan ini, cara mereka berinteraksi dengan lingkungannya, dan bagaimana perubahan ini sebagai respons terhadap perubahan iklim global. pemanasan. Kumuli angin pasat ditemukan di wilayah yang bercirikan angin pasat, namun kita relatif sedikit memahami bagaimana mereka bergantung pada struktur angin pasat, dibandingkan dengan bagaimana mereka bergantung pada suhu dan kelembaban (Helfer et al,2023).

Cuaca mengacu pada keadaan atmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu. Cuaca didefinisikan sebagai keadaan atmosfer pada daerah dan waktu tertentu. Dengan kata lain, cuaca merupakan variasi atmosfer dalam jangka waktu pendek. Unsur-unsur yang terkandung dalam cuaca antara lain suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, kecepatan angin, arah angin, awan, dan hujan (Qudratullah et al,2021).

Seiring dengan meningkatnya penetrasi tenaga angin ke dalam jaringan listrik, peramalan tenaga angin yang akurat (WPF) menjadi penting untuk penyeimbangan, pengiriman, dan perdagangan energi, khususnya di wilayah di mana listrik yang dihasilkan oleh tenaga angin mewakili porsi yang cukup besar dari pasokan listrik. Resolusi temporal WPF bervariasi menurut aplikasi spesifik yang dimaksudkan. WPF jangka panjang, mulai dari beberapa hari hingga beberapa minggu ke depan, penting untuk perencanaan pemeliharaan ladang angin (Yakoub et al, 2023).

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada jurnal ini yaitu Metode analisis literatur jurnal yaitu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengeksplorasi, mengevaluasi, dan menyintesis informasi dari berbagai artikel jurnal ilmiah yang relevan dengan topik penelitian tertentu. Jurnal yang akan di analisis yaitu ada 20 jurnal nasional dan internasional. Tujuannya adalah untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang topik tersebut dengan mengumpulkan dan menganalisis bukti-bukti yang ada dalam literatur ilmiah. Langkah-langkah dalam metode ini meliputi pemilihan basis data yang sesuai, identifikasi literatur yang relevan, penilaian kualitas literatur, sintesis informasi, analisis data, dan penyusunan laporan hasil yang dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah. Metode analisis literatur jurnal memungkinkan para peneliti untuk memperoleh wawasan baru, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan mendukung argumen atau hipotesis penelitian dengan landasan yang kuat dari literatur ilmiah yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Dari analisis literatur beberapa jurnal internasional dan jurnal nasional didapatkan hasil rangkuman jurnal sebagai berikut:

NO	JUDUL ARTIKEL		HASIL
1	Mechanisms and Model Diversity of Trade-Wind Shallow Cumulus Cloud Feedbacks	Vial et,al. 2017	Secara keseluruhan, studi LES menunjukkan perubahan yang sangat kecil pada kekeruhan di dekat dasar awan sebagai respons terhadap pemanasan permukaan dan/atau atmosfer. Hal ini

			<p>menunjukkan bahwa mekanisme katup kumulus (Bagian 3) mungkin secara kuat membatasi kekeruhan di dasar awan sebagai respons terhadap gangguan perubahan iklim yang kuat (pemanasan permukaan dan atmosfer hingga 8k). Di sisi lain, tidak seperti model iklim saat ini, model LES menunjukkan bahwa perubahan awan di dekat inversi merupakan kontributor utama terhadap perubahan total tutupan awan .</p>
2	How Wind Shear Affects Trade-wind Cumulus Convection	Helfer et al., 2020	<p>Untuk mengevaluasi pengaruh berbagai angin permukaan dan fluks panas permukaan yang terjadi akibat geseran, Melakukan simulasi dengan fluks permukaan sensibel dan laten yang interaktif dan ditentukan. Melakukan simulasi pada domain yang lebih kecil ($12,6 \times 12,6 \text{ km}^2$) di mana perkembangan kolam dingin dan awan yang lebih dalam tidak terlalu terlihat.</p>
3	Water relations and microclimate around the upper limit of a cloud forest in Maui, Hawai'i	Gotsch et,al.,2014	<p>Kelembaban relatif umumnya tinggi namun berfluktuasi secara signifikan, terutama saat tidak ada hujan . Relatif nilai kelembaban <40% terjadi pada beberapa kesempatan dan nilai <20% terjadi pada awal penelitian. Selama pada musim kemarau,</p>

