

# ANALISIS PELAGIC HABITAT INDEX IKAN TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*) MENGGUNAKAN DATA SATELIT DAN HIDROAKUSTIK DI PERAIRAN BANGGAI KEPULAUAN

(*Pelagic Habitat Index Analysis Of Bigeye Tuna (Thunnus Obesus) Using Satellite And  
Hydroacoustic Data In Banggai Islands Waters*)

Taufik Hidayat<sup>1</sup>, Henry Munandar Manik<sup>2</sup>, Shafira Himayah<sup>1</sup>, Rina Zuraida<sup>3</sup>, Agus Saleh  
Atmadipoera<sup>2</sup>, Asep Priatna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Bandung 40154, Indonesia

E-mail: [taufikhidyat@gmail.com](mailto:taufikhidyat@gmail.com)

Diterima 2 Agustus 2024, Direvisi: 20 September 2024; Ditetujui untuk Dipublikasikan: 25 November 2024

## ABSTRAK

Ikan tuna mata besar merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai tinggi di pasaran. Ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) dapat ditemukan di perairan Indonesia, salah satunya di wilayah WPPNRI 715 yang berada pada laut Sulawesi. Namun dari tahun 2019 hingga 2021, penangkapan ikan tuna mengalami penurunan pada provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui potensi lebih lanjut ikan tuna di Perairan Banggai Kepulauan. Penggabungan data Soumi National Polar-orbiting Partnership (SNPP) dengan sensor Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS), Hidroakustik dan Conductivity, Temperature, and Depth (CTD), dapat digunakan untuk mendapatkan parameter oseanografi yang berupa klorofil-a, suhu permukaan laut, kedalaman, dan target strength. Parameter tersebut dapat digunakan untuk analisis Pelagic Habitat Indeks (PHI) yang digunakan untuk mengetahui potensi ikan tuna mata besar. Hasil penggabungan data SNPP, Hidroakustik dan CTD menunjukkan nilai parameter oseanografi yang baik, dengan nilai Root Means Square Error yang kecil, dengan begitu dapat dilakukan analisis PHI untuk menunjukkan habitat yang ideal dan potensi ikan tuna mata besar. Berdasarkan analisis PHI, bahwa habitat ikan tuna mata besar yang baik berada pada nilai klorofil-a 0,37 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,52 mg/m<sup>3</sup>, suhu permukaan laut 27,75 °C hingga 28,01 °C dan kedalaman -190m hingga -250m. Terdapat 20 lokasi yang berpotensi untuk penangkapan ikan tuna mata besar di Perairan Banggai Kepulauan. Namun hanya 5 lokasi yang berpotensi sangat tinggi untuk penangkapan ikan tuna mata besar, dan 5 lokasi tersebut tersebar dekat dengan daratan.

**Kata kunci:** Hidroakustik, pelagic habitat index, SNPP-VIIRS, tuna mata besar, zona potensi penangkapan ikan

## ABSTRACT

*Bigeye tuna is a commodity that has high value on the market. Bigeye tuna (Thunnus obesus) can be found in Indonesian waters, one of which is in the WPPNRI 715 area which is in the Sulawesi waters. However, from 2019 to 2021, tuna fishing has decreased in Central Sulawesi province. This research aims to determine further potential of tuna fish in the waters of the Banggai Islands. Combining Soumi National Polar-orbiting Partnership (SNPP) data with the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS), Hydroacoustics and Conductivity, Temperature, and Depth (CTD) sensors, can be used to obtain oceanographic parameters in the form of chlorophyll-a, sea surface temperature, depth, and target strength. These parameters can be used for Pelagic Habitat Index (PHI) analysis which is used to determine the potential of bigeye tuna. The results of combining SNPP, Hydroacoustic and CTD data show good oceanographic parameter values, with small Root Means Square Error values, so PHI analysis can be carried out to show the ideal habitat and potential for bigeye tuna. Based on PHI analysis, good bigeye tuna habitat is at chlorophyll-a values of 0,37 mg/m<sup>3</sup> to 0,52 mg/m<sup>3</sup>, sea surface temperatures of 27,75 °C to 28,01 °C and depths of -190m to -250m. There are 20 potential locations for catching bigeye tuna in the waters of the Banggai Islands. However, only 5 locations have very high potential for catching bigeye tuna, and these 5 locations are spread close to land.*

**Keywords:** Fishing potential zone, hydroacoustic, pelagic habitat index, SNPP-VIIRS, tuna bigeye.

## PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi menjadi salah satu penyokong ikan komoditas utama dengan jumlah produksi pada tahun 2021 sebesar 1,1 juta ton (BPS, 2022). Di antara ke lima provinsi yang ada di pulau Sulawesi dalam produksi ikan komoditas utama, Sulawesi Tengah menjadi yang paling terendah dalam penangkapan ikan di laut. Pada tahun 2021 Sulawesi Tengah hanya memproduksi ikan dengan komoditas utama sebesar 165 ribu ton, angka tersebut mengalami kenaikan dari tahun 2019 yang berkisar 133 ribu ton (BPS, 2022). Dari kenaikan tersebut, Sulawesi Tengah memiliki potensi ikan yang melimpah dan dapat dimanfaatkan dengan baik. Namun tidak semua komoditas utama ikan mengalami kenaikan. Tercatat di Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) bahwa penangkapan ikan tuna pada tahun 2019 hingga 2021 mengalami penurunan.

Faktor yang mempengaruhi penurunan penangkapan ikan tuna diantaranya adalah faktor iklim. Faktor iklim menjadi penentu karena berpengaruh terhadap perilaku ikan. Selain itu, parameter seperti klorofil-a atau plankton, suhu, arus dan salinitas menjadi penentu dalam berkembang biaknya ikan tuna (Tangke & Deni, n.d.).

Perubahan iklim yang terjadi di Kabupaten Kepulauan Banggai adalah fenomena *El Nino Southern Oscillation (ENSO)* dan *Indian Ocean Dipole (IOD)* yang dipengaruhi oleh peningkatan stratifikasi air laut di Samudera Pasifik bagian timur dan tengah sepanjang ekuator sehingga memberikan pengaruh di Samudra Pasifik (Baharuddin et al., 2022). Fenomena yang terjadi berpengaruh terhadap kondisi perairan Kabupaten Banggai Kepulauan, ketika ENSO dan IOD dalam kondisi normal maka kondisi suhu permukaan laut (SPL) dan curah hujan berada pada kondisi stabil, sedangkan ketika ENSO dan IOD sedang dalam kondisi positif akan menyebabkan suhu permukaan laut dan curah hujan menurun (dingin). Sebaliknya jika ENSO dan IOD dalam kondisi negatif akan menyebabkan suhu permukaan laut dan curah hujan meningkat (hangat). Kedua fenomena tersebut bisa terjadi secara bersamaan atau terjadi secara terpisah. Apabila ENSO dan IOD positif terjadi secara bersamaan akan menyebabkan musim kemarau datang lebih cepat dan lama (Narulita et al., 2018) dan sebaliknya jika fenomena ENSO dan IOD negatif terjadi secara bersamaan maka akan menyebabkan curah hujan lebih tinggi dan lama (Baharuddin et al., 2022). Fenomena tersebut sangat mempengaruhi kondisi oseanografi di laut Kabupaten Banggai Kepulauan, yang tentunya sangat berpengaruh terhadap penangkapan jenis ikan tuna.

Pengaruh cuaca yang terus berubah berpengaruh terhadap kondisi perairan, diperlukan

adanya pemantauan kondisi oseanografi perairan Kabupaten Banggai Kepulauan yang akan berpengaruh dalam penangkapan ikan, terutama dalam komoditas ikan tuna sirip kuning dan mata besar. Namun pemantauan kondisi oseanografi secara langsung akan memakan biaya yang tinggi dan waktu yang lebih lama, dan terdapat kemungkinan ketika dilakukan pemantauan secara langsung dan kembali ke daratan untuk mengolah data, kondisi dari oseanografi akan berubah kembali secara cepat, hal tersebut sangat tidak efisien dan efektif apabila dilakukan secara terus menerus. Oleh karena itu, perlu adanya cara pemantauan yang efektif dan efisien dengan teknologi baru seperti halnya penggunaan satelit terkini dalam pemantauan kondisi oseanografi (Suniada et al., 2020). Teknik penggunaan satelit pada pemantauan kondisi oseanografi adalah dengan menggunakan Penginderaan Jauh. Data yang diambil merupakan data yang diambil secara tidak langsung atau tidak perlu turun ke lapangan melainkan menggunakan wahana satelit dalam pengambilan datanya.

Penggunaan data satelit dalam penentuan lokasi penangkapan ikan tuna sudah seringkali digunakan untuk penelitian. Menurut (Oktari et al., 2019) Penggunaan data Aqua MODIS dapat digunakan untuk mengetahui parameter oseanografi, yang merupakan faktor dalam penentuan area ikan tuna. Metode SIG (Sistem Informasi Geografi) dapat digunakan untuk menganalisis lokasi potensi ikan tuna sirip kuning, dengan menggunakan data suhu permukaan laut dan klorofil - a, hasil dari ekstraksi data citra (Tangke & Deni, n.d.).

