

**ANALISIS DISTRIBUSI TOTAL SUSPENDED MATTER DAN KLOOROFIL-A MENGGUNAKAN  
CITRA TERRA MODIS LEVEL 1B  
RESOLUSI 250 METER DAN 500 METER**

**(Studi Kasus Daerah Pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung Tahun 2012)**

Muhamad Dicky Hermawan<sup>1)</sup>, Bandi Sasmito, S.T., M.T.<sup>2)</sup>, Ir. Hani'ah<sup>3)</sup>, Dr. Ety Parwati, M.Si<sup>4)</sup>  
Syarif Budhiman, S.Pi., M.Sc.<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro

<sup>2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro

<sup>3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro

<sup>4)</sup> Peneliti Kedeputusan Penginderaan Jauh LAPAN

<sup>5)</sup> Peneliti Kedeputusan Penginderaan Jauh LAPAN

**ABSTRAK**

TSM (*Total Suspended Matter*) adalah material tersuspensi berupa zat organik maupun anorganik yang memiliki diameter  $>1\mu\text{m}$  yang berada di permukaan air, sedangkan Klorofil-A adalah kelompok pigmen fotosintesis yang menyerap cahaya biru, dan merah, serta merefleksikan cahaya hijau. Keduanya dengan jumlah yang besar dapat menutupi permukaan air dan membuat air menjadi hangat dan mengurangi kemampuan air untuk memenuhi kebutuhan oksigen untuk kehidupan biota laut dengan kata lain dapat mengganggu ekosistem perairan.

Dalam pengamatan kualitas air, perlu adanya pengamatan tentang TSM dan Klorofil-A untuk waktu dan tempat yang spesifik, serta berkelanjutan. Data penginderaan jauh dapat menganalisa beberapa parameter dalam cara spasial dan temporal. Akan tetapi masalahnya adalah sulit untuk menemukan algoritma yang sesuai untuk setiap daerah. Dikarenakan setiap daerah memiliki karakteristik yang belum tentu sama. Dengan menggunakan data *time series* akan lebih baik dalam memonitoring kondisi kualitas air.

MODIS adalah satelit yang memiliki *time series* harian, jadi sangat bagus untuk pengamatan daerah perairan. Data yang digunakan dalam pengamatan ini adalah Terra-MODIS level 1B resolusi 250 meter dan 500 meter bulan Januari sampai September dan di validasi dengan data *in situ* bulan Agustus 2012. Beberapa model persamaan digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis sebaran konsentrasi TSM dan Klorofil-A. Hasil pengolahan data didapatkan transformasi kromatisitas kanal merah pada MODIS dapat digunakan untuk analisa sebaran koefisien TSM dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,484 sedangkan rasio antara kanal NIR dengan Kanal biru dapat digunakan untuk analisa sebaran konsentrasi Klorofil-A dengan koefisien korelasi sebesar ( $R^2$ ) 0,924.

**Kata Kunci** : TSM, Total Suspended Matter, Klorofil-A, Terra MODIS, Lampung

**ABSTRACT**

*TSM (Total Suspended Mater) is an oarganic and anorganic suspended material which have a diameter  $> 1\mu\text{m}$  which spread in the water surface, while Chlorophyl-A is a group of photosynthesis pigmen which absorb the blue and red light and reflect the green light. Two of them in the large amount can cover the water surface and make the water warmer and reduce the ability of water to hold oxygen necessary for aquatic life, in other word it could disturb aquatic ecosystem.*

*In water quality observation, it is necessary to know TSM and Chlorophyl-A concentration for the spesific time and place, and continously. Remote sensing data can analyze some parameter in spasial and temporal manner. But the problem is hard to find the algorithm which appropriate for all region. Because each region not clearly have the same characteristic .With using time series data will be better to monitoring the water quality condition.*

*MODIS is a satellite which have a single day time series, so it very good for water observation. This observation using Terra-MODIS level 1B with 250 meter and 500meter resolution from January until September 2012 and validate with in situ data in August 2012. Some of equation models use in this research to analyze cocentration distribution of TSM and Chlorophyl-A. The result indicates that chromaticity transformation of red band in MODIS can use to analyze about coefficient distribution of TSM with correlation coefficient ( $R^2$ ) 0,484 while ratio of NIR band and blue band can use for analyze ababout coefficient distribution of chlorophyl-A in Pesawaran Regency Lampung Province with correlation coefficient ( $R^2$ ) 0,924.*

*Key words : TSM, Total Suspended Matter, Chlorophyl-A, Terra MODIS, Lampung.*

## I. PENDAHULUAN

TSM (Total Suspended Matter) adalah material tersuspensi (diameter > 1  $\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0.45 (Effendi, 2000). Pada umumnya TSM terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena terjadinya pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Sedangkan Klorofil-A adalah kelompok pigmen fotosintesis yang menyerap cahaya biru, dan merah, serta merefleksikan cahaya hijau. Pengamatan terhadap sebaran TSM dan Klorofil-A dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSM maupun Klorofil-A yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air serta mengurangi kadar oksigen didalam air tersebut.

Perairan laut Indonesia selalu berada dalam pengaruh berat baik dari aktifitas perikanan, perusahaan minyak, transportasi laut serta aktifitas warga di daerah pesisir maupun daerah aliran sungai yang bermuara ke laut tersebut. Aktifitas tersebut membawa banyak penyebab resiko terjadinya kerusakan alam dan dapat berakibat merusak sumber daya laut.

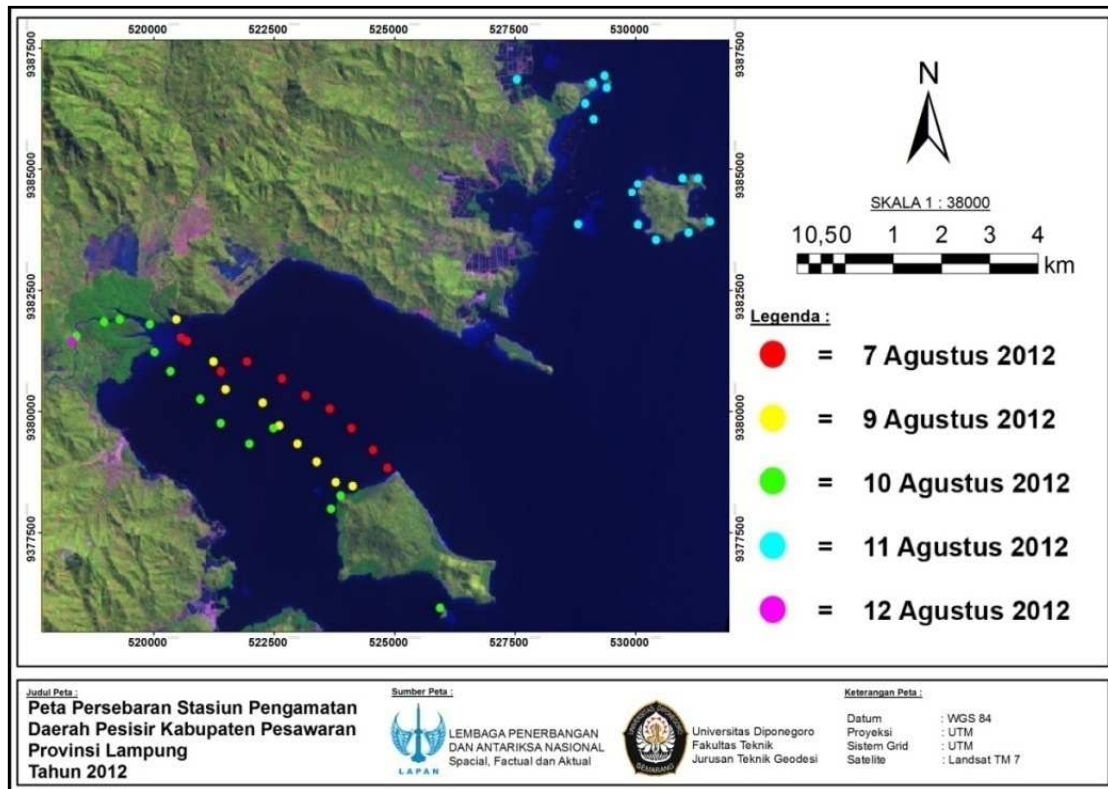
Soegiarto (1976) menyatakan bahwa, definisi wilayah pesisir yang digunakan di Indonesia adalah pertemuan antara darat dan laut; ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air asin, sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran. Menurut Ilahude (2006), wilayah pesisir merupakan lingkungan yang dinamis, unik dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Faktor – faktor yang berpengaruh terhadap lingkungan pesisir antara lain adalah aktifitas di daratan, pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, peningkatan permintaan akan ruang dan sumberdaya, serta dinamika lingkungan pantai. Disamping itu perairan pesisir dipengaruhi oleh interaksi dinamis antara masukan air dari lautan (*ocean waters*) dan air tawar (*fresh water*).

