

DAMPAK PERUBAHAN KAWASAN HUTAN MENJADI AREAL INDUSTRI BATUBARA TERHADAP KUALITAS AIR DI SEPANJANG DAS BERAU–KALIMANTAN TIMUR

Ety Parwati ^{*}), Kadarwan Soewardi ^{**}), Tridoyo Kusumastanto ^{***}),
Mahdi Kartasasmita ^{***}) dan I Wayan Nurjaya ^{***})

^{*}) Peneliti LAPAN, Mahasiswi Program Pascasarjana S3-SPL IPB

^{**}) Ketua Komisi Pembimbing

^{***}) Anggota Komisi Pembimbing

ABSTRACT

The study of landuse change: forest area become coal industrial area and its impact in Total Suspended Solid is done by remote sensing data. The different combination channel of remote sensing data are taken to extract landuse and Total Suspended Solid (TSS) spatial information. The supervised classification is used for land use spatial extraction and otherwise for TSS, there is a specific algorithm; $TSS = 3.8926 * \exp^{(31.417 * \text{Red Band})}$. The result showed that there was the relationship between landuse change from forest into coal industrial, shrub, paddy field, bareland and settlement area and the dynamic change of TSS along Berau watershed

Key word: *Total Suspended Solid (TSS), Remote sensing*

ABSTRAK

Studi dampak perubahan kawasan hutan menjadi areal industri batubara terhadap *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan dengan menggunakan data penginderaan jauh sebagai data primer. Kombinasi kanal diambil untuk memperoleh informasi spasial penggunaan lahan dan nilai TSS di sepanjang DAS Berau. Informasi penggunaan lahan dilakukan melalui proses klasifikasi *supervised*, sementara algoritma ekstraksi informasi TSS yang digunakan untuk kawasan perairan Berau adalah $TSS \text{ (mg/l)} = 3.8926 * \exp^{(31.417 * \text{Red Band})}$. Hasil studi menunjukkan perubahan kawasan hutan menjadi industri/batubara serta hutan menjadi semak belukar, sawah, lahan kosong, dan permukiman diikuti oleh adanya kenaikan nilai kandungan TSS sepanjang DAS Berau.

Kata Kunci: *Total Suspended Solid (TSS), Penginderaan jauh*

1 PENDAHULUAN

Kualitas air pada dasarnya sangat sulit didefinisikan, oleh karena menyangkut standar-standar yang akan menyesuaikan kebutuhan yang sangat banyak variasinya di alam ini. Aspek yang menjadi parameter uji bersifat kualitatif dan kuantitatif. Sebagai contoh, PDAM mengeluarkan standar kualitas air dengan beberapa variasi ukuran, di antaranya untuk kebutuhan air minum, kebutuhan peternakan, pertanian, tambak, dan lain sebagainya. Salah satu parameter yang digunakan

sebagai parameter uji kualitas air adalah TSS.

Total Suspended Solid (TSS) adalah material tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0.45 m (Effendi, 2000). Pada umumnya TSS 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. Pengamatan terhadap sebaran TSS sering dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi

menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air. Dinamika TSS yang ada di perairan tidak terlepas dari dinamika tutupan lahan yang terjadi di atasnya, hal ini bisa dilihat dari contoh sederhana bagaimana erosi terjadi akibat adanya konversi hutan dengan tutupan vegetasi rapat menjadi lahan terbuka tanpa vegetasi.

Fakta tersebut menunjukkan bahwa TSS merupakan salah satu parameter biofisik perairan yang dinamikanya mencerminkan dinamika perubahan yang terjadi di daratan maupun di perairannya sendiri. Analisis spasial TSS di perairan diharapkan dapat berguna untuk kuantifikasi keterkaitan antara ekologi daratan dan lautan.

Data penginderaan jauh Landsat akan digunakan sebagai parameter primer. Validasi dilakukan dengan mengambil sampel kualitas air di sepanjang DAS Berau, serta beberapa titik *Ground Control Point* (GCP) untuk validasi koreksi geometrik presisi.

Dalam penggunaan citra penginderaan jauh untuk studi kadar bahan tersuspensi, terdapat beberapa prosedur dan algoritma standar untuk mengukur dan memetakan total sedimen tersuspensi. Pada awalnya prosedur dan algoritma tersebut dikembangkan di perairan bukan tropis dengan kondisi air relatif jernih. Ketika prosedur-prosedur tersebut diaplikasikan di perairan turbid, hasil yang diperoleh memberikan bias. Perairan wilayah pesisir Indonesia didominasi oleh sistem pencampuran air laut dan air sungai yang membawa sejumlah besar sedimen dari bagian hulunya. Karena itu, diperlukan suatu metode dan algoritma yang adaptif dengan lingkungan seperti itu.

