

## PEMETAAN PARAMETER SUHU PERMUKAAN LAUT DAN OKSIGEN TERLARUT DI PERAIRAN PULAU KARIMUNJAWA KABUPATEN JEPARA MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT-8

Muh. Nurshauma Ikhtifari <sup>\*)</sup>, Yudo Prasetyo, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : ikhtifari93@gmail.com

### ABSTRAK

Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara memiliki wilayah yang sebagian besar terdiri dari laut dengan potensi sumber daya laut yang tinggi seperti sumber daya ikan karang, budidaya karamba jaring apung (KJA) ikan kerapu, usaha rumput laut dan potensi sumber daya lainnya. Pada pengelolaan budidaya keramba jaring apung, rumput laut dan lainnya perlu diperhatikan beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas air laut seperti suhu permukaan laut dan oksigen terlarut. Suhu permukaan air laut dan oksigen terlarut mempunyai peranan penting sebagai penentu kualitas perairan, suhu permukaan air laut dan oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme di lautan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan suhu permukaan laut pada musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 13 November 2018 didapatkan nilai bahwa sebaran suhu permukaan laut pada suhu 27,5 - 28,0 (°C) dengan luas 0,003 km<sup>2</sup>, suhu 28,0 - 28,5 (°C) dengan luas 6,072 km<sup>2</sup>, suhu 28,5 - 29,0 (°C) dengan luas 1,210 km<sup>2</sup>, suhu 29,0 - 29,5 (°C) dengan luas 1,582 km<sup>2</sup>, suhu 29,5 - 30,0 (°C) dengan luas 2,413 km<sup>2</sup>. Sedangkan musim Timur yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 didapatkan nilai bahwa sebaran suhu 26,0 - 26,5 (°C) dengan luas 0,043 km<sup>2</sup>, suhu 26,5 - 27,0 dengan luas 11,237 km<sup>2</sup>. Oksigen terlarut dari penelitian ini pada musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 13 November 2018 didapatkan nilai sebaran 11,5 - 12 (mg/l) dengan luas 11,280 km<sup>2</sup>. Sedangkan musim Timur yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 menunjukkan bahwa oksigen terlarut mempunyai sebaran 11,0 - 11,5 (mg/l) dengan luas 0,025 km<sup>2</sup>, oksigen terlarut 11,5 - 12,0 (mg/l) dengan luas 11,255 km<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Citra Landsat-8, Oksigen terlarut, Pulau Karimunjawa, Suhu permukaan laut

### ABSTRACT

*Karimunjawa Islands, Jepara Regency has an area that mostly consists of seas with high potential marine resources such as reef fish resources, grouper floating net cage cultivation, seaweed business and other potential resources. In the cultivation of floating net cages, seaweed and others, several parameters that affect seawater quality need to be considered, such as sea surface temperature and dissolved oxygen. Sea surface temperature and dissolved oxygen have an important role in determining water quality, sea surface temperature and dissolved oxygen are very important factors for the life of organisms in the oceans.*

*The results of this study indicate that the processing of sea surface temperature in the transition season 2 taken on November 13, 2018 obtained values that the distribution of sea surface temperature at temperatures 27.5 - 28.0 (°C) with area 0.003 km<sup>2</sup>, temperature 28.0 - 28.5 (°C) with area 6.072 km<sup>2</sup>, temperature 28.5 - 29.0 (°C) with area 1.210 km<sup>2</sup>, temperature 29.0 - 29.5 (°C) with area 1.582 km<sup>2</sup>, temperature of 29.5 - 30.0 (°C) with area 2.413 km<sup>2</sup>. While the East season taken on August 25, 2018, the value of temperature distribution is 26.0 - 26.5 (°C) with area 0.043 km<sup>2</sup>, temperature 26.5 - 27.0 with area 11.237 km<sup>2</sup>. Dissolved oxygen from this study in the transition season 2 taken on November 13, 2018 obtained a distribution value of 11.5 - 12 (mg / l) with area 11.280 km<sup>2</sup>. While the East season taken on August 25, 2018 shows that dissolved oxygen has a distribution of 11.0 - 11.5 (mg / l) with area 0.025 km<sup>2</sup>, dissolved oxygen 11.5 - 12.0 (mg / l) with area 11.255 km<sup>2</sup>.*

**Keywords :** Dissolved oxygen, Karimunjawa Island, Landsat-8 imageries, Sea surface temperature.

<sup>\*)</sup>Penulis Utama, Penanggung Jawab

**I Pendahuluan**

**I.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki potensial lautan yang begitu besar. Laut Kepulauan Karimunjawa merupakan salah satu potensial lautan di Indonesia.

Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara memiliki wilayah yang sebagian besar terdiri dari laut dengan potensi sumber daya laut yang tinggi seperti sumber daya ikan karang, budidaya karamba jaring apung (KJA) ikan kerapu, usaha rumput laut dan potensi sumber daya lainnya. Sumber daya tersebut mempunyai prospek ekonomi dan finansial yang baik dan layak untuk dikembangkan menjadi peluang usaha di Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara. Peluang usaha tersebut dapat terbantu dengan adanya sarana dan prasarana fisik, tersedianya pasar potensial serta adanya dukungan dari masyarakat dan pemerintah (Suryono dkk., 2017). Pada pengelolaan budidaya keramba jaring apung, rumput laut dan lainnya perlu diperhatikan beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas air laut seperti suhu permukaan laut dan oksigen terlarut.

Seiring perkembangan teknologi sebaran suhu permukaan laut dan oksigen terlarut dapat ditentukan tidak dengan cara pengecekan secara langsung dilapangan yang memerlukan tenaga, biaya dan waktu yang lama namun sekarang dapat dilakukan dengan metode penginderaan jauh sebagai solusi. Penginderaan jauh adalah metode untuk memperoleh informasi tentang potensi sumber daya laut dan wilayah pesisir untuk mengoptimalkan pengelolaan wilayah laut dan pesisir (Syah, 2010) Penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengetahui suhu permukaan laut dan oksigen terlarut pada lokasi yang akan dilakukan pengamatan dengan menggunakan gelombang termal (*thermal infrared spectral*) dimana tersedia kanal-kanal yang dapat digunakan untuk mengekstrak parameter kualitas air laut.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *output* berupa peta distribusi suhu permukaan laut dan oksigen terlarut. Peta tersebut diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dan pemerintah setempat sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam upaya mengembangkan kegiatan-kegiatan yang mempertimbangkan suhu permukaan laut dan oksigen terlarut sebagai parameter, dengan adanya peta tersebut dapat meminimalisir waktu, biaya pengeluaran dan tenaga dari masyarakat dan pemerintah untuk mengetahui distribusi suhu permukaan laut dan oksigen terlarut tanpa harus melakukan pengamatan secara langsung.

**I.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis hasil dan distribusi parameter suhu permukaan laut pada musim Timur dan Musim peralihan 2 di laut bagian Barat Pulau Karimunjawa Kabupaten Jepara ?
2. Bagaimana analisis hasil dan distribusi parameter oksigen terlarut pada musim Timur dan Musim peralihan 2 di laut bagian Barat Pulau Karimunjawa Kabupaten Jepara?

