

MASPARI JOURNAL  
Juli 2015, 7(2):1-10

**ANALISIS POLA SEBARAN SEDIMEN TERSUSPENSI  
MENGUNAKAN TEKNIK PENGINDERAAN JAUH  
DI PERAIRAN MUARA SUNGAI BANYUASIN**

***DISTRIBUTION PATTERN ANALYSIS OF SUSPENDED SEDIMENT  
USING REMOTE SENSING TECHNIQUE  
IN ESTUARY OF BANYUASIN RIVER***

**Fernandho Simbolon, Heron Surbakti, dan Hartoni**

Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

Email: fernandhosimbolon@yahoo.com

Registrasi: 5 Maret 2013; Diterima setelah perbaikan: 19 November 2013;

Disetujui terbit: 23 Januari 2014

**ABSTRAK**

TSS (*Total suspended solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air berupa komponen biotik (fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, dll), ataupun komponen abiotik (detritus dan partikel-partikel anorganik) yang masuk ke perairan melalui sungai menuju ke wilayah pesisir dan laut, dapat dilihat pengaruhnya secara langsung di perairan pesisir. Aktivitas manusia di hulu seperti *illegal logging*, pembuatan parit, transportasi, industri dan rumah tangga memberi sumbangan yang nyata terhadap peningkatan TSS di Muara Banyuasin. Penelitian analisis pola sebaran sedimen tersuspensi menggunakan teknik penginderaan jauh di perairan Muara Banyuasin telah dilaksanakan pada bulan April 2013 sampai dengan Oktober 2013. Data Landsat ETM 7 dikaji untuk memetakan sebaran TSS di Perairan Muara Banyuasin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran TSS *insitu* dan pendugaan, mengetahui algoritma TSS pendugaan yang sesuai di Muara Banyuasin dan mengaplikasikannya pada citra 31 Maret 2004, 29 Maret 2009 dan 24 Maret 2013. Pengolahan data citra landsat ETM 7 tanggal 9 April 2013 adalah untuk mengetahui pendugaan konsentrasi TSS dan mengolah data *insitu* yang diambil tepat saat perekaman citra. Konsentrasi TSS pendugaan diregresikan dengan data *insitu*. Hasil penelitian menunjukkan hasil dari regresi *polynomial* antara TSS pendugaan dan TSS *insitu* koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbesar adalah 0,426 dihasilkan oleh algoritma Budhiman. berdasarkan data *insitu* menunjukkan konsentrasi TSS saat surut berkisar 40,33 mg/l-755,66 mg/l sedangkan saat pasang berkisar 113,44 mg/l-477,11 mg/l. Konsentrasi TSS pendugaan dalam kurun waktu 9 tahun (2004-2013) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan TSS di Muara Banyuasin.

**KATA KUNCI:** Landsat ETM 7, muara Banyuasin, penginderaan jauh, *total suspended solid* (TSS).

## ABSTRACT

*TSS (total suspended solids) are all solids (sand, silt, and clay) or suspended particles in water such as biotic components (phytoplankton, zooplankton, bacteria, fungi, etc.) or abiotic components (detritus and inorganic particles) that enter through the waters of the river to the coastal areas and the sea, its influence can be seen directly in the coastal waters. Human activities such as illegal logging, trench manufacture, transportation, industry, and households waste give significantly contribution to the increase of TSS in the Banyuasin Estuary. Research about distribution patterns analysis of suspended sediment by using remote sensing techniques in Banyuasin Estuary had been conducted on April 2013 until October 2013. ETM-7 imagery can be used to mapping the distribution of TSS in Banyuasin Estuary. The aims of this research are to know the distribution pattern of insitu TSS and based on ETM-7 imagery, to analyze suitable algorithms to estimate TSS distribution and to implement the algorithm on ETM-7 imagery on March 31, 2004, March 29, 2009 and March 24, 2013. Image data processing of Landsat ETM-7 April 9, 2013 to know the estimation of TSS concentration and process the insitu data when the data has taken by satellite recording imagery. The result showed that the insitu TSS concentration range at low tide 40.33 mg/l - 755.66 mg/l while high tide range from 113.44 mg/l - 477.11 mg/l. Remote sensing data showed that the most appropriate algorithms to estimate TSS concentration and the pattern in Banyuasin Estuary is Budhiman algorithm. It is supported by the result of polynomial regression between estimate TSS and insitu TSS with coefficient determination ( $R^2$ ) 0,426.*

