**LAPORAN**

**PENELITIAN HIBAH UNIVERSITAS OSO**

**TAHUN ANGGARAN 2023**

# UJI AKURASI INTERPOLASI *IDW*, *KRIGING* DAN ANALISIS VARIABILITAS KONSENTRASI KLOROFIL-A DI PERAIRAN LAUT KABUPATEN KAYONG UTARA


**Oleh :**

| | |
|---|---|
| **Robin Saputra, S.Pi., M.Si** | **NIDN. 1115119203** |
| **Zan Zibar, S.Pi., M.Si** | **NIDN. 1423089001** |
| **Adityo Raynaldo S.Si, M.Si** | **NIDN. 1107069501** |
| **Etha Marista, S.Si, M.Si** | **NIDN. 1106038801** |
| **Dr. Sofi Siti Shofiyah** | **NIDN. 1118128804** |
| **Riza Linda, S.Si. M.Si** | **NIDN. 0007057002** |

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN**

**FAKULTAS IPA DAN KELAUTAN**

**UNIVERSITAS OSO**


**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**
**LAPORAN PENELITIAN UNIVERSITAS OSO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Judul Penelitian | : | Uji Akurasi Interpolasi *Idw*, *Kriging* dan Analisis Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Laut Kabupaten Kayong Utara |
| 2. | Bidang Penelitian | : | Ilmu Kelautan |
| 3. | Ketua Peneliti | | |
| | a. Nama Lengkap | : | Robin Saputra, S.Pi., M.Si |
| | b. Jenis Kelamin | : | Laki-laki |
| | d. Disiplin ilmu | : | Ilmu Kelautan |
| | g. Fakultas/Jurusan | : | IPA dan Kelautan / Ilmu Kelautan |
| | h. Alamat | : | Jln. Pak Benceng, Gg. Wonorejo No 6A Kota Pontianak |
| | i. Telpon/Faks/E-mail | : | 085264227272 / robinsaputra@oso.ac.id |
| 4. | Jumlah Anggota Pengusul | : | 5 orang |
| | Nama Anggota | : | 1. Zan Zibar, S.Pi., M.Si<br>2. Adityo Raynaldo, S.Si., M.Si<br>3. Etha Marista, S.Si., M.Si<br>4. Dr. Sofi Siti Shofiyah, S.Si., M.Si<br>5. Riza Linda, S.Si., M.Si |
| 5. | Jumlah Mahasiswa yang terlibat | : | 3 orang |
| | Nama Mahasiswa (NIM) | : | 1. Indriyani (2003031007)<br>2. Wulandari Setiawati (2003031014)<br>3. Yada Pratama (2003031015)<br>4. Phiguradi Bangun (2003031016) |
| 6. | Lokasi Penelitian | : | Kabupaten Kayong Utara |
| 7. | Luaran yang dihasilkan | | Artikel ilmiah Terakreditasi |
| 8. | Jumlah Biaya PKM | : | Rp. 3.000.000,- |
| | Terbilang | : | Tiga Juta Rupiah |

Pontianak, 04 Desember 2023
Ketua Pelaksana

Mengetahui,
Dekan

Riza Linda, S.Si., M.Si
NIP. 197005071999032001

Robin Saputra, S.Pi., M.Si
NIDN. 1115119203

Menyetujui,
Ketua LPPKM UNOSO

Dr. Sofi Siti Shofiyah, S.Si., M.Si
NIDN. 1118128804

## DAFTAR ISI


HALAMAN JUDUL..... i
HALAMAN PENGESAHAN..... ii
DAFTAR ISI ..... iii
RINGKASAN ..... iv
BAB I. PENDAHULUAN ..... 1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA……..... 3
BAB III. METODE PENELITIAN…..... 6
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 11
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN...……... 17
BAB VI. RINCIAN PENGGUNAAN ANGGARAN……. 18
DAFTAR PUSTAKA..... 19
LAMPIRAN ……...……. 21

## RINGKASAN

Data spasial dapat diolah dengan beberapa metode interpolasi, namun setiap metode akan mendapatkan hasil yang berbeda, pemilihan metode akan mempengaruhi hasil yang didapatkan. Klorofil-a memiliki peranan dalam menentukan besarnya produktifitas primer di perairan (Susilo, 2000). Kesuburan perairan dapat dilihat dari tinggi rendahnya produktivitas primer yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kayong Utara dengan menggunakan data klorofil-a citra Aqua Modis. Penelitian ini bertujuan membandingkan metode Interpolasi IDW dan *kriging* untuk mendapatkan metode yang paling mendekati nilai klorofil-a sebenarnya dan juga mendeteksi tingkat kesuburan perairan laut Kabupaten Kayong Utara berdasarkan konsentrasi klorofil-a. Data Citra Aqua Modis diekstraksi menggunakan software SeaDAS, kemudian difilter menggunakan Microsoft Excel, dan diinterpolasi dengan software ArcGIS.

Hasil uji akurasi RMSE, metode Kriging lebih akurat dibandingkan dengan metode interpolasi IDW dengan nilai RMSE masing-masing sebesar 3,889607 dan 3,900089. Konsentrasi klorofil-a terkecil pada ke dua metode yaitu 0,32 mg/$m^3$ dan terbesar sebesar 83,22 mg/$m^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 4,08 mg/$m^3$. Sebaran klorofil-a pada perairan Kayong Utara menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada wilayah pesisir dan semakin rendah pada perairan lepas pantai. Sebaran klorofil-a bulanan menunjukkan konsentrasi klorofil- a tertinggi terdapat pada bulan September sebesar 8,16 mg/$m^3$ dan yang terendah pada bulan Oktober yaitu sebesar 2,04 mg/$m^3$.



**Kata Kunci.** ***IDW, Kriging, Interpolasi, Klorofil-a***

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Interpolasi merupakan salah satu teknik pengolahan data spasial dari Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG sangat membantu pekerjaan yang erat kaitannya dengan bidang spasial dan geo-informasi. SIG dapat memberikan gambaran yang lengkap dan komprehensif terhadap suatu masalah nyata terkait spasial permukaan bumi. Pengolahan data spasial memerlukan data studi area yang didapatkan melalui akuisisi data satelit. Salah satu data spasial yang dapat diolah dengan interpolasi adalah Klorofil-a.

Interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematis untuk menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat kontinu di dalam ruang jarak (*space*) dan saling berhubungan secara spasial (1). Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampling atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah (8). Setiap metode interpolasi akan memberikan hasil yang berbeda (16). Pemilihan metode yang tepat dalam interpolasi bertujuan untuk mendapatkan dugaan data yang lebih mendekati dengan data klorofil-a uji.

Data spasial dapat diolah dengan beberapa metode interpolasi, namun setiap metode akan menghasilkan hasil yang berbeda, pemilihan metode akan mempengaruhi hasil yang didapatkan. Pemilihan metode interpolasi yang tidak tepat akan memberikan informasi yang kurang tepat, oleh karena itu diperlukan pemilihan metode interpolasi yang tepat supaya informasi yang diberikan sesuai dengan keadaan sebenarnya, untuk memperoleh metode yang tepat perlu adanya suatu penelitian.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan dugaan data yang lebih mendekati nilai data uji yang diperoleh dari citra satelit *Aqua Modis*. Perbandingan metode Interpolasi IDW dan *kriging* oleh BIG sudah pernah dilakukan dengan judul akurasi metode IDW dan *kriging* untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi, didapatkan hasil metode IDW lebih baik dibandingkan metode *kriging.* Perbandingan metode Interpolasi trend dan spline telah dijelaskan dalam Pramono (15). Perbandingan metode Interpolasi IDW dan *kriging* dalam Pramono (16), didapatkan metode IDW lebih baik dibandingkan metode *kriging* dalam interpolasi sedimen tersuspensi.

Klorofil-a merupakan pigmen penting yang terdapat pada fitoplankton yang digunakan untuk proses fotosintesis. Hal ini menjadikan klorofil-a sebagai salah satu parameter yang memiliki peranan dalam menentukan besarnya produktifitas primer di perairan (19). Kesuburan perairan dapat dilihat dari tinggi rendahnya produktivitas primer yang dihasilkan. Hal ini erat kaitannya dengan kelimpahan

fitoplankton, sehingga apabila kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan tinggi, maka dapat dikatakan bahwa perairan tersebut cenderung memiliki produktivitas primer yang tinggi pula.

Salah satu cara untuk mengetahui informasi tentang konsentrasi klorofil-a di laut yaitu dengan metode penginderaan jauh (*remote sensing*). Hasil penginderaan dapat menunjukkan sebaran biomassa fitoplankton yang dijabarkan dalam satuan klorofil ($mg/m^3$). Keuntungan penggunaan satelit untuk penginderaan klorofil-a adalah pengamatan satelit dapat dilakukan dalam cakupan wilayah yang sangat luas dalam waktu yang bersamaan (18). Salah satu satelit yang dapat mengindera konsentrasi klorofil-a di laut adalah satelit Aqua yang membawa sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS).

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil perbandingan akurasi metode interpolasi spasial klorofil-a IDW dan *Kriging*?
2. Bagaimana tingkat kesuburan perairan laut Kabupaten Kayong Utara berdasarkan konsentrasi klorofil-a?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan membandingkan metode Interpolasi IDW dan *kriging* untuk mendapatkan metode yang paling mendekati nilai klorofil sebenarnya dan juga mendeteksi tingkat kesuburan perairan laut Kabupaten Kayong Utara berdasarkan konsentrasi klorofil-a.

## 1.4 Pendekatan Pemecahan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil perbandingan akurasi metode interpolasi spasial klorofil-a IDW dan *Kriging*? dan bagaimana tingkat kesuburan perairan laut kabupaten kayong utara berdasarkan konsentrasi klorofil-a. Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah ditetapkan, maka beberapa pendekatan pemecahan masalah pada penelitian ini adalah

1. Menguji metode interpolasi yang paling tepat di wilayah kajian untuk estimasi pembuatan peta konsentrasi klorofil-a.
2. Membuat peta sebaran klorofil-a dan menganalisis tingkat kesuburan perairan tersebut.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Sistem Informasi Geografis SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputer yang dirancang untuk menganalisis, mengelola bahkan menyajikan semua jenis data spasial dan geografis (5). Menurut Naidu (13) keakuratan SIG tergantung pada data sumber, dan bagaimana data tersebut disandingkan untuk dijadikan rujukan data. Sistem Informasi Geografis menyediakan perangkat interpolasi yang berguna dan memberikan kemudahan untuk melakukan berbagai jenis elaborasi (9).

## 2.2 Metode Interpolasi Spasial

Interpolasi sering disebut dengan resampling, dimana interpolasi merupakan suatu metode pencitraan untuk menambah atau mengurangi jumlah piksel dalam citra digital. Proses interpolasi ini digunakan untuk menghasilkan citra yang lebih detil. Hampir semua perangkat lunak untuk editing citra mendukung satu atau lebih metode interpolasi. Bagaimana proses interpolasi citra dapat menghasilkan citra dengan piksel yang lebih halus, tergantung dari algoritma interpolasi (17).

Didalam melakukan interpolasi sudah pasti dihasilkan error, error yang dihasilkan sebelum melakukan interpolasi bisa dikarenakan kesalahan menentukan metode sampling data, kesalahan dalam pengukuran dan kesalahan dalam analisa di laboratorium (16).

## 2.3 *Inverse Distance Weighted* (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat dari pada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (7).

## 2.4 Kriging

Kriging merupakan metode interpolasi statistik yang sering digunakan dalam berbagai bidang ilmu dan pemodelan. Kriging mengasumsikan jarak atau

arah antar titik sampel dapat menghubungkan korelasi spasial yang dapat digunakan untuk menginterpretasi atau memprediksi variasi di permukaan. Metode ini cocok untuk menentukan nilai output untuk setiap lokasi dengan radius tertentu (6).

**2.5 Klorofil-a**

Klorofil merupakan pigmen hijau yang terdapat pada tumbuhan. Tipe klorofil yang paling umum dari tumbuhan yaitu klorofil-a. Dalam inventarisasi dan pemetaan sumberdaya alam pesisir dan laut, klorofil-a digunakan untuk mengetahui keberadaan fitoplankton dalam air. Berdasarkan *United State Environmental Protection Agency*, semakin tinggi konsentrasi klorofil-a semakin berlimpah fitoplankton di air tersebut. Fitoplankton merupakan organisme laut yang melayang dan hanyut dalam air laut serta mampu melakukan fotosintesis (12). Kandungan klorofil-a di perairan dapat digunakan sebagai ukuran banyaknya fitoplankton pada suatu perairan tertentu dan dapat digunakan sebagai petunjuk produktivitas perairan.