Saat ini sudah cukup banyak kajian yang dilakukan dalam rangka pengembangan metode analisis untuk mengembangkan algoritma TSS menggunakan data penginderaan jauh yang dapat diterapkan di Indonesia. Beberapa di antaranya adalah Parwati (2003 dan 2007) melakukan pengembangan untuk wilayah perairan Segara Anakan dan Delta Berau, sementara Budiman (2004) melakukan kajian untuk perairan Delta Mahakam serta Trisakti (2005) untuk wilayah pesisir Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Brebes. Hasil dari kajian pada lima wilayah berbeda tersebut semakin menunjukkan bahwa algoritma yang dapat diterima sangat bersifat lokal, sehingga untuk wilayah berbeda harus dilakukan kajian tersendiri.

Kabupaten Berau merupakan salah satu kabupaten di wilayah Provinsi Kalimantan Timur yang kaya akan kandungan sumberdaya baik di darat maupun laut. Salah satu contoh kekayaan sumberdaya yang dimiliki adalah tambang batubara, yang sampai saat ini masih menjadi andalan pemerintah Kabupaten Berau. Eksplorasi tambang batu bara yang dimotori oleh PT Berau Coal di wilayah Kabupaten Berau telah cukup lama dilakukan. Hal itu berdampak pada meningkatnya PAD pemerintah setempat sekaligus naiknya taraf hidup sebagian masyarakat yang ikut terlibat dalam kegiatan perusahaan tersebut. Di sisi lain hasil buangan limbah tentu akan mempunyai dampak pada lingkungan sekitarnya. Dampak yang ditimbulkan bisa langsung dirasakan pengaruhnya atau secara kumulatif dirasakan setelah melewati ambang batas daya dukung kemampuan alamnya.

Terdapat dua sungai besar yang bermuara ke Delta Berau yaitu Sungai Berau dan Sungai Tabalar. Sungai Berau merupakan sungai utama yang mengalir jauh dari hulu Sungai Segah

dan Sungai Kelay, kemudian menyatu di Kota Tanjung Redeb menuju ke arah laut Sulawesi. PT Berau Coal terletak di sebelah utara Daerah Aliran Sungai (DAS) Berau dengan Sungai Berau sebagai *outlet*nya. Lokasi inilah yang merupakan area studi yang akan dilakukan.

Studi ini akan melihat keterkaitan antara perubahan lahan, dalam hal ini hutan yang dikonversi menjadi industri (tambang batubara), permukiman, ladang dan semak belukar dengan dinamika perubahan muatan TSS yang bermuara pada Sungai Berau.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

- Kegiatan penelitian berlangsung selama dua tahun, yaitu tahun 2006 sampai tahun 2007. Kegiatan pengukuran parameter kualitas air, khususnya TSS

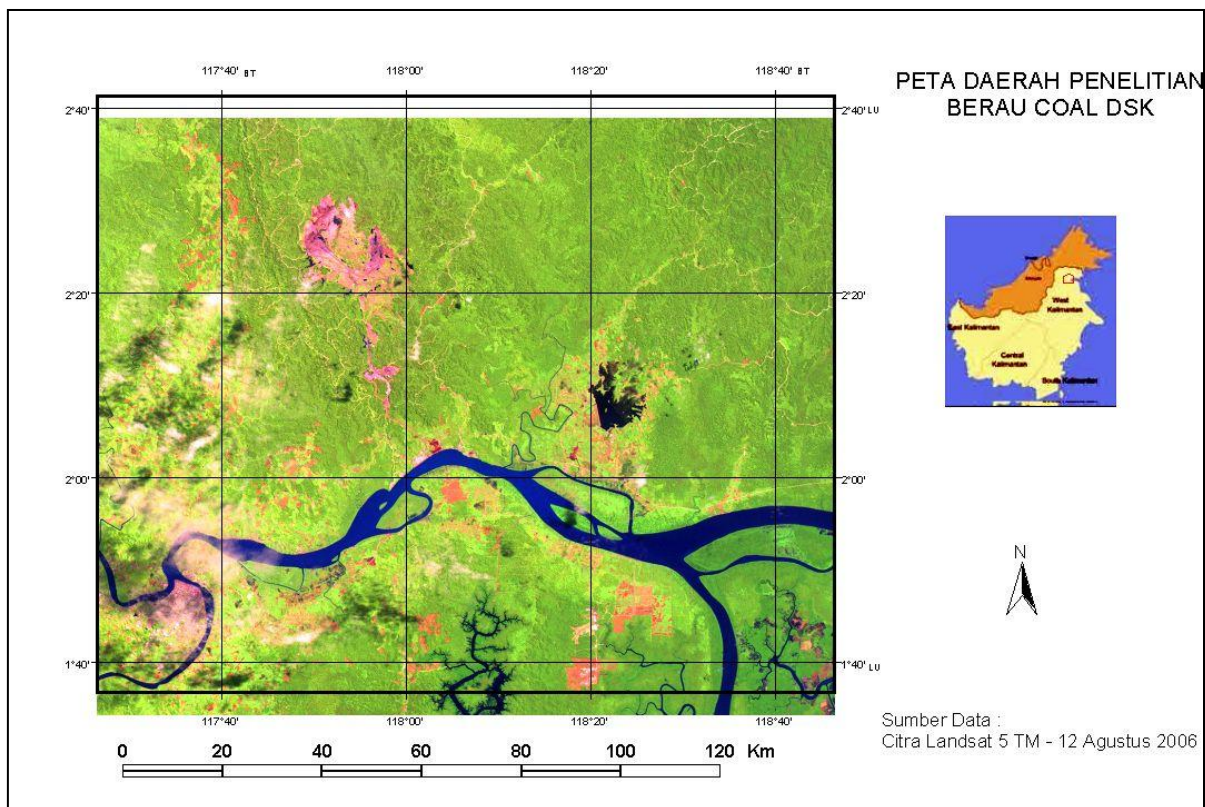
dan titik-titik control tanah (GCP) dilakukan pada bulan Mei dan September 2006 serta September 2007.