			<p>RH umumnya lebih rendah di lokasi semak belukar dibandingkan di dua lokasi lainnya . Kelembaban relatif pada lokasi garis hutan lebih tinggi dibandingkan lokasi semak belukar awal penelitian, tetapi di lain waktu kedua lokasi memiliki RH yang serupa . Fluktuasi suhu dan kesehatan reproduksi yang besar mengakibatkan beragamnya VPD di seluruh dunia masa belajar.</p>
4	<p>Direct and indirect short-term aggregated turbine- and farm-level wind power forecasts integrating several NWP sources</p>	Yakoub et al.,2023	<p>Sub-bagian ini membandingkan kinerja WPF berdasarkan tingkat turbin dan lahan pertanian. mengkuantifikasi kinerja model yang dikembangkan dalam memperkirakan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berdasarkan agregasi masing-masing perkiraan daya tingkat turbin dan tingkat pembangkit listrik. WPF tingkat turbin gabungan menunjukkan kesalahan keseluruhan yang lebih rendah dibandingkan dengan WPF tingkat pertanian, dan peningkatan yang jelas</p>
5	<p>Hubungan Kecepatan Angin dengan Luasan Upwelling Intensitas Kuat di Perairan Selatan Jawa pada Kejadian La Nina, El Nino dan Normal</p>	Rahayu et al.,2023	<p>Hubungan kecepatan angin dengan luasan upwelling intensitas kuat di Perairan Selatan Jawa menunjukkan bahwa pada kejadian La Nina tahun 2010 kecepatan angin cukup tinggi</p>

			mempengaruhi luasan upwelling dengan nilai korelasi sebesar 0,58. Kecepatan angin pada kejadian Normal tahun 2013 juga cukup tinggi mempengaruhi luasan upwelling dengan nilai korelasi sebesar 0,54. Sedangkan pada kejadian El Nino tahun 2015, kecepatan angin tidak terlalu mempengaruhi luasan upwelling dengan nilai korelasi yang sangat rendah sebesar 0,06.
6	Response Of Sea Surface Temperature And Chlorophyll-A On Enso And Iodm Events In The Tropical Indo-Pacific Region	Putra dan Pariwono,,2020	Pemicu terjadinya DM diakibatkan adanya angin yang bergerak dari tenggara menuju ke ekuator barat Laut Samudera Hindia. Sesampainya di daerah ekuator angin tersebut kemudian berbelok dan ikut mendorong massa air ke arah barat Samudera Hindia hingga ke perairan pantai timur Benua Afrika. Berbeloknya angin dari tenggara menuju ke barat mengakibatkan massa air hangat ke arah barat Samudera Hindia dan menyebabkan terjadinya konveksi hingga menyebabkan peningkatan curah hujan pada barat Samudera Hindia
7	Desain Turbin Angin Sumbu Horisontal Sudu Airfoil NREL S823 dan NREL S823 Sebagai Energi Alternative Di Kabupaten Malang	Kurniawan, et al.,2023	Arah angin yang berlaku adalah selatan selama 5,5 bulan, dari 16 Maret hingga 19 Maret, dan 3,0 hari; 11 Juli - 25 Desember, 27 September 73% maks. Selama 3,7