Dalam pengambilan data, satelit yang digunakan merupakan *Soumi National Polar-orbiting Partnership (SNPP)* yang merupakan satelit cuaca dengan sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)*. Sensor VIIRS dapat digunakan untuk secara global salah satunya pada area lautan. VIIRS memiliki sensor yang sama dengan satelit – satelit seperti; AVHRR, OLS, MODIS, SeaWiFS untuk analisis zona habitat tuna mata besar (Lee et al., 2005). Dengan begitu pemantauan kondisi oseanografi, seperti data suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a dan salinitas di perairan Kabupaten Banggai Kepulauan akan menjadi efektif dan efisien. Namun teknologi ini masih memiliki kekurangan dalam melakukan pemantauan, terutama dalam metode hotspot. Permasalahan lainnya yaitu kondisi atmosfer di wilayah seperti objek lain atau awan yang terekam sehingga mengganggu ketelitian data dalam perekaman (Semedi et al., 2021).

Penggunaan data in situ atau survei lapangan digunakan untuk mendukung hasil pengolahan data citra SNPP-VIIRS yang dapat digunakan kembali untuk tahun selanjutnya dan dibulan yang sama agar data pengolahan citra tahun selanjutnya dapat

berferensi terhadap data pengukuran in situ sebelumnya. Data pengukuran in situ yang dimaksud merupakan data survei hidroakustik, yang berupa hasil perekaman transduce-bim untuk mendapatkan data densitas ikan. Data hidroakustik mempunyai akurasi yang tinggi dalam mendeteksi potensi sumber daya ikan dan kondisi oseanografi, serta dapat menjadi rujukan untuk kesesuaian akurasi data pengindraan jauh (Achmadi et al., 2014).

Penggabungan data pengindraan jauh dan survei hidroakustik dapat menghasilkan akurasi data tinggi, efisien dan efektif. Namun diperlukan juga metode penggabungan data yang tepat, untuk menggabungkan kedua data tersebut digunakan metode *Pelagic Habitat Index (PHI)*. Metode tersebut merupakan analisis yang sesuai dengan data yang digunakan dalam menentukan habitat ikan tuna dan kondisi oseanografi. Analisis *Pelagic Habitat Index (PHI)* merupakan metode yang didasarkan pada indeks kesesuaian yang mencerminkan kualitas ekologi sebagai fungsi dari habitat ikan tuna (Putri et al., 2021). Namun dalam penentuan habitat ikan tuna diperlukan juga parameter suhu dan klorofil-a sebagai faktor penentu. Pada survei hidroakustik data tersebut belum didapatkan, sehingga diperlukan pengambilan data suhu dan klorofil-a dengan melakukan survei *Conductivity, Temperature and depth (CTD)*. Parameter tersebut menjadi sangat penting dalam penentuan lokasi habitat ikan tuna.

Data yang digunakan, dan parameter yang dipilih sangatlah penting dalam menentukan lokasi habitat ikan tuna agar hasil yang di dapatkan maksimal. Pengolahan data dan pemilihan metode saja belum cukup untuk menampilkan informasi terkait dengan potensi habitat ikan tuna. Data yang ditampilkan hanya berbentuk angka masih memerlukan penampilan atau visualisasi agar data tersebut dapat dibaca dengan mudah dan informasi

yang disampaikan tertera jelas. Metode sistem informasi geografis seringkali digunakan dalam memvisualisasikan data angka atau huruf, karena dengan hal tersebut dapat divisualisasikan dengan baik. Oleh karena itu, data potensi ikan tuna divisualisasikan dalam bentuk peta dengan menggunakan metode sistem informasi geografis agar lokasi habitat ikan tuna maupun kondisi oseanografi dapat tervisualisasikan dengan baik.

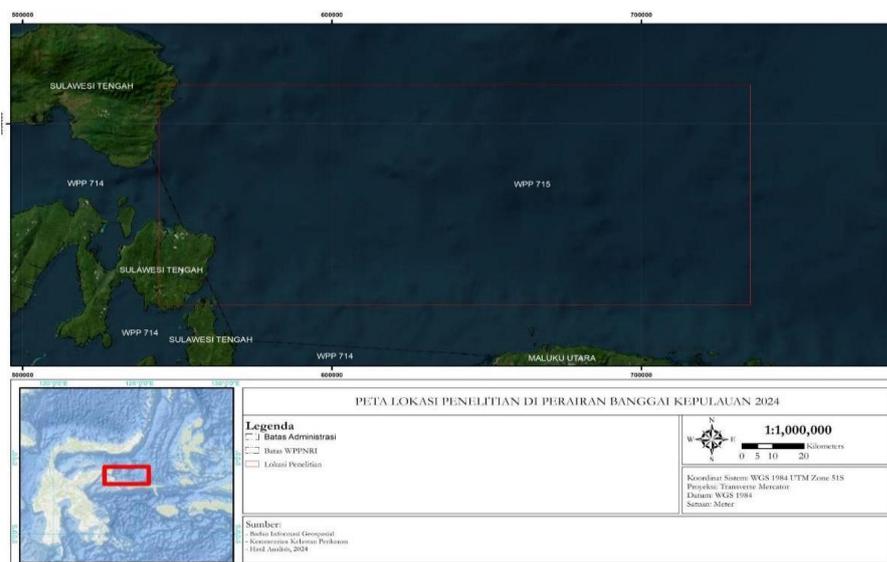
Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi penangkapan ikan tuna serta kondisi oseanografi perairan Kabupaten Banggai Kepulauan. Selain tujuan utama tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara data pengindraan jauh dan hasil survei in situ. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian Zona Potensi Penangkapan Ikan lainnya di Kabupaten Banggai Kepulauan.

## METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Banggai Kepulauan, yang terletak di Teluk Tomini, Sulawesi Tengah, Indonesia. Perairan ini secara geografis berada pada koordinat 1° 06' 30" Lintang Selatan - 2° 35' 58" Lintang Selatan dan 122° 37' 6,3" Bujur Timur - 123° 40' 1,9" Bujur Timur. Perairan Banggai Kepulauan terbagi menjadi dua bagian, yaitu Teluk Banggai di bagian barat dan Teluk Peleng di bagian timur.

Perairan Banggai Kepulauan, yang terletak di Teluk Tomini, Sulawesi Tengah, Indonesia, memiliki batas wilayah sebagai berikut: sebelah utara berbatasan dengan Teluk Tomini, sebelah selatan berbatasan dengan Teluk Tolo dan Kabupaten Banggai Laut, sebelah timur berbatasan dengan Laut Maluku, dan sebelah barat berbatasan dengan Selat Peling dan Kabupaten Banggai.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian.

**Tabel 1.** Bahan penelitian.

Bahan	Sumber
Data Hidroakustik	Penelitian BUDEE CRUISE September 2022
Soumi National Polar-orbiting Partnership Data konduktivitas, temperatur, dan kedalaman	Nasa Ocean Color Penelitian BUDEE CRUISE September 2022

Penelitian ini dilakukan pada Teluk Tomini yang berlokasi di WPP RI 715, sedangkan Teluk Tomini mencakup 3 Provinsi yaitu Sulawesi Tengah, Gorontalo, dan Sulawesi Utara, yang terdiri dari 13 Kabupaten Parigi Moutong, Poso, Tojo Una-Una dan Banggai dan lainnya. Selain wilayah WPP RI 715, populasi yang digunakan merupakan jalur ekspedisi jalur BUDEE 2022. Sampel yang diambil dalam penelitian ini merupakan daerah perairan Kabupaten Banggai Kepulauan dan jalur ekspedisi BUDEE 2022.

Dalam melakukan pengolahan dalam penelitian ini memanfaatkan beberapa perangkat lunak seperti ArcGIS untuk menganalisis zona potensi penangkapan ikan dan SeaDAS untuk mengolah data Soumi *National Polar-Orbiting Partnership*. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa bahan penelitian yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

### Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Pelagic Habitat Index (PHI)* dengan pendekatan kuantitatif. Metode ini merupakan metode yang menentukan indeks probabilitas lingkungan yang akan menentukan area tangkapan ikan tuna mata besar. Secara khusus, PHI menghitung berdasarkan total *Catch per unit effort (CPUE)* pada interval histogram tertentu dibagi dengan total densitas ikan maksimum dari semua interval kelas variabel yaitu suhu permukaan laut, dan klorofil-a.

Parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut dan klorofil-a didapatkan dari ekstraksi satelit *Soumi National Polar-orbiting Partnership (SNPP)* sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)*. Nilai dari variabel suhu permukaan laut dan klorofil-a digunakan untuk mendukung metode analisis *Pelagic Habitat Index (PHI)* dan penentuan zona potensi penangkapan ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*).

Pengambilan data secara langsung atau survei in-situ selain data kedalaman, dilakukan juga pengukuran suhu permukaan laut dan pengambilan sampel klorofil-a dengan alat *Conductivity, Temperature, Depth (CTD)*. Data tersebut digunakan untuk memvalidasi data dari satelit SNPP-VIIRS dan mendapatkan nilai eror antara data observasi dan prediksi sehingga dapat ditentukan kualitas dari data satelit tersebut.

Pengamatan citra yang digunakan pada penelitian ini adalah pada tanggal 4 hingga 16

september 2022, karena menyesuaikan dengan pengamatan secara langsung di lapangan atau survei in-situ. Pada penelitian ini digunakan 41 titik sampel yang menyebar secara merata pada area kajian penelitian serta dapat mewakili area tersebut.

