

ANALISA SEBARAN TSS (*TOTAL SUSPENDED SOLID*) DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT AQUA MODIS TAHUN 2005-2011 (Studi Kasus: Pesisir Pantai Surabaya-Sidoarjo)

Trismono Candra Krisna, Agung Budi Cahyono, Khomsin

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

Email : trismonocandrakrisna@yahoo.com , agungbcahyo@yahoo.com, khomsin95@yahoo.com

Abstrak

Pembuangan lumpur dan material terlarut dalam jumlah besar dan secara terus-menerus ke Kali Porong mengakibatkan terjadinya sedimentasi di Kali Porong dan sedimentasi juga timbul di muara Kali Porong dan Pantai Surabaya – Sidoarjo yang diakibatkan oleh transport sedimen dari Kali Porong ke muara dan ke sepanjang pantai. Oleh karena itu, perlu adanya suatu penelitian mengenai nilai dan sebaran TSS (*Total Suspended Solid*) yang akan digunakan untuk analisa sebaran sedimentasi pantai Surabaya – Sidoarjo dengan menggunakan teknologi citra satelit. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Aqua MODIS MYD021KM hasil perekaman secara multi temporal dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2011 sehingga dapat diketahui nilai dan persebaran TSS (*Total Suspended Solid*).

Algoritma yang digunakan adalah algoritma Guzman & Santaella (2009) untuk menentukan nilai TSS pada daerah penelitian, dengan waktu penelitian pada musim timur yang dilakukan pada bulan Juli. Daerah penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah daerah pesisir pantai Surabaya – Sidoarjo.

Dari hasil pengolahan data dan analisa didapatkan nilai TSS dari tahun 2005 – 2011 bervariasi antara 0.112 mg/l - 138.233 mg/l. Uji validasi yang dilakukan bernilai 76,40%, yang menunjukkan TSS hasil pengolahan citra merepresentasikan kondisi sesungguhnya. Daerah yang mengalami dampak sebaran TSS tinggi adalah muara Kali Porong, selatan Kali Porong, Pantai Pasuruan, muara Kali Alo, dan daerah pantai utara Kali Alo. Nilai dan sebaran TSS dipengaruhi oleh pasang surut, arus arus, angin, dan gelombang. Hasil pengolahan data dan analisis ini dapat dijadikan bahan referensi dalam penelitian selanjutnya.

Kata Kunci : TSS, Citra Aqua MODIS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bencana semburan lumpur Lapindo adalah peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran Lapindo Brantas Inc di Dusun Balongnonggo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Peristiwa yang terjadi sejak 27 Mei 2006 ini menjadi suatu tragedi ketika semburan lumpur panas mulai menggenangi areal persawahan, pemukiman penduduk, dan kawasan industri dan merusak berbagai sarana dan prasarana komunikasi, transportasi, pendidikan, listrik, kesehatan, dan lain-lain. Menurut Wibisono (2006), volume lumpur yang disebarkan mencapai 50.000 – 126.000 m³ / hari.

Pembuangan lumpur dalam jumlah besar dan secara terus-menerus ke Kali Porong

mengakibatkan terjadinya sedimentasi di Kali Porong dan sedimentasi juga timbul di muara Kali Porong dan Pantai Surabaya – Sidoarjo yang diakibatkan oleh transport sedimen dari Kali Porong ke muara dan ke sepanjang pantai. Masalah sedimentasi ini perlu dilakukan monitoring secara terus menerus untuk mengetahui dampak sedimentasi hasil pembuangan lumpur ke Kali Porong, salah satunya dengan menggunakan parameter TSS (*Total Suspended Solid*) atau padatan terlarut.

Oleh karena itu, perlu adanya suatu penelitian mengenai nilai dan sebaran TSS (*Total Suspended Solid*) yang akan digunakan untuk analisa sebaran sedimentasi pantai Surabaya – Sidoarjo dengan menggunakan teknologi citra satelit. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Aqua MODIS hasil perekaman secara multi temporal dari tahun 2005 sampai dengan tahun

2011 sehingga dapat diketahui kondisi dan persebaran TSS (*Total Suspended Solid*) sebelum sampai sesudah terjadinya peristiwa semburan lumpur Lapindo. Pemilihan Citra Aqua MODIS dilakukan karena Citra ini dapat diproses untuk mengetahui hampir semua parameter darat, laut, dan udara. Dan salah satu parameter laut yang dapat diolah dengan Citra Aqua MODIS adalah TSS (*Total Suspended Solid*).

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan, menganalisa, dan memetakan sebaran TSS (*Total Suspended Solid*) yang dihasilkan dari citra Aqua MODIS di pantai Surabaya – Sidoarjo sehingga dapat diketahui perubahan nilai dan sebaran TSS di pesisir pantai Surabaya – Sidoarjo tahun 2005-2011 (sebelum sampai sesudah peristiwa semburan lumpur Lapindo).

Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Wilayah studi adalah pesisir pantai Surabaya - Sidoarjo.
2. Data TSS hasil *survey* lapangan diambil di muara Kali Porong pada tanggal 23 Juli 2011.
3. Data citra satelit yang digunakan adalah citra Aqua MODIS MYD021KM perekaman bulan Juli tahun 2005 – 2011.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan TSS dengan menggunakan algoritma Guzman dan Santaella, 2009.
5. Hasil penelitian adalah peta sebaran TSS (*Total Suspended Solid*) di pesisir pantai Surabaya – Sidoarjo tahun 2005 – 2011 dengan menggunakan Citra Aqua MODIS

Tujuan Penelitian

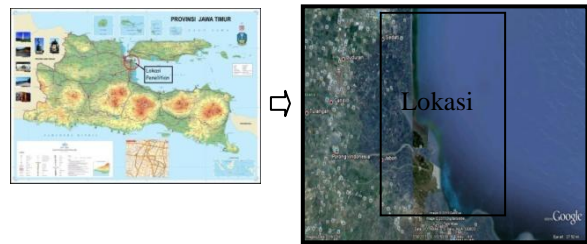
Tujuan penelitian ini adalah :

1. Memetakan daerah hutan di Propinsi Jawa Timur dengan parameter nilai spektral vegetasi.
2. Menganalisis kondisi perubahan hutan di Propinsi Jawa Timur antara tahun 2007 – 2011

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini mengambil daerah di pesisir pantai Surabaya – Sidoarjo yang terkena dampak sedimentasi lumpur Lapindo yang terletak antara 7°10'20"LS - 7°36'00"LS dan 112°34'52"BT - 112°54'36"BT seperti ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data Dan Peralatan

- Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data citra Aqua MODIS MYD021KM - Level 1B *Calibrated Radiances* - resolusi 1 km multi temporal perekaman tahun 2005 – 2011.
2. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1 : 25.000 terbitan BAKOSURTANAL yang digunakan sebagai data acuan dalam koreksi geometrik.
3. Peta LPI 1 : 50.000 tahun 2002 terbitan BAKOSURTANAL
4. Data nilai TSS di 24 titik pengamatan di lapangan. Data ini akan digunakan sebagai data untuk melakukan validasi dan analisa nilai TSS citra
5. Data pasang surut, arus, angin, dan gelombang di perairan selat Madura yang digunakan untuk analisa.

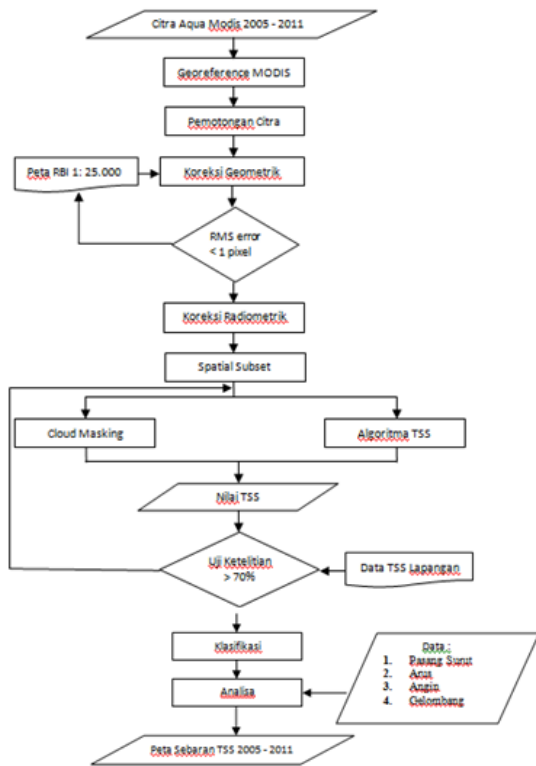
- Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. *Water Checker* TROLL 9500 Multi Parameter Series S/N 47916 digunakan untuk mengetahui nilai TSS
 - b. *GPS navigasi / handheld* ketelitian 15 meter

- c. Seperangkat komputer
- d. Perahu motor
- e. Jam digital
- 2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. *Software ENVI 4.6.1*
 - b. *Microsoft Office 2007*
 - c. *Matlab R2010a*
 - d. *ArcGis 9.0*

Diagram Alir Pengolahan Data



Gambar 2. Diagram Tahap Pengolahan Data

Penerapan Algoritma Guzman & Santaella (2009)

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan TSS dengan menggunakan algoritma dari penelitian Guzman-Santaella tahun 2009. Algoritma ini menggunakan nilai reflektan MODIS band 1 (620-670 nm) dikarenakan panjang gelombang tersebut memberikan nilai reflektan yang baik untuk TSS. Rumus algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$TSS \text{ (mg/l)} = 602.63 * (0.0007e^{47.755 * MODIS \text{ BAND } 1}) + 3.1481$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah nilai RMSE dari masing-masing citra 2005-2006 setelah dilakukan proses koreksi geometrik.

No	Citra Tahun	Nilai RMSE
1	2005	0.206755
2	2006	0.319836
3	2007	0.299878
4	2008	0.249785
5	2009	0.233178
6	2010	0.307436
7	2011	0.173920

Gambar 1. RMS Error

Sedangkan perhitungan SOF dari sebaran titik GCP pada pengolahan citra setelah dilakukan perhitungan adalah 0.0012

Perbandingan TSS Citra 23 Juli 2011 dan TSS Lapangan

NO	Posisi		TSS Citra (mg/l)	TSS Lapangan (mg/l)	Selisih
	X	Y			
1	706953	9162778	28.5	71	42.4
2	707505	9162046	31.6	34.7	2.0
3	707417	9162312	31.6	61.4	29.7
4	709156	9162710	32.4	33.9	1.4
5	709150	9163008	32.4	33.9	1.4
6	709004	9163248	32.4	26.5	5.9
7	705322	9168642	27.4	89.1	61.6
8	705101	9168732	27.4	32.7	2.2
9	704782	9168932	31.9	31.9	0.0
10	704307	9169574	31.0	43.8	12.7
11	704208	9169954	31.0	40.8	9.7
12	704193	9169954	31.0	40.4	9.3
13	704118	9169754	31.0	43.3	12.2
14	704097	9170086	31.0	35.7	1.6
15	703976	9170460	34.5	22.2	12.3
16	704052	9171104	34.5	23.8	10.7
17	703566	9171216	34.5	26.3	8.2
18	703146	9171370	34.5	28.1	1.4
19	703431	9172546	36.0	41.8	5.7

Gambar 3. Perbandingan Nilai TSS

Dari tabel 4.5 di atas dapat diketahui bahwa nilai TSS pada citra dan TSS lapangan tidak ada yang sama identik. Ada beberapa titik yang memiliki perbedaan yang cukup besar, yaitu di titik nomer 1, 3, 7, 21, 22, 23, dan 24.