3. Bagaimana analisis hasil validasi data in situ berdasarkan hasil pengolahan citra untuk parameter suhu permukaan laut dan oksigen terlarut citra Landsat-8?

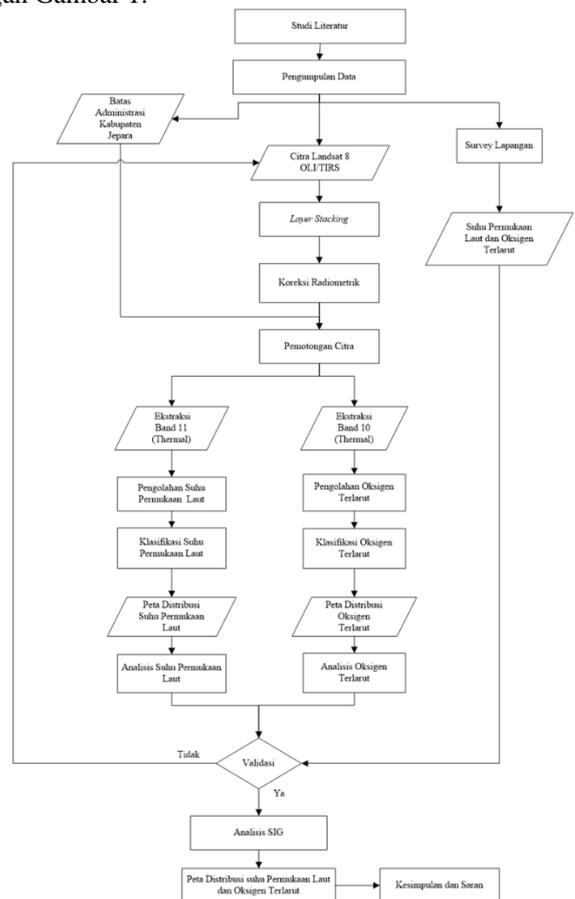
**I.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Memperoleh hasil analisis dan distribusi parameter suhu permukaan laut dari pengolahan citra Landsat-8
2. Memperoleh hasil analisis dan distribusi parameter oksigen terlarut dari pengolahan citra Landsat-8.
3. Memperoleh hasil validasi data in situ dengan data pengolahan citra Landsat-8.

**I.4 Diagram Alir Penelitian**

Secara garis besar tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**I.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang digunakan dalam pengolahan citra Landsat-8 adalah suhu permukaan laut dan oksigen terlarut.
2. Parameter suhu permukaan laut yang digunakan pada musim Timur pada tanggal 25 Agustus 2018 dan pada musim peralihan 2 pada tanggal 13 November 2018.

3. Parameter oksigen terlarut yang digunakan pada musim Timur pada tanggal 25 Agustus 2018 dan pada musim peralihan 2 pada tanggal 13 November 2018.
4. Jumlah data yang digunakan 20 titik pengamatan random sampling, di mana distribusi penempatan titik sampel dilakukan secara acak .
5. Data suhu permukaan laut dan oksigen terlarut in situ yang digunakan diperoleh dengan menggunakan alat *water quality checker*, di mana alat belum dikalibrasi secara manual karena alat diasumsikan sudah dikalibrasi sebelumnya.
6. Validasi terhadap hasil pengolahan citra Landsat-8 dilakukan dengan membandingkan terhadap hasil data lapangan.
7. Batasan jarak lokasi penelitian adalah sepanjang 2 km dari tepi laut ke laut ke laut bagian Barat Pulau Karimunjawa.
8. Penentuan suhu permukaan laut menggunakan algoritma Syariz dkk. (2015).
9. Penentuan Oksigen terlarut menggunakan algoritma El Battay dkk. (2014).

#### I.6 Data dan Alat Penelitian

1. Alat Penelitian
  - a. laptop Lenovo G410 sistem operasi Windows 8.1 Enterprise N 64-bit (6.3, build 9600) prosesor: Intel(R) Core(TM) i5-4200M CPU @2.50GHZ (4CPUs) ram: 8GB
  - b. Printer
  - c. Smartphone
  - d. Envi 5.1 Classic SARscape
  - e. ArcMap 10.3.1
  - f. Microsoft Office Word 2016
  - g. Microsoft Office Excel 2016
  - h. Microsoft Visio 2007
  - i. Water quality checker *AZ Instrument 8603 Handheld IP67 Combo PH/COND./D.O*
2. Data Penelitian
  - a. Citra satelit Landsat 8 tahun 2018 (*path/row*, 120/64) perekaman 25 Agustus 2018 dan 13 November 2018. Sumber: <https://earthexplorer.usgs.gov>
  - b. Peta garis pantai Pulau Karimunjawa skala peta 1 : 25.000, tahun pembuatan 2000. Sumber: Ina Geoportal
  - c. Peta batas administrasi Kabupaten Jepara skala peta 1 : 25.000, tahun pembuatan 2000. Sumber: Ina Geoportal
  - d. Data suhu permukaan laut dan oksigen terlarut dengan waktu pengambilan data pukul 08.00 – 16.30 WIB dengan metode *random sampling* dan kedalaman +- 30cm . Sumber: Survei lapangan

#### I.7 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak di laut bagian Barat Pulau Karimunjawa pada koordinat 5°50'23" - 5°52'52" LS

110°23'30" - 110°25'51" BT. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian

## II Tinjauan Pustaka

### II.1 Kajian Wilayah Penelitian

Menurut Tiskiantoro (2007) secara administratif, Kepulauan Karimunjawa termasuk dalam wilayah Kecamatan Kabupaten Jepara. Berdasarkan letak geografisnya, terdapat pada koordinat 5° 40'39" – 5° 55' 00" Lintang Selatan dan 110° 05'57" – 110° 31'15" Bujur Timur dengan jarak ± 45 mil laut (± 83 km) dari sebelah Barat Laut Kota Jepara. Di Kepulauan Karimunjawa terdapat 27 buah gugusan Pulau dengan luas wilayah daratan 7.120 ha. Hanya sekitar delapan Pulau yang telah berpenghuni, yaitu Pulau Karimunjawa, Pulau Menjangan Besar, dan Pulau Menjangan Kecil, Pulau Kemujan, Pulau Nyamuk, Pulau Genting, Pulau Bengkoang, Pulau Parang. Pulau-pulau yang ada di Kepulauan Karimunjawa termasuk dalam kategori Pulau-pulau kecil, karena luas daratannya kurang dari 10.000 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk kurang dari 500.000 orang (Kardono, 2004 dalam Tiskiantoro, 2007). Pulau paling besar dengan luas 4.302,5 ha yaitu Pulau Karimunjawa, sedangkan Pulau Batu merupakan Pulau yang paling kecil dengan luas hanya 0,5 ha.