**KEYWORDS:** *Banyuasin estuary, Landsat ETM-7, remotesensing, total suspended solid (TSS).*

## 1. PENDAHULUAN

Muara Banyuasin merupakan daerah yang memiliki peranan penting dari segi ekonomi maupun ekologi. Muara Banyuasin adalah tempat bermuaranya beberapa sungai besar dan kecil dengan proses sedimentasi yang beragam dan dinamis. Morfologi perairan terutama dibentuk oleh hasil endapan sedimen dari sungai dengan sebaran yang dikontrol oleh pasang surut dan aktifitas arus (Surbakti, 2011). Menurut Wahyunto *et al.* (2003) dalam Wardoyo (2006) di bagian hulu muara Sungai Banyuasin terdapat Sungai Lalan tepatnya di sepanjang aliran Sungai Merang telah terjadi pengalihan fungsi lahan gambut menjadi tambak, sawah, pemukiman dan telah terjadi *illegal logging*. Selain itu kurun waktu empat tahun (2003-2007) telah terjadi pengurangan hutan mangrove seluas 5309,744 ha di

sepanjang pesisir muara Banyuasin (Agussalim, 2012). Perairan muara Sungai Banyuasin merupakan daerah yang banyak mendapat masukan sedimen melalui sungai-sungai besar dengan proses sedimentasi yang beragam dan dinamis

Kerusakan ekosistem gambut dibagian hulu dan mangrove di bagian pesisir diperkirakan akan menyebabkan meningkatnya konsentrasi TSS di Muara Banyuasin, akibat masukan dari Sungai-sungai yang mengalir dari ekosistem gambut dan mangrove yang telah rusak. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisa pola sebaran TSS di Muara Banyuasin.

Ada banyak teknik maupun metode yang dapat dilakukan dalam pengamatan TSS. Metode yang umum digunakan adalah metode pengamatan

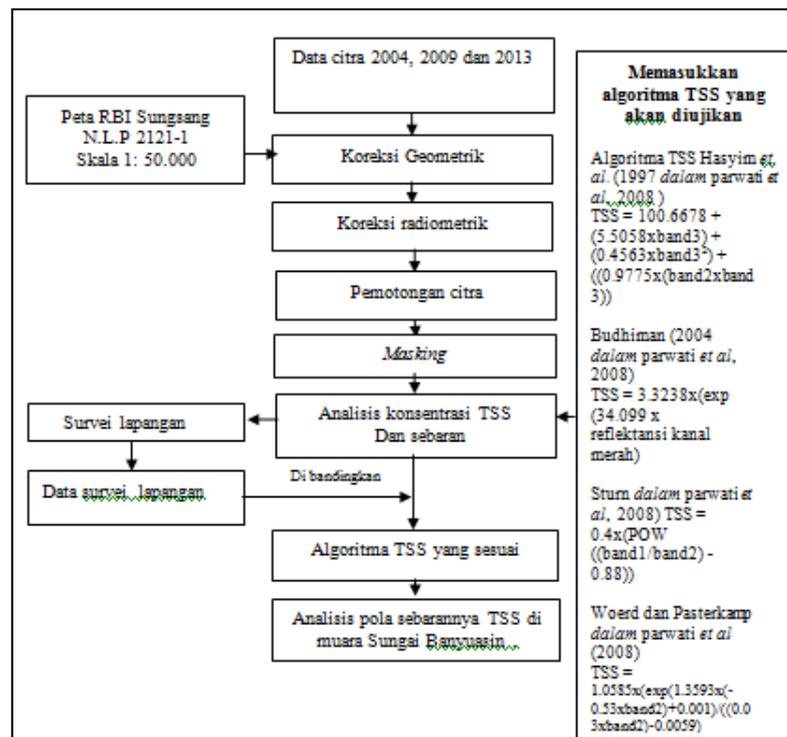
langsung. Metode ini memerlukan waktu yang lama, biaya serta tenaga yang banyak. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah kombinasi antara metode pengamatan langsung dengan metode penginderaan jauh. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) di muara Sungai Banyuasin berdasarkan hasil pengukuran, menguji beberapa algoritma untuk menduga TSS di muara Sungai Banyuasin serta penerapan algoritma TSS yang sesuai untuk menduga pola sebarannya TSS pada periode yang berbeda di Muara Sungai Banyuasin