			bulan, mayoritas keuntungan tak terduga datang dari timur pada 19 Maret dan 11 Juli, mencapai 67% pada 11 Mei. Dari 25 Desember hingga 16 Maret, saat angin berada pada titik terkuatnya (hingga 48 persen), arah amgin terbaik selama 2,7 bulan adalah kearah barat.
8	Analisis Monsun di Laut Jawa	Haryanto et al.,2020	Indonesia merupakan salah satu wilayah yang dilalui oleh aktifitas monsun, karenanya gejala cuaca dan iklim di Indonesia sangat dipengaruhi oleh aktifitas ini. Indonesia akan mengalami musim penghujan ketika berlangsung monsun Asia musim dingin, sebaliknya akan mengalami musim kemarau pada waktu monsun Asia musim panas.
9	Large-scale transport of PM _{2.5} in the lower troposphere during winter cold surges in China	Wang et al., 2017	Perkembangan ekonomi dan urbanisasi Tiongkok yang pesat dalam beberapa dekade terakhir telah mengakibatkan polusi udara besar yang menimbulkan komplikasi serius bagi lingkungan dan kesehatan manusia ^{1,2} . Meningkatnya kabut dan kabut asap yang disebabkan oleh tingginya konsentrasi partikel halus (PM _{2.5} , dengan diameter aerodinamis tidak lebih besar dari 2,5 µm) telah mengurangi jarak pandang secara signifikan di banyak kota di Tiongkok

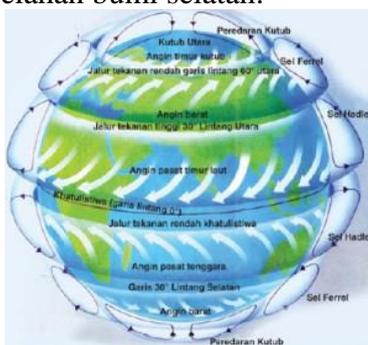
(sumber: *pengelolaan data*, 2022)

PEMBAHASAN

Seperti yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, sumber utama ketidakpastian respons awan angin pasat terhadap pemanasan dalam model numerik bergantung pada seberapa kuat perpindahan panas dan kelembapan vertikal skala subgrid memengaruhi kekeruhan di dekat dasar awan sebagai respons terhadap perubahan iklim besar. lingkungan skala. Untuk mencapai tujuan ini, eksperimen numerik memungkinkan kemajuan besar dalam pemahaman proses-proses utama yang menggabungkan konveksi, turbulensi, dan kekeruhan pada lapisan batas angin pasat. Selain itu, beberapa penelitian telah menggunakan observasi untuk menguji pemahaman fisik kita pada rentang waktu yang luas dan untuk membatasi ketidakpastian simulasi perubahan awan dalam iklim yang memanas. Selain itu, beberapa penelitian telah menggunakan observasi untuk menguji pemahaman fisik kita pada rentang waktu yang luas dan untuk membatasi ketidakpastian simulasi perubahan awan dalam iklim yang memanas. Namun, keyakinan kami terhadap umpan balik awan tingkat rendah masih cukup rendah karena faktor utama yang mengendalikan variabilitas awan tingkat rendah di alam tampaknya sangat bergantung pada waktu dan/atau skala spasial di mana mekanisme tersebut dievaluasi. Dengan kata lain, analisis observasi terhadap faktor-faktor yang mengendalikan respons awan angin pasat terhadap pemanasan belum membantu memperjelas ketidakkonsistenan hasil yang kami temukan antara model numerik skala besar (misalnya GCM dan SCM) dan simulasi resolusi tinggi.

Mekanisme angin pasat dan angin anti-pasat memiliki dampak yang signifikan pada pola cuaca global.

Angin Pasat: Angin pasat bertiup dari daerah tekanan tinggi di sekitar 30 derajat lintang utara dan selatan, menuju daerah tekanan rendah di khatulistiwa. Angin pasat timur bertiup dari timur ke barat di belahan bumi utara, sementara angin pasat barat bertiup dari barat ke timur di belahan bumi selatan.



