



Pengaruh Parameter Oseanografi Terhadap Tangkapan Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) di Perairan Provinsi Bengkulu Berdasarkan Variasi Musim

*The Effect of Oceanographic Parameters on Tuna (*Thunnus* sp.) Catches in Bengkulu Province Waters Based on Seasonal Variations*

Fina Apriza¹, Siti Hairunnisa Norfahmi¹, Supiyati^{1✉}, Yuyun Erwina²

¹Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia 38122

²Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu, Bengkulu, Indonesia 38222

Info Artikel:

Diterima: 13 Juni 2025

Revisi: 23 Juni 2025

Disetujui: 22 Juli 2025

Dipublikasi: 27 Mei 2026

Kata Kunci:

Musim, Parameter Oseanografi, Perairan Bengkulu, Tangkapan Ikan Tuna

Penulis Korespondensi:

Supiyati

Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia 38122

Email:

supiyati_116@unib.ac.id



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

Copyright © 2026 by Authors.

Published by Program Studi

ABSTRAK. Ikan tuna adalah sumber daya ikan di Provinsi Bengkulu yang cukup potensial untuk diekspor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan tuna di perairan Laut Provinsi Bengkulu. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data hasil tangkapan ikan tuna dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu dan data parameter oseanografi diperoleh dari *Marine Copernicus* yang selanjutnya diolah menggunakan *software OpenGrADS*, *software Panoply*, dan *ArcMap 10*. Analisis dilakukan secara deskriptif, kuantitatif, dan statistik. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil tangkapan ikan tuna terbanyak di perairan Provinsi Bengkulu secara umum terjadi pada musim barat yaitu di Kabupaten Kaur tahun 2023, kecuali di Kabupaten Bengkulu Tengah yang terjadi pada musim peralihan I tahun 2022. Di Kabupaten Kaur hasil tangkapan ikan tuna sebesar 39,6 ton dengan kecepatan angin 4,43 m/s, kecepatan arus 0,23 m/s, suhu permukaan laut 28,33 °C, salinitas 33 psu, dan klorofil-a 0,13 mg/m³. Untuk di Kabupaten Bengkulu Tengah hasil tangkapan ikan tuna sebesar 8,67 ton dengan kecepatan angin 1,35 m/s, kecepatan arus sebesar 0,08612 m/s, suhu permukaan laut 30°C, salinitas 33 psu, dan klorofil-a 2,07 mg/m³. Hasil tangkapan ikan tuna terendah terdapat di Kabupaten Bengkulu Tengah pada musim peralihan II tahun 2018 sebesar 2 ton dengan kecepatan angin 1,01 m/s, kecepatan arus sebesar 0,09 m/s, suhu permukaan laut 28,33 °C, salinitas 34 psu, dan klorofil-a 2,37 mg/m³. Berdasarkan hasil analisis secara statistik diperoleh bahwa hubungan hasil tangkapan ikan tuna berkorelasi kuat terhadap arus, suhu permukaan laut, salinitas, dan klorofil-a dengan rentang nilai R sebesar 0,59 – 0,99 untuk setiap musim di perairan laut Bengkulu Utara, Kaur, Kota Bengkulu, dan Bengkulu Tengah.

ABSTRACT. Tuna is a potential fish resource in Bengkulu Province that is suitable for export. The objective of this study is to determine the effect of oceanographic parameters on tuna catch yields in the waters of Bengkulu Province. In this study, the data used were tuna catch data from the Bengkulu Province Marine and Fisheries Department, and oceanographic parameter data were obtained from Marine Copernicus, which were then processed using OpenGrADS software, Panoply software, and ArcMap 10. The analysis was conducted descriptively, quantitatively, and statistical. The results of this study indicate that the highest tuna catch in the waters of Bengkulu Province generally occurs during the west monsoon season, specifically in Kaur Regency in 2023, except in Bengkulu Tengah Regency, where it occurred during the first transition season in 2022. In Kaur District, the tuna catch was 39.6 tons with wind speed of 4.43 m/s, current speed of 0.23 m/s, sea surface temperature of 28.33 °C, salinity of 33 psu, and chlorophyll-a of 0.13 mg/m³. In Central Bengkulu Regency, the tuna catch was 8.67 tons with wind speed of 1.35 m/s, current speed of 0.08612 m/s, sea surface temperature of 30°C, salinity of 33 psu, and chlorophyll-a of 2.07 mg/m³. The lowest tuna catch was recorded in Bengkulu Tengah District during the second transition season of 2018, amounting to 2 tons, with wind speed of 1.01 m/s, current speed of 0.09 m/s, sea surface temperature of 28.33°C, salinity of 34 psu, and chlorophyll-a concentration of 2.37 mg/m³. Based on statistical analysis, it was found that tuna catch yields are strongly correlated with currents, sea surface temperature, salinity, and chlorophyll-a with an R value range of 0.59–0.99 for each season in the waters of North Bengkulu, Kaur, Bengkulu City, and Central Bengkulu.

How to cite this article:

Apriza, F., Norfahmi, S. H., Supiyati, & Erwina, Y. (2026). Pengaruh Parameter Oseanografi Terhadap Tangkapan Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) di Perairan Provinsi Bengkulu Berdasarkan Variasi Musim. *Jurnal Akuatiklestari*, 9(2), 136-153. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v9i2.7291>

1. PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu terletak di bagian pantai barat Sumatra yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Dengan garis pantai sepanjang ± 525 km dan memiliki potensial kelautan yang sangat besar, serta memiliki potensi sumber daya perikanan yang melimpah. Provinsi Bengkulu berdasarkan geografis terletak di antara 2° 16' – 5° 13' LS dan 101° 1' – 104° BT dengan luas wilayah 539,3 km² terdiri dari luas daratan 151,7 km² dan luas laut 387,6 km² (Simamora et al., 2022).

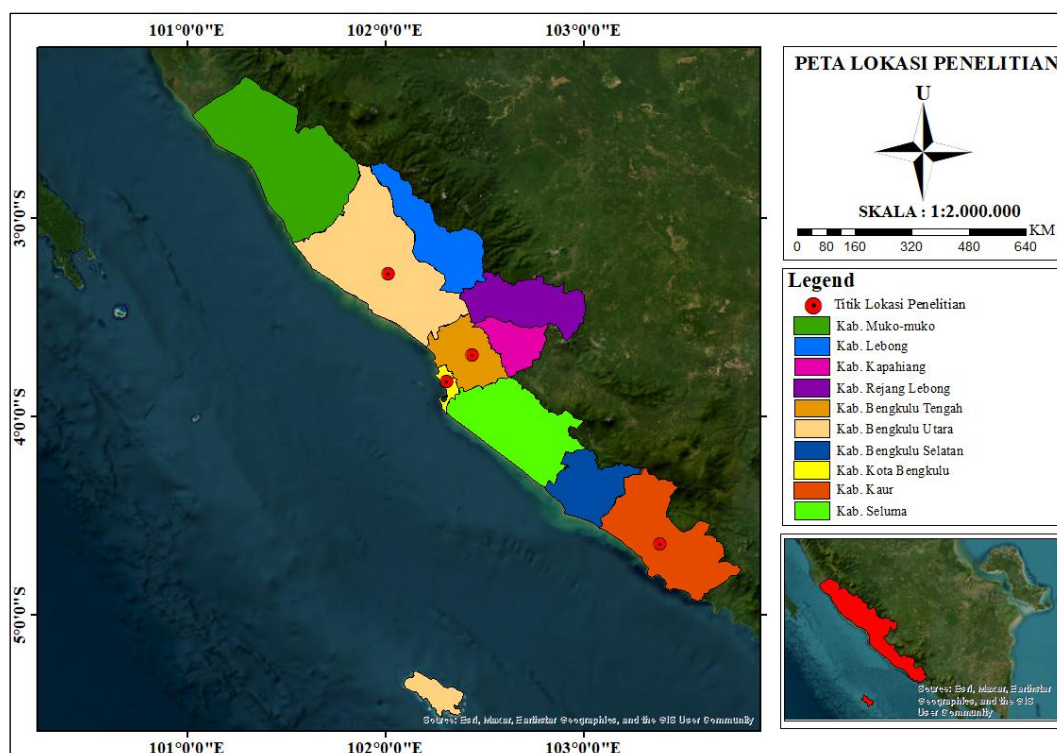
Ikan tuna (*Thunnus* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan, mendukung perekonomian, serta meningkatkan ekspor Indonesia. Tingkat keberhasilan penangkapan tuna dipengaruhi oleh berbagai faktor oseanografi, seperti angin, arus laut, salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a. Faktor-faktor oseanografi ini memengaruhi distribusi tuna secara spasial maupun temporal, mengingat tuna adalah spesies pelagis yang sangat bergantung pada kondisi lingkungan laut yang ideal untuk berkembang biak dan mencari makan. (Julita & Mujiono, 2019). Pengembangan perikanan tuna dalam skala industri dapat dilakukan dengan menentukan lokasi daerah penangkapan yang tepat. Untuk menentukan daerah tersebut, diperlukan pemahaman mengenai pola penyebaran tuna di perairan Provinsi Bengkulu. Pola penyebaran ini dapat diketahui melalui berbagai parameter oseanografi, seperti angin, kecepatan arus, tingkat salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a (Tangke et al., 2015). Perubahan parameter oseanografi terjadi secara dinamis karena pengaruh fenomena, seperti monsun dan perubahan iklim global. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa suhu permukaan laut memiliki hubungan yang erat dengan kelimpahan tuna, dimana perubahan suhu dapat memengaruhi migrasi dan distribusinya. Selain itu, klorofil-a sebagai indikator produktivitas primer laut juga merupakan parameter penting yang mendukung ketersediaan makanan bagi ikan tuna. Faktor salinitas dan arus laut juga berperan dalam menentukan habitat ikan tuna dengan menciptakan zona frontal yang menjadi wilayah dengan sumber daya ikan yang cukup melimpah (Lehodey et al., 2003).

Studi mengenai keterkaitan antara parameter oseanografi dan hasil tangkapan ikan tuna di wilayah perairan Provinsi Bengkulu masih sangat jarang dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan tuna berdasarkan data parameter oseanografi dari tahun 2014 – 2023. Pada penelitian ini menggunakan analisis secara temporal dan spasial berupa peta sebaran parameter oseanografi. Studi ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna untuk pengelolaan perikanan tuna secara berkelanjutan di wilayah ini.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlokasi di perairan Provinsi Bengkulu yang terletak di barat Pulau Sumatra dan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Lokasi penelitian mencakup koordinat geografis 2° 16' – 5° 13' LS dan 101° 1' – 104° BT. Pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Juni hingga Desember 2024. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Provinsi Bengkulu

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan untuk pengolahan data dalam penelitian ini yaitu *software OpenGrADS, software Panoply, Microsoft Excel, dan ArcMap 10*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data berikut: Kecepatan angin *Global Ocean Monthly Mean Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model* pada tahun (2014 – 2023), resolusi data $0.25^\circ \times 0.25^\circ$, (sumber data: Marine.copernicus). Kecepatan arus, salinitas, dan suhu permukaan laut di perairan wilayah Bengkulu *Global Ocean Physics Reanalysis* pada tahun (2014 – 2023), resolusi data: $0.083^\circ \times 0.083^\circ$, (sumber data: website Marine.copernicus <https://data.marine.copernicus.eu>). Klorofil-a di perairan wilayah Bengkulu *Global Ocean Colour Plankton MY L4 monthly observations* pada tahun (2014 – 2023), resolusi data: 4×4 km, (sumber data: website Marine.copernicus <https://data.marine.copernicus.eu>). Hasil tangkapan ikan tuna data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu (DKP) pada tahun (2014 – 2023), (sumber data: DKP Provinsi Bengkulu).

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang mencakup parameter angin, kecepatan arus laut, salinitas, suhu permukaan laut, serta konsentrasi klorofil-a. Data ini diperoleh melalui citra satelit dengan resolusi temporal bulanan untuk rentang waktu tahun 2014 hingga 2023. Selanjutnya, data tersebut dianalisis dan dipetakan menggunakan perangkat lunak GrADS guna menghasilkan pola sebaran parameter oseanografi. Hasil pola sebaran yang dihasilkan masih secara global. Untuk memperoleh pola sebaran yang sesuai dengan wilayah penelitian, diperlukan proses pemilihan data (*data picking*) sehingga peta distribusi yang dihasilkan lebih relevan dengan area penelitian. Kemudian pengolahan dilanjutkan dengan menggunakan *software Panoply* untuk mendapatkan nilai dari setiap pola sebaran parameter oseanografi yang sesuai dengan daerah penelitian.

Selanjutnya pengolahan data primer berupa hasil tangkapan ikan tuna dari tahun 2014 – 2023 yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Bengkulu. Data ikan tersebut dikelompokkan menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan tahun dan daerah tangkapan di Provinsi Bengkulu. Hasil pengelompokkan ini nanti akan diketahui hasil tangkapan ikan tuna yang paling banyak dan dikabupaten mana yang paling banyak menghasilkan ikan tuna. Kemudian data pola sebaran yang mencakup kecepatan angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a dianalisis dengan menghubungkannya pada hasil tangkapan ikan tuna. Hasil tangkapan tersebut telah diklasifikasikan berdasarkan wilayah penangkapan di setiap kabupaten di Provinsi Bengkulu dan disajikan dalam bentuk grafik.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Data primer dalam penelitian ini berasal dari catatan hasil tangkapan ikan tuna di perairan Provinsi Bengkulu dengan format data bulanan (*monthly*) yang mencakup periode tahun 2014 hingga 2023. Data tersebut diperoleh dari dokumentasi resmi oleh Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Bengkulu. Selain itu, data sekunder berupa parameter oseanografi, meliputi kecepatan angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a, diperoleh melalui analisis citra satelit dengan resolusi data bulanan (*monthly*) selama periode yang sama, yaitu dari tahun 2014 hingga 2023.