### Akuisisi dan Pengolahan data satelit Soumi National Polar-Orbiting Partnership

Menurut (Munthe et al., 2018) Satelit *Soumi National Polar-orbiting Partnership (SNPP)* memiliki akurasi 95% dalam mendeteksi klorofil-a dan 90% dalam mendeteksi suhu permukaan laut. Sedangkan menurut (Rausch et al., 2013) satelit ini memiliki resolusi spasial lebih baik dibandingkan dengan Modis Tera. Data klorofil – a dan suhu permukaan laut hasil ekstraksi satelit SNPP – VIIRS, dapat menjadi parameter oseanografi dalam menentukan habitat ikan (Purwanto & Mardiani, 2020).

### Pengolahan dan Akuisisi Konduktivitas, Temperatur dan Kedalaman

Survei kelautan untuk mendapatkan data konduktivitas, suhu permukaan laut dan kedalaman, dapat menggunakan alat *Conductivity, Temperature, Depth (CTD)* di mana alat tersebut sering digunakan untuk pengambilan sampel di lapangan. Alat tersebut akan mengukur kondisi di lapangan dengan menurunkan alat CTD ke dalam perairan. Selain mengukur ketiga data tersebut, menurut (Sepri, 2012) dapat juga mengukur tekanan, salinitas, kadar oksigen, tingkatan asam atau basa, serta kecerahan air.

Data CTD dapat dijadikan uji validasi dalam penggunaan citra terkait suhu permukaan laut dan klorofil – a, di mana data CTD akan menjadi dasar dalam penelitian parameter oseanografi menggunakan satelit. Hal tersebut juga dibuktikan oleh (Pianto et al., 2019) bahwa akurasi dari data CTD dapat mencapai 98% dengan kondisi cuaca yang baik.

### Pengolahan dan Akuisisi Hidroakustik

Salah satu cara untuk meneliti status sumber daya ikan adalah dengan hidroakustik yaitu memancarkan gelombang suara instrumen echosounder ke dalam perairan dan menerima gelombang suara kembali dari perairan. Menurut (Pujiyati, 2008), gelombang suara yang terhambat saat membentur objek merupakan nilai gema yang

dapat digunakan untuk menganalisis potensi keberadaan ikan di perairan. Penelitian telah menunjukkan bahwa metode hidroakustik dapat mendeteksi ikan dengan akurasi yang tinggi (Fauziah & Jaya, 2004). Menurut (Brehmer, 2006) dalam menentukan densitas ikan dapat menggunakan **Persamaan 1**.

$$\rho A = \left(\frac{S_a}{\sigma_{bs}}\right) \times 10^6 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- $\rho A$  = Estimasi Densitas Ikan ( $\text{km}^{-2}$ )
- $S_a$  = Area *Backscattering Coefficient* ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )
- $\sigma_{bs}$  = Rata-rata *Backscattering Cross Section* ( $\text{m}^2$ )

Sedangkan untuk mendapatkan nilai  $S_a$ , digunakan **Persamaan 2**.

$$S_a = 10^{\left(\frac{Sv}{10}\right)} \times T \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- $S_a$  = Area *Backscattering Coefficient* ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )
- $Sv$  = Rata-rata Volume *Backscattering Strength* ( $\text{m}^2 \text{m}^{-3}$ )
- $T$  = Rata-rata *Water Column Thickness*

untuk mendapatkan  $Sv$ , digunakan **Persamaan 3**.

$$Sv = 10^{\left(\frac{SV}{10}\right)} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- $Sv$  = Rata-rata Volume *Backscattering Strength* ( $\text{m}^2 \text{m}^{-3}$ )
- $SV$  = Volume *Backscattering Strength* (dB re  $1 \text{ m}^{-2}$ )

sedangkan untuk mendapatkan  $\sigma_{bs}$  digunakan **rumus 4**.

$$\sigma_{bs} = 10^{\left(\frac{TS}{10}\right)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- $\sigma_{bs}$  = Rata-rata *Backscattering Cross Section* ( $\text{m}^2$ )
- $TS$  = Rata-rata *Target Strength* (dB re  $1 \text{ m}^2$ )

**Analisis Root Means Square Error**

Analisis *Root Means Square Error (RMSE)* digunakan untuk menguji akurasi dari model prediksi pada data untuk mengetahui nilai akurasi dari data tersebut. Menurut (Suprayogi et al., 2014), *Root Mean Square Error (RMSE)* merupakan pengukuran tingkat kesalahan dari 2 variabel atau data yang digunakan. Dimana jika hasil dari nilai RMSE mendekati 0, maka variabel atau data yang digunakan dapat dikatakan baik atau akurat. RMSE digunakan untuk mengukur akurasi suhu permukaan laut dan klorofil-a hasil ekstraksi data SNPP-VIIRS dengan data CTD. Dalam melakukan analisis RMSE menurut (Suprayogi et al., 2014) digunakan **rumus 5**.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x-y)^2}{n}} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- $X$  = suhu permukaan laut dan klorofil-a data satelit *Soumi National Polar-orbiting Partnership/Predicted*

- $Y$  = suhu permukaan laut dan klorofil-a data *Conductivity, Temperature, Depth/Observed*
- $n$  = Jumlah titik sampel

**Integrasi Data SNPP-VIIRS dan CTD**

Integrasi merupakan metode penggabungan data untuk mendapatkan data baru. Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan data yang berkualitas dan optimal dari penggabungan data satelit dan in-situ. Hasil dari *Root Mean Square Error (RMSE)* data satelit dan in-situ sangat mempengaruhi hasil dari integrasi.

Data yang integrasi yaitu data parameter oseanografi hasil ekstraksi dari data *Soumi National Polar-orbiting Partnership* sebagai data prediksi dan data *Conductivity, Temperature, Depth* sebagai data observasi. Berdasarkan hasil uji akurasi menggunakan RMSE didapatkan nilai yang kecil sehingga data tersebut dapat di integrasi untuk mendapatkan nilai yang optimal.

Metode yang digunakan dalam integrasi merupakan statistik median untuk mendapatkan nilai tengah. Dalam metode ini dibutuhkan data satelit atau prediksi sebagai variabel x dan CTD sebagai observasi atau y dengan begitu variabel x dan y akan ditambah lalu dibagi dua (Sutisna, 2020). Dalam mengintegrasikan menurut (Sutisna, 2020) digunakan **rumus 6**.

$$z = \frac{x_i + y_i}{n} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan

- $x_i$  = nilai prediksi
- $y_i$  = nilai observasi
- $n$  = jumlah data

**Hubungan Estimasi Ikan Tuna Mata Besar dengan Parameter Oseanografi**

Parameter oseanografi memiliki hubungan yang penting dengan estimasi ikan tuna mata besar. Informasi tentang parameter oseanografi dan estimasi ikan tuna mata besar dapat digunakan untuk menganalisis ikan tuna mata besar secara berkelanjutan, membantu nelayan menemukan lokasi penangkapan ikan yang lebih optimal, dan memahami dampak perubahan cuaca pada tuna mata besar di masa depan. Dengan begitu, perlu adanya pemodelan hubungan antara estimasi ikan tuna mata besar dengan parameter oseanografi di Perairan Banggai Kepulauan.

**Analisis Pelagic Habitat Index (PHI)**

Setelah mendapatkan nilai densitas ikan, dilakukan analisis PHI dengan menggabungkan parameter oseanografi yang akhirnya akan didapatkan index habitat dari ikan dan dapat diketahui potensi lokasi habitat ikan tuna mata besar.

Metode *Pelagic Habitat Index (PHI)* dikembangkan untuk memetakan hotspot ikan secara spasial dan temporal di wilayah penelitian. CPUE atau indeks kelimpahan ikan dan frekuensi upaya penangkapan ikan atau indeks ikan dalam kaitannya dengan variabel oseanografi yang berpengaruh (suhu permukaan laut dan Klorofil-a) juga dipertimbangkan. Hasil analisis PHI ini menggunakan sistem pembobotan 0-1. Semakin dekat nilainya ke 1, semakin tinggi probabilitas untuk menemukan ikan tuna mata besar. Nilai PHI mengindikasikan habitat yang cocok untuk tuna mata besar. Sebaliknya jika nilai lebih rendah menunjukkan area dengan probabilitas rendah untuk menemukan ikan tuna mata besar (Putri et al., 2021). Dalam menganalisis PHI, rumus yang digunakan adalah **rumus 7,8 dan 9** (Zainuddin et al., 2017).