### II.2 Suhu Permukaan Laut

Menurut Arief dkk. (2015) Menurut Arief dkk. (2015) suhu adalah besaran fisika yang berkaitan dengan kandungan energi panas, dimana suhu akan semakin tinggi seiring dengan semakin tinggi energi panasnya. Suhu air laut adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk kehidupan organisme di lautan. Hal itu dikarenakan suhu air laut mempengaruhi perkembangbiakan dan juga aktifitas metabolisme dari suatu organisme. Sejalan dengan hal tersebut, Karif (2015) menjelaskan suhu adalah parameter yang sangat penting bagi kehidupan berbagai organisme laut karena dapat mempengaruhi perkembangbiakan maupun metabolisme organisme tersebut. Suhu juga dapat mengindikasikan fenomena perubahan iklim.

### II.3 Oksigen Terlarut

Menurut Rahmawati dan Surilayani (2017), oksigen terlarut (*dissolve oxygen*) adalah jumlah mg/l gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam air dapat berasal dari dua proses, yaitu dari aktifitas fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya dan dari difusi atau pelarutan dari udara. Suhu dan salinitas atau kadar Cl- merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kelarutan oksigen dalam laut. Di mana semakin tinggi suhu air dan salinitas perairan, tingkat kelarutan oksigen dalam air semakin rendah.

**II.4 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh, menurut Lillesand dan Kiefer (1994) dalam Aditiyanti (2013), merupakan ilmu, seni dan teknik untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah dan fenomena yang dikaji.

Mather (1987) dalam Somantri (2008) menjelaskan bahwa penginderaan jauh terdiri dari pengukuran dan perekaman terhadap energi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi dan atmosfer dari suatu tempat tertentu di permukaan bumi..

**II.5 Citra Landsat**

Landsat (*Land Satellites*) atau yang pada mulanya bernama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) adalah satelit sumberdaya bumi yang paling sering digunakan. Satelit Landsat mengorbit bumi selaras matahari (*sunsynchronous*). Pembuatan satelit baru yang dinamakan LDCM (*Landsat data Continuity Mission*) dilakukan setelah ditemukannya gangguan pada Landsat-7. Setelah diluncurkan dan menempati orbit, maka nama satelit LDCM diubah menjadi Landsat-8. Satelit Landsat-8 ini dirancang untuk orbit mendekati lingkaran sikron-matahari, pada ketinggian 705 km, dengan inklinasi: 98.2°, dengan waktu liput ulang (resolusi temporal) adalah 16 hari dan waktu melintasi katulistiwa pada jam 10:00 s.d 10:15 pagi (Sitanggung, Gokmaria 2010) dalam (Yudhanto dkk., 2016).

**III Metodologi Penelitian**

**III.1 Tahapan Pra Pengolahan**

Proses pengolahan data citra satelit ini dilakukan dalam 2 tahapan yaitu: tahap pra pengolahan dan tahap pengolahan. Tahap pra pengolahan terdiri dari 3 tahap yaitu: tahap *layer stacking*, koreksi radiometrik dan pemotongan citra. Tahapan *layer stacking* dilakukan pada data citra menggunakan *band* yang akan digunakan yaitu *band* 10 dan 11 agar memiliki sistem referensi yang sama. Setelah itu dilakukan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA) pada *band* 10 dan 11, setelah itu dilakukan pemotongan citra agar citra dapat sesuai dengan daerah yang dikaji.

**III.1.1 Layer stacking**

Proses *layer stacking* dilakukan agar *band* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sistem referensi koordinat yang sama dan sesuai dengan lokasi penelitian. Tahapan dalam melakukan *layer stacking* adalah memilih *band* yang digunakan terlebih dahulu yaitu *band* 10, dan 11 dengan terlebih dahulu membuka *software* Envi 5.1 *Classic SARscape* untuk dapat mengolah file citra yang akan digunakan.

**III.1.2 Koreksi Radiometrik**

Koreksi radiometrik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *band* 10 dan 11 dilakukan koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA) untuk menghilangkan kesalahan radiometrik dengan tujuan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan nilai yang seharusnya. Pada koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA) *band* yang digunakan adalah *band* 10

dan *band* 11 pada Landsat-8 yaitu *band thermal* (TIRS). Koreksi yang dilakukan adalah merubah nilai *digital number* (DN) menjadi nilai radian. Berikut adalah algoritma untuk koreksi radiometrik dapat dilihat pada rumus 1.

$$L(\lambda) = ML \times Qcal + AL \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$L(\lambda)$  = nilai radian sensor ((W/(m2.sr.µm))

ML = *radiance\_mult\_band\_n*

QCal = nilai *digital number* (DN)

AL = *radiance\_add\_band\_n*

**III.1.3 Pemotongan Citra**

Pemotongan citra dilakukan agar citra yang digunakan sesuai dengan daerah penelitian dengan cara melakukan pembatasan pada area kajian penelitian. Selain itu pemotongan citra dilakukan untuk mempermudah analisis sesuai dengan daerah penelitian. Metode pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan *software* ENVI dengan *shapefile* area penelitian digunakan sebagai pembatas untuk melakukan pemotongan pada citra yang akan digunakan.

**III.2 Tahapan Pengolahan**

**III.2.1 Pengolahan Suhu Permukaan Laut**

Pengolahan suhu permukaan laut dilakukan perhitungan pada citra Landsat-8 dengan menggunakan *band thermal* (TIRS) yaitu *band* 11 pada citra Landsat 8 pada tanggal 25 Agustus 2018 dan 13 November 2018 yang sebelumnya telah dilakukan koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA).

Pengolahan suhu permukaan laut dengan penginderaan jauh algoritma Syariz dkk. (2015) dapat dilihat padarumus 2,3 dan 4.

$$T = K2 / (\ln(K1/L(\lambda)+1)) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

T = nilai *brightness temperature* (oK)

K1 = konstanta konversi kanal termal yang digunakan

K2 = konstanta konversi kanal termal yang digunakan

$L(\lambda)$  = nilai radian sensor ((W/(m2.sr.µm))

$L(\lambda)$  sendiri merupakan hasil dari koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA).

$$T_{celcius} = T_{kelvin} - 273 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$T_{celcius}$  = temperatur (°C)

$T_{kelvin}$  = temperatur (°K)

$$Suhu = -0,0197 \times (T)^2 + (0,2881 \times T) + 29,00 \dots (4)$$

Keterangan:

T = nilai *brightness temperature* (°C)

**III.2.2 Pengolahan Oksigen Terlarut**

Pengolahan oksigen terlarut dengan penginderaan jauh algoritma El Battay dkk. (2014) dapat dilihat pada rumus 5, 6, 7 dan 8.

$$T = K2 / (\ln(K1/L(\lambda)+1)) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

T = nilai *brightness temperature* (°K)

K1 = konstanta konversi kanal termal yang digunakan

K2 = konstanta konversi kanal termal yang digunakan

$L(\lambda)$  = nilai radian sensor ((W/(m2.sr.µm))

