

## MODEL *MAXIMUM ENTROPY* UNTUK PREDIKSI DAERAH PENANGKAPAN IKAN PELAGIS KECIL DI LAUT JAWA

### *MAXIMUM ENTROPY MODEL FOR PREDICTION OF SMALL PELAGIC FISHING GROUNDS IN THE JAVA SEA*

Erliantina Ar-ridhaty Akita<sup>1</sup>, Jonson Lumban Gaol<sup>2</sup>, & Khairul Amri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jakarta, Indonesia

Email: [erliantina.a@gmail.com](mailto:erliantina.a@gmail.com)

#### ABSTRACT

*The optimization of small pelagic fishing in the Java Sea can still be improved by the development of fishing area information systems. This study aims to predict small pelagic fishing grounds using the Maximum Entropy (MaxEnt) model. The data used in this study are environmental data in the form of sea surface temperature (SST) and sea surface salinity year 2018 in the Java Sea downloaded from Google Earth Engine via RStudio and fishing vessel position data downloaded from VIIRS Boat Detection (VBD). The MaxEnt model showed good performance with an AUC value of 0.849. The response curve shows the highest probability of fish distribution being at SST in the range of 27.0 – 31.0 °C, and salinity of 32 – 34 psu. The predicted map of fishing areas produced by MaxEnt modeling in the form of a habitat suitability map showed that parameter salinity had an effect of 94.5% and SST of 5.5%. Peta fish habitat suitability shows that the majority of fishing vessel coordinates are at the Habitat Suitability Index (HSI) value of 0.5 – 0.8. Small pelagic fishing areas are concentrated in the central and northern regions of the Java Sea approaching the southern waters of Borneo Island.*

**Keywords:** *Java Sea; maximum entropy model; small pelagic fish*

#### ABSTRAK

Optimalisasi penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa masih dapat ditingkatkan dengan pengembangan sistem informasi daerah penangkapan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi daerah penangkapan ikan pelagis kecil dengan menggunakan model *Maximum Entropy* (MaxEnt). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lingkungan berupa suhu permukaan laut (SPL) dan salinitas permukaan laut tahun 2018 di Laut Jawa yang diunduh dari *Google Earth Engine* melalui *RStudio* dan data posisi kapal penangkap ikan yang diunduh dari *VIIRS Boat Detection* (VBD). Model MaxEnt menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai AUC 0,849. Kurva respons menunjukkan probabilitas tertinggi distribusi ikan berada pada SPL pada kisaran 27,0 – 31,0 °C, dan salinitas 32 – 34 psu. Peta prediksi daerah penangkapan ikan yang dihasilkan dengan pemodelan MaxEnt berupa peta kesesuaian habitat menunjukkan bahwa parameter salinitas berpengaruh sebesar 94,5% dan SPL sebesar 5,5%. Peta kesesuaian habitat ikan menunjukkan bahwa mayoritas koordinat kapal penangkapan berada pada nilai *Habitat Suitability Index* (HSI) 0,5 – 0,8. Daerah potensial penangkapan ikan pelagis kecil terkonsentrasi di wilayah tengah dan utara Laut Jawa mendekati perairan selatan Pulau Kalimantan.

**Kata kunci:** ikan pelagis kecil, Laut Jawa, model MaxEnt

## I. PENDAHULUAN

Laut Jawa merupakan Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712 dengan luas perairan kurang lebih 467.000 km<sup>2</sup> dan berbatasan langsung dengan pantai utara Pulau Jawa. Wilayah Pengelolaan Perikanan 712 merupakan wilayah yang strategis untuk kegiatan usaha penangkapan ikan dengan total estimasi potensi 1.034.485 ton/tahun dengan potensi ikan pelagis kecil sebanyak 275.486 ton/tahun. Jumlah tangkapan yang di perbolehkan (JTB) sebanyak 247.937 ton/tahun berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No 19 tahun 2022 tentang estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan yang di perbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di WPP NRI. Menurut Khatami & Setyobudiandi (2019) sumberdaya ikan pelagis kecil yang dominan di perairan utara Jawa antara lain adalah ikan layang (*Decapterus* spp.), tembang (*Sardinella fimbriata*), kembung (*Rastrelliger* spp.), selar (*Selaroides leptolepis*), bawal hitam (*Formio niger*), dan tenggiri (*Scomberomerus* spp.).

Menurut Lumban-Gaol *et al.* (2019) kapal-kapal yang beroperasi di Laut Jawa didominasi oleh kapal *purse seine* dan *bouke-ami* yang alat bantu penangkapan ikannya menggunakan cahaya lampu. Data statistik perikanan menunjukkan adanya ribuan kapal *purse seine* yang beroperasi di Laut Jawa. Jumlah kapal dan alat tangkap yang diperbolehkan sebagai acuan untuk kelestarian sumber daya ikan pelagis kecil di WPP 712 adalah upaya optimal (f-opt), yaitu sebesar 12.755 unit *purse seine* pertahunnya (Suman *et al.*, 2017). Hasil kajian Badrudin *et al.* (2016) dan Wiadnyana *et al.* (2017) juga menunjukkan *over fishing* telah terjadi di WPP 712 Laut Jawa. Oleh karena itu, para nelayan kesulitan untuk mendapatkan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) yang baik.

Ikan pelagis kecil memiliki tingkah laku yang berbeda-beda terhadap pengaruh

perubahan parameter oseanografi seperti SPL, kelimpahan fitoplankton dan salinitas. Suhu permukaan laut memiliki peranan penting dalam penyebaran ikan dan dinamika daerah penangkapan ikan pelagis kecil. Menurut Putra *et al.* (2012), SPL di Laut Jawa berdasarkan sebaran spasial citra satelit sensor *Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer* (MODIS) berkisar antara 27 °C- 31 °C. Kisaran SPL ini berada pada kisaran rata-rata SPL di perairan Indonesia, yaitu antara 28 °C – 31 °C (Nontji, 2005).

Data kondisi perairan menjadi dasar untuk menduga daerah penangkapan ikan yang potensial. Hubungan antara parameter oseanografi dengan keberadaan ikan menjadi kriteria untuk pemodelan spasial peta daerah penangkapan ikan.

Salah satu pemodelan spasial untuk prediksi daerah penangkapan ikan adalah model *Maximum Entropy* (MaxEnt). Menurut Phillips & Dudík (2008), model ini memperkirakan distribusi probabilitas entropi secara maksimum, dengan memperkirakan data (paling menyebar, seragam dan paling dekat). Model MaxEnt sudah banyak digunakan oleh beberapa peneliti dibidang perikanan. Mugo *et al.* (2014) melakukan penelitian tentang hubungan parameter oseanografi SPL dan klorofil-a terhadap habitat ikan cakalang di Perairan Barat Utara Samudra Pasifik, Syah *et al.* (2016) melakukan penelitian tentang hubungan SPL dan klorofil-a terhadap habitat ikan sauri pasifik di barat utara Samudra Pasifik, dan Siregar *et al.* (2019) melakukan penelitian tentang prediksi daerah penangkapan ikan tuna sirip kuning (*Tunnus albacares*) menggunakan model MaxEnt di perairan Provinsi Aceh. Hasil-hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pemodelan MaxEnt untuk prediksi daerah penangkapan ikan cukup akurat.