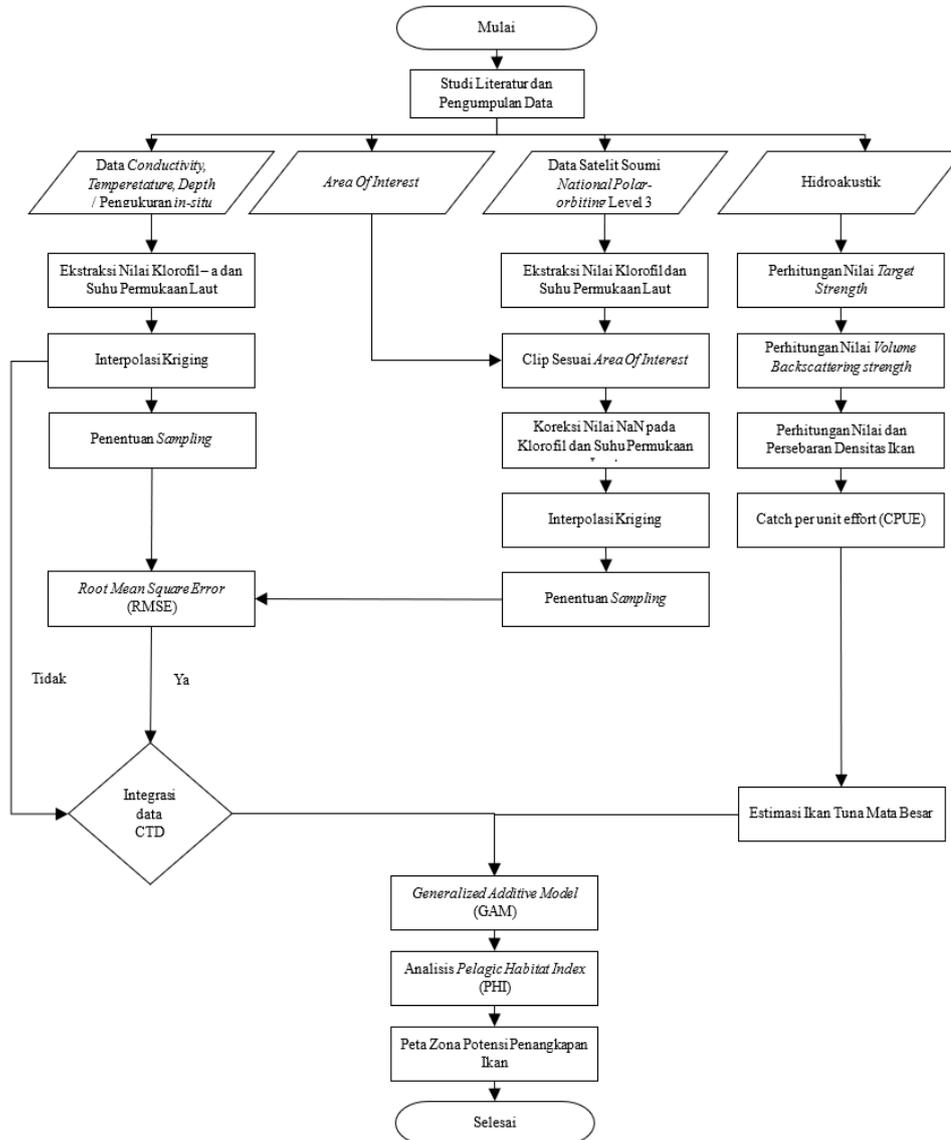
$$PI_{CPUE} = \frac{\sum \frac{CPUE_{ij}}{CPUE_{i,max}}}{n} \dots\dots\dots(7)$$

$$PI_f = \frac{\sum \frac{F_{ij}}{F_{i,max}}}{n} \dots\dots\dots(8)$$

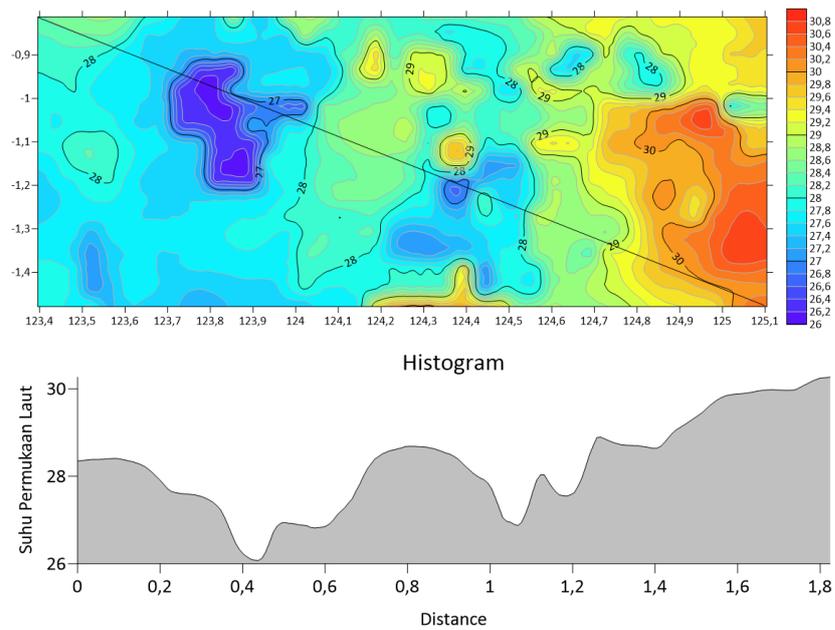
$$PHI = \frac{(PI_{CPUE} + PI_f)}{2} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

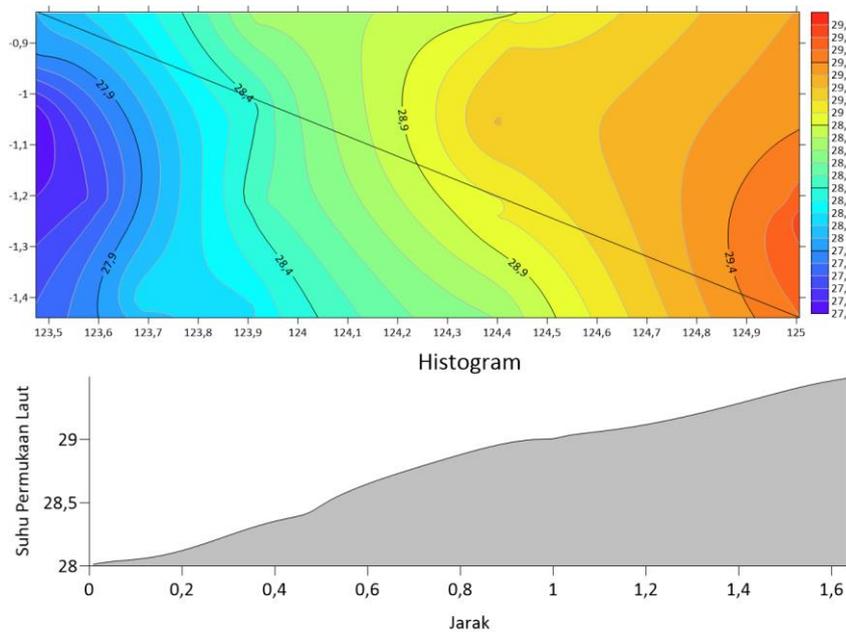
- PI<sub>CPUE</sub> = nilai probabilitas tuna mata besar berdasarkan hubungan laju pancing dengan parameter oseanografi
- PI<sub>f</sub> = indeks probabilitas rata-rata frekuensi densitas ikan dengan parameter oseanografi
- CPUE<sub>ij</sub> = nilai CPUE pada dengan parameter oseanografi-i untuk interval kelas-j
- CPUE<sub>i max</sub> = nilai maksimum CPUE pada parameter oseanografi-i
- F<sub>ij</sub> = nilai frekuensi densitas ikan pada parameter oseanografi -i untuk interval kelas-j
- F<sub>i max</sub> = nilai maksimum frekuensi densitas ikan pada parameter oseanografi-i
- n = total variabel



Gambar 2. Diagram alir penelitian.



**Gambar 3.** Visualisasi data prediksi suhu permukaan laut perairan Banggai Kepulauan 2022.



**Gambar 4.** Visualisasi data observasi suhu permukaan laut Perairan Banggai Kepulauan 2022

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Suhu Permukaan Laut Perairan Banggai Kepulauan September 2022**

Pengolahan suhu permukaan laut dilakukan penggabungan data dari tanggal 4 sampai 16 September 2022, dikarenakan kurangnya lengkap data harian yang disediakan atau didapat oleh peneliti. Metode yang digunakan selanjutnya merupakan interpolasi data perekaman darisatelit. Dengan menggunakan metode interpolasi krigging didapatkan nilai suhu permukaan laut yang dapat dilihat pada **Gambar 3**

Berdasarkan **Gambar 3** diatas, dapat di lihat visualisasi suhu permukaan laut dari data Satelit SNPP-VIIRS memiliki keberagaman suhu yang ditampilkan. Dari hasil dari perekaman satelit,

ditemukan suhu terendah pada area penelitian di suhu 26 °C yang ditandai dengan warna biru tua, sedangkan suhu yang paling tinggi, ditemukan di suhu 30,8 °C yang ditandai dengan warna merah. Terdapat juga histogram yang menunjukkan perbedaan suhu berdasarkan jarak, dengan menggunakan garis linear memanjng.

Pengambilan data CTD dilakukan dengan observasi atau pengambilan langsung pada area penelitian pada tanggal 4 hingga 16 September 2022. Akurasi data CTD sangat tinggi dibandingkan dengan data yang diambil secara tidak langsung atau citra. Dalam pengolahan data CTD dilakukan dengan metode krigging pada perangkat lunak surfer. Dilakukan interpolasi pada data tersebut sehingga dapat memenuhi area penelitian, yang dapat dilihat dengan jelas pada **Gambar 4**.

