

## EVALUASI SEDIMENTASI PESISIR SURABAYA SIDOARJO AKIBAT PEMBUANGAN LUMPUR SIDOARJO MENGGUNAKAN CITRA SATELIT ALOS/AVNIR-2 DAN SPOT-4

**Chali Matussa Diyah, Agung Budi Cahyono**

Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

Email : gm0738@geodesy.its.ac.id

### **Abstrak**

Sedimentasi merupakan proses pembentukan atau pengendapan sedimen. Proses sedimentasi umumnya terjadi pada daerah pantai yang mengalami erosi karena material pembentuk pantai terbawa arus ke tempat lain dan tidak kembali ke lokasi semula, sehingga terjadilah sedimentasi. Pembuangan material lumpur Lapindo dalam jumlah yang besar dan terus menerus mengakibatkan terjadinya sedimentasi di Kali Porong, tidak menutup kemungkinan bahwa adanya aliran lumpur Lapindo mengakibatkan material lumpur tidak banyak mengendap di sepanjang kali, tetapi mengendap di daerah muara Kali Porong.

Beberapa metode dapat digunakan untuk memantau perubahan tingkat sedimentasi di wilayah pesisir, salah satunya menggunakan teknologi penginderaan jauh. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit ALOS/AVNIR-2 tahun 2009 dan 2010 serta citra satelit SPOT-4 tahun 2009 dan 2011. Untuk mengetahui tingkat sedimentasi di daerah penelitian, digunakan pendekatan nilai TSS (Total Suspended Solid) sebagai indikator tingkat sedimentasi di wilayah tersebut. Dalam pengolahannya, algoritma yang digunakan adalah algoritma Hendrawan dan Asai.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai TSS yang mendominasi daerah penelitian adalah 0 – 125 mg/L, sedangkan menurut Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) kandungan Total Suspended Solid yang normal lebih kecil dari 70 mg/L, sedangkan menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air untuk air kelas I dan II kadar TSSnya kurang dari 50 mg/L, hal itu berarti perairan Surabaya – Sidoarjo memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi,

Kata kunci : Pesisir, Kekeruhan Air Laut, SPOT-4, ALOS/AVNIR-2

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen atau endapan, atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan atau akumulasi dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat (Pettijohn dalam Mardiyanto, 2001). Material yang terbawa arus tersebut akan mengendap di daerah yang lebih tenang, seperti muara sungai, teluk, pelabuhan, dan sebagainya, sehingga mengakibatkan sedimentasi di daerah tersebut.

Total Suspended Solid (TSS) merupakan zat-zat padat yang berada dalam suspensi, dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloid (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa disebut partikel tersuspensi. Kadar TSS ini sangat berpengaruh terhadap

tingkat kekeruhan suatu daerah dan berkorelasi dengan besarnya sedimen yang mengendap pada daerah tersebut.

Pembuangan material lumpur Lapindo dalam jumlah yang besar dan terus menerus mengakibatkan terjadinya sedimentasi di Kali Porong, tidak menutup kemungkinan bahwa adanya aliran lumpur Lapindo mengakibatkan material lumpur tidak banyak mengendap di sepanjang kali, tetapi mengendap di daerah muara Kali Porong. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Moko (2011) Berdasarkan hasil algoritma TSS, nilai kekeruhan yang dominan untuk area Surabaya – Sidoarjo adalah 0 – 200 mg/L, hal itu berarti perairan Surabaya – Sidoarjo memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi.

Untuk mengetahui besarnya perubahan –

perubahan tersebut dapat digunakan teknologi penginderaan jauh yang berbasis citra satelit. Teknologi ini mampu memberikan informasi spasial dipermukaan bumi baik darat maupun laut secara signifikan.

**Rumusan Permasalahan**

Seberapa jauh citra satelit ALOS/AVNIR-2 dan SPOT-4 dapat digunakan untuk mengetahui sebaran sedimen dan perubahannya dari tahun 2009-2011 di wilayah pesisir Surabaya - Sidoarjo.

**Batasan Masalah/Ruang Lingkup**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Wilayah kajian yang digunakan adalah wilayah pesisir Surabaya Timur sampai pesisir Sidoarjo (muara Kali Porong).
- b. Sedimentasi yang diukur adalah sedimen melayang yang diukur dalam TSS (*Total Suspended Solid*).
- c. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit ALOS/AVNIR-2 tahun 2009 dan 2010 serta SPOT-4 tahun 2009 dan 2011.
- d. Hasil penelitian adalah peta sebaran sedimentasi wilayah pantai Surabaya-Sidoarjo.