Peta prediksi daerah penangkapan ikan sangat penting untuk membantu operasi penangkapan ikan di laut karena, sebagian besar biaya operasional penangkapan ikan adalah untuk biaya bahan bakar minyak. Hal

ini disebabkan karena kapal bergerak terus untuk mencari *fishing ground*. Oleh karena itu perlu dikembangkan peta prediksi daerah penangkapan ikan yang akurat dalam membantu para nelayan di Laut Jawa, sehingga usaha penangkapan efektif dan efisien.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dan analisis data dilakukan pada Desember 2021 sampai Juni 2022. Lokasi yang menjadi objek penelitian berada di perairan Laut Jawa atau pada Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712 (Gambar 1).

### 2.2. Bahan dan Alat

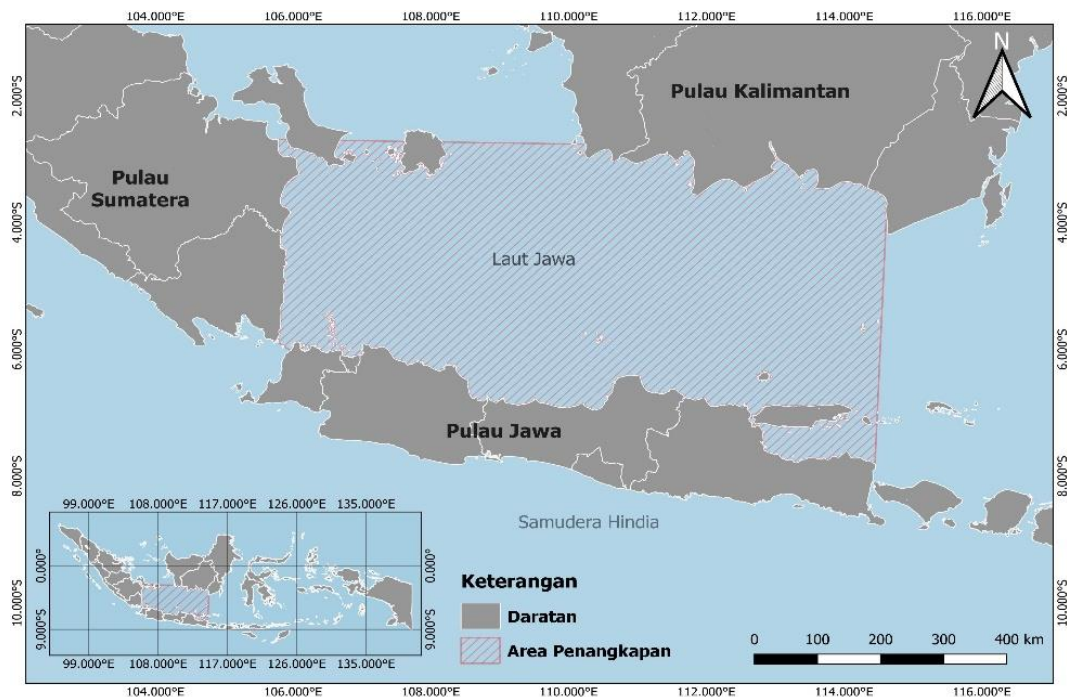
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Boat Detection* (VBD) pada tanggal 17 Januari, 16 Februari, 18 Maret, 17 April, 16 Mei, 14 Juni, 13 Juli, 14 Agustus, 10 September, 9 Oktober, 8 November, dan 8 Desember. Data

deteksi posisi kapal diasumsikan sebagai daerah penangkapan ikan. Data satelit dari sensor MODIS Level 3 berupa citra SPL dan data *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) berupa salinitas permukaan laut. Data citra satelit diunduh dari *Google Earth Engine* melalui *library earth engine* pada aplikasi *RStudio*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *personal computer* dengan sistem operasi Windows 10 Pro 64-bit, dengan memori 8192 MB RAM, dan prosesor Intel (R) Core (TM) i7-7700 CPU 3.60 GHz (8CPUs). Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis dan pengolahan data penelitian adalah *Microsoft Excel 2021* dan *RStudio 2021.09.2+382*. Perangkat lunak QGIS versi 3.24.0 digunakan untuk pembuatan peta daerah penelitian dan distribusi spasial parameter oseanografi dan kapal ikan.

### 2.3. Perolehan Data Posisi Kapal Ikan

Data posisi kapal sebagai data *training* dan validasi model adalah data VIIRS-DNB dengan berbagai jenis kategori



Gambar 1. Lokasi penelitian di Laut Jawa.

*Quality Flags* (QF). Pengolahan data posisi kapal dimulai dengan mengumpulkan data deteksi kapal harian *VIIRS boat detection* (VBD) tahun 2018. Data VBD yang diunduh dalam format .csv diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Data disortir untuk memilih data yang dibutuhkan. Menurut Elvidge *et al.* (2015) kelompok QF1 adalah kapal ikan yang terdeteksi di laut (Tabel 1). Data kapal yang telah disortir digunakan untuk memetakan distribusi spasial kapal ikan dengan menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG) dan sebagai *training data* dalam pemodelan MaxEnt.

Tabel 1. Kelompok deteksi QF data VBD (Elvidge *et al.*, 2015)

Nilai deteksi QF	Keterangan
QF1	Deteksi kapal ikan kuat
QF2	Deteksi kapal ikan lemah
QF3	Deteksi samar
QF4	Gas suar
QF5	Deteksi partikel energik

**2.4. Perolehan Data Parameter Lingkungan**

Data parameter SPL dan salinitas diperoleh dengan memasang *package* RGEE sehingga *Google Earth Engine* dapat berkerja pada perangkat lunak *RStudio*. Data SPL dan salinitas yang diunduh adalah data rata-rata bulanan tahun 2018. Hasil ekspor data SPL dan salinitas dengan format .tif dari *RStudio* disimpan pada penyimpanan *cloud* (*Google Drive*). Proses selanjutnya adalah mengubah data dari format .tif menjadi format .asc menggunakan QGIS 3.24.0 dan data ini yang akan digunakan sebagai *environment data* pada pemodelan MaxEnt.

**2.5. Pemodelan dengan MaxEnt**

Model *MaxEnt* menjelaskan tentang estimasi kepekatan diwakili oleh sebaran *probability of presence* di atas variabel data lingkungan.  $P(x / y = 1)$  memberikan nilai *non-negative* untuk setiap nilai parameter

lingkungan (x) dan jumlah nilai  $P(x/y = 1)$  adalah 1. Jika diasumsikan target kelas sebagai y, maka  $P(y=1 / x)$  adalah *probability of presence* dengan rumus sebagai berikut (Phillips & Dudík, 2008):

$$P(y = 1|x) = \frac{P(x|y=1)P(y=1)}{P(x)} = \pi(x)P(y = 1)|x| \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:  $P(x/y=1)$  adalah peluang munculnya suatu kejadian,  $P(y=1/x)$  adalah *Probability of presence* (peluang estimasi),  $P(x)$  adalah peluang perbandingan, dan  $P(y=1)$  adalah peluang kejadian sebelumnya.