Seleksi Data TSS Citra 2011 Untuk Validasi

Citra Aqua MODIS MYD021KM memiliki resolusi 1km2 tiap pikselnya. Beberapa titik yang berada dalam range 1 piksel MODIS, jika diolah akan

menghasilkan nilai TSS yang sama. Tabel berikut akan menjelaskan proses proses seleksi data.

NO	Posisi		TSS Citra (mg/l)	TSS Lapangan (mg/l)	Selisih	Dipakai	Jarak
	X	Y					
1	706953	9162778	28.5	71	42.4	X	
2	707505	9162046	31.6	34.7	2.0	V	916.8
3	707417	9162312	31.6	61.4	29.7	V	280.1
4	709156	9162710	32.4	33.9	1.4	V	1783.9
5	709150	9163008	32.4	33.9	1.4	V	298.0
6	709004	9163248	32.4	26.5	5.9	V	280.9
7	705322	9168642	27.4	89.1	61.6	V	6530.8
8	705101	9168732	27.4	32.7	2.2	V	238.6
9	704782	9168932	31.9	31.9	0.0	V	376.5
10	704307	9169574	31.0	43.8	12.7	V	798.6
11	704208	9169954	31.0	40.8	9.7	V	392.6
12	704193	9169954	31.0	40.4	9.3	V	15
13	704118	9169754	31.0	43.3	12.2	V	213.6
14	704097	9170086	31.0	35.7	1.6	V	332.6
15	703976	9170460	34.5	22.2	12.3	V	393.0
16	704052	9171104	34.5	23.8	10.7	V	648.4
17	703566	9171216	34.5	26.3	8.2	V	498.7
18	703146	9171370	34.5	28.1	1.4	V	447.3
19	703431	9172546	36.0	41.8	5.7	V	1210.0
20	703461	9172774	36.0	37.5	1.4	V	229.9
21	703596	9172564	36.0	81.1	45.0	V	249.6
22	705522	9166314	28.8	55.8	26.9	X	6540.0
23	705697	9165959	28.8	107.2	78.3	X	395.7
24	705959	9166034	28.8	133.6	104.7	X	272.5

Gambar 4. Seleksi Data

Keterangan :

- V : Dipakai
- X : Tidak dipakai

Jika diperhatikan, dari 24 data tersebut terkelompokkan menjadi 9 kelompok data yang memiliki nilai TSS citra yang sama. Data yang berlabel (X) ada 2 kelompok, tidak dipakai karena perbedaan antara nilai TSS citra dan nilai TSS lapangan sangat besar. Jika dipakai, data ini akan mengakibatkan error yang sangat besar.

Data yang berlabel (V) berarti data tersebut dapat dipakai untuk validasi. Data yang berlabel (V) ada 7 kelompok data. Tiap kelompok dari 7 kelompok data yang berlabel (V) tersebut dipilih satu data yang nilainya paling mendekati nilai TSS lapangan. Dengan demikian, untuk validasi antara data TSS hasil pengolahan citra dengan TSS hasil pengukuran lapangan, tidak menggunakan semua nilai pengolahan TSS citra. Dengan menggunakan proses seleksi data seperti telah dijelaskan di atas,

maka ditetapkan data nomer 2, 4, 8, 9, 14, 18, dan 20 yang akan digunakan untuk proses validasi.

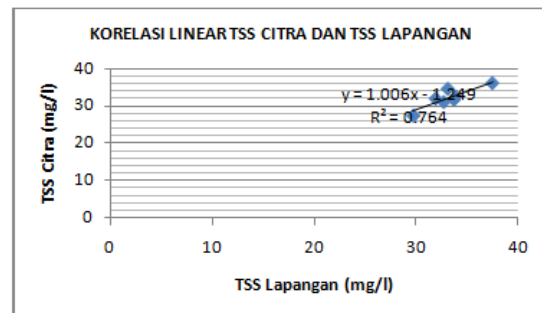
Validasi Hasil Pengolahan Citra dengan Data Lapangan.

Dari hasil seleksi didapatkan data nomer 2, 4, 8, 9, 14, 18, dan 20 yang akan digunakan untuk validasi.

