

CITRA MODIS RESOLUSI 250 METER UNTUK ANALISIS KONSENTRASI SEDIMEN TERSUSPENSI DI PERAIRAN BERAU KALIMANTAN TIMUR

Ankiq Taofiqurohman S
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Padjadjaran Jatinangor, Bandung 40600
email : ankiq109@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi penginderaan jauh menggunakan Citra MODIS dapat dimanfaatkan untuk pengamatan parameter-parameter kualitas air. Penelitian konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) di Perairan Berau memanfaatkan Citra MODIS resolusi 250 meter dan diverifikasi terhadap data insitu pada bulan Oktober 2003 serta data bulan September 2006 sampai dengan April 2007. Pendekatan regresi linear digunakan untuk menganalisis sebaran konsentrasi TSM di Perairan Berau. Hasil pengolahan data dengan menggunakan pendekatan regresi linear menunjukkan nilai koefisien korelasi antara reflektan Citra MODIS 250 meter dengan nilai TSM insitu sebesar 0,76. Nilai TSM di pesisir Perairan Berau relatif stabil pada kisaran 6 sampai dengan 12 mg/l. Nilai sebaran TSM di Perairan Berau dengan menggunakan Citra MODIS resolusi 250 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengolahan Citra Landsat 30 meter.

Kata Kunci : Citra MODIS, Berau, dan TSM

ABSTRACT

Remote sensing technology such as MODIS Satellite can be used to observe water quality parameters. The observation of sediment spreading at Berau Coastal area was carried out using 250 m resolution of MODIS image and was verified with insitu sediment data on October 2003 and September 2006 to April 2007. The linear regression approach was used to analyze the sediment spreading at Berau Coastal area. The results showed that correlation coefficient between reflectance of 250 m resolution of MODIS Image and Total Suspended Matter (TSM) was 0.76. TSM value at Berau Coast is relatively stable between 6-12 mg/l. The range of TSM at Berau Coastal area derived using 250 m resolution MODIS Image was relatively similar with the TSM values derived from 30 m resolution of Landsat Image.

Keywords : MODIS, Berau, and TSM

I. PENDAHULUAN

Penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk inventarisasi dan monitoring perubahan kondisi sumberdaya alam secara lebih efisien, termasuk diantaranya untuk sedimentasi. Penelitian mengenai sedimentasi

di Perairan Berau dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh telah dilakukan oleh BAKOSURTANAL pada tahun 2003 dengan memanfaatkan citra satelit SeaWiFS. Selain dilakukan oleh BAKOSURTANAL, penelitian mengenai sedimentasi di Perairan Berau telah dilakukan juga oleh

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR GEO-INFORMATION SCIENCE AND EARTH OBSERVATION ENSCHEDE (ITC), Belanda, pada tahun 2003 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat.

Hasil pengamatan sebaran sedimen dengan menggunakan citra satelit SeaWIFS memperlihatkan sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi yang tinggi dijumpai di perairan sekitar Delta Mahakam dan Delta Berau yaitu antara 1 sampai 150 mg/l (Ambarwulan dkk, 2003). Ketidaksamaan antara kondisi pengembangan algoritma dan penerapannya untuk beberapa tempat, menghasilkan nilai konsentrasi sedimen tersuspensi yang lebih tinggi dibandingkan data insitu. Daya (2004) mendapatkan nilai sedimen tersuspensi di Perairan Berau dengan menggunakan citra satelit LANDSAT resolusi 30 m untuk tahun 2002, sebesar 10 sampai 20 mg/l.

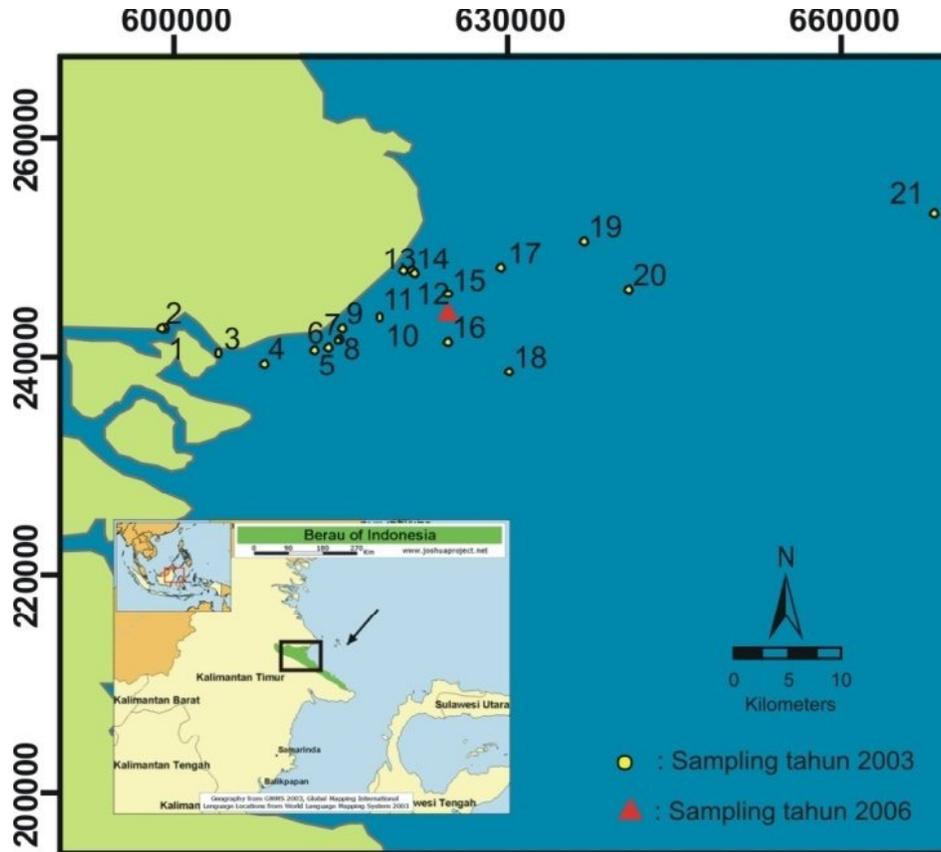
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menghitung konsentrasi sedimen tersuspensi dengan menggunakan citra satelit MODIS