2.5. Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis data dilakukan secara deskriptif dengan memanfaatkan pola distribusi yang dihasilkan dari pemetaan menggunakan perangkat lunak GrADS. Hasil dari pemetaan GrADS dianalisis untuk mengidentifikasi pola distribusi parameter oseanografi, meliputi kecepatan angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a di perairan Provinsi Bengkulu. Selanjutnya, dilakukan analisis kuantitatif berdasarkan grafik hubungan antara parameter oseanografi tersebut dengan hasil tangkapan ikan tuna di wilayah perairan tersebut. Sebagai langkah lanjutan, analisis statistik menggunakan metode regresi linier berganda diterapkan untuk mengevaluasi hubungan antara parameter oseanografi dan hasil tangkapan ikan tuna di perairan Provinsi Bengkulu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

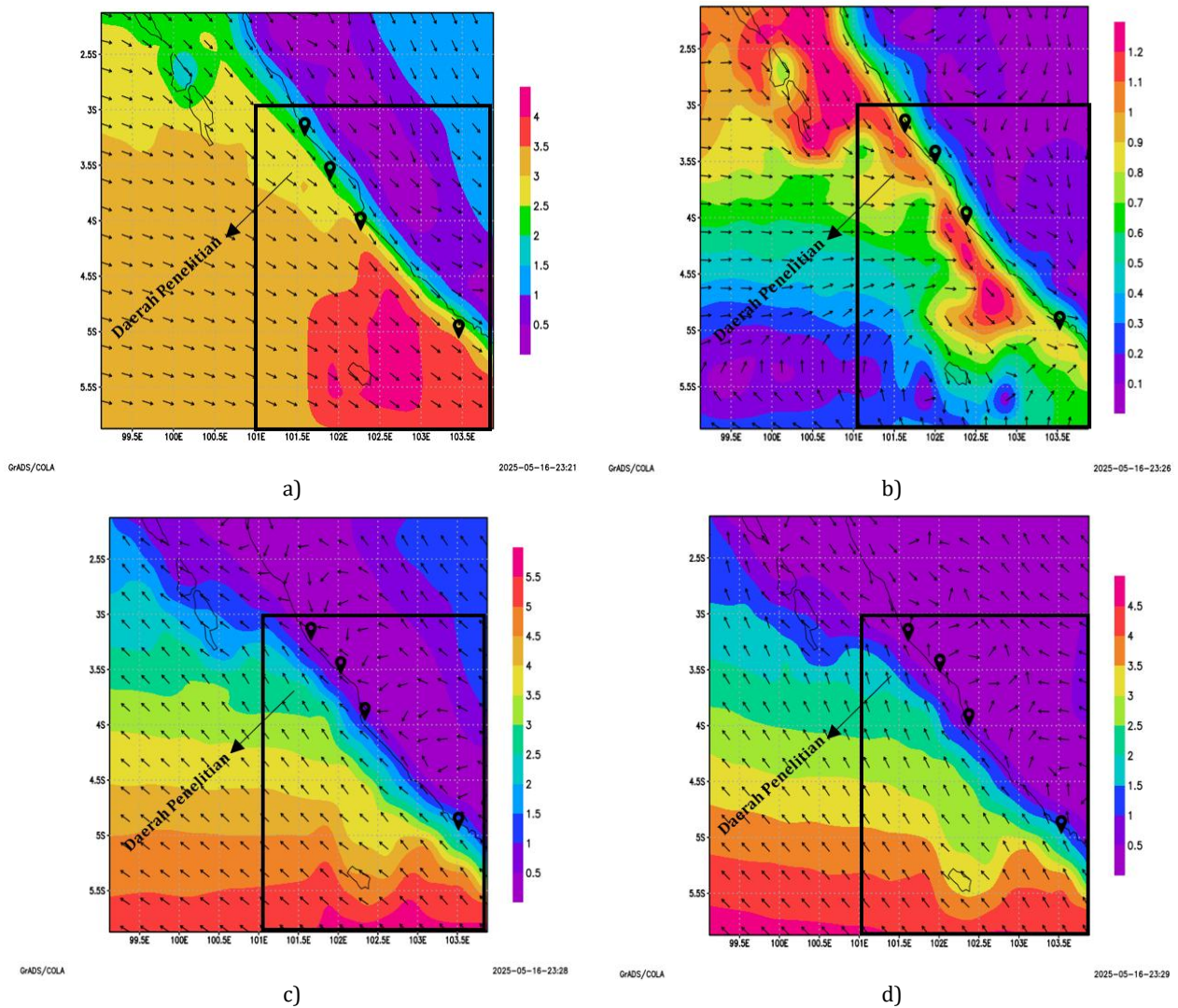
3.1. Distribusi Pola Angin

Pola sebaran kecepatan angin yang ada di Provinsi Bengkulu senantiasa berubah-ubah. Berdasarkan data yang bersumber dari *Global Ocean Monthly Mean Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model* pada website *Marine copernicus*, terlihat bahwa pergerakan dan kecepatan angin yang ada di Provinsi Bengkulu memiliki variasi kecepatan yang berbeda-beda. Pada beberapa keadaan dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada suatu kondisi terdapat angin yang bertiup kearah tertentu pada suatu periode, sementara pada periode lainnya angin bisa bertiup kearah yang berbeda. Hal ini juga dipengaruhi oleh adanya perbedaan musim yang ada di suatu perairan. Hal ini sejalan dengan teori dari (Purwanto *et al.*, 2021) yang menjelaskan bahwa Indonesia dipengaruhi oleh angin monsun yang berubah arah setiap musim. Selama bulan Desember hingga Februari, angin barat laut bergerak dari benua Eurasia menuju Australia, membawa udara lembap dan hangat ke Indonesia. Selama bulan Juni hingga Agustus, angin tenggara bergerak dari Australia menuju Asia, membawa udara kering dan dingin ke Indonesia.

Pada musim barat arah angin didominasi dari barat daya menuju timur laut perairan Bengkulu sebagaimana disajikan dalam Gambar 2a. Angin yang bergerak dari arah barat daya ini memiliki kecepatan cukup tinggi, yakni sekitar 3 m/s hingga 4 m/s, namun kecepatannya menurun saat bergerak ke arah timur Laut Bengkulu, mencapai kisaran 0,5 m/s

hingga 1 m/s. Pola pergerakan angin pada musim peralihan I rata-rata angin dari arah selatan menuju kearah utara perairan Laut Bengkulu, seperti yang disajikan dalam Gambar 2b. Pola sebaran angin tertinggi pada musim peralihan I ini berada di kisaran 1 m/s hingga 1,2 m/s dengan arah dari barat laut menuju tenggara perairan Laut Bengkulu dan mengalami penurunan dengan kecepatan angin 0,2 m/s – 0,4 m/s menuju bagian Selatan perairan Laut Bengkulu.

Pada musim timur arah dominan angin bergerak dari tenggara ke barat laut, seperti yang disajikan dalam Gambar 2c. Kondisi kecepatan angin tertinggi pada musim timur berkisar antara 5 m/s hingga 5,5 m/s, dengan arah dari tenggara menuju bagian barat perairan Laut Bengkulu. Namun, kecepatan angin menurun saat bergerak dari tenggara ke barat Laut Bengkulu, mencapai sekitar 0,5 m/s hingga 1 m/s. Pada musim peralihan II, pola pergerakan angin di perairan Laut Bengkulu didominasi oleh arah dari timur menuju barat laut, seperti yang disajikan dalam Gambar 2d. Kecepatan angin tertinggi selama musim peralihan II berada di kisaran 4 m/s hingga 4,5 m/s dengan arah dari timur ke barat laut, kemudian menurun menuju wilayah utara Laut Bengkulu, di mana kecepatannya berkisar antara 0,3 m/s sampai 0,5 m/s.



Gambar 2. Pola Sebaran Angin (Panah) dan Kecepatan Angin (Warna) di Perairan Laut Bengkulu: a) Pada Musim Barat 2014 - 2023, b) Pada Musim Peralihan I 2014 2023, c) Pada Musim Timur 2014 - 2023, d) Pada Musim Peralihan II 2014 - 2023

3.2. Distribusi Pola Arus dan Salinitas

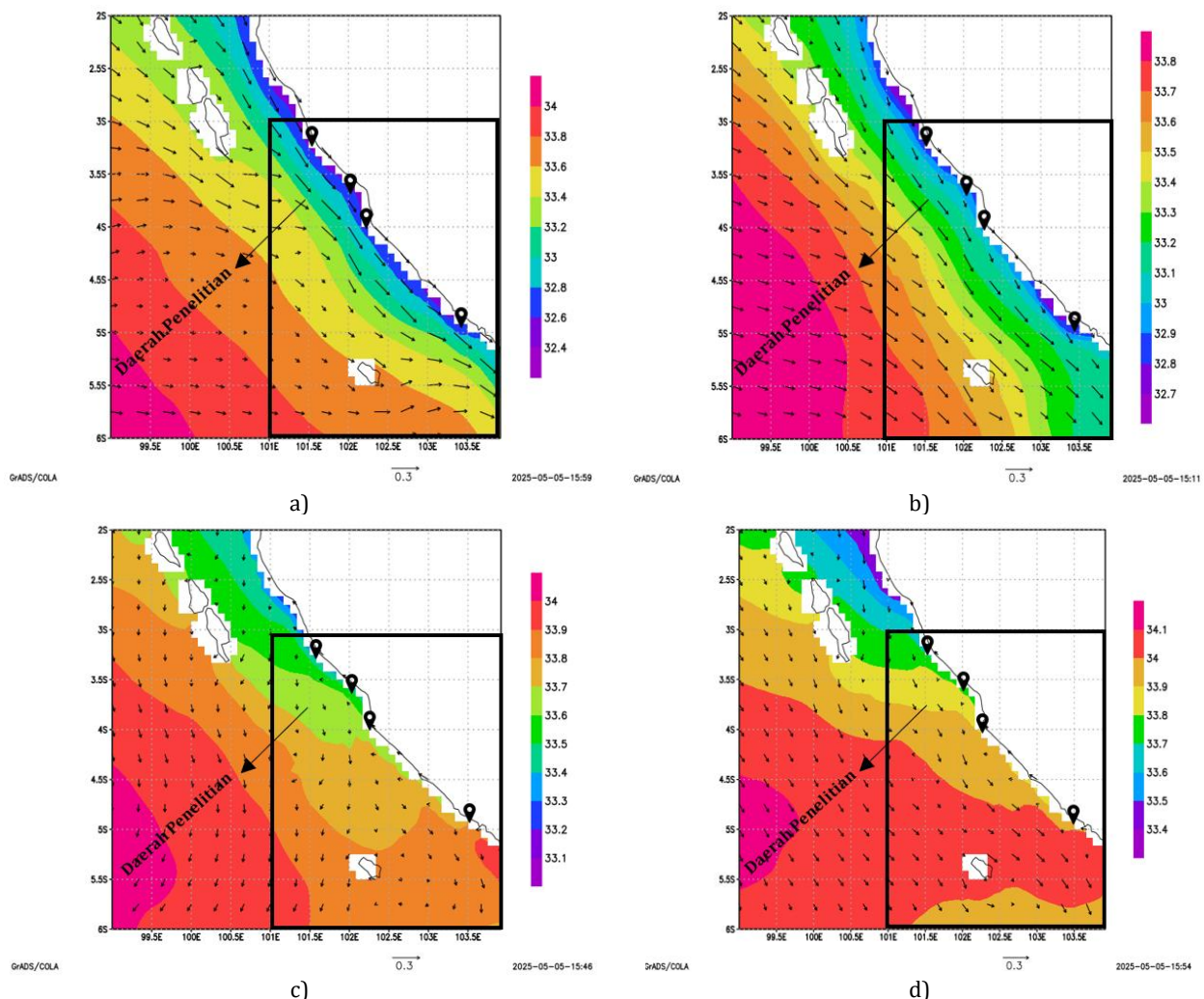
Pada musim barat, arus laut cenderung bergerak dominan dari arah barat daya kearah timur laut. Kecepatan arus yang lebih tinggi ditemukan di perairan dangkal dekat pesisir, sementara di perairan dalam arus cenderung melambat, sebagaimana disajikan dalam Gambar 3a. Pada musim ini, tingkat salinitas yang tinggi teridentifikasi di laut lepas bagian barat daya perairan Laut Bengkulu, dengan rentang 33,7 psu hingga 34 psu. Namun, salinitas menurun saat mendekati wilayah pesisir timur laut perairan Bengkulu, berkisar antara 32,6 psu hingga 32,7 psu.

Musim peralihan I menandai transisi dari angin monsun barat ke timur. Pola arus mulai berubah dan menjadi lebih kompleks dan berputar di beberapa wilayah perairan seperti yang disajikan dalam Gambar 3b. Hal ini menyebabkan masa transisi di mana angin monsun mulai berganti dan membuat kecepatan arus sedikit menurun dibandingkan musim barat, terutama di perairan yang lebih dalam. Pada musim peralihan I ini menunjukkan bahwa salinitas tinggi masuk dari laut lepas di bagian barat daya perairan Laut Bengkulu yaitu berkisar 33,6 psu – 33,8 psu dan mengalami penurunan arah wilayah pesisir timur perairan Laut Bengkulu atau menuju Pesisir pantai Bengkulu yaitu berkisar antara 32,5 psu – 32,6 psu.