**Tujuan**

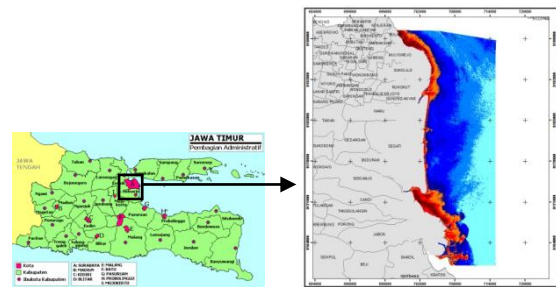
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan sebaran sedimentasi di pantai Surabaya – Sidoarjo yang disebabkan oleh adanya peristiwa Lumpur Lapindo dengan menggunakan citra satelit multitemporal.

**Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan Informasi mengenai sebaran sedimentasi di pantai Surabaya-Sidoarjo akibat adanya pembuangan lumpur Lapindo ke Kali Porong yang diharapkan dapat digunakan acuan dalam bidang perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir dan laut sekaligus sebagai prediksi besarnya sedimentasi untuk tahun-tahun selanjutnya.

**METODOLOGI**

**Lokasi Penelitian**



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

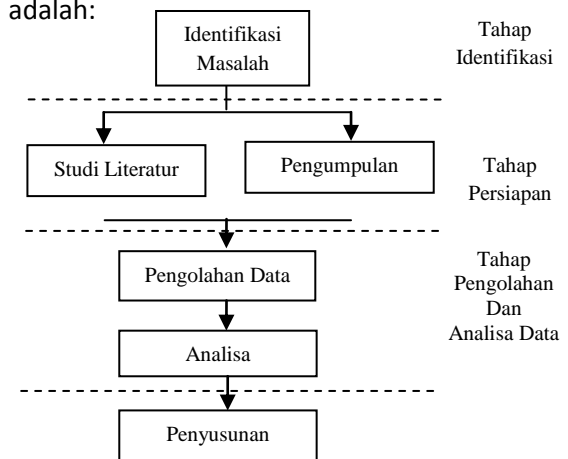
- a. Citra satelit ALOS/AVNIR-2 tahun 2009 dan 2010 serta SPOT-4 tahun 2009 dan 2011.
- b. Citra satelit Landsat Ortho.
- c. Peta RBI tahun 1998 skala 1: 25.000, LPI tahun 1993 skala 1: 50.000 area Surabaya dan Sidoarjo.
- d. Data pengukuran sampel air laut.
- e. Data pengukuran sedimen.
- f. Data Pasang surut, angin tahun 2011

Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah:

- a. Perangkat Lunak (*Software*)  
*ER Mapper 7.0, Matlab, ArcGis 9.3*
- b. Peralatan Lapangan  
*Water Quality Checker dan GPS navigasi*

**Pengolahan Data**

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:



**Gambar 2. Diagram Alir Tahap Penelitian**

Penjelasan diagram alir metode penelitian:

- 1. Tahap Identifikasi Masalah
  - Identifikasi Masalah

Pada tahapan identifikasi masalah ini dilakukan suatu peninjauan awal terhadap permasalahan yang melatar belakangi adanya penelitian ini, sehingga kemudian dapat ditentukan maksud dan tujuan yang jelas.

2. Tahap Persiapan

- Studi Literatur  
Pada tahap ini dilakukan suatu kegiatan untuk menentukan metode yang sesuai untuk penyelesaian permasalahan yang ada dengan cara mencari informasi serta landasan teori yang terkait dan mendukung serta sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan atau sumber media lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan validasinya.
- Pengumpulan Data  
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan antara lain; citra ALOS/AVNIR-2 tahun 2009 dan 2010, SPOT-4 tahun 2009 dan 2011, serta data penunjang lainnya.

