

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan/Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis hubungan diantara parameter lingkungan yaitu suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a, dengan memprediksi keberadaan jenis ikan layang benggol (*Decapterus russelli*) di sekitar wilayah Perairan Selatan Pulau Jawa (WPP 573) menggunakan *Generalized Additive Model* (GAM). Pendekatan kuantitatif dipilih karena berfokus pada pengolahan data numerik yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik.

Pada pendekatan kuantitatif ini, penelitian dapat menghasilkan informasi yang objektif, terukur, serta dapat digunakan untuk melihat pola hubungan antar variabel lingkungan dengan keberadaan ikan target. Dengan demikian, hasil dari analisis ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga memberikan gambaran prediktif yang dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan pengelolaan perikanan. Pada desain ini memungkinkan bagi peneliti dapat memprediksi potensial tangkapan ikan yang didasarkan dengan pola temporal maupun spasial parameter lingkungan.

#### **3.2 Teknik Penelitian**

##### **3.2.1 Teknik Pengumpulan Data**

Metode yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari data *e-logbook* hasil tangkapan ikan layang benggol yang sudah dilaporkan oleh nelayan serta pengelola pelabuhan. Sedangkan data sekunder didapatkan dari data citra satelit untuk parameter lingkungannya seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL). Selanjutnya penerapan metode yang digunakan yaitu GAM yang memiliki fungsi untuk mengetahui parameter apa saja yang paling mempengaruhi (sesuai urutan) untuk mendapatkan rentang nilai parameter sebagai penentuan prediksi potensi penangkapan ikan layang benggol.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak

seperti SeaDAS 8.4.1, ArcMap 10.8, dan Microsoft Excel 2013 guna sebagai alat cropping data dan export data parameter lingkungan (klorofil-a dan SPL) yang diperoleh dari citra satelit seperti Aqua MODIS melalui laman Marine Copernicus, USGS, dan untuk filter data. Selain itu, menggunakan teknik dokumentasi yaitu berupa data *e-logbook* yang dilaporkan oleh para nelayan di PPS Nizam Zachman yang beroperasi pada wilayah Perairan Selatan Laut Jawa (WPP 573).

**Tabel 3.1 Sumber Data Kegiatan Penelitian**

Kategori	Data	Sumber Data	Keterangan
Data Parameter Lingkungan/Oseanografi	• Suhu Permukaan Laut (SPL)	<a href="https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/">https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/</a> .	Aqua MODIS Level 3 (2022-2024) Resolusi spasial 4 km.
	• Klorofil-a (CHL-a)	<a href="https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/">https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/</a> .	Aqua MODIS Level 3 (2022-2024) Resolusi spasial 4 km.
Data Tangkapan	• Posisi penangkapan ikan dan hasil tangkapan ikan layang benggol	E-Logbook Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Nizam Zachman	Data tahun 2022-2024 (3 Tahun)

### 3.2.2 Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan langkah-langkah berikut:

#### 3.2.2.1 Pengolahan Data Parameter Oseanografi

Data citra satelit digunakan untuk menganalisis parameter oseanografi yaitu klorofil-a dan suhu permukaan laut. Data diunduh melalui laman <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> dengan menggunakan data Aqua MODIS level 3&4 pada tahun 2022-2024. Data yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan cropping sebelum dilakukan analisis parameternya.

#### 3.2.2.2 Pengolahan Data Hasil Tangkapan

Data hasil tangkapan diperoleh melalui dokumen pada sistem *e-logbook* PPS

Nizam Zachman, yang meliputi data posisi penangkapan ikan (lintang dan bujur), jumlah tangkapan ikan, waktu penangkapan ikan, dan jenis alat tangkap yang digunakan. Selanjutnya data tersebut dianalisis untuk mengetahui nilai dari *Catch per Unit Effort* (CPUE). Hasil perhitungan dari nilai CPUE dianalisis untuk menentukan indikator produktivitas dari penangkapan ikan.