Pola arus dan salinitas pada musim timur menunjukkan dominasi pergerakan arus laut dari arah timur laut ke arah barat daya dengan kecepatan yang cenderung lebih tinggi dibandingkan musim lainnya, seperti yang disajikan dalam Gambar 3c. Arah arus ini dipengaruhi oleh angin monsun timur, yang mendorong massa air permukaan menjauh dari pantai, sehingga memicu terjadinya *upwelling*. Pada musim timur, salinitas tertinggi teramati di laut lepas pada bagian barat daya perairan Laut Bengkulu, dengan kisaran 33,9 psu – 34 psu. Sementara itu, di wilayah pesisir pantai Bengkulu bagian timur laut, salinitas menurun hingga mencapai 33,2 psu – 33,3 psu.

Pola arus dan salinitas selama musim peralihan II, seperti yang disajikan dalam Gambar 3d, menunjukkan karakteristik yang lebih kompleks dengan dominasi pola sirkulasi air laut berbentuk pusaran atau melingkar. Kecepatan arus pada musim ini lebih lambat dibandingkan dengan musim timur. Arah arus bergeser ke barat daya, yang menandakan awal dominasi angin monsun barat sekaligus menjadi tanda berakhirnya musim peralihan. Salinitas tertinggi masuk dari wilayah selatan dan barat daya perairan Laut Bengkulu, dengan nilai berkisar antara 33,6 psu hingga 34,1 psu, sementara di arah perairan pesisir timur Laut Bengkulu terjadi penurunan salinitas hingga mencapai 33,2 psu – 33,3 psu. Dari hasil data ini nilai salinitas disetiap musim berkisar antara 32,5 psu – 34,1 hal ini sejalan dengan pernyataan dari (Juniarti *et al.*, 2017) bahwa salinitas di perairan Barat Sumatra berkisar antara 33,5 hingga 35 psu.

Kecepatan arus yang tinggi menghasilkan salinitas yang merata di seluruh wilayah perairan, sebaliknya arus yang lambat memperlihatkan perbedaan salinitas yang mencolok antara wilayah pesisir dan wilayah lepas pantai. Hal ini bersesuaian dengan (Durack & Wijffels, 2010) yang menyatakan bahwa perubahan kecepatan arus memengaruhi distribusi salinitas di lautan. Arus yang lebih cepat meningkatkan pencampuran dan homogenisasi salinitas, sementara arus yang lebih lambat memungkinkan terbentuknya gradien salinitas yang lebih tajam.



Gambar 3. Pola Sebaran Arus (Panah) Dengan Salinitas (Warna) di Perairan Laut Bengkulu: a) Pada Musim Barat 2014 - 2023, b) Pada Musim Peralihan I 2014 - 2023, c) Pada Musim Timur 2014 - 2023, d) Pada Musim Peralihan II 2014 - 2023

3.3. Distribusi Pola Arus dan Suhu Permukaan Laut

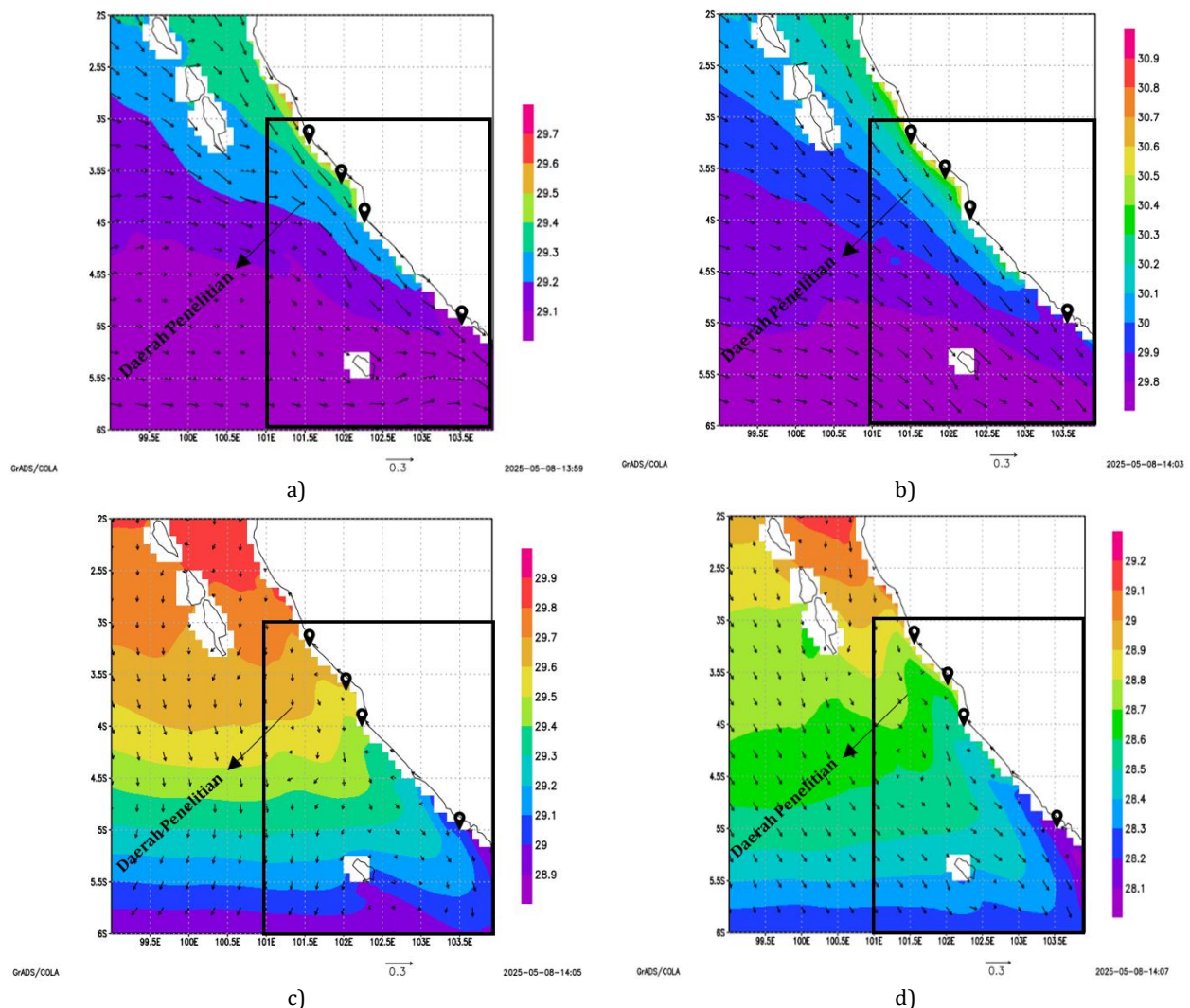
Distribusi suhu permukaan laut di wilayah perairan Provinsi Bengkulu menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Berdasarkan data citra satelit yang diperoleh dari data *Global Ocean Physics Reanalysis* di bagian data *Sea Surface Temperature (SST)* pada website *Marine copernicus* menunjukkan bahwa suhu permukaan laut perairan Provinsi Bengkulu umumnya berada pada rentang antara 25 °C – 31 °C. Temuan ini sejalan dengan pernyataan (Kusuma *et al.*, 2017) yang mengungkapkan bahwa suhu permukaan laut di wilayah Indonesia berada pada rentang 27 °C sampai 31 °C. Pada musim

barat, arus laut di perairan Laut Bengkulu bergerak dari barat laut menuju tenggara, sejajar dengan garis pantai barat Sumatra seperti yang disajikan dalam Gambar 4a. Selama musim ini, suhu permukaan laut berkisar antara 29,1 °C hingga 29,4 °C, dengan suhu tertinggi sebesar 29,4 °C di bagian barat daya dan menurun menjadi 29,1 °C di bagian timur laut.

Pola arus pada musim Peralihan I bervariasi dan berpola melingkar terutama di bagian utara dekat pesisir pantai arah yang bervariasi, ada yang bergerak ke arah timur laut dan timur. Arah arus pada musim peralihan I tidak memiliki dominan arah yang jelas seperti yang disajikan dalam Gambar 4b. Pola sebaran suhu permukaan laut pada musim peralihan I berkisar antara 29,8 °C – 30,4 °C. Untuk suhu tertinggi berada di bagian barat daya dengan nilai suhu permukaan laut yaitu 30,4 °C dan mengalami penurunan suhu yaitu 29,8 °C berada di arah bagian timur laut.

Pada musim timur, arus laut bergerak dari arah selatan menuju barat laut, mengalir sejajar dengan garis pantai namun sedikit menjauh dari pesisir seperti yang disajikan dalam Gambar 4c. Pola sebaran suhu permukaan laut pada musim timur yaitu berkisar mencapai 28,9 °C hingga 29,8 °C. Untuk suhu tertinggi mencapai 29,8 °C yang terletak di bagian barat daya hingga selatan dan mengalami penurunan sebesar 28,9 °C di bagian timur laut hingga utara.

Pola arus yang terjadi pada musim Peralihan II bergerak dari tenggara ke barat laut yang hampir sejajar dengan kontur pantai seperti yang disajikan dalam Gambar 4d. Sebaran suhu permukaan laut pada musim ini mencapai 28,1 °C hingga 29,1 °C. Suhu tertinggi tersebar luas terutama di bagian barat daya hingga selatan yaitu sebesar 29,1 °C dan mengalami penurunan di bagian utara hingga timur laut yang dekat dengan perairan pesisir sebesar 28,1 °C.



Gambar 4. Pola Sebaran Arus (Panah) Dengan Suhu Permukaan Laut (Warna) di Perairan Laut Bengkulu: a) Pada Musim Barat 2014 - 2023, b) Pada Musim Peralihan I 2014 - 2023, c) Pada Musim Timur 2014 - 2023, d) Pada Musim Peralihan II 2014 - 2023

3.4. Distribusi Pola Arus dan Klorofil-a

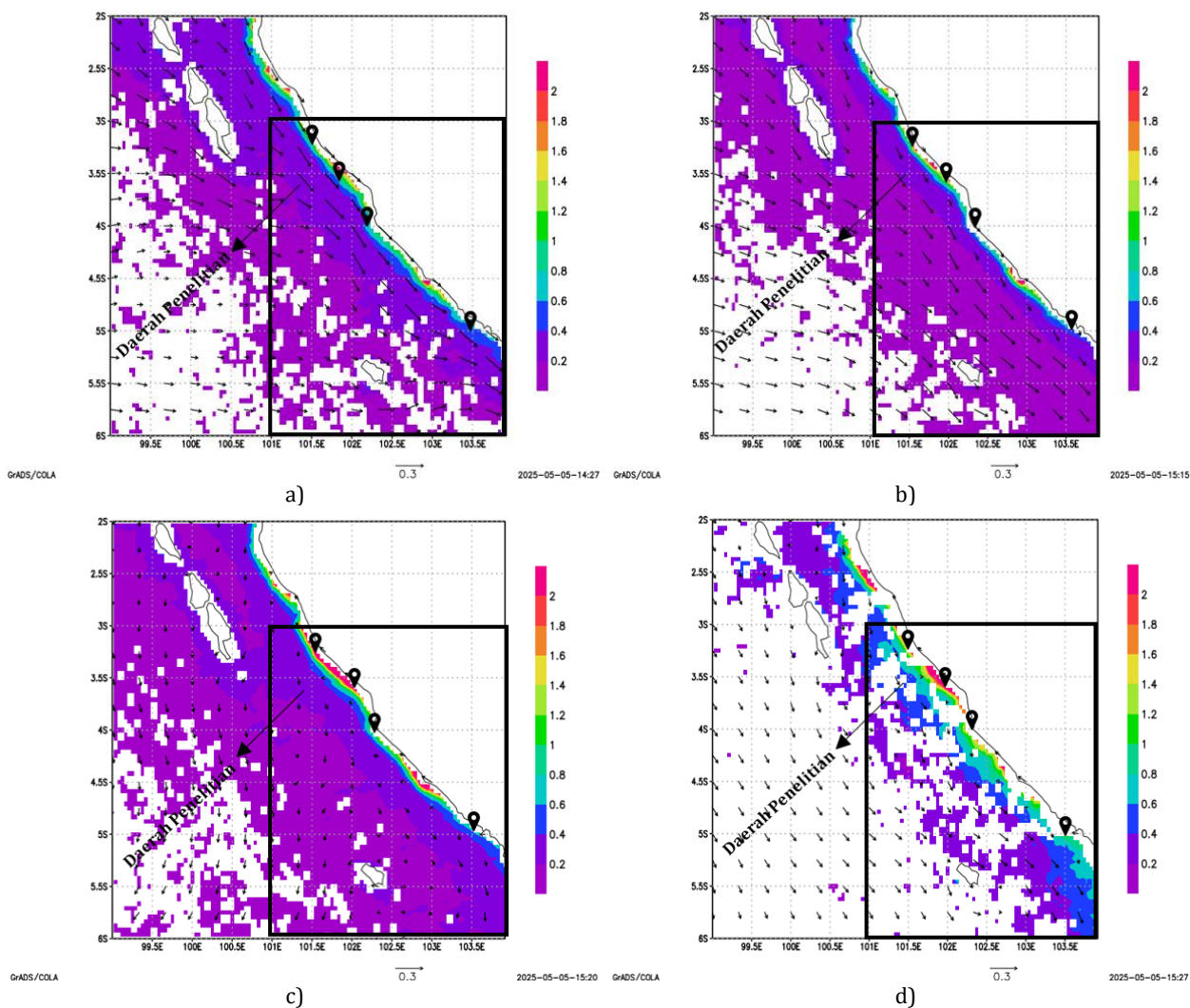
Arus laut memengaruhi distribusi vertikal dan horizontal dari nutrisi yang diperlukan oleh fitoplankton, sehingga menghasilkan pola distribusi klorofil-a yang berbeda-beda secara spasial dan temporal. Konsentrasi klorofil-a di perairan Laut Bengkulu berdasarkan spasial satelit *Global Ocean Colour Plankton MY L4 monthly observations* berada dalam rentang 0,2 mg/m³ hingga 0,6 mg/m³. Nilai ini sesuai dengan data klorofil-a di perairan Sumatra menurut (Rosmasita et al., 2016), yaitu berkisar antara 0,114 mg/m³ – 0,861 mg/m³. Distribusi pola arus pada musim barat menunjukkan bahwa arus laut di perairan Bengkulu mengalir dari barat laut ke tenggara sejajar dengan garis pantai. Arus yang mengalir