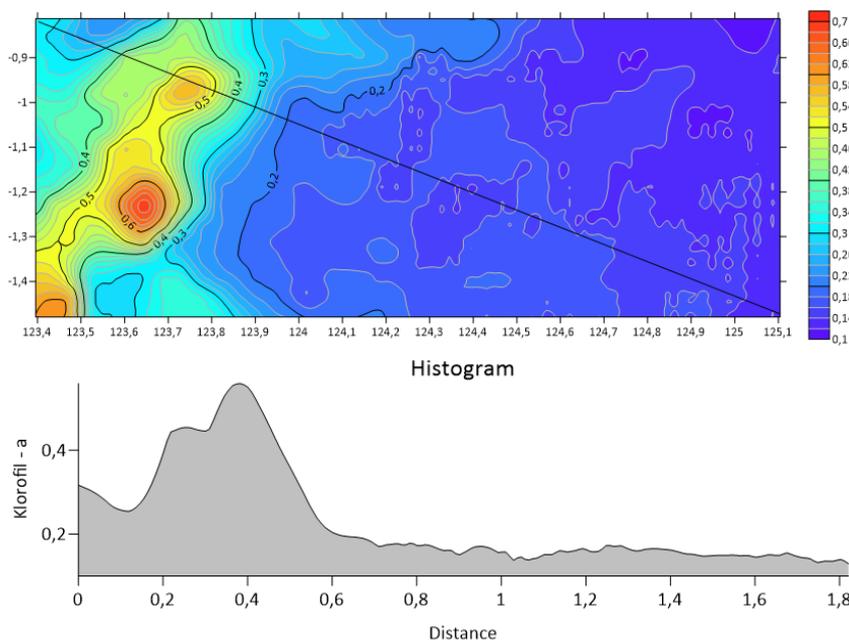
Pada **Gambar 4** bahwa nilai suhu yang dihasilkan dari data CTD cenderung tersebar secara stabil dibandingkan dengan hasil suhu yang menggunakan citra. Suhu tertinggi yang dihasilkan oleh data CTD berkisar pada 29,7 °C, sedangkan yang terendah pada suhu 27,4 °C. Dapat dilihat juga pada histogram bahwa dari arah daratan ke arah tengah perairan memiliki peningkatan suhu.

**Klorofil-a Perairan Banggai Kepulauan September 2022**

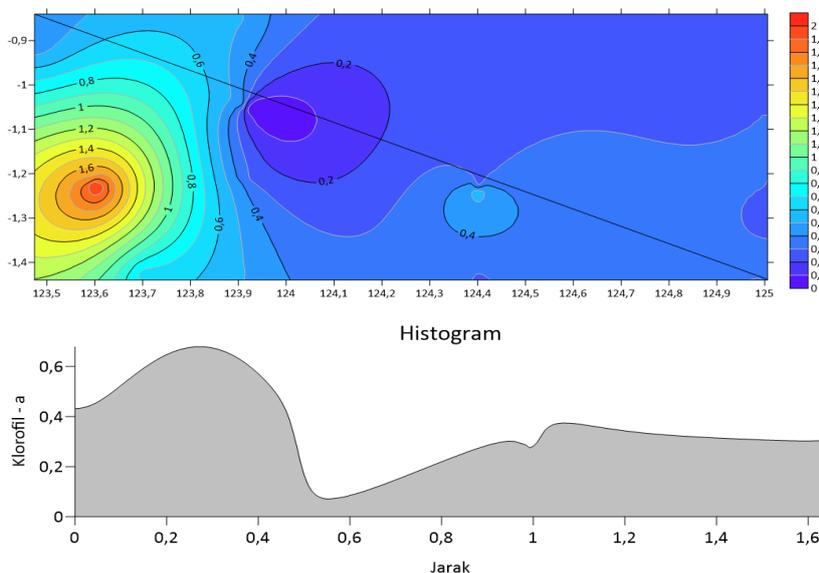
Pengolahan klorofil-a menggunakan penggabungan data dari tanggal 4 hingga 16 September 2022 yang selanjutnya digunakan metode interpolasi krigging data perekaman satelit untuk menghitung nilai klorofil-a. Hasil dari

pengolahan metode interpolasi krigging dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Keberanekaragaman nilai ditampilkan dari visualisasi klorofil-a dari data satelit SNPP-VIIRS, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Hasil perekaman satelit menunjukkan bahwa nilai terendah di area penelitian adalah 0,1 mg/m<sup>3</sup> yang ditunjukkan dengan warna biru tua. Nilai tertinggi ditunjukkan dengan warna merah yaitu 0,7 mg/m<sup>3</sup>. Selain itu, garis linear memanjang digunakan untuk membuat histogram yang menunjukkan perbedaan nilai berdasarkan jarak. Akurasi data CTD sangat tinggi di area ini dibandingkan dengan data yang diambil secara tidak langsung dari citra. Pengolahan data CTD dilakukan dengan metode krigging pada perangkat lunak surfer. Data tersebut diinterpolasi untuk mendapatkan nilai klorofil-a seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**



**Gambar 5.** Visualisasi data prediksi klorofil-a Perairan Banggai Kepulauan 2022.

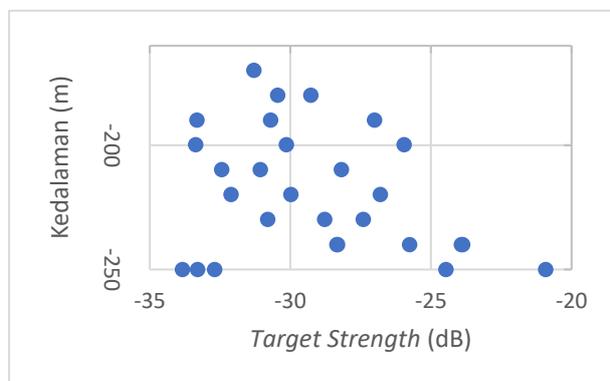


**Gambar 6.** Visualisasi data observasi klorofil-a Perairan Banggai Kepulauan 2022.

**Gambar 6** menunjukkan bahwa nilai Klorofil-a yang dihasilkan dari data CTD cenderung tersebar secara stabil dibandingkan dengan nilai Klorofil-a yang dihasilkan menggunakan citra. Nilai tertinggi adalah 2 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai terendah adalah 0 mg/m<sup>3</sup>. Selain itu, Histogram menunjukkan peningkatan nilai dari arah daratan ke tengah perairan.

**Estimasi Ikan Tuna Mata besar**

Ikan tuna dapat ditemukan pada kedalaman > 200 meter. Ikan tuna memiliki nilai *target strength* -34 dB sampai 19,8 dB namun hal tersebut dipengaruhi juga oleh ukuran dan jenis ikan tuna. (Manik, 2009). Pada hasil filtering data hidroakustik, ditemukan nilai target strength dan kedalaman yang sesuai dengan karakteristik ikan tuna mata besar, namun tidak menutup kemungkinan bahwa berdasarkan nilai tersebut jenis ikan tuna lainnya yang terdeteksi oleh sonar. Pada **Gambar 7** menunjukkan nilai target strength hasil filtering berdasarkan kedalaman. Penentuan jenis ikan tuna diperlukan parameter oseanografi yang sesuai untuk mendeteksi ikan tuna mata besar. Menurut (Sambah et al., 2017) ikan tuna mata besar dapat ditemukan di suhu permukaan laut 25°C hingga 30°C, dengan kandungan klorofil-a sebesar 0,10 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,71 mg/m<sup>3</sup>. Dari hasil parameter yang telah diolah, ditemukan beberapa potensi adanya ikan tuna mata besar, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.



**Gambar 7.** Grafik nilai *target strength* ikan tuna.

**Tabel 2.** Nilai target strength berdasarkan parameter oseanografi.

No	Target Strength	CHL mg/m <sup>3</sup>	Suhu Permukaan Laut °C	Lat	Lon
1	-33.83	0.3	28.36	--0.85	124.3
2	-32.69	0.21	29.97	--1.23	125
3	-28.19	0.25	29.14	--1.43	124.5

No	Target Strength	CHL mg/m <sup>3</sup>	Suhu Permukaan Laut °C	Lat	Lon
4	-23.87	0.25	29.27	--1.43	124.6
5	-33.37	0.15	27.72	--1.05	123.9
6	-31.07	0.22	28.74	--1.05	124.4
7	-27.41	0.13	27.7	--1.04	123.9
8	-26.8	0.36	28.2	--1.05	124.2
9	-25.75	0.33	28.32	--1.05	124.2
10	-24.47	0.34	28.29	--1.05	124.2
11	-30.45	0.38	28.24	--1.43	124.1
12	-30.14	0.41	27.86	--0.86	123.7
13	-33.32	0.36	27.91	--1.22	123.9
14	-31.3	0.5	27.86	--1.22	123.8
15	-27	0.36	27.91	--1.22	123.8
16	-33.3	0.37	28.01	--0.91	123.5
17	-30.71	0.52	27.75	--1	123.5
18	-28.34	0.35	27.89	--1.43	123.9
19	-23.91	0.48	27.81	--0.98	123.5
20	-20.92	0.37	28.01	--0.9	123.5

Sumber: Hasil Analisis, 2024

**Pengujian Root Mean Square Error (RMSE)**

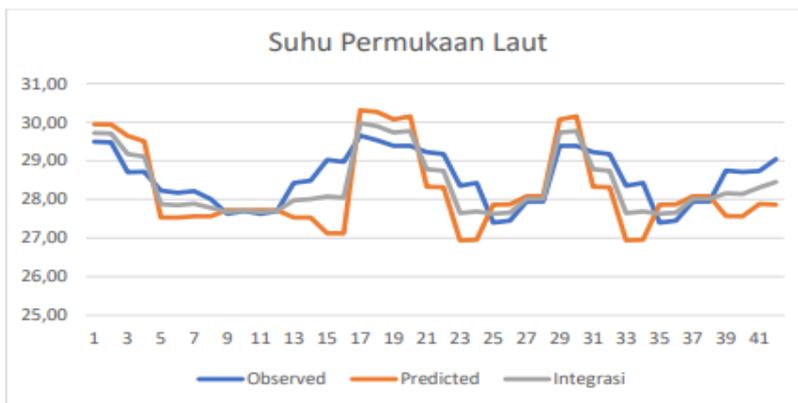
Uji akurasi data antara satelit *Soumi National Polar-Orbiting Partnership* yang selanjutnya disebut dengan data prediksi dan Data *Conductivity, Temperature, Depth* yang disebut data observasi didapatkan hasil uji RMSE sebesar 0,39 dengan begitu data prediksi menghasilkan akurasi yang bagus pada setiap sampel yang dibuat sesuai titik stasiun.