Kuantitas  $P(y=1/x)$  merupakan probabilitas spesies hadir di titik x dengan kemungkinan 0 sampai 1 untuk organisme yang tersebar. Selanjutnya menggunakan teorema *Gibbs Distribution* yang ditentukan oleh vektor bobot fitur (Phillips & Dudík, 2008):

$$q(x) = \frac{\exp \sum_{j=1}^n \lambda_j f_j(x)}{z\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:  $\lambda_j$  adalah bobot x pada variable ke-j,  $f_j$  adalah nilai x pada variable ke-j,  $z\lambda$  adalah jumlah eksponensial vector bobot fitur himpunan x, dan  $q(x)$  adalah estimasi  $P(x / y=1)$ .

Setelah didapatkan estimasi dari  $P(x/y=1)$ , selanjutnya menghitung entropi dari  $q(x)$ , rumus sebagai berikut (Phillips & Dudík, 2008).

$$H(x) = \sum_{x=1}^n q(x) \ln q(x) \dots\dots\dots(3)$$

Cara memperoleh distribusi *probability of presence* (peluang estimasi), sebagai berikut (Phillips & Dudík, 2008):

$$P(y = 1|x) = \frac{e^{H_q(x)}}{1+e^{H_q(x)}} \dots\dots\dots(4)$$

Hasil pembangunan model MaxEnt berupa kurva respons kesesuaian, pendugaan

kontribusi parameter, evaluasi model, dan peta habitat yang sesuai untuk ikan pelagis kecil di Laut Jawa yang dinyatakan dengan nilai *Habitat Suitability Index* (HSI). Nilai HSI mendekati 1, menunjukkan kesesuaian yang tinggi dan mendekati nilai 0 tidak sesuai (Syah *et al.*, 2016).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Distribusi Kapal Ikan

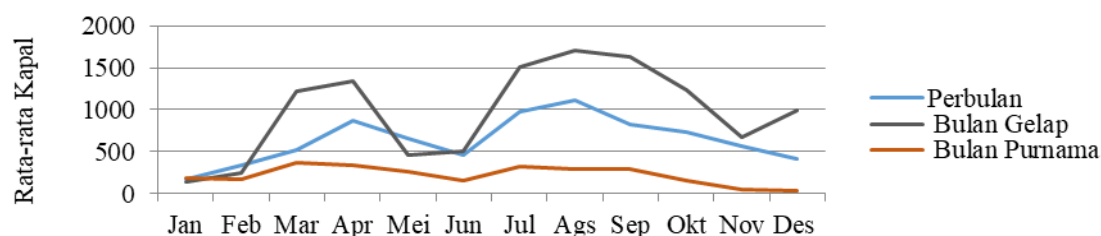
Jumlah kapal ikan hasil deteksi dari citra satelit VBD bervariasi. Pada bulan gelap jumlah kapal lebih banyak dari pada bulan terang (Gambar 2). Secara spasial terdapat perbedaan data distribusi kapal ikan harian pada fase bulan terang dan bulan gelap (Gambar 3). Operasi penangkapan ikan menggunakan cahaya lampu sebagai alat bantu lebih sedikit pada bulan terang dibandingkan kapal perikanan yang beroperasi pada bulan gelap. Sebagian besar kapal yang beroperasi di Laut Jawa adalah kapal purse seine dan bouke-ami yang menggunakan

cahaya lampu sebagai alat bantu operasi penangkapan ikan (Lumban-Gaol *et al.*, 2019).

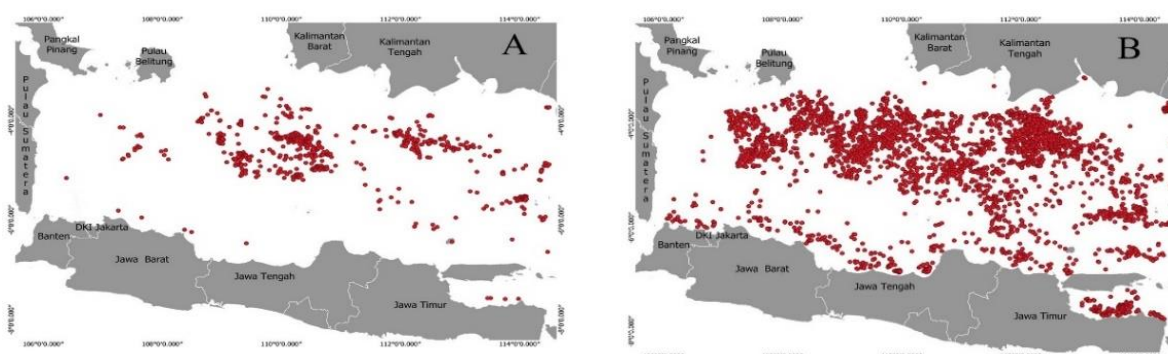
Jumlah kapal yang beroperasi pada bulan Desember, Januari dan Februari cenderung lebih sedikit dari jumlah kapal yang beroperasi dari bulan Maret–November. Hal ini terjadi karena pada bulan (Desember - Februari) memasuki angin musim barat dengan kondisi cuaca yang tidak baik.

#### 3.2. Distribusi SPL tahun 2018

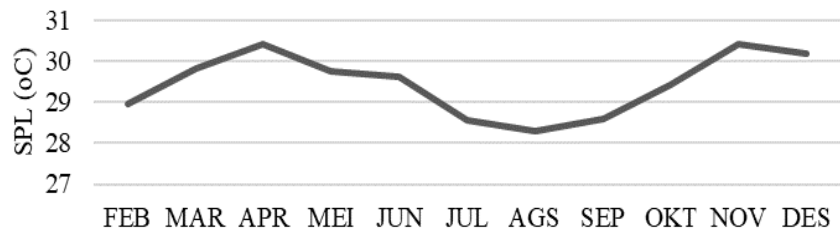
Nilai rata – rata bulanan SPL di Laut Jawa berkisar antara 27,5 – 31,0 °C (Gambar 4 dan 5). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Nontji, 2005; Putra *et al.*, 2012). Letak geografis Indonesia yang berada di antara dua samudra, yaitu Samudra Pasifik dan Samudra Hindia memengaruhi dinamika SPL Indonesia. Fluktuasi SPL di Laut Jawa dipengaruhi oleh angin muson. Pada musim timur SPL di Laut Jawa lebih rendah (Lumban-Gaol *et al.*, 2014).