**2.6 Citra Satelit Aqua Modis**

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) merupakan sensor dengan mekanisme pemindaian melintang arah gerak orbit (across-track scanning). Satelit yang memiliki sensor MODIS adalah Aqua dan Terra, dimana sensor tersebut dirancang untuk mengukur sifat-sifat fisik atmosfer, daratan, dan lautan. MODIS memiliki beberapa keunggulan dalam hal rektifikasi geometri, resolusi spasial, kepekaan radiometri, serta kalibrasi radiometri yang lebih akurat dibandingkan dengan AVHRR (2). MODIS mampu menyapu seluruh permukaan bumi dalam satu-dua hari dengan lebar sapuan 2.330 km dan terdiri atas 36 saluran spektral. MODIS juga memberikan informasi dalam resolusi yang bervariasi, dari 250 m, 500 m, dan 1 km.

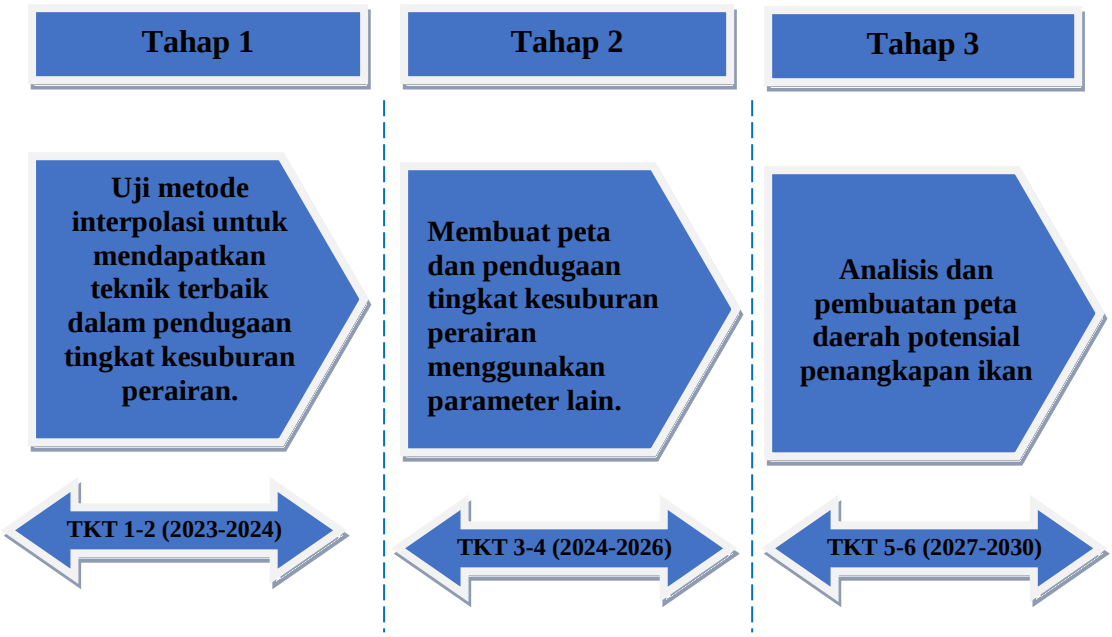
**2.7 Uji Akurasi RMSE (*Root Mean Square Error*)**

RMSE (Root Mean Square Error) adalah suatu angka yang menunjukkan akurasi suatu data dalam kaitannya dengan sistem koordinat. Semakin besar nilai RMSE maka dipastikan semakin besar pula kesalahan letak (informasi posisi) pada data tersebut (10).

## 2.8 Peta Jalan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sebagai tahap awal dan dasar dalam riset selanjutanya yaitu pemetaan atau penentuan daerah potensial penangkapan ikan berdasarkan tingkat kesuburan perairan. Tujuan akhir dari riset ini adalah mendapatkan daerah potensial penangkapan ikan dan metode interpolasi yang paling tepat dalam membuat peta tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut, riset ini memiliki beberapa tahapan yang disajikan dalam bentuk peta jalan penelitian (Gambar 1).

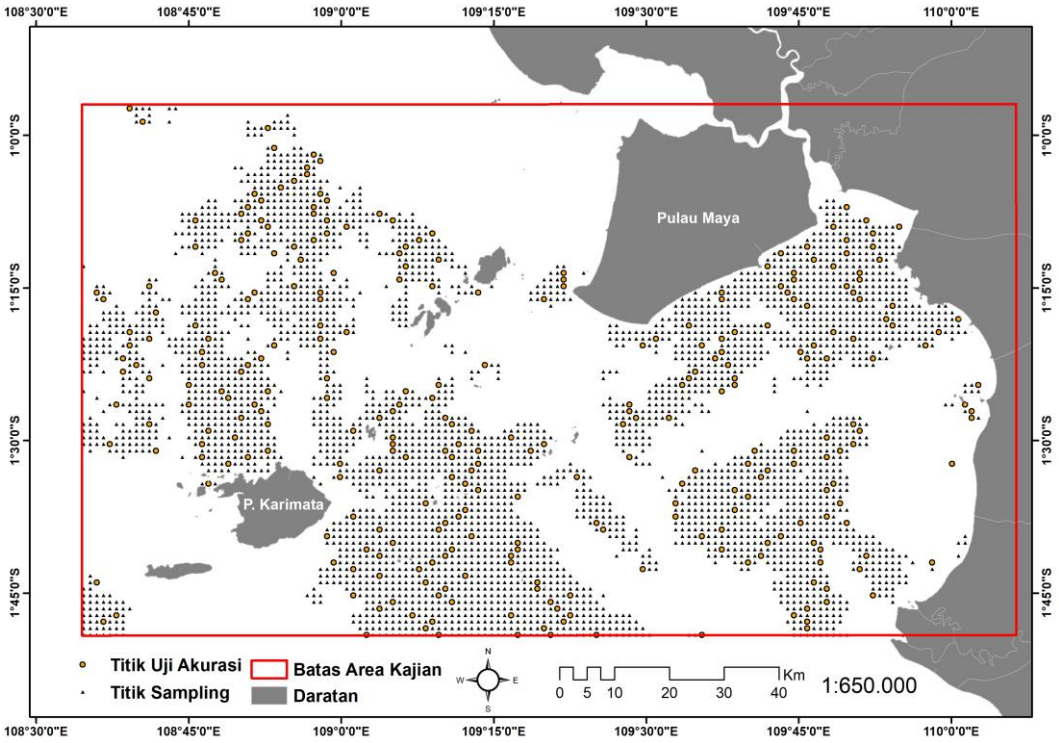
Gambar 1. Peta Jalan Penelitian



# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus di perairan laut Kabupaten Kayong Utara. Kegiatan pengambilan data, akuisisi data dari satelit Aqua Modis yang digunakan yaitu bulan Januari 2022 sampai Desember 2022. Data sampling untuk interpolasi sebanyak 3568 titik dan data uji akurasi yang digunakan untuk perbandingan hasil dari masing-masing interpolasi, dengan jumlah 300 titik. Pengolahan data dilakukan pada bulan Agustus 2023 di Laboratorium Komputer Universitas OSO. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



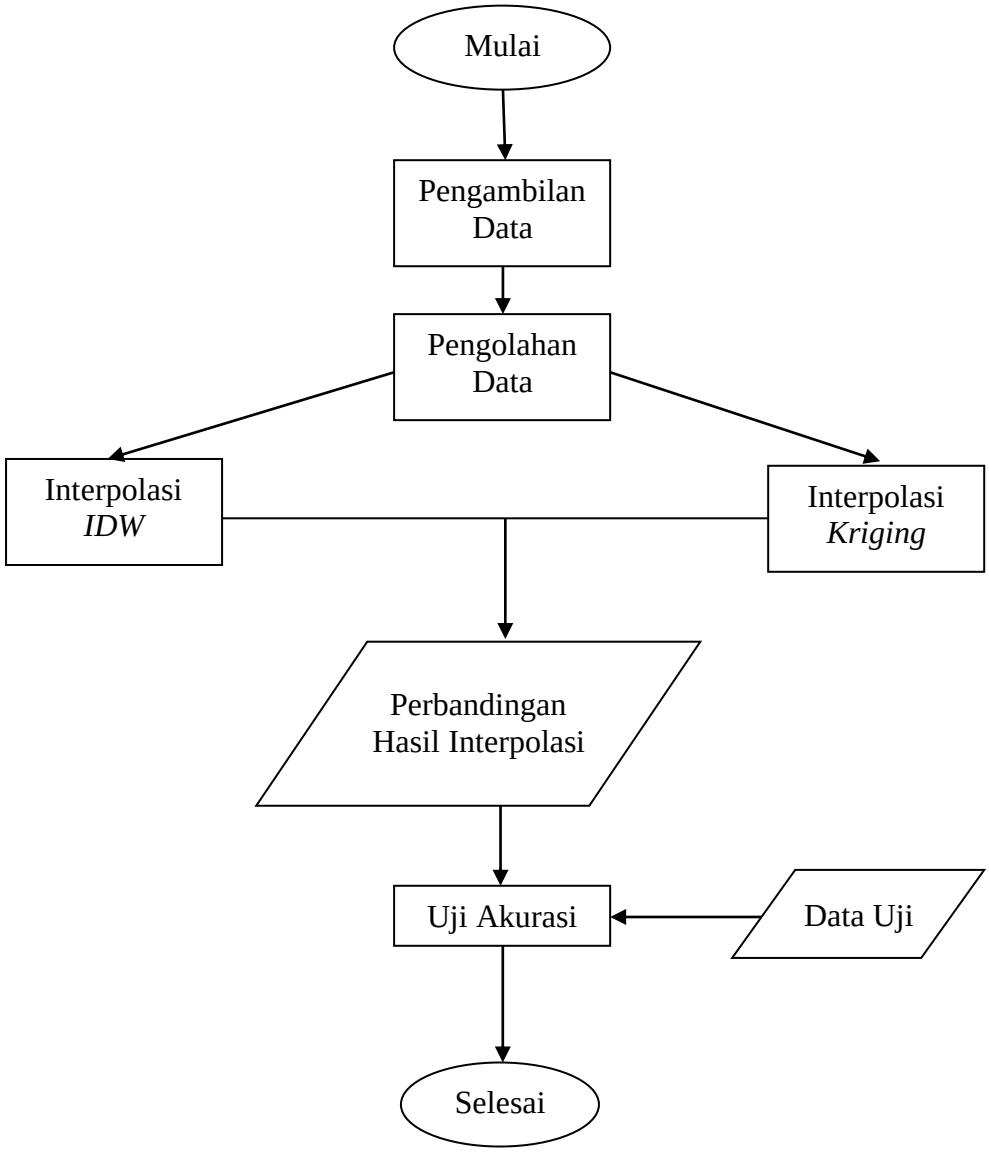

Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

## 3.2 Alat dan Data

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer, software ArcGis 10.1 dan *SeaDAS*. Data yang digunakan yaitu data klorofil-a perairan Kabupaten Kayong Utara di akuisisi citra satelit Aqua Modis pada tahun 2022 dari bulan januari sampai desember.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Pengambilan data klorofil-a laut Kabupaten Kayong Utara melalui akuisisi data dari satelit Aqua Modis, kemudian data tersebut diolah melalui beberapa tahapan. Urutan tahapan penelitian ditampilkan pada Gambar 3.



### 3.4 Pengambilan data

Data klorofil-a diperoleh dari hasil estimasi citra satelit Aqua MODIS Level 3 yang diunduh dari alamat *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Center* di *http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov*. data tersebut dijadikan sebagai data yang di interpolasi dan data uji.

### 3.5 Proses pengolahan data

Data satelit yang digunakan diunduh dari laman *https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/* dengan ekstensi .nc. Data yang digunakan yaitu klorofil-a dari citra satelit MODIS level-3 dengan durasi data bulanan dan memiliki resolusi 1 km yang merupakan data yang sudah dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Ekstraksi nilai konsentrasi klorofil-a menggunakan algoritma Ocean Chlorophyll 3 band algorithm MODIS (OC3M). Algoritma OC3M digunakan sebagai standar dalam pengolahan citra satelit Aqua MODIS untuk mendapatkan data klorofil-a perairan secara global. Persamaan algoritma OC3M (14) adalah sebagai berikut:

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

$$R = log_{10}(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)})$$

Keterangan:
$Ca$ = konsentrasi klorofil-a (mg/m$^3$)
R = Rasio reflektansi
Rrs = *remote sensing reflectance*
Persamaan algoritma di atas menggunakan rasio maksimum dari reflektansi kanal 443 nm dan 490 nm dengan 550 nm untuk menentukan konsentrasi klorofil-a.