NO	Posisi		TSS Citra (mg/l)	TSS Lapangan (mg/l)
	X	Y		
2	707505	9162046	31.6	34.7
4	709156	9162710	32.4	33.9
8	705101	9168732	30.4	32.7
9	704782	9168932	31.9	31.9
14	704097	9170086	33.0	35.7
18	703146	9171370	31.5	28.1
20	703461	9172774	36.0	37.5

Gambar 5. Data Validasi

Kemudian dilakukan perhitungan korelasi linier untuk melihat korelasi antara data TSS citra dan TSS lapangan, didapatkan korelasi linear antara data TSS citra dan TSS lapangan sebagai berikut :



Gambar 6. Korelasi Linear

Model matematis yang dapat menggambarkan hubungan TSS citra dan TSS lapangan adalah sebagai berikut :

$$Y = 1,006X - 1,249$$

- Dimana : Y = TSS Citra (mg/l)
- X = TSS Lapangan (mg/l)

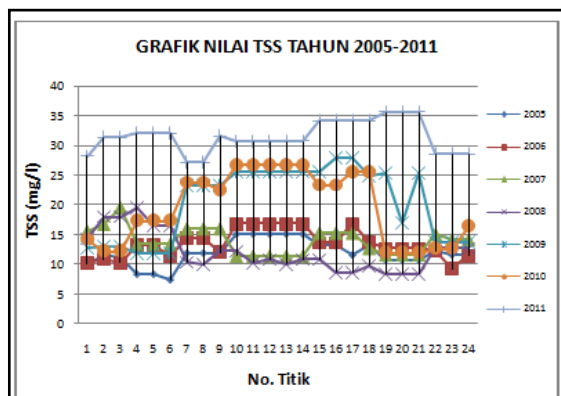
Nilai dan Luas Sebaran TSS Hasil Pengolahan Citra Aqua MODIS 2005 - 2011

Selanjutnya dengan menggunakan metode dan algoritma yang sama, dilakukan pengolahan terhadap citra Aqua MODIS tahun 2005 - 2011.

Nilai TSS per-Tahun di Tiap Titik Pengamatan (mg/l)							
No	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	10.1	10.2	15.6	14.3	12.7	14.2	28.5
2	11.6	10.7	16.7	18.1	13.0	12.1	31.7
3	11.1	10.2	19.5	18.1	13.0	12.1	31.7
4	8.3	13.2	13.4	19.6	11.9	17.4	32.4
5	8.3	13.2	13.4	16.5	11.9	17.4	32.4
6	7.4	11.2	13.4	16.5	11.9	17.4	32.4
7	11.9	14.4	16.0	10.4	23.2	23.8	27.5
8	11.9	14.4	16.0	9.9	23.2	23.8	27.5
9	11.9	12.0	16.0	12.2	23.2	22.6	32.0
10	15.2	16.8	11.4	12.2	25.5	26.7	31.1
11	15.2	16.8	11.4	10.3	25.5	26.7	31.1
12	15.2	16.8	11.4	10.9	25.5	26.7	31.1
13	15.2	16.8	11.4	10.0	25.5	26.7	31.1
14	15.2	16.8	11.4	10.9	25.5	26.7	31.1
15	13.2	13.7	15.3	10.9	25.5	23.3	34.5
16	13.2	13.7	15.3	8.6	27.8	23.3	34.5
17	11.6	16.9	15.3	8.6	27.8	25.5	34.5
18	13.2	13.7	12.7	9.8	24.8	25.5	34.5
19	10.8	12.7	11.7	8.4	25.2	11.9	36.0
20	10.8	12.7	11.7	8.4	17.0	11.9	36.0
21	10.8	12.7	11.7	8.4	25.2	11.9	36.0
22	12.2	12.2	15.1	12.7	13.8	12.6	28.9
23	11.6	9.2	14.2	12.7	13.8	12.6	28.9
24	11.6	11.4	14.2	12.7	13.8	16.4	28.9

Gambar 7. Nilai TSS tiap titik tiap tahun

Dari tabel tersebut dapat dilihat nilai TSS pada tiap titik dan pada tiap tahun. Nilai TSS tiap titik pengamatan tiap tahun tidak selalu naik secara linier, namun kadang juga mengalami penurunan di beberapa titik pengamatan. Untuk lebih jelasnya akan disajikan dalam grafik di bawah ini :



Gambar 8. Nilai TSS tiap titik tiap tahun

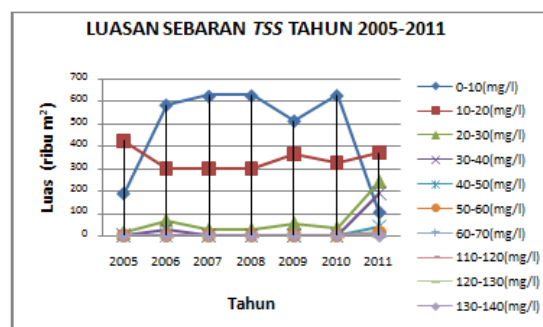
Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa nilai TSS di 24 titik pengamatan bernilai tertinggi pada tahun 2011. Hal ini karena terdapat peningkatan nilai TSS secara signifikan dari tahun-tahun sebelumnya.

Berikut ini akan dijelaskan luas sebaran TSS per kelas hasil pengolahan citra Aqua MODIS tahun 2005 – 2011 dengan menggunakan *software ENVI 4.6*.

TSS (mg/l)	LUAS SEBARAN TSS PER-TAHUN (juta m ²)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0-10	187.966	586.082	626.013	627.952	514.684	629.042	102.703
10-20	424.702	300.042	301.9	302.835	366.638	326.132	370.76
20-30	14.224	69.01	27.262	27.346	55.642	34.33	240.326
30-40	2.032	30.004	1.01	1.013	3.974	3.03	193.083
40-50	2.032	3.001	0	0	0	1.01	44.162
50-60	0	0	0	0	0	0	13.351
60-70	0	0	0	0	0	0	8.216
70-80	0	0	0	0	0	0	0
80-90	0	0	0	0	0	0	0
90-100	0	0	0	0	0	0	0
100-110	0	0	0	0	0	0	0
110-120	0	0	0	0	0	1.01	0
120-130	0	0	0	0	0	1.01	0
130-140	0	0	0	0	0	2.019	0

Gambar 9. Luas sebaran TSS tiap kelas tiap tahun

Jika disajikan dalam grafik akan menjadi seperti berikut :



Gambar 10. Luas sebaran TSS tiap kelas tiap tahun

Dari grafik tersebut dapat dianalisa bahwa luasan TSS rendah pada umumnya menurun dari tahun ke tahun. Sedangkan luasan TSS sedang cenderung stabil namun menunjukkan tanda-tanda kenaikan. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa luasan TSS tinggi cenderung naik dari tahun ke tahun.