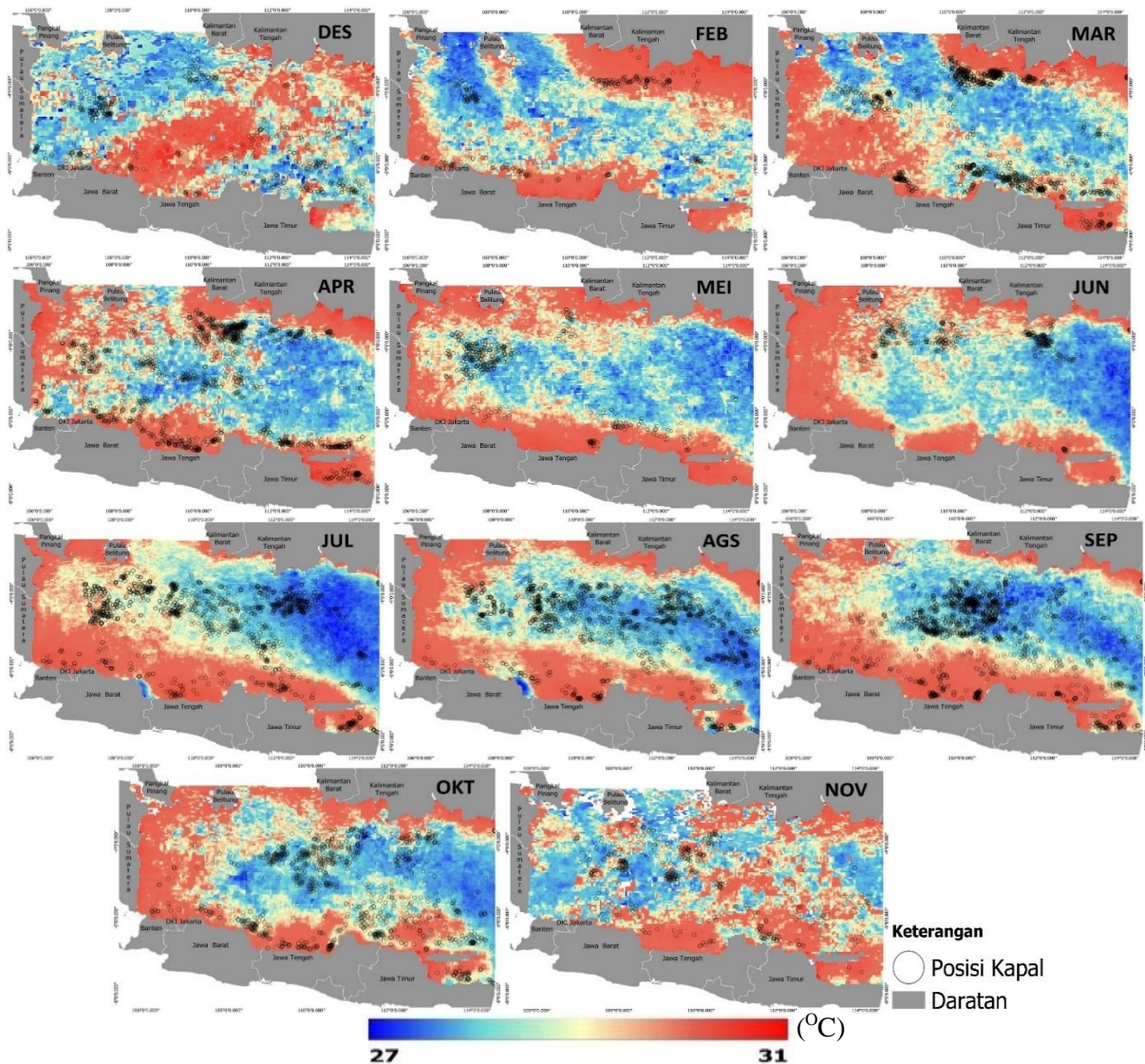
Gambar 2. Rata-rata kapal perbulan, rata-rata kapal bulan gelap dan rata-rata kapal bulan terang di Laut Jawa.



Gambar 3. Perbedaan kapal (titik merah) yang beroperasi pada bulan terang (A), dan bulan gelap (B).



Gambar 4. Variasi rata-rata bulanan SPL di Laut Jawa pada tahun 2018.



Gambar 5. Distribusi SPL rata-rata bulanan dan distribusi kapal ikan di Laut Jawa dari sensor VBD pada tahun 2018

Laut Jawa mendapat pengaruh dari barat dan mendapat pengaruh masa air dari massa air Laut Cina Selatan pada musim Selat Makassar pada saat musim timur. Pada

musim barat (Desember dan Februari) massa air dari Laut Cina bersuhu rendah masuk ke Laut Jawa. Pada musim timur terjadi sebaliknya, suhu bernilai rendah memasuki perairan Laut Jawa dari Selat Makassar dan Laut Flores. Peningkatan suhu terjadi pada musim peralihan I dan II karena pengaruh angin musim mulai berkurang sehingga sinar matahari memanasi permukaan perairan.

### 3.3. Distibusi Salinitas Tahun 2018

Nilai salinitas di Laut Jawa dari Januari – Desember 2018 berkisar antara 31,5 – 33,8 psu (Gambar 6 dan 7), sesuai dengan penelitian sebelumnya (Lumban-Gaol *et al.*, 2007; Siregar *et al.*, 2017), Salinitas rata-rata tertinggi terjadi pada bulan September dengan nilai 33,7 psu karena pengaruh massa air yang masuk dari Laut Timor (Lumban-Gaol & Sadhotomo, 2007).

Pada musim barat terjadi penurunan salinitas disebabkan massa air Laut Cina Selatan yang masuk Laut Jawa menuju Laut Jawa bagian Timur. Pada musim timur terjadi sebaliknya, massa air dari timur dengan salinitas yang tinggi memasuki Laut Jawa menuju perairan bagian barat.

### 3.4. Kurva Respons Kesesuaian Habitat

Kurva respons kesesuaian habitat menjelaskan nilai sebaran parameter oseanografi terhadap peluang kemunculan ikan pelagis kecil. Hasil kurva respons parameter SPL mempunyai pola yang berbeda setiap bulannya. Hal ini menunjukkan keberadaan ikan pelagis kecil berada di

kisaran suhu yang berbeda-beda secara temporal di Laut Jawa (Gambar 8).

Kurva respons salinitas tahun 2018 menunjukkan kemungkinan tertinggi distribusi spesies ikan pelagis kecil berada pada kisaran salinitas 32 – 34 psu dan kurang sesuai pada kisaran salinitas kurang dari 32 psu dan lebih dari 34 psu (Gambar 9).

Uji jackknife menunjukkan bahwa salinitas (94,5%) memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan dengan SPL (5,5%) (Gambar 10).

