

---

## PEMETAAN POTENSI PENANGKAPAN IKAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE IMAGE EDGE DETECTION* DAN *TEMPERATURE GRADIENT ANALYSIS* (STUDI KASUS: PERAIRAN SELATAN JAWA)

Nur Aina Rizki Rahmadani<sup>1</sup>, Lalu Muhamad Jaelani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus Sukolilo, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail: <sup>1</sup>lmjaelani@geodesy.its.ac.id

### Abstrak

Ketersediaan informasi tentang informasi Potensi Penangkapan Ikan (PPI) sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas perikanan. Secara tradisional, nelayan memanfaatkan indera dan kebiasaan turun-temurun mereka untuk menentukan PPI. Secara tradisional, nelayan memanfaatkan panca indra dan kebiasaan yang bersifat turun-temurun untuk menentukan PPI. Cara ini, selain kurang efisien, juga bisa menyebabkan eksploitasi berlebihan jika kegiatan penangkapan ikan dilakukan pada tempat yang sama secara terus-menerus. Keberadaan teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk penentuan PPI secara lebih cepat dengan tetap memperhatikan aspek akurasi dan sebaran spasial. Salah satu metode penentuan PPI berbasis data penginderaan jauh, memetakan daerah thermal front terlebih dahulu sebelum menentukan PPI melalui interpretasi manual berdasarkan keberadaan piksel diantara suhu perairan yang hangat dan dingin. Interpretasi manual memiliki keterbatasan, diantaranya: tergantung pada manusia dan memerlukan waktu yang lama. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dalam penelitian ini, metode *Single Image Edge Detection (SIED)* yang dikembangkan oleh Cayulla dan Cornillon diaplikasikan dalam bentuk *toolbox* agar bisa digunakan secara otomatis. Data Suhu Permukaan Laut (SPL) yang diperoleh dari MODIS Level 2 (6 April 2018) selanjutnya diproses dengan menggunakan *toolbox* ini dan berhasil mendeteksi 22 titik PPI di perairan selatan Pulau Jawa. Sementara itu, deteksi PPI dengan metode *Temperature Gradient Analysis (TGA)* yang dilakukan secara manual menghasilkan 28 titik. Terdapat 20 lokasi titik yang sama menggunakan dua metode ini. Penggunaan metode *SIED* berbasis *toolbox* dapat mempercepat pemrosesan data, mengurangi kesalahan manusia dengan tingkat akurasi 64%.

Kata Kunci : SIED, SPL, TGA, Thermal Front, ZPPI

### Abstract

*Fishing Potential (PPI) is needed to increase fisheries productivity. Traditionally, fishermen use their senses and hereditary habits to determine PPI. Traditionally, fishermen use the five senses and hereditary habits to determine PPI. This method, in addition to being less efficient, can also lead to over-exploitation if fishing is carried out in the same place continuously. The existence of remote sensing technology can be used to determine PPI faster while considering aspects of approval and spatial distribution. One method of determining PPI is based on remote sensing data, mapping the thermal front area first before determining the PPI through manual interpretation based on pixel located between warm and cold water. Manual interpretation has limitations, it depends on humans and takes a long time. To overcome these limitations, in this study, the Single Image Edge Detection (SIED) method developed by Cayulla and Cornillon was applied in the form of a toolbox thus it could be used automatically. Sea Surface Temperature (SPL) data obtained from MODIS Level 2 (6 April 2018) was subsequently processed using this toolbox and successfully developed 22 PPI points in the southern part of Java Island. Meanwhile, PPI detection using the Temperature Gradient Analysis (TGA) method which is done manually produces 28 points. There are 20 locations of the same point using these two methods. Using the SIED method based on the toolbox can improve data, reduce human error with accuracy 64%.*

Keywords: SIED, SPL, TGA, Front Thermal, ZPPI

## PENDAHULUAN

Citra satelit penginderaan jauh banyak dimanfaatkan untuk berbagai bidang penelitian dan aplikasi di berbagai sektor. Salah satunya dimanfaatkan di bidang oseanografi yang dapat digunakan dalam penentuan Potensi Penangkapan Ikan (PPI). PPI diperoleh dari gabungan parameter Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a (Zainuddin & Safruddin, 2007). Parameter tersebut diperoleh dari hasil ekstraksi citra satelit penginderaan jauh. Satelit penginderaan jauh mampu menyediakan sumber data yang baik sebagai bahan dalam mempertimbangkan habitat maupun populasi ikan laut (Chassot, 2011). Salah satu citra satelit penginderaan jauh yang sering digunakan untuk menentukan PPI adalah citra Terra/Aqua dengan sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS).