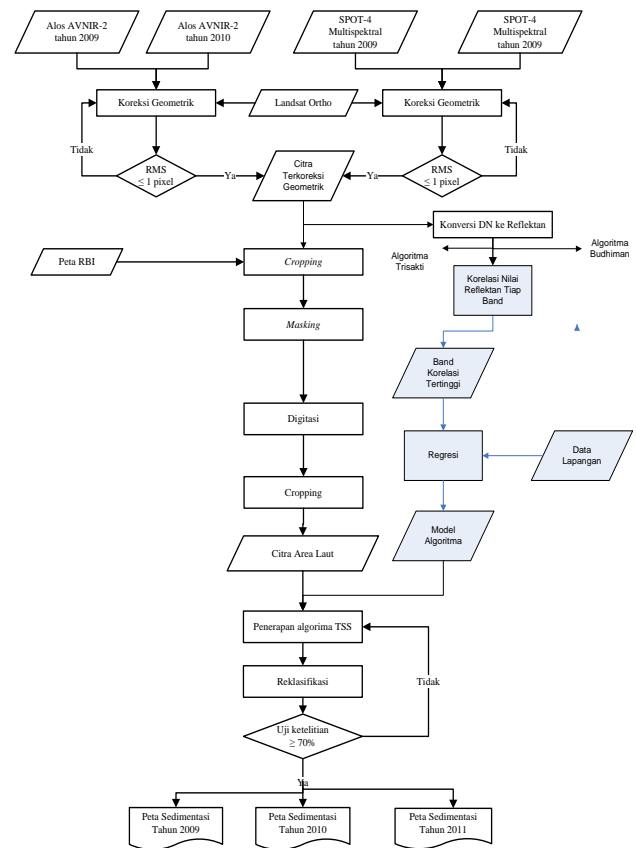
3. Tahap Pengolahan dan Analisa Data

- Pengolahan Data  
Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data yang diperoleh baik data utama, data penunjang, maupun data hasil pengambilan sampel di lapangan dan untuk selanjutnya dilakukan analisa.
- Analisa Data  
Data yang telah diolah kemudian dianalisa sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu hasil dan kesimpulan yang nantinya dijadikan sebagai jawaban atas rumusan masalah dalam penenelitan sekaligus digunakan untuk menyusun laporan penelitian.

4. Tahap Akhir

- Penyusunan Laporan  
Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian ini. Pada tahapan ini pekerjaan yang dilakukan adalah membuat dokumentasi berupa laporan untuk setiap tahapan-tahapan yang dilakukan beserta hasil dan kesimpulannya.

Adapun untuk diagram alir tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi Geometrik

Berikut ini tabel nilai *RMSe* hasil koreksi geometrik.

Tabel 1. Hasil koreksi geometrik

Citra	Total <i>RMSe</i>	Rata-rata <i>RMSe</i>
ALOS/AVNIR-2 Tahun 2009	3,191	0,213
SPOT-4 Tahun 2009 path/row 297/364	4,159	0,231
SPOT-4 Tahun 2009 path/row 297/365	1,964	0,196
ALOS/AVNIR-2 Tahun 2010	3,243	0,344
SPOT-4 Tahun 2011 path/row 297/365	1,255	0,105

**Penggabungan Citra (Mosaiking)**

Penggabungan citra dilakukan pada citra satelit SPOT-4 tahun 2009.



Gambar 4. Hasil penggabungan citra pada SPOT-4

**Pemotongan Citra (Cropping)**

Proses pemotongan citra (*cropping*) dilakukan agar pengolahan citra terfokus pada wilayah yang akan diteliti. Ada dua tahapan *cropping* yang dilakukan, yang pertama yaitu pemotongan citra berdasarkan hasil digitasi dari peta RBI untuk menentukan batasan area penelitian. Proses pemotongan citra yang kedua yaitu untuk mendapatkan wilayah laut, dimana vektor yang digunakan merupakan hasil digitasi dari proses *masking* pada setiap citra pada masing – masing tahun dan diambil wilayah lautannya. Proses pemotongan citra yang kedua diambil di wilayah lautannya karena klasifikasi kekeruhan air laut menggunakan area laut.

**Penerapan Algoritma TSS**

a. Penerapan Algoritma Hendrawan dan Asai (2008).

Persamaan ini diterapkan pada citra satelit ALOS/AVNIRR-2 tahun 2009 dan 2010, dengan menggunakan kombinasi nilai digital number band 1, 2, dan 3. Persamaan algoritma yang digunakan untuk mendapatkan nilai TSS (mg/L) adalah sebagai berikut :