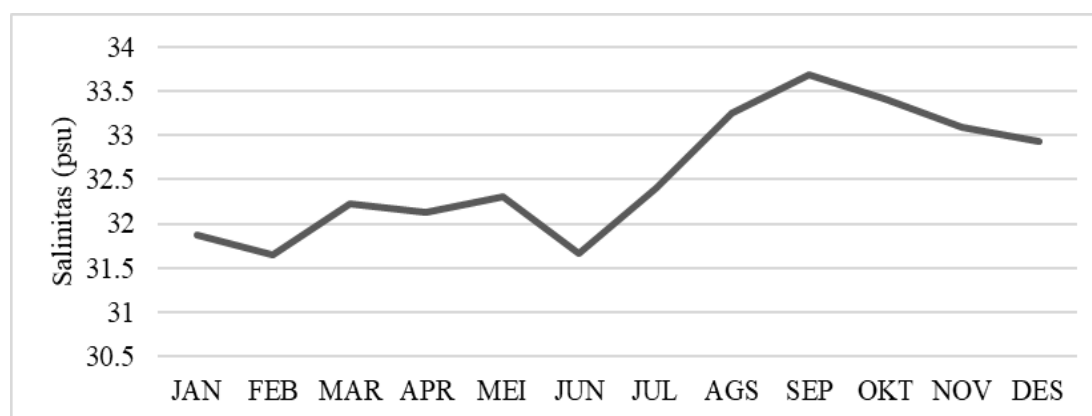
### 3.5. Evaluasi Model

Hasil evaluasi model berdasarkan nilai *area under the curve* (AUC) > 0,5 (AUC = 0,849) menunjukkan performa model adalah baik (Gambar 11). Hal ini sesuai dengan hasil kajian Araújo & Guisan (2006) bahwa performa model adalah baik dengan nilai AUC 0,8 – 0,9.

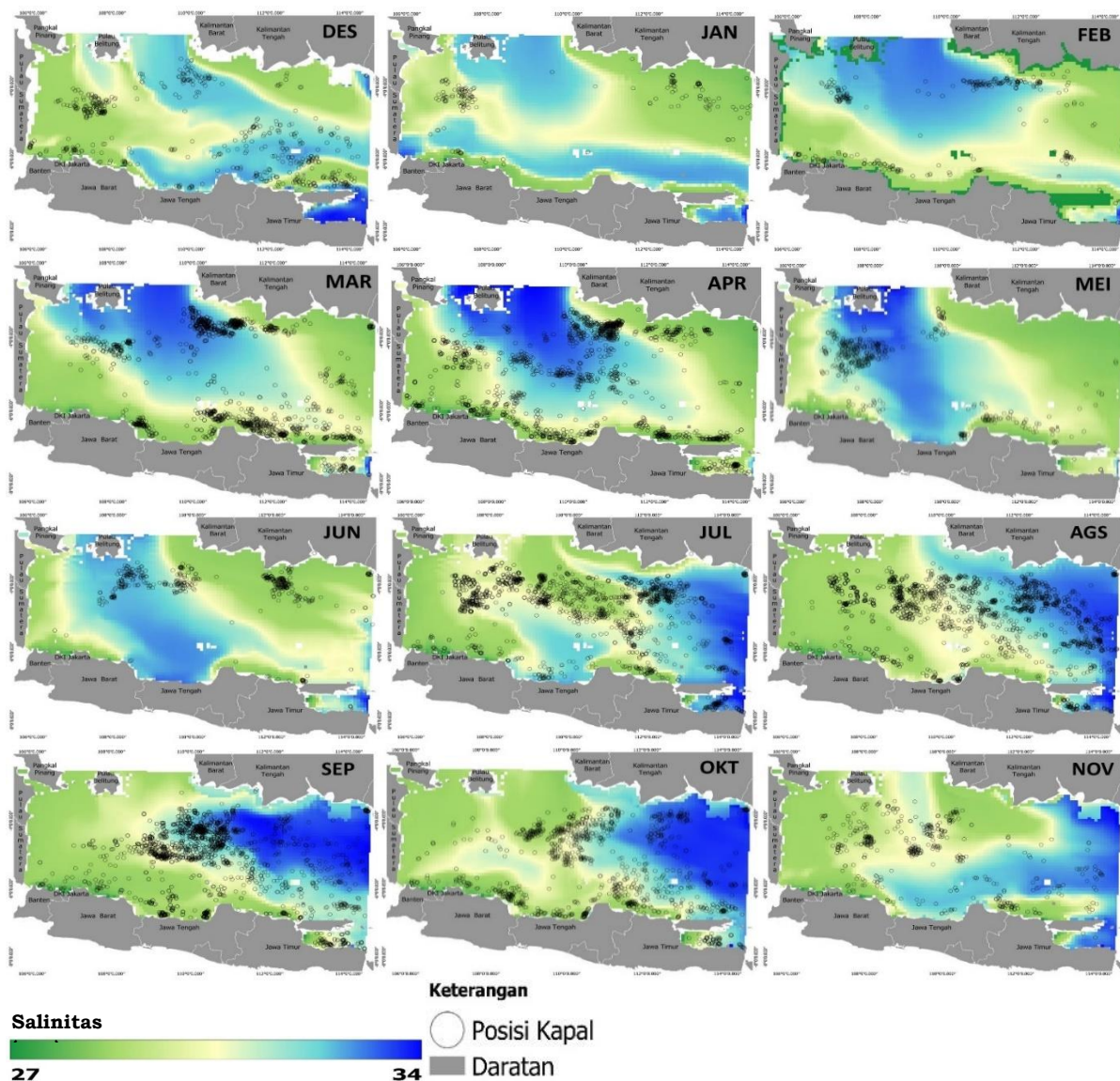
### 3.6. Prediksi Daerah Penangkapan Ikan

Peta *Habitat Suitability Index* (HSI) di *overlay* dengan koordinat kapal penangkapan ikan pada tahun 2019 menunjukkan bahwa sebagian besar kapal berada pada nilai HSI 0,5-0,6. Total kapal yang berada pada nilai HSI 0,5–0,8 adalah 66,10% (Tabel 2).

Berdasarkan peta HIS, daerah penangkapan ikan yang potensial, terkonsentrasi pada wilayah tengah dan bagian utara Laut Jawa mendekati perairan selatan Kalimantan (Gambar 12).