Analisa Perbandingan Nilai TSS Citra Aqua MODIS 23 Juli 2011 dan Data Lapangan

Dari pengolahan citra Aqua MODIS tanggal 23 Juli 2011 diperoleh hasil seperti pada tabel 4.5. Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai TSS citra dan TSS lapangan tidak sama. Ada yang memiliki perbedaan kecil (0-2 mg/l), sedang (2-10 mg/l), dan besar (>10 mg/l). Dapat dianalisa bahwa perbedaan nilai TSS antara citra dan data lapangan disebabkan karena :

Perbedaan waktu perekaman citra dan waktu pengambilan data

Waktu perekaman citra adalah jam 06.30 WIB sedangkan waktu pengambilan data lapangan adalah jam 10.32 – 15.50 WIB. Antara selang

waktu tersebut telah terjadi perubahan / dinamika kondisi perairan yang mengakibatkan perubahan nilai dan sebaran TSS.

Pengaruh pasang surut, arus, dan angin

Selama selang perbedaan waktu perekaman citra dan pengambilan data lapangan tersebut, terjadi peristiwa-peristiwa perubahan pasang surut, arus, dan angin.

Pengaruh radiometrik

Perbedaan nilai TSS citra dan lapangan dapat disebabkan karena pengaruh radiometrik / gangguan perambambatan gelombang di udara.

Analisa Seleksi Data

Dari data pengolahan citra Aqua MODIS 23 Juli 2011, diketahui bahwa saat dicari nilai TSS sesuai koordinat titik pengambilan data lapangan, terdapat nilai TSS yang sama walaupun koordinatnya berbeda. Hal ini dikarenakan titik yang mempunyai nilai TSS sama tersebut masih berada dalam piksel yang sama. 1 piksel output peta dari Citra Aqua MODIS yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 1 x 1 km. Hal ini dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan citra Aqua MODIS bertipe MYD021KM – Level 1B *Calibrated Radiance* – 1 km. Ini berarti resolusi spasial per-piksel yang dihasilkan pada outputnya adalah berukuran 1 x 1 km.

Dalam pembahasan 4.3.2 di atas, 24 data telah dikelompokkan menjadi 9 kelompok yang memiliki nilai TSS citra yang sama. Terdapat 2 kelompok (data nomer 1, 22, 23, 24) yang memiliki perbedaan yang besar dengan data lapangan, data ini tidak digunakan karena mengandung error yang besar. Selanjutnya terdapat 7 kelompok data yang digunakan dalam validasi. 7 kelompok data ini berisi data titik nomor 2 – 21. Namun demikian, tidak semua data dalam 7 kelompok tersebut digunakan dalam validasi. Dilakukan seleksi pada tiap kelompok dengan mengambil 1 data yang memiliki selisih terkecil dengan nilai TSS lapangan. Hal ini diasumsikan bahwa 1 data per kelompok yang dipilih tersebut adalah data yang mempunyai nilai paling mendekati dengan kondisi TSS di lapangan.

Analisa Validasi TSS Citra dan TSS Lapangan

Nilai R² yang didapat dari rumus *regresi linear* di pembahasan menjelaskan bahwa koefisien determinasi dari data citra untuk dapat menggambarkan data di lapangan adalah sebesar 76,40%. Nilai R² yang mendekati satu atau 100% menunjukkan hubungan yang positif, sebaliknya jika R² mendekati nol, maka memiliki hubungan jelek. Dari hubungan ini dijelaskan bahwa sebagian besar TSS di lapangan dapat dijelaskan oleh citra, sedangkan sisanya sebesar 23,60% adalah faktor-faktor lain yang tidak diamati oleh citra. Dengan demikian nilai korelasi yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi syarat yang ditentukan yaitu R ≥ 70%.

Analisa Pasang Surut, Angin, Gelombang, dan Arus Pasang Surut

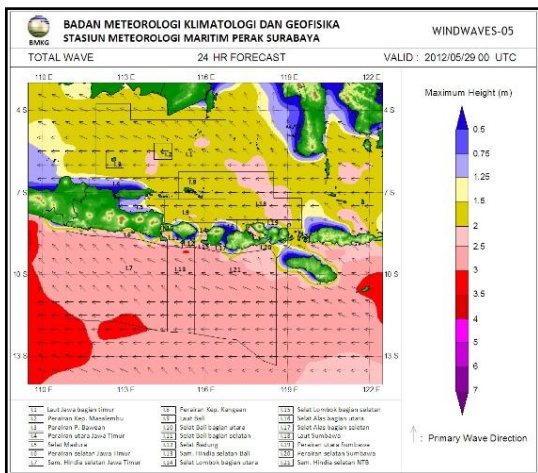
Untuk mempelajari masalah nilai TSS dan sebaran TSS data penunjang seperti pasang surut air laut, angin (kecepatan dan arah), gelombang, dan arus pasang surut. Data pasang surut diambil dari stasiun pengamatan pasut Tanjung Perak-Surabaya, sedangkan data angin (kecepatan dan arah) diambil dari stasiun pengamatan angin Juanda-Surabaya. Berikut adalah gambar data pasang surut dan angin.