menuju tenggara ini membawa massa air dari arah daratan ke laut terbuka seperti yang disajikan dalam Gambar 5a. Distribusi klorofil-a pada musim barat menunjukkan nilai tertinggi konsentrasi klorofil-a terdistribusi di wilayah pesisir bagian tengah hingga utara perairan Laut Bengkulu yaitu berkisar antara 1 mg/m^3 – $1,2 \text{ mg/m}^3$ dan nilai terendah ditemukan di wilayah laut lepas bagian barat dan barat daya menjauhi garis pantai perairan Laut Bengkulu yaitu berkisar $0,4 \text{ mg/m}^3$ hingga $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Pada musim peralihan I, pola arus menunjukkan ketidakteraturan dan melemah, sebagaimana disajikan dalam Gambar 5b. Arus tidak lagi dominan dari satu arah akibat transisi dari monsun barat ke monsun timur. Kecepatan arus juga cenderung lebih rendah dibandingkan musim sebelumnya. Distribusi klorofil-a pada musim ini menunjukkan konsentrasi tertinggi berada di wilayah pesisir selatan hingga tengah Laut Bengkulu, dengan rentang nilai $1,2 \text{ mg/m}^3$ hingga $1,4 \text{ mg/m}^3$. Sebaliknya, di perairan lepas bagian barat dan utara Bengkulu, konsentrasi klorofil-a menurun menjadi sekitar $0,4 \text{ mg/m}^3$ hingga $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Pada musim timur, arus yang kuat mengalir dari tenggara ke barat laut dan sejajar dengan garis pantai, seperti yang disajikan dalam Gambar 5c. Arus ini bergerak dari laut lepas menuju pantai Bengkulu dan lebih dominan dibandingkan dengan musim lainnya. Pada musim ini, konsentrasi klorofil-a tertinggi berada di wilayah pesisir bagian selatan hingga tengah perairan Laut Bengkulu, dengan nilai antara $0,8 \text{ mg/m}^3$ hingga 1 mg/m^3 . Namun, konsentrasi klorofil-a menurun di wilayah laut lepas bagian barat yang semakin jauh dari pantai, berkisar antara $0,2 \text{ mg/m}^3$ hingga $0,4 \text{ mg/m}^3$.

Pada musim peralihan II, arus mulai beralih arah dari timur menuju barat. Pola pergerakan arus menunjukkan adanya ketidakstabilan, sebagaimana disajikan dalam Gambar 5d. Konsentrasi klorofil-a tertinggi pada musim ini berada di wilayah pesisir barat daya hingga bagian tengah Laut Bengkulu yang berkisar antara $0,4 \text{ mg/m}^3$ hingga $0,8 \text{ mg/m}^3$. Namun, pada wilayah laut lepas di bagian tengah hingga barat laut, konsentrasi klorofil-a ini menurun hingga mencapai $0,2 \text{ mg/m}^3$.

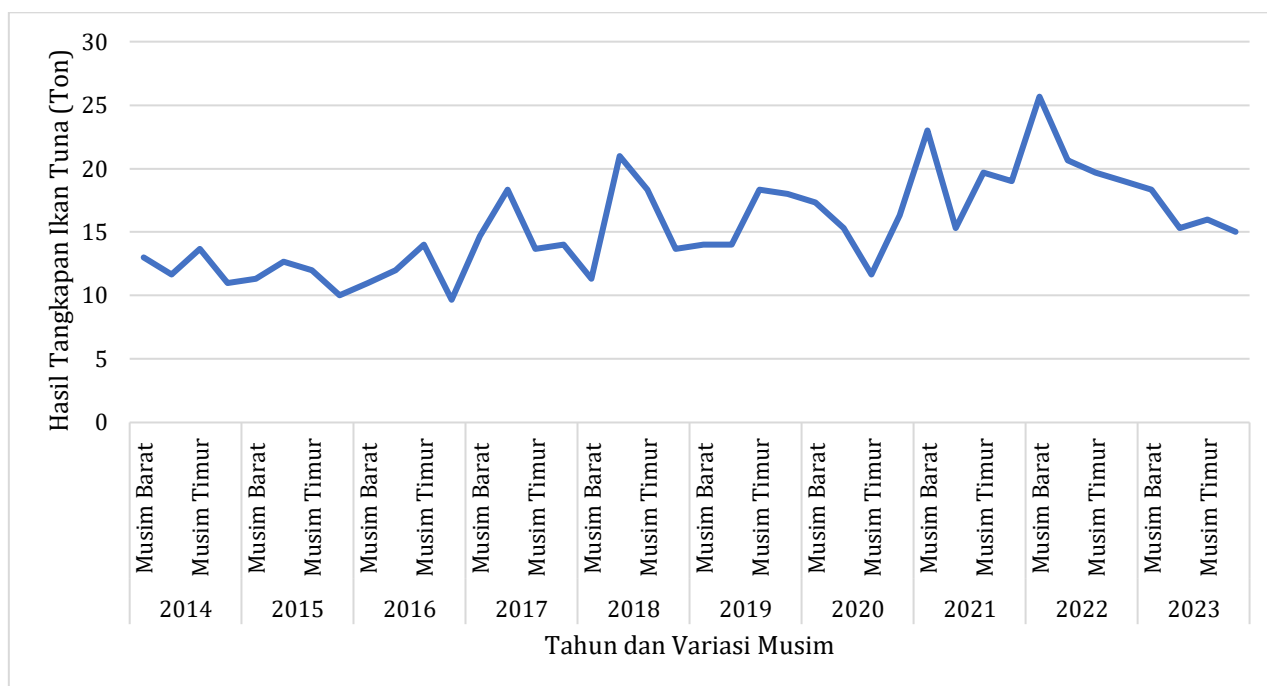


Gambar 5. Pola Sebaran Arus (Panah) Dengan Klorofil-a (Warna) di Perairan Laut Bengkulu: a) Pada Musim Barat 2014 - 2023, b) Pada Musim Peralihan I 2014 - 2023, c) Pada Musim Timur 2014 - 2023, d) Pada Musim Peralihan II 2014 - 2023

3.5. Hasil Tangkapan Ikan Tuna

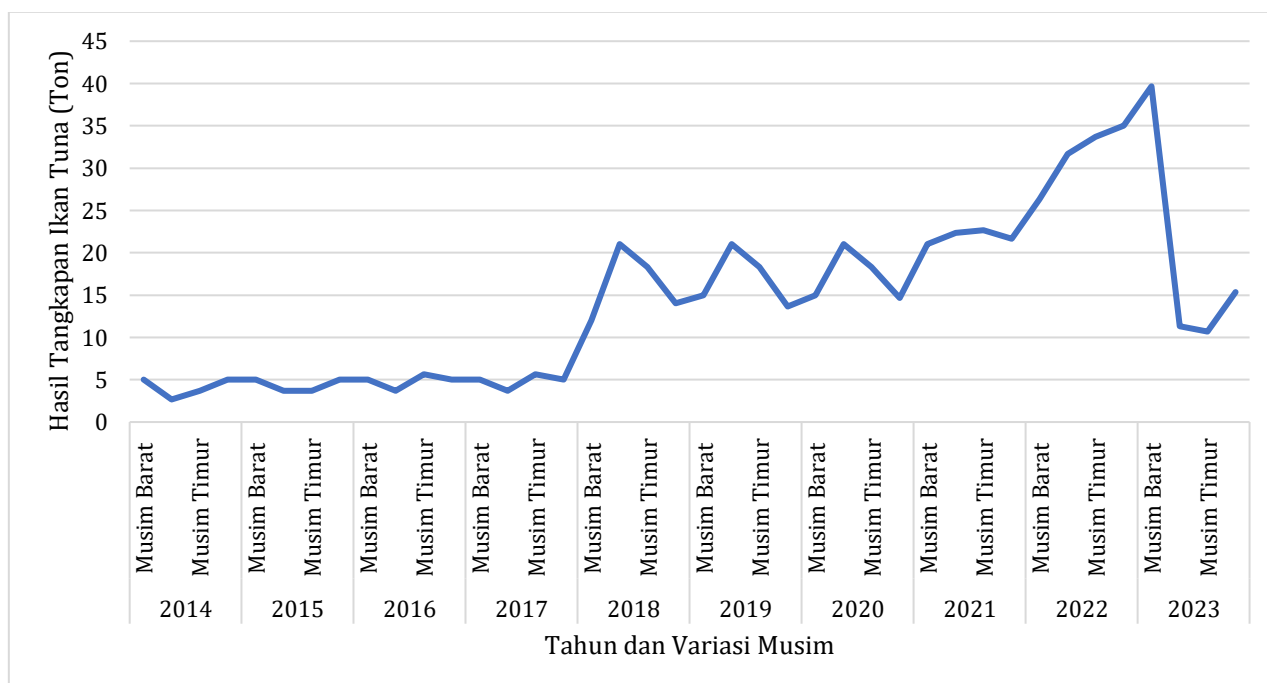
Data hasil tangkapan ikan di Kabupaten Bengkulu Utara yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi mencakup periode 10 tahun, yaitu dari tahun 2014 hingga 2023. Data tersebut mencatat hasil tangkapan ikan

tuna berdasarkan musim dengan satuan ton. Berdasarkan yang disajikan dalam Gambar 6, terlihat bahwa jumlah tangkapan ikan tuna di Bengkulu Utara cenderung meningkat setiap tahunnya sepanjang periode tersebut. Peningkatan tertinggi terjadi pada musim barat tahun 2022 dengan total tangkapan mencapai 25,6 ton. Sebaliknya, jumlah tangkapan terendah tercatat pada musim peralihan II tahun 2016, yaitu sebesar 9,6 ton.



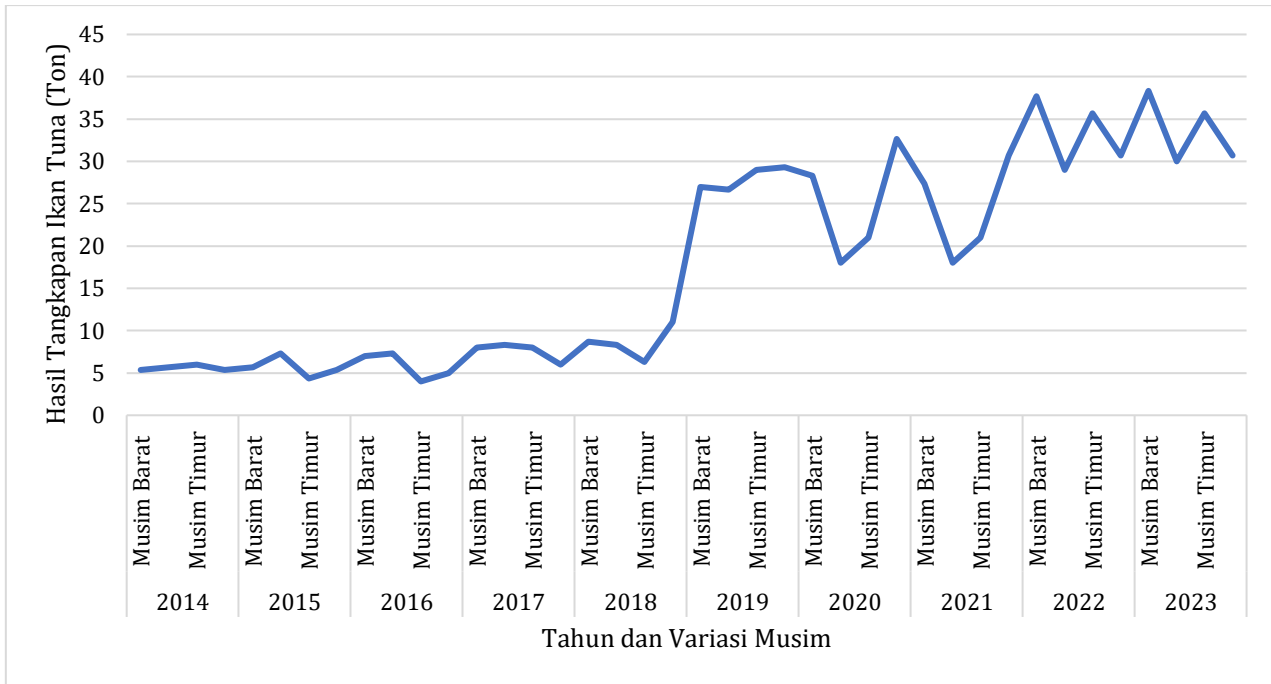
Gambar 6. Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Utara

Berdasarkan data yang disajikan dalam Gambar 7, hasil tangkapan ikan tuna di Kabupaten Kaur selama periode 10 tahun (2014–2023) menunjukkan *tren* peningkatan tahunan. Peningkatan ini mencapai puncaknya pada tahun 2023, khususnya pada musim barat, dengan total hasil tangkapan sebesar 39,6 ton. Sebaliknya, hasil tangkapan terendah tercatat pada musim peralihan I tahun 2014, yaitu sebesar 2,6 ton.