Citra yang didapatkan kemudian di ekstrak dengan software SeaDAS. Kemudian data disortir menggunakan Ms.Excel dan disimpan dengan ekstensi (.txt). Selanjutnya dilakukan interpolasi untuk melihat klorofil-a secara spasial, proses interpolasi perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai pada area kosong (piksel kosong) yang tidak terekam akibat adanya gangguan awan.

### 3.6 Analisis Data

Setiap metode interpolasi mempunyai analisis statistik yang berbeda-beda dalam menduga titik-titik di sekitar data sampel. Berikut analisis statistik dari masing-masing metode interpolasi. Metode IDW merupakan metode interpolasi

konvesional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. Jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{s} Z_i \quad \frac{1}{d_i^k}}{\sum_{i=1}^{s} \frac{1}{d_i^k}}$$

Keterangan:
$Z_0$ = perkiraan nilai pada titik 0
$Z_i$ = apakah nilai z pada titik kontrol i
$d_i$ = jarak antara titik I dan titik 0
k = konstanta
S = jumlah titik S yang digunakan

Kriging merupakan metode yang umum digunakan untuk menganalisis data geostatistik, berdasarkan data sampel. Data sampel biasanya diambil dari lokasi-lokasi atau titik-titik yang tidak beraturan. Metode ini digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai variabel teregional $\hat{Z}$ pada titik tidak tersampel berdasarkan informasi titik tersampel $\hat{Z}$ yang berada di sekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut. *Z(si)* didefinisikan sebagai variabel random pada titik $S_i$,$i$=1,2,3,..,n.

Estimator *kriging* $\hat{Z}$(s) dari Z(s) dengan bobot $\lambda$i adalah sebagai berikut (4):

$$\hat{Z}(s) - m(s) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \, [Z(S_i) - m(S_i)]$$

Keterangan:
S = lokasi untuk estimasi
Si = salah satu lokasi data yang berdekatan
m(s) = nilai ekspetasi dari Z(s)
m(Si) = nilai ekspetasi dari Z(Si)
$\lambda$i = pembobot yang menentukan ukuran jarak antar titik
*n* = banyaknya data sampel yang digunakan untuk estimasi

Apabila pada setiap lokasi *Z(s)* terdapat estimator error $\hat{e}$(s) , maka perbedaan antara nilai estimasi $\hat{Z}$(s) dengan nilai Z(s) didefinisikan sebagai berikut (3)

$$\hat{e}(s) = \hat{Z}(s) - Z(s)$$

**3.7 Validitas Hasil Interpolasi**

Menghitung nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, dan RMSE dari hasil prediksi interpolasi IDW dan Spline terhadap data titik uji.

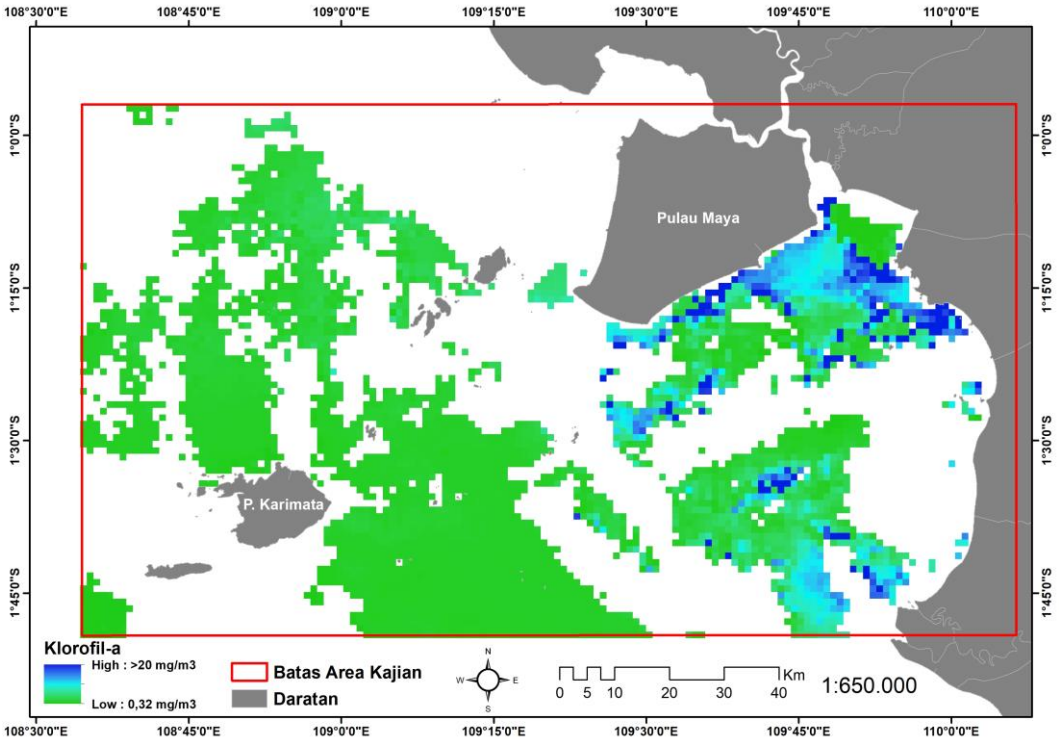
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}[(y_k) - (o_k)]^2}$$

dimana:
($yk$ ) = nilai yang diamati (observasi) pada lokasi k
($ok$ ) = nilai hasil prediksi pada lokasi k
n = jumlah pasangan nilai yang diobservasi dan diprediksi

# BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Klorofil-A Berdasarkan Citra Satelit Aqua Modis

Sebaran konsentrasi klorofil-a yang diekstrak dari citra satelit Aqua MODIS hasil perekaman bulan Desember tahun 2022 menghasilkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Kayong Utara berkisar antara 0,32 – 83,22 mg/m$^3$ dengan nilai klorofil-a rata-rata sebesar 4,08 mg/m$^3$. Terdapat beberapa area kosong (warna putih) pada citra sehingga pada area tersebut tidak terdeteksi nilai kandungan sebaran klorofil-a, hal ini disebabkan karena citra satelit Aqua MODIS terganggu oleh keberadaan awan. Hasil perekaman konsentrasi klorofil-a menggunakan data Aqua MODIS di Perairan Kayong Utara dapat dilihat pada Gambar 4.

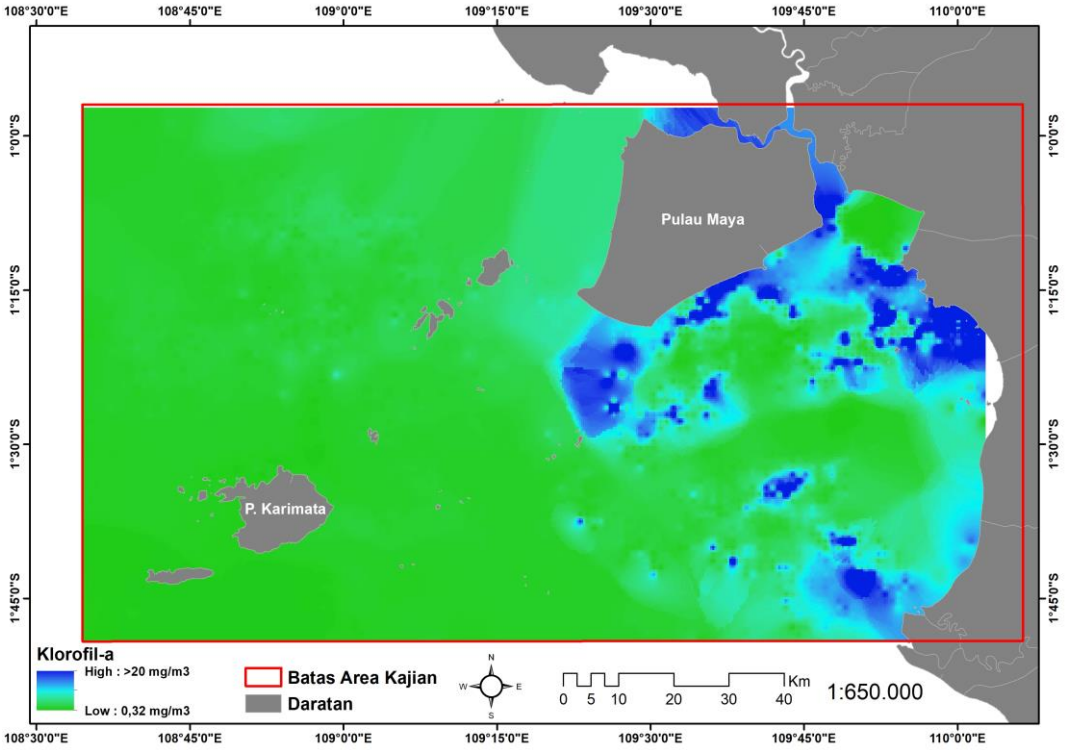



Gambar 4 Peta Sebaran Klorofil-a di Area Kajian

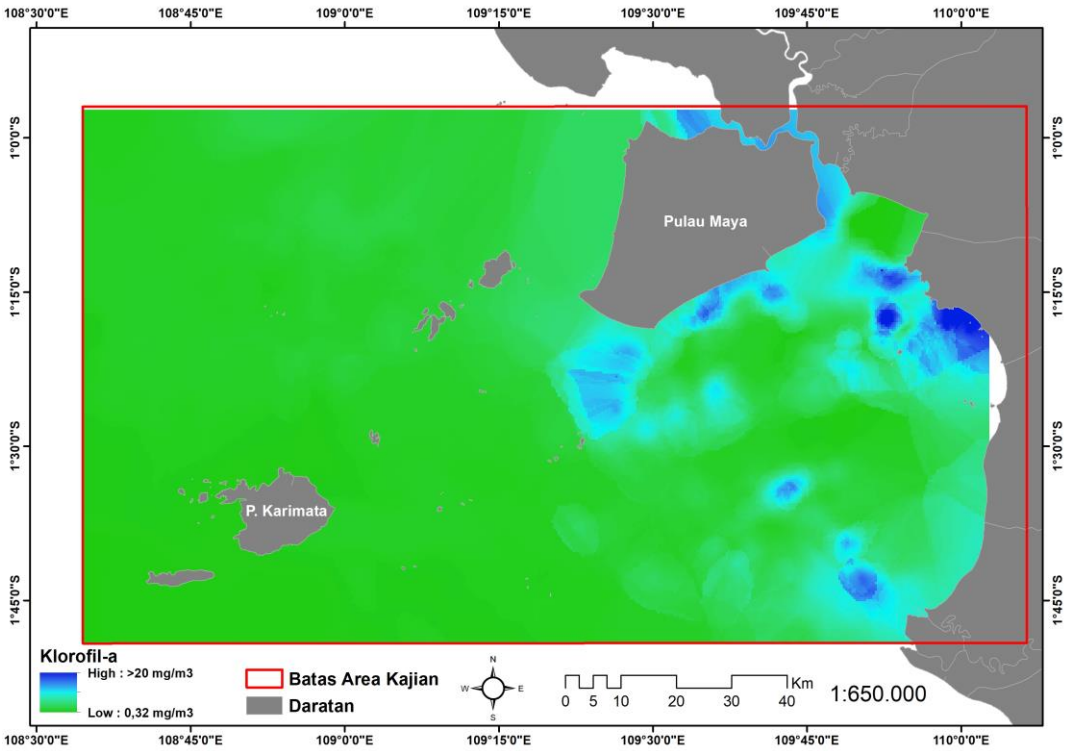
## 4.2 Perbandingan Hasil Interpolasi IDW dan Kriging

IDW adalah salah satu teknik interpolasi permukaan (*surface interpolation*) dengan prinsip titik inputnya dapat berupa titik pusat plot yang tersebar secara acak maupun tersebar merata. Metode bobot inverse distance atau jarak tertimbang terbalik (IDW) memperkirakan nilai-nilai atribut pada titik-titik yang

tidak disampel menggunakan kombinasi linier dari nilai-nilai sampel tersebut dan ditimbang oleh fungsi terbalik dari jarak antar titik (Hayati, 2012). Interpolasi *kriging* dapat digolongkan dalam interpolasi stochastic. Interpolasi stochastic menawarkan penilaian kesalahan dengan nilai prediksi dan mengasumsikan kesalahan acak. Metode *kriging* merupakan estimasi stochastic mirip dengan IDW yang menggunakan kombinasi linear dari *weights* untuk memperkirakan nilai di antara sampel data. Metode ini dikembangkan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari model ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial. Hasil interpolasi IDW dan Kriging dapat dilihat pada Gambar 6.