Tanggal Berjalan Citra			Waktu Perekaman		Tinggi Pasut (cm)	Angin	
Tahun	Tanggal	Bulan	Jam	Menit		Kec (Knot)	Arah(°)
2011	23	7	6	30	35	-	-
2010	22	7	6	20	73	6	360
2009	19	7	6	25	78	14	70
2008	20	7	5	55	-1	10	80
2007	21	7	6	25	16	28	280
2006	20	6	6	0	-	-	-
2005	24	7	6	15	-	-	-

Gambar 11. Pasang Surut dan Angin

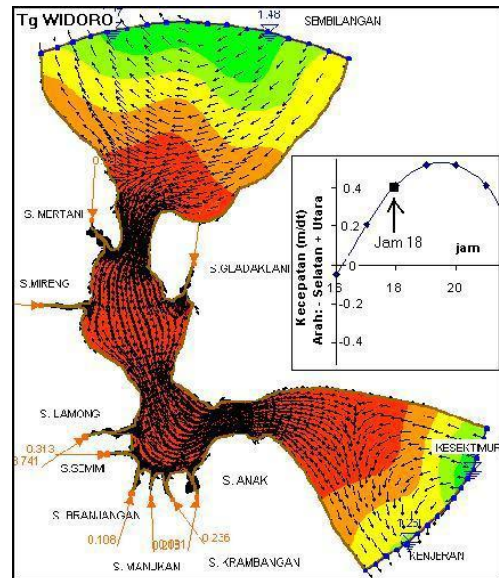
Dari data pasang surut tersebut dapat dianalisa bahwa nilai TSS cenderung naik apabila terjadi pasang, Hal ini dikarenakan saat surut, kondisi air cenderung tenang sehingga material sedimen cenderung mengendap dan air menjadi lebih jernih. Sebaliknya saat terjadi pasang biasanya disertai dengan arus dan gelombang yang besar, sehingga hal ini akan mengaduk material sedimen yang ada di dasar sehingga menjadi tercampur dengan air dan air menjadi keruh. Hal ini mengakibatkan nilai TSS meningkat.

Angin (arah dan kecepatan) dapat membangkitkan arus permukaan. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap sebaran TSS yang ada di permukaan dimana arahnya adalah searah dengan arah angin dan seampai seberapa jauh dan seberapa cepat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Gambar di bawah ini adalah gambar pola gelombang di perairan selat Madura dan sekitarnya (sumber : BMKG stasiun Tj. Perak - Surabaya)

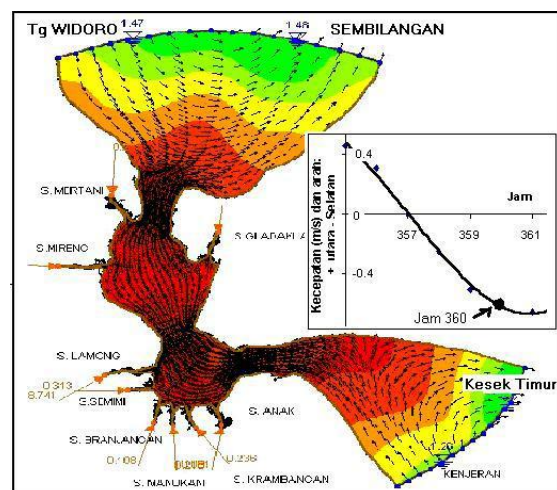


Gambar 12. Gelombang di Selat Madura

Dari gambar di atas dapat dianalisa bahwa gelombang yang datang di perairan selat Madura arahnya adalah tegak lurus pantai (barat ke timur). Hal ini akan mengakibatkan material TSS yang keluar dari Kali Porong akan terkonsentrasi di sekitaran muara kali porong dan di sekitar pantai karena aliran air yang membawa material TSS yang keluar dari Kali Porong tersebut “bertabrakan” dengan gelombang yang datang. Gambar di bawah ini adalah gambar arus yang dibangkitkan oleh pasang surut di perairan Selat Madura menurut Setiawan, 2004 dalam (Mustain, 2009).



Gambar 13. Pola Arus Pasang



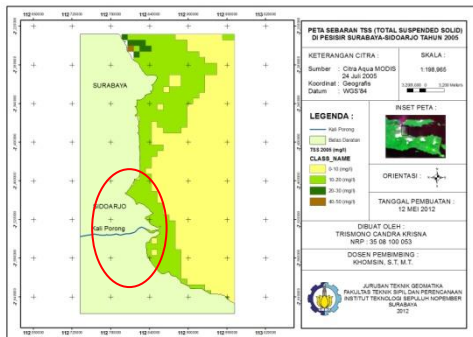
Gambar 14. Pola Arus Surut

Dari analisa data pasang surut dan waktu perekaman citra tiap tahun didapatkan hasil bahwa pada tahun 2007 dan air bergerak menuju surut terendah (di awal titik balik pasang tertinggi), tahun 2009 dan 2010 air bergerak menuju pasang tertinggi (mendekati nilai pasang maksimum), dan tahun 2011 air bergerak menuju surut terendah (berada di tengah siklus antara pasang tertinggi dan surut terendah). Dari pergerakan air menuju pasang/surut tersebut jika dihubungkan dengan pola arus pasang surut di Selat Madura adalah jika air menuju surut terendah maka arus akan bergerak dari timur ke barat menyusuri pantai Pasuruan-Sidoarjo-Surabaya-Gresik. Dan jika air menuju pasang tertinggi maka arus akan bergerak dari barat ke timur menyusuri pantai Gresik-Surabaya-Sidoarjo-