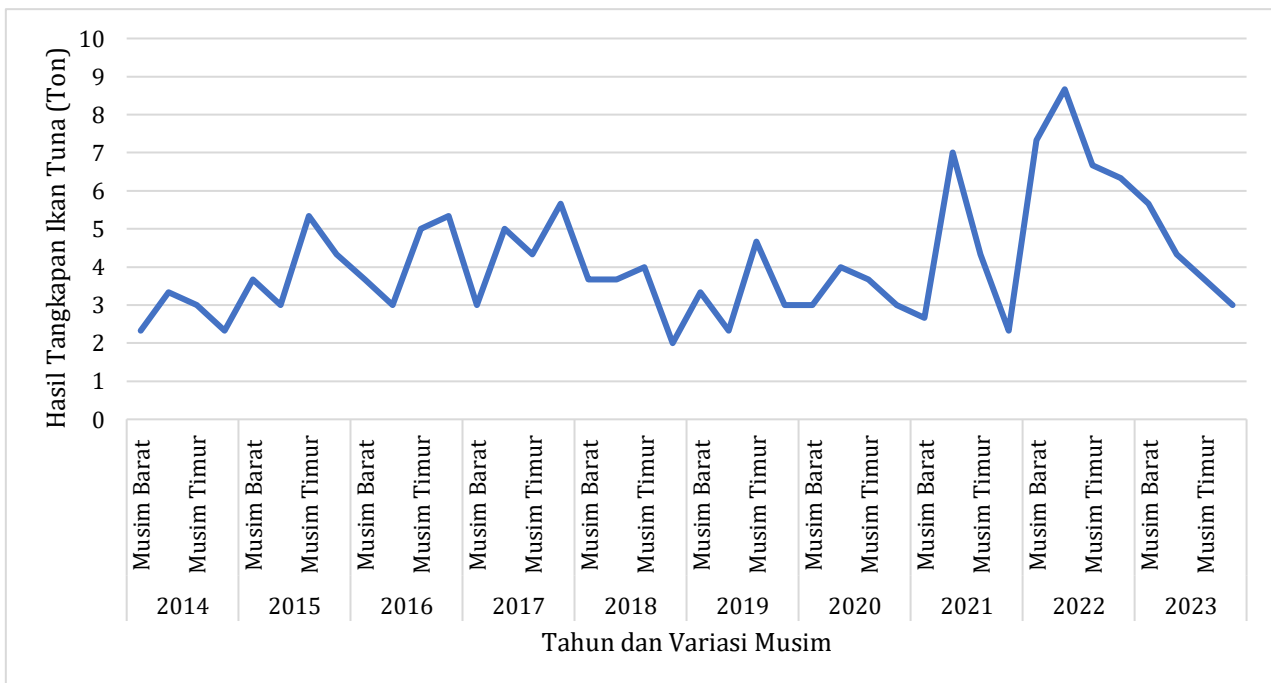
Gambar 7. Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kaur

Berdasarkan data yang disajikan dalam Gambar 8, hasil tangkapan ikan tuna di Kota Bengkulu selama periode 10 tahun (2014–2023) menunjukkan *tren* peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan ini mencapai puncaknya pada tahun 2023 di musim barat dengan jumlah tangkapan sebesar 38,3 ton. Sebaliknya, jumlah tangkapan terendah tercatat pada musim timur tahun 2016, yaitu sebesar 4 ton.



Gambar 8. Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kota Bengkulu

Berdasarkan data yang disajikan dalam Gambar 9, hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama kurun waktu 10 tahun (2014–2023) menunjukkan *tren* peningkatan setiap tahunnya. Puncak hasil tangkapan ikan tuna tercatat pada musim peralihan I tahun 2022 dengan jumlah sebesar 8,6 ton, sedangkan hasil terendah terjadi pada musim peralihan II tahun 2018 dengan jumlah sebesar 2 ton.

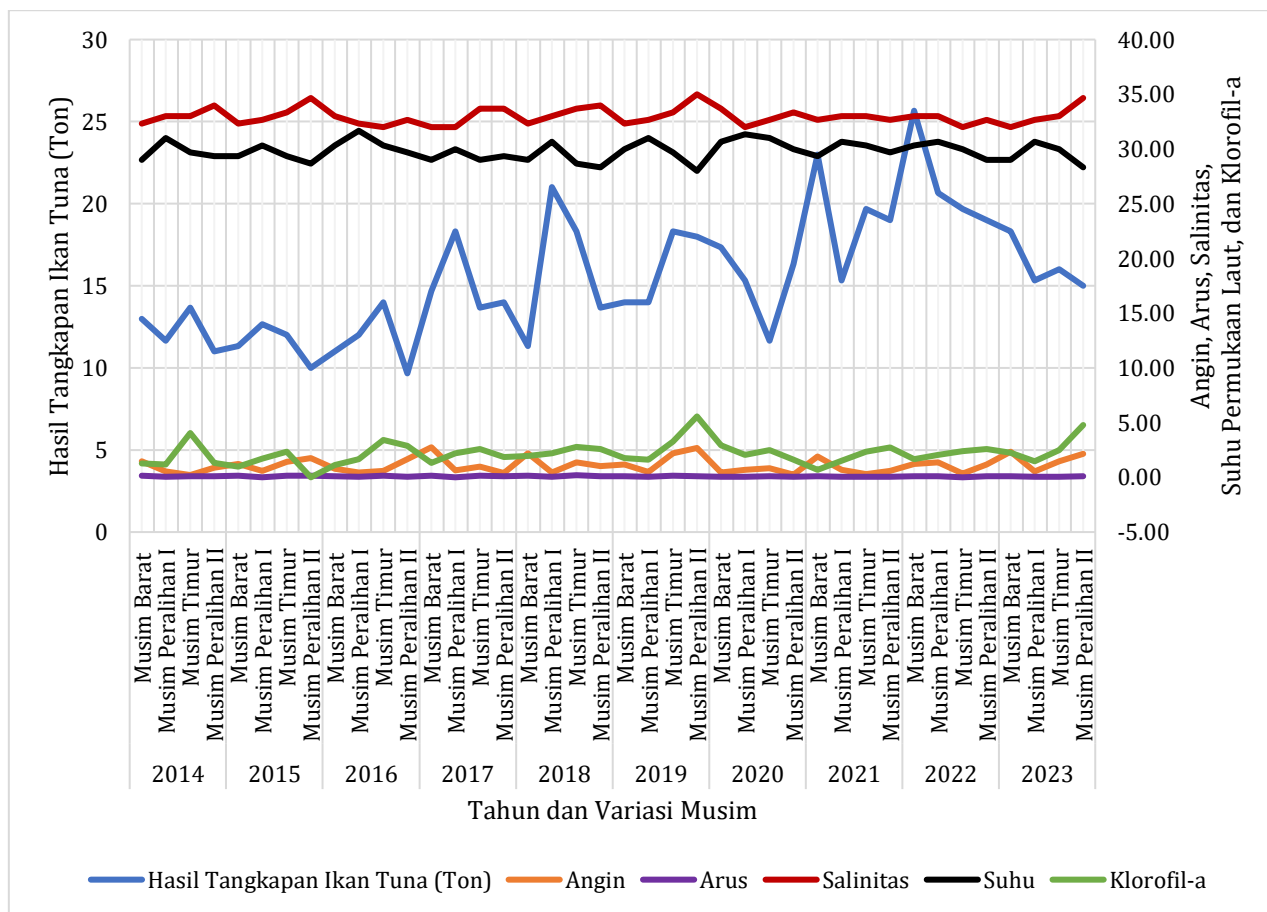


Gambar 9. Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Tengah

3.6. Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna

Berdasarkan Gambar 10 terlihat grafik *tren* hubungan angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Utara pada tahun 2014 sampai dengan 2023, diperoleh bahwa hasil tangkapan ikan tuna tertinggi terjadi pada musim barat tahun 2022 dengan jumlah sebesar 25,6 ton dan hasil tangkapan ikan tuna terendah pada musim peralihan II tahun 2016 sebesar 9,6 ton. Pada saat hasil tangkapan ikan tuna tertinggi di musim barat tahun 2022 diperoleh kecepatan angin berkisar 1,24 m/s cukup kuat untuk memicu proses *upwelling* yang membawa nutrisi dari lapisan bawah laut ke permukaan. Arus laut menunjukkan nilai positif sebesar 0,09841 m/s, yang mendukung distribusi dan migrasi ikan tuna ke wilayah perairan tangkap. Arus yang kuat juga

membantu penyebaran suhu dan salinitas yang stabil sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang optimal untuk pergerakan ikan tuna. Suhu berada pada kisaran 30 °C yang mendukung metabolisme dan pergerakan ikan tuna, serta meningkatkan aktivitas dalam mencari makan. Salinitas pada musim barat ini stabil dimana berkisar 33 psu mendukung kenyamanan ikan tuna dalam bermigrasi ke wilayah ini. Konsentrasi klorofil-a mencapai 1,68 mg/m³ menunjukkan tingkat produktivitas yang optimal dan kondisi ini ideal untuk mendukung kelimpahan mangsa bagi ikan tuna (Ratnawati et al., 2016). Pada musim peralihan II tahun 2016, hasil tangkapan ikan tuna mencapai titik terendah, yang bertepatan dengan kecepatan angin yang relatif tinggi, yaitu sekitar 1,68 m/s. Kecepatan angin yang tinggi ini berpotensi memicu terjadinya gelombang laut yang besar, sehingga mengganggu aktivitas ikan tuna di permukaan laut dan mendorong mereka untuk bermigrasi ke wilayah yang lebih tenang (Piontkovski et al., 2012). Arus berkisar 0,082073 m/s yang tergolong lemah menyebabkan rendahnya distribusi plankton dan nutrisi di perairan. Arus yang lemah membuat distribusi organisme mangsa seperti zooplankton menjadi terbatas, sehingga tuna tidak berkumpul dari daerah tersebut. Suhu permukaan laut relatif sedikit lebih rendah berkisar 29,67 °C yang membuat daya tarik habitat bagi ikan tuna cenderung berpindah ke perairan yang lebih hangat dan stabil (Damara et al., 2020). Salinitas pada musim peralihan II ini berkisar 32,67 psu sedikit lebih rendah sehingga dapat memengaruhi ikan tuna untuk tidak bermigrasi ke wilayah yang kurang stabil. Ikan tuna sensitif terhadap perubahan ini, sehingga cenderung menjauhi daerah dengan salinitas rendah (Pandu J. Astika et al., 2024). Konsentrasi klorofil-a mencapai 2,87 mg/m³ mengindikasikan cukup tinggi sehingga dapat menurunkan kadar oksigen dan mengganggu ekosistem ikan kecil sebagai mangsa bagi ikan tuna. Hal ini sejalan dengan pendapat (Pratama et al., 2024) yang menyatakan bahwa parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus laut, dan konsentrasi klorofil-a memiliki peran penting dalam memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan pelagis, termasuk ikan tuna.



Gambar 10. Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Utara

Berdasarkan analisis yang disajikan dalam Tabel IIa, pada musim barat diperoleh nilai (R) sebesar 0,66, yang menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel kecepatan arus, kadar salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin terhadap jumlah tangkapan ikan tuna, dengan kontribusi sebesar 66%. Selain itu, nilai R square (R²) sebesar 0,44 atau 44% menunjukkan bahwa variabel tersebut mampu menjelaskan 44% dari total faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Utara pada musim tersebut. Pada musim peralihan I, yang disajikan dalam Tabel IIb, nilai (R) mencapai 0,99, menunjukkan adanya keterkaitan yang sangat erat dengan kontribusi sebesar 99%. Di sisi lain, nilai R² sebesar 0,98 atau 98% menunjukkan bahwa kombinasi variabel tersebut mampu menjelaskan hingga 98% dari faktor yang berkontribusi terhadap hasil tangkapan ikan tuna selama musim peralihan I. Pada musim timur, yang disajikan dalam Tabel IIc, nilai R sebesar 0,59 menggambarkan hubungan yang erat dengan kontribusi mencapai 59%. Nilai R square (R²) sebesar 0,35 atau 35% mengindikasikan bahwa variabel tersebut dapat menjelaskan 35% dari faktor

yang berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Utara pada musim ini. Kemudian, pada musim peralihan II yang disajikan dalam Tabel IId, nilai (R) sebesar 0,88 menunjukkan keterkaitan yang sangat kuat, dengan kontribusi sebesar 88%. Nilai R² sebesar 0,78 atau 78% mengindikasikan bahwa variabel kecepatan arus, salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin dapat menjelaskan hingga 78% dari faktor yang berpengaruh pada jumlah tangkapan ikan tuna selama musim peralihan II di wilayah Bengkulu Utara. Secara keseluruhan, data yang disajikan dalam Tabel 12 mengindikasikan bahwa perairan Bengkulu Utara cenderung menghasilkan tangkapan ikan tuna yang lebih besar pada kondisi suhu yang lebih rendah.