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan tanggal 09 April 2013 di perairan Muara Banyuasin. Pengolahan data citra dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh, Instrumentasi dan

Akustik Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap, tahap pertama yaitu pengolahan citra Landsat 7ETM+. Tahap kedua pengambilan data *insitu*. Tahap ketiga yaitu pengolahan data survei lapangan dan penyusunan laporan. Pengolahan citra satelit menggunakan dua perangkat lunak. Perangkat lunak pertama ER-Mapper 7.1 yaitu perangkat lunak yang digunakan dari proses koreksi citra satelit, analisis TSS. Perangkat lunak kedua ArcGIS 9.3 yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan data citra yang telah diproses dalam bentuk peta, sehingga mudah untuk dipahami oleh pengguna dan yang ketiga perangkat lunak surfer 9 untuk melihat arah dan kecepatan arus. Secara umum tahapan kegiatan pengolahan data inderaja dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pengolahan data citra

Penentuan stasiun survei dilakukan secara *puposive sampling*, dimana stasiun dipilih berdasarkan pertimbangan kondisi perairan di lokasi penelitian. Jumlah total 15 stasiun pengamatan yang menyebar disekitar perairan muara Sungai Banyuasin. Koordinat stasiun penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi stasiun penelitian

Stasiun	Bujur Timur	Lintang Selatan
1.	104°53'4.889"	2° 16' 35.4"
2.	104°50'54.731"	2° 15' 55.95"
3.	104° 50' 1.417"	2° 15' 11.773"
4.	104°47'30.855"	2° 16' 59.025"
5.	104°48'39.847"	2° 18' 14.756"
6.	104°50'26.479"	2° 19' 36.801"
7.	104° 49' 1.779"	2° 21' 11.442"
8.	104°47'44.945"	2° 19' 46.245"
9.	104°46'15.562"	2° 18' 54.173"
10.	104°45'23.798"	2° 19' 57.256"
11.	104°46'17.118"	2° 20' 9.894"
12.	104°48'11.585"	2° 22' 9.804"
13.	104°45'51.998"	2° 22' 52.375"
14.	104°44'52.405"	2° 22' 30.279"
15.	104° 45' 1.828"	2° 21' 17.715"

### Kegiatan Pra Pengolahan Data

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan pada sudut elevasi matahari dan jarak matahari-bumi akibat penerimaan data yang berbeda waktu. Menurut Parwati (2008 ) metode koreksi radiometric dilakukan dengan mengikuti prosedur koreksi radiometrik dari handbook untuk satelit Landsat. Satelit Landsat 7 ETM, yaitu dengan merubah digital number menjadi nilai radi- ansi menggunakan gain dan offset, kemudian merubah nilai radiansi menjadi nilai reektansi menggunakan nilai solar irradiance, sudut elevasi matahari dan jarak matahari-bumi.

### Konversi dari nilai DN menjadi nilai radiansi

Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$L\lambda = \text{"gain"} * \text{QCAL} + \text{"offset"}$$

Keterangan:

$L\lambda$  = radiansi spektral dalam satuan **watts/(meter squared\*ster\* $\mu\text{m}$ )**

### Konversi dari nilai Radiansi menjadi nilai Reflektansi

Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$L\lambda = \left( \frac{LMAX_R - LMIN_R}{QCAL_{Max} - QCAL_{Min}} \right) (QCAL_{Max} - QCAL_{Min})$$

Keterangan:

$LMAX_R$  = Radiansi maksimum citra

$LMIN_R$  = Radiansi minimum citra

$QCAL_{Max}$  = Nilai piksel maksimum(255)

$QCAL_{Min}$  = Nilai piksel minimum (1)