Kabupaten Pesawaran merupakan salah satu dari 14 (empat belas) Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Lampung. Secara geografis Kabupaten Pesawaran terletak antara 104° sampai dengan 105°14' Bujur Timur dan 5°7' sampai dengan 5°48' Lintang Selatan. Secara umum Kabupaten Pesawaran memiliki iklim hujan tropis sebagaimana iklim Provinsi Lampung pada umumnya, curah hujan per tahun berkisar antara 2.264 mm sampai dengan 2.868 mm dan hari hujan antara 90 sampai dengan 176 hari/tahun. Arus angin di Kabupaten Pesawaran bertiup dari Samudra Indonesia dengan kecepatan rata-rata 70 km/hari atau 5,83 km/jam. Sedangkan temperatur udara berkisar antara 26 °C sampai dengan 29 °C dan suhu rata-ratanya adalah 28°C.

Aktifitas - aktifitas yang dilakukan di sekitar sungai dan pesisir terbawa oleh aliran air membawa banyak material baik organik maupun anorganik yang kemudian akan terakumulasi di laut Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung, sehingga mengakibatkan kualitas perairan mengalami degradasi dan eutrofikasi. Gabungan material organik dan anorganik yang disebut TSM (Total Suspended Matter) serta zat hijau daun (Klorofil-A) dapat digunakan sebagai indikator adanya perubahan kualitas perairan di wilayah pesisir.

Penginderaan jauh telah memegang peranan penting untuk inventarisasi, monitoring dan pengelolaan wilayah pesisir melalui kemampuannya memberikan gambaran sinopsis dari wilayah tersebut (Ambarwulan *et al.*, 2003). Citra satelit merupakan teknologi penginderaan jauh yang dapat menggambarkan secara detail kenampakan di bumi. Salah satu aplikasinya adalah dapat mempelajari kualitas air di suatu perairan terbuka. Kualitas perairan memiliki penetrasi cahaya yang berbeda pada daerah tertentu yang dapat diketahu dengan teknik multispektral (Barret dan Curtis, 1982). Kualitas suatu perairan yang dapat dipelajari menggunakan citra satelit diantaranya adalah konsentrasi padatan tersuspensi. Seluruh tubuh perairan secara alami mengandung bahan tersuspensi yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik. Padatan tersuspensi dapat dipantau dengan teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan model statistik.

## II. BAHAN DAN METODE



Gambar 1. Stasiun Pengamatan (Sumber LAPAN, 2012)

### II.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Citra Terra MODIS resolusi 250 meter dan 500 meter dari bulan Januari hingga September 2012. Citra yang dipakai adalah citra yang terbebas dari awan dan diambil satu hari setiap bulan.

Tabel 1. Data penelitian

No.	Tanggal Akuisisi/Nama file	Perolehan Citra	Data <i>In situ</i>
1	17 Januari 2012	Unduh	-
2	07 Februari 2012	Unduh	-
3	23 Maret 2012	Unduh	-
4	09 April 2012	Unduh	-
5	01 Mei 2012	Unduh	-
6	21 Juni 2012	Unduh	-
7	09 Juli 2012	Unduh	-
8	07 Agustus 2012	LAPAN	Ada
9	10 Agustus 2012	LAPAN	Ada
10	06 September 2012	Unduh	-
11	Landsat rec_base_Sutm48_1	LAPAN	-

Data TSM dan Klorofil-A *in situ* yang digunakan didapatkan dari LAPAN. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 7,9,10,11,12 Agustus 2012.

## II.2. Metode

Metode yang dilakukan dalam pemrosesan Citra Terra MODIS dan data *in situ* TSM dan Klorofil-A adalah sebagai berikut :

1. Koreksi *Bow Tie* dan Koreksi Radiometrik  
 Koreksi *Bow tie* dilakukan untuk menghilangkan duplikasi data pada beberapa bagian dari citra yang disebabkan oleh kelengkungan bumi. Kelengkungan bumi mengakibatkan piksel yang berada ditepian citra lebih besar dari piksel di tengah.  
 Sedangkan koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosferik pada citra dengan mengubah nilai digital pada citra menjadi nilai reflektan.  
 Koreksi dilakukan dengan menggunakan *MODIS Conversion toolkit* pada *software* ENVI 4.7
2. Fusi  
 Fusi digunakan untuk menggabungkan kanal 3 dan 4 pada Terra MODIS resolusi 500 meter ke Terra MODIS resolusi 250 meter. Sehingga didapatkan citra Terra MODIS dengan resolusi 250 meter akan tetapi memiliki 4 kanal. Proses ini dilakukan dengan *software* ER Mapper 7.0.
3. Cropping  
*Cropping* bertujuan untuk memotong citra di tempat penelitian sehinggaakan lebih fokus dalam penelitian pada daerah yang diteliti. Proses ini dilakukan dengan *software* ER Mapper 7.0.
4. Koreksi Geometrik  
 Koreksi Geometrik bertujuan agar citra bergeoreferensi dan mempunyai koordinat yang sebenarnya. Proses ini dilakukan dengan *software* ER Mapper 7.0
5. Masking  
*Masking* digunakan untuk memisahkan antara daratan, awan dan lautan, dimana dalam penelitian ini bagian yang akan diteliti adalah daerah perairan, sehingga daratan dan awan dihilangkan. Dalam penelitian ini proses masking dilakukan dengan mengalikan nilai spektral yang terdapat dalam citra asli dengan citra yang mempunyai nilai spektral 1 untuk perairan dan null untuk daratan dan awan. Langkah pertama dilakukan masking antara daratan dengan lautan dengan persamaan :  

$$\text{If } i1/i2 \leq 0.65 \text{ then } 1 \text{ else null } \dots\dots\dots (1)$$
 Dimana dalam penelitian ini  $i1$  adalah kanal 2 (NIR) dan  $i2$  adalah kanal 4 (hijau).
6. Pengembangan Model Algoritma  
 Prediksi nilai konsentrasi TSM dihitung berdasarkan algoritma yang didapat dari hubungan antara nilai konsentrasi TSM dilapangan dengan nilai reflektan citra (Ankiq Tufiqurrohman S, 2011). Pengembangan model empiris pendugaan Total Suspended Matter dan Klorofil-A pada MODIS dilakukan dengan cara mengkorelasikan nilai reflektansi citra MODIS pada koordinat yang sama dengan data lapangan menggunakan berbagai bentuk persamaan regresi (Linear, Eksponensial, Logaritmik, Polinomial orde 2, polynomial orde 3 dan power).  
 Transformasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
  - a. Kanal Merah
  - b. Kanal NIR
  - c. Kanal Biru
  - d. Kanal Hijau
  - e. Rasio kanal Merah / NIR  $= \frac{\text{Kanal 1}}{\text{Kanal 2}}$
  - f. Rasio kanal Merah / Biru  $= \frac{\text{Kanal 1}}{\text{Kanal 3}}$
  - g. Rasio kanal Merah / Hijau  $= \frac{\text{Kanal 1}}{\text{Kanal 4}}$
  - h. Rasio kanal NIR / Biru  $= \frac{\text{Kanal 2}}{\text{Kanal 3}}$
  - i. Rasio kanal NIR / Hijau  $= \frac{\text{Kanal 2}}{\text{Kanal 4}}$
  - j. Rasio kanal Biru / Hijau  $= \frac{\text{Kanal 3}}{\text{Kanal 4}}$
  - k. Kromatisiti Merah  $= \frac{\text{Kanal 1}}{\text{Kanal 1} + \text{Kanal 3} + \text{Kanal 4}}$