### 3.2.2.3 Penerapan *Generalized Additive Model* (GAM)

Pada penerapan model ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara parameter oseanografi (SPL dan klorofil-a) dengan nilai CPUE. Dilakukan dengan menggunakan sistem website statistik seperti *Google Collab*. Model GAM terhubung dengan dua variabel, yaitu diantaranya:

- a. Variabel respon (*Response Variable*), yang didapatkan dari hasil tangkapan ikan layang benggol melalui perhitungan CPUE (kg/unit effort).
- b. Variabel prediktor (*Predictor Variable*) yang terdiri dari:
  - Parameter oseanografi: klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL).
  - Variabel spasial: Lokasi atau titik koordinat penangkapan ikan layang benggol.
  - Variabel temporal: Waktu penangkapan (bulanan).

## 3.3 Latar/Setting Penelitian

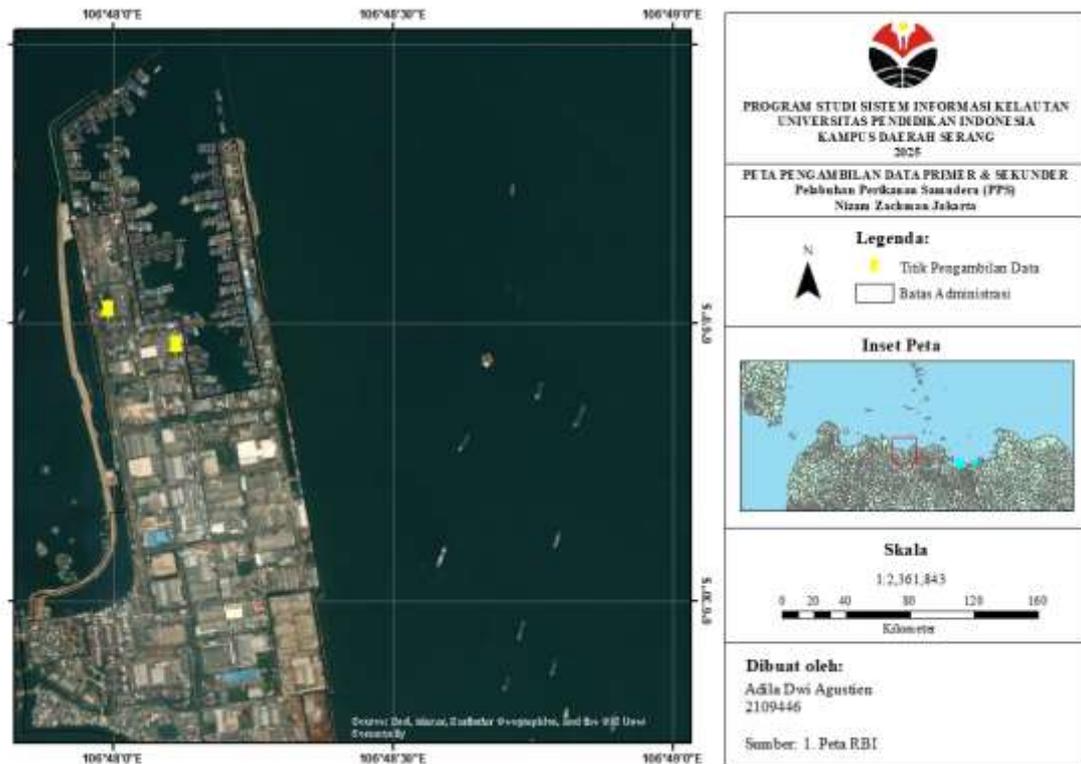
### 3.3.1 Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada tahun 2025 dari bulan Februari hingga Mei yang diantaranya mengambil data, mengumpulkan data, mengolah data, menganalisis data, pemetaan mengenai sebaran parameter oseanografi dan CPUE ikan layang benggol dari tahun 2022 hingga tahun 2024, hingga analisis hubungan dan prediksi menggunakan model GAM.