$L(\lambda)$  sendiri merupakan hasil dari koreksi radiometrik *top of atmosphere* (ToA).

$$T_{celcius} = T_{kelvin} - 273 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$T_{celcius}$  = temperatur (°C)

$T_{kelvin}$  = temperatur (°K)

$$NST = (0,97 \times T) + 3,45 \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

NST = *Near Surface Water Temperature* (suhu pendekatan permukaan air) (°C)

T = nilai *brighthness temperature* (°C)

$$NSDO = (-0,019 \times NST) + 12 \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

NSDO = *Near Surface Dissolved Oxygen* (suhu pendekatan permukaan oksigen terlarut)(mg/l)

NST = *Near Surface Water Temperature* (suhu pendekatan permukaan air) (°C)

### III.2.3 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra adalah proses klasifikasi nilai suhu permukaan laut dan oksigen terlarut, pada citra. Maksud dan tujuan dari proses ini adalah untuk mengelaskan suhu permukaan laut dan oksigen terlarut sehingga mempermudah proses interpretasi dan perhitungan luas daerah klasifikasi. Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan *software* Envi 5.1 Classic SARscape.

### III.2.4 Validasi data

Validasi data dilakukan dengan cara membandingkan data in situ suhu permukaan laut dan oksigen terlarut dengan data estimasi suhu permukaan laut dan oksigen terlarut yang diperoleh dari pengolahan data citra Landsat-8.

Terdapat 20 data in situ suhu permukaan laut dan oksigen terlarut. Data in situ diperoleh dengan metode *random sampling*, pengambilan data dilakukan secara acak dengan menggunakan alat *water quality checker*. *Water quality checker* yang digunakan yaitu seri AZ Instrument 8603 *Handheld IP67 Combo PH/COND./D.O* dengan akurasi suhu permukaan laut: +/- 0,5oC dan akurasi oksigen terlarut: +/- 3% of F.S. +1 digit.

*Water quality checker* ini dapat digunakan untuk mengetahui suhu permukaan laut dan oksigen terlarut secara bersamaan sehingga lokasi dari pengambilan data suhu permukaan laut dan oksigen terlarut sama. Pengambilan data in situ dilakukan pada kedalaman +/- 30 cm.

Untuk data pengolahan estimasi suhu permukaan laut diperoleh dari pengolahan data citra Landsat-8 menggunakan algoritma Syariz dkk. (2015). Untuk data pengolahan estimasi oksigen terlarut diperoleh dari pengolahan data citra Landsat-8 menggunakan algoritma El Battay dkk. (2014). Validasi digunakan untuk mengetahui apakah suatu algoritma penginderaan jauh pengolaha citra Landsat-8 dapat digunakan atau tidak dengan syarat minimum *normalized mean absolute error* (NMAE) agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh adalah sebesar <30% (Jaelani dkk., 2015) dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada rumus 9.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{esti,i} - x_{meas,i})^2}{N}} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

$x_{meas,i}$  = nilai ukuran

$x_{esti,i}$  = nilai estimasi

N = jumlah data yang digunakan

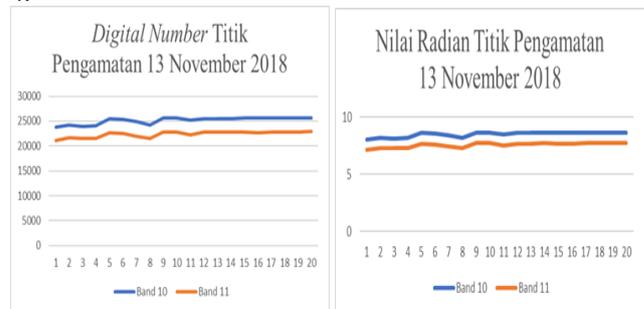
### III.2.5 Analisis SIG

Proses analisis SIG dilakukan pada *software* ArcGis dengan tujuan untuk mengetahui luas area dari hasil pengolahan suhu permukaan laut dan oksigen terlarut citra Landsat-8 yang terebih dahulu diubah dalam format .shp, merubah warna dari area hasil pengolahan suhu permukaan laut dan oksigen terlarut dari citra Landsat-8 agar sesuai dengan yang diinginkan dan proses *layouting* peta.

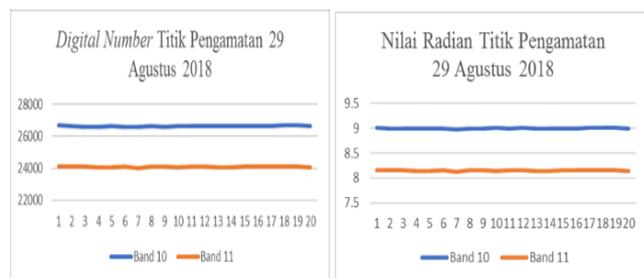
## IV Hasil dan Analisis

### IV.1 Hasil dan Analisis Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan dengan cara mengubah nilai *digital number* (DN) menjadi nilai radian ataupun reflektan. Koreksi radiometrik dilakukan pada *band* 10 dan *band* 11. Koreksi ToA (*top of atmosphere*) dilakukan pada *band* 10 dan *band* 11. Dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Nilai citra sebelum dilakukan koreksi radiometrik (kiri), nilai citra sesudah dilakukan koreksi radiometrik (kanan) citra Landsat-8 13 November 2018



Gambar 4. Nilai citra sebelum dilakukan koreksi radiometrik (kiri), nilai citra sesudah dilakukan koreksi radiometrik (kanan) citra Landsat-8 25 Agustus 2018

Hasil dari koreksi radiometrik menunjukkan bahwa nilai citra Landsat-8 sebelum dilakukan koreksi radiometrik mempunyai nilai dari ribuan hingga puluhan ribu, namun setelah dilakukan koreksi radiometrik ToA (*top of atmosphere*) nilai dari citra hasil koreksi radiometrik mempunyai nilai dari satuan hingga ratusan. Hasil dari koreksi radiometrik citra Landsat-8 pada tanggal 13 November 2018 dari titik sampel yang digunakan untuk *band* 10 berkisar antara 8,054 – 8,684 dan *band* 11 berkisar antara 7,167 – 7,746. Sedangkan pada citra Landsat-8 pada 25 Agustus 2018 untuk *band* 10 berkisar antara 8,982 – 9,017 dan *band* 11 berkisar antara 8,129 – 8,163. Hal ini menunjukkan bahwa nilai dari citra yang belum dilakukan

koreksi radiometrik bukan merupakan nilai yang sesungguhnya dikarenakan mengalami masalah radiometrik.