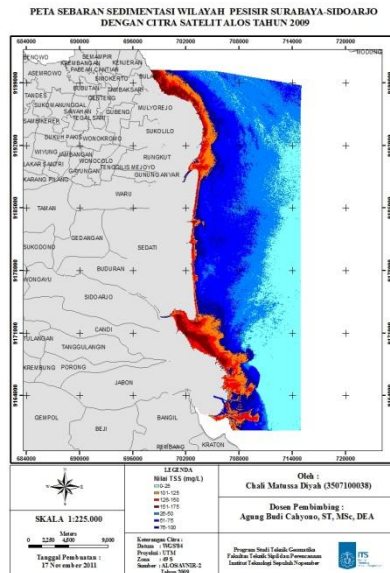
$$TSS(mg / L) = -1.315b1 + 2.371b2 - 0.791b3 + 9.649$$

$$b1 = Digital\ Numberband\ 1$$

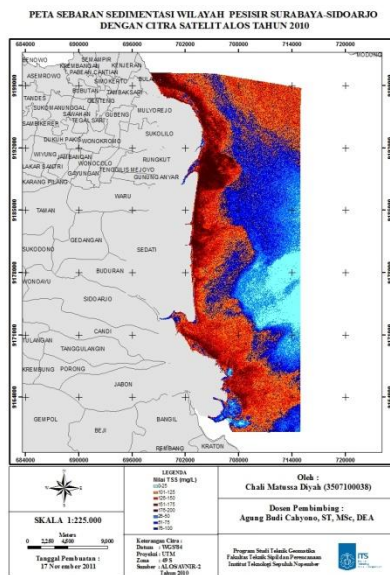
$$b2 = Digital\ Numberband\ 2$$

$$b3 = Digital\ Numberband\ 3$$

Hasil dari penerapan algoritma TSS dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:



(a)



(b)

Gambar 5. Peta Sebaran Sedimentasi menggunakan citra ALOS/AVNIRR-2 tahun 2009 (a), 2010 (b)

b. Penerapan Algoritma Hasil Regresi  
 Persamaan ini dibuat berdasarkan hasil regresi dan mengacu algoritma Budhiman (2004) dan Trisakti (2004). Persamaan ini diterapkan pada citra satelit SPOT tahun 2009 dan 2011, dengan menggunakan nilai Reflektan band 2. Konversi DN ke Reflektan yang dilakukan pada citra satelit SPOT-4 menggunakan persamaan berikut:

- Digital Number (DN) ke Spectral Radiance  $L_{\lambda} = DN / (G_{\lambda} * A_{\lambda}) + B_{\lambda}$   
 Spectral Radiance ke Reflectance

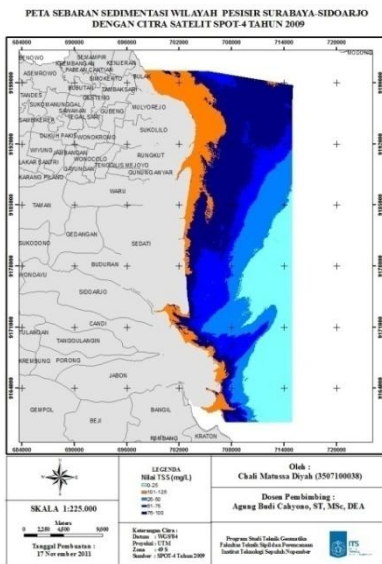
$$\rho_p = \frac{\pi \times L_\lambda \times d}{ESUN_\lambda \times \cos\theta_s}$$

Persamaan algoritma yang digunakan untuk mendapatkan nilai TSS (mg/L) adalah sebagai berikut :

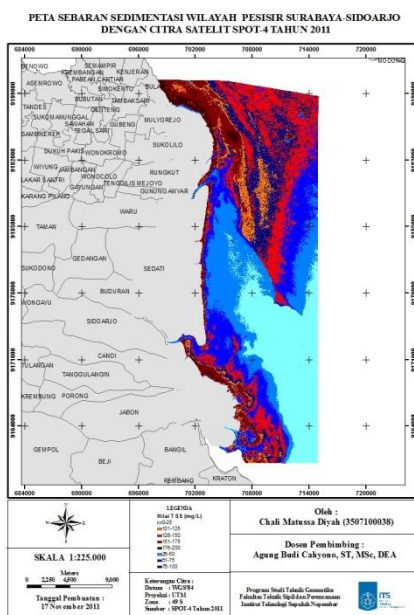
$$TSS(mg / L) = 12832 x^{2,343}$$

$x = \text{nilai reflektan band2}$

Hasil dari penerapan algoritma TSS dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:



(a)



(b)

Gambar 6. Peta Sebaran Sedimentasi menggunakan citra SPOT-4 tahun 2009 (a), 2011 (b)

## ANALISA

### Analisa Hasil Algoritma

Adapun hasil penerapan algoritma dihasilkan kelas dan luasan sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan luasan kelas kekeruhan