Berdasarkan tahap pemrosesan, citra MODIS memiliki tiga level data: Level 1, 2 dan 3 (Nammalwar, dkk, 2013). Dalam penelitian ini, Citra yang digunakan adalah MODIS Level 2 dan Level 3. Level 2 merupakan data citra Aqua MODIS yang telah melalui proses kalibrasi sensor dan koreksi atmosfer. Level 3 merupakan data yang berisi Suhu Permukaan Laut (SPL) dan Klorofil-a, dan umumnya ahli-ahli oseanografi menggunakan data ini untuk penelitian yang akan dilakukan.

Penentuan PPI yang umumnya digunakan adalah data SPL dan Klorofil-a (Zainuddin & Safruddin, 2007). Tetapi dalam beberapa penelitian, sebagian besar dihubungkan dengan parameter SPL. Hal tersebut disebabkan oleh *front* dapat lebih jelas ditemukan jika melalui data SPL. Hal ini disebabkan karena pola suhu yang unik, dinamisasi perairan selalu berkaitan dengan adanya perbedaan suhu terutama jika dipisahkan dari adanya proses interaksi udara dan laut, ketersediaan data SPL secara global dengan resolusi spasial rendah hingga medium dan temporal harian lebih memadai jika digunakan untuk kajian global. Oleh karena itu, dalam penelitian ini pendeteksian *front* dilakukan oleh data SPL.

Daerah PPI dapat diperkirakan dengan menggunakan dua metode yaitu *Single Image Edge Detection (SIED)* dan *Temperature Gradient Analysis (TGA)*. *SIED* merupakan metode untuk mendeteksi gradien termal/*front* pada data SPL (Nammalwar, dkk, 2013) yang diproses menggunakan sebuah *Toolbox*. *Toolbox* dibuat secara khusus di *software* ArcGIS untuk

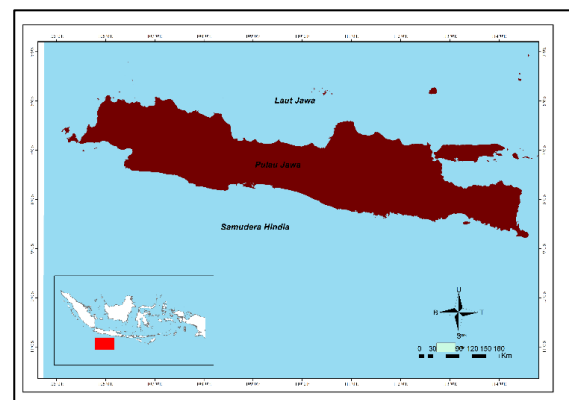
memudahkan dalam proses pengolahan data SPL sedangkan *TGA* merupakan metode untuk mendeteksi gradien termal/*front* yang dilakukan secara manual.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan metode *SIED* dan *TGA* yang dilakukan dalam penentuan PPI di perairan selatan Pulau Jawa dan mengetahui daerah potensi penangkapan ikan di perairan selatan Jawa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan metode yang paling baik antara *SIED* dan *TGA* dalam penentuan daerah PPI.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai daerah PPI ini dilakukan di daerah perairan selatan pulau Jawa dengan menggunakan citra satelit Aqua MODIS. Karakteristik kedalaman perairan selatan Jawa dikategorikan menjadi perairan dalam dikarenakan kedalaman berkisar lebih dari 200 meter (Kelautan, 2016). Secara geografis perairan selatan Jawa berada pada area koordinat 6°LS-13°LS dan 104° BT-116° BT dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra MODIS level 2 dan Level 3. Citra MODIS Level 2 digunakan karena data sudah melalui proses kalibrasi sensor, koreksi atmosfer, dan algoritma bio-optik. Data MODIS Level 2 ini digunakan dalam pembuatan peta potensi penangkapan ikan dengan metode *SIED*. Sementara itu, data citra MODIS Level 3 dengan hasil produk sudah jadi yaitu SPL menggunakan metode *TGA*. Akuisisi data pada MODIS Level 2 dan MODIS Level 3 yaitu 6 April 2018. Selain itu, data lain yang digunakan adalah Batas Administrasi Pulau Jawa dan Peta Administrasi Indonesia.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah SeaDAS yang akan digunakan untuk memproyeksikan citra dan ArcGIS 10.6.1 digunakan untuk mengolah data Klorofil-a, serta Toolbox digunakan untuk mengolah data SPL