l. Kromatisiti Biru

$$\frac{\text{Kanal 3}}{\text{Kanal 1} + \text{Kanal 3} + \text{Kanal 4}}$$

m. Kromatisiti Hijau

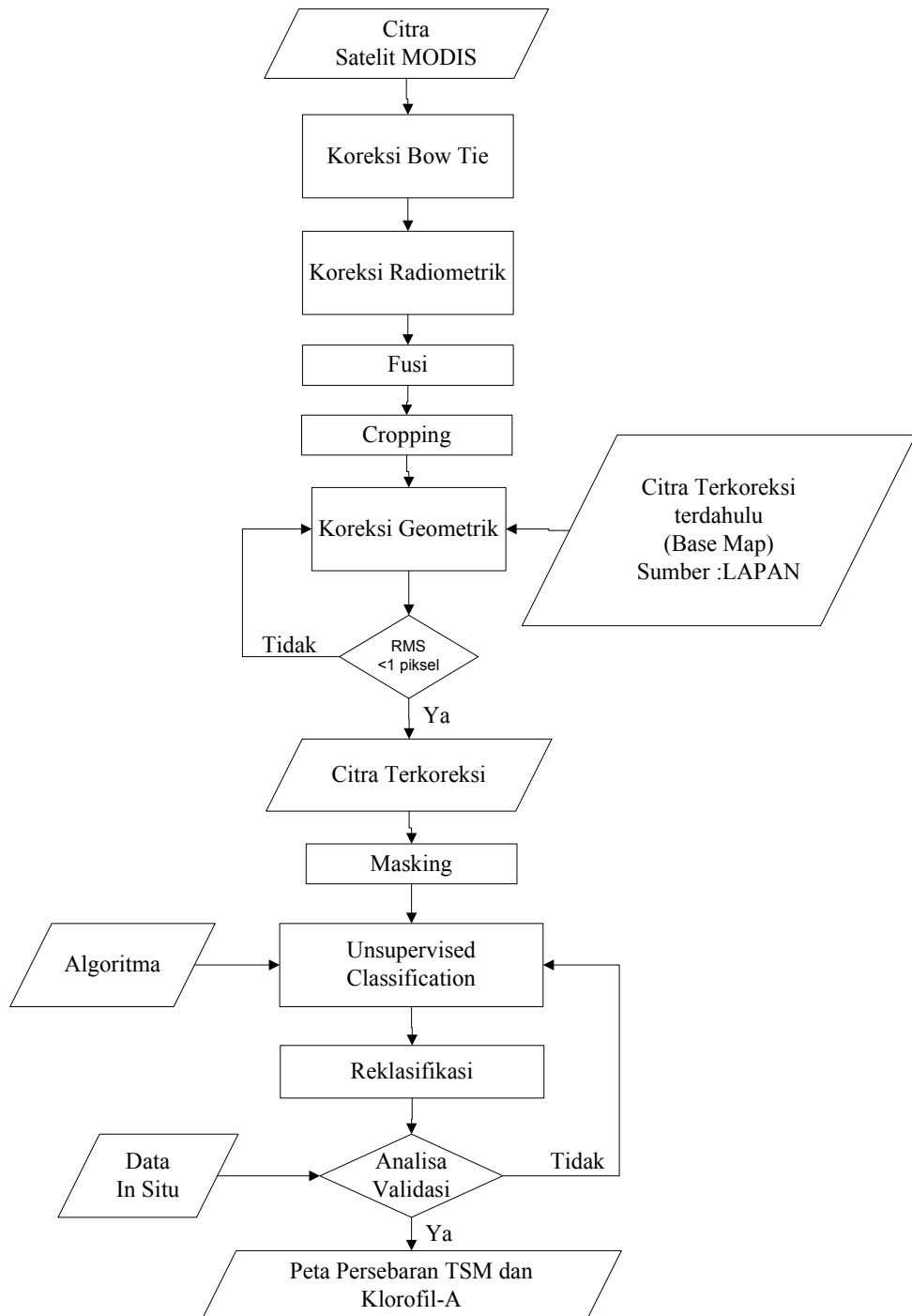
$$\frac{\text{Kanal 4}}{\text{Kanal 1} + \text{Kanal 3} + \text{Kanal 4}}$$

7. Reklasifikasi Citra

Reklasifikasi citra dilakukan untuk mengetahui sebaran TSM dan Klorofil-A. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*). Proses ini dilakukan dengan *software* ER Mapper 7.0

8. Layouting Peta

Layouting peta dilakukan sebagai tahap roses akhir untuk memudahkan dalam penganalisaan data persebaran TSM dan Klorofil-A. Proses ini dilakukan dengan *software* Arc GIS 9.3.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan data

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### III.1. Pengujian Model

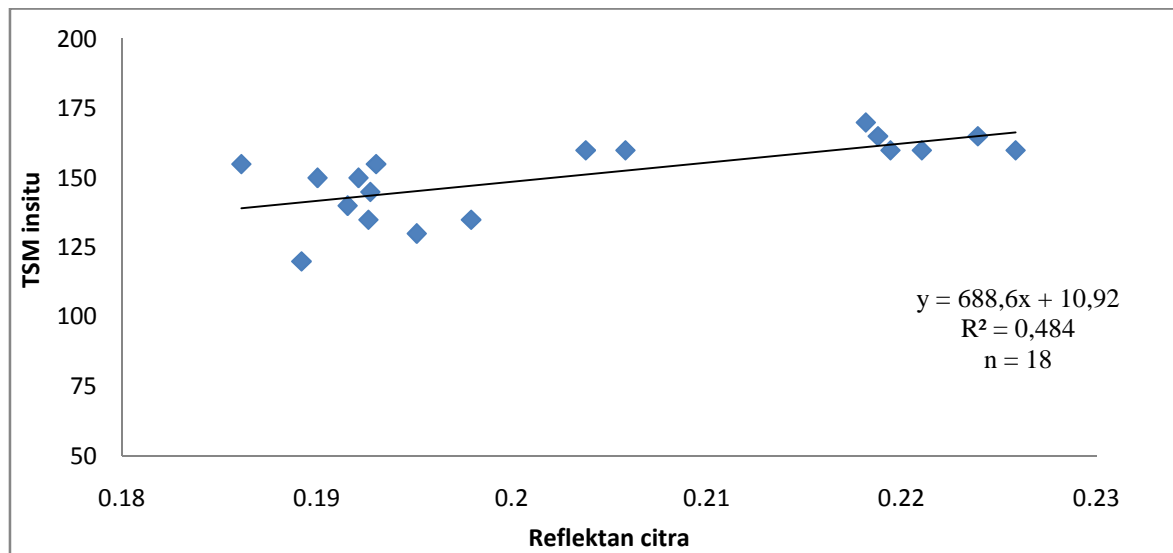
##### III.1.1. Algoritma Pendugaan TSM

Algoritma yang digunakan untuk menganalisis sebaran TSM di daerah Pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung didapatkan dari beberapa transformasi antara nilai reflektan citra Terra MODIS dengan data *in situ* pada lokasi yang sama. Total stasiun pengamatan berjumlah 39 titik, akan tetapi dalam pembuatan model pendugaan TSM pada penelitian ini hanya digunakan 18 titik stasiun dikarenakan adanya stasiun yang tertutup awan maupun yang masih terkena *haze* sehingga data yang dihasilkan menjadi *blunder*.

Berdasarkan pengolahan model algoritma pendugaan *Total Suspended Matter* didapatkan bahwa transformasi kromatisiti pada kanal merah dapat digunakan dalam pendugaan TSM pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dengan persamaan :

$$y = 688,6x + 10,92 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan nilai koefisien korelasinya ( $R^2$ ) sebesar 0,484. Dengan y adalah nilai TSM duga dan x adalah nilai kromatisiti kanal merah dari citra.