Gambar 1. Mekanisme angin pasat

Sumber: <https://www.pengertianilmu.com/2015/08/pengertian-angin-pasat-dan-anti-pasat.html>

Dampaknya termasuk:

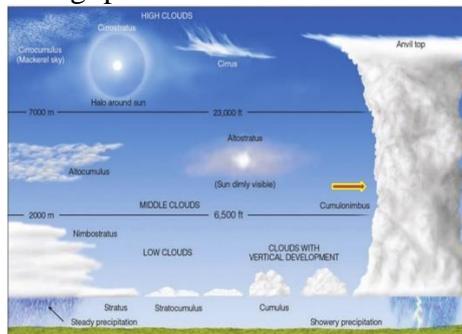
- Hujan Tropis: Angin pasat membawa kelembapan dari lautan ke daratan, menyebabkan hujan tropis yang melimpah di daerah khatulistiwa.



Gambar 2. Dampak Angin pasat pada cuaca

Sumber: <https://images.app.goo.gl/dVEPFJWksbnZwdqg7>

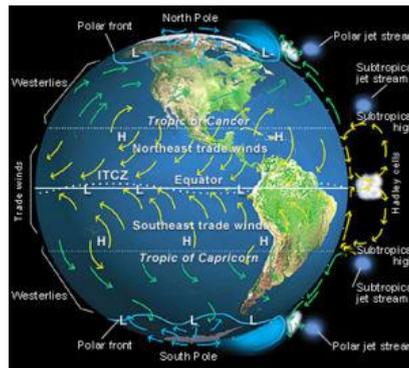
Stabilitas Cuaca: Angin pasat membantu menjaga stabilitas cuaca di daerah tropis dengan mengatur distribusi energi panas di atmosfer.



Gambar 3. Stabilitas cuaca

Sumber: <https://images.app.goo.gl/CYXnTFWJeWA9BE616>

Angin Anti-Pasat: Angin anti-pasat terjadi di daerah lintang menengah, bergerak dari khatulistiwa menuju kutub. Angin ini terbentuk karena gaya Coriolis yang membelokkan aliran udara.



Gambar 4. Angin anti pasat

Sumber; <https://www.pengertianilmu.com/2015/08/pengertian-angin-pasat-dan-anti-pasat.html>
Dampaknya termasuk:

Angin Kering: Angin anti-pasat membawa udara kering dari daerah khatulistiwa ke daerah lintang menengah, menyebabkan cuaca kering dan iklim semi-arid di beberapa wilayah.



Gambar 5. Angin Kering

Sumber: <https://images.app.goo.gl/UeZkRd2gpS5sQzvy9>

Variabilitas Cuaca: Angin anti-pasat dapat menyebabkan variasi cuaca ekstrem, seperti badai dan kekeringan, tergantung pada perubahan musiman dan faktor lainnya.

Pemahaman yang mendalam tentang mekanisme ini membantu dalam pemodelan cuaca dan prediksi iklim, serta membantu dalam mengantisipasi dan merespons perubahan cuaca ekstrem dan fenomena iklim di masa depan.