Kanal-kanal yang terdapat di citra MODIS akan dijelaskan pada Tabel 1

Tabel 1. Kanal-kanal pada satelit MODIS

Kegunaan utama	Band	Panjang gelombang g (nm)	Resolusi Spasial (m)
Ocean	8	405-420	1000
Color/	9	438-448	1000
Fitoplankt	10	483-493	1000
on/Biogeo	11	526-536	1000
kimia	12	546-556	1000
	13	662-672	1000
	31	10780-	1000
Surface/Cloud	32	11280	1000
Temperature		11770-	
		12270	

### Pengolahan Citra MODIS

Pengolahan pada citra MODIS dibagi menjadi tiga yaitu *Reprojection* dan Pemotongan Citra. Tahap pertama yang dilakukan adalah *Reprojection* Citra MODIS yaitu perubahan suatu sistem proyeksi ke dalam sistem proyeksi yang lain. Proses ini dilakukan di SeaDAS Visual. Hal ini dilakukan agar dapat diolah pada *software* lain seperti ArcGIS. Pemotongan citra digunakan untuk memperkecil ukuran citra dan memudahkan pengolahan data. Pada penelitian ini, Citra MODIS Level 2 dan 3 dan batas 200 mil dipotong sesuai batas 200 mil.

### Klorofil-a dan SPL

Pada penelitian ini, data Klorofil-a dan SPL sangat diperlukan. Klorofil-a diekstrak dari hasil MODIS Level 2 menggunakan algoritma OC3M (Semedi & Safitri, 2015). OC3M digunakan dalam pengolahan citra secara global. Perhitungan Klorofil-a yang dilakukan sebagai berikut:

$$OC3 = Ca = 10^{0,283-2,753R+1,457R^2+0,659R^3-1,403R^4} \quad (1)$$

$$R(\lambda) = \log_{10} \left[ \frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)} \right] \quad (2)$$

Di mana:

Ca = Klorofil-a ( $\mu g/L$ )

$R(\lambda)$  = Rasio reflektan

$Rrs(\lambda)$  = Remote Sensing Reflectance

Sedangkan pada data SPL MODIS Citra Level 2 menggunakan algoritma Minnet (Minnett & O.Brown, 2011)

$$SPL (^\circ C) = -0,0024 + 3,53 B1 - 2,520 B3 \quad (3)$$

Di mana:

B1 dan B3: Reflektan Kanal 1 dan Kanal 3

Citra MODIS Level 3 tidak dilakukan proses pengolahan, dikarenakan data yang diperoleh sudah dalam produk data Klorofil-a dan SPL.

### Informasi PPI

Informasi PPI menggunakan dua metode yaitu *SIED* dan *TGA*. *SIED* diproses di *Toolbox*. *Toolbox* sendiri dibuat di dalam python *toolbox* dan dijadikan sebuah *Tool*. Metode *SIED* (Cayula and Cornillon, 1992) yaitu pembentukan *isoline* dengan panjang N yang ditentukan dari lokasi koordinat dari suatu pixel

$$C = \{(X_p, Y_p) | p \in [1, N]\} \quad (4)$$

Di mana:

C = *isoline*

N = Panjang *isoline* (piksel)