Kelas	TSS (mg/L)	2011 (ha)	2010 (ha)	2009	
				Alos (ha)	Spot (ha)
1	0-25	10023,14	3904,283	12856,050	10638,28
2	26-50	8079,126	5415,19	12510,890	7599,64
3	51-75	7706,08	6638,885	10910,96	7417,08
4	76-100	6398,845	6672,756	3937,8	14257,72
5	101-125	2435,207	9817,178	2836,29	6714,16
6	126-150	7792,117	6774,754	2117,6	No Class
7	151-175	3245,467	4984,514	1402,24	No Class
8	176-200	901,516	2373,943	No class	No Class

Dari hasil penerapan algoritma TSS tahun 2009 menggunakan citra ALOS/AVNIR-2, klasifikasi terbagi menjadi 7 kelas dengan range tiap kelasnya sebesar 25 mg/L. Dari gambar 5 (a), terlihat persebaran kelas sedimentasi terbesar adalah kelas 1 (0-25 mg/L) yang tersebar di perairan Selat Madura, sedangkan yang terkecil adalah kelas 6 (126-150 mg/L) yang banyak terdapat di daerah muara porong dan merata di sepanjang pantai timur Surabaya.

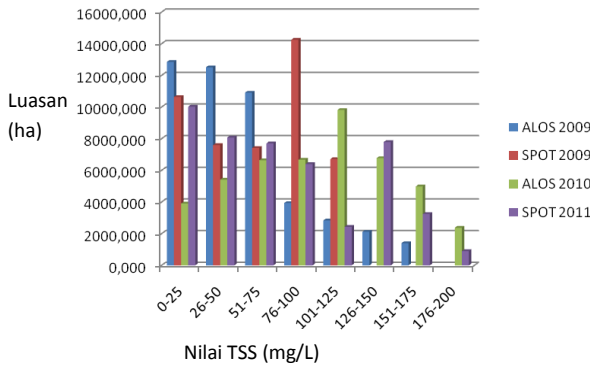
Penerapan algoritma TSS tahun 2009 menggunakan citra SPOT-4 (gambar 6a) terlihat persebaran kelas sedimentasi terbesar adalah kelas 4 (76-100 mg/L) yang tersebar di perairan Selat Madura dan lebih dominan di pantai timur Surabaya, sedangkan yang terkecil adalah kelas 5 (126-150 mg/L) yang banyak terdapat di perairan daerah Bulak hingga Rungkut.

Dari hasil penerapan algoritma TSS tahun 2010 menggunakan citra ALOS/AVNIR-2, klasifikasi terbagi menjadi 8 kelas dengan range tiap kelasnya sebesar 25 mg/L. Dari gambar 5 (b), terlihat persebaran kelas sedimentasi terbesar adalah kelas 5 (101-125 mg/L) yang tersebar di sepanjang pantai Surabaya-Sidoarjo dan perairan Selat Madura, sedangkan yang terkecil adalah kelas 4 (76-100 mg/L) yang terdapat di wilayah perairan Selat Madura.

Penerapan algoritma TSS tahun 2011 menggunakan citra SPOT-4 (gambar 6b) terlihat persebaran kelas sedimentasi terbesar adalah

kelas 1 (0-25 mg/L) yang terdapat di perairan Selat Madura, sedangkan yang terkecil adalah kelas 3 (51-75 mg/L) yang banyak terdapat di perairan daerah pantai Sidoarjo.

Untuk mempermudah mengetahui tingkat luasan tiap kelasnya, dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



**Gambar 7. Pola Distribusi Nilai TSS Hasil Citra SPOT-4 dan Data Lapangan**

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa hasil TSS dari pengolahan citra untuk setiap range kelasnya sangat bervariasi. Untuk kelas 1 (0-25 mg/L) paling banyak terdapat pada tahun 2009 (12856,050 ha) menurun pada tahun 2010 seluas 8951,767 ha dan mengalami peningkatan seluas 6118,862 ha pada tahun 2011, begitu pula untuk kelas 2 (26-50 mg/L) yang dominan pada tahun 2009 (12510,890 ha), menurun pada tahun 2010 sebesar 7095,700 ha dan meningkat lagi pada tahun 2011 sebesar 2663,936 ha. Untuk kelas 3 (51-75 mg/L) paling luas terdapat pada tahun 2009 (10910,96 ha), menurun pada tahun 2010 sebesar 4272,075 ha dan meningkat pada tahun 2011 sebesar 1067,195 ha, namun perubahannya tidak terlalu signifikan. Untuk kelas 4 (76-100 mg/L) mengalami peningkatan dari tahun 2009 ke tahun 2010 sebesar 2734,956 ha dan mengalami penurunan sebesar 273,911 ha pada tahun 2011. Kelas 5 (101-125 mg/L) meningkat sebesar 6980,888 ha pada tahun 2010 dan mengalami penurunan sebesar 7391,971 ha pada tahun 2011. Untuk kelas 6 (126-150 mg/L) mengalami kenaikan sebesar 4657,154 ha dari tahun 2009 ke tahun 2010 dan menurun sebesar 1017,363 ha. Untuk kelas 7 (151-175 mg/L) meningkat sebesar 3582,174 ha dari tahun 2009 ke tahun 2010 dan menurun sebesar 1739,047 ha pada tahun 2011.