**IV.2 Hasil dan Analisis Pengolahan Suhu Permukaan Laut**

Hasil pengolahan suhu permukaan laut dengan menggunakan algoritma Syariz dkk. (2015) didapatkan estimasi suhu permukaan laut citra Landsat 8 pada pola suhu permukaan laut cenderung tinggi tanggal 13 November 2018 berkisar dari 28,275 – 29,699 (°C). Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengolahan suhu permukaan laut pada tanggal 13 November 2018

No. Titik	WGS 84		In Situ	Nilai Citra	SE
	Koordinat (X)	Koordinat (Y)			
1	436260,199	9350315,175	30,4	29,699	0,491
2	435894,525	9350979,109	30,3	29,408	0,795
3	436376,666	9351228,8	30,2	29,515	0,469
4	436192,1	9351531,661	30,2	29,499	0,491
5	435242,713	9351536,494	30,4	28,496	3,625
6	435867,044	9351890,821	30,4	28,714	2,842
7	436433,545	9352315,751	30,3	29,173	1,27
8	436444,517	9351801,704	30,3	29,496	0,646
9	435165,18	9351920,604	30,4	28,356	4,177
10	435041,765	9352093,951	30,8	28,294	6,28
11	435259,407	9352446,591	30,7	28,887	3,286
12	435384,455	9352690,522	30,7	28,404	5,271
13	435715,537	9353041,879	30,6	28,401	4,835
14	435192,554	9352601,631	30,7	28,362	5,466
15	434896,581	9353059	30,7	28,419	5,202
16	435549,692	9353257,059	30,9	28,45	6,002
17	435332,098	9353518,257	30,9	28,333	6,589
18	435309,922	9353820,723	30,8	28,324	6,13
19	435213,02	9353415,586	30,7	28,369	5,433
20	434654,885	9353667,866	30,9	28,275	6,89
Total/RMSE			611,3	574,874	1,951
Rata-rata			30,565	28,743	3,81
Maksimal			30,9	29,699	6,89
Minimal			30,2	28,275	0,469

Hasil dari pengolahan suhu permukaan laut citra dengan data in situ menunjukkan bahwa suhu permukaan laut in situ dan hasil estimasi citra memiliki nilai yang berbeda. Nilai rata-rata suhu permukaan laut dari hasil sampel in situ adalah 30,565 (°C), sedangkan nilai rata-rata dari pengolahan citra Landsat-8 adalah 28,743 (°C). Perbedaan nilai tersebut diakibatkan oleh perbedaan waktu pengambilan sampel konsentrasi suhu permukaan laut in situ dengan citra satelit yang digunakan untuk pengolahan hasil estimasi suhu permukaan laut.

Pengambilan data in situ dilakukan dari pagi hari sampai sore hari di mana semakin siang suhu permukaan laut akan semakin bertambah karena terpengaruh oleh sinar matahari karena adanya pergerakan semu matahari.

Pengujian presisi dari nilai estimasi hasil pengolahan citra dengan data in situ dapat dilakukan dengan menggunakan indeks *normalized mean absolute error* (NMAE) dan *root mean square error* (RMSE). Rumus RMSE dapat dilihat pada rumus 10.

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_{esti,i} - x_{meas,i}}{x_{meas}} \right| \times 100 \dots (10)$$

Keterangan:

X<sub>meas,i</sub> = nilai ukuran

X<sub>esti,i</sub> = nilai estimasi

N = jumlah data yang digunakan

Berdasarkan hasil uji presisi, nilai NMAE yang dihasilkan adalah sebesar 5,958%. Hal tersebut menunjukkan bahwa algoritma Syariz dkk (2015) masih sesuai diterapkan di Kepulauan Karimunjawa karena nilai NMAE yang dihasilkan masih memenuhi syarat minimum NMAE yaitu di bawah 30% (Jaelani dkk, 2015). Sementara nilai RMSE yang diperoleh dari hasil pengolahan suhu permukaan laut adalah sebesar 1,951°C.

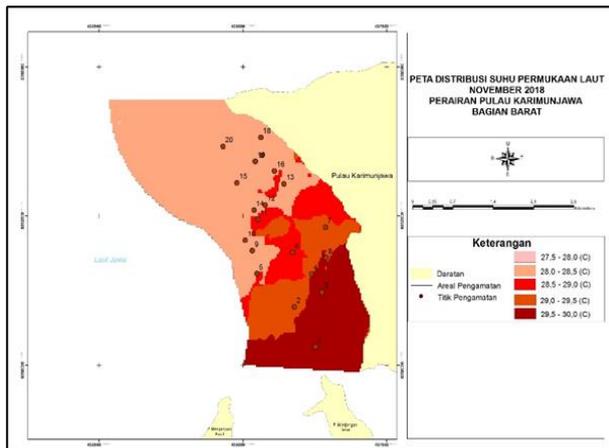
Hasil pengolahan suhu permukaan laut didapatkan nilai RMSE yang dihasilkan adalah sebesar 1,951°C nilai tersebut sudah memenuhi standar SNI untuk perubahan suhu laut rata-rata pada suatu daerah adalah 2°C (Yudhanto dkk., 2016). Nilai RMSE tersebut cukup tinggi, hal tersebut diakibatkan kurangnya perencanaan dalam pengambilan sampel data in situ dalam hal metode pengambilan data yang kurang terencana, perencanaan lokasi titik sampel yang kurang merata dan dalam jumlah yang kurang banyak, belum dilakukannya kalibrasi alat sebelum melakukan pengambilan data in situ, kedalaman pengambilan data in situ yang hanya berkisar +- 30 cm dari permukaan laut dan perbedaan waktu pengambilan sampel suhu permukaan laut in situ dengan citra satelit yang digunakan untuk pengolahan hasil estimasi suhu permukaan laut. Pengambilan data in situ dilakukan dari pagi hari sampai sore hari di mana semakin siang suhu permukaan laut akan semakin bertambah karena terpengaruh oleh sinar matahari karena adanya pergerakan semu matahari. Kedalaman pengambilan sampel juga berpengaruh terhadap data in situ hal itu terjadi karena nilai suhu semakin rendah apabila nilai kedalaman semakin besar, karena intensitas cahaya matahari semakin berkurang seiring dengan semakin dalam pengambilan sampel dari permukaan laut.

Sebaran suhu permukaan laut pada tanggal 13 November 2018 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Sebaran suhu permukaan laut pada tanggal 13 November 2018

Nilai (°C)	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
27,5 – 28,0	0,003	0,027%
28,0 – 28,5	6,072	53,830%
28,5 – 29,0	1,210	10,727%
29,0 – 29,5	1,582	14,024%
29,5 – 30,0	2,413	21,392%
Total	11,280	100%

Hasil pengolahan suhu permukaan laut dengan menggunakan algoritma Syariz dkk. (2015) didapatkan estimasi suhu permukaan laut citra Landsat 8 pada pola suhu permukaan laut cenderung rendah tanggal 25 Agustus 2018 berkisar dari 26,640 – 26,792 (°C). Dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 5. Sebaran suhu permukaan laut pada tanggal 13 November 2018