Tabel 11. Hasil Uji Penentuan R² Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Utara (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

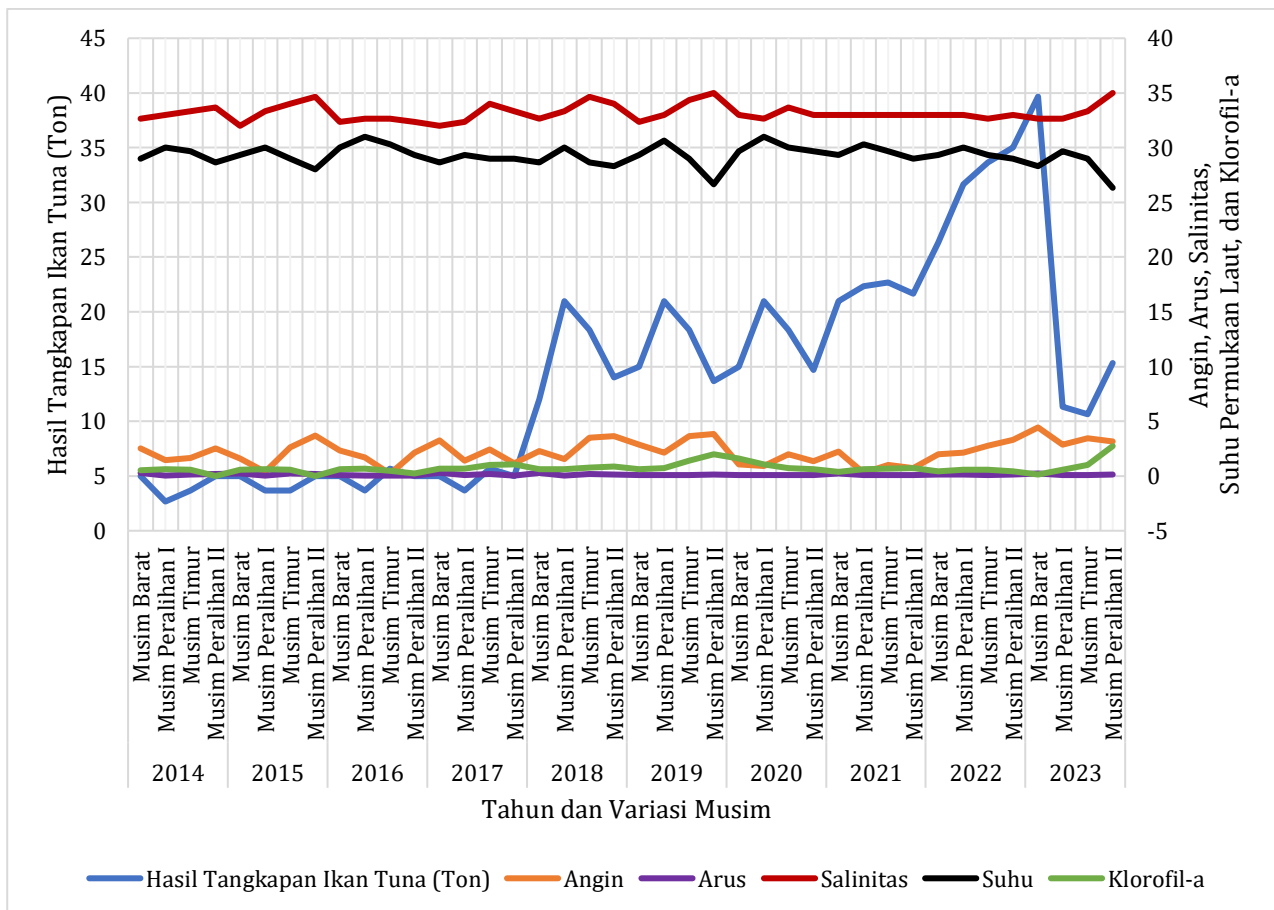
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,66679137	Multiple R	0,990289
R Square	0,444610731	R Square	0,980673
Adjusted R Square	-0,24962586	Adjusted R Square	0,956513
Standard Error	5,687695683	Standard Error	0,702377
Observations	10	Observations	10
(a)		(b)	
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,599485	Multiple R	0,88732
R Square	0,359382	R Square	0,787337
Adjusted R Square	-0,44139	Adjusted R Square	0,521507
Standard Error	3,722967	Standard Error	2,452395
Observations	10	Observations	10
(c)		(d)	

Tabel 12. Analisis Regresi Linier Berganda Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Utara (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-192,273459	315,9141905	-0,60863	0,5756413
Arus	-101,941331	153,1940469	-0,66544	0,5421775
Salinitas	6,756345777	7,701621743	0,877263	0,4298745
Suhu	-0,27687203	10,03832418	-0,02758	0,9793172
Klorofil	-1,41141945	3,212363422	-0,43937	0,6830862
Angin	6,851631699	5,189945714	1,320174	0,2572541
(a)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	79,77706049	46,64838834	1,710178	0,162407
Arus	100,1731213	18,90666521	5,298297	0,006094
Salinitas	0,848871949	0,923056056	0,919632	0,409805
Suhu	-3,54746145	0,725016963	-4,89294	0,008085
Klorofil	8,2164089	0,876649398	9,372514	0,000722
Angin	-2,35425682	1,225123298	-1,92165	0,12703
(b)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	168,1558247	171,4960635	0,980523	0,382345
Arus	-40,8650149	32,61233559	-1,25305	0,278437
Salinitas	-1,76009154	3,275223257	-0,5374	0,619496
Suhu	-3,0927018	2,808627205	-1,10114	0,332641
Klorofil	-0,02718686	2,424336098	-0,01121	0,99159
Angin	2,301150273	2,826021341	0,814272	0,461187
(c)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	322,652823	143,2555024	2,252289	0,087423
Arus	-158,46241	72,52958954	-2,1848	0,094238
Salinitas	-0,8115457	1,534243238	-0,52896	0,624828
Suhu	-9,0463526	3,888172707	-2,32663	0,080549
Klorofil	-0,4372364	1,177080434	-0,37146	0,729135
Angin	-1,6218854	1,842442069	-0,88029	0,428414
(d)				

Dari yang disajikan dalam Gambar 13, tampak pola keterkaitan antara faktor angin, arus, salinitas, suhu permukaan laut, serta konsentrasi klorofil-a terhadap volume tangkapan ikan tuna di wilayah Kaur selama rentang waktu 2014

hingga 2023. Tangkapan ikan tuna tertinggi di Kaur terjadi pada musim barat tahun 2022 dengan jumlah mencapai 39,6 ton, sementara tangkapan paling rendah ditemukan pada musim peralihan I tahun 2014, yakni sebesar 2,6 ton. Pada musim barat tahun 2022, kecepatan angin yang relatif tinggi, sekitar 4,43 m/s, mendukung terjadinya pencampuran lapisan permukaan laut, yang pada akhirnya meningkatkan ketersediaan nutrisi serta memperluas wilayah penangkapan ikan tuna. Kemudian untuk arus berkisar 0,23 m/s, relatif cukup kuat sehingga berkontribusi besar terhadap peningkatan produktivitas perairan melalui proses *upwelling* dan dapat meningkatkan sebaran nutrisi serta plankton yang membuat ikan tuna bermigrasi untuk mencari makan di daerah tersebut. Suhu berada pada 28,33 °C termasuk dalam rentang optimal untuk di wilayah Kaur dan meningkatkan migrasi ikan tuna untuk mencari makan dengan suhu yang stabil di perairan Kaur ini. Salinitas pada musim barat ini berkisar 32,67 psu berada pada kisaran yang stabil dan nyaman dalam mempertahankan distribusi tuna di wilayah Kabupaten Kaur. Konsentrasi klorofil-a berkisar 0,13 mg/ m³ cukup rendah namun tetap stabil untuk adanya ketersediaan fitoplankton dalam jumlah cukup banyak, sehingga lingkungan perairan tetap stabil dengan kadar oksigen terlarut yang memadai. Pada hasil tangkapan ikan tuna terendah di musim peralihan I tahun 2014 diperoleh kecepatan angin di wilayah Kabupaten Kaur ini cukup rendah yaitu berkisar 2,5 m/s sehingga mengurangi pencampuran vertikal air laut dan membatasi pergerakan plankton (Sitinjak et al., 2023). Arus sebesar 0,06 m/s tergolong sangat lemah sehingga membatasi pergerakan nutrisi dan plankton yang membuat konsentrasi makanan utama tuna berkurang. Lemahnya dinamika arus menyebabkan tuna berpindah ke wilayah yang lebih produktif. Suhu permukaan laut pada musim ini berada pada 29 °C suhu ini menjadi kurang optimal karena disertai dengan nilai klorofil-a yang cukup tinggi, sehingga dapat menyebabkan penurunan tingkat kelarutan oksigen (Damara et al., 2020). Pada musim peralihan I, salinitas perairan berada pada kisaran 33 psu, yang menunjukkan kondisi stabil untuk perairan tropis. Namun, agar produktivitas ikan tuna optimal, diperlukan dukungan dari arus yang cukup kuat. Sementara itu, konsentrasi klorofil-a pada musim peralihan I mencapai sekitar 0,52 mg/m³, yang tergolong cukup tinggi namun kurang stabil, sehingga berpotensi mengganggu kenyamanan habitat ikan tuna (Piontkovski et al., 2012).



Gambar 13. Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kaur

Dari data yang disajikan dalam Tabel 14a, nilai (R) pada musim barat mencapai 0,92, menunjukkan bahwa hubungan antara arus, salinitas, suhu, klorofil, dan angin terhadap hasil tangkapan ikan tuna sebesar 92%, yang tergolong sangat kuat. Selain itu, nilai R square (R²) sebesar 0,86 atau 86% mengindikasikan bahwa variabel tersebut dapat menjelaskan 86% faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna di wilayah Kaur selama musim barat. Pada musim peralihan I, berdasarkan Tabel 14b, nilai R sebesar 0,90 menunjukkan hubungan yang sangat kuat, dengan pengaruh variabel tersebut terhadap hasil tangkapan ikan tuna mencapai 90%. Sementara itu, nilai R² sebesar 0,82 atau 82% menunjukkan bahwa 82% faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna dapat dijelaskan oleh variabel

tersebut. Pada musim timur, seperti yang disajikan dalam Tabel 14c, nilai R mencapai 0,75 atau 75%, menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara arus, salinitas, suhu, klorofil, dan angin terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Namun, nilai R^2 sebesar 0,56 atau 56% mengindikasikan bahwa variabel ini hanya mampu menjelaskan 56% faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna. Selanjutnya, pada musim peralihan II, data dalam Tabel 14d menunjukkan bahwa nilai R sebesar 0,62 mengindikasikan pengaruh yang cukup kuat antara variabel tersebut dengan hasil tangkapan ikan tuna, dengan pengaruh sebesar 62%. Namun, nilai R^2 hanya sebesar 0,39 atau 39%, menunjukkan bahwa variabel tersebut menjelaskan 39% faktor yang berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan tuna selama musim peralihan II. Secara keseluruhan, data yang disajikan dalam Tabel 15 mengindikasikan bahwa perairan Kaur cenderung menghasilkan tangkapan ikan tuna yang lebih besar pada kondisi angin yang besar.

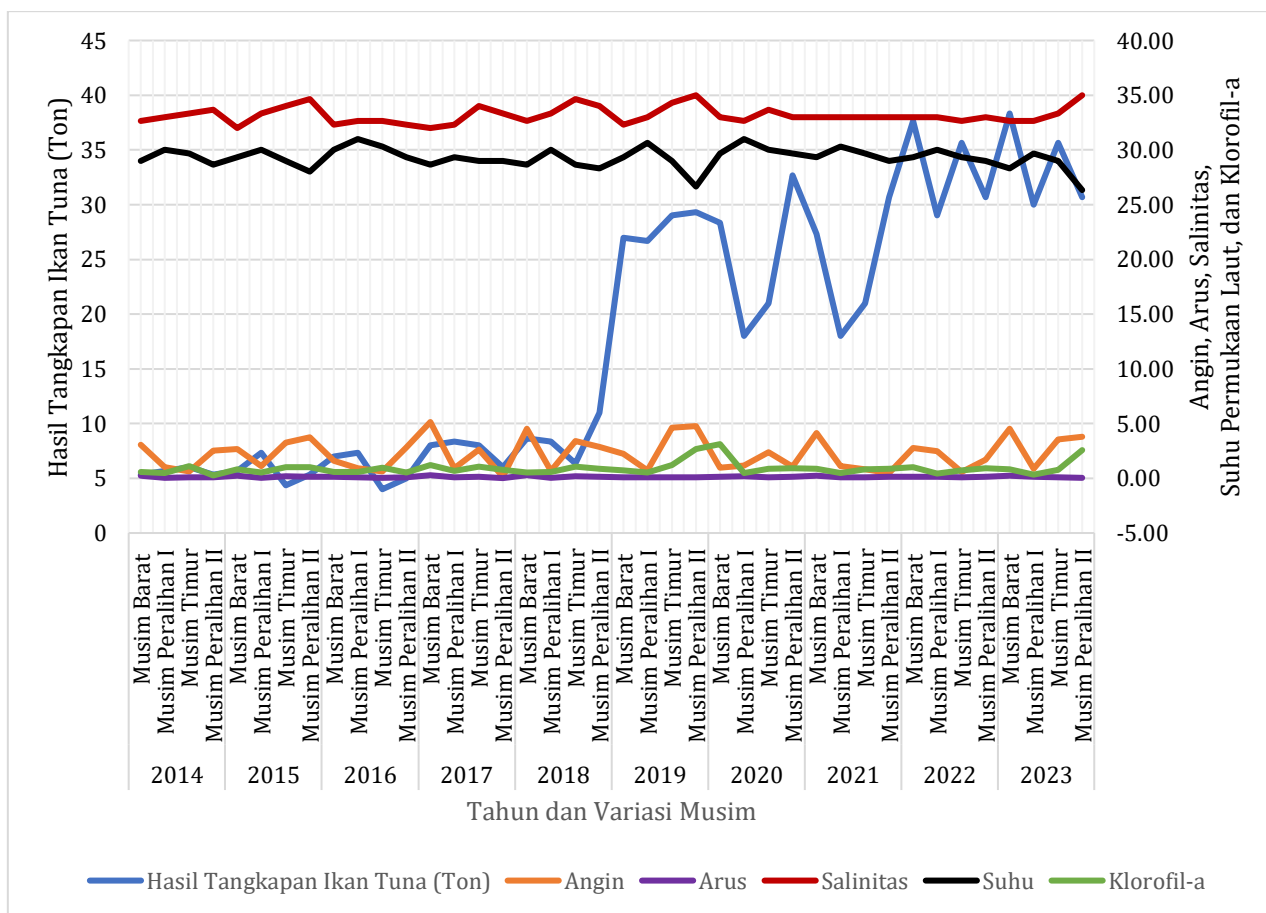
Tabel 14. Hasil Uji Penentuan R^2 Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kaur (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,927741	Multiple R	0,906232
R Square	0,860703	R Square	0,821257
Adjusted R Square	0,686581	Adjusted R Square	0,597829
Standard Error	6,415218	Standard Error	6,631191
Observations	10	Observations	10
(a)		(b)	
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,752838	Multiple R	0,629029
R Square	0,566766	R Square	0,395677
Adjusted R Square	0,025223	Adjusted R Square	-0,35973
Standard Error	9,772374	Standard Error	11,15008
Observations	10	Observations	10
(c)		(d)	