$QCAL$  = Nilai piksel citra

### Konversi dari nilai Radiansi menjadi nilai Reflektansi

Algoritma yang digunakan untuk mengkonversi nilai radiansi ke reflektansi adalah sebagai berikut:

$$\rho_p = \frac{\pi L\lambda d^2}{ESUN\lambda \theta_s}$$

Keterangan:

$\rho_p$  = Reflektansi

$L\lambda$  = Spektral Radiansi

$d^2$  = Jarak bumi matahari satuan astronomi

$ESUN\lambda$  = Irradiansi (*solar irradiance*)

$\theta_s$  = Sudut zenit matahari dalam derajat

## Analisis TSS

Tahap visualisasi merupakan analisis data yang dilakukan dengan pengenalan objek elemen yang tergambar pada citra serta disajikan dalam bentuk peta tematik, tabel atau grafik dan membandingkan dengan data pendukung lain. Dimana pada penelitian ini melalui tahap penajaman citra menggunakan empat algoritma yang akan diujikan dengan formula sebagai berikut :

1. Algoritma Woerd dan Pasterkamp (2004) dalam Parwati *et al* (2008) berdasarkan nilai reflektansi yang dikorelasikan dengan data *in situ* perairan Selat Madura (Trisakti *et. al.* 2004 dalam Parwati *et al*, 2008 ). Jika nilai  $X \leq 2,76$  (atau nilai reflektan kanal  $2 \leq 0,0282$ ) maka :

$$TSS \text{ (mg/l)} = 1,0585 e^{1,3593 \cdot x}$$

Sedangkan jika nilai  $X > 2,76$  (atau nilai reflektan band 2  $> 0,0282$ ) maka:  
 $TSS \text{ (mg/l)} = 32,918x - 46,616$

di mana:  $x$  adalah Koefisien woerd  $\left(\frac{((0,53 \cdot i_1) + 0,001)}{((0,03 \cdot i_1) - 0,0059)}\right)$ ;  $i_1$  adalah reflektansi band yang akan digunakan.

2. Algoritma Sturn (1988) dalam Parwati *et al* (2008) berdasarkan nilai radiansi.

$$TSS \text{ (mg/l)} = 0,4 \cdot (\text{Rad}_{b1} - \text{Rad}_{b2}) - 0,88$$

di mana:  $\text{Rad}_{b1}$  adalah Radiansi band 1;  $\text{Rad}_{b2}$  adalah Radiansi band 2

3. Algoritma Hasyim *et. al.* (1977) berdasarkan nilai digital number.

$$TSS \text{ (mg/l)} = 100,66 + 5,01 \cdot b_3 + 0,46 \cdot (b_3)^2 + 0,98 \cdot (b_2 \cdot b_3)$$

di mana:  $b_2$  adalah nilai digital band 2 ;  $b_3$  adalah nilai digital band 3

4. Algoritma Syarif Budhiman (2004) berdasarkan nilai *irradiance* dan *Reflectance*:

$$TSS \text{ (mg/l)} = A \cdot \exp^{S \cdot R(0) - b_2}$$

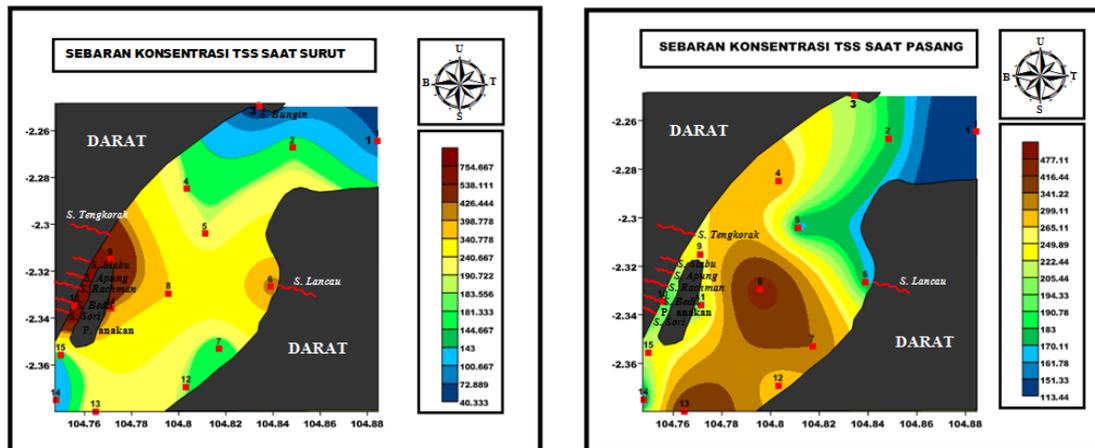
di mana:  $R$  adalah reflektansi;  $A$  adalah Koefisien budiman (3,3238);  $S$  adalah koefisien budiman (34,099);  $b_2$  adalah nilai reflektansi band merah (band 2)