$X_p, Y_p$  = Koordinat lokasi piksel

Ketika segmen  $S_q$  diperoleh, kemudian digunakan untuk mencari persamaan gradien sebagai berikut:

$$S_q = \{(X_p, Y_p) | p \in [q, q + \lambda - 1] \cap [1, N]\} \quad (5)$$

Di mana:

$S_q$  = Segmen gambar

$\lambda$  = Panjang gradien

$X_p, Y_p$  = Koordinat lokasi piksel

Persamaan gradien yang akan diperoleh

$$m(grad_1, grad_2) = \begin{cases} 0 & \text{jika } grad_1, grad_2 < 0 \\ \frac{grad_1 \cdot grad_2}{grad_1^2} & \text{jika } grad_1 > grad_2 \\ \frac{grad_1 \cdot grad_2}{grad_2^2} & \text{jika } grad_1 < grad_2 \end{cases} \quad (6)$$

Di mana:

grad = gradien suhu

Setelah itu, statistik dihitung untuk menganalisis offset yang bernilai 6,0 antara lokasi tepi utara yang terdeteksi dalam citra yang diturunkan dari satelit dan terdeteksi oleh *front* yang diperoleh dari data in situ. *Offset* ini negatif ketika bagian depan SPL terletak di selatan (lautan) bernilai 7,5 dan positif jika terletak di utara. Statistik pertama adalah offset rata-rata antara bagian depan SPL dan T<sub>15</sub>

$$m = \frac{1}{N} \sum \delta \tag{7}$$

Di mana:

m = Hasil *front*

N = Jumlah observasi

δ = jumlah bagian depan satelit

di mana jumlah pengamatan dan lokasi turunan satelit yang sesuai dari tepi utara telah ditentukan. Subskrip menunjukkan bahwa *offset* dengan nilai 6,0 adalah pemisahan yang diukur tegak lurus terhadap bagian depan satelit. Karena *isoterm* yang memotong permukaan laut tidak vertikal dan karena proyeksi permukaan bernilai 7,5 sedangkan dibanding dengan permukaan depan, diharapkan sebuah *offset* rata-rata.

Penyusunan peta prakiraan daerah penangkapan ikan, data suhu permukaan laut diinterpretasi secara visual untuk menentukan daerah *front*. Jika pada daerah *thermal front* diikuti oleh kelimpahan klorofil-a maka daerah tersebut dianggap sebagai daerah potensi ikan. Metode *SIED* yang lebih obyektif dapat membantu interpretasi pada penentuan daerah potensial penangkapan ikan.

Metode *TGA* dilakukan pada MODIS Level 3 dengan beberapa ketentuan yaitu analisis SPL untuk identifikasi *thermal front* dengan batasan yaitu gradien SPL untuk setiap jarak maksimal 3 km dan minimal perbedaan suhu yaitu 0,5°C, penentuan titik-titik lokasi Potensi Penangkapan Ikan diambil 1/3 dari jarak maksimal 3 km tersebut, dimulai dari suhu terendah maka akan mendapatkan informasi potensi penangkapan ikan.

**Uji Korelasi Linear**

Uji ini dilakukan dengan membandingkan data hasil suhu permukaan laut dan Klorofil-a Level 2 dengan suhu permukaan laut dan Klorofil-a citra Level 3. Hal ini di gunakan untuk melihat sejauh mana kedekatan kedua data citra yang digunakan. Algoritma (Sudjana, 1986) yang digunakan yaitu

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \tag{8}$$

Di mana:

r = Pearson r

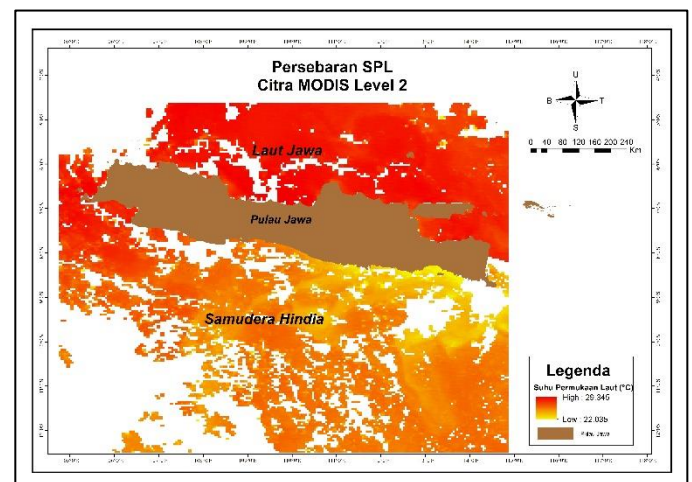
n = Jumlah sampel

x,y = Variabel yang dikorelasikan (x dan y)