(a)




(b)

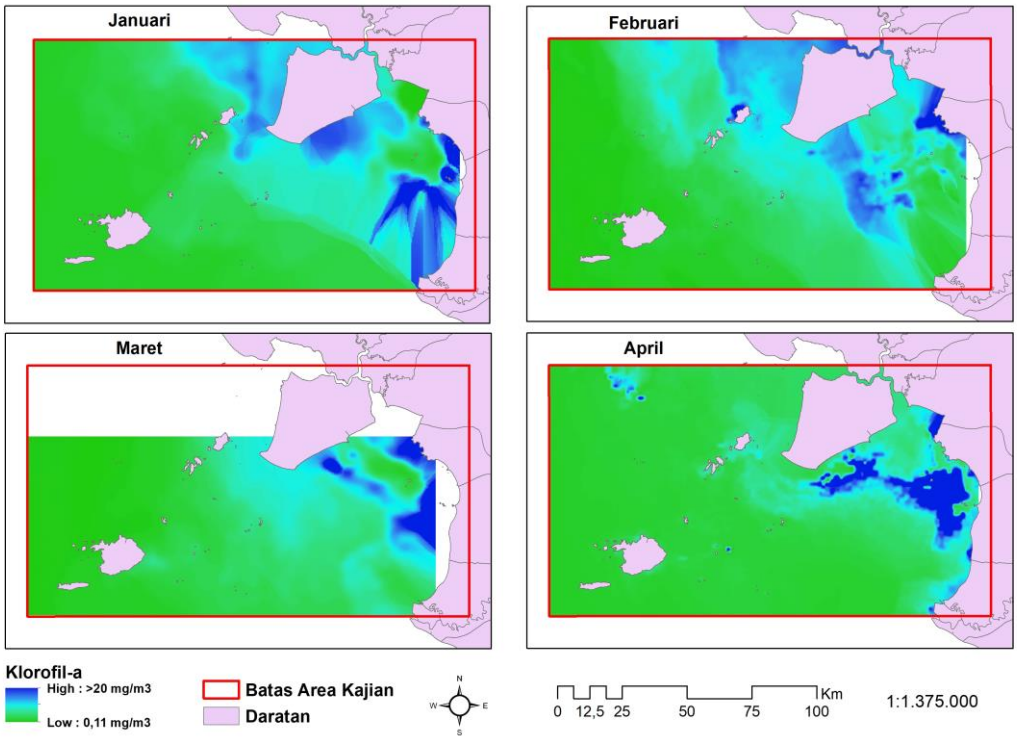
Gambar 6 Peta Sebaran Klorofil-a berdasarkan interpolasi (a) IDW (b) Kriging

Berdasarkan Gambar 6 hasil interpolasi IDW dan Kriging, klorofil-a berkisar antara 0,32 – 83,22 mg/m$^3$. Klorofil-a di sebelah timur perairan Kayong Utara yang dekat dengan pesisir merupakan nilai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hasil interpolasi IDW dan Kriging selanjutnya dilakukan uji akurasi dengan menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dan mendapatkan hasil sebesar 3,900089 dan 3,889607 secara berurutan, hasil ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kedua metode tersebut. Kedua metode dapat mengambarkan dan mengestimasi sebaran klorofil-a dengan cukup baik, tetapi dapat kita simpulkan bahwa metode interpolasi Kriging lebih baik untuk mengestimasi nilai konsentrasi klorofil-a di area kajian dan mendekati nilai sebenarnya berdasarkan hasil error yang di dapat dari nilai RMSE. Semakin kecil nilai RMSE berarti model tersebut memiliki error yang rendah dan mendekati kondisi sebenarnya.

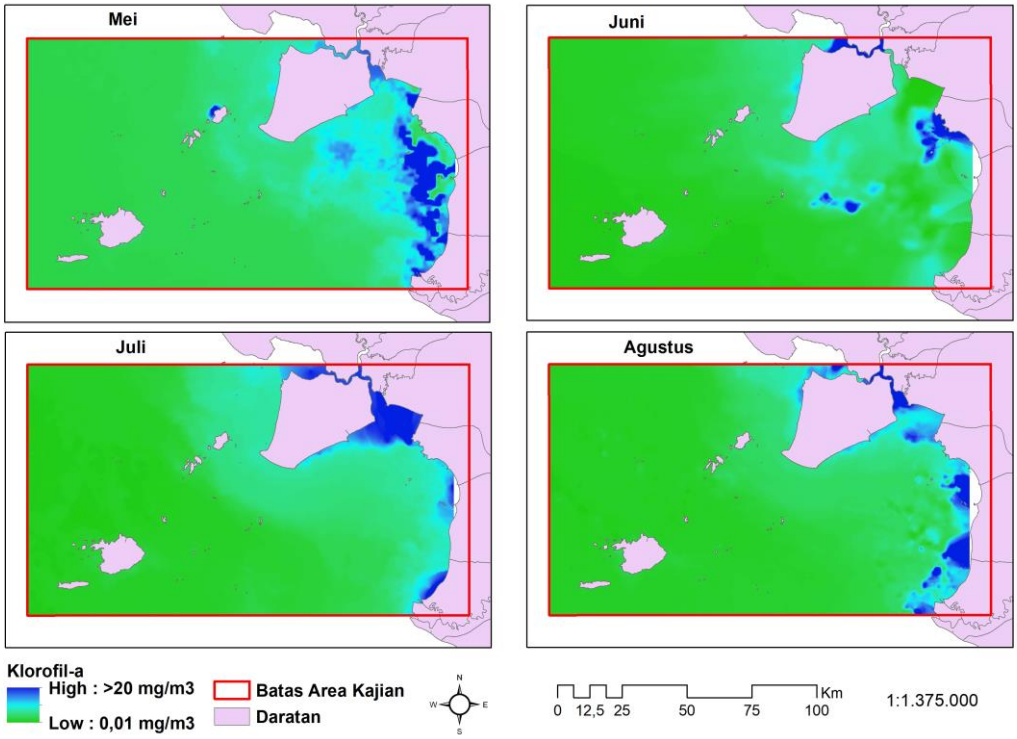
### 4.3 Variabilitas Konsentrasi Klorifil-a

Sebaran konsentrasi klorofil-a yang diekstrak dari citra satelit Aqua MODIS hasil perekaman bulan Januari tahun 2022 sampai dengan bulan Desember tahun

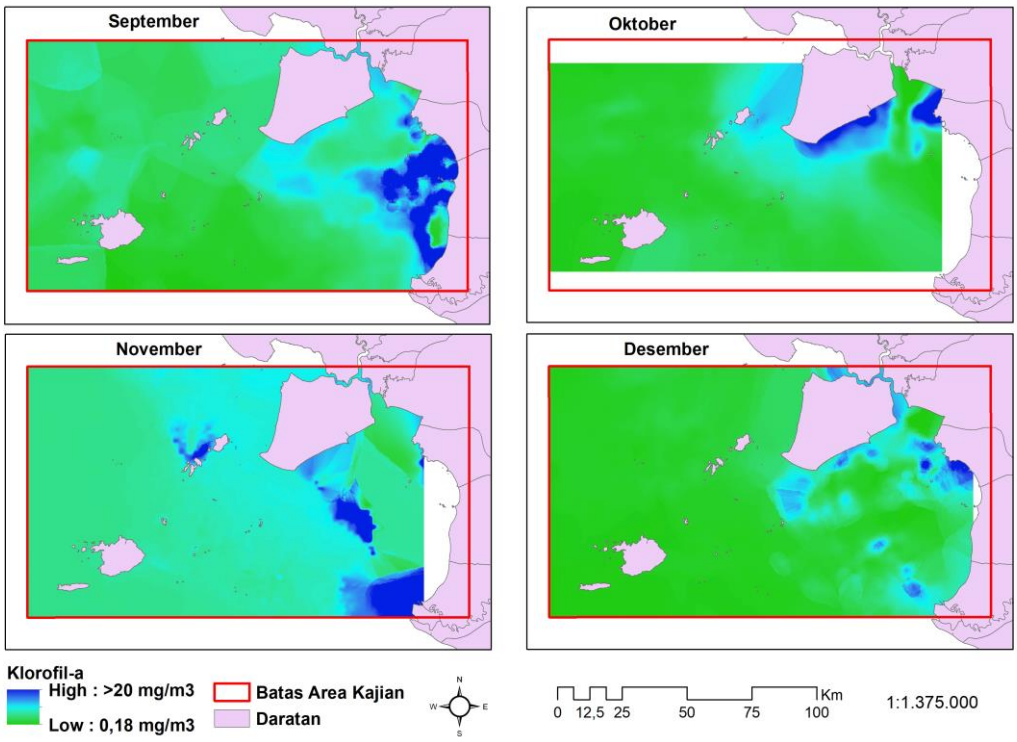
2022 berhasil dipetakan dan menghasilkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Kalimantan Barat berkisar antara 0,01 – 86,35 mg/m$^3$ dengan rata-rata 3,72 mg/m$^3$ (Tabel 1). Data bulanan Klorofil-a di sepanjang tahun 2022 menunjukan nilai di sebelah timur perairan Kayong Utara yang dekat dengan pesisir merupakan konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hasil interpolasi konsentrasi klorofil-a dengan metode Kriging menggunakan data Aqua MODIS bulanan di Perairan Kayong Utara dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.




Gambar 8 Peta Sebaran Klorofil-a bulan Januari, Februari, Maret dan April




Gambar 9 Peta Sebaran Klorofil-a bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus




Gambar 10 Peta Sebaran Klorofil-a bulan September, Oktober, November dan Desember

Tabel 1. Nilai Konsentrasi klorofil-a bulanan tahun 2022

| No | Bulan | Nilai Minimal ($mg/m^3$) | Nilai Maksimal ($mg/m^3$) | Rata-rata ($mg/m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Januari | 0,11 | 55,53 | **2,60** |
| 2 | Februari | 0,38 | 22,38 | **3,08** |
| 3 | Maret | 0,19 | 63,52 | **2,23** |
| 4 | April | 0,28 | 86,35 | **6,82** |
| 5 | Mei | 0,23 | 83,49 | **4,59** |
| 6 | Juni | 0,01 | 75,69 | **2,98** |
| 7 | Juli | 0,42 | 24,79 | **2,09** |
| 8 | Agustus | 0,35 | 55,50 | **2,91** |
| 9 | September | 0,20 | 83,42 | **8,16** |
| 10 | Oktober | 0,18 | 21,43 | **2,04** |
| 11 | November | 0,21 | 81,21 | **3,13** |
| 12 | Desember | 0,32 | 83,22 | **4,08** |
| Rata-rata | | | | **3,72** |

Berdasarkan hasil data citra satelit Aqua MODIS pada Gambar 8,9 dan 10, sebaran konsentrasi klorofil-a perairan Kayong Utara ditinjau dari kriteria status trofik suatu perairan pesisir berdasarkan konsentrasi klorofil-a menurut Vollenweider *et al*. (1998) maka perairan pesisir Kayong Utara sebagian besar tergolong kategori hipereutrofik karena memiliki kisaran konsentrasi klorofil-a perairan >5 $mg/m^3$. Adapun Sebagian kecilnya tergolong dalam kategori mesotrofik dan eutrofik (konsentrasi klorofil <5 $mg/m^3$).

Sebaran klorofil-a di perairan Kayong Utara berbeda antara perairan pesisir atau pantai dengan perairan lepas pantai, dimana perairan pesisir Kayong Utara cenderung memiliki konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi dibandingkan perairan lepas pantai. Hal ini diduga karena adanya kelimpahan nutrient dari daratan terutama aliran dari Sungai Kapuas. Hasil penelitian serupa didapatkan pada penelitian Nazula *et al*. (2019) dimana hasil pemetaan menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi klorofil-a di Teluk Jakarta beragam, bagian paling dekat dengan pantai daerah teluk Jakarta berkisar 2,5 – 34 $mg/m^3$, bagian lepas pantai berkisar 2,5 – 10 $mg/m^3$ sedangkan pada bagian yang mengarah ke lautan semakin menurun berkisar 1- 2,1 $mg/m^3$. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai tersebut antara lain tingginya curah hujan dan berlebihnya akumulasi zat hara dari aliran sungai. Faktor tersebut dapat meningkatkan proses fotosintesis hingga diatas rata-rata dan beresiko terjadinya blooming dan perairan terlalu subur.

# BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

1. Setelah dilakukan uji akurasi, metode Kriging lebih akurat dibandingkan dengan metode interpolasi IDW dengan nilai RMSE masing-masing sebesar 3,889607 dan 3,900089 . Konsentrasi klorofil-a terkecil pada ke dua metode yaitu 0,32 mg/$m^3$ dan terbesar sebesar 83,22 mg/$m^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 4,08 mg/$m^3$.