Dari empat algoritma tersebut di atas akan diperoleh konsentrasi TSS pada masing – masing stasiun menggunakan *software* Er- mapper serta dapat melihat pola sebaran total padatan tersuspensi dari masing- masing algoritma yang digunakan selanjutnya akan dibandingkan dengan data *insitu*. Perangkat lunak Arc Gis 9.0 digunakan untuk membuat *layout* peta sebaran padatan tersuspensi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola sebaran konsentrasi TSS pada saat pasang dan surut berdasarkan hasil pengukuran disajikan pada Gambar 2 dan 3. Berdasarkan Gambar 2, konsentrasi TSS pada saat surut berkisar antara 40,33 mg/l-744,66 mg/l. Konsentrasi tertinggi berada di stasiun 3 (40,33 mg/l) sedangkan konsentrasi tertinggi berada di stasiun 10 (744,66 mg/l) berada di mulut sungai Bungin. Kondisi pada saat pasang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, konsentrasi TSS yang dominan berasal dari Laut, dimana konsentrasi TSS berada pada kisaran 113,44 mg/l - 477,11 mg/l. Konsentrasi TSS terendah berada pada stasiun 1 (113,44 mg/l) dan stasiun 8 merupakan lokasi dengan

konsentrasi TSS tertinggi (477,11 mg/l).



Gambar 2. Pola sebaran konsentrasi TSS saat surut (kiri) dan saat pasang (kanan)

Pemilihan algoritma yang paling sesuai untuk daerah kajian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan nilai TSS dari masing-masing algoritma. Perbandingan nilai TSS tersebut dilakukan pada enam stasiun pengamatan yang diambil dan merupakan daerah yang terbebas dari pengaruh awan. Hasil perbandingan nilai TSS berdasarkan masing-masing algoritma yang digunakan serta nilai TSS pengukuran ditampilkan pada Tabel 2. Selanjutnya dilakukan analisis

regresi dan korelasi dari nilai-nilai tersebut untuk memperoleh algoritma yang paling sesuai untuk daerah kajian.

Hasil sebaran konsentrasi TSS tanggal 9 April 2013 menggunakan algoritma Hasyim disajikan pada Gambar 4. Konsentrasi TSS berkisar 180-200 mg/l (berwarna kuning) di dekat muara Sungai Lalan dan Banyuasin, bahkan > 231 mg/l (berwarna kuning kecoklatan) di stasiun 15 yang berada disebelah selatan Pulau Anakan.

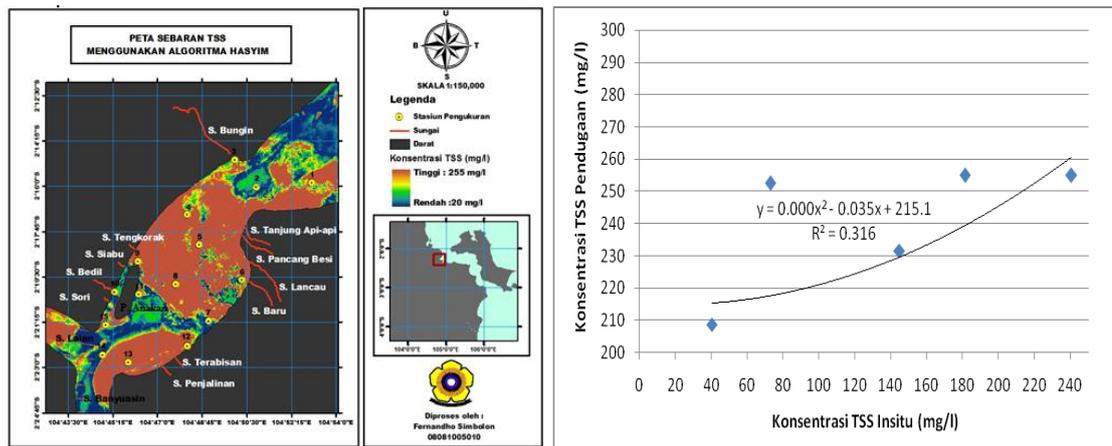
Tabel 2. Perbandingan nilai TSS hasil algoritma dengan TSS insitu