### 3.3.2 Tempat Penelitian

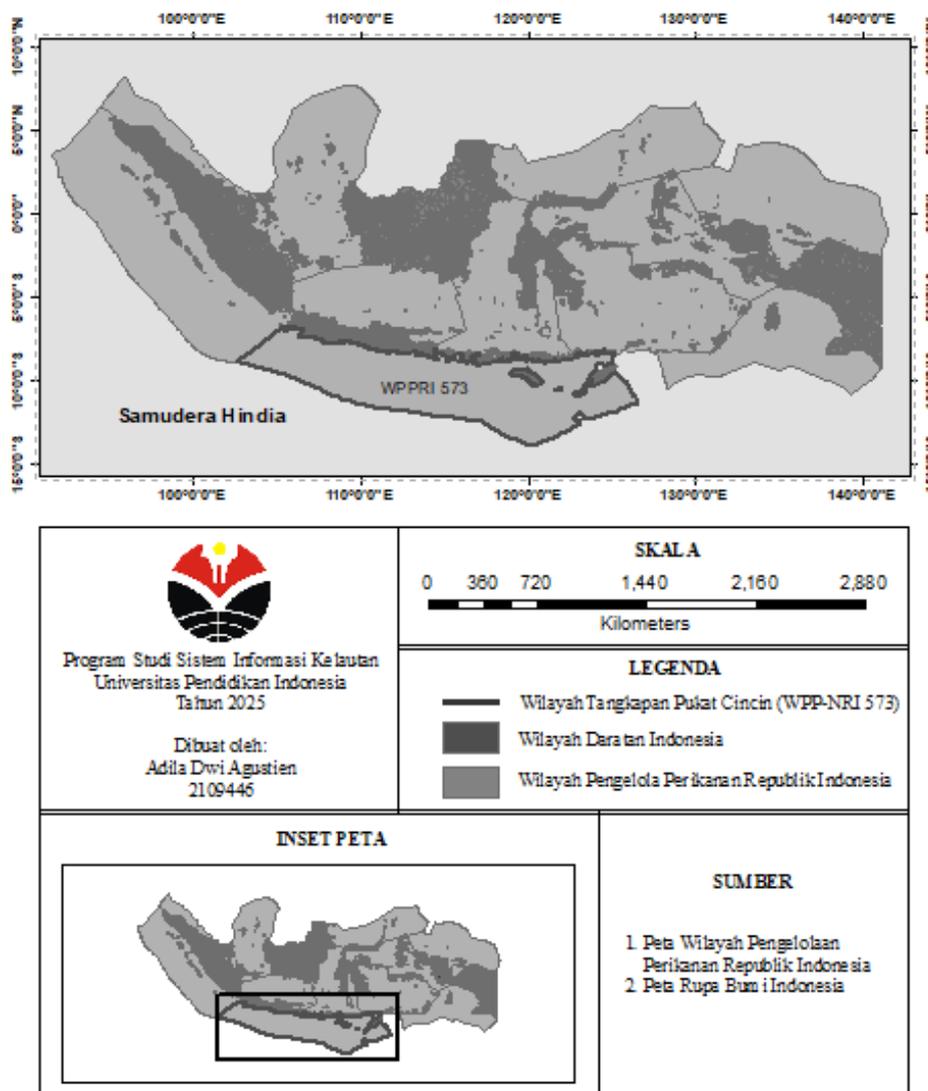
Pengambilan data hasil tangkapan ikan beserta titik koordinat penangkapan ikan dilakukan di Kantor Unit Pelayanan Terpadu (UPT) Pelabuhan Perikanan Samudera

Nizam Zachman yang berlokasi di Muara Baru, Penjaringan, Jakarta Utara. Pengambilan data dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan Februari hingga Maret 2025. Lokasi pelaksanaan pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Titik Lokasi Penelitian