- Penelitian ini dilakukan di sekitar area penambangan batubara yang termasuk dalam wilayah dua desa, yaitu Desa Sambakungan dan Samburakat, Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau Kalimantan Timur. (Gambar 2-1)

2.2 Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Citra satelit multi temporal wilayah Delta Berau (Tabel 2-1)
- Data sekunder yang terdiri dari:
 - Batas administrasi wilayah
 - Data kualitas air hasil pengukuran di lapangan (Mei 2006, September 2006 dan September 2007)



Gambar 2-1: Lokasi Daerah Pengamatan

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis perangkat lunak (*Software*), yaitu: EXCEL, ER MAPPER, ARC INFO dan ARC VIEW.

2.3 Analisis Data

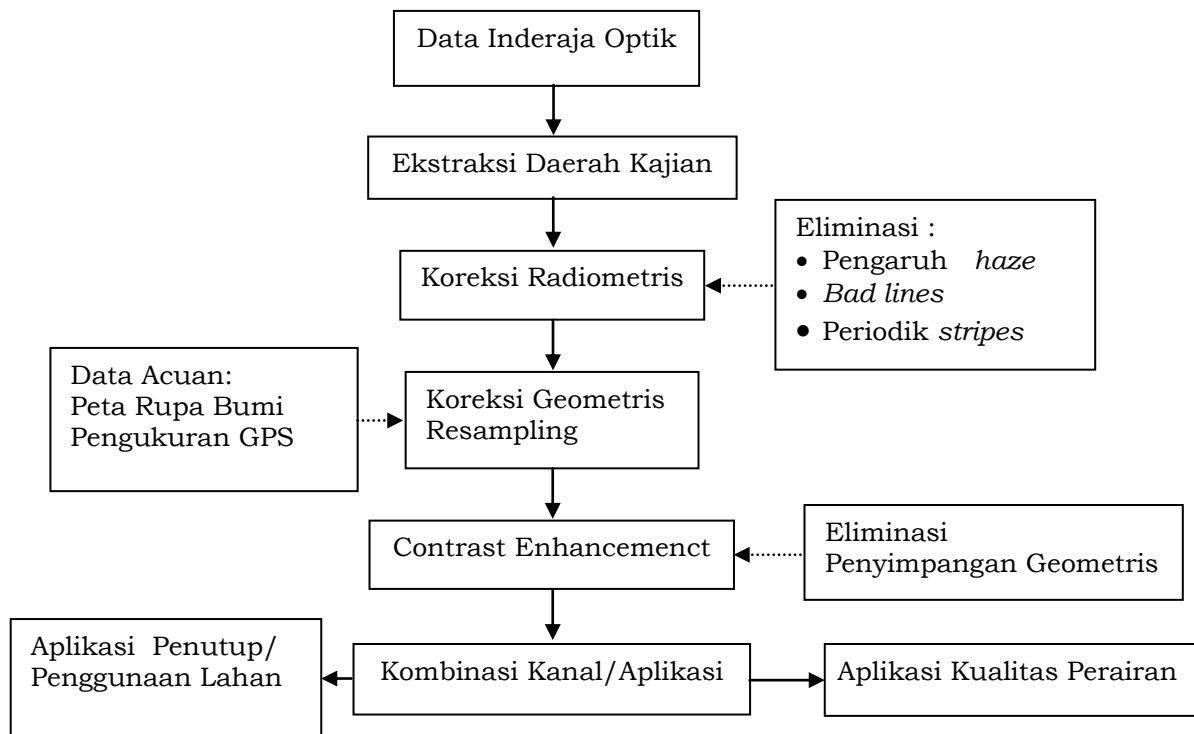
Kajian utama studi ini adalah menganalisis keterkaitan antara dinamika perubahan yang terjadi di daratan (kawasan hutan menjadi industri/batubara, permukiman, lahan

kosong dan ladang) serta dinamika kualitas air – TSS yang mengikutinya di sepanjang DAS Berau.