2. Sebaran klorofil-a pada perairan Kayong Utara menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada wilayah pesisir dan semakin rendah pada perairan lepas pantai. Sebaran klorofil-a bulanan menunjukkan konsentrasi klorofil- a tertinggi terdapat pada bulan September sebesar 8,16 mg/$m^3$ dan yang terendah pada bulan Oktober yaitu sebesar 2,04 mg/$m^3$.

## 5.2 Saran

Penelitian ini dapat di kembangkan dengan menggunakan resolusi citra yang lebih tinggi dan validasi data lapangan agar mendapatkan akurasi yang tinggi, sehingga kedepan bisa digunakan untuk data pendugaan daerah penangkapan ikan.

# BAB VI RINCIAN PENGGUNAAN DANA

| | | |
|---|---|---|
| Uang yang diterima (belum dipotong pajak) | : | Rp. 3.000.000,- |
| Tahap I | : | Rp. 2.100.000 |
| Tahap II | : | Rp. 900.000 |
| Jumlah Penggunaan Dana | : | Rp. 3.000.000 |
| Sisa | : | Rp. 0 |

## REKAPITULASI PENGGUNAAN DANA

### 1. Belanja Bahan Habis Pakai

| No | Nama Item | Volume | Satuan | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peralatan dan Alat Tulis Kantor** | | | | | |
| 1 | ATK Materai | 2 | Buah | 12.000 | 24.000 |
| 2 | ATK Kertas HVS | 1 | Rim | 50.000 | 50.000 |
| 3 | ATK Proposal | 2 | Paket | 23.000 | 46.000 |
| 4 | ATK Laporan Kemajuan | 2 | Paket | 23.000 | 46.000 |
| 5 | ATK Laporan Akhir | 2 | Paket | 23.000 | 46.000 |
| | | | | **Jumlah Biaya (Rp)** | **212.000** |

### 2. Belanja Barang Operasional Lainnya

| No | Nama Item | Volume | Satuan | Harga Satuan (Rp) | Jumlah Harga (Rp) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Pengumpulan Data dan Analisis Data** | | | | | |
| 1 | Honor Petugas survei / pengumpulan data | 12 | Paket | 100.000 | 1.200.000 |
| 2 | Honor Pengolah data | 12 | Paket | 100.000 | 1.200.000 |
| **Publikasi Artikel** | | | | | |
| 1 | Biaya Publikasi Sinta 4 atau 5 | 1 | Terbit | 400.000 | 400.000 |
| | | | | | |
| | | | | **Jumlah Biaya (Rp)** | **2.800.000** |

Pontianak, 27 Oktober 2023
Ketua

Robin Saputra, S.Pi., M.Si

## DAFTAR PUSTAKA


[1] Anderson S. 2001. An evaluation of spatial interpolation methods on air temperature in Phoenix, AZ [paper]. Department of Geography, Arizona State University Tempe.

[2] Aronoff, S. (2005). Remote Sensing for GIS Managers. in Journal of Chemical Information and Modeling. ESRI Press.

[3] Alfiana AN. 2010. Metode Ordinary Kriging pada Geostatistika [skripsi]. Yogyakarta (ID) : Universitas Negeri Yogyakarta.

[4] Bohling G. 2005. Kriging. [Internet]. http://people.ku.edu/~gbohling (diakses 14 Juli 2023).

[5] Baros dan Stojanovic. 2015. Geographic Information System (GIS) in Mapping of Mine Suspected Area in the Republic of Serpska. Republic Administration of Geodetic and Property Affairs, Bosnia and Herzegovina.

[6] Childs, C. 2004. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. ESRI Education Services.

[7] Faudzan A., Suryani S., Budiawati T. 2015. Perbandingan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dengan Metode Ordinary Kriging untuk Estimasi Sebaran Polusi Udara di Bandung. e-Proceeding of Engineering : Vol.2, No.2 Agustus 2015: 6726. ISSN : 2355-9365.

[8] Gamma Design Software. 2005. Interpolation in GS+ [internet]. http://www.geostatistics.com/ OverviewInterpolation.html (diakses 14 April 2023).

[9] Garnero dan Godone. 2013. Comparisons Between Different Interpolation Techniques. Torino. Italia.

[10] Indrabayu, et al., 2011, Prediksi Curah Hujan di Wilayah Makasar Menggunakan Metode Wavelet-Neural Network, Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS, Vol. 09, No. 02, Agustus.

[11] Kurniadi, H., Aprilia, E., Utomo, J. B., Kurniawan, A., & Safril, A. (2018). Perbandingan Metode IDW dan Spline dalam Interpolasi Data Curah Hujan (Studi Kasus Curah Hujan Bulanan di Jawa Timur Periode 2012-2016). Seminar Nasional GEOTIK 2018. ISSN: 2580-8796.

[12] Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. Jakarta: Gramedia.

[13] Naidu, D.S. 2017. concept of geographic information system for a geoinformatics engineer. Andhra University.

[14] O'Reilly JE, Maritorena S, Mitchell B.G, Siegel D.A, Carder K.L, Garver S.A, Kahru M, McClain C. 1998. Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. J Geophys Res.103(11): 24937 – 24953.

[15] Pramono G. 2005. Perbandingan metode trend dan spline untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Kabubaten Maros, Sulawesi Selatan. J Ilmiah Geomatika. 11(1): 20-32.

[16] Pramono G. 2008. Akurasi metode IDW dan kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. J Forum Geografi. 22(1): 145-158.

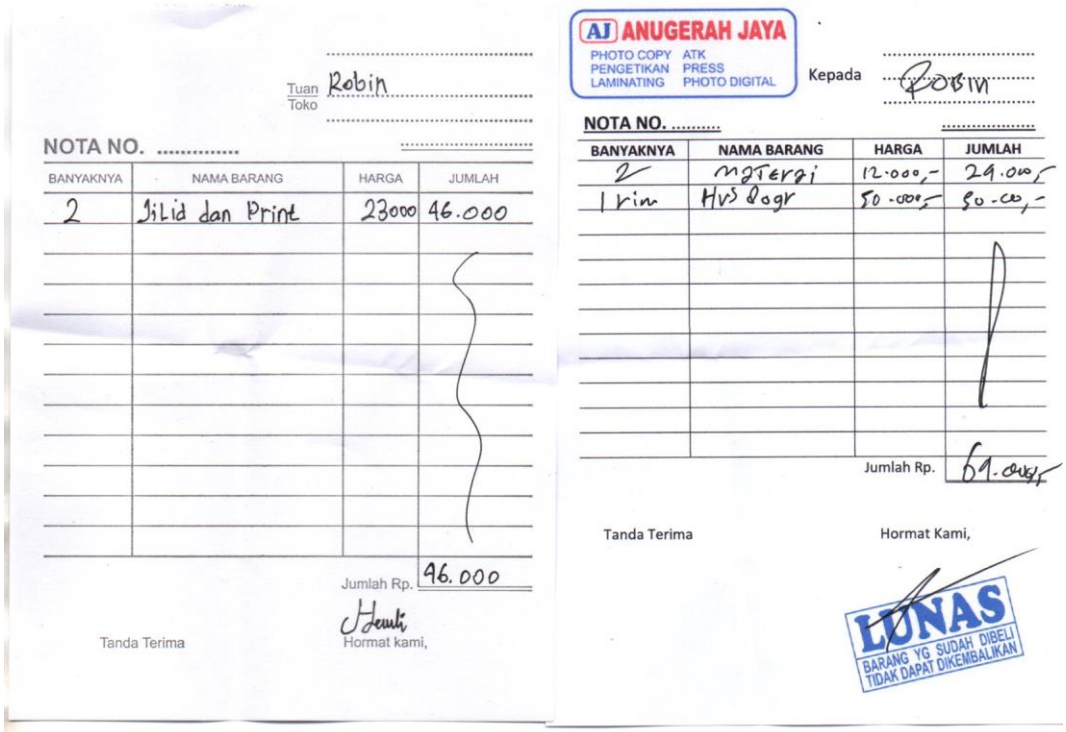
[17] Pasaribu J. M., Nanik Suryo Haryani N. S. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW),

Natural Neighbor dan Spline. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN Vol. 9 No. 2: 126-139.

[18] Riandy M. 2013. Sebaran spasial konsentrasi klorofil-a di perairan Lombok dari data citra Aqua MODIS selama lima tahun (2008-2012) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

[19] Susilo SB. 2000. Penginderaan Jauh Terapan. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

**LAMPIRAN 1**
**BUKTI PENGGUNAAN DANA**



Tuan / Toko: Robin

NOTA NO. .....

| BANYAKNYA | NAMA BARANG | HARGA | JUMLAH |
|---|---|---|---|
| 2 | Jilid dan Print | 23000 | 46.000 |

Jumlah Rp. 46.000

Tanda Terima

Hormat kami,

AJ ANUGERAH JAYA
PHOTO COPY ATK
PENGETIKAN PRESS
LAMINATING PHOTO DIGITAL

Kepada: Robin

NOTA NO. .....

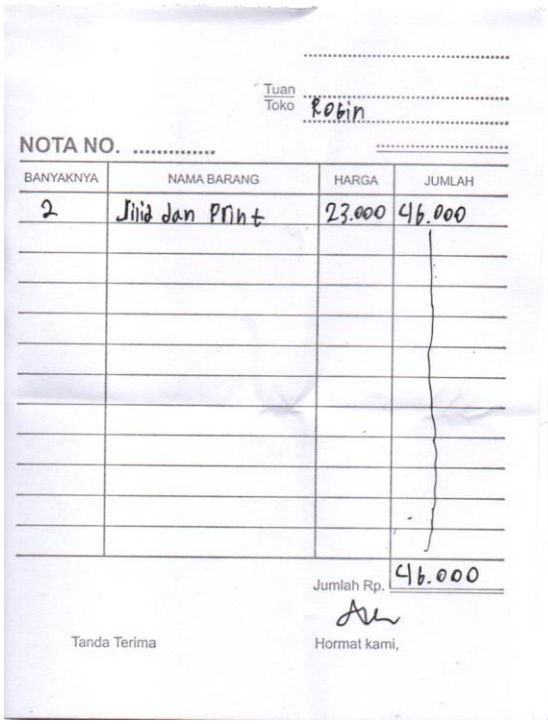
| BANYAKNYA | NAMA BARANG | HARGA | JUMLAH |
|---|---|---|---|
| 2 | Materai | 12.000,- | 29.000,- |
| 1 rim | HVS Dogr | 50.000,- | 50.000,- |

Jumlah Rp. 69.000,-

Tanda Terima

Hormat Kami,

LUNAS
BARANG YG SUDAH DIBELI TIDAK DAPAT DIKEMBALIKAN



Tuan / Toko: Robin

NOTA NO. .....

| BANYAKNYA | NAMA BARANG | HARGA | JUMLAH |
|---|---|---|---|
| 2 | Jilid dan Print | 23.000 | 46.000 |

Jumlah Rp. 46.000

Tanda Terima

Hormat kami,

Tuan / Toko: Robin

NOTA NO. .....

| BANYAKNYA | NAMA BARANG | HARGA | JUMLAH |
|---|---|---|---|
| 2 | Jilid & Print | 23.000 | 46.000 |

Jumlah Rp. 46.000

Tanda Terima

Hormat kami,

**BUKTI TANDA TERIMA HONOR**
**PENGAMBILAN DAN PEROLEHAN DATA**
**CITRA SATELIT AQUA MODIS TAHUN 2022**

| No | Spesifikasi Data Satelit Klorofil-a Aqua Modis | Keterangan |
|---|---|---|
| 1 | AQUA_MODIS.20220109T055001.L2.OC | Bulan Januari 2022 |
| 2 | AQUA_MODIS.20220213T062000.L2.OC | Bulan Februari 2022 |
| 3 | AQUA_MODIS.20220314T055001.L2.OC | Bulan Maret 2022 |
| 4 | AQUA_MODIS.20220423T063500.L2.OC | Bulan April 2022 |
| 5 | AQUA_MODIS.20220531T055501.L2.OC | Bulan Mei 2022 |
| 6 | AQUA_MODIS.20220623T055500.L2.OC | Bulan Juni 2022 |
| 7 | AQUA_MODIS.20220726T063000.L2.OC | Bulan Juli 2022 |
| 8 | AQUA_MODIS.20220726T063000.L2.OC | Bulan Agustus 2022 |
| 9 | AQUA_MODIS.20220912T062001.L2.OC | Bulan September 2022 |
| 10 | AQUA_MODIS.20221009T055501.L2.OC | Bulan Oktober 2022 |
| 11 | AQUA_MODIS.20221122T060500.L2.OC | Bulan November 2022 |
| 12 | AQUA_MODIS.20221218T063000.L2.OC | Bulan Desember 2022 |