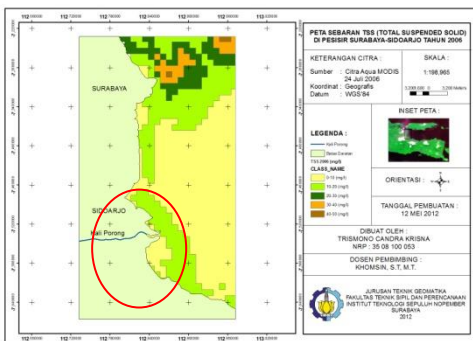
Pasuruan. Arah arus yang disebabkan karena pasang surut ini akan mempengaruhi sebaran TSS dimana pola sebaran TSS akan mengikuti arah arus pasang surut. Dapat dilihat pada peta sebaran TSS bahwa pada tahun 2007, 2008 dan 2011 sebaran TSS cenderung menuju ke arah utara karena air menuju surut terendah. Dan pada tahun 2009 dan 2010 sebaran TSS cenderung ke arah selatan karena air menuju pasang tertinggi.

Analisa Sebaran TSS Tahun 2005 – 2011

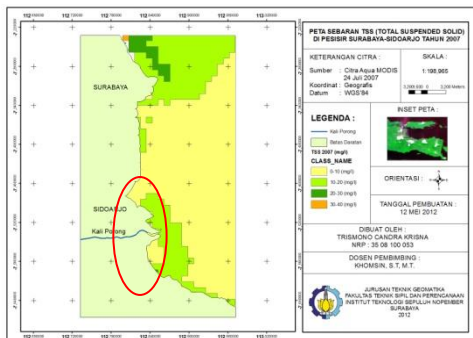
Berikut ini adalah gambar peta sebaran TSS tahun 2005 – 2011 di pesisir pantai Surabaya – Sidoarjo.



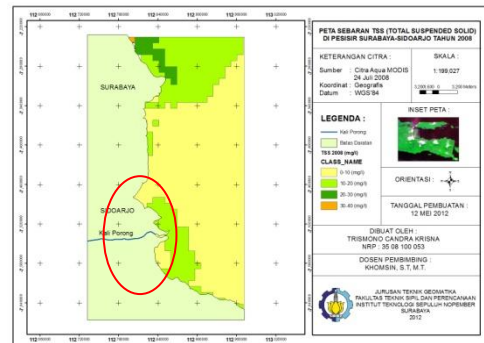
Gambar 10. Peta Sebaran TSS Tahun 2005



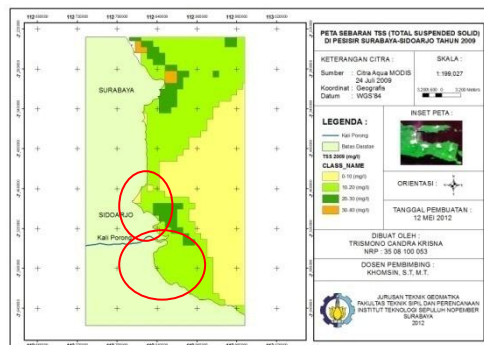
Gambar 11. Peta Sebaran TSS Tahun 2006



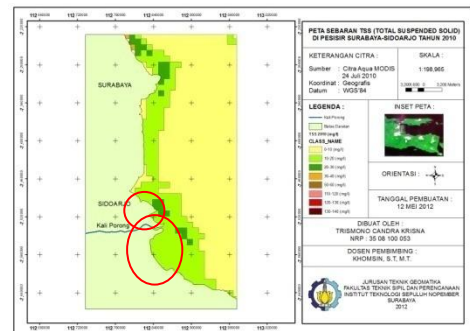
Gambar 12. Peta Sebaran TSS Tahun 2007



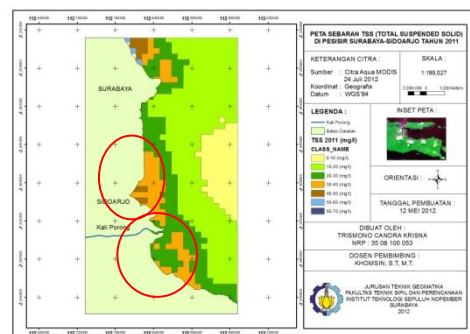
Gambar 13. Peta Sebaran TSS Tahun 2008



Gambar 14. Peta Sebaran TSS Tahun 2009



Gambar 15. Peta Sebaran TSS Tahun 2010



Gambar 16. Peta Sebaran TSS Tahun 2011

Dari peta sebaran TSS tahun 2005-2011 hasil pengolahan citra Aqua MODIS di atas dapat dianalisa bahwa nilai dan sebaran TSS di pesisir pantai Surabaya-Sidoarjo yang dikarenakan buangan material lumpur dari kali prong

semakin meningkat dari tahun ke tahun. Daerah yang terkena dampak paling besar adalah di muara Kali Porong karena merupakan tempat bertemunya aliran sungai dan laut (gelombang dan arus) sehingga ada banyak material TSS yang terkonsentrasi di situ, Pantai Pasuruan karena pergerakan TSS cenderung ke arah Pasuruan dan terdapat daratan yang menjorok ke dalam daratan di antara Kali Porong dan Pasuruan hal ini mengakibatkan material TSS terkonsentrasi di daerah tersebut karena pengaruh arus dan gelombang, muara Kali Alo (Kali Alo adalah anak sungai Kali Porong) sehingga material lumpur juga mengalir ke Kali Alo dan di sebelah utara Kali Alo terdapat daratan yang menjorok ke dalam daratan sehingga material TSS terkonsentrasi di tempat tersebut karena pengaruh arus dan gelombang. Daerah-daerah tersebut perlu diperlakukan secara khusus untuk mencegah atau mengurangi dampak sebaran TSS karena jika dibiarkan terus-menerus akan menghasilkan sedimentasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pemetaan hutan menggunakan algoritma NDVI dan EVI, maka didapatkan beberapa kesimpulan akhir dari penelitian ini, yaitu:

- Nilai indek vegetasi dengan menggunakan algoritma NDVI memiliki nilai minimal dan nilai maksimal lebih stabil jika dibandingkan dengan EVI
- Luas area hutan juga dipengaruhi perubahan musim. Perubahan hutan tiap tahun hasil dari pengolahan citra memiliki sifat yang tidak stabil, baik menggunakan NDVI ataupun EVI.
- Hasil algoritma EVI menunjukkan bahwa pada tahun 2009 – 2010 terjadi penurunan area hutan seluas 834.400 ha pada musim hujan, sedangkan pada musim kemarau terjadi peningkatan sebesar 1.096.625 ha. Hasil algoritma NDVI juga menunjukkan bahwa pada tahun 2009-2010 terjadi penurunan sebesar 882.600 ha pada musim hujan dan pada musim kemarau terjadi peningkatan sebesar 1.999.325 ha.

Saran

- Perlu dilakukan pemetaan hutan dengan menggunakan data yang memiliki tingkat ketelitian lebih tinggi.
- Untuk penelitian selanjutnya lebih baik menggabungkan data citra Terra MODIS dengan data citra satelit yang memiliki resolusi spasial yang lebih teliti sehingga dapat diketahui jenis - jenis hutan di Jawa Timur.
- Untuk mendapatkan nilai spektral hutan dengan ketelitian yang baik, digunakan data lapangan dengan mengukur nilai spektral hutan menggunakan spektrometer.
- Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan algoritma yang lebih spesifik untuk pendefinisian daerah hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., dkk. 2002. Survei Dengan GPS. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Arozaq, M. 2008. Penginderaan Jauh (Remote Sensing). <URL:http://www.geografi.ums.ac.id/ebook/.../arcview_3x_Analisis_Citra_Arcview.pdf> dikunjungi pada tanggal 21 maret 2012, jam 18.45.
- Anggraini, N. dan Trisakti, B. 2011. Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kebakaran Hutan dan Deforestasi di Propinsi Kalimantan Barat. Jurnal Penginderaan jauh Vol. 8, 2011 : 11-20.
- BPKH Wilayah XI Jawa-Madura. 2009. Potret Hutan Propinsi Jawa Timur. Yogyakarta. Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XI Jawa-Madura.
- Duong, N.D. 2004. Land Cover Mapping Of Vietnam Using Modis 500m 32-Day Global Composites. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2004. Hanoi : Institute of Geography.
- Hervina. 2011. Harian Analisa : Fungsi Hutan untuk Kehidupan. <URL:http://www.analisdaily.com/news/read/2011/08/14/8546/fungsi_hutan_untuk_kehidupan/> dikunjungi pada tanggal 13 Februari 2012, jam 9.56.
- Huete, A., Justice, C. dan Leeuwen, W.1999. Modis Vegetation Index (Mod 13) Algorithm Theoretical Basis Document. <URL:<http://modis.gsfc.nasa.gov/>>

- dikunjungi pada tanggal 15 Februari 2012, jam 6.45.
- Janssen, L.F.L and Huurneman C.G. 2001. Principles of Remote Sensing. ITC Educational Textbooks Series. ITC, Enshede, Netherlands.
- Lillesand dan Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pentury, R. 1997. Algoritma pendugaan Konsentrasi klorofil di perairan teluk ambon menggunakan citra Landsat TM. Program studi Teknik Kelautan Program Pasca Sarjana IPB : Bogor.
- Purnawati, N.P. 2010. Analisa Potensi Lahan Pertanian dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Tabanan dan Badung-Bali. Collection of Student Research vol 1 Mei 2010:112-120.
- Rahmawaty, S. 2004. Hutan : Fungsi dan Peranannya bagi Masyarakat. Program Ilmu Kehutanan. Universitas Sumatera Utara. <URL:<http://www.repository.usu.ac.id/bits/tream/123456789/.../hutan-rahmawaty6.pdf> /> dikunjungi pada tanggal 13 Februari 2012, jam 9.16.
- Rusdiyatomoko, A. dan Zubaidah, A. 2005. Analisis Spektral Data Modis untuk Pemantauan Hutan/Lahan (Studi Kasus Propinsi Sumatera Selatan). Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa". Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 14 – 15 September 2005.
- Sardiyoko. 2003. Kerusakan Hutan di Jawa Timur. <URL:<http://www.groups.yahoo.com/group/lingkungan/message/17457>> dikunjungi pada tanggal 13 Februari, jam 12.23.
- Sardiyoko. 2010. Kerusakan Hutan di Jawa Timur Siapa yang Bertanggung Jawab. <URL:<http://canvasing.wordpress.com/> > dikunjungi pada tanggal 22 Maret 2012, jam 7.08.
- Siddik, A. 2008. Karakteristik Citra Satelit. Medan. Universitas Sumatera Utara
- Zain, AS. 1996. Hukum lingkungan Konservasi Hutan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.