**HASIL DAN ANALISA**

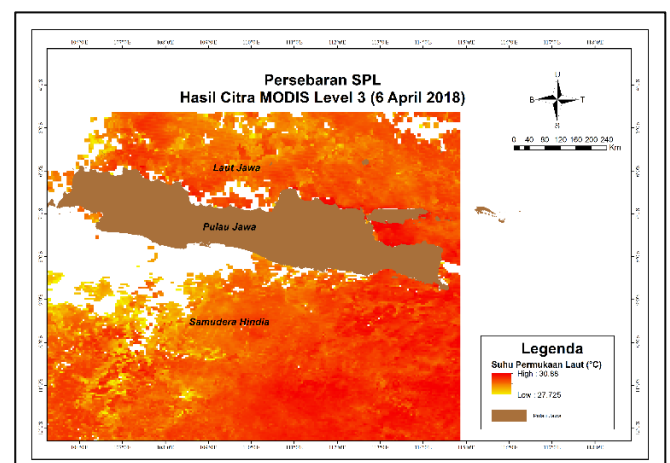
**Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut**

Persebaran SPL di perairan Selatan Pulau Jawa menggunakan data citra satelit MODIS Level 2 dan Level 3. Persebaran hasil MODIS Level 2 dan Level 3 secara spasial berkisar antara 26°C-33°C.



Gambar 3. Sebaran SPL Hasil MODIS Level 2

Gambar 3 menunjukkan bahwa, hampir keseluruhan wilayah di perairan selatan Jawa berada di tingkat suhu yang sama antara 26°C-29°C, kecuali di beberapa wilayah diperoleh suhu sekitar 22°C-25°C.

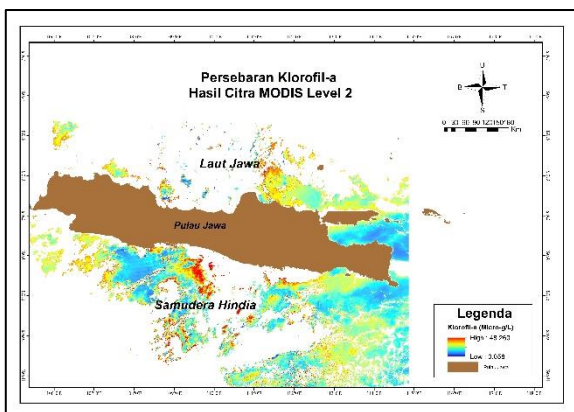


Gambar 4. Sebaran SPL Hasil MODIS Level 3

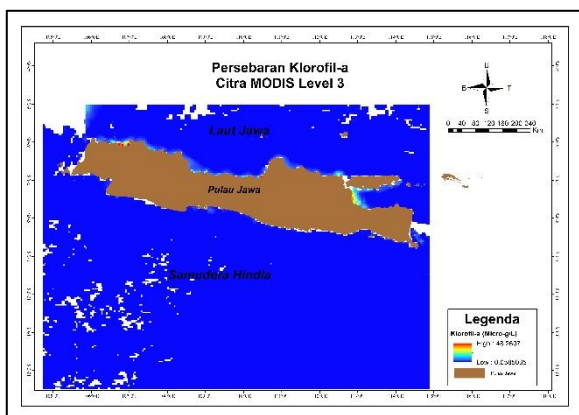
Sedangkan pada Gambar 4, secara spasial diperoleh SPL 29°C – 33°C di wilayah perairan yang mendekati daratan dan di perairan laut lepas memiliki suhu 27°C-30°C. Hal ini disebabkan posisi geografis Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa dengan tingkat intensitas cahaya matahari yang relatif tinggi, dimana kisaran SPL di perairan Indonesia rata-rata berkisar antara 26°C-31°C (Gaol, dkk, 2014).