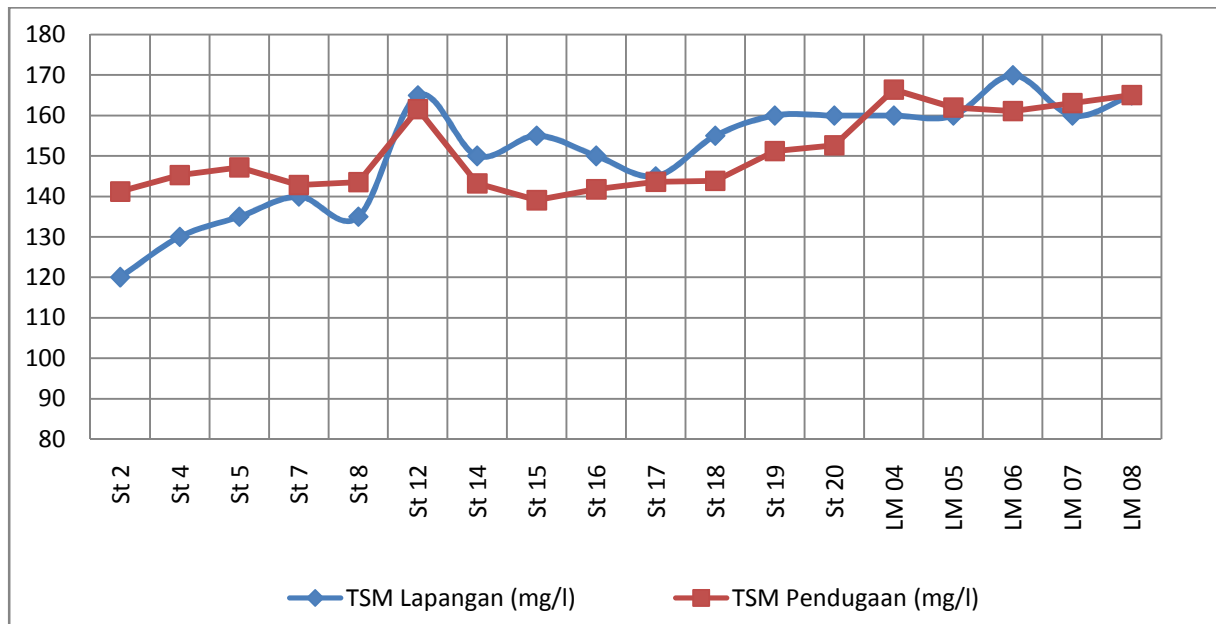
Gambar 3. Grafik Permodelan Pendugaan TSM

Hal ini didukung dengan pengujian uji-t sebagai berikut :

Tabel 2. Uji-t antara TSM *in situ* dengan TSM Pengembangan Model

Variabel	t hitung	t tabel
TSM <i>in situ</i> dengan TSM Pendugaan	0,00133	2,03224

Tabel diatas memperlihatkan hasil uji-t antara nilai tengah konsentrasi TSM *in situ* dengan nilai tengah konsentrasi TSM duga. Hasil dari uji-t tersebut menunjukkan t-hitung berada pada selang antara  $\pm$  t-tabel [(-) t-tabel < t-hitung < (+) t-tabel], sehingga dapat dikatakan bahwa pengujian tersebut bersifat  $H_0$ , yaitu tidak ada perbedaan antara nilai tengah konsentrasi TSM *in situ* dengan nilai tengah konsentrasi TSM pendugaan.



Gambar 4. Grafik hubungan antara Nilai Konsentrasi TSM *in situ* dengan TSM Pendugaan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi TSM dugaan memiliki kecenderungan pola yang sama dengan konsentrasi TSM dilapangan, akan tetapi terlihat beberapa stasiun yang memiliki perbedaan yang signifikan yaitu pada stasiun 2, 4, 5, 15 dan LM 06.

Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh :

1. Kondisi citra yang mendapat pengaruh dari tutupan kabut tipis (*haze*) yang tidak hilang meskipun telah dilakukan koreksi atmosferik.
2. Perbedaan waktu antara pengambilan data *in situ* dengan waktu citra MODIS. Kondisi lapangan yang cerah berbanding terbalik dengan kondisi citra yang cenderung berawan.

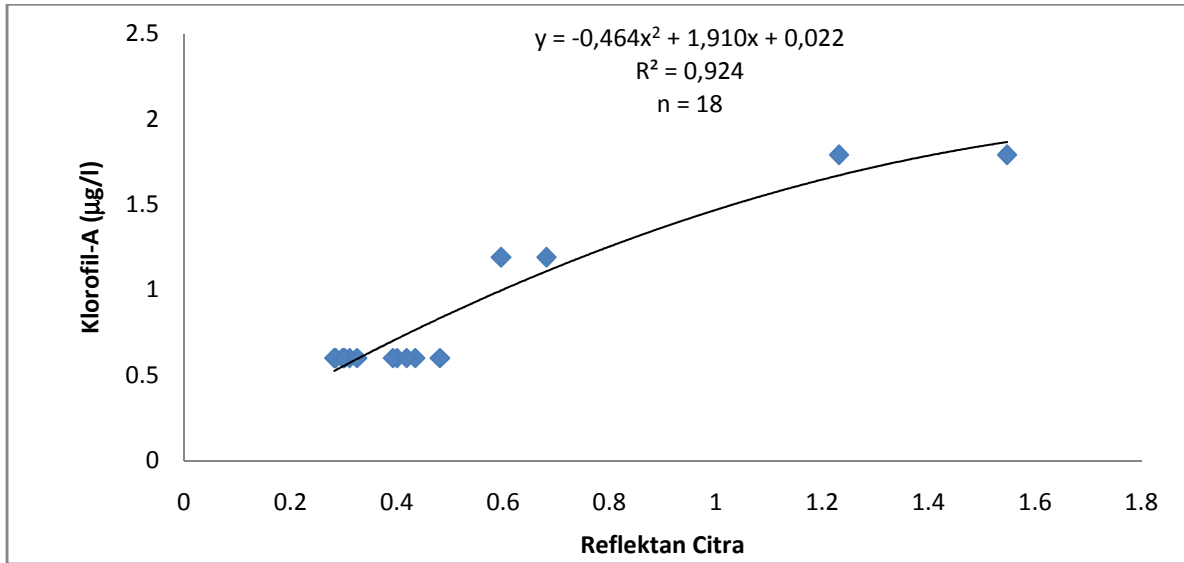
### III.1.2. Algoritma Pendugaan Klorofil-A

Algoritma yang digunakan untuk menganalisis sebaran Klorofil-A di daerah Pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung didapatkan dari beberapa transformasi antara nilai reflektan citra Terra MODIS dengan data *in situ* pada lokasi yang sama. Total stasiun pengamatan berjumlah 39 titik, akan tetapi dalam pembuatan model pendugaan Klorofil-A pada penelitian ini hanya digunakan 18 titik stasiun dikarenakan adanya stasiun yang tertutup awan maupun yang masih terkena *haze* sehingga data yang dihasilkan menjadi *blunder*.

Berdasarkan pengolahan model algoritma pendugaan Klorofil-A didapatkan bahwa rasio antar kanal 2 dan kanal 3 dapat digunakan dalam pendugaan Klorofil-A pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dengan persamaan :

$$y = -0,464x^2 + 1,910x + 0,022..... (3)$$

Dengan nilai koefisien korelasinya ( $R^2$ ) sebesar 0,924. Dengan y adalah nilai Klorofil-A duga dan x adalah nilai rasio kanal 2 dan kanal 3 dari citra.