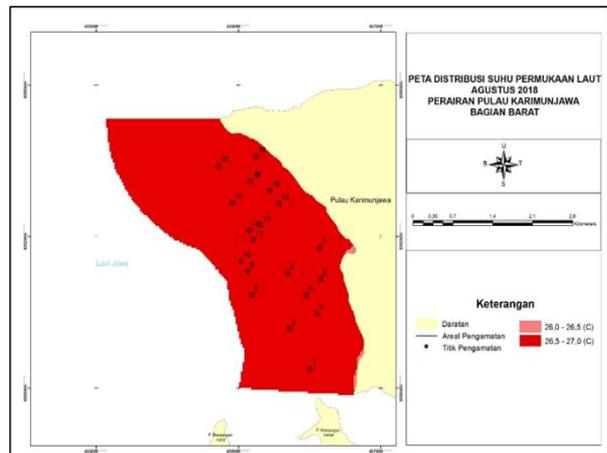
Tabel 3. Hasil pengolahan suhu permukaan laut pada tanggal 25 Agustus 2018

Suhu Permukaan Laut Agustus			
No. Titik	WGS 84		Nilai Citra
	Koordinat (X)	Koordinat (Y)	
1	436260,199	9350315,175	26,669
2	435894,525	9350979,109	26,688
3	436376,666	9351228,8	26,675
4	436192,1	9351531,661	26,727
5	435242,713	9351536,494	26,722
6	435867,044	9351890,821	26,699
7	436433,545	9352315,751	26,792
8	436444,517	9351801,704	26,699
9	435165,18	9351920,604	26,64
10	435041,765	9352093,951	26,715
11	435259,407	9352446,591	26,652
12	435384,455	9352690,522	26,646
13	435715,537	9353041,879	26,761
14	435192,554	9352601,631	26,718
15	434896,581	9353059	26,651
16	435549,692	9353257,059	26,669
17	435332,098	9353518,257	26,666
18	435309,922	9353820,723	26,7
19	435213,02	9353415,586	26,704
20	434654,885	9353667,866	26,781
Total			533,974
Rata-rata			26,697
Maksimal			26,792
Minimal			26,64

Sebaran hasil pengolahan suhu permukaan laut menunjukkan bahwa persentase sebaran suhu permukaan laut pada suhu 26,0 – 26,5 (°C) sebesar 0,383% dengan luas 0,0432 km<sup>2</sup>, suhu 26,5 – 27,0 sebesar 99,617% dengan luas 11,2374 km<sup>2</sup>. Dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 6.

Tabel 4. Sebaran suhu permukaan laut pada tanggal 25 Agustus 2018

Nilai (°C)	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
26,0 – 26,5	0,043	0,383%
26,5 – 27,0	11,237	99,617%
Total	11,280	100%



Gambar 6. Sebaran suhu permukaan laut pada tanggal 25 Agustus 2018

Hasil estimasi suhu permukaan laut pada tanggal 13 November 2018 berkisar dari 28.26 – 29.93 (°C) merupakan suhu yang cenderung tinggi. Hal ini terjadi karena kecepatan angin lebih rendah dengan rata-rata 1,37 m/s (Munandar dkk, 2016). Dimana pada Bulan tersebut wilayah Indonesia mengalami musim Transisi. Sedangkan estimasi suhu permukaan laut pada tanggal 25 Agustus 2018 berkisar dari 26.640 – 26.792 (°C) merupakan suhu yang cenderung rendah. Hal ini terjadi karena kecepatan angin lebih tinggi dengan rata-rata 5,31 m/s (Munandar dkk, 2016). Hal ini terjadi pada musim angin monsoon tenggara yang berhembus dari benua Australia membawa uap air yang kering. Walaupun membawa uap air yang kering, namun suhu air laut cenderung dingin. Hal ini karena angin tersebut bertiup dari tenggara yang membawa air *dingin upwelling* dari laut Banda. Pada Bulan Agustus merupakan puncak dari suhu air laut dingin (Setiawan, R.Y dan A. Habibi, 2010 dalam Arfyan dan Munasik, 2016).

#### IV.3 Hasil dan Analisis Pengolahan Oksigen Terlarut

Hasil pengolahan suhu permukaan laut dengan menggunakan algoritma El Battay dkk. (2014) didapatkan estimasi oksigen terlarut pada tanggal 13 November 2018 berkisar dari 11,558 – 11,646 (mg/l). Dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil dari pengolahan oksigen terlarut citra dengan data in situ menunjukkan bahwa oksigen terlarut in situ dan hasil estimasi citra memiliki nilai yang berbeda. Nilai rata-rata oksigen terlarut dari hasil sampel in situ adalah 10,53 (mg/l), sedangkan nilai rata-rata oksigen terlarut hasil dari pengolahan citra Landsat-8 adalah 11,582 (mg/l). Perbedaan konsentrasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan waktu pengambilan sampel konsentrasi oksigen terlarut in situ dengan citra satelit yang digunakan untuk pengolahan hasil

estimasi oksigen terlarut. Pengambilan data in situ dilakukan dan pukul 07.30 WIB sampai selesai yang mana semakin siang oksigen terlarut akan semakin bertambah karena dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis dari tumbuhan laut dan fitoplankton.

Tabel 5. Hasil pengolahan oksigen terlarut pada tanggal 13 November 2018

No. Titik	WGS 84		In situ	Nilai Citra	SE
	Koordinat (X)	Koordinat (Y)			
1	436260,199	9350315,175	8,8	11,646	8,099
2	435894,525	9350979,109	8,1	11,627	12,439
3	436376,666	9351228,8	8,1	11,639	12,524
4	436192,1	9351531,661	8,2	11,629	11,758
5	435242,713	9351536,494	9,3	11,566	5,134
6	435867,044	9351890,821	9,1	11,574	6,12
7	436433,545	9352315,751	9,2	11,594	5,731
8	436444,517	9351801,704	9,5	11,624	4,511
9	435165,18	9351920,604	10,7	11,56	0,739
10	435041,765	9352093,951	10,9	11,558	0,432
11	435259,407	9352446,591	10,8	11,583	0,613
12	435384,455	9352690,522	10,8	11,567	0,588
13	435715,537	9353041,879	10,9	11,566	0,443
14	435192,554	9352601,631	11,4	11,564	0,026
15	434896,581	9353059	11,7	11,562	0,019
16	435549,692	9353257,059	12,8	11,562	1,532
17	435332,098	9353518,257	12,1	11,561	0,29
18	435309,922	9353820,723	12,8	11,558	1,542
19	435213,02	9353415,586	12,7	11,561	1,297
20	434654,885	9353667,866	12,7	11,558	1,304
Total/RMSE			210,6	231,659	1,938
Rata-rata			10,53	11,582	3,757
Maksimal			12,8	11,646	12,524
Minimal			8,1	11,558	0,019

Berdasarkan hasil uji presisi, nilai NMAE yang dihasilkan adalah sebesar 9,999%. Hal tersebut menunjukkan bahwa algoritma El Battay dkk. (2014) masih sesuai untuk diterapkan di perairan Kepulauan Karimunjawa karena besar kesalahan hasil pengolahan citra satelit dan data in situ masih memenuhi syarat minimum indeks NMAE yaitu <30% (Jaelani dkk, 2015). Sementara nilai RMSE dari hasil pengolahan oksigen terlarut yang diperoleh adalah sebesar 1,938 (mg/l).