**Total Biaya Rp. 1.200.000,00**

**Penerima**

**Yada Pratama**

**Mengetahui**
**Ketua Peneliti**

**Robin Saputra, S.Pi., M.Si**

**BUKTI TANDA TERIMA HONOR**
**PENGOLAHAN DATA PENELITIAN**
**CITRA SATELIT AQUA MODIS TAHUN 2022**

| No | Spesifikasi Data Satelit Klorofil-a Aqua Modis | Keterangan |
|---|---|---|
| 1 | AQUA_MODIS.20220109T055001.L2.OC | Bulan Januari 2022 |
| 2 | AQUA_MODIS.20220213T062000.L2.OC | Bulan Februari 2022 |
| 3 | AQUA_MODIS.20220314T055001.L2.OC | Bulan Maret 2022 |
| 4 | AQUA_MODIS.20220423T063500.L2.OC | Bulan April 2022 |
| 5 | AQUA_MODIS.20220531T055501.L2.OC | Bulan Mei 2022 |
| 6 | AQUA_MODIS.20220623T055500.L2.OC | Bulan Juni 2022 |
| 7 | AQUA_MODIS.20220726T063000.L2.OC | Bulan Juli 2022 |
| 8 | AQUA_MODIS.20220726T063000.L2.OC | Bulan Agustus 2022 |
| 9 | AQUA_MODIS.20220912T062001.L2.OC | Bulan September 2022 |
| 10 | AQUA_MODIS.20221009T055501.L2.OC | Bulan Oktober 2022 |
| 11 | AQUA_MODIS.20221122T060500.L2.OC | Bulan November 2022 |
| 12 | AQUA_MODIS.20221218T063000.L2.OC | Bulan Desember 2022 |

**Total Biaya Rp. 1.200.000,00**

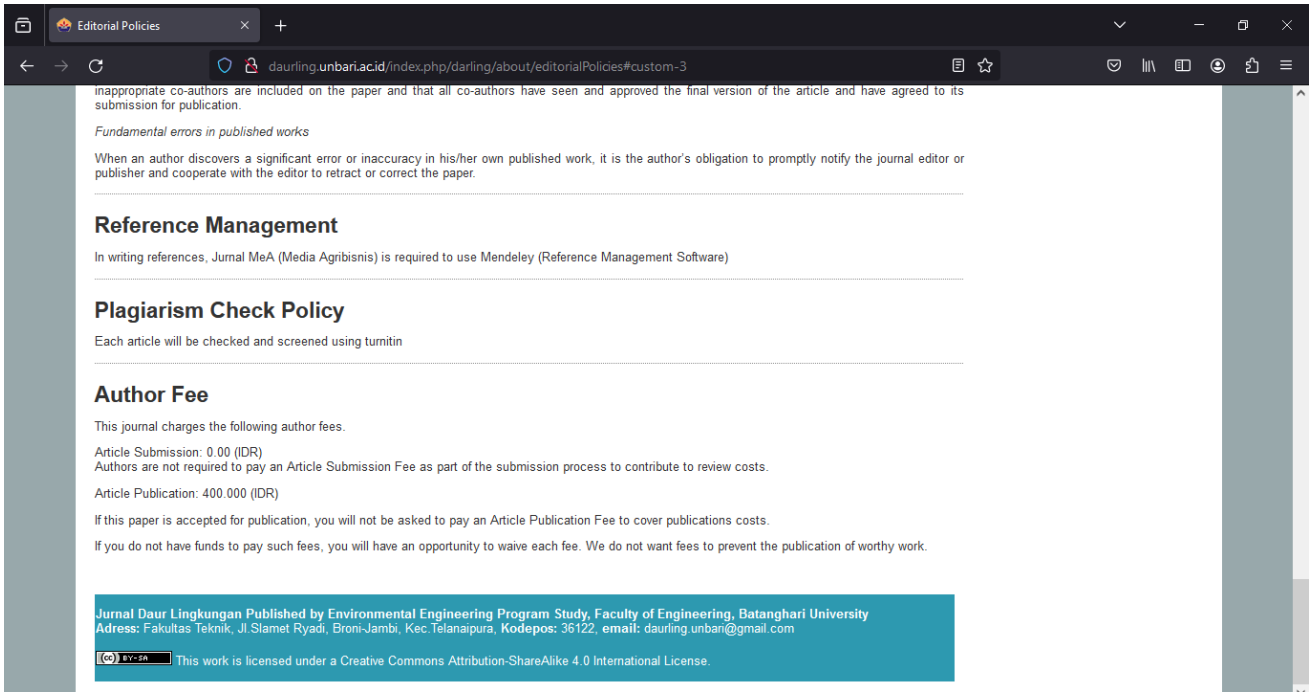
**Penerima**

**Phiguradi Bangun**

**Mengetahui**
**Ketua Peneliti**

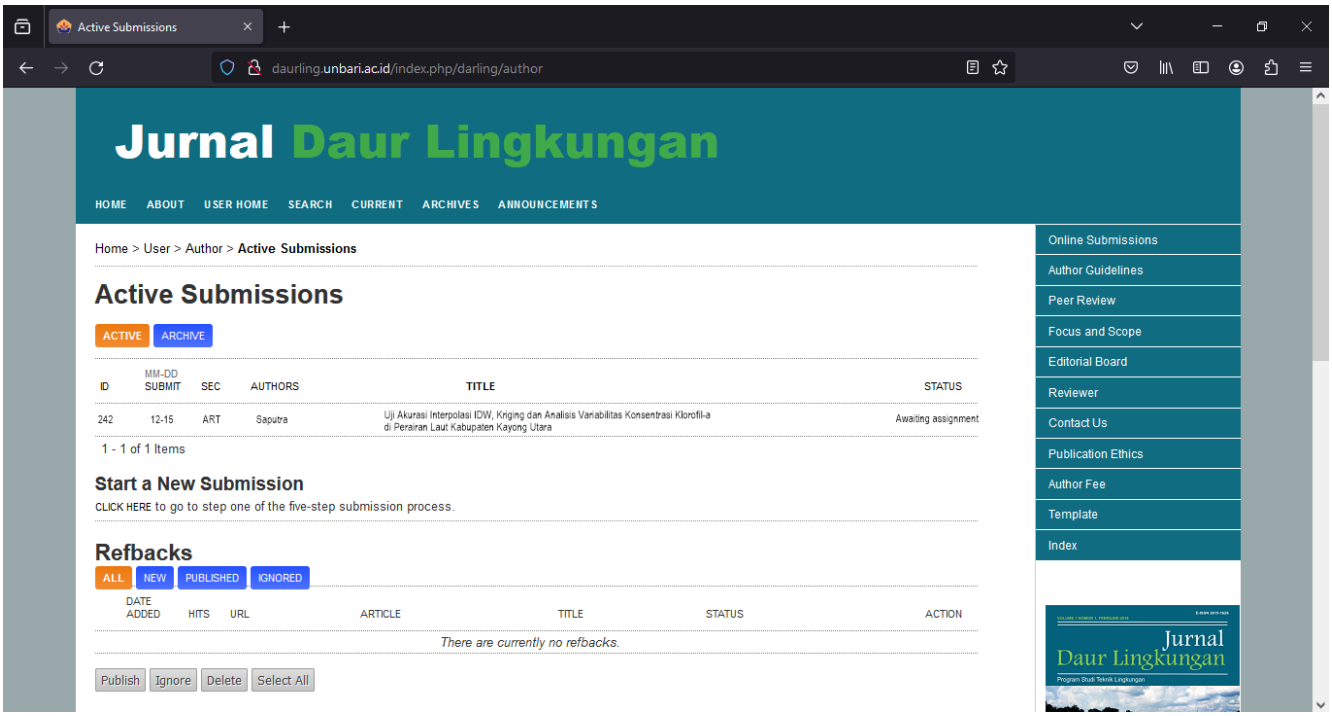
**Robin Saputra, S.Pi., M.Si**

## BUKTI PEMBAYARAN SUBMIT ARTIKEL




Status : Submitted, menunggu di Accepted

# LAMPIRAN BUKTI SUBMIT ARTIKEL



**LAMPIRAN DRAFT ARTIKEL ILMIAH**

**Jurnal DAUR LINGKUNGAN** Agustus 2023, Vol. 6 (2): 1-6 http://journal.daurlingkungan.ac.id
ISSN xxxx-xxxx

# Uji Akurasi Interpolasi *Idw, Kriging* dan Analisis Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Laut Kabupaten Kayong Utara

## *Interpolation Accuracy Test, IDW, Kriging and Analysis Variability of Chlorophyll-a Concentration in Marine Waters of North Kayong Regency.*

Robin Saputra[1,*], Zan Zibar[1], Adityo Raynaldo[1], Sofi Siti Shofiyah[1], Etha Marista[1], Riza Linda[2]

[1]Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO, Pontianak
[2]Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak

**Correspondence :**
*robinsaputra@oso.ac.id

**Keywords :**
IDW
Kriging
Interpolasi
Klorofil-a

**Article Information :**
Received: MMMM, DD[xx], YYYY
Accepted: MMMM, DD[xx], YYYY
Published: MMMM, DD[xx], YYYY

doi.

**Abstract**

Spatial data can be processed using several interpolation methods, but each method will produce different results, the choice of method will affect the results obtained. Choosing an inappropriate interpolation method will provide inaccurate information, therefore it is necessary to choose the right interpolation method so that the information provided is in accordance with the actual situation. To obtain the right method, research is needed. Chlorophyll-a is an important pigment found in phytoplankton which is used for the process of photosynthesis. This makes chlorophyll-a one of the parameters that plays a role in determining the amount of primary productivity in waters (Susilo, 2000). The fertility of waters can be seen from the level of primary productivity produced. This is closely related to the abundance of phytoplankton. So if the abundance of phytoplankton in a body of water is high, it can be said that the water tends to have high primary productivity as well. RMSE accuracy test results show that the Kriging method is more accurate than the IDW interpolation method with RMSE values of 3.889607 and 3.900089 respectively. The smallest chlorophyll-a concentration in the two methods was 0.32 mg/m3 and the largest was 83.22 mg/m3 with an average value of 4.08 mg/m3. The distribution of chlorophyll-a in North Kayong waters shows that the highest concentration values are found in coastal areas and lower in offshore waters. Meanwhile, the monthly distribution of chlorophyll-a shows that the highest chlorophyll-a concentration was in September at 8.16 mg/m3 and the lowest was in October at 2.04 mg/m3.

## PENDAHULUAN

Interpolasi merupakan salah satu teknik pengolahan data spasial dari Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG sangat membantu pekerjaan yang erat kaitannya dengan bidang spasial dan geo-informasi. SIG dapat memberikan gambaran yang lengkap dan komprehensif terhadap suatu masalah nyata terkait spasial permukaan bumi. Pengolahan data spasial memerlukan data studi area yang didapatkan melalui akuisisi data satelit. Salah satu data spasial yang dapat diolah dengan interpolasi adalah Klorofil-a..

Interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematis untuk menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat kontinu di dalam ruang jarak (space) dan saling berhubungan secara spasial (Anderson 2001). Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampling atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah (Gamma Design Software 2005). Setiap metode interpolasi akan memberikan hasil yang berbeda (Pramono 2008). Pemilihan metode yang tepat dalam interpolasi bertujuan untuk mendapatkan dugaan data yang lebih mendekati dengan data klorofil-a uji.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan dugaan data yang lebih mendekati nilai data uji yang diperoleh dari citra satelit Aqua Modis. Perbandingan metode Interpolasi IDW dan kriging oleh BIG sudah pernah dilakukan dengan judul akurasi metode IDW dan kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi, didapatkan hasil metode IDW lebih baik dibandingkan metode kriging. Perbandingan metode Interpolasi trend dan spline telah dijelaskan dalam Pramono (2005). Perbandingan metode Interpolasi IDW dan kriging dalam Pramono (2008), didapatkan metode IDW lebih baik dibandingkan metode kriging dalam interpolasi sedimen tersuspensi.

Klorofil-a merupakan pigmen penting yang terdapat pada fitoplankton yang digunakan untuk proses fotosintesis. Hal ini menjadikan klorofil-a sebagai
salah satu parameter yang memiliki peranan dalam menentukan besarnya produktifitas primer di perairan (Susilo 2000). Kesuburan perairan dapat dilihat dari tinggi rendahnya produktivitas primer yang dihasilkan. Hal ini erat kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton, Sehingga apabila kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan tinggi, maka dapat dikatakan bahwa perairan tersebut cenderung memiliki produktivitas primer yang tinggi pula.