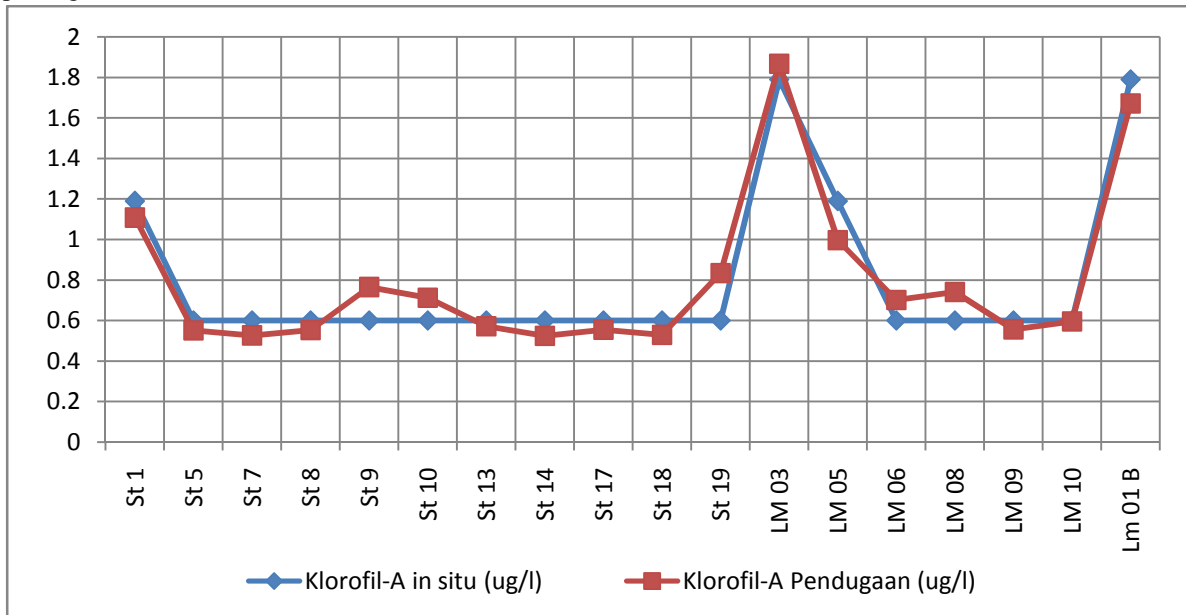
Gambar 5. Grafik Permodelan Pendugaan Klorofil-A

Hal ini didukung dengan pengujian uji-t sebagai berikut :

Tabel3. Uji-t antara Klorofil-A *in situ* dengan Klorofil-A Pengembangan Model

Variabel	t hitung	t tabel
Klorofil-A <i>in situ</i> dengan Klorofil-A Pendugaan	0,0034	2,0322

Tabel diatas memperlihatkan hasil uji-t antara nilai tengah konsentrasi Klorofil-A *in situ* dengan nilai tengah konsentrasi Klorofil-A dugaan. Hasil dari uji-t tersebut menunjukkan t-hitung berada pada selang antara  $\pm$  t-tabel [(-) t-tabel < t-hitung < (+) t-tabel], sehingga dapat dikatakan bahwa pengujian tersebut bersifat  $H_0$ , yaitu tidak ada perbedaan antara nilai tengah konsentrasi Klorofil-A *in situ* dengan nilai tengah konsentrasi TSM pendugaan.



Gambar IV.6. Grafik hubungan antara Nilai Konsentrasi Klorofil-A *in situ* dengan Klorofil-A Pendugaan

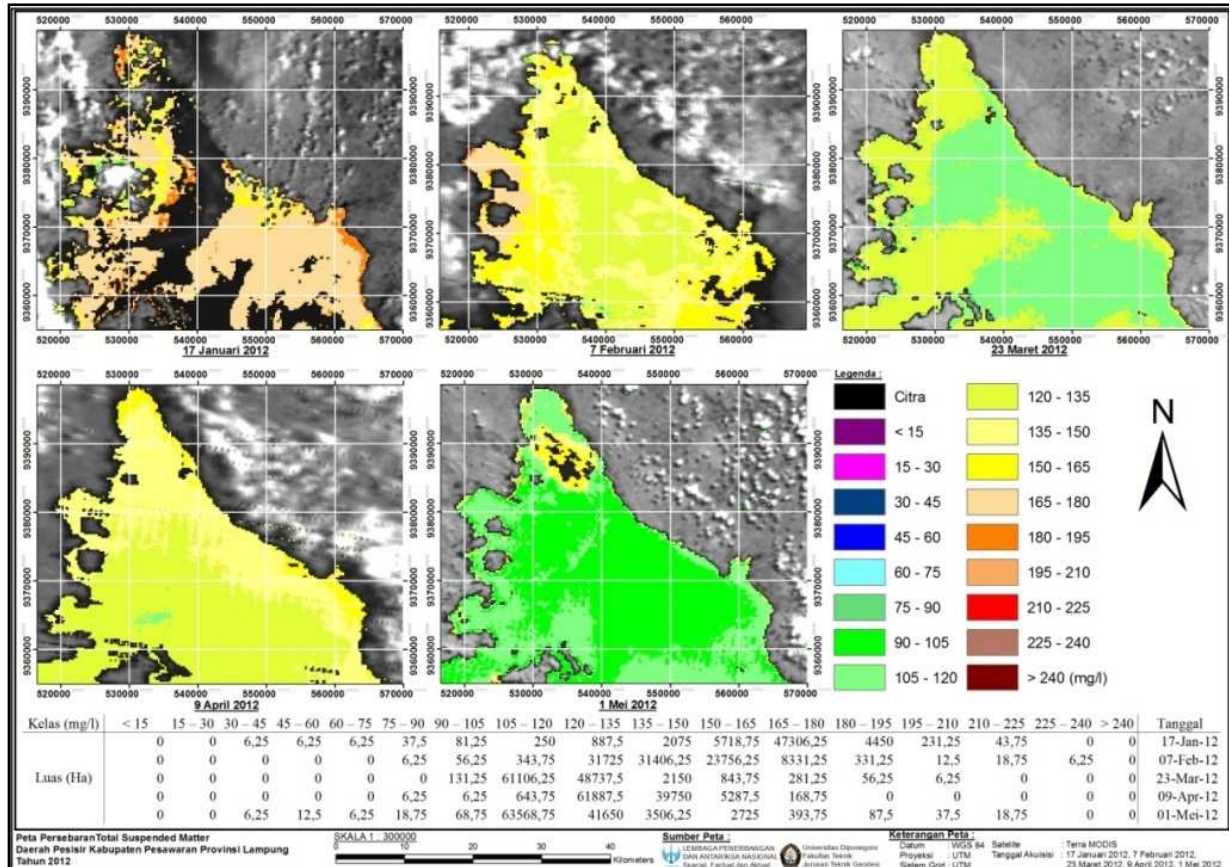
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi Klorofil-A dugaan memiliki kecenderungan pola yang sama dengan konsentrasi Klorofil-A lapangan, akan tetapi memiliki perbedaan yang signifikan pada stasiun 9, 10, 19 dan LM 08.



Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh :

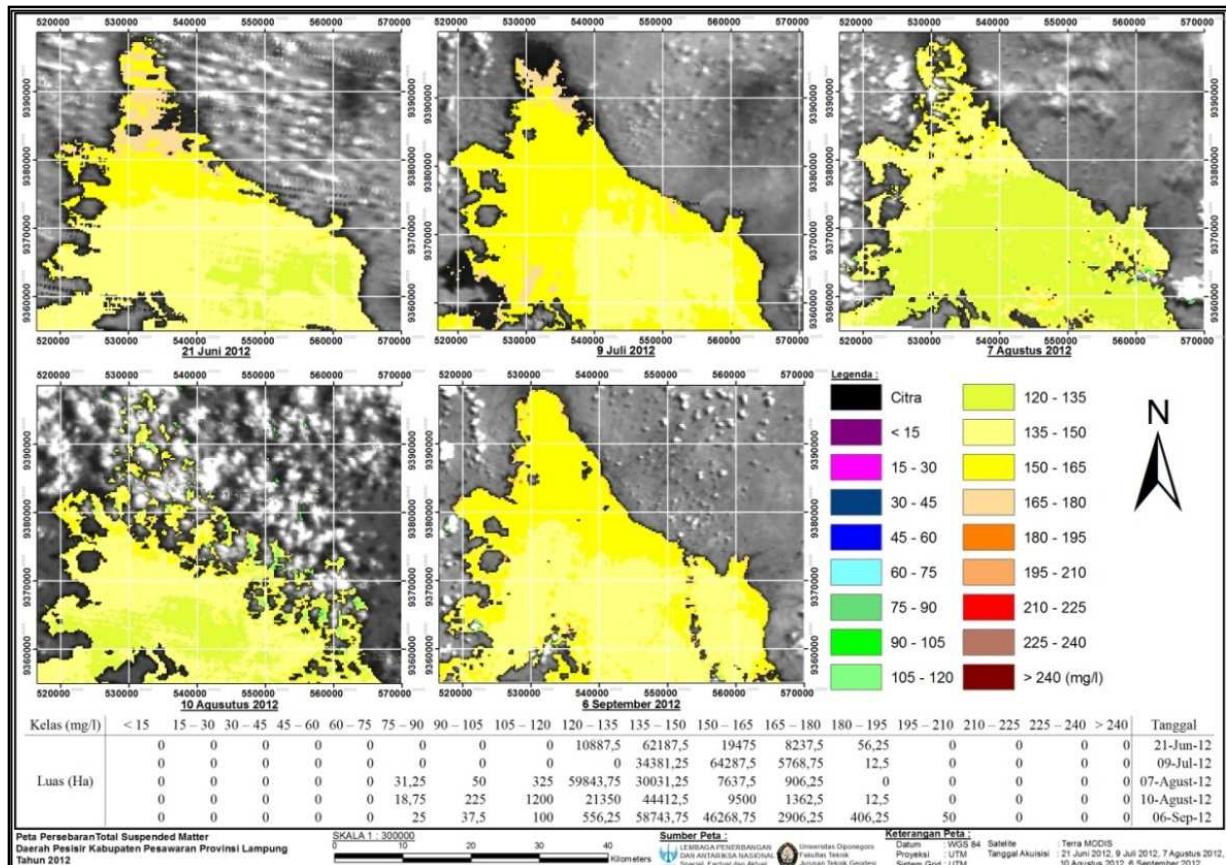
1. Kondisi citra yang mendapat pengaruh dari tutupan kabut tipis (*haze*) yang tidak hilang meskipun telah dilakukan koreksi atmosferik.
2. Perbedaan waktu antara pengambilan data *in situ* dengan waktu citra MODIS. Kondisi lapangan yang cerah berbanding terbalik dengan kondisi citra yang cenderung berawan.

### III.2. Peta Persebaran TSM



Gambar7. Konsentrasi TSM Berdasarkan Nilai Konsentrasi Bulan Januari sampai Mei 2012

Gambar 7 memperlihatkan pada bulan Januari hingga Mei 2012 perairan pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung mengalami penurunan dari bulan Januari yang didominasi nilai konsentrasi 165 – 180 mg/l, february dengan nilai konsentrasi yang mendominasi 135 – 150 mg/l, Maret 135 -150 mg/l, akan tetapi mengalami kenaikan kembali pada bulan April dengan nilai konsentrasi 120 – 180 mg/l dan mengalami penurunan kembali pada bulan Mei dengan nilai konsentrasi 90 – 120 mg/l.



Gambar 8 Konsentrasi TSM Berdasarkan Nilai Konsentrasi Bulan Juni sampai September 2012

Gambar 8 memperlihatkan hampir pada bulan Juni hingga bulan September, nilai konsentrasi TSM pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung berada pada kisaran yang cukup tinggi yaitu 135 – 165 mg/l.

Sehingga dapat dikategorikan bahwa konsentrasi TSM di daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung memiliki tingkatan tinggi menurut pembagian yang dilakukan oleh effendi (tabel 4) sehingga kurang baik bagi kepentingan perikanan.

Tabel 4. Kadar Muatan Padatan Tersuspensi dan Pengaruhnya Terhadap Perikanan (Effendi, 2003)

Nilai (mg/l)	Pengaruh Terhadap Perikanan
< 25	Tidak berpengaruh
25 - 80	Sedikit berpengaruh
81 - 400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
>400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

### III.3. Peta Persebaran Klorofil-A

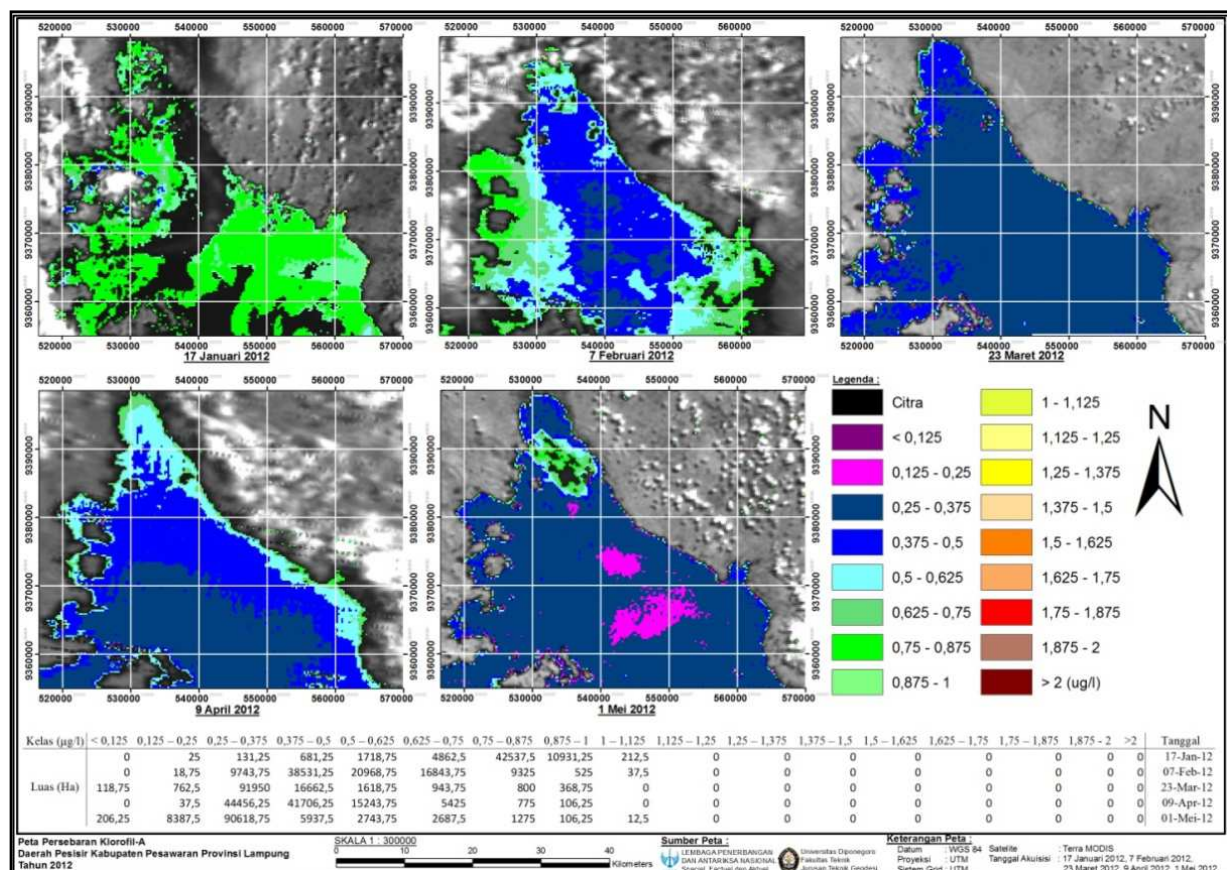
Gambar 9 memperlihatkan pada bulan Januari hingga Mei 2012 perairan pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung mengalami penurunan dari bulan Januari yang didominasi nilai konsentrasi cukup tinggi 0,75 – 0,875 µg/l, Februari dan Maret memiliki nilai konsentrasi dominan dengan nilai konsentrasi 0,25 – 0,5 µg/l, Maret 135 -150 mg/l, akan tetapi mengalami kenaikan kembali pada bulan April dengan nilai konsentrasi 0,5 – 0,75 µg/l dan mengalami penurunan kembali pada bulan Mei dengan nilai konsentrasi 0,125 – 0,375 µg/l.