Uji RMSE untuk nilai klorofil-a juga dilakukan dengan data satelit *Soumi-National Polar-orbiting Partnership* sebagai data prediksi dan data *Conductivity, Temperature, Depth* yang disebut data observasi. Dari hasil uji tersebut didapatkan nilai 0,11 yang tergolong rendah atau baik sehingga menunjukkan data prediksi yang digunakan baik.

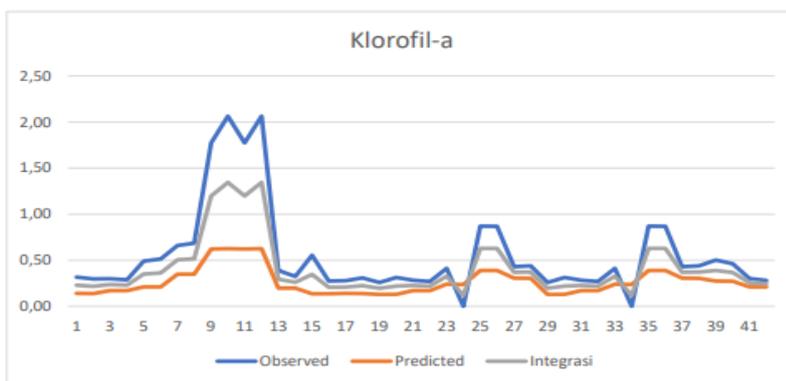
**Integrasi Data CTD dan Satelit Soumi National Polar-orbiting Partnership**

Berdasarkan hasil dari uji akurasi antara data prediksi dan observasi, dapat dikatakan bahwa antara data *Conductivity, Temperature, Depth* dan Satelit *Soumi National Polar-orbiting Partnership* dapat dilakukan integrasi untuk mendapatkan nilai tengah antara kedua data tersebut sehingga data yang digunakan untuk menganalisis cukup baik. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.

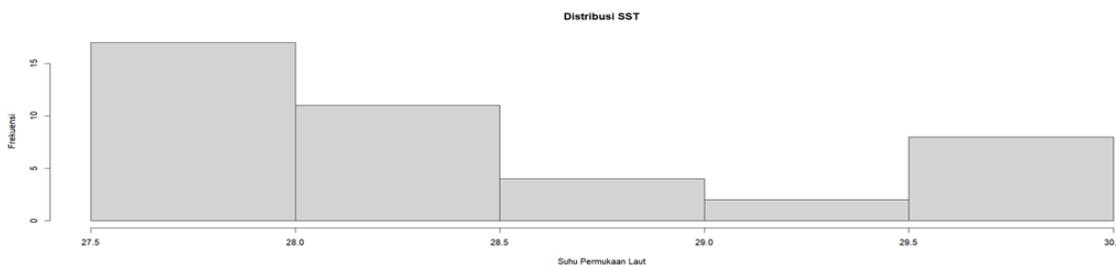
**Gambar 8** menunjukan grafik data antara Observasi, Prediksi dan Integrasi, gambar tersebut menunjukkan nilai dari suhu permukaan laut setiap data yang digunakan, dan hasil integrasi antara data CTD dan SNPP-VIIRS.



Gambar 8. Integrasi Data Suhu permukaan laut



Gambar 9. Integrasi data klorofil-a.



Gambar 10. Frekuensi terhadap suhu permukaan laut.

Gambar 9 merupakan grafik data klorofil-a hasil dari CTD, SNPP-VIIRS dan Integrasi, yang menunjukkan perbedaan setiap nilai dari hasil pengolahan.

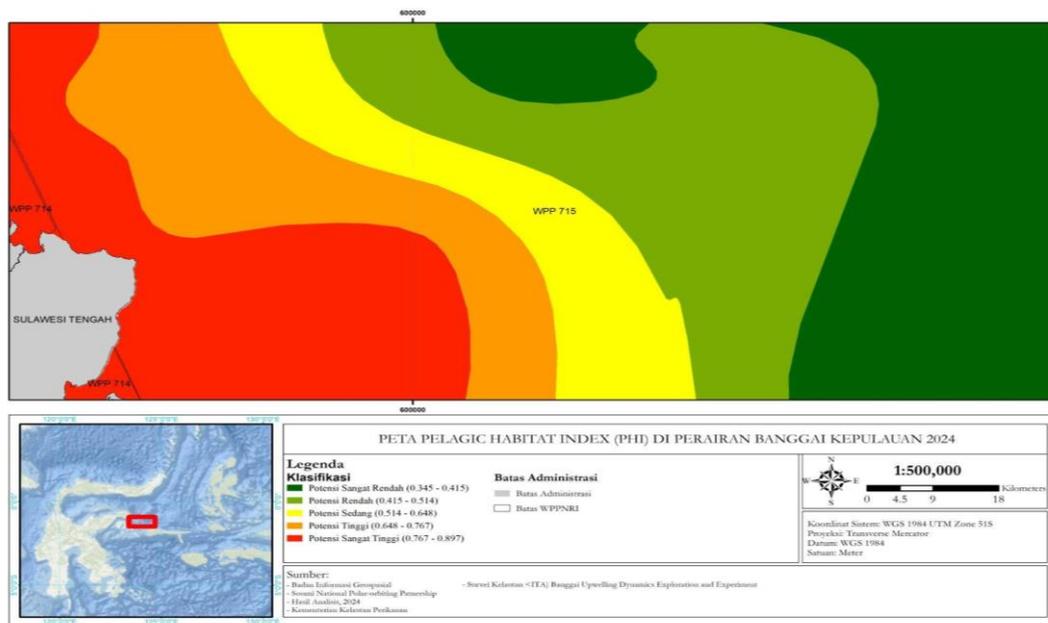
**Generalized Additive Model (GAM)**

Hasil dari pemodelan *Generalized Additive Model (GAM)* memberikan visualisasi antara variabel yang digunakan yaitu suhu, klorofil-a dan densitas ikan. Dari visualisasi tersebut dapat memberikan gambaran terkait deteksi kelimpahan ikan terhadap suhu atau pun dari klorofil-a seperti pada Gambar 10.

Pada lokasi ke 9 sampai 11 memiliki grafik yang tinggi, hal tersebut diduga teridentifikasi terjadi

fenomena *upwelling*, dengan begitu *nutrients* atau klorofil - a pada lokasi tersebut meningkat dan mudah dideteksi.

Gambar di atas menunjukkan hasil visualisasi dari data yang digunakan yaitu hidroakustik dan hasil integrasi SNPP-VIIRS dan CTD. Grafik batang menunjukkan kelimpahan ikan di parameter tertentu. Frekuensi menunjukkan jumlah data parameter oseanografi berdasarkan densitas ikan. Rentang parameter suhu permukaan laut pada visualisasi GAM berada pada 27,5 °C hingga 30 °C. Ikan tuna mata besar berpotensi berada pada suhu 25 °C hingga 30 °C yang berarti secara suhu mempunyai potensi terhadap ikan tuna mata besar.



**Gambar 11.** Frekuensi terhadap suhu permukaan laut.

**Pelagic Habitat Index (PHI)**

Pada **Gambar 11** menunjukkan nilai index terhadap nilai densitas ikan. Semakin tinggi nilai index, semakin berpotensi terhadap ikan tuna. Persebaran *Pelagic Habitat Index (PHI)* mempunyai nilai mulai dari 0,345579 hingga 0,897552. Berdasarkan nilai index tersebut, semakin tinggi nilai index maka semakin tinggi potensi ikan tuna. Sebaliknya semakin kecil nilai index maka semakin kecil pula potensi ikan tuna.

Peta *Pelagic Habitat Index (PHI)* memiliki 5 klasifikasi yaitu Hijau Tua dengan klasifikasi yang paling rendah dengan nilai index 0,345 - 0,415. Klasifikasi cukup rendah dengan warna hijau terang dan nilai index 0,415 - 0,514. Klasifikasi sedang dengan warna kuning dan nilai index 0,514 - 0,648. Klasifikasi tinggi dengan warna oranye dan nilai index 0,648 - 0,767. Klasifikasi sangat tinggi dengan warna merah dan nilai index 0,767 - 0,897.

Pada **Gambar 11** menunjukkan bahwa potensi ikan tuna mata besar berada dekat dengan daratan, hal tersebut dipengaruhi oleh faktor oseanografi dan makanan yang tersedia. Berdasarkan faktor oseanografi, konsentrasi klorofil – a cenderung lebih tinggi pada perairan dekat dengan daratan atau pesisir yang dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi (Ekayana et al., 2017). Selain itu, pengaruh dari run-off sungai ke lepas pantai sangat mempengaruhi karena adanya pasokan suplai nutrisi atau klorofil – a (Ekayana et al., 2017). Apabila berdasarkan suhu, perairan yang

dekat dengan daratan memiliki suhu yang tinggi dibandingkan dengan perairan yang jauh dengan daratan (Ramadani et al., 2022). Dengan begitu, perairan Banggai Kepulauan yang dekat daratan memiliki potensi habitat ikan tuna mata besar yang tinggi.