Salah satu cara untuk mengetahui informasi tentang konsentrasi klorofil-a di laut yaitu dengan metode penginderaan jauh (remote sensing). Hasil penginderaan dapat menunjukkan sebaran biomassa fitoplankton yang dijabarkan dalam satuan klorofil (mg/m3). Keuntungan penggunaan satelit untuk penginderaan klorofil-a adalah pengamatan satelit dapat dilakukan dalam cakupan wilayah yang sangat luas dalam waktu yang bersamaan (Riandy 2013). Salah satu satelit yang dapat mengindera konsentrasi klorofil-a di laut adalah satelit Aqua yang membawa sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS).

## METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan laut Kabupaten Kayong Utara. Kegiatan pengambilan data dilaksanakan pada bulan Agustus, akuisisi data dari satelit Aqua Modis yang digunakan yaitu bulan Januari 2022 sampai Desember 2022. Data sampling untuk interpolasi sebanyak 3568 titik dan data uji akurasi yang digunakan untuk perbandingan hasil dari masing-masing interpolasi, dengan jumlah 300 titik. Pengolahan data dilakukan pada bulan Agustus 2023 di Laboratorium Komputer Universitas OSO. Peta penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer, software ArcGis 10.1 dan *SeaDAS*. Bahan yang digunakan yaitu data klorofil-a perairan Kabupaten Kayong Utara di akuisisi citra satelit Aqua Modis pada tahun 2022 dari bulan januari sampai desember. Data klorofil-a diperoleh dari hasil estimasi citra satelit Aqua MODIS Level 3 yang diunduh dari alamat *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Center* di http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov. data tersebut

dijadikan sebagai data yang di interpolasi dan data uji.

Data satelit yang digunakan diunduh dari laman *https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/* dengan ekstensi .nc. Data yang digunakan yaitu klorofil-a dari citra satelit MODIS level-3 dengan durasi data bulanan dan memiliki resolusi 1 km yang merupakan data yang sudah dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Ekstraksi nilai konsentrasi klorofil-a menggunakan algoritma Ocean Chlorophyll 3 band algorithm MODIS (OC3M). Algoritma OC3M digunakan sebagai standar dalam pengolahan citra satelit Aqua MODIS untuk mendapatkan data klorofil-a perairan secara global. Persamaan algoritma OC3M (14) adalah sebagai berikut:

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

$$R = log_{10}(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)})$$

Keterangan:
$Ca$ = konsentrasi klorofil-a (mg/m$^3$)
R = Rasio reflektansi
Rrs = *remote sensing reflectance*
Persamaan algoritma di atas menggunakan rasio maksimum dari reflektansi kanal 443 nm dan 490 nm dengan 550 nm untuk menentukan konsentrasi klorofil-a. Citra yang didapatkan kemudian di ekstrak dengan software SeaDAS. Kemudian data disortir menggunakan Ms.Excel dan disimpan dengan ekstensi (.txt). Selanjutnya dilakukan interpolasi untuk melihat klorofil-a secara spasial, proses interpolasi perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai pada area kosong (piksel kosong) yang tidak terekam akibat adanya gangguan awan.

Setiap metode interpolasi mempunyai analisis statistik yang berbeda-beda dalam menduga titik-titik di sekitar data sampel. Berikut analisis statistik dari masing-masing metode interpolasi. Metode IDW merupakan metode interpolasi konvesional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. Jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya.

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{s} Z_i \ \frac{1}{d_i^k}}{\sum_{i=1}^{s} \frac{1}{d_i^k}}$$

Keterangan:
$Z_0$ = perkiraan nilai pada titik 0
$Z_i$ = apakah nilai z pada titik kontrol i
$d_i$ = jarak antara titik I dan titik 0
k = konstanta
S = jumlah titik S yang digunakan
Kriging merupakan metode yang umum digunakan untuk menganalisis data geostatistik, berdasarkan data sampel. Data sampel biasanya diambil dari lokasi-lokasi atau titik-titik yang tidak beraturan. Metode ini digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai variabel teregional $\hat{Z}$ pada titik tidak tersampel berdasarkan informasi titik tersampel $\hat{Z}$ yang berada di sekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut. *Z(si)* didefinisikan sebagai variabel random pada titik $S_i$,$i$=1,2,3,..,n. Estimator *kriging* $\hat{Z}$(s) dari Z(s) dengan bobot $\lambda$i adalah sebagai berikut (4):

$$\hat{Z}(s) - m(s) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \ [Z(S_i) - m(S_i)]$$

Keterangan:
S = lokasi untuk estimasi
Si = salah satu lokasi data yang berdekatan
m(s) = nilai ekspetasi dari Z(s)
m(Si) = nilai ekspetasi dari Z(Si)
$\lambda$i = pembobot yang menentukan ukuran jarak antar titik
*n* = banyaknya data sampel yang digunakan untuk estimasi

Apabila pada setiap lokasi *Z(s)* terdapat estimator error $\hat{e}$(s) , maka perbedaan antara nilai estimasi

$\hat{Z}(s)$ dengan nilai Z(s) didefinisikan sebagai berikut (3)

$$\hat{e}(s) = \hat{Z}(s) - Z(s)$$

Menghitung nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, dan RMSE dari hasil prediksi interpolasi IDW dan Spline terhadap data titik uji.

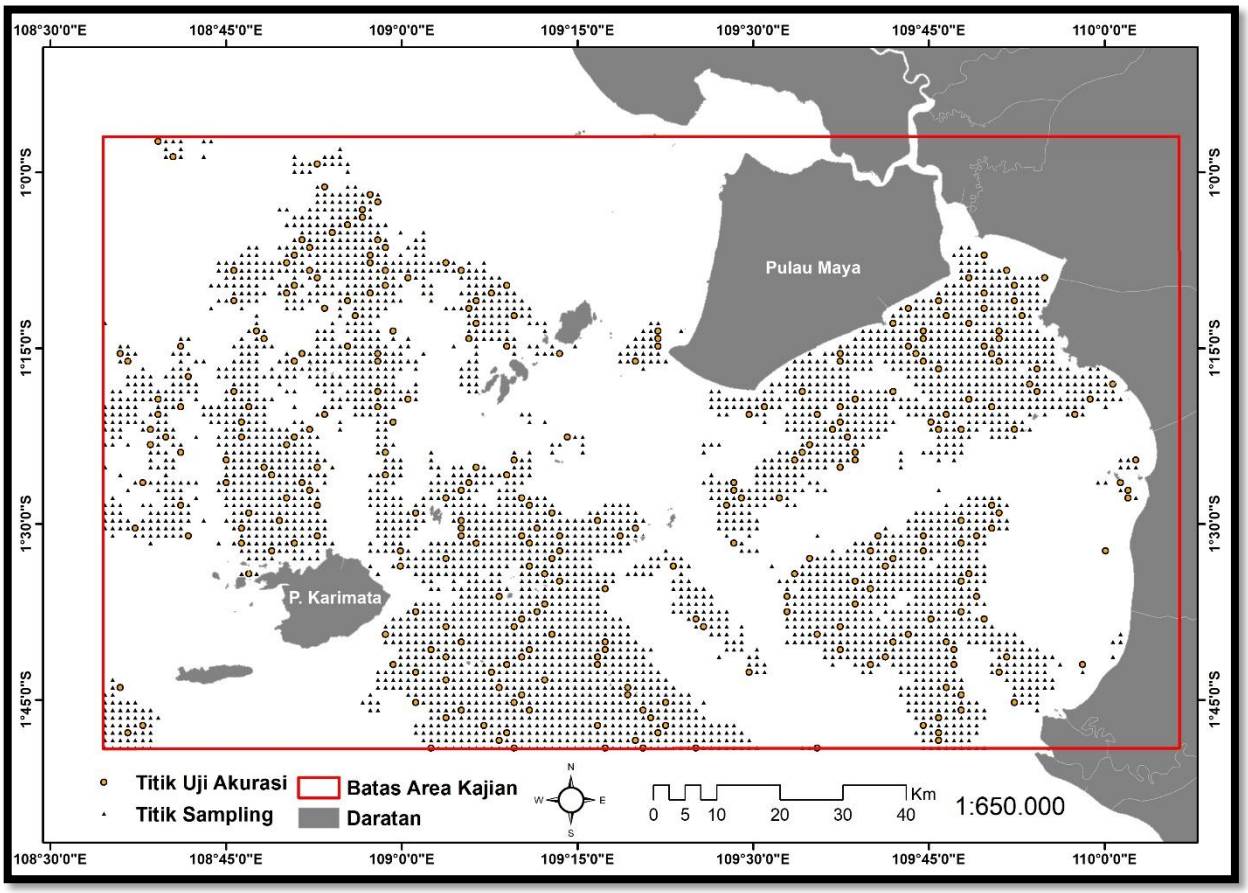
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}[(y_k) - (o_k)]^2}$$

dimana:

$(yk)$ = nilai yang diamati (observasi) pada lokasi k

$(ok)$ = nilai hasil prediksi pada lokasi k

n = jumlah pasangan nilai yang diobservasi dan diprediksi.

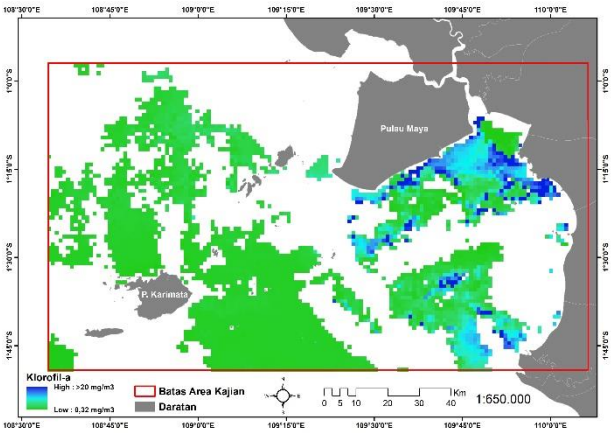



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

## PEMBAHASAN

### Klorofil-A Berdasarkan Citra Satelit Aqua Modis

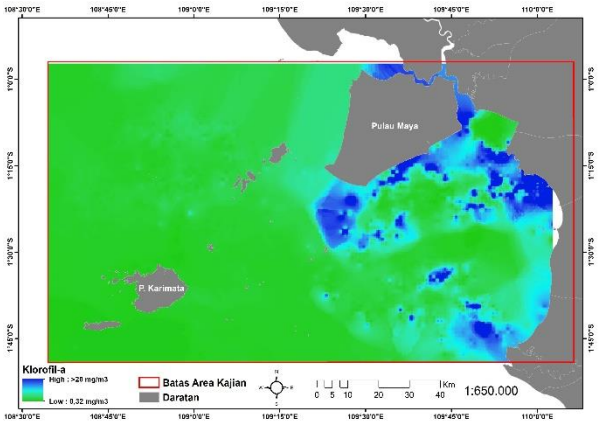
Sebaran konsentrasi klorofil-a yang diekstrak dari citra satelit Aqua MODIS hasil perekaman bulan Desember tahun 2022 menghasilkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Kayong Utara berkisar antara 0,32 – 83,22 mg/m$^3$ dengan nilai klorofil-a rata-rata sebesar 4,08 mg/m$^3$. Terdapat beberapa area kosong (warna putih) pada citra sehingga pada area tersebut tidak terdeteksi nilai kandungan sebaran klorofil-a, hal ini disebabkan karena citra satelit Aqua MODIS terganggu oleh keberadaan awan. Hasil perekaman konsentrasi klorofil-a menggunakan data Aqua MODIS di Perairan Kayong Utara dapat dilihat pada Gambar 2.