Tabel 15. Analisis Regresi Linier Berganda Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kaur (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	38,43529608	426,4833109	0,090121	0,932523
Arus	-111,751682	50,30032308	-2,22169	0,090442
Salinitas	16,29645531	6,079244863	2,680671	0,05519
Suhu	-18,0159912	10,14195256	-1,77638	0,150317
Klorofil	-12,9191168	9,074393315	-1,42369	0,227635
Angin	0,509200396	5,031755349	0,101197	0,924263
(a)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-728,31651	281,47246	-2,58752	0,060843
Arus	288,214204	77,97857819	3,696069	0,020907
Salinitas	17,4761164	8,738969302	1,999791	0,116144
Suhu	4,65407048	5,653868099	0,823166	0,456658
Klorofil	4,49430236	24,78101795	0,181361	0,864904
Angin	0,8097226	3,308466358	0,244743	0,818698
(b)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	204,8217197	542,6189852	0,377469	0,724999
Arus	-203,274486	126,4781233	-1,60719	0,18329
Salinitas	8,34304134	12,03802827	0,693057	0,526411
Suhu	-14,5630115	18,92066954	-0,76969	0,484419
Klorofil	-27,1200672	21,5631997	-1,2577	0,276918
Angin	1,38740869	7,836127109	0,177053	0,86807
(c)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	154,847019	742,7174878	0,208487	0,845035
Arus	169,784445	188,661618	0,899942	0,419033
Salinitas	-11,911082	13,20675952	-0,90189	0,418111
Suhu	7,55451195	14,05675454	0,537429	0,619475
Klorofil	16,0641189	12,33258786	1,302575	0,262653
Angin	4,64835351	5,529309137	0,840675	0,447847
(d)				

Berdasarkan yang disajikan dalam Gambar 16 grafik memperlihatkan pola keterkaitan antara angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, serta klorofil-a dengan volume tangkapan ikan tuna di Kota Bengkulu sepanjang periode 2014 hingga 2023. Hasil kajian menunjukkan bahwa jumlah tangkapan tertinggi tercapai pada musim barat tahun 2023 dengan angka mencapai 38,3 ton, sedangkan jumlah terendah ditemukan pada musim timur tahun 2016, yaitu hanya sebesar 4 ton. Pada musim barat tahun 2023, kondisi kecepatan angin yang tinggi, sekitar 4,53 m/s, mendukung terjadinya proses *upwelling* dan pencampuran air laut, yang secara efektif membawa nutrisi ke permukaan. Kecepatan arus laut berkisar 0,22 m/s tergolong sedang dan ideal untuk migrasi ikan tuna. Arus semacam ini membantu menyuplai nutrisi dari lapisan bawah ke permukaan dan mendorong ikan tuna menuju daerah tertentu. Suhu berada pada 28,33 °C dalam kisaran optimal di perairan Laut Kota Bengkulu dan memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan tuna. Salinitas termasuk dalam kisaran normal yaitu 32,67 psu. Selama musim barat, kadar klorofil-a terukur sekitar, 0,84 mg/m³ yang menunjukkan bahwa keberadaan fitoplankton dalam jumlah cukup yang mendukung rantai makanan ikan tuna. Sebaliknya, hasil tangkapan ikan tuna terendah pada tahun 2016 di musim timur, yang ditandai oleh kecepatan angin rendah sekitar 0,65 m/s. Kecepatan arus laut sangat lemah yaitu 0,03 m/s sehingga berpengaruh pada rendahnya transportasi nutrisi dan terbatasnya distribusi plankton. Suhu permukaan laut pada musim timur cukup tinggi yaitu 30,33 °C sehingga menyebabkan ikan bermigrasi ke daerah dengan suhu yang lebih stabil (Lehodey et al., 2008). Salinitas pada musim timur ini memiliki nilai yang sama seperti musim barat yaitu berkisar 32,67 akan tetapi pada musim timur ini salinitas yang stabil tidak cukup untuk mendukung kelimpahan ikan tuna bila kondisi parameter yang lainnya tidak mendukung (Hatta, 2014). Konsentrasi klorofil-a pada musim timur tercatat cukup tinggi, yaitu sebesar 0,97 mg/m³. Namun, kondisi ini tidak memberikan pengaruh langsung terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Hal ini karena arus yang lemah dan kecepatan angin yang rendah, dapat menghambat proses transportasi makanan serta distribusi nutrisi di perairan.



Gambar 16. Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kota Bengkulu

Berdasarkan hasil yang disajikan dalam Tabel 17a, diketahui bahwa pada musim barat nilai (R) sebesar 0,93. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan yang sangat erat antara parameter arus, salinitas, suhu, konsentrasi klorofil-a, serta pola angin terhadap produktivitas tangkapan ikan tuna, dengan kontribusi sebesar 93%. Nilai R square (R²) mencapai 0,88 atau 88%, yang berarti variabel tersebut mampu menjelaskan 88% faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna di Kota Bengkulu pada musim barat. Pada musim peralihan I, yang disajikan dalam Tabel 17b, nilai R sebesar 0,80 atau 80% juga menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara variabel yang sama dengan hasil tangkapan ikan tuna. Nilai R² yang mencapai 0,65 atau 65% menunjukkan bahwa variabel tersebut dapat menjelaskan 65% faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna di Kota Bengkulu pada musim tersebut. Pada musim timur yang disajikan dalam Tabel 17c, nilai R sebesar 0,82 atau 82% mengindikasikan hubungan yang sangat kuat antara arus,

salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Nilai R^2 yang mencapai 0,67 atau 67% menunjukkan bahwa variabel tersebut mampu menjelaskan 67% faktor yang memengaruhi hasil tangkapan pada musim ini. Selanjutnya, pada musim peralihan II yang disajikan dalam Tabel 17d, nilai R tercatat sebesar 0,98 atau 98%, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara variabel tersebut terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Nilai R^2 sebesar 0,96 atau 96% menunjukkan bahwa faktor variabel ini dapat menjelaskan 96% variasi hasil tangkapan ikan tuna di Kota Bengkulu pada musim peralihan II. Secara keseluruhan, seperti yang disajikan dalam Tabel 18, kondisi suhu yang rendah di wilayah perairan Kota Bengkulu cenderung menghasilkan tangkapan ikan tuna yang lebih besar di setiap musim.

Tabel 17. Hasil Uji Penentuan R^2 Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kota Bengkulu (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

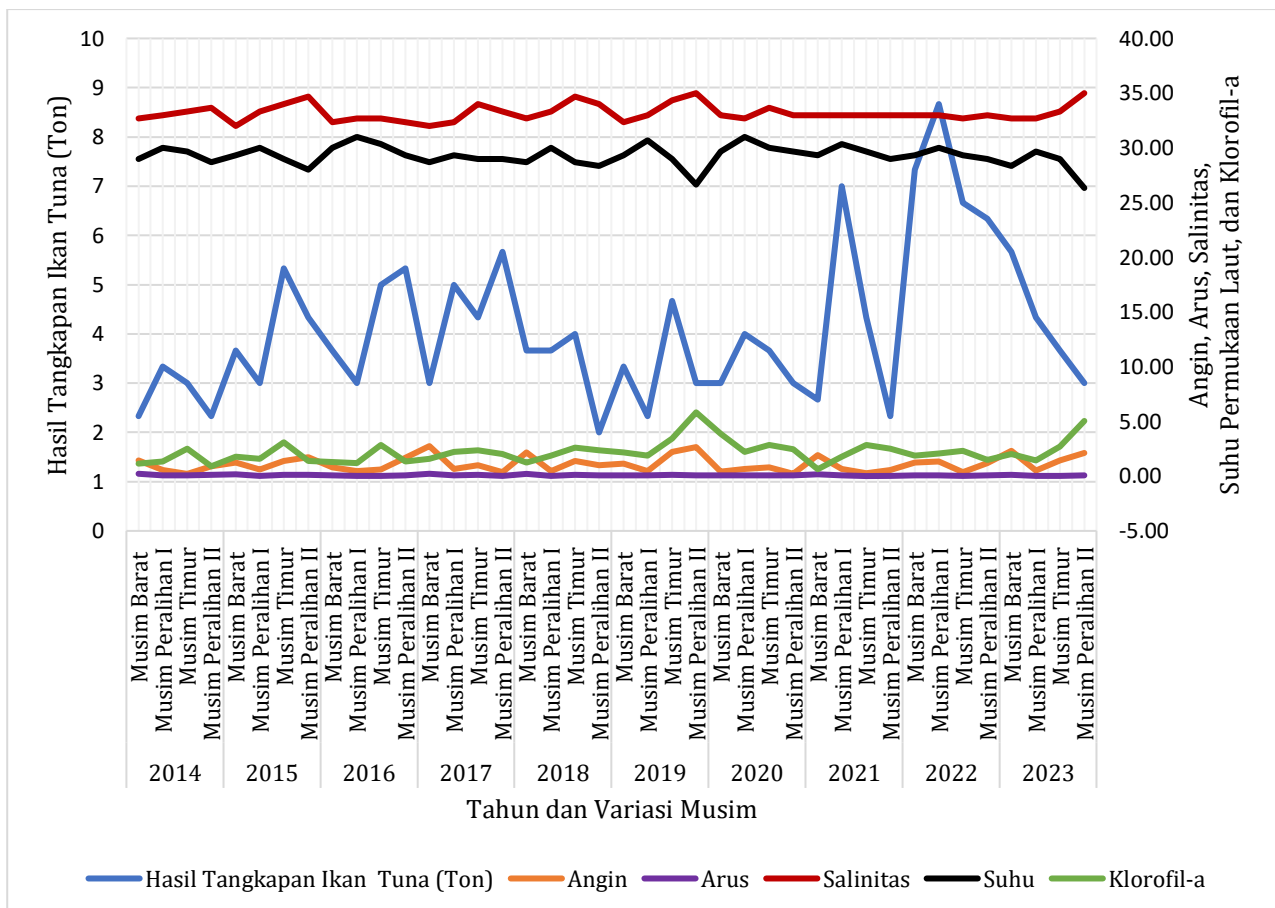
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
Regression Statistics		Regression Statistics	
Multiple R	0,938229	Multiple R	0,806628
R Square	0,880273	R Square	0,650648
Adjusted R Square	0,730614	Adjusted R Square	0,213959
Standard Error	7,086995	Standard Error	8,672457
Observations	10	Observations	10
(a)		(b)	
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
Regression Statistics		Regression Statistics	
Multiple R	0,823305	Multiple R	0,982236
R Square	0,677832	R Square	0,964788
Adjusted R Square	0,275121	Adjusted R Square	0,920774
Standard Error	11,0573	Standard Error	3,63782
Observations	10	Observations	10
(c)		(d)	

Tabel 18. Analisis Regresi Linier Berganda Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Kota Bengkulu (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-140,979062	354,6254392	-0,39754	0,711269
Arus	-260,850965	69,16554639	-3,7714	0,019581
Salinitas	12,72086158	6,830821521	1,862274	0,136042
Suhu	-8,05525498	9,288993352	-0,86718	0,434766
Klorofil	5,647760305	3,804968486	1,484312	0,211892
Angin	8,335577578	4,620868909	1,803898	0,145577
(a)				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-0,70237893	389,5136683	-0,0018	0,998648
Arus	103,7595033	119,2255395	0,870279	0,433259
Salinitas	3,236825362	13,17371452	0,245703	0,818004
Suhu	-2,39207054	6,740002743	-0,35491	0,740582
Klorofil	-52,2476613	40,6859879	-1,28417	0,268416
Angin	-0,80712604	8,009923024	-0,10077	0,924585
(b)				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	457,8161013	718,0399913	0,637591	0,558408
Arus	-153,567826	179,9581763	-0,85335	0,441552
Salinitas	-2,50619389	20,92655303	-0,11976	0,910446
Suhu	-10,3259181	11,97527085	-0,86227	0,437167
Klorofil	-47,9591864	37,93278175	-1,26432	0,274768
Angin	4,13080177	6,114669511	0,675556	0,536364
(c)				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	403,7746766	252,3589026	1,600002	0,184849
Arus	189,3292129	32,09111325	5,89974	0,00413
Salinitas	-8,97623535	3,652334356	-2,45767	0,069866
Suhu	-4,01922606	5,029478582	-0,79913	0,468976
Klorofil	20,79522919	3,521189645	5,90574	0,004114
Angin	-4,86298414	1,370502792	-3,54832	0,023834
(d)				