**Zona Potensi Penangkapan Ikan Tuna Mata besar**

Pada **Tabel 3**, menunjukkan potensi ikan tuna mata besar, berdasarkan parameter oseanografi, target strength, kedalaman, dan lasifikasi PHI. Terdapat 20 titik lokasi yang tersebar dan memiliki potensi penangkapan ikan tuna mata besar. Berdasarkan data yang diperoleh, parameter oseanografi yang tersebar pada setiap lokasi memiliki perbedaan dengan nilai suhu permukaan laut yang berada pada rentang 27,70 °C - 29,97 °C, dan klorofil – a pada rentang 0,13 mg/m<sup>3</sup> - 0,52 mg/m<sup>3</sup>.

Setiap lokasi potensi penangkapan ikan tuna mata besar yang tersebar pada Perairan Banggai Kepulauan memiliki perbedaan target strength dan kedalaman yang berbeda. Target strength yang ditemukan berada pada rentang nilai - 33,83 db s.d -20,92 db, sedangkan untuk kedalaman berada pada rentang -250 m s.d - 170 m di bawah permukaan laut. Berdasarkan analisis PHI, dari ke 20 lokasi tersebut tersebar di klasifikasi sangat rendah, hingga sangat tinggi.

**Tabel 3.** Ikan tuna mata besar dan pelagis besar berdasarkan parameter oseanografi, target strength, kedalaman, pelagic habitat index.

No	PHI	Kedalaman	Target Strength	Klorofil-a	Suhu Permukaan Laut	Lat	Lon
1	PSR	-250	-33.83	0.3	28.36	--0.85	124.3
2	PSR	-250	-32.69	0.21	29.97	--1.23	125
3	PSR	-210	-28.19	0.25	29.14	--1.43	124.5
4	PSR	-240	-23.87	0.25	29.27	--1.43	124.6

5	PR	-200	-33.37	0.15	27.72	--1.05	123.9
6	PR	-210	-31.07	0.22	28.74	--1.05	124.4
7	PR	-230	-27.41	0.13	27.7	--1.04	123.9
8	PR	-220	-26.8	0.36	28.2	--1.05	124.2
9	PR	-240	-25.75	0.33	28.32	--1.05	124.2
10	PR	-250	-24.47	0.34	28.29	--1.05	124.2
11	PS	-180	-30.45	0.38	28.24	--1.43	124.1
12	PS	-200	-30.14	0.41	27.86	--0.86	123.7
13	PT	-190	-33.32	0.36	27.91	--1.22	123.9
14	PT	-170	-31.3	0.5	27.86	--1.22	123.8
15	PT	-190	-27	0.36	27.91	--1.22	123.8
16	PST	-250	-33.3	0.37	28.01	--0.91	123.5
17	PST	-190	-30.71	0.52	27.75	--1	123.5
18	PST	-240	-28.34	0.35	27.89	--1.43	123.9
19	PST	-240	-23.91	0.48	27.81	--0.98	123.5
20	PST	-250	-20.92	0.37	28.01	--0.9	123.5

Sumber hasil analisis, 2024

Keterangan :

- PHI = Pelagic Habitat Index
- PSR = Potensi Sangat Rendah (0.345 - 0.415)
- PR = Potensi Rendah (0.415 - 0.514)
- PS = Potensi Sedang (0.514 - 0.648)
- PT = Potensi Tinggi (0.648 - 0.767)
- PST = Potensi Sangat Tinggi (0.767 - 0.897)

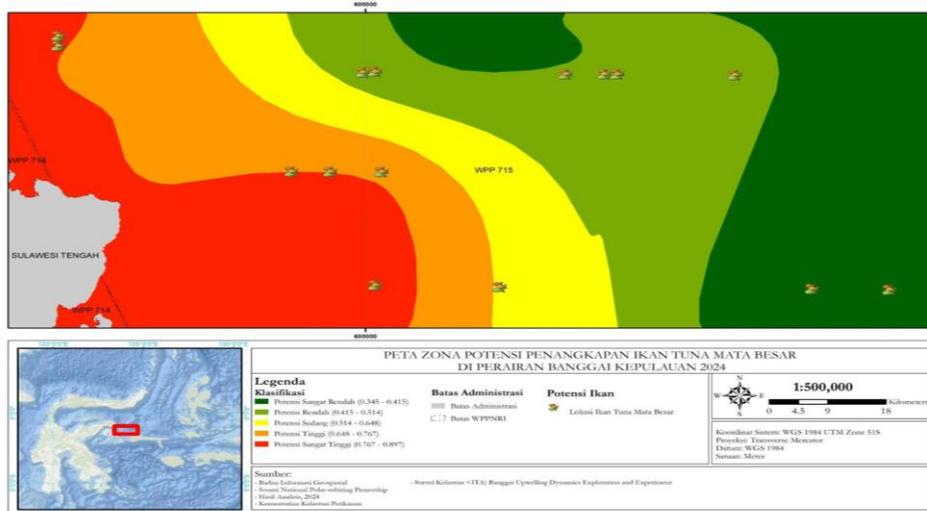
**Gambar 12** merupakan peta lokasi zona potensi penangkapan ikan tuna mata besar pada Perairan Banggai Kepulauan. Berdasarkan peta tersebut, terdapat 20 lokasi penangkapan pada klasifikasi pelagic habitat indeks yang berbeda – beda.

Pada klasifikasi sangat rendah, terdapat 4 lokasi yang berpotensi dengan klorofil – a 0,21 mg/m<sup>3</sup> - 0,30 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk suhu permukaan lautnya berkisar 28,36 °C - 29,97 °C, dengan kedalaman -210 s.d -250 m. Sedangkan pada klasifikasi rendah, terdapat 6 lokasi yang berpotensi untuk penangkapan ikan tuna mata besar dengan klorofil – a 0,13 mg/m<sup>3</sup> - 0,36 mg/m<sup>3</sup>, suhu permukaan laut bernilai 27,70 °C - 28,74 °C, dengan kedalaman -200 m s.d -250m.

Klasifikasi sedang, terdapat 2 lokasi penangkapan dengan klorofil – a 0,38 mg/m<sup>3</sup> - 0,41 mg/m<sup>3</sup>, suhu permukaan laut berkisar 27,98 °C -

28,24 °C, dengan kedalaman -180 s.d -200 m. Untuk klasifikasi tinggi terdapat 3 lokasi yang berpotensi dengan nilai klorofil – a 0,26 mg/m<sup>3</sup> - 0,50 mg/m<sup>3</sup>, suhu permukaan laut bernilai 27,86 °C - 28,01 °C, dengan kedalaman -170 s.d -190m. Sedangkan untuk klasifikasi sangat tinggi atau yang memiliki potensi yang sangat tinggi memiliki 5 lokasi dengan nilai klorofil – a 0,37 mg/m<sup>3</sup> - 0,52 mg/m<sup>3</sup>, suhu permukaan laut 27,75 °C - 28,01 °C dan kedalaman -190 s.d -250m.

Lokasi potensi penangkapan ikan tuna tersebar pada area penelitian dan setiap klasifikasi *pelagic habitat index*. Pada area klasifikasi sangat tinggi yang berada dengan daratan atau sebelah barat, memiliki cukup banyak lokasi yang berpotensi untuk penangkapan ikan tuna mata besar. Setiap lokasi memiliki karakteristik oseanografi yang berbeda – beda namun perbedaan tersebut tidak terlalu jauh.



**Gambar 12.** Peta Zona Potensi Ikan Tuna Mata besar.

## Perbandingan Hasil Pelagic Habitat Index (PHI) untuk Bigeye Tuna dari Dua Lokasi Studi

Hasil analisis Pelagic Habitat Index (PHI) dari jurnal Implementation of the Pelagic Hotspot Index in detecting the habitat suitability area for bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Indian Ocean yang berfokus pada Samudra Hindia Timur menunjukkan bahwa habitat tuna Bigeye berada pada suhu sub-permukaan optimal 16–16,5°C pada kedalaman 200 meter, dengan konsentrasi klorofil-a rendah, yaitu 0,06–0,07 mg/m<sup>3</sup>, yang sering terdeteksi di zona upwelling. Sebaliknya yang berfokus pada Perairan Banggai Kepulauan, menemukan habitat yang cocok pada suhu permukaan laut 27,75–28,01°C, dengan konsentrasi klorofil-a lebih tinggi, yaitu 0,37–0,52 mg/m<sup>3</sup>, pada kedalaman 190–250 meter. Perbedaan parameter ini mencerminkan perbedaan karakter oseanografi antara zona regional Samudra Hindia yang lebih luas dan zona pesisir Banggai Kepulauan yang lebih sempit.

Distribusi habitat potensial pada kedua jurnal juga menunjukkan perbedaan signifikan. Jurnal 1 mencatat zona habitat potensial di sekitar koordinat 12°–15°S dan 108°–122°E, dengan nilai PHI ≥ 0,75, yang sering dikaitkan dengan aktivitas upwelling musiman dan front laut. Sementara itu, Jurnal 2 mengidentifikasi 20 lokasi habitat potensial di Banggai Kepulauan, di mana 5 lokasi dengan nilai PHI tertinggi (≥0,767) ditemukan dekat dengan daratan. Zona pesisir ini dipengaruhi oleh pasokan nutrisi dari runoff sungai, meningkatkan konsentrasi klorofil-a dan ketersediaan makanan.