Kegiatan studi ini menggunakan data inderaja sebagai data utama. Dengan memanfaatkan kombinasi kanal-kanal yang tersedia dilakukan ekstraksi informasi sesuai dengan kebutuhan studi itu sendiri. Gambaran umum pengolahan data inderaja ditampilkan pada Gambar 2-2.

Tabel 2-1: DATA CITRA LANDSAT YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

No.	Jenis Data	P/R atau K/J No	Tanggal Perekaman Data
1.	Landsat 5 TM	116/58 dan 116/59	10 Juli 1994
2.	Landsat 7 ETM	116/58 dan 116/59	8 Juli 2002
3.	Landsat 5 TM	116/58 dan 116/59	12 Agustus 2006



Gambar 2-2: Diagram Alir Pengolahan Data Inderaja

Kegiatan Pra Pengolahan Data

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan pada sudut elevasi matahari dan jarak Matahari-Bumi akibat penerimaan data yang berbeda waktu. Metode koreksi radiometrik dilakukan dengan mengikuti prosedur koreksi radiometrik dari *handbook* untuk satelit Landsat 5 TM dan Satelit Landsat 7 ETM, yaitu dengan mengubah *digital number* menjadi nilai radiansi menggunakan “*gain*” dan “*offset*”, kemudian mengubah nilai radiansi menjadi nilai reflektansi menggunakan nilai *solar irradiance*, sudut elevasi Matahari dan jarak Matahari-Bumi.

Konversi digital number ke radiansi

Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut: $L_{\lambda} = \text{"gain"} * DN + \text{"offset"}$

Keterangan:

L_{λ} = Spektral radiansi dengan satuan watts/(meter squared * ster * μm)

DN= Nilai digital number

Konversi radiansi ke reflektansi

Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos\theta_s}$$

Keterangan:

ρ_p = Reflektansi

L_{λ} = Spektral radiansi

d = Jarak bumi matahari satuan astronomi

$ESUN_{\lambda}$ = Irradiansi (*solar irradiance*)

θ_s = Sudut zenit matahari dalam derajat.

Nilai d merupakan nilai pendekatan dari nilai *julian day* pada akuisisi data. $ESUN_{\lambda}$ merupakan hasil pengukuran radiasi Matahari yang sampai ke Bumi per areal luas tertentu. Sudut zenit Matahari didapat dari pengurangan sudut 90° dengan sudut elevasi Matahari (dari *header file*).

Empat buah algoritma diuji cobakan untuk memilih satu algoritma yang paling sesuai untuk daerah kajian. Algoritma yang diujicobakan masing-masing dikembangkan oleh: 1) *Algoritma Woerd* dan Pasterkamp (2004) berdasarkan nilai reflektan yang dikorelasikan dengan data *in situ* perairan Selat Madura, 2) *Algoritma Sturn* (1988) berdasarkan nilai radian, 3) *Algoritma Hasyim et al.* (1977) berdasarkan nilai digital number dan 4) *Algoritma Syarif Budhiman* (2004) berdasarkan nilai *irradiance reflectance* ($R(0-)$).

Digunakan konstanta A dan S untuk melengkapi algoritma yang akan dibangun. Tabel 2-2 berisi data A dan S yang diperlukan.

Selain itu diperlukan data radian dan reflektan dari masing-masing seri satelit yang digunakan. Data-data digital number, radian dan reflektan masing-masing diambil dari sejumlah data pada stasiun pengamat yang dilakukan pengukuran lapangan (Gambar 2-3). Sementara data Digital Number, Radian dan Reflektan ditunjukkan pada Tabel 2-3.

Tabel 2-2: NILAI PARAMETER A DAN S UNTUK MASING-MASING SATELIT

Satelite	Sensor	A	S	R ²
Landsat TM 5	Band 1	1.5354	67.394	0.98
	Band 2	3.8926	31.417	0.99
	Band 3	8.2054	23.769	0.94
	Band 4	14.239	66.19	0.82
Landsat ETM 7	Band 1	1.4716	71.878	0.98
	Band 2	3.3238	34.099	0.99
	Band 3	8.1429	23.704	0.94
	Band 4	14.175	63.291	0.82
	Panchromatic	12.307	42.806	0.86

Sumber : Syarif Budiman. 2004

Tabel 2-3: NILAI DIGITAL NUMBER, RADIAN DAN REFLEKTAN

Sta	Digital Number		Radian	Reflektan
	band 2	band 3	band 1/band 2	band 2
1 (BA1)	53	36	1.55	0.047
2 (BA2)	68	44	1.27	0.073
3 (BA3)	63	48	1.21	0.065
4 (BA4)	65	56	1.22	0.068
5 (BB1)	45	31	1.76	0.034
6 (BB2)	49	32	1.63	0.040
7 (BB3)	69	68	1.22	0.075
8 (BB4)	59	52	1.38	0.058
9 (BC1)	44	32	1.78	0.032
10 (BC2)	48	31	1.70	0.039
11 (BC3)	68	66	1.29	0.073
12 (BD1)	42	30	1.86	0.028
13 (BD2)	40	31	1.92	0.025
14 (BD3)	67	55	1.26	0.072
15 (D4)	71	47	1.27	0.079
16 (D7)	43	32	1.81	0.030