STASIUN	KONSENTRASI TSS CITRA 9 APRIL 2013				LAPANGAN
	Hasyim	Sturn	Budiman	Woerd	
1	252.440	255	255	98.000	72.889
3	208.664	255	255	33.200	40.333
4	255	255	255	137.106	181.333
13	255	255	255	68.000	240.667
14	180.519	245.324	229.374	23.000	100.667
15	231.524	255	229.374	23.000	144.667

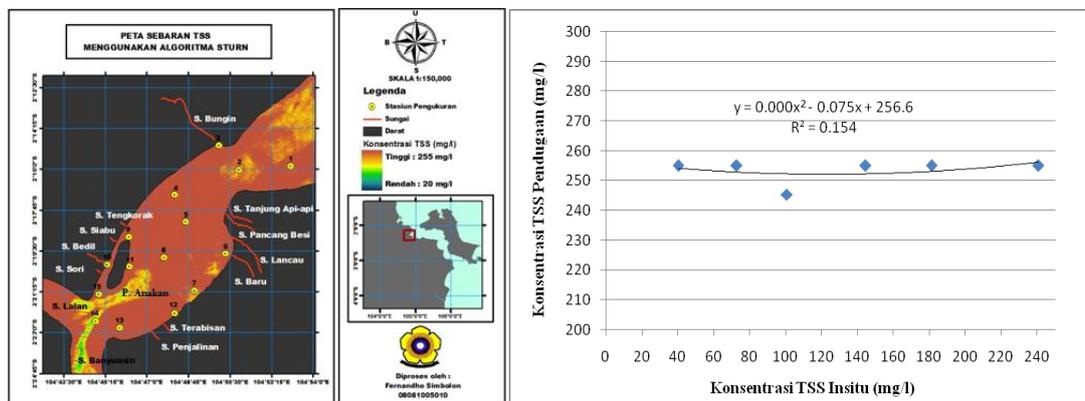
Konsentrasi TSS citra 9 April 2013 menggunakan algoritma Sturn menunjukkan terjadinya keseragaman konsentrasi TSS hampir di semua stasiun. Konsentrasi TSS yang rendah dijumpai di bagian selatan Pulau Anakan terutama di stasiun 14

(245,324 mg/l) berwarna hijau dimana stasiun ini berada didekat Muara Sungai Banyuasin yang membawa masa air yang lebih jernih. Konsentrasi TSS tertinggi berada pada stasiun 1, 3, 4, 13, dan 15 (255 mg/l) berwarna coklat. Pola sebaran dan konsentrasi TSS di

perairan Muara Banyuasin berdasarkan 5.  
 algoritma Sturn disajikan pada Gambar



Gambar 4. Peta sebaran TSS berdasarkan algoritma Hasyim (kiri) dan hasil regresi nilai TSS citra (9 April 2013) dengan data *insitu* (kanan)