Sedangkan Gambar 10 memperlihatkan hampir pada bulan Juni hingga bulau September, nilai konsentrasi Klorofil-A pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung berada pada kisaran yang cukup rendah yaitu 0,375 – 0,635 µg/l akan tetapi mengalami peningkatan konsentrasi pada daerah pesisir yang didominasi oleh nilai konsentrasi 0,625 – 0,75 µg/l.

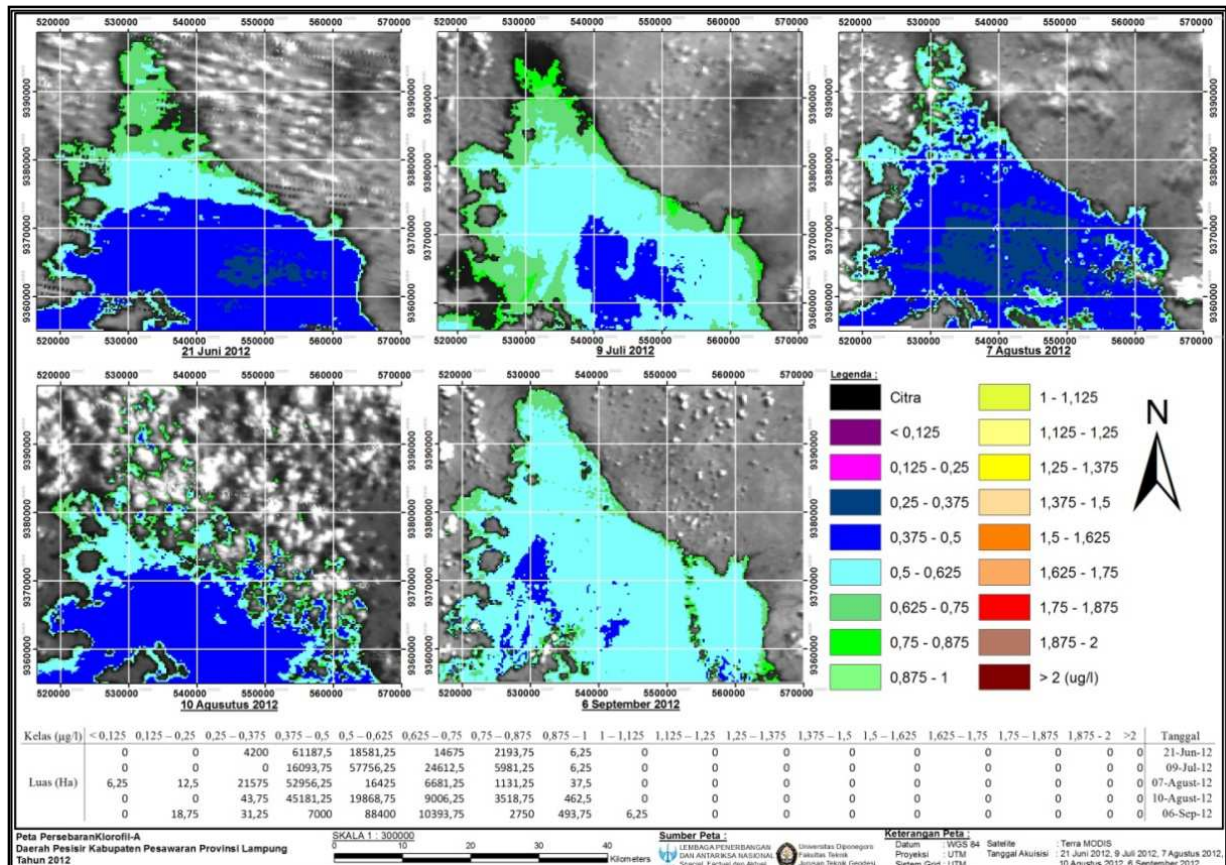
Sehingga dapat dikategorikan bahwa konsentrasi Klorofil-A di daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung memiliki tingkatan rendah hingga sedang menurut pembagian yang dilakukan oleh Septiawan (tabel 5).

Tabel 5. Klasifikasi Kandungan Konsentrasi Klorofil-A (Septiawan, 2006)

Nilai (µg/l)	Konsentrasi
0,01 – 0,5	Rendah
0,501 – 1,0	Sedang
1,01 – 1,5	Tinggi
> 1,5	Sangat Tinggi

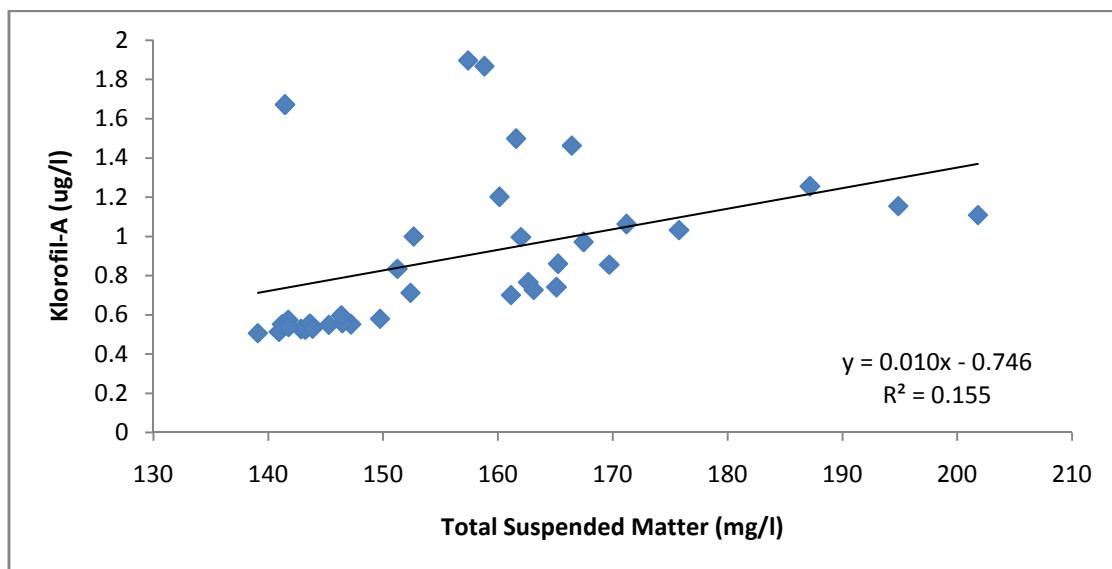


Gambar 9. Konsentrasi Klorofil-A Berdasarkan Nilai Konsentrasi Bulan Januari sampai Mei 2012



Gambar 10. Konsentrasi Klorofil-A Berdasarkan Nilai Konsentrasi Bulan Juni sampai September 2012

### III.4. Hubungan Antara Konsentrasi TSM dan Klorofil-A



Gambar 11. Hubungan Antara Klorofil-A dengan TSM

Dari plot hubungan diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara Klorofil-A dengan TSM memiliki hubungan kurva positif dimana makin besar nilai konsentrasi TSM maka semakin besar pula nilai konsentrasi Klorofil-A. Plot hubungan ditunjukkan dengan persamaan regresi linear  $y = 0,010x - 0,746$  dengan koefisien korelasi  $R^2 = 0,155$ . Koefisien korelasi antara Klorofil-A dengan TSM walaupun relatif kecil akan tetapi menunjukkan adanya keterkaitan antar kedua variabel tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin

tinggi konsentrasi *Total Suspended Matter* maka semakin tinggi pula konsentrasi Klorofil-A. Hal ini diperkuat oleh perhitungan uji-F melalui analisis regresi sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Uji-F antara TSM dan Klorofil-A Hasil Pendugaan

Variabel	F hitung	F tabel
TSM dan Klorofil-A Hasil Pendugaan	6,80822	0,01301

Penerimaan  $H_0$  apabila  $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ , hasil uji-F terlihat pada 4. Suatu model dikatakan berkorelasi tinggi dan tidak ada bias yang dihasilkan, apabila nilai F-hitung empat hingga lima kali lebih besar dari nilai F-tabel pada taraf nyata  $\alpha = 0.05$  (Drapper dan Smith, 1981; Lathrop dan Lillesand, 1986, *in* Tarigan, 2008). Dari tabel diatas terbukti bahwa F hitung lebih besar empat hingga lima kali dari F hitung, sehingga terima  $H_0$ . Jadi ada hubungan yang nyata antara konsentrasi TSM dan Klorofil-A, dimana konsentrasi TSM mempengaruhi kondisi Klorofil-A di daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung tahun 2012.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### IV.1. Kesimpulan