Sumber : Data Hasil Perhitungan

Hasil evaluasi keempat algoritma (Parwati, 2006) yang diuji cobakan untuk menghasilkan algoritma tervalidasi untuk kawasan perairan Berau adalah sebagai berikut:

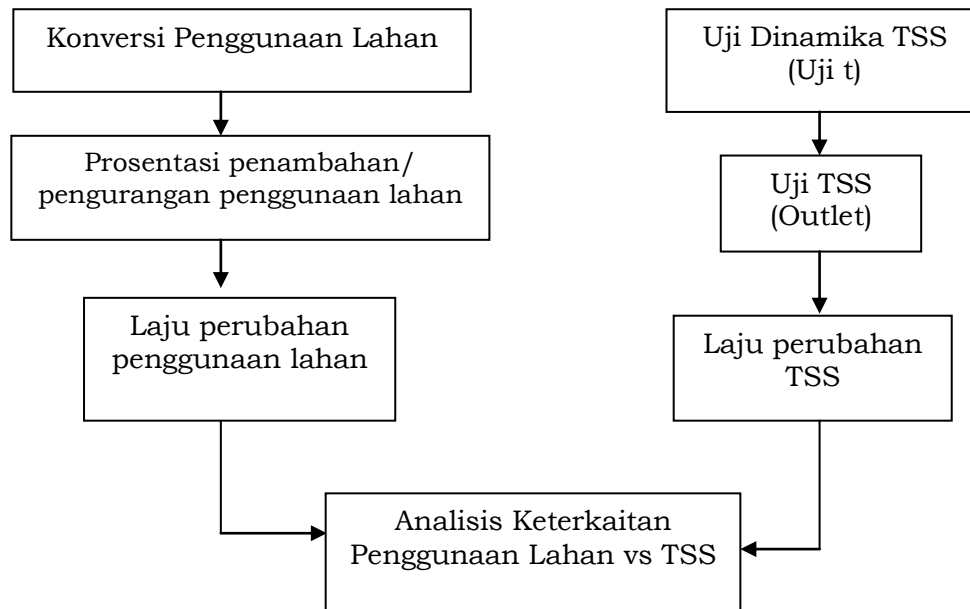
- Hasyim : nilai TSS sangat tinggi
- Sturn : Nilai TSS Sangat Rendah
- Woerd : Nilai TSS cukup sesuai akan tetapi tidak representasi untuk perairan dengan kekeruhan tinggi
- Budhiman: Cukup sesuai dan representatif untuk daerah dengan tingkat kekeruhan yang berbeda-beda.

Berdasarkan hasil uji tersebut, algoritma yang paling sesuai untuk perairan Delta Berau adalah:

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

dimana: Red Band = Reflektans ter-koreksi atmosferik band 2.

Analisis dinamika penggunaan lahan dilakukan dengan mengkaji besarnya konversi hutan menjadi penggunaan lahan lainnya, dalam hal ini industri, lahan kosong, permukiman, ladang dan semak belukar. Sementara itu diambil 5 (lima) buah outlet aliran dari kawasan industri ke sungai yang ada di bawahnya. Akan dikaji dua hal berkaitan dengan dinamika TSS pada lima titik pengamatan tersebut, yaitu: 1. Besarnya kecepatan konversi dari setiap outlet dan 2. Uji t untuk melihat perbedaan antar outlet. Langkah-langkah analisa yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alir berikut ini:



Gambar 2-4: Analisis Keterkaitan Penggunaan Lahan dan TSS

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penggunaan Lahan

Gambar 3-1 berikut adalah citra satelit yang digunakan pada tiga tanggal pengamatan yang berbeda.

Hasil klasifikasi penggunaan lahan dari tiga sumber data citra yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3-2.

Tampak bahwa, kawasan tambang batubara – Berau Coal terus dilakukan perluasan, sementara penggunaan lahan di sekitarnya mengalami penurunan. Analisis dampak perubahan penggunaan lahan terhadap TSS dilakukan dengan mengamati besarnya TSS pada lima titik pengamatan. Kelima titik tersebut merupakan *outlet* kegiatan penambangan batubara di lahan atas (Gambar 3-3).