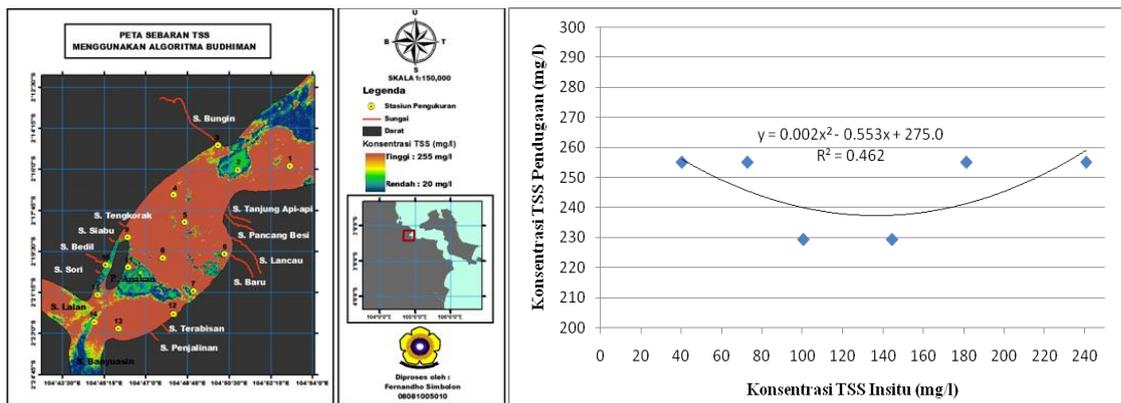


Gambar 5. Peta sebaran TSS berdasarkan algoritma Sturn (kiri) dan hasil regresi nilai TSS citra (9 April 2013) dengan data *insitu* (kanan)

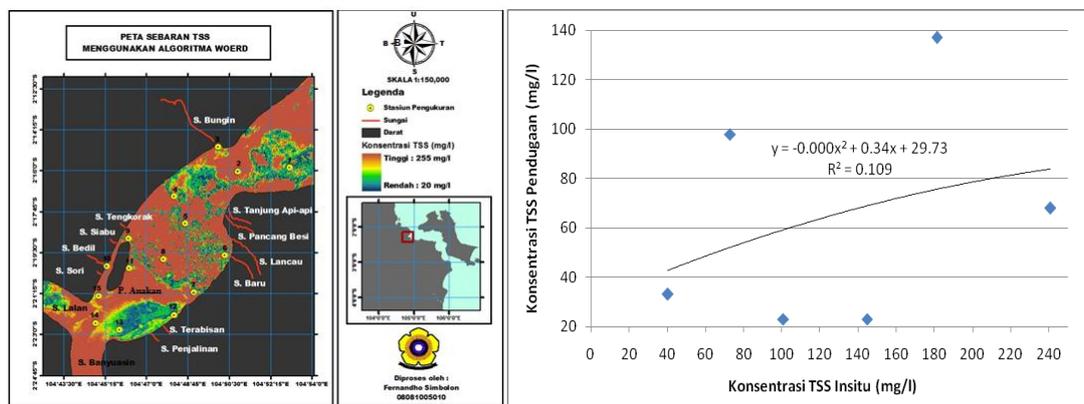
Berdasarkan algoritma Budhiman pada tanggal 9 April 2013 konsentrasi TSS dilihat secara visual menunjukkan konsentrasi yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 230-250 mg/l (berwarna kuning kecoklatan. Kondisi tersebut hampir merata di bagian utara, timur laut, dan bagian tengah Muara Banyuasin. Masukan dari darat terutama dari 3 sungai besar yang bermuara di perairan Banyuasin yaitu sungai Lalan, Banyuasin, dan Bungin memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap peningkatan konsentrasi TSS di Muara Banyuasin.

Gambar 6 menunjukkan dua dari tiga Sungai Besar (Sungai Bungin dan Lalan) memberikan kontribusi yang sangat besar mengakibatkan tingginya konsentrasi TSS di Muara Banyuasin. Sedangkan bagian selatan Pulau Anakan konsentrasi TSS relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan Muara Sungai Lalan dan Bungin dimana konsentrasi mencapai > 250 mg/l (berwarna kuning). Konsentrasi tertinggi dengan menggunakan algoritma ini berada pada stasiun 1, 3, 4 dan 13 (255 mg/l) sedangkan konsentrasi TSS terendah

berada pada Stasiun 14 dan 15  
 (229,3744 mg/l).