**Analisis Sebaran Klorofil-a MODIS**

Secara spasial, keseluruhan hasil Klorofil-a dari MODIS Level 2 diperoleh berkisar antara 0,05–1,82 µg/L. Gambar 5 menunjukkan bahwa hampir keseluruhan perairan berada pada rentang sebesar 0,14–0,89 µg/L. Wilayah yang mendekati daratan, nilai konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan di perairan laut lepas dengan nilai kisaran 0,24- 1,82 µg/L. Keseluruhan hasil MODIS Level 3 diperoleh klorofil sebesar 0,05–1,58 µg/L.



Gambar 5. Sebaran Klorofil-a dari MODIS Level 2



Gambar 6. Sebaran Klorofil-a dari MODIS Level 3

Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa wilayah yang mendekati daratan memiliki nilai lebih tinggi, dengan nilai kisaran 0.2– 1.58 µg/L, sedangkan

semakin jauh dari daratan memiliki Klorofil-a, dengan nilai kisaran 0.05– 0,42 µg/L. Konsentrasi klorofil-a diatas 0.2 µg/L mengindikasikan keberadaan plankton yang cukup untuk menjaga kelangsungan hidup ikan-ikan ekonomis penting (Muklis, dkk, 2009).

**Uji Korelasi Suhu Permukaan Laut**

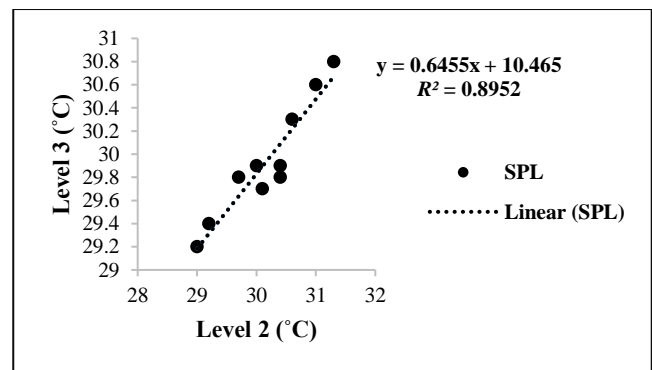
Uji korelasi suhu permukaan laut diproses menggunakan data citra MODIS Level 2 dan MODIS Level 3 yang diakuisisi tanggal 06 April 2018. Pada uji ini dilakukan penghitungan korelasi dengan membandingkan data hasil suhu permukaan laut dari MODIS Level 2 dengan suhu permukaan laut dari MODIS Level 3. Hal ini di gunakan untuk melihat sejauh mana kedekatan data citra yang digunakan. Pada uji korelasi ini dihasilkan nilai R<sup>2</sup>= 0,895. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai SPL hasil MODIS Level 2 memiliki pengaruh yang kuat terhadap MODIS Level 3 yaitu sebesar 89,5% (Trijayanto, 2015). Model matematis yang dapat menjelaskan perbandingan kedua data ini adalah

$$y = 0,645x + 10,465 \tag{9}$$

Dimana :

y = SPL Citra MODIS Level 3

x = SPL Citra MODIS Level 2



Gambar 7. Grafik Uji Korelasi SPL

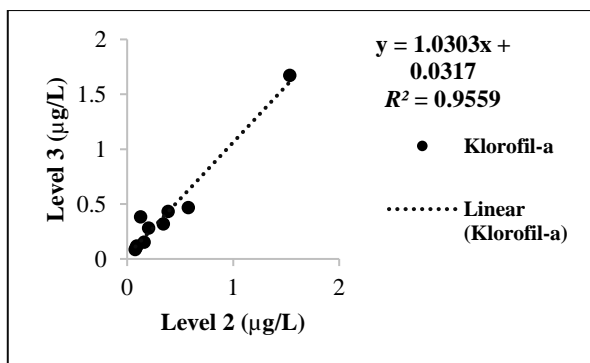
**Uji Korelasi**

Penghitungan korelasi Klorofil-a dengan membandingkan data hasil klorofil-a MODIS Level 2 dengan Level 3. Pada uji korelasi ini dihasilkan nilai R<sup>2</sup> = 0,955. Dapat disimpulkan bahwa nilai Klorofil-a hasil MODIS Level 2 memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap MODIS Level 3 yaitu sebesar 95,5%. Model matematis yang dapat menjelaskan perbandingan kedua data ini pada Gambar 8 adalah