Gambar 6. Variasi rata-rata bulanan salinitas di Laut Jawa 2018

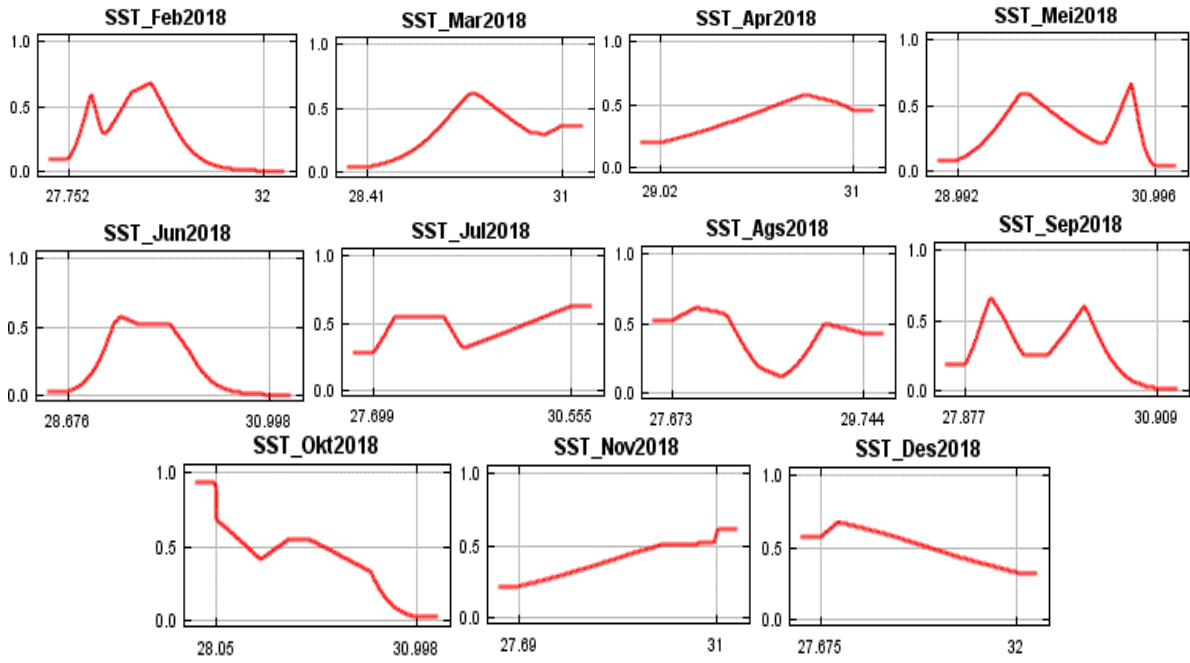


Gambar 7. Distribusi salinitas rata-rata bulanan dan posisi kapal ikan di Laut Jawa

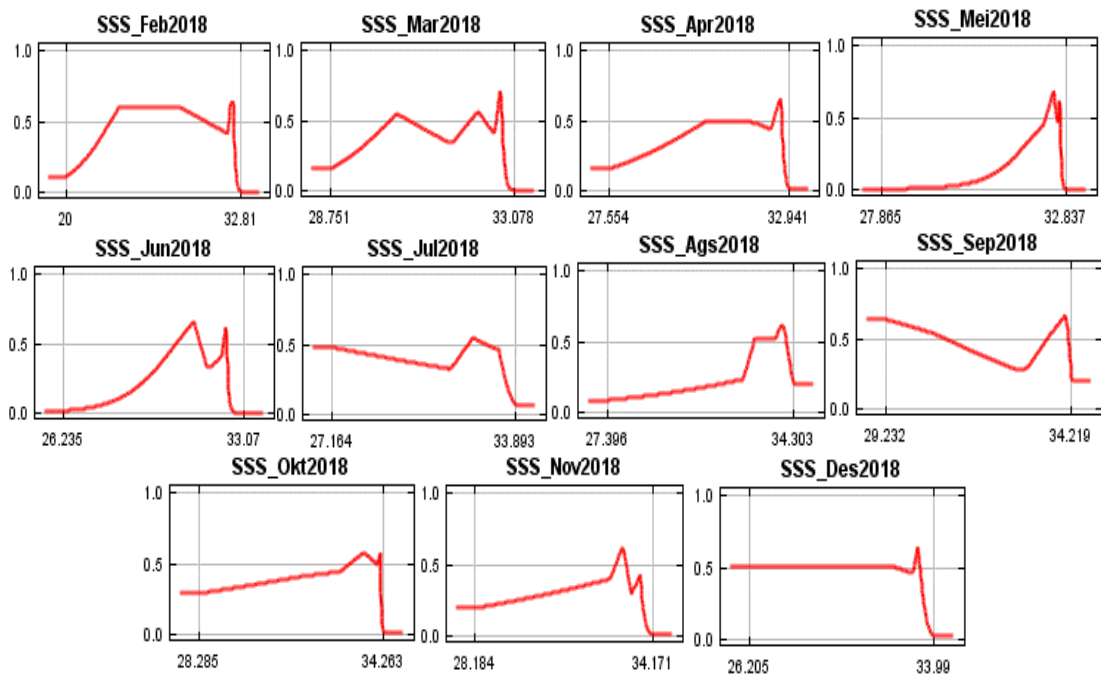
Tabel 2. Data jumlah titik posisi penangkapan kapal ikan pada tiap nilai HSI tahun 2019

HSI	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Total	%
0-0,1	1	-	-	26	-	-	-	-	1	1	-	29	0.42%
0,1-0,2	-	-	6	7	9	-	-	1	15	1	-	39	0.56%
0,2-0,3	49	6	112	20	4	25	12	141	34	4	-	407	5.87%
0,3-0,4	28	8	223	17	52	53	20	79	41	40	47	608	8.77%
0,4-0,5	21	10	293	70	75	326	93	72	143	103	61	1267	18.27%
0,5-0,6	75	38	213	70	74	657	220	204	967	178	200	2896	41.77%
0,6-0,7	28	15	223	32	136	162	262	376	-	121	19	1374	19.82%
0,7-0,8	29	1	28	2	-	-	-	253	-	-	-	313	4.51%