Dalam hal validasi, sama – sama menggunakan pendekatan integrasi data satelit SNPP-VIIRS dengan data hidroakustik dan CTD, menghasilkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,39 untuk suhu permukaan laut dan 0,11 untuk klorofil-a, yang menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Sebaliknya, Jurnal 1 mengandalkan validasi melalui pemodelan distribusi spasial tanpa penggunaan data in situ. Oleh karena itu, Jurnal 1 memberikan wawasan regional yang luas dengan pendekatan oseanografi makro, sedangkan Jurnal 2 menawarkan analisis yang lebih terperinci pada skala lokal, melibatkan metode kombinasi data in situ dan satelit untuk aplikasi pengelolaan habitat yang lebih presisi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji akurasi antara data *Soumi National Polar-orbiting Partnership* sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (SNPP-VIIRS)* dan data *Conductivity, Temperature dan Depth (CTD)* didapatkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) yang kecil pada setiap parameter oseanografi yang digunakan. Pada nilai RSME parameter suhu permukaan laut, didapatkan nilai

0,39 dan 0,11 pada parameter klorofil – a. Hasil visualisasi Generalize Additive Model (GAM) data integrasi SNPP-VIIRS dan CTD menunjukkan adanya deteksi ikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa data integrasi cukup baik, karena terdapat hubungan antara data integrasi dengan hidroakustik. Nilai pada distribusi tertinggi suhu permukaan laut menunjukkan bahwa nilai densitas ikan berada pada 27,5 °C hingga 28 °C dan pada klorofil-a di kisaran 0,2 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,4 mg/m<sup>3</sup>.

Nilai *Pelagic Habitat Index (PHI)* yang menunjukkan nilai index ideal bagi habitat ikan tuna mata besar. Nilai index tertinggi pada Perairan Banggai Kepulauan berada pada nilai 0,897552 yang dekat dengan daratan. Sedangkan nilai terendah berada pada 0,345579 yang jauh dari daratan. Pada perairan dekat daratan memiliki nilai yang tinggi disebabkan oleh parameter oseanografi yang mempengaruhi nilai index, dimana nilai klorofil – a dan suhu permukaan laut lebih tinggi dekat daratan dibandingkan dengan perairan yang jauh dari daratan. Berdasarkan parameter oseanografi, kondisi ideal habitat ikan tuna mata besar pada Perairan Banggai Kepulauan berada pada suhu permukaan laut 27,75°C hingga 28,01°C dan klorofil – a dari 0,37 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,52 mg/m<sup>3</sup> dengan kedalaman -190 m hingga -250m.

Terdapat potensi penangkapan ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) pada Perairan Banggai Kepulauan. Terdapat 20 lokasi yang berpotensi untuk penangkapan ikan tuna mata besar. Lokasi tersebut tersebar pada area penelitian. 5 lokasi berpotensi sangat tinggi untuk melakukan penangkapan ikan tuna mata besar, lokasi tersebut dekat dengan daratan dan memiliki potensi habitat ikan tuna mata besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih penulis tujukan kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, A., Hestirianto, T., & Manik, H. M. (2014). The Detection Schooling Of Pelagic Fish Using Hydroacoustic In Palu Bay, Central Sulawesi. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 5(2), 131–139.
- Baharuddin, N. A. I., Zainuddin, M., & Najamuddin. (2022). The Impact Of Enso-Iod On Decapterus Spp. In Pangkajene Kepulauan And Barru Waters, Makassar Strait, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(11), 5613–5622.  
<https://doi.org/10.13057/Biodiv/D231110>
- Bakar Sambah, A., Iranawati, F., Julindasari, S. H., Pranoto, D., Ika Harlyan, L., & Fauzan Ghafiky, A. (2017). The Spatial Analysis In Tuna Habitat Related To The Ocean Variability In The Indian Ocean. <http://ocean.color.gsfc.nasa.gov/>
- Bps. (2022). Provinsi Sulawesi Tengah Dalam Angka 2023.

- Brehmer, P. A. J. (2006). Fisheries Acoustics: Theory And Practice, 2nd Edn. Fish And Fisheries, 7(3), 227–228. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2006.00220.x>
- Fauziyah, & Jaya, I. (2004). Pengembangan Perangkat Lunak Acoustic Descriptor Analyzer (Ada-Versi 2004) Untuk Identifikasi Kawasan Ikan Pelagis. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia*, 11(2), 87–92.
- Lee, T. E., Miller, S. D., Turk, F. J., Schueler, C., Julian, R., Deyo, S., Dills, P., & Wang, S. (2005). The Npoess Viirs Day/Night Visible Sensor. *Ameriacn Meteorological Society*, 191–201. <https://doi.org/10.1175/Bams-87-2-19i>
- Made Ekayana, I., Gede, W., Karang, A., Rahman As-Syakur, A., Jatmiko, I., & Novianto, D. (2017). Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Selama Februari-Maret 2016 Dengan Konsentrasi Klorofil-A Dan Spl Dari Data. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences*, 3(1), 19–29. <http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov>
- Munthe, M. G., Jaya, Y. V., & Putra, R. D. (2018). Pemetaan Zona Potensial Penangkapan Ikan Berdasarkan Citra Satelit Aqua/Terra Modis Di Perairan Selatan Pulau Jawa. *Dinamika Maritim*, 7(1), 39–42.
- Narulita, I., Rahayu, R., Kusratmoko, E., Supriatna, & R. Djuwansyah, M. (2018). Ancaman Kekeringan Meteorologis Di Pulau Kecil Tropis Akibat Pengaruh El-Nino Dan Indian Ocean Dipole (Iod) Positif, Studi Kasus: Pulau Bintan. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 10(3), 127. <http://jlbgeologi.esdm.go.id/index.php/jlbgeologi>
- Oktari, A. R., Ridwan, M., & Zainuddin, M. M. (2019). Pemetaan Pola Pergerakan Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Dengan Menggunakan Data Satelit Dan Purse Seine Di Selat Makassar Selama Juli-Oktober 2018. *Jurnal Ipteks Psp*, 6(12), 175–185.
- Pianto, T. A., Manik, H. M., & Jaya, I. (2019). Pemetaan Suhu Laut Di Perairan Teluk Balikpapan Menggunakan Teknologi Akustik Tomografi Pantai. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 25–36. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.22990>
- Purwanto, & Mardiani, S. R. (2020). Status Sumber Daya Ikan Dan Perikanan Pelagis Kecil Di Wilayah Pengelolaan Perikanan 715 Serta Alternatif Strategi Pengelolaannya. *Proyek Usaid Sustainable Ecosystem Advance Dan Kementerian Kelautan Dan Perikanan*, 1–45.
- Pujiyati, S. (2008). The Hydroacoustic Method Approach For Interrelatedness Analysis Of Sea Bottom Substrate Type With Demersal Fish Community (Doctoral Dissertation, Doctoral Thesis, Bogor Agricultural University, Indonesia, 160 P.[In Indonesian]).
- Putri, A. R. S., Zainuddin, M., Musbir, Mustapha, M. A., & Hidayat, R. (2021). Mapping Potential Fishing Zones For Skipjack Tuna In The Southern Makassar Strait, Indonesia, Using Pelagic Habitat Index (Phi). *Biodiversitas*, 22(7), 3037–3045. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220758>
- Ramadani, A., Suhana, M. P., & Febrianto, T. (2022). Karakteristik Spasial Suhu Permukaan Laut Perairan Kota Tanjungpinang Pada Empat Musim Berbeda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology*, 15(1), 39–59. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i1.10832>
- Rausch, K., Houchin, S., Cardema, J., Moy, G., Haas, E., & De Luccia, F. J. (2013). Automated Calibration Of The Suomi National Polar-Orbiting Partnership (S-Npp) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (Viirs) Reflective Solar Bands. *Journal Of Geophysical Research Atmospheres*, 118(24), 13,434–13,442. <https://doi.org/10.1002/2013jd020479>
- Semedi, B., Rijal, S. S., Sambah, A. B., & Isdianto, A. (2021). Pengantar Pengindraan Jauh Kelautan. Universitas Brawijaya Press.
- Sepri. (2012). Pemetaan Karakter Ekosistem Dan Sebaran Daerah Penangkapan Ikan Madidihang (*Thunnus Albacores*) Di Perairan Utara Papua. *Journal Of Marine Fisheries Technology And Management*, 3(1), 71–82.
- Suniada, K. I., Susilo, E., Siwi, W. E. R., & Widagti, N. (2020). Rolling Mosaic Method To Support The Development Of Potential Fishing Zone Forecasting For Coastal Areas. *International Journal Of Remote Sensing And Earth Sciences (Ijreses)*, 16(2), 107. <https://doi.org/10.30536/ijreses.2019.v16.a3252>
- Suprayogi, I., Trimajon, & Mahyudin. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (Jst) (Studi Kasus : Sub Das Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–18. <http://ce.unri.ac.id>
- Sutisna, I. (2020). Statistika Penelitian. *Universitas Negeri Gorontalo*, 1(1), 1–15.
- Tangke, U., & Deni, S. (N.D.). *Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Madidihang (Thunnus Albacares) Dan Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) Di Perairan Maluku Utara*.
- Zainuddin, M., Farhum, A., Safruddin, S., Selamat, M. B., Sudirman, S., Nurdin, N., Syamsuddin, M., Ridwan, M., & Saitoh, S. I. (2017). Detection Of Pelagic Habitat Hotspots For Skipjack Tuna In The Gulf Of Bone-Flores Sea, Southwestern Coral Triangle Tuna, Indonesia. *Plos One*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185601>