Wilayah yang dijadikan fokus pada penelitian yaitu mencakup Samudera Hindia bagian barat. Lebih tepatnya pada WPP 573 yang terletak di wilayah selatan Pulau Jawa. Pada wilayah penelitian WPP 573 mencakup seluruh area dengan kisaran koordinat geografis dari Area tersebut yaitu  $-6^{\circ}$  lintang selatan hingga  $-13^{\circ}$  lintang selatan dan  $105^{\circ}$  bujur timur hingga  $125^{\circ}$  bujur timur, yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



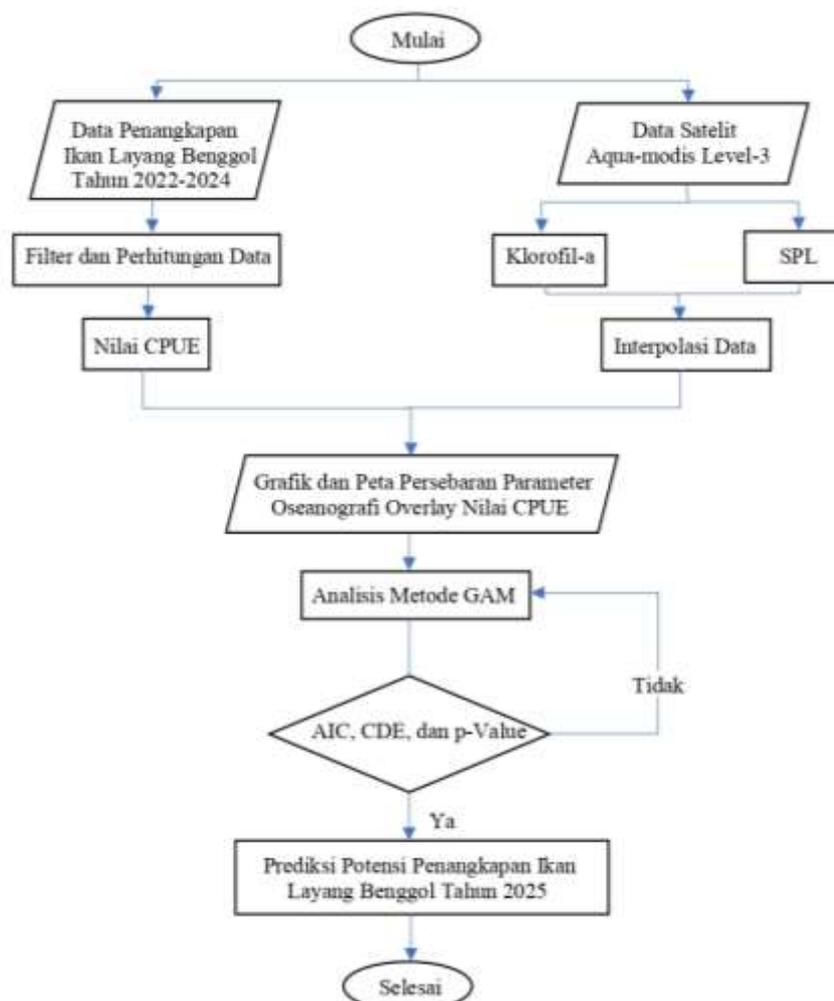
Gambar 3.2 Wilayah Penangkapan Pukat Cincin (WPP 573)

### 3.4 Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah ikan layang benggol (*Decapterus russelli*) yang merupakan salah satu target utama penangkapan ikan pelagis kecil di lokasi Perairan Selatan Pulau Jawa (WPP 573). Penelitian ini menggunakan metode *Generalized Additive Model* (GAM) dengan beberapa parameter terkait yaitu klorofil-a dan suhu permukaan laut. Selain itu, nelayan yang terlibat dalam pengisian *e-logbook* juga menjadi bagian penting dalam penelitian ini, karena data hasil tangkapan yang mereka laporkan digunakan sebagai sumber data utama untuk analisis potensi penangkapan ikan layang benggol di Perairan Selatan Pulau Jawa (WPP 573).