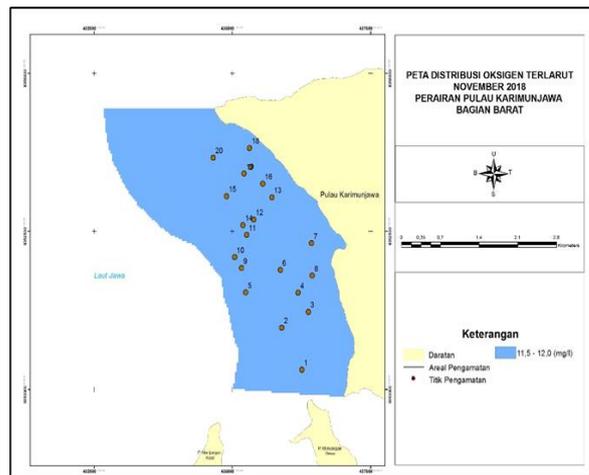
Hasil pengolahan oksigen terlarut didapatkan nilai RMSE yang dihasilkan adalah sebesar 1,938 (mg/l) nilai tersebut belum memenuhi standar SNI untuk perubahan konsentrasi pada suatu daerah adalah <10% dari kondisi rata-rata musiman (Yudhanto dkk., 2016). Nilai rata – rata oksigen terlarut di perairan Pulau Karimunjawa bagian Barat yaitu 11.582 mg/l maka perubahan konsentrasi oksigen terlarut yang diperbolehkan menurut standar SNI adalah 1.158 mg/l. Nilai RMSE tersebut cukup tinggi, hal tersebut diakibatkan kurangnya perencanaan dalam pengambilan sampel data in situ dalam hal metode pengambilan data yang kurang terencana, perencanaan

lokasi titik sampel yang kurang merata dan dalam jumlah yang kurang banyak, belum dilakukannya kalibrasi alat sebelum melakukan pengambilan data in situ, kedalaman pengambilan data in situ yang hanya berkisar +- 30 cm dari permukaan laut dan perbedaan waktu pengambilan sampel oksigen terlarut in situ dengan citra satelit yang digunakan untuk pengolahan hasil estimasi oksigen terlarut. Pengambilan data in situ dilakukan dari pagi hari sampai sore hari di mana semakin siang kadar oksigen terlarut akan semakin bertambah seiring dengan berjalannya proses fotosintesis dari fitoplankton maupun dari terumbu karang.

Sebaran hasil oksigen terlarut menunjukkan bahwa oksigen terlarut mempunyai sebaran 11,5 – 12,0 (mg/l) sebesar 100% dengan luas 11,280 km<sup>2</sup>. Dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 7.

Tabel 6. Sebaran oksigen terlarut pada tanggal 13 November 2018

Nilai (mg/l)	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
11,5 – 12,0	11,280	100%
Total	11,280	100%



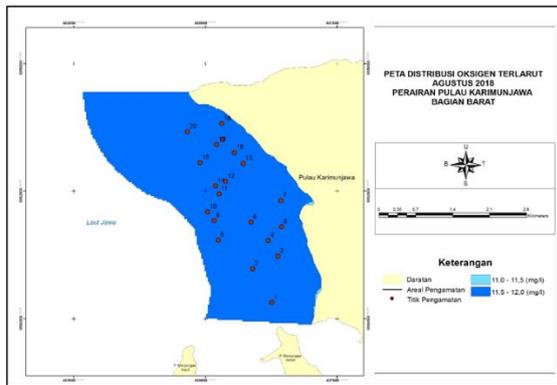
Gambar 7. Sebaran oksigen terlarut pada tanggal 13 November 2018

Hasil pengolahan suhu permukaan laut dengan menggunakan algoritma El Battay dkk. (2014) didapatkan estimasi oksigen terlarut pada tanggal 25 Agustus 2018 berkisar dari 11,513 – 11,517 (mg/l). Dapat dilihat pada Tabel 8.

Sebaran oksigen terlarut pada tanggal 25 Agustus 2018 dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 8.

Tabel 7. Tabel sebaran oksigen terlarut pada tanggal 25 Agustus 2018

Nilai (mg/l)	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
11,0 - 11,5	0,025	0,224%
11,5 - 12,0	11,255	99,776%
Total	11,280	100%



Gambar 8. Sebaran oksigen terlarut pada tanggal 25 Agustus 2018

Tabel 8. Hasil pengolahan oksigen terlarut laut pada tanggal 25 Agustus 2018

No. Titik	Oksigen Terlarut Agustus		Nilai Citra
	WGS 84		
	Koordinat (X)	Koordinat (Y)	
1	436260,199	9350315,175	11,513
2	435894,525	9350979,109	11,516
3	436376,666	9351228,8	11,516
4	436192,1	9351531,661	11,516
5	435242,713	9351536,494	11,516
6	435867,044	9351890,821	11,516
7	436433,545	9352315,751	11,517
8	436444,517	9351801,704	11,515
9	435165,18	9351920,604	11,516
10	435041,765	9352093,951	11,514
11	435259,407	9352446,591	11,515
12	435384,455	9352690,522	11,514
13	435715,537	9353041,879	11,516
14	435192,554	9352601,631	11,516
15	434896,581	9353059	11,516
16	435549,692	9353257,059	11,515
17	435332,098	9353518,257	11,514
18	435309,922	9353820,723	11,513
19	435213,02	9353415,586	11,513
20	434654,885	9353667,866	11,516
Total			230,311
Rata-rata			11,515
Maksimal			11,517
Minimal			11,513

Hasil estimasi oksigen terlarut pada musim Timur yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 dan musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 13 November 2018 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal ini disebabkan musim tidak berpengaruh secara signifikan terhadap oksigen terlarut. Konsentrasi oksigen yang tinggi di daerah penelitian ini dapat dimaklumi. Hal ini disebabkan karena perairan setempat didominasi habitat dan ekosistem terumbu karang yang menyediakan oksigen dari hasil proses fotosintesis zooxanthellae yang hidup di polyp karang. Selain itu, sirkulasi arus dan gelombang

yang terjadi juga mempengaruhi penyediaan oksigen (Yusuf dkk., 2012).