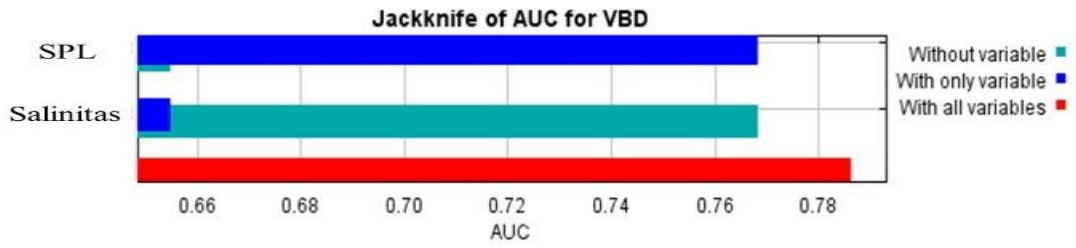


Gambar 8. Kurva respons bulanan parameter suhu permukaan laut

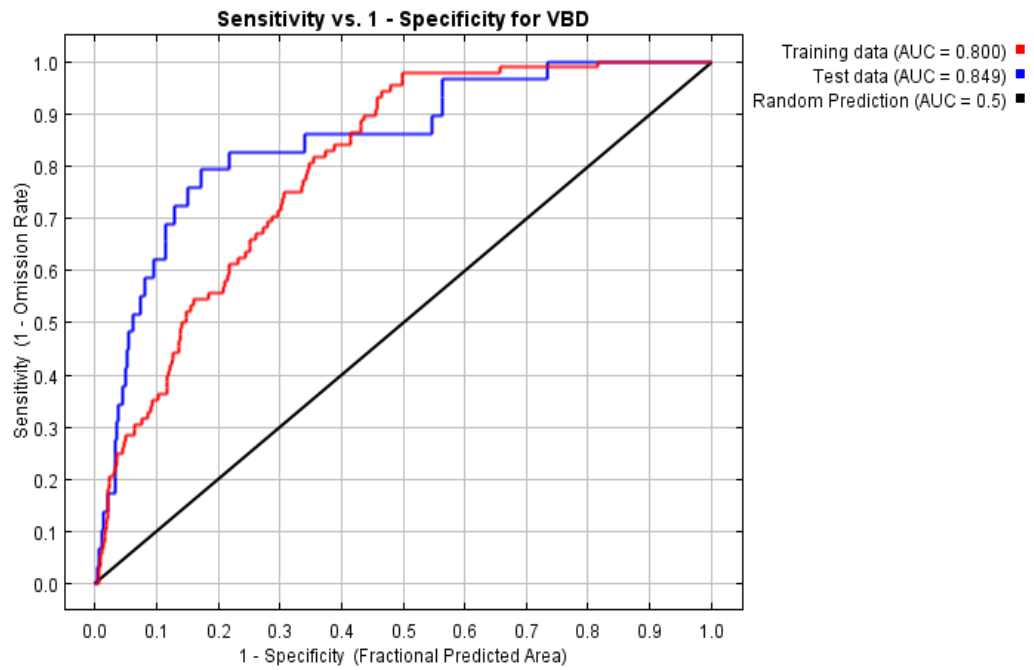


Gambar 9. Kurva respons bulanan dari parameter salinitas

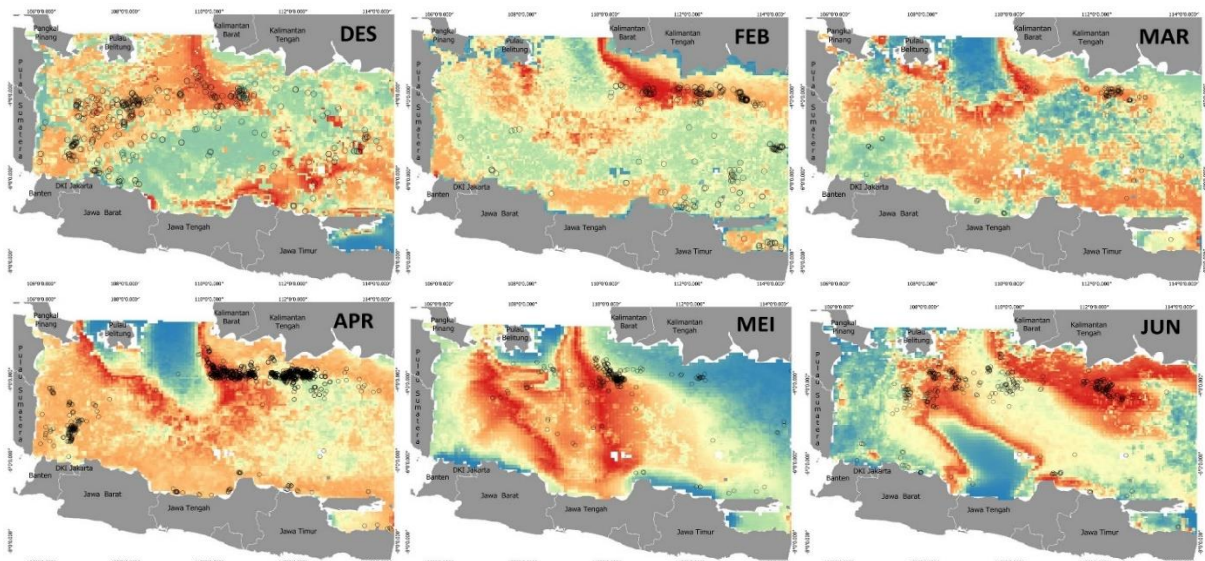
Model *Maximum Entropy* untuk Prediksi . . .

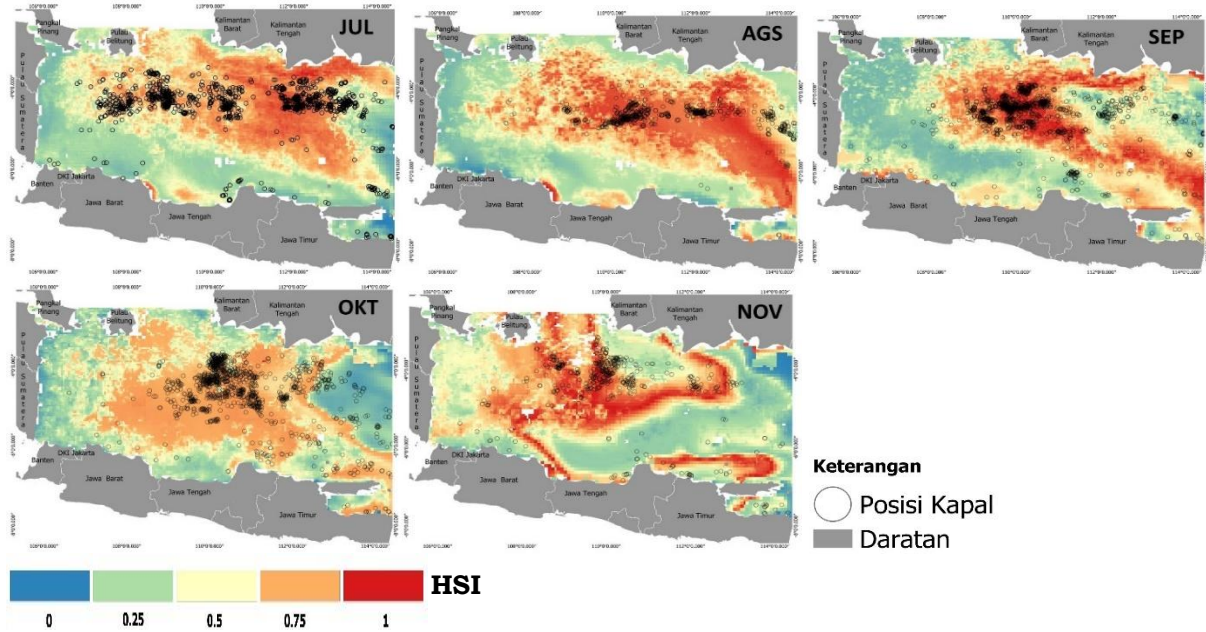


Gambar 10. Hasil uji jackknife kontribusi parameter terhadap model.