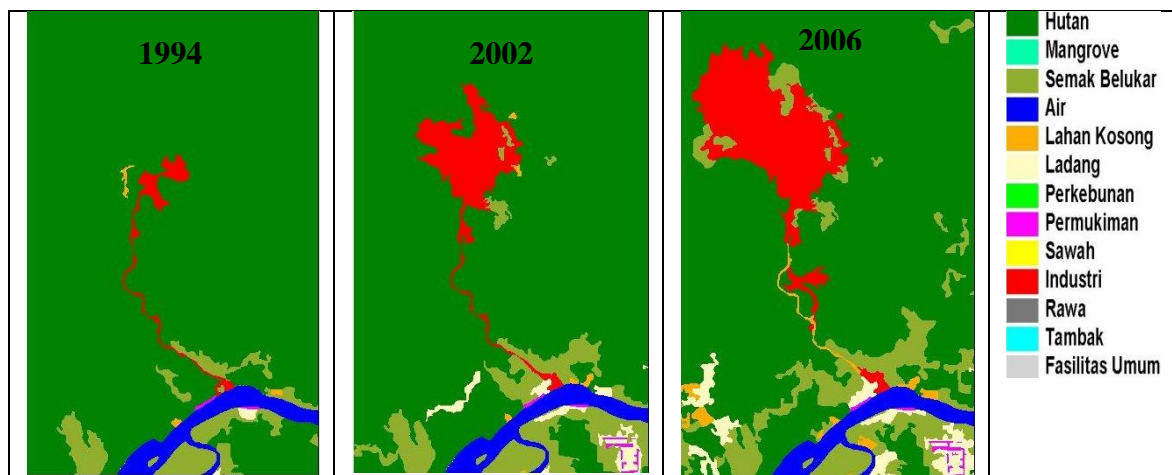
Besarnya nilai TSS pada masing-masing pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Dari Tabel 3-1 terlihat bahwa sampai dengan tahun 2002 telah terjadi konversi hutan seluas 0.234 Ha tidak seluruhnya menjadi industri, akan

tetapi terbagi menjadi 0.061 Ha industri (PT Berau Coal), 0.009 Ha Ladang, dan 0.161 Ha semak belukar. Kawasan permukiman belum ditemukan pada lokasi Berau Coal dan sekitarnya. Ditemukan juga lahan kosong seluas 0.003 Ha, hal tersebut kemungkinan besar sebagai persiapan perluasan lahan PT Berau Coal. Hal ini bisa dilihat pada pengamatan citra tahun 2006 ditemukan kawasan yang merupakan kawasan industri, sementara kawasan tersebut masih merupakan lahan kosong di tahun 2002. Selanjutnya sampai dengan tahun 2006 konversi yang terjadi dari lahan hutan adalah seluas 0.451 Ha. Konversi tersebut berturut-turut menjadi lahan industri-Berau Coal adalah seluas 0.088 Ha, 0.035 Ha Ladang, 0.034 Lahan Kosong dan 0.294 Ha Semak Belukar. Permukiman telah ditemukan sejak tahun 2002 dan tidak mengalami perluasan sampai dengan tahun 2006.



Gambar 3-1: Citra Landsat Kawasan Berau Coal



Gambar 3-2: Penggunaan Lahan Kawasan Berau Coal

Tabel 3-1: PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN KAWASAN BERAU COAL TAHUN 1994-2006

Penggunaan Lahan	Tahun	Kenaikan/Penurunan (%)1994-2002		Tahun	Kenaikan/ Penurunan (%)1994-2002		Tahun
	1994			2002			2006
Hutan	275365.30	0.86	(-)	273025.85	1.68	(-)	268524.05
Industri	202.43	75.07	(+)	811.95	51.95	(+)	1689.82
Ladang	31.01	75.06	(+)	124.34	73.33	(+)	466.17
Lahan Kosong	0.67	97.50	(+)	26.95	92.66	(+)	367.29
Permukiman	11.53	0.86	(+)	11.63	0.85	(+)	11.73
Semak Belukar	9.41	70.33	(+)	31.71	98.64	(+)	2334.37
Lain-lain	188742.36	-0.83	(+)	190330.36	0.33		190969.28
Total	464362.70			464362.79			464362.70