Gambar 6. Peta sebaran TSS berdasarkan algoritma Budhiman (kiri) dan hasil regresi nilai TSS citra (9 April 2013) dengan data *insitu* (kanan)



Gambar 7. Peta sebaran TSS berdasarkan algoritma Woerd (kiri) dan hasil regresi nilai TSS citra (9 April 2013) dengan data *insitu* (kanan)

Hasil yang diperoleh pada Gambar 7 menunjukkan konsentrasi TSS pada tanggal 9 April 2013 menggunakan algoritma Woerd di muara Banyuasin. Pada stasiun 1 dan stasiun 3 yang berhadapan dengan laut berkisar antara 33 - 100 mg/l. Sedangkan dekat muara Sungai Lalan dan Banyuasin sangat rendah berkisar antara 20-50 mg/l dan di sebelah utara, timur dan barat dekat stasiun 13 konsentrasi TSS > 150 mg/l. Pada gambar 7 terlihat bahwa konsentrasi TSS di Muara Banyuasin sangat bervariasi. Hal ini jelas berbeda dengan algoritma Hasyim, Sturn dan Budhiman. Pada tiga algoritma sebelumnya konsentrasi TSS

di Muara Banyuasin sangat homogen dan tersebar secara merata. Berdasarkan hasil pendugaan konsentrasi TSS citra citra 9 April 2013 menggunakan algoritma Woerd diperoleh konsentrasi terendah bila dibandingkan dengan algoritma Hasyim, Sturn dan Budhiman. Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan perbandingan masing-masing aplikasi algoritma dengan data insitu. Hasil evaluasi keempat algoritma yang digunakan algoritma Budiman merupakan algoritma yang paling sesuai dan representatif untuk daerah Muara Banyuasin dengan nilai  $R^2$  (0,462). Hal ini didukung oleh Walpole

(1995) dalam Kusuardini (2011) yang menyatakan bila  $R^2$  mendekati +1 hubungan antara kedua peubah tersebut kuat, maka terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. sebaliknya jika  $R^2$  mendekati nol, hubungan keduanya sangat lemah. Berdasarkan hasil uji coba keempat algoritma pada Landsat 7 ETM, algoritma yang paling sesuai untuk perairan Muara Banyuasin adalah :

$$\text{TSS (mg/l)} = 3.3238 * \exp (34.099*B2)$$

dimana:

B2 adalah nilai refleksansi band 2

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi TSS *insitu* di perairan muara Sungai Banyuasin saat surut lebih tinggi dibandingkan pada saat pasang, dimana nilai TSS pada saat pasang berkisar 113,44 mg/l – 477,11 mg/l dan pada saat surut 40,333 mg/l- 754.667 mg/l.
2. Berdasarkan pengujian beberapa algoritma di muara Banyuasin diketahui bahwa urutan algoritma terbaik adalah algoritma Budhiman, Hasyim, Sturn dan Woerd.
3. Algoritma pendugaan konsentrasi TSS dan pola sebaran yang paling sesuai digunakan di muara Sungai Banyuasin adalah algoritma Budhiman dengan nilai koefisien determinasi  $R^2$  (0,426).

#### DAFTAR PUSTAKA

Agussalim A. 2012. Pemanfaatan citra Landsat TM/ETM+ dan sistem informasi geografis untuk kajian kerusakan hutan mangrove di daerah pesisir Banyuasin

Provinsi Sumatera Selatan [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Kusuardini A. 2011. Estimasi konsentrasi padatan tersuspensi (tss) dan klorofil-a dari citra modis hubungannya dengan marak alga di perairan teluk Jakarta [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Parwati E, Tatik K, Joko I. 2008. Ekstraksi informasi *total suspended solid* (tss) menggunakan data penginderaan jauh untuk kawasan pesisir Berau, Kalimantan Timur. Laporan Akhir: Pengembangan model prediksi kondisi dinamis kawasan perairan Segara Anakan menggunakan teknologi inderaja. *Pertemuan Ilmiah PIT MAPIN XVII*. Hal 136-144.

Surbakti H, Purba M, Nurjaya IW. 2011. Pemodelan pola arus di perairan pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*. 3(1): 9-14.

Wardoyo S. 2006. Pengaruh kerusakan penutupan vegetasi rawa gambut terhadap komunitas ikan di Sungai Merang Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