### 3.5 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, yaitu pada tahap pertama dimulai dari pengambilan data citra satelit yang diunduh di *Oceancolor* untuk analisis parameter oseanografi (suhu permukaan laut dan klorofil-a). Tahap kedua melakukan pengumpulan data dari tangkapan ikan di PPS Nizam Zachman yang berfungsi untuk mengetahui nilai CPUE pada setiap titik lokasi penangkapan. Serta tahap ketiga ialah dilakukannya analisis metode GAM yang didasarkan pada parameter oseanografi dan nilai CPUE-nya, penjelasan lebih lanjut mengenai tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alur penelitian

### 3.5.1 Prosedur Pengolahan Data Parameter Oseanografi

Data pada prosedur olah data parameter dimulai dengan melakukan ekspor data suhu permukaan laut, dan klorofil-a menggunakan perangkat lunak bernama SeaDAS dan data didapatkan dari citra satelit Aqua MODIS melalui website *OceanColor*. Data hasil ekspor parameter lingkungan tersebut selanjutnya disimpan dengan format teks (.txt). Data tersebut digunakan untuk memperoleh hasil analisis sebaran spasial dengan dilakukannya interpolasi data. Interpolasi dilakukan dengan metode IDW pada software ArcMap dengan menggunakan pendekatan *neighborhood* guna mendapatkan sebaran spasialnya yang berikutnya divisualisasikan dalam bentuk peta tematik klorofil-a dan suhu permukaan laut.

Pengambilan data ini dilakukan pada tahun 2022-2024 dari bulan Januari-Desember. Konsentrasi klorofil-a dihitung berdasarkan *Algoritma Ocean Chlorophyll 3 band* (OC3M), dimana algoritma tersebut digunakan sebagai standar pada pengolahan data citra satelit Aqua MODIS dengan rasio maksimumnya berada diantara kanal 443 nm dan 490 nm terhadap kanal 550 nm guna memperkirakan nilai konsentrasi klorofil-a (O'Reilly, dkk., 2000). Perhitungan OC3M adalah sebagai berikut:

$$Ca = 10^{0,283 - 2,753R + 1,457R^2 + 0,659R^3 - 1,403R^4}$$

$$R = \text{Log}_{10} \left( \frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)} \right) \quad G = 6.67 \times 10^{-11}$$

$Ca$  = konsentrasi klorofil-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$R$  = rasio reflektansi

$Rrs$  = *remote sensing reflectance* ( $\text{sr}^{-1}$ )

Pada parameter oseanografi Suhu Permukaan laut (SPL), menurut (Brown dan Minnet, 1999) pada analisisnya menggunakan sebuah algoritma yaitu MPFSST (*Miami Pathfinder Sea Surface Temperature*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Modis SST} = c1 + c2T_{31} + c3T_{31-32} + c4^{(\sec(\theta)-1)} * T_{31-32}$$

$T_{31-32}$  = suhu kecerahan air dari kanal 31 dan 32

$\theta$  = sudut zenith satelit

Untuk konstanta pada  $c1$ ,  $c2$ ,  $c3$ , dan  $c4$  (sumber: Brown dan Minnet, 1999) lebih rincinya terdapat pada tabel berikut ini:

**Tabel 3.2 Konstanta pada  $c1$ ,  $c2$ ,  $c3$ , dan  $c4$**

Koefisien	T30-T31 $\leq 0.7$	T30-T31 $\leq 0.7$
$c1$	1,11071	1,196099
$c2$	0,958687	0,988837
$c3$	0,174123	0,130063
$c4$	1,876752	1,637125

### 3.5.2 Prosedur Pengolahan Data Hasil Tangkapan

Data hasil tangkapan ikan didasarkan pada data *e-logbook* tangkapan ikan dalam kurun waktu dari tahun 2022-2024 yang terdapat di PPS Nizam Zachman dikumpulkan untuk mendapatkan perolehan nilai CPUE. Data *e-logbook* tersebut biasanya diinput oleh para nelayan yang sedang melakukan penangkapan ikan dan terinput datanya ke dalam sistem *e-logbook* PPS Nizam Zachman dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Pada perolehan data tersebut digunakan untuk menghitung nilai CPUE nya menggunakan data jumlah tangkapan ikan, waktu tangkapan ikan, dan titik lokasi penangkapan ikan (lintang dan bujur).