Untuk kelas 8 (176-200 mg/L) pada tahun 2009 tidak terkelaskan sedangkan pada tahun 2010 seluas 2373,943 ha dan pada tahun 2011 menurun menjadi seluas 901,156 ha.

Nilai TSS tahun 2009 berkisar antara 0-175 mg/L dengan menggunakan citra ALOS/AVNIR-2 dan berkisar 0-125 dengan menggunakan citra SPOT-4. Perbedaan ini disebabkan beberapa hal diantaranya jenis citra yang berbeda, waktu pemotretan citra, dan algoritma yang digunakan juga berbeda. Sedangkan untuk tahun 2010 dan 2011 kisaran nilai TSS 0-200 mg/L.

Kisaran nilai kekeruhan pada wilayah perairan Surabaya – Sidoarjo berkisar antara 0 - 125 mg/L. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Mayasari (2010), menjelaskan bahwa dari tahun 2003 ke 2009, persebaran kelas sedimentasi relatif tetap pada masing-masing kelas sedimentasi. Sebaran sedimentasi di sepanjang pantai Surabaya – Sidoarjo didominasi oleh nilai TSS 25-125 mg/L. Namun terdapat perbedaan hasil antar keduanya. Hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan algoritma yang digunakan dalam penentuan nilai TSS (*Total Suspended Solid*).

**Analisa Hasil Ground Truth**

*Ground truth* dilakukan setelah proses pengolahan citra selesai, dilaksanakan dua periode, periode pertama pada tanggal 23 Juli 2011 di muara porong dan yang kedua dilaksanakan pada tanggal 27 Juli 2011 di Wonorejo. Berikut ini adalah tabel perbandingan hasil pengolahan citra SPOT-4 akuisisi 21 Juli tahun 2011 dengan hasil pengukuran sampel air laut dengan menggunakan alat *Water Quality Checker*.

**Tabel 3. Perbandingan hasil uji lapangan dengan pengolahan citra SPOT-4 tahun 2011**

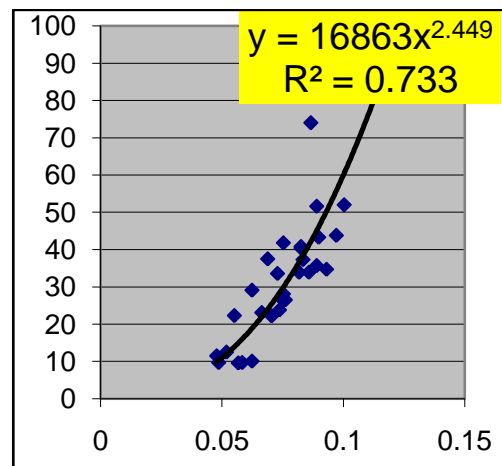
No	Koordinat		Hasil (mg/l)	Hasil Citra mg/L
	X (m)	Y (m)		
1	707505	9162046	34,7	49,16891016
2	709156	9162710	33,9	36,27485788
3	709150	9163008	33,9	40,62253094
4	709004	9163248	26,5	30,65554908
5	705322	9168642	89,1	48,16918037
6	704307	9169574	43,8	54,32542429
7	704208	9169954	40,8	37,12207864
8	704193	9169954	40,4	37,12207864

9	704118	9169754	43,3	45,25572118
10	704097	9170086	35,7	44,30610534
11	703976	9170460	22,2	25,57212167
12	704052	9171104	23,8	28,41276447
13	703566	9171216	26,3	29,89771725
14	703146	9171370	28,1	29,89771725
15	703431	9172546	41,8	29,89771725
16	703461	9172774	37,5	24,21577061
17	703554	9190992	52	58,66279173
18	704056	9190700	22,3	14,35615483
19	703865	9190232	29,1	19,20960705
20	703915	9189944	23,1	22,26104429
21	703672	9189404	74	41,52626374
22	703630	9189096	51,6	44,30610534
23	703667	9188802	33,58	27,68650733
24	705055	9185648	12,5	12,45546186
25	704890	9185264	11,5	10,29377711
26	704839	9184184	9,7	10,70728503
27	703877	9176526	9,6	15,36521662
28	703708	9176038	9,7	16,41375748
29	703722	9175494	10,08	19,20960705
30	704811	9191714	37,3	37,97946173