$$y = 1,030x + 0,0317 \tag{10}$$

Dimana :

y = Klorofil-a Citra MODIS Level 3  
 x = Klorofil-a Citra MODIS Level 2



Gambar 8. Grafik Uji Korelasi Klorofil-a

Data yang diambil pada MODIS Level 2 dan MODIS Level 3 diproses pada data 1 harian menghasilkan korelasi yang kuat.

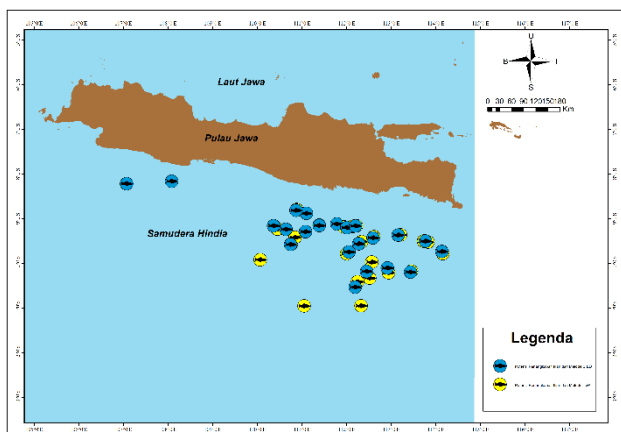
**Hasil Informasi PPI**

Pada PPI, citra yang digunakan yaitu MODIS Level 2 dan level 3. MODIS Level 2 dilakukan pengolahan secara otomatis dengan *Toolbox*, sedangkan untuk MODIS Level 3 dilakukan pengolahan secara manual dengan Metode *TGA* yaitu melihat Panjang Gradien Suhu (Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, 2014). Dihasilkan sebanyak 28 titik yang didapatkan dari metode *TGA* dan hampir semua yang berisi informasi PPI terletak ditengah atau laut lepas perairan selatan Jawa sejauh 40 mil dari pulau Jawa. Metode *SIED* dilakukan secara otomatis menggunakan *toolbox* dan didapatkan hasil pada Gambar 12, kemudian diolah kembali menjadi titik-titik. Hasil dari titik wilayah PPI terdapat 22 titik dan hampir semua yang berisi informasi PPI terletak ditengah atau laut lepas perairan selatan Jawa sejauh 40 mil dari pulau Jawa.

Gambar 13 menunjukkan hasil kedua metode yaitu metode *SIED* (titik berwarna biru) sebanyak 22 titik sedangkan citra metode *TGA* (titik berwarna kuning) sebanyak 28 titik.

Tabel 2. Daftar Koordinat PPI Hasil Metode *SIED* dan Metode *TGA*

FID	Bujur	Lintang	Metode	
			SIED	TGA
1	112.612	-9.403		v
2	112.338	-9.515		v
3	112.003	-9.785	v	v
4	112.519	-10.329		v
5	112.943	-10.211	v	v
6	112.565	-9.972	v	v
7	110.643	-9.240	v	v
8	110.872	-8.814	v	v
9	111.100	-8.881	v	v
10	110.762	-9.569	v	v
11	110.852	-9.418	v	v
12	112.218	-9.159	v	v
13	112.142	-9.173	v	v
14	111.946	-9.188		v
15	112.247	-10.413	v	v
16	110.069	-9.920	v	v
17	113.210	-9.364		v
18	111.083	-9.291	v	v
19	110.455	-9.234	v	v
20	113.457	-10.176	v	v
21	113.727	-9.504	v	v
22	113.824	-9.523		v
23	111.049	-10.950		v
24	110.882	-8.798		v
25	110.872	-8.814	v	v
26	111.387	-9.146	v	v
27	110.368	-9.161	v	v
28	112.274	-9.561	v	v