CPUE (*Catch Per Unit Effort*) ialah nilai rasio antara total produksi dan jumlah upaya penangkapan ikan (*effort*). CPUE digunakan untuk mengukur kelimpahan serta tingkatan manfaat sumber daya perikanan pada suatu wilayah (Gulland., 1969). Perhitungan nilai CPUE adalah sebagai berikut:

$$CPUE = \frac{Catch^i}{Effort^i}$$

$CPUE$  = hasil tangkapan per upaya penangkapan ikan (kg/*trip*)

$Catch\ i$  = hasil tangkapan (kg)

$Effort\ i$  = upaya penangkapan (*trip*)

Nilai *catch* diperoleh dari data hasil tangkapan ikan yang tercatat pada sistem *e-logbook* perikanan di PPS Nizam Zachman, di mana nelayan melaporkan jumlah tangkapan (kg) secara real time pada setiap titik koordinat lokasi penangkapan di laut. Nilai effort diperoleh dari jumlah trip atau upaya penangkapan yang juga terekam dalam sistem *e-logbook* berdasarkan aktivitas melaut yang dilakukan kapal penangkap ikan layang benggol. Data dari *e-logbook* ini dapat memberikan kondisi nyata di lapangan karena mengacu pada posisi spasial penangkapan juga frekuensi upaya penangkapan.

### 3.5.3 Analisis Prediksi Potensi Penangkapan Ikan dengan GAM

Data Metode GAM bersifat non-linear yang diterapkan menggunakan distribusi Gaussian dengan fungsi juga identitas. Biasanya, GAM memanfaatkan *smoothing curve* untuk menggambarkan pemodelan antara variabel respons (nilai CPUE) dan variabel penjelas (parameter oseanografi) yakni klorofil-a dan suhu permukaan laut (Zuur, dkk., 2007). Pembentukan pada metode GAM ini dimulai dengan menyusun model menggunakan satu variabel penjelas terlebih dahulu, kemudian dikombinasikan beserta variabel penjelas lainnya. Pemodelan GAM ialah pilihan terbaik yang dilakukan berdasarkan dengan nilai *Akaike's Information Criteria* (AIC), nilai *Component-wise Deviance Explained* (CDE), dan signifikansi pada variabel-variabel penjelas lainnya yang digunakan pada setiap model. (Zuur, dkk., 2007). GAM ini menggunakan *mgcv* package pada *Google Collab*. Syntax untuk pemodelan GAM ini disajikan pada Lampiran 1. Formulasi model GAM dapat dilakukan dengan persamaan seperti dibawah ini.

Smoothing Curve:

$$g(\mu_i) = s_1(SPL) + s_2(\text{konsentrasi klorofil} - a) + \varepsilon,$$

$g$  = *spline smooth function*;

$\mu_i$  = *variabel respon (hook rate)*;

$sn$  = *smoothing function dari variabel prediktor*;

$\varepsilon$  = *standard error*

*Akaike's Information Criteria (AIC)* dan *Component-wise Deviance Explained (CDE)*:

$$CDE = 2 \text{ Log } (L) (\text{saturated model} | \text{data}) - 2 \text{ Log}(L) (\text{model} | \text{data})$$

$$AIC = 2k - 2 \text{ Log } (L) (\text{model} | \text{data})$$

$L$  = nilai *ln-likelihood* dari parameter model regresi;