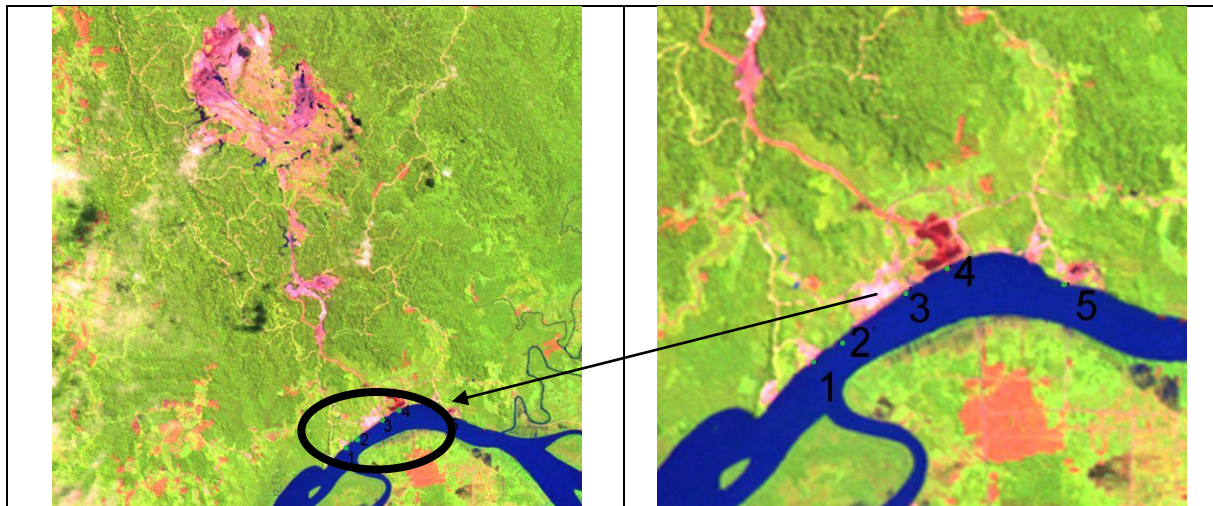
3.1 Total Suspended Solid

Untuk melihat fluktuasi kenaikan TSS diambil 5 (lima) titik outlet yang akan dibandingkan dinamikanya. Posisi lokasi outlet yang diambil akan dianalisis perbedaan dinamikanya. Kelima outlet tersebut mewakili beberapa kondisi, yaitu berturut-turut:

- a. Outlet 1: mewakili kondisi lahan terbuka, tidak ada dampak PT Berau Coal, posisi geografis paling rendah, peluang TSS lebih besar dibandingkan dengan outlet pada posisi lainnya.
- b. Outlet 2 : semak belukar
- c. Outlet 3 : lahan terbuka, sama dengan outlet 1, sehingga TSS lebih dimungkinkan mengalir, sehingga endapan yang dihasilkan lebih kecil
- d. Outlet 4 : merupakan outlet PT Berau Coal
- e. Outlet 5 : Lahan kosong, relatif jauh dari PT Berau Coal.

Posisi lokasi outlet yang diambil ditunjukkan pada Gambar 3-3. Besarnya nilai TSS pada setiap outlet, pada masing-masing pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Dari Tabel 3-2 terlihat bahwa, TSS selalu mengalami kenaikan yang signifikan mulai dari tahun 1994 sampai tahun 2006. Pola kenaikan yang terjadi untuk masing-masing outlet menunjukkan bahwa outlet 1 paling tinggi kenaikannya, disusul outlet 2, sementara itu outlet 4 paling rendah kenaikannya. Hasil kombinasi antara jenis penggunaan lahan (lahan terbuka) dan posisi geografis outlet (outlet 1 berada pada posisi relatif lebih rendah dibandingkan dengan outlet lain) menjadi penyebab kenaikan TSS yang paling tinggi.



Gambar 3-3: Titik Pengamatan Outlet TSS

Tabel 3-2: BESAR NILAI TSS SEPANJANG DAS BERAU

Outlet	Outlet 1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4	Outlet 5
	(Mg/l)	(Mg/l)	(Mg/l)	(Mg/l)	(Mg/l)
Tahun 1994	33.49223	44.35083	50.13848	50.13000	54.35083
Kenaikan 1994-2002	14.47145	13.61285	9.64060	2.25953	2,96296
2002	47.96368	57.96368	59.77908	52.38953	57.31379
Kenaikan 2002-2006	10.60845	2.32849	0.51309	4.92426	8.83582
2006	58.57213	60.29217	60.29217	57.31379	66.14961
Kenaikan 1994-2006	25.17990	16.94134	10.15369	7.18379	12.79878

Berikut akan dianalisis secara statistik kaitan antara kelima outlet yang diambil. Digunakan pendekatan uji t untuk melihat signifikansi perbedaan pengaruh perubahan lahan terhadap TSS pada masing-masing outlet. Dilakukan pengujian terhadap 10 (sepuluh) kemungkinan pasangan yang ada (Tabel 3-3), yaitu:

Tabel 3-3: PASANGAN OUTLET BERAU COAL DSK

Pasangan Outlet	
Pasangan 1	Outlet 1 & Outlet 2
Pasangan 2	Outlet 1 & Outlet 3
Pasangan 3	Outlet 1 & Outlet 4
Pasangan 4	Outlet 1 & Outlet 5
Pasangan 5	Outlet 2 & Outlet 3
Pasangan 6	Outlet 2 & Outlet 4
Pasangan 7	Outlet 2 & Outlet 5
Pasangan 8	Outlet 3 & Outlet 4
Pasangan 9	Outlet 3 & Outlet 5
Pasangan 10	Outlet 4 & Outlet 5

Hasil uji t berpasangan dapat dilihat pada Lampiran. Tahapan uji t yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan hipotesa

H_0 : ada perbedaan signifikan terhadap perubahan lahan terhadap TSS pada Outlet 1 dan Outlet 2, Outlet 1 dan Outlet 3 , Outlet 4 dan Outlet 5

H_1 : tidak ada perbedaan signifikan antara Outlet 1 dan Outlet 2 ... dst

- Menentukan derajat kebebasan, $df = n-1 = 3-1 = 2$
- Menentukan tingkat kepentingan yang digunakan : $\alpha = 0.05$
- Melakukan perbandingan antara T_{hitung} dan T_{tabel} , jika $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak
- Menentukan keputusan akhir