Sebagaimana ditunjukkan oleh tabel diatas, nilai TSS hasil yang diperoleh dari pengambilan sampel lapangan mempunyai nilai yang berbeda dengan nilai TSS dari hasil pengolahan citra. Adapun perbedaan tersebut antara lain dapat disebabkan karena perbedaan kondisi pada saat pengambilan data lapangan dengan kondisi pada saat pemotretan citra. Kondisi tersebut terkait dengan pasang surut, angin, dan musim.

Untuk mengetahui kekuatan hubungan antara dua peubah yaitu hasil pengolahan citra dan data pengukuran lapangan, perlu dilakukan perhitungan korelasi. Jika kedua peubah X dan Y berhubungan secara linear, maka koefisien korelasinya menunjukkan derajat hubungan antara peubah tersebut (Edward (1984) dalam Furqon)

Berikut ini grafik yang menunjukkan korelasi antara data lapangan dan hasil pengolahan citra.



Gambar 8. Grafik hasil TSS citra SPOT-4 Tahun 2011 dan data lapangan

Uji korelasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil TSS citra dengan hasil *ground truth*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana korelasi atau kedekatan hasil TSS pengolahan citra dengan hasil lapangan. Besaran koefisien korelasi menunjukkan kuat atau lemahnya hubungan. Secara umum, dapat dikatakan bahwa koefisien korelasi ( $r$ ) yang besar menunjukkan hubungan yang kuat, dan sebaliknya.

Hubungan linier sempurna bila  $r = +1$  atau  $-1$ . Bila  $r$  mendekati  $+1$  atau  $-1$ , hubungan antara dua peubah itu kuat dan dapat dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Akan tetapi, bila  $r$  mendekati nol, hubungan linier antara X dan Y sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali (Furqon, 1999).

Pada uji korelasi ini didapatkan nilai  $r=0,84$  atau  $r^2=0,713$ , seperti pada gambar 4.12. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = 0,997x^{1000}$$

Nilai  $r$  sebesar  $0,86$  menunjukkan bahwa hubungan antara dua peubah tersebut kuat yakni sebesar  $86\%$ , sedangkan nilai  $r^2=0,733$  bermakna bahwa **0,733** atau **73,3%** diantara keragaman total nilai lapangan ( $y$ ) dapat dijelaskan oleh hubungan liniernya dengan nilai citra ( $x$ ). Sehingga dapat disimpulkan antara hasil citra dan data lapangan mempunyai hubungan linier yang kuat. Dari nilai  $R^2$  ini menjelaskan bahwa prosentase varian dari data citra untuk dapat menggambarkan data di lapangan adalah sebesar  $73,3\%$ .

**Analisa Berdasarkan Musim**

Sesuai data curah hujan dan pencatatan angin yang diperoleh dari BMKG Stasiun Tanjung Perak, Surabaya, diketahui bahwa citra satelit yang digunakan berada pada satu musim yang sama dimana musim pada saat musim kemarau pengaruh angin timur lebih dominan. Hal ini terjadi pada bulan Mei - Oktober. Angin pada bulan Juli didominasi oleh angin dari timur (Angin Timur). Kecepatan angin di daerah Surabaya berdasarkan data berkisar antara 0 hingga 12.5 m/detik.

**Analisis Bathimetri**

Dalam penelitian mengenai sedimentasi perlu disertakan analisa mengenai kontur bathimetri untuk mengetahui kedalaman perairan. Data bathimetri ini diperoleh dari peta LPI tahun 1993 skala 1:50.000 daerah pantai Surabaya-Sidoarjo.

Kondisi bathimetri pantai Surabaya-Sidoarjo berkisar antara kedalaman 0-25 m. Hal ini akan mempengaruhi nilai reflektan yang dipantulkan oleh objek.

**Analisa Berdasarkan Pasang Surut**

Pasang surut mempengaruhi tingkat kekeruhan air laut dan garis pantai. Jika pada kondisi pasang, maka distribusi air akan terjadi dari laut menuju sungai sehingga distribusi partikel - partikel tersuspensi juga mengalir dari laut menuju sungai, sedangkan jika saat kondisi surut maka akan terjadi aliran air dari sungai ke laut, sehingga material dan partikel tersuspensi juga akan mengalir dari sungai menuju laut.