$k$  = banyaknya parameter dalam membangun model

Pada pembentukan model memerlukan sebanyak dua dataset yaitu *training data* yang digunakan untuk membangun model dan *evaluation data* untuk dilakukannya validasi dari hasil prediksi dengan metode GAM tersebut (Zimmerman dan Guissan, 2000). Dalam kegiatan penelitian ini, data hasil tangkapan ikan layang benggol dan parameter oseanografi tahun 2022-2023 digunakan sebagai *training data*, sedangkan untuk data parameter oseanografi tahun 2024 sebagai *evaluation data*. Pemilihan tahun 2024 sebagai *evaluation data* dilakukan karena periode ini merupakan data terbaru yang belum digunakan dalam proses pelatihan model, sehingga dapat menguji kemampuan model dalam memprediksi kondisi yang mendekati situasi aktual. Hasil evaluasi tersebut juga dapat dijadikan dasar untuk memproyeksikan habitat potensi penangkapan ikan pada tahun 2025.

Analisis AIC digunakan untuk mengukur seberapa banyak informasi yang hilang selama proses prediksi, sehingga model dengan nilai AIC yang lebih rendah dianggap lebih baik. Nilai AIC ini berfungsi untuk membandingkan kualitas antar model. Sementara itu, CDE (*Component-wise Deviance Explained*) memperlihatkan seberapa baik model dalam menjelaskan parameter yang digunakan, di mana semakin tinggi nilai CDE, semakin baik pula model tersebut. Setiap variabel akan dievaluasi tingkat signifikansinya dalam penyusunan model GAM (Zuur, dkk., 2007). Tingkat signifikansi ini menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel penjelas seperti suhu, klorofil-a, dan salinitas terhadap CPUE. Menurut Zuur dkk. (2009), model GAM yang memiliki akurasi tinggi ditandai dengan nilai AIC yang rendah dan CDE yang tinggi. Model terbaik dipilih berdasarkan tren penurunan nilai

AIC setiap kali variabel baru ditambahkan, serta p-value (tingkat signifikansi) yang lebih kecil dari 0,01 (Zainuddin, dkk., 2008).

Habitat Suitability Index (HSI) dimanfaatkan untuk mengkaji bagaimana sebaran dan jumlah suatu spesies dipengaruhi oleh kondisi serta faktor lingkungan di sekitarnya (Chang, dkk. 2012; Johnson, dkk. 2013; Tanaka dan Chen, 2015). Analisis ini berfungsi untuk mencegah terjadinya estimasi berlebih terhadap prediksi nilai CPUE yang dihasilkan dari analisis GAM. Perhitungan indeks HSI dilakukan menggunakan rumus berikut (Tian, dkk. 2009; Zuur, dkk. 2007).

$$HSI = \frac{Y - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}}$$

*Keterangan:*

*HSI = Nilai Indeks Habitat Suitability Index*

*Y = Nilai prediksi CPUE pada titik penangkapan ikan (kg/trip)*

*Y<sub>min</sub> = Nilai minimum dari prediksi CPUE pada titik penangkapan ikan (kg/trip)*

*Y<sub>max</sub> = Nilai maksimum dari prediksi CPUE pada titik penangkapan ikan (kg/trip)*

Indeks HSI memiliki nilai antara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, berarti habitat tersebut makin sesuai untuk distribusi dan keberadaan biota, termasuk ikan (Guan, dkk., 2017). Karena itu, daerah dengan nilai HSI tinggi bisa dianggap sebagai area fishing ground. Indeks ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk sebaran spasial untuk memvalidasi Model GAM yang dipilih, sehingga bisa dibuat peta potensi penangkapan ikan cakalang. Menurut penelitian (Choiriyah, 2024) mengenai potensi tangkapan tertinggi dengan kisaran nilai indeks kesesuaian habitat antara 0,4 hingga 1 dan terendah dengan kisaran dari 0,1 hingga 0,3.