$T_{hitung} > T_{tabel}$: H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan perubahan penggunaan lahan terhadap TSS pada outlet 1 dan Outlet 2, antara Outlet 1 dan Outlet 3.... sampai antara Outlet 4 dan Outlet 5

Uji t berpasangan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS. Berikut ditunjukkan ringkasan hasil proses uji t berpasangan antara masing-masing outlet di sekitar PT Berau Coal (Tabel 3-4):

Dari Tabel 3-4 terlihat bahwa semua pasangan outlet mempunyai perbedaan yang signifikan. Tingkat korelasi tertinggi ditemukan pada pasangan Outlet 4 dan Outlet 5, sementara tingkat korelasi terendah ditemukan pada pasangan Outlet 3 dan Outlet 5.

Tabel 3-4:HASIL UJI KORELASI MASING-MASING OUTLET

	N	Correlation	Sig.
Pasangan 1 Outlet 1 & Outlet 2	3	.956	.191
Pasangan 2 Outlet 1 & Outlet 3	3	.925	.248
Pasangan 3 Outlet 1 & Outlet 4	3	.955	.191
Pasangan 4 Outlet 1 & Outlet 5	3	.933	.235
Pasangan 5 Outlet 2 & Outlet 3	3	.996	.058
Pasangan 6 Outlet 2 & Outlet 4	3	.826	.381
Pasangan 7 Outlet 2 & Outlet 5	3	.785	.425
Pasangan 8 Outlet 3 & Outlet 4	3	.771	.439
Pasangan 9 Outlet 3 & Outlet 5	3	.726	.483
Pasangan 10 Outlet 4 & Outlet 5	3	.998	.044

4 KESIMPULAN

Proses meningkatnya aktifitas kegiatan penambangan batubara yang ditunjukkan dengan adanya konversi penggunaan lahan hutan menjadi industri, ditambah adanya aktifitas alamiah di wilayah tersebut dengan alih fungsi hutan menjadi semak belukar, permukiman dan lahan kosong telah diikuti oleh kenaikan muatan TSS yang sampai ke DAS Berau melalui outlet-outletnya. Hal tersebut masih merupakan indikasi awal, untuk lebih memastikan konversi penggunaan lahan yang paling dominan berpengaruh terhadap kenaikan TSS perlu dilakukan studi yang lebih mendalam dengan mengikut sertakan parameter-parameter lain yang diduga ikut berpengaruh, di antaranya faktor ketinggian, jenis tanah, geologi, iklim dan debit air sungai.

5 DAFTAR RUJUKAN

- Budhiman S., 2004. *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropoical Coastal Waters of Mahakam Delta-Indonesia*, Master thesis, Netherland.
- Dahuri, R. Jacub Rais, Sapta Putra Ginting dan M.j. Sitepu, 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta, 305 hal.
- Dekker, A.G., H. J. Hoogenboom, L.M. Goddijn, T.J.M. Malthus, 1994. *The Relationships Between Inherent Optical Properties and Reflectance Spectra in Turbid Inland Waters Remote Sensing. Review Vol. 15, p 59-74*.
- Dekker, A.G., S.W.M. Peters and M. Rijkeboer, 1999. *Analytical Processing of Multitemporal SPOT and Landsat Images for Estuarine Management in Kalimantan Indonesia*. Operational Remote Sensing for Sustainable Development. Nieuwenhuis, Voughan and Molenaar.
- Hasyim, Bidawi, 1997. *Optimasi Penggunaan Data Inderaja dan SIG untuk Pengawasan Kualitas Lingkungan Pantai Akibat Limbah Industri*. DRN, Kantor Menristek. Jakarta.
- Parwati, Ety, 2006. *Pemodelan Dinamika Spasial Pengelolaan Lahan Pesisir Kabupaten Berau, Kalimantan Timur Menggunakan Data Inderaja*. Laporan Akhir Riset Unggulan Kemandirian Kedirgantaran LAPAN (Tidak Dipublikasikan)
- Parwati, Ety, Bambang Trisakti, Ita Carolita dan Tatik Kartika, 2004. *Laporan Akhir: Pengembangan Model Prediksi Kondisi Dinamis Kawasan Perairan Segara Anakan Menggunakan Teknologi Inderaja*. Jakarta.
- Pasterkamp, P., S.W.M. Peters, M. Rijkeboer and A.G. Dekker, 1999. *RESTWES: Retrieval of Total Suspended Matter Concentration from SPOT Images. Report Number W-99/33*, Institute for Environmental Studies, Vrije University, Amsterdam, The Netherlands.
- Trisakti, B and Parwati, 2005. *Kajian Data Modis untuk Pemetaan Sebaran TSM di Perairan Pantai dengan pendekatan Data Landsat-7 ETM*. Laporan Tahunan Kegiatan Pusbangja LAPAN. (Tidak Dipublikasikan)