1. Kromatisiti kanal merah ( $K1/K1+K3+K4$ ) merupakan kombinasi kanal terbaik pada Satelit Terra MODIS dalam pendugaan konsentrasi *Total Suspended Matter*, sedangkan rasio antar kanal 2 dan kanal 3 adalah hubungan terbaik dalam pendugaan konsentrasi Klorofil-A pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.
2. Algoritma pendugaan untuk kadar konsentrasi *Total Suspended Matter* pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung adalah  $TSM = 688,6x + 10,92$  ;dimana x merupakan nilai kromatisiti kanal merah ( $K1/(K1+K3+K4)$ ) dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ )sebesar 0,484 dan RMS eror 0,02383. Sedangkan algoritma terbaik dalam pendugaan Klorofil-A adalah  $Klorofil-A = -0,464x^2 + 1,910x + 0,022$  ; dimana x merupakan rasio antara kanal 2 (NIR) dengan kanal 3 (biru), dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ )sebesar 0,924 dan RMS eror 0,0020397.
3. Persebaran *Total Suspended Matter* pada daerah pesisir Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung memiliki tingkatan koefisien tinggi yang kurang baik untuk keperluan perikanan, sedangkan kondisi persebaran Klorofil-A mengalami fase naik turun pada tingkatan rendah dan sedang, yang sangat menunjang bagi keperluan biota laut dan lingkungan sekitarnya tidak mencemari perairan.

##### IV.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dikorelasikan antara data curah hujan dan angin untuk melihat pengaruhnya terhadap konsentrasi TSM dan Klorofil-A dengan citra beresolusi tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwulan, W. 2002. *Mapping of TSM concentrations from SPOT and Landsat TM satellite images for Integrated Coastal Zone Management in Teluk Banten, Indonesia*. MSc Thesis, ITC, Enschede, Netherland.
- Ahmad, S. P., V. V. Salomonson, W. L. Barnes, X. Xiong, G. G. Leptoukh dan G. N. Serafino. 2002. *MODIS Radiances and Reflectances for Earth System Science Studies and Environmental Applications*. NASA Goddard Space Flight Center. Greenbelt, Maryland.
- Astuti, Puji. 2008. Wilayah Kesuburan Peraian Laut Jawa Pada Periode El Nino dan Periode Normal. Jakarta: Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Indonesia.
- Baban, JS. 1992. *Detecting water quality parameters in the Norflok Broads, U.K., using Landsat Imagery*. Jurnal internasional Penginderaan Jauh.

- Barret, E. C dan L. F. Curtis. 1982. *Introduction to Environmental Remote Sensing*. New York.
- Budhiman, S. 2004. *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropoical Coastal Waters of Mahakam Delta-Indonesia*, Master thesis, Netherland
- \_\_\_\_\_. 2005. *Pemetaan Sebaran Total Suspended Matter (TSM) Menggunakan Data ASTER dengan Pendekatan Bio-optical Model*. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*. Surabaya
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd. London.
- Dahuri, R., 1996. *Tipologi Ekosistem Pesisir dan Laut Serta Tingkat Kerawanannya*. Makalah pada Kursus Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan XVIII, BAPEDAL dan PPSML LPUI. Jakarta.
- Domiri Dede Dirgahayu, dkk. 2005. *Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data MODIS Untuk Pendugaan Umur Padi Sawah*. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ilahude, Delyuzar 2006. *Dinamika arus pesisir pantai Pasuruan mendorong aliran lumpur Sidoarjo ke arah Utara Kali Porong*. Institut Geologi Kelautan. Bandung
- JARS (Japan Association on Remote Sensing). 1993. *Remote Sensing Note*. Ninon Printing Co. Ltd. Japan.
- Kahru, M., B. G. Mitchell, dan A. Diaz. 2005. *Using MODIS Medium-Resolution Bands to Monitor Harmful Algal Blooms*. In *Remote Sensing of the Coastal Oceanic Environment*. Proceedings of SPIE. Bellingham.
- Kusuardini, A. 2011. *Estimasi Konsentrasi Padatan Tersuspensi (TSS) dan Klorofil-A dari Citra MODIS Hubungannya dengan Marak Alga di Perairan Teluk Jakarta*. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Insitut Pertanian Bogor. Bogor
- Lillesand, Thomas, M. and Kiefer Ralph, W., 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Third Edition. John Wiley and Sons. New York.
- Meaden, G. J. dan J. M. Kapetsky. 1991. *Geographical Information System and Remote Sensing in Inland Fisheries and Aquaculture*. FAO. Fisheries Technical Mapper. Roma.
- NOAA. MODIS Spesification. <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/spesification.php>. [17 maret 2012].
- Parwati, Ety, et al. 2003. *Analisis Hubungan Penutup/Penggunaan Lahan dengan Total Suspended Matter (TSM) Kawasan Perairan Segara Anakan Menggunakan Data Inderaja*. LAPAN. Jakarta.
- Perdana, Aji Putra. 2006. *Kajian Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Analisis Data Penginderaan Jauh dan Data Argo Float di Selatan Pulau Jawa, Pulau Bali dan Kepulauan Nusa Tenggara*. Skripsi Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Prasasti, I., B. Trisakti, dan U. Mardiana. 2005. *Sensivitas beberapa Algoritma dan Kanal-kanal Data MODIS untuk Deteksi Sebaran Klorofil*. Posiding Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa, 14-15 September 2005. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ritchie, J. C dan C. M. Cooper. 2000. *Remote Sensing Techniques for Determining Water Quality: Applications for TMDLs*. [http://www.geo.tufreibernberg.de/studenten/Baikal\\_2004/remote\\_water\\_quality.pdf](http://www.geo.tufreibernberg.de/studenten/Baikal_2004/remote_water_quality.pdf) [17 Maret 2012]

- Septiawan, A. W. 2006. *Pemetaan Persebaran Klorofil Wilayah Perairan Selat Bali menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh*. Teknik Geodesi FTSPITS. Surabaya. <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100007029034/2892>. [17 Maret 2012].
- Sulma, S., B. Hasyim, A. Susanto, dan A. Budiono. 2005. *Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Laut di Kepulauan Seribu*. Jakarta. Posiding Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa, 14-15 September 2005. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Supriatna, W., Sukartono. 2002. *Teknik Perbaikan Data Digital (Koreksi Dan Penajaman) Citra Satelit*. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/bt071022.pdf>
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh I*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sutherland, C.W. 2006. *Spectral Analysis of Total Suspended Solids Mixtures For Solids Composition Determination*. Disertasi. The Department of Civil and Environmental Engineering. Agricultural and Mechanical Faculty. Louisiana State University. [http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-06012006105940/unrestricted/Sutherland\\_dis.pdf](http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-06012006105940/unrestricted/Sutherland_dis.pdf). [17 Maret 2012]
- Tarigan, M. S. 2008. *Pemantauan Kualitas Perairan (Konsentrasi Klorofil-A) di Teluk Jakarta Dengan Menggunakan Data Multi-Temporal Citra Satelit Terra MODIS*. Jurnal Lingkungan Tropis.
- Taofiqurohman, AS. 2011. *Citra MODIS Resolusi 250 Meter untuk Konsentrasi Sedimen Tersuspensi di Perairan Berau Kalimantan Timur*. Jurnal Akuatika Volume II Nomor 2/September 2011.
- Tejo, R.K. 2003. *Interpretasi Kenampakan Hasil Fusi Citra Landsat TM dengan Landsat Pankromatik (Studi Kasus Kecamatan Ciasem, Kabupaten Subang, Jawa Barat)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Statistik*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Zakiah., 2007. *Pemilihan Saluran Panjang Gelombang (Band) dan Fusi Citra Landsat ETM+ Untuk Interpretasi Penutup Lahan/Penggunaan Lahan*. Laporan Praktek Lapangan. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.