**Tabel 4. Data Pasang Surut Citra Satelit**

Citra	Perekaman		Tinggi Pasut (m)	Keterangan
	Tanggal	Waktu		
ALOS/AVNIR	29-Agust-09	18.02	-0,5	menuju surut
SPOT-4	21-Jul-09	02.37	1	menuju surut
ALOS/AVNIR	01-Sep-10	12.45	1,5	menuju pasang
SPOT-4	21-Jul-11	18.02	1,6	menuju surut

Pada saat groundtruth, kondisi pasang dapat dilihat seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 5. Kondisi pasut saat *ground truth* pertama**

Tanggal	Waktu	Tinggi Pasut (m)
23 Juli 2011	10:00	1,4
	11:00	1,4
	12:00	1,4
	13:00	1,3
	14:00	1,3
	15:00	1,3

**Tabel 6. Kondisi pasut saat *ground truth* kedua**

Tanggal	Waktu	Tinggi Pasut (m)
27 Juli 2011	09:00	2,4
	10:00	2,2
	11:00	1,9
	12:00	1,6
	13:00	1,2

Adanya perbedaan pasang surut ini mengakibatkan perbedaan konsentrasi TSS yang dihasilkan. Pada saat kondisi surut, konsentrasi TSS yang dihasilkan lebih pekat daripada kondisi saat pasang.

**KESIMPULAN dan SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil pengolahan dengan menggunakan citra satelit multitemporal diketahui bahwa persebaran nilai TSS untuk tiap tahunnya sangat bervariasi, tidak ada pola khusus untuk menggambarkan kondisi tiap tahunnya. Hal ini dapat disebabkan adanya beberapa hal, antara lain: jenis citra satelit, algoritma yang digunakan, waktu pemotretan citra satelit, kondisi pasang surut, dan musim.
- b. Berdasarkan hasil algoritma TSS, nilai kekeruhan yang dominan untuk area Surabaya- Sidoarjo tahun 2009-2011 sebesar 0 – 200 mg/l, hal itu berarti perairan Surabaya – Sidoarjo memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi, sesuai dengan Kementrian Lingkungan Hidup (KLH) bahwa kandungan Total Suspended Solid yang normal lebih kecil dari 70 m/L, sedangkan menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 Tentang



Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air untuk air kelas I dan II kadar TSSnya kurang dari 50 mg/L.

- c. Adanya peningkatan konsentrasi nilai TSS di titik-titik tertentu yakni di daerah pantai timur Surabaya, Kecamatan Gunung Anyar hingga Mulyorejo.

### Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah :

- a. Perlu adanya penelitian lanjut tentang studi mengenai sedimentasi dengan menggunakan metode-metode yang berbeda, dan menggunakan citra yang sama sehingga tingkat resolusi dan algoritma yang digunakan juga sama sehingga proses analisa lebih mudah dan hasil penelitian lebih akurat.
- b. Pelaksanaan groundtruth hendaknya diperhitungkan kondisi pasang surut sehingga mendapatkan hasil groundtruth yang optimal.

### DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada Press.

Budhiman, S. 2004. *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Image in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta Indonesia*. ITC The Netherlands.

Hermawan, G.I., dan Asai, K., 2008. *Study Of Suspended Sediment Distribution Using Numerical Model And Satellite Data In Benoa Bay-Bali*. International Journal Of Remote Sensing and Earth Sciences, 5:84-91

Jensen, John R. 2003. *Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective*. Singapore: Pearson education

Mardiyanto, edy. 2001. *Studi tentang Sedimen di Perairan Segara Anakan menggunakan Data Landsat TM Multitemporal*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro: Semarang.

Mayasari.R.2010. *Analisis Sedimentasi Pantai Surabaya-Sidoarjo Pasca Pembangunan Jembatan Suramadu dan Peristiwa Lapindo Menggunakan Citra Satelit SPOT-4*. Surabaya: Penelitian Program Studi Teknik Geomatika ITS.

Moko, Grace I. 2011. *Evaluasi perubahan Tutupan LahanWilayah Perairan Pesisir Surabaya Timur Sidoarjo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal*.

Trisakti, Bambang dan Budhiman, Syarif. *TSS Distribution Model in Madura Strait, East Java Province,Using Landsat-7 ETM and FY-1D*. Jakarta: LAPAN