Gambar 11. Kurva evaluasi model MaxEnt





Gambar 12. Peta kesesuaian habitat ikan pelagis kecil di Laut Jawa tahun 2018

#### IV. KESIMPULAN

Peta prediksi daerah penangkapan ikan dengan model MaxEnt menunjukkan performa yang baik berdasarkan nilai AUC mencapai 0.849. Kurva respons menunjukkan kapal ikan terdistribusi pada kisaran SPL 27,6 – 31,0 °C, dan salinitas 32 – 34 psu. Parameter salinitas lebih berpengaruh terhadap distribusi kapal ikan dibandingkan dengan SPL. Daerah penangkapan ikan potensial berada pada wilayah bagian tengah dan utara Laut Jawa mendekati perairan selatan Pulau Kalimantan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada *Earth Observation Group (EOG)* sebagai penyedia layanan data VIIRS Boat Detection (VBD). Terimakasih kepada penyedia *platform Google Earth Engine* yang telah menyediakan layanan pengunduhan data satelit dari sensor MODIS Level 3 (SPL) dan data HYCOM (salinitas). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer

dan pihak-pihak yang memberikan saran dan masukan pada penulisan karya ilmiah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Araújo, M.B. & A. Guisan. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *J Biogeogr.*, 33(10): 1677–1688. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x>
- Badrudin, B., A. Aisyah, & T. Ernawati. 2016. Kelimpahan stok sumber daya ikan demersal di perairan sub area Laut Jawa. *J Penelit Perikan Indones.*, 17(1): 11–21. <https://doi.org/10.15578/jppi.17.1.2011.11-21>
- Baldwin, R.A. 2009. Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy.*, 11(4): 854–866. <https://doi.org/10.3390/e11040854>
- Elith, J., S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudik, Y.E. Chee, & C.J. Yates. 2011. A statistical explanation of maxent for ecologist. *Divers distrib.*, 17(1): 43–57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>

- Elvidge, C.D., M. Zhizhin, K. Baugh, & F.C. Hsu. 2015. Automatic boat identification system for VIIRS low light imaging data. *Remote Sens.*, 7(3): 3020–3036.  
<https://doi.org/10.3390/rs70303020>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No 19. 2022. Estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di wilayah pengelolaan perikanan negara republik indonesia.
- Khatami, A.M. & I. Setyobudiandi. 2019. Karakteristik biologi dan laju eksploitasi ikan pelagis kecil di perairan Utara Jawa. *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop.*, 11(3): 637–651.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i3.19159>
- Lumban-Gaol, J. & B. Sadhotomo. 2007. Karakteristik dan variabilitas parameter-parameter oseanografi Laut Jawa hubungannya dengan distribusi hasil tangkapan ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 13(3): 201-211.  
<https://doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.201-211>
- Lumban-Gaol, J., R.E. Arhatin, & M.M. Ling. 2014. Pemetaan suhu permukaan laut dari satelit di perairan Indonesia untuk mendukung “One Map Policy.” Di dalam: *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*. 433–442.
- Lumban-Gaol, J., R.E. Arhatin, A.F. Syah, D. Kushardono, J.T. Lubis, N.D. Amanda, Y. Amanda, & W. Octavia. 2019. Distribusi kapal ikan pada fase bulan gelap dan terang berdasarkan data sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) di Laut Jawa. *J Kelaut Nas.* 14(3): 1–8.  
<https://doi.org/10.15578/jkn.v14i3.7569>
- Mugo, R.M., S.I. Saitoh, F. Takahashi, A. Nihira, & T. Kuroyama. 2014. Evaluating the role of fronts in habitat overlaps between cold and warm water species in the western North Pacific: A proof of concept. *Deep Sea Res Part II Top Stud Oceanogr.*, 107: 29–39.  
<https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.11.005>
- Nontji A. 2005. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta. 368 hlm.
- Phillips, S.J., & M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography (Cop)*., 31(2): 161–175.  
<https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Putra, E., J.L. Gaol, & V.P. Siregar. 2012. Hubungan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan ikan pelagis utama di perairan Laut Jawa dari citra satelit MODIS. *J Teknol Perikanan dan Kelaut.*, 3(2): 1–10.  
<https://doi.org/10.24319/jtpk.3.1-10>
- Siregar, E.S.Y., V.P. Siregar, R. Jhonnerie, M. Alkayakni, & B. Samsul. 2019. Prediction of potential fishing zones for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) using maxent models in Aceh province waters. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.*, 284(1): 12029.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/284/1/012029>
- Siregar, S.N., L.P. Sari, N.P. Purba, W.S. Pranowo, & M.L. Syamsuddin. 2017. Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik*, 6(1): 44–59.  
<https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5523>
- Suman, A., H.E. Irianto, F. Satria, & K. Amri. 2017. Potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia (WPP

- NRI) Tahun 2015 serta Opsi Pengelolaannya. *J Kebijakan Perikan Indones.*, 8(2): 97–100.  
<https://doi.org/10.15578/jkpi.8.2.2016.97-100>
- Syah, A.F., S.I. Saitoh, .D. Alabia, & T. Hirawake. 2016. Predicting potential fishing zones for Pacific saury (*Cololabis saira*) with maximum entropy models and remotely sensed data. *Fish Bull.*, 114(3): 330-342.  
<https://doi.org/10.7755/FB.114.3.6>
- Syah, A.F., E.S.Y. Siregar, V.P. Siregar, & S.B. Agus. 2020. Application of remotely sensed data and maximum entropy model in detecting potential fishing zones of Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Indian Ocean off Sumatera. Di dalam: *Journal of Physics: Conference Series*. 1569: 042097.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/4/042097>
- Ward, G., T. Hastie, S. Barry, J. Elith, & J.R. Leathwick. 2009. Presence-only data and the EM algorithm. *Biometrics.*, 65(2): 554–563.  
<https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2008.01116.x>
- Wiadnyana, N.N., B. Badrudin, & A. Aisyah. 2017. Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan demersal di wilayah pengelolaan perikanan Laut Jawa. *J Penelit Perikan Indones.*, 16(4): 275–283.  
<https://doi.org/10.15578/jppi.16.4.2010.275-283>
- Submitted : 30 December 2021*  
*Reviewed : 21 January 2022*  
*Accepted : 17 December 2022*

#### FIGURE AND TABLE TITLES

- Figure 1. Research objects in the Java Sea.*
- Figure 2. Average monthly vessels, average dark moon vessels and average bright moon vessels in the Java Sea.*
- Figure 3. Differences between ships (red dots) operating in the bright moon (A) and the dark moon (B).*
- Figure 4. Variation of the average monthly SST in the Java Sea in 2018.*
- Figure 5. Distribution of the monthly average SST and distribution of fishing vessels in the Java Sea from the VBD sensor in 2018.*
- Figure 6. The variation of the monthly average of salinity in the Java Sea 2018.*
- Figure 7. Distribution of monthly average salinity and position of fishing vessels in the Java Sea.*
- Figure 8. Monthly response curve for sea surface temperature parameters.*
- Figure 9. Monthly response curve of the salinity parameter.*
- Figure 10. Jackknife test results for parameter contribution to the model.*
- Figure 11. Evaluation curve for the MaxEnt model.*
- Figure 12. Habitat suitability map for small pelagic fish in the Java Sea for 2018.*
- Table 1. VBD data QF detection group (Elvidge et al., 2015).*
- Table 2. Data on the number of fishing boat fishing position points for each HSI value in 2019.*