4. KESIMPULAN

Mekanisme angin pasat dan angin anti pasat dan dampak pada cuaca berperan penting dalam mengatur pola cuaca global. Angin pasat membawa udara dari daerah tekanan tinggi menuju daerah tekanan rendah di sekitar khatulistiwa, sementara angin anti-pasat membawa udara dari khatulistiwa menuju kutub. Perubahan dalam pola angin ini dapat mempengaruhi distribusi hujan, suhu, dan cuaca ekstrem di seluruh dunia. Misalnya, angin pasat dapat membawa hujan ke khatulistiwa, sementara angin anti-pasat membawa angin kering ke daerah lintang menengah. Pemahaman tentang mekanisme ini penting untuk memprediksi perubahan cuaca dan iklim di masa depan serta mengambil langkah-langkah adaptasi yang sesuai. Pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme ini penting untuk meningkatkan prediksi cuaca dan mitigasi dampaknya pada berbagai sektor, termasuk pertanian, pariwisata, dan keamanan penerbangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Vial j, Bony S, Stevens B, Vogel R. Mechanisms and Model Diversity Of Trade Wind Shallow Cumulus Cloud Feedbacks: Review. *Surv Geophys.* 2017;38(6):133`-353. Doi: 10.1007/s10712-017-9418-2.
- Helver KC, Nuijens L, de Roode SR, Siebesma AP. How Wind Shear Affects Trade-winds Cumulus Convection. *J Adv Model Earth Syst.* 2020 Dec;12(12):e2020MS002183.
- Swardika, I. K., & Santiary, P. A. W. (2018). Analisis Potensi Angin Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Di Indonesia Dengan Data Meteorologi Satellite Remote Sensing. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 8(3), 52-58.
- Gotsch SG, Crausbay SD, Giambelluca TW, Weintraub AE, Longman RJ, Asbjornsen H, Hotchkiss SC, Dawson TE. Water relations and microclimate around the upper limit of a cloud forest in Maui, Hawai'i. *Tree Physiol.* 2014 Jul;34(7):766-77. doi: 10.1093/treephys/tpu050. Epub 2014 Jul 1. PMID: 24990865.
- Wang J, Zhang M, Bai X, Tan H, Li S, Liu J, Zhang R, Wolters MA, Qin X, Zhang M, Lin H, Li Y, Li J, Chen L. Large-scale transport of PM2.5 in the lower troposphere during winter cold surges in China. *Sci Rep.* 2017 Oct 16;7(1):13238. doi: 10.1038/s41598-017-13217-2. PMID: 29038559; PMCID: PMC5643490.
- Rahayu, S. D., Setiyono, H., & Indrayanti, E. (2023). Hubungan Kecepatan Angin dengan Luasan

- Upwelling Intensitas Kuat di Perairan Selatan Jawa pada Kejadian La Nina, El Nino dan Normal. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(1), 07-17.
- Qudratullah, M. I., Asrizal, A., & Kamus, Z. (2017). Analysis of weather elements based on measurement results of Automated Weather System (AWS) type Vaisala MAWS 201. *PILLAR OF PHYSICS*, 9(1).
- Yakoub G, Mathew S, Leal J. Direct and indirect short-term aggregated turbine- and farm-level wind power forecasts integrating several NWP sources. *Heliyon*. 2023 Oct 27;9(11):e21479. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e21479. PMID: 37954395; PMCID: PMC10637996.
- Putra, A. P., Atmadipoera, A. S., & Pariwono, J. I. (2020). Response Of Sea Surface Temperature And Chlorophyll-A On Enso And Iodm Events In The Tropical Indo-Pacific Region. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 167-182
- Kurniawan, M. H., Ayuningtiyas, K. K., & Syahril, R. D. (2023). Desain Turbin Angin Sumbu Horizontal Sudu Airfoil NREL S823 dan NREL S823 Sebagai Energi Alternatif Di Kabupaten Malang. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 2(1), 30-40.
- Sulistiyono, W., Ramadhan, R. S., & Donni, Y. (2023). KAJIAN KONDISI ATMOSFER SAAT KEJADIAN HUJAN LEBAT DI KOTA SURAKARTA MENGGUNAKAN ANALISIS SKALA METEOROLOGI. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 32-45.
- Haryanto, Y. D., Agdialta, R., & Hartoko, A. (2020). Analisis Monsun di Laut Jawa. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2), 492-500.
- Al Tanto, T., Wisna, U. J., Kusumah, G., Pranowo, W. S., Husrin, S., Ilham, I., & Putra, A. (2017). Karakteristik arus laut perairan teluk benoa–bali. *J. Ilm. Geomatika*, 23(1), 37.
- Purwanto, B., Harsono, G., Kunarso, K., & Malik, K. (2022). Variasi Waktu Iklim Perairan Utara Papua Menggunakan Analisis Empirical Orthogonal Function (EOF): Time Variation of Papua's Northern Water Climate using Empirical Orthogonal Function (EOF) Analysis. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 4(1), 13-26.
- Dero, A. I., Abdullah, R. M., & Nuary, Z. A. (2022). Variasi Gelombang, Arus Permukaan, Dan Angin Di Laut Halmahera Bagian Barat. *Jurnal Widya Climago*, 4(2), 45-53.