serta memetakan pola penyebaran sedimen tersuspensi di Perairan Berau. Suspensi sedimen dinamakan TSM (*Total Suspended Matter*) yang merupakan seluruh bahan organik, plankton, dan detritus yang mempunyai ukuran lebih kecil dari 150 μm atau lebih besar dari 0.45 μm .

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Citra MODIS resolusi 250 meter dengan memanfaatkan Band 1. Band 1 dipilih karena mempunyai resolusi 250 meter dan sesuai untuk kajian sedimentasi (Miller dan McKee, 2004). Citra yang digunakan adalah citra yang terbebas dari awan dan diwakili oleh satu hari pada tiap tahun, dari tahun 2003 sampai dengan 2006. Luas sedimen tersuspensi yang digunakan adalah sedimen dengan nilai antara 9 sampai dengan 12 mg/l, nilai ini diambil karena mendominasi di Perairan Berau (Taofiqurohman, 2009).



Gambar 1. Peta pengambilan sampel

Data TSM insitu yang digunakan diambil pada tahun 2003 dan tahun 2006. Pengambilan data pada tahun 2003 dilakukan pada minggu pertama bulan Oktober dengan menggunakan botol sampel pada kedalaman 50 cm, sedangkan untuk mengetahui nilai TSM dilakukan uji laboratorium di ITC Belanda (Daya, 2004). Data insitu pada tahun 2006 diambil dengan menggunakan CTD jenis SBE 19 plus dan direkam tiap 20 menit pada kedalaman kurang dari 1 meter. Data insitu dengan menggunakan CTD jenis SBE 19 plus masih berupa nilai turbiditas dalam satuan NTU. Untuk dapat mengkonversikan nilai

NTU kedalam mg/l mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$TSM = (Turbiditas/160)^{1,087} \quad (1)$$

Persamaan ini digunakan dengan syarat :

1. $0 \leq TSM \leq 30 \text{ g/m}^3$
2. $10 \leq \text{Turbiditas} \leq 1000$
3. TSM dalam g/m^3 dan Turbiditas dalam NTU ($\text{g/m}^3 = \text{mg/l}$)

Persamaan ini didapatkan dari penelitian Smith dan Davies-Colley pada tahun 2002 di Esopus Creck, New York, Amerika Serikat pada keadaan curah hujan tinggi (Chanson dkk, 2007). Persamaan diatas digunakan untuk mengkonversi nilai NTU menjadi mg/l oleh

karena nilai NTU yang didapatkan pada pengambilan data tahun 2006 di Perairan Berau berkisar antara 650 sampai dengan 680 NTU, dan nilai TSM insitu sebelumnya (nilai insitu tahun 2003) berkisar antara 2 sampai dengan 17 mg/l.

Data curah hujan digunakan sebagai data penunjang dan didapatkan dari <http://www.cdc.noaa.gov>. Satuan dari data ini adalah kg/m²/s, agar curah hujan dalam satuan mm/hari maka terlebih dahulu dikalikan koefisien sebesar 86400 (<http://www.cdc.noaa.gov>).

2.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu membuat gambaran secara sistematis mengenai fenomena fisis yang terjadi di daerah kajian. Metode-metode yang dilakukan dalam pemrosesan Citra MODIS dan data TSM adalah sebagai berikut :

1. Koreksi Duplikasi Baris

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan duplikasi data pada beberapa bagian dari citra yang disebabkan oleh kelengkungan bumi. Kelengkungan bumi mengakibatkan piksel pada tepian citra lebih besar dari pada piksel pada bagian tengah, akibatnya terjadi duplikasi atau penumpukan piksel pada bagian-bagian tertentu dari citra (www.mcst.ssai