Berdasarkan Gambar 19, grafik menunjukkan *tren* hubungan antara angin, kecepatan arus, salinitas, suhu permukaan laut, dan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama periode 2014 hingga 2023. Hasil tangkapan ikan tuna tertinggi tercatat pada tahun 2022 selama musim peralihan I, mencapai 8,67 ton,

sementara tangkapan terendah terjadi pada tahun 2018 di musim peralihan II, yaitu sebesar 2 ton. Pada hasil tangkapan ikan tuna tertinggi di musim peralihan I tahun 2022 diperoleh bahwa kecepatan angin menunjukkan cukup kuat yaitu 1,35 m/s. Kecepatan arus berkisar 0,08612 m/s yang tidak terlalu kuat dan cukup membawa plankton. Suhu permukaan laut yang berada pada 30 °C tergolong hangat dan masih dalam kisaran optimal untuk aktivitas biologis ikan tuna. Salinitas pada musim peralihan I berkisar 33 psu, kondisi ini mencerminkan kondisi stabil perairan dan ideal untuk kelimpahan tuna. Konsentrasi klorofil-a pada musim peralihan I di perairan Bengkulu Tengah tercatat sebesar 2,07 mg/m³. Kondisi ini mengindikasikan bahwa produktivitas perairan berada pada tingkat yang stabil, sehingga keberadaan fitoplankton sebagai komponen utama rantai makanan tetap terjaga. Hal tersebut mendukung kelimpahan ikan kecil yang menjadi sumber makanan utama bagi ikan tuna. Sebaliknya pada hasil tangkapan ikan tuna terendah di musim peralihan II tahun 2018, kecepatan angin berkisar 1,01 m/s cukup rendah untuk di perairan Bengkulu Tengah sehingga dapat menurunkan peluang *upwelling* dan menghambat produktivitas perairan. Kecepatan arus yang diperoleh yaitu berkisar 0,09 m/s cukup lemah dan tidak didukung dengan salinitas yang stabil sehingga membuat rendahnya transportasi nutrisi dan terbatasnya distribusi plankton sebagai makanan utama ikan tuna. Untuk suhu pada musim peralihan II ini berkisar pada 28,33 °C mendekati optimal namun parameter seperti salinitas yang berkisar pada 34 psu sedikit lebih tinggi dari optimal dan bisa menunjukkan evaporasi tinggi atau sedikit pengenceran air laut sehingga mengganggu kenyamanan fisiologis ikan tuna (Wahyudi, 2019). Konsentrasi klorofil-a pada musim peralihan II tahun 2022 mencapai sekitar 2,37 mg/m³, yang mencerminkan tingkat produktivitas perairan yang lebih tinggi dibandingkan dengan musim peralihan I. Namun, tanpa adanya salinitas, arus, dan angin yang mendukung, distribusi plankton berpotensi menjadi tidak optimal, sehingga dapat mendorong ikan tuna untuk bermigrasi ke wilayah dengan kondisi lingkungan yang lebih stabil.



Gambar19. Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Tengah

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 19a, pada musim barat diperoleh nilai (R) sebesar 0,75. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan yang sangat erat antara variabel seperti arus, salinitas, temperatur, konsentrasi klorofil-a, dan pola angin terhadap produktivitas tangkapan ikan tuna, dengan kontribusi mencapai 75%. Selain itu, nilai R square (R²) sebesar 0,57 atau 57% mengindikasikan bahwa variabel tersebut mampu menjelaskan 57% dari variasi hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama musim barat. Pada musim peralihan I, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 19b, nilai R mencapai 0,87 mengindikasikan adanya keterkaitan yang sangat erat, dengan kontribusi sebesar 87% antara variabel arus, salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Nilai R² pada musim ini mencapai 0,76 atau 76%, yang berarti bahwa variabel tersebut mampu menjelaskan 76% dari faktor yang berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama musim peralihan I. Selanjutnya, untuk musim timur, hasil yang disajikan dalam Tabel 19c menunjukkan bahwa nilai R sebesar 0,73 atau 73%, yang juga dikategorikan sebagai hubungan sangat kuat antara variabel arus, salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin dengan hasil tangkapan ikan tuna. Nilai

R^2 pada musim ini adalah 0,53 atau 53%, yang menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut menjelaskan 53% variasi hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama musim timur. Pada musim peralihan II, berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 19d, nilai R sebesar 0,75 mengindikasikan adanya keterkaitan yang sangat erat, dengan kontribusi sebesar 75% antara variabel arus, salinitas, suhu, klorofil-a, dan angin terhadap hasil tangkapan ikan tuna. Nilai R^2 pada musim ini tercatat mencapai 0,57 atau 57%, yang berarti bahwa variabel tersebut mampu menjelaskan 57% dari faktor yang berpengaruh pada hasil tangkapan ikan tuna di Bengkulu Tengah selama musim peralihan II. Secara keseluruhan, data yang disajikan dalam Tabel 21 mengindikasikan bahwa perairan Bengkulu Tengah cenderung menghasilkan tangkapan ikan tuna yang lebih besar pada kondisi angin yang kuat.

Tabel 19. Hasil Uji Penentuan R^2 Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Tengah (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,757596	Multiple R	0,873721
R Square	0,573952	R Square	0,763389
Adjusted R Square	0,041392	Adjusted R Square	0,467626
Standard Error	1,493598	Standard Error	1,445932
Observations	10	Observations	10
(a)		(b)	
SUMMARY OUTPUT		SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>		<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,730417	Multiple R	0,758852
R Square	0,533509	R Square	0,575857
Adjusted R Square	-0,0496	Adjusted R Square	0,045678
Standard Error	1,058101	Standard Error	1,525803
Observations	10	Observations	10
(c)		(d)	

Tabel 20. Analisis Regresi Linier Berganda Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tuna di Bengkulu Tengah (a) Musim Barat (b) Musim Peralihan I (c) Musim Timur (d) Musim Peralihan II

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	55,530181	95,60576162	0,580825	0,592511
Arus	-30,78687	14,94957669	-2,05938	0,108529
Salinitas	0,4159534	1,377537799	0,301954	0,777736
Suhu	-2,035058	2,404002007	-0,84653	0,444931
Klorofil	-0,873951	0,91165449	-0,95864	0,392026
Angin	0,0347229	1,903407545	0,018243	0,986319
(a)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	30,03857847	68,19343661	0,440491	0,68234
Arus	4,620292998	47,60867383	0,097047	0,927357
Salinitas	-0,36126115	2,490185632	-0,14507	0,891669
Suhu	-0,58949534	1,243537131	-0,47405	0,660183
Klorofil	-0,04673891	1,997819459	-0,02339	0,982456
Angin	6,075043098	2,757880321	2,202794	0,092365
(b)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	146,617879	69,72815557	2,102707	0,103337
Arus	27,4628602	19,4944147	1,408755	0,23169
Salinitas	-3,0701885	1,506465963	-2,03801	0,111195
Suhu	-1,5168402	1,292073676	-1,17396	0,305537
Klorofil	1,26687218	1,920017741	0,659823	0,545424
Angin	0,1282268	1,359717404	-0,0943	0,929403
(c)				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-116,904835	146,2596355	-0,7993	0,468891
Arus	-47,1165645	30,13135896	-1,56371	0,192929
Salinitas	1,69165624	2,284837118	0,740384	0,50017
Suhu	2,303795417	2,552322659	0,902627	0,417764
Klorofil	-0,64225636	0,605661614	-1,06042	0,348738
Angin	2,701449986	1,605238765	1,682896	0,167684
(d)				

4. SIMPULAN

Hasil tangkapan ikan tuna terbanyak di perairan Provinsi Bengkulu secara umum terjadi pada musim barat yaitu di Kabupaten Kaur tahun 2023 kecuali di Kabupaten Bengkulu Tengah yang terjadi pada musim peralihan I tahun 2022. Di Kabupaten Kaur hasil tangkapan ikan tuna sebesar 39,6 ton dengan kecepatan angin 4,43 m/s, kecepatan arus 0,23 m/s, suhu permukaan laut 28,33 °C, salinitas 33 psu, dan klorofil-a 0,13 mg/m³. Untuk di Kabupaten Bengkulu Tengah hasil tangkapan ikan tuna sebesar 8,67 ton dengan kecepatan angin 1,35 m/s, kecepatan arus sebesar 0,08612 m/s, suhu permukaan laut 30°C, salinitas 33 psu, dan klorofil-a 2,07 mg/m³. Hasil tangkapan ikan tuna terendah terdapat di Kabupaten Bengkulu Tengah pada musim peralihan II tahun 2018 sebesar 2 ton dengan kecepatan angin 1,01 m/s, kecepatan arus sebesar 0,09 m/s, suhu permukaan laut 28,33 °C, salinitas 34 psu, dan klorofil-a 2,37 mg/m³. Berdasarkan hasil analisis secara statistik diperoleh bahwa hubungan hasil tangkapan ikan tuna berkorelasi kuat terhadap arus, suhu permukaan laut, salinitas, dan klorofil-a dengan rentang nilai R sebesar 0,59 – 0,99 untuk setiap musim di perairan laut Bengkulu Utara, Kaur, Kota Bengkulu, dan Bengkulu Tengah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang mendalam kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, penulis berterima kasih kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu atas dukungan berupa data yang sangat berarti serta kerja sama tim peneliti yang luar biasa. Penelitian ini merupakan bagian dari keluaran kegiatan proyek independen Program Studi Fisika Universitas Bengkulu tahun 2024. Penulis juga mengapresiasi Program Studi Fisika Universitas Bengkulu atas dukungan pendanaan dan fasilitasi yang telah diberikan, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. REFERENSI

- Damara, I. G. A. G. B. G., Dharma, I. G. B. S., & Suteja, Y. (2020). Pengaruh Suhu Permukaan Laut terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Selat Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 169. <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i02.p3>
- Durack, P. J., & Wijffels, S. E. (2010). Fifty-Year trends in global ocean salinities and their relationship to broad-scale warming. *Journal of Climate*, 23(16), 4342–4362. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3377.1>
- Hatta, M. (2014). Hubungan antara Parameter Oseanografi dengan Kandungan Klorofil-A Pada Musim Timur Di Perairan Utara Papua. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 24(3), 29–39. <https://doi.org/10.35911/torani.v24i3.235>
- Julita, R., & Mujiono (2019). Estimasi Zona Potensial Penangkapan Ikan (Zppi) Provinsi Bengkulu Menggunakan Citra Satelit Modis Aqua. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(3), 359–366. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.03.11>
- Juniarti, L., Jumarang, M.I., & Apriansyah, A. (2017). Analisis kondisi suhu dan salinitas perairan barat Sumatera menggunakan data Argo Float. *Physics Communication*, 1(1), 74–84. <https://doi.org/10.15294/physcomm.v1i1.9005>
- Kusuma, D. W., Murdimanto, A., Aden, L. Y., Sukresno, B., Jatisworo, D., & Hanintyo, R. (2017). Sea Surface Temperature Dynamics in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 98(012038). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012038>
- Lehodey, P., Chai, F., & Hampton, J. (2003). Modelling climate-related variability of tuna populations from a coupled ocean-biogeochemical-populations dynamics model. *Fisheries Oceanography*, 12(4–5), 483–494. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2003.00244.x>
- Lehodey, P., Senina, I., & Murtugudde, R. (2008). A spatial ecosystem and populations dynamics model (SEAPODYM) - Modeling of tuna and tuna-like populations. *Progress in Oceanography*, 78(4), 304–318. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.06.004>
- Pandu, J. A., Kangkan A. L., & Paulus C. A. (2024). Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Berdasarkan Sebaran Klorofil-A dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Perairan Kekar. *Jurnal Ilmiah Bahari Papadak*, 5(1), 105–121.
- Piontkovski, S. A., Al-Gheilani, H. M. H., Jupp, B., Sarma, V. Y., & Al-Azri, A. R. (2012). The relationship between algal blooms, fish kill incidents, and oxygen depletions along the omani coast. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 6(2), 145–177.
- Pratama, G. B., Baihaqi, F., & Aisyah, A. (2024). Studi Literatur: Pengaruh Parameter Oseanografi Terhadap Kelimpahan Ikan Pelagis. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 13(2), 66-73. <https://doi.org/10.26618/o.v13i2.16539>
- Purwanto, P., Sugianto, D. N., Zainuri, M., Permatasari, G., Atmodjo, W., Rochaddi, B., Ismanto, A., Wetchayont, P., & Wirasatriya, A. (2021). Seasonal variability of waves within the Indonesian seas and its relation with the monsoon wind. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 26(3), 189–196. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.26.3.189-196>
- Ratnawati, H. I., Hidayat, R., Bey, A., & June, T. (2016). Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3), 119–130. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2016.12.3.134>
- Rosmasita, R., Usman, U., & Sari, T. E. Y. (2016). The Relations Chlorophyll-A Concentration With Caught Tuna (*Thunnus sp*) in West Sumatra Using Satellite Imagery Aqua Modis. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*.
- Simamora, E. S., Amarrohman, F. J., & Wijaya, A. P. (2022). Penetapan Batas Pengelolaan Wilayah Laut Provinsi Bengkulu. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 05(01), 30–36.
- Sitinjak, L., Afriani, A., Padang, W. S., & Munthe, E. (2023). Pengaruh Curah Hujan dan Kecepatan Angin Terhadap Hasil Tangkapan Purse Seine Periode Tahun 2022 di Perairan Pantai Barat Sumatra. *Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*, 5(2), 51-53. <https://doi.org/10.300491/tapiannauli.v5i2.206>
- Tangke, U., Karuwal, J. C., Zainuddin, M., & Mallawa, A. (2015). Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) di Perairan Laut Halmahera Bagian Selatan. *Jurnal Ipteks Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 2(3), 248–260. <https://doi.org/10.20956/jips.v2i3.78>
- Wahyudi, I. (2019). Hubungan Parameter Oseanografi Terhadap Produksi Hasil Tangkapan Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) Di Perairan Prigi Trenggalek (Study Kasus Nelayan Kapal Purse Seine). [Skripsi]. Universitas Brawijaya. Malang.