Gambar 9. Hasil Metode *SIED* dan Metode *TGA*

Tabel 2 merupakan koordinat yang sama dari hasil metode *SIED* dan metode *TGA*. Dari 28 titik pada hasil metode *TGA*, 20 titik lokasi PPI diantaranya terdapat pada hasil Metode *SIED*. Penentuan menggunakan metode *SIED* jauh lebih baik karena pengolahan dilakukan secara otomatis[10] dan dapat menghemat waktu jauh lebih singkat sedangkan metode *TGA* dilakukan secara manual dan apabila terdapat kesalahan disebabkan oleh sistem dan/operator yang mengolah (manusia) maka tingkat subyektifitas masih tinggi.

## KESIMPULAN

Perbandingan hasil metode *SIED* dan *TGA* diperoleh 20 titik lokasi PPI yang sama, hal tersebut dapat dijadikan acuan awal dalam penentuan potensi ikan. Metode yang lebih baik yaitu metode *SIED*. Penggunaan metode *SIED* berbasis *toolbox* dapat mempercepat pemrosesan data, mengurangi kesalahan manusia dengan tingkat akurasi 64%, sedangkan metode *TGA* masih berkaitan oleh operator dan menyebabkan tingkat subyektifitas yang tinggi. Informasi Potensi Penangkapan Ikan di daerah perairan selatan Jawa menggunakan hasil dari metode *SIED* dan *TGA* terletak banyak di kawasan tengah atau laut lepas sejauh 40 mil dari pulau Jawa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chassot E, "Satellite Remote Sensing for An Ecosystem Approach to Fisheries Management," *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 68, Issue 4: 651-666, (2011).
- Zainuddin, M., Safruddin., Ismail, "Pendugaan Potensi Sumberdaya Laut dan Migrasi Ikan Pelagis Kecil di Sekitar Perairan Jeneponto", *Laboratorium Sistem Informasi Perikanan Tangkap. Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar*, (2007).
- Nammalwar. P., S. Satheesh and R. Ramesh, "Application of Remote Sensing in the Validations of Potential Fishing Zones (PFZ) along the Coast of North Tamil Nadu, India", *Indian Journal of Geo-marine Sciences*, Vol. 42 (3), June 2013, 283-292.
- Kelautan, M, Perikanan, & Indonesia, R, "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 71/Permen-Kp/2016" Tentang Jalur Penangkapan Ikan Dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (2016).
- Semedi, B., & Safitri, N. M, "Estimasi Distribusi Klorofil-a di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur", *Research Journal of Life Science*, (2015), Volume 02 No. 01, 40-49.
- Cayula, J.F. and Cornillon, P, "Edge Detection Algorithm for SST Images," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, (1992), 67-80.
- Sudjana, "Metode Statistika", Edisi ke 4, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Gaol, J.L., Arhatin, R.E., Ling, M.M, "Pemetaan Suhu Permukaan Laut dari satelit di perairan Indonesia untuk mendukung (One Map Policy)", *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Bogor*, (2014).
- Muklis., Gaol, J.L., Simbolon, D, "Pemetaan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Perairan Utara Nanggroe Aceh Darussalam", (2009), *Elektronik Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*. 1(1): 2432.
- Trijayanto, D. P. "Analisa Persebaran Potensi Ikan Dengan Menggunakan Data Modis, VIIRS dan Insitu (Studi Kasus: Selat Madura). Surabaya", *Jurusan Teknik Geomatika-FTSP ITS* (2015).
- Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, "Pemanfaatan Data Satelit NPP dan Altimetri Untuk Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan", *Jakarta* (2014), 31-32.
- Minnett. J., R H Evans, O. Brown, "Terra Sea Surface Temperature Thermal (SST) and Mid-Infrared (SST-4)", [http:// modarch.gsfc.nasa.gov/ ATBD/atbd-MOD-25.pdf](http://modarch.gsfc.nasa.gov/ATBD/atbd-MOD-25.pdf). (2011)