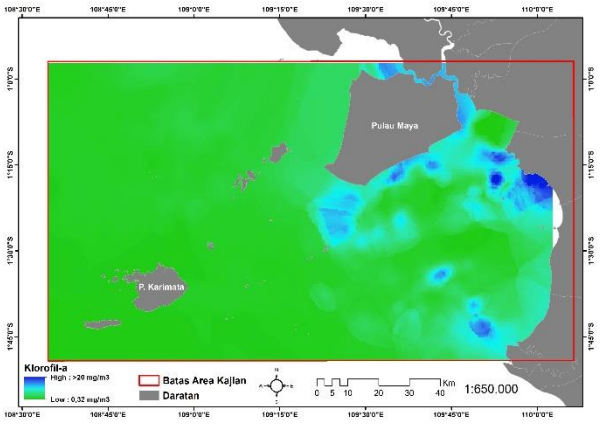

**Gambar 2.** Peta Sebaran Klorofil-a di Area Kajian

## Perbandingan Hasil Interpolasi IDW dan Kriging

IDW adalah salah satu teknik interpolasi permukaan (*surface interpolation*) dengan prinsip titik inputnya dapat berupa titik pusat plot yang tersebar secara acak maupun tersebar merata. Metode bobot inverse distance atau jarak tertimbang terbalik (IDW) memperkirakan nilai-nilai atribut pada titik-titik yang tidak disampel menggunakan kombinasi linier dari nilai-nilai sampel tersebut dan ditimbang oleh fungsi terbalik dari jarak antar titik (Hayati, 2012). Interpolasi *kriging* dapat digolongkan dalam interpolasi stochastic. Interpolasi stochastic menawarkan penilaian kesalahan dengan nilai prediksi dan mengasumsikan kesalahan acak. Metode *kriging* merupakan estimasi stochastic mirip dengan IDW yang menggunakan kombinasi linear dari *weights* untuk memperkirakan nilai di antara sampel data. Metode ini dikembangkan oleh D.L. Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari model ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial. Hasil interpolasi IDW dan Kriging dapat dilihat pada Gambar 3.




(a)




(b)

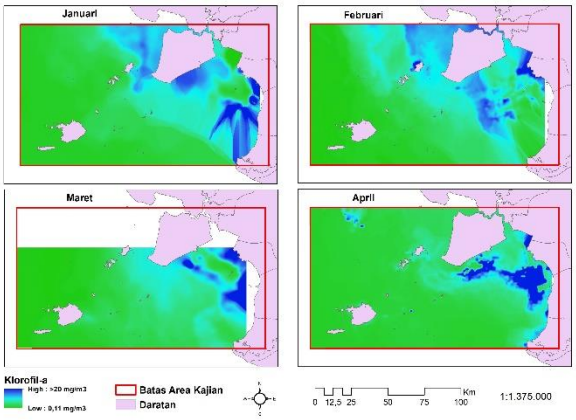
**Gambar 3.** Peta Sebaran Klorofil-a berdasarkan interpolasi (a) IDW (b) Kriging

Berdasarkan Gambar 3 hasil interpolasi IDW dan Kriging, klorofil-a berkisar antara 0,32 – 83,22 mg/m$^3$. Klorofil-a di sebelah timur perairan Kayong Utara yang dekat dengan pesisir merupakan nilai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hasil interpolasi IDW dan Kriging selanjutnya dilakukan uji akurasi dengan menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dan mendapatkan hasil sebesar 3,900089 dan 3,889607 secara berurutan, hasil ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kedua metode tersebut. Kedua metode dapat mengambarkan dan mengestimasi sebaran klorofil-a dengan cukup baik, tetapi dapat kita simpulkan bahwa metode interpolasi Kriging lebih baik untuk mengestimasi nilai konsentrasi klorofil-a di area kajian dan mendekati nilai sebenarnya berdasarkan hasil error yang di dapat dari nilai RMSE. Semakin kecil nilai RMSE berarti model tersebut memiliki

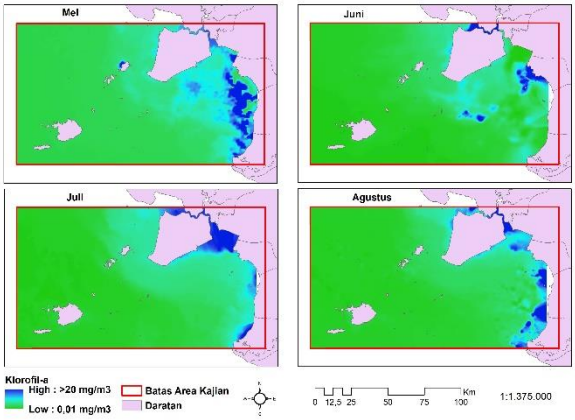
error yang rendah dan mendekati kondisi sebenarnya.

**Variabilitas Konsentrasi Klorifil-a**

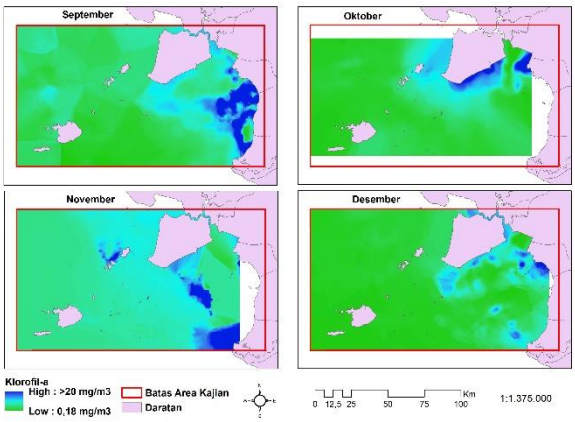
Sebaran konsentrasi klorofil-a yang diekstrak dari citra satelit Aqua MODIS hasil perekaman bulan Januari tahun 2022 sampai dengan bulan Desember tahun 2022 berhasil dipetakan dan menghasilkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Kalimantan Barat berkisar antara 0,01 – 86,35 mg/m$^3$ dengan rata-rata 3,72 mg/m$^3$ (Tabel 1). Data bulanan Klorofil-a di sepanjang tahun 2022 menunjukan nilai di sebelah timur perairan Kayong Utara yang dekat dengan pesisir merupakan konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hasil interpolasi konsentrasi klorofil-a dengan metode Kriging menggunakan data Aqua MODIS bulanan di Perairan Kayong Utara dapat dilihat pada Gambar 4, 5 dan 6.




**Gambar 4** Peta Sebaran Klorofil-a bulan Januari, Februari, Maret dan April




**Gambar 5** Peta Sebaran Klorofil-a bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus




**Gambar 6** Peta Sebaran Klorofil-a bulan September, Oktober, November dan Desember

**Tabel 1.** Nilai Konsentrasi klorofil-a bulanan tahun 2022

| No | Bulan | Nilai Minimal (mg/m$^3$) | Nilai Maksimal (mg/m$^3$) | Rata-rata (mg/m$^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Januari | 0,11 | 55,53 | 2,60 |
| 2 | Februari | 0,38 | 22,38 | 3,08 |
| 3 | Maret | 0,19 | 63,52 | 2,23 |
| 4 | April | 0,28 | 86,35 | 6,82 |
| 5 | Mei | 0,23 | 83,49 | 4,59 |
| 6 | Juni | 0,01 | 75,69 | 2,98 |
| 7 | Juli | 0,42 | 24,79 | 2,09 |
| 8 | Agustus | 0,35 | 55,50 | 2,91 |
| 9 | September | 0,20 | 83,42 | 8,16 |
| 10 | Oktober | 0,18 | 21,43 | 2,04 |
| 11 | November | 0,21 | 81,21 | 3,13 |
| 12 | Desember | 0,32 | 83,22 | 4,08 |

| | |
|---|---|
| Rata-rata | 3,72 |

Berdasarkan hasil data citra satelit Aqua MODIS pada Gambar 8,9 dan 10, sebaran konsentrasi klorofil-a perairan Kayong Utara ditinjau dari kriteria status trofik suatu perairan pesisir berdasarkan konsentrasi klorofil-a menurut Vollenweider *et al.* (1998) maka perairan pesisir Kayong Utara sebagian besar tergolong kategori hipereutrofik karena memiliki kisaran konsentrasi klorofil-a perairan >5 mg/m$^3$. Adapun Sebagian kecilnya tergolong dalam kategori mesotrofik dan eutrofik (konsentrasi klorofil <5 mg/m$^3$).

Sebaran klorofil-a di perairan Kayong Utara berbeda antara perairan pesisir atau pantai dengan perairan lepas pantai, dimana perairan pesisir Kayong Utara cenderung memiliki konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi dibandingkan perairan lepas pantai. Hal ini diduga karena adanya kelimpahan nutrient dari daratan terutama aliran dari Sungai Kapuas. Hasil penelitian serupa didapatkan pada penelitian Nazula *et al.* (2019) dimana hasil pemetaan menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi klorofil-a di Teluk Jakarta beragam, bagian paling dekat dengan pantai daerah teluk Jakarta berkisar 2,5 – 34 mg/m$^3$, bagian lepas pantai berkisar 2,5 – 10 mg/m$^3$ sedangkan pada bagian yang mengarah ke lautan semakin menurun berkisar 1- 2,1 mg/m$^3$. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai tersebut antara lain tingginya curah hujan dan berlebihnya akumulasi zat hara dari aliran sungai. Faktor tersebut dapat meningkatkan proses fotosintesis hingga diatas rata-rata dan beresiko terjadinya blooming dan perairan terlalu subur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Setelah dilakukan uji akurasi, metode Kriging lebih akurat dibandingkan dengan metode interpolasi IDW dengan nilai RMSE masing-masing sebesar 3,889607 dan 3,900089. Konsentrasi klorofil-a terkecil pada ke dua metode yaitu 0,32 mg/m$^3$ dan terbesar sebesar 83,22 mg/m$^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 4,08 mg/m$^3$.
2. Sebaran klorofil-a pada perairan Kayong Utara menunjukkan nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada wilayah pesisir dan semakin rendah pada perairan lepas pantai. Sedangkan sebaran klorofil-a bulanan menunjukkan konsentrasi klorofil- a tertinggi terdapat pada bulan September sebesar 8,16 mg/m$^3$ dan yang terendah pada bulan Oktober yaitu sebesar 2,04 mg/m$^3$.

Penelitian ini dapat di kembangkan dengan menggunakan resolusi citra yang lebih tinggi dan validasi data lapangan agar mendapatkan akurasi yang tinggi, sehingga kedepan bisa digunakan untuk data pendugaan daerah penangkapan ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anderson S. 2001. An evaluation of spatial interpolation methods on air temperature in Phoenix, AZ [paper]. Department of Geography, Arizona State University Tempe.

Aronoff, S. (2005). Remote Sensing for GIS Managers. in Journal of Chemical Information and Modeling. ESRI Press.

Alfiana AN. 2010. Metode Ordinary Kriging pada Geostatistika [skripsi].
Yogyakarta (ID) : Universitas Negeri Yogyakarta.

Bohling G. 2005. Kriging. [Internet]. http://people.ku.edu/~gbohling (diakses 14 Juli 2023).

Baros dan Stojanovic. 2015. Geographic Information System (GIS) in Mapping of Mine Suspected Area in the Republic of Serpska. Republic Administration of Geodetic and Property Affairs, Bosnia and Herzegovina.

Childs, C. 2004. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. ESRI Education Services.

Faudzan A., Suryani S., Budiawati T. 2015. Perbandingan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dengan Metode Ordinary Kriging untuk Estimasi Sebaran Polusi Udara di Bandung. e-Proceeding of Engineering :

Vol.2, No.2 Agustus 2015: 6726. ISSN : 2355-9365.

Gamma Design Software. 2005. Interpolation in GS+ [internet].

http://www.geostatistics.com/ OverviewInterpolation.html (diakses 14 April 2023).

Garnero dan Godone. 2013. Comparisons Between Different Interpolation Techniques. Torino. Italia.

Indrabayu, et al., 2011, Prediksi Curah Hujan di Wilayah Makasar Menggunakan Metode Wavelet-Neural Network, Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring"

UNHAS, Vol. 09, No. 02, Agustus. Kurniadi, H., Aprilia, E., Utomo, J. B., Kurniawan, A., & Safril, A. (2018).

Perbandingan Metode IDW dan Spline dalam Interpolasi Data Curah Hujan (Studi Kasus Curah Hujan Bulanan di Jawa Timur Periode 2012-

2016). Seminar Nasional GEOTIK 2018. ISSN: 2580-8796.

Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S.

Sukardjo. Jakarta: Gramedia. Naidu, D.S. 2017. concept of geographic information system for a geoinformatics engineer. Andhra University.

O'Reilly JE, Maritorena S, Mitchell B.G, Siegel D.A, Carder K.L, Garver S.A,

Kahru M, McClain C. 1998. Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. J Geophys Res.103(11): 24937 – 24953.

Pramono G. 2005. Perbandingan metode trend dan spline untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Kabubaten Maros, Sulawesi Selatan. JIlmiah Geomatika. 11(1): 20-32.

Pramono G. 2008. Akurasi metode IDW dan kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. J Forum Geografi. 22(1):145-158.

Pasaribu J. M., Nanik Suryo Haryani N. S. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spline. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN Vol. 9 No. 2: 126-139.

Riandy M. 2013. Sebaran spasial konsentrasi klorofil-a di perairan Lombok dari

data citra Aqua MODIS selama lima tahun (2008-2012) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Susilo SB. 2000. Penginderaan Jauh Terapan. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.