## V Kesimpulan dan Saran

### V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Hasil analisis terhadap suhu permukaan laut menggunakan citra Landsat-8 pada musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 13 November 2018 didapatkan nilai sebaran suhu permukaan laut pada suhu 27,5 - 28,0 (°C) dengan luas 0,003 km<sup>2</sup>, suhu 28,0 - 28,5 (°C) dengan luas 6,072 km<sup>2</sup>, suhu 28,5 - 29,0 (°C) dengan luas 1,210 km<sup>2</sup>, suhu 29,0 - 29,5 (°C) dengan luas 1,582 km<sup>2</sup>, suhu 29,5 - 30,0 (°C) dengan luas 2,413 km<sup>2</sup>. Sedangkan musim Timur yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 didapatkan nilai bahwa sebaran suhu 26,0 - 26,5 (°C) dengan luas 0,043 km<sup>2</sup>, suhu 26,5 - 27,0 dengan luas 11,237 km<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa suhu permukaan laut kawasan Karimunjawa musim Timur lebih hangat daripada musim peralihan 2.
2. Hasil analisis terhadap oksigen terlarut menggunakan citra Landsat-8 pada musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 13 November 2018 dan musim peralihan 2 yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 hampir sama. Musim Timur yang diambil pada tanggal 13 November 2018 didapatkan nilai sebaran hasil oksigen terlarut menunjukkan bahwa oksigen terlarut mempunyai sebaran 11,5 - 12 dengan luas 11,280 km<sup>2</sup>. Sedangkan musim Timur yang diambil pada tanggal 25 Agustus 2018 menunjukkan bahwa oksigen terlarut mempunyai sebaran 11,0 - 11,5 (mg/l) dengan luas 0,025 km<sup>2</sup>, oksigen terlarut 11,5 - 12,0 (mg/l) dengan luas 11,255 km<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa oksigen terlarut kawasan Karimunjawa musim Timur hampir sama dengan musim peralihan 2.
3. Hasil analisis terhadap suhu permukaan laut menggunakan algoritma Syariz dkk. (2015) dengan menggunakan band 11 pada citra Landsat-8 didapatkan *normalized mean absolute error* NMAE sebesar 5,920% dan *root mean square error* RMSE sebesar 1,965°C. Hasil analisis terhadap oksigen terlarut menggunakan algoritma El Battay dkk. (2014) dengan menggunakan band 10 pada citra Landsat-8 didapatkan NMAE sebesar 10,103 % dan RMSE sebesar 1,955 (mg/l). Hal ini menunjukkan bahwa nilai NMAE telah memenuhi syarat minimum <30% agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air, sedangkan nilai RMSE suhu permukaan laut sudah memenuhi standar SNI yaitu 2°C, namun untuk RMSE oksigen terlarut belum memenuhi standar SNI yaitu <10%.

**V.2 Saran**

Saran yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Pengambilan data in situ sebaiknya bersamaan dengan waktu dari perekaman satelit yang akan digunakan.
2. Menambahkan titik sampel dan penempatan titik sampel yang lebih tersebar dan merata pada saat pengukuran data in situ untuk mendapatkan korelasi yang lebih bagus.
3. Perlunya kalibrasi alat pengukuran data in situ sebelum dilakukan proses pengukuran data sampel untuk memastikan bahwa tingkat presisi data sudah benar.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait implementasi algoritma ekstraksi data suhu permukaan laut dan oksigen terlarut agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.
5. Perlunya dilakukan perencanaan dalam pengambilan data in situ dalam hal metode pengambilan data, waktu pengambilan, kedalaman pengambilan data dan perencanaan lokasi dari pengambilan titik sampel.
6. Gunakan lebih dari 1 alat untuk pengambilan data in situ agar mendapatkan data pengukuran yang lebih presisi.
7. Lakukan pengambilan data in situ pada kedalaman yang berbeda untuk mendapatkan perbandingan data in situ dan meningkatkan tingkat presisi data, di mana data in situ hanya di ambil pada kedalaman 30 cm.

**Daftar Pustaka**

- Aditiyanti, A. H. 2013. Analisis Pengaruh Perubahan NDVI dan Tutupan Lahan terhadap Suhu permukaan di Kota Semarang. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
- Arfiyan dan Munasik. 2016. Suhu Air Laut Tahunan di Perairan Pulau Genting, Kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 5, No. 1: 60–63, ISSN: 2089-3507
- Arief, M., Syifa W. A., Ety P., Rossi H., Teguh P. 2015. Pengembangan Model Ekstraksi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Data Satelit Landsat 8 Studi Kasus: Teluk Lampung. *Jurnal Penginderaan Jauh*, Vol. 12, No. 2: 107-122
- El Battay, Ali., El-Sadek, Alaa and Radwan, Mona. 2014. *Assessing the Potential of Landsat-7 Thermal Band for Monitoring Essential Water Quality Parameters; Case Study: Lake Nasser, Egypt. International Jurnal of Geosciences and Geomatics, Vol 2, Issue 2, ISSN: 2052-5591*
- Karif, I.V. 2011. Variabilitas Suhu Permukaan Laut di Laut Jawa dari Citra Satelit Aqua Modis dan Terra Modis. Skripsi. Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Kushardono, D. 2017. Klasifikasi Digital pada Penginderaan Jauh. *IPB Press*, Cetakan 1, 76 + 12 halaman romawi. ISBN: 978-602-440-198-6
- Landsat USGS. <https://landsat.usgs.gov/landsat-8>
- Munandar, B., Purwanto dan Kunarso. 2016. Kaitan Monsun Terhadap Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A untuk Prediksi Potensi Fishing Ground di Perairan Karimunjawa. *Jurnal Oseanografi*. Vol. 5, No. 4: 505–511
- Rahmawati, A., dan Dini S. 2017. Pengelolaan Kualitas Perairan Pesisir Desa Lontar, Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 7, No. 1: 59–70, ISSN 2089–3469
- Somantri, L. 2008. Pemanfaatan Teknik Pengindraan Jauh untuk Mengidentifikasi Kerentanan dan Risiko Banjir. *Jurnal Gea, Jurusan Pendidikan Geografi*, Vol. 8, No. 2
- Suryono, Ria A. T. N., Edi W. K., Raden A., Gentur H. 2017. Analisis Kelayakan Investasi pada Budidaya Karamba Jala Apung (KJA) Ikan Kerapu di Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 6, No. 2: 94–101 ISSN: 2089-3507
- Syah, A.F. 2010. Penginderaan Jauh Dan Aplikasinya Di Wilayah Pesisir Dan Lautan. *Jurnal Kelautan*, Vol. 3, No.1: 18-28, ISSN: 1907-9931
- Syariz, M.A., Lalu M. J., Luki S., Pamungkasb, A., Koehardonoc, E.S., Sulisetyonod A. 2015. *Retrieval of Sea Surface Temperature over Poteran Island Water of Indonesia With Landsat 8 TIRS Image: A Preliminary Algorithm. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XL-2/W4: 87-90*
- Tiskiantoro, F. 2006. Analisis Kesesuaian Lokasi Budidaya Karamba Jaring Apung dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis di Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan. Tesis. Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang
- Yudhanto, A., Arwan P.W., dan Abdi S. 2016. Analisis Potensi Lokasi Budidaya Rumput Laut *Euclima Chottonii* Menggunakan Citra Landsat 8 di Perairan Laut Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 5, No. 3, ISSN: 2337-845X
- Yusuf, M., Gentur H., Muslim, Sri Y. W., Heriyoso S. 2012. Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol. 1: 63-74, ISSN: 2089-3507
- Yusuf, M. 2013. Kondisi Terumbu Karang dan Potensi Ikan di Perairan Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol. 2: 54–60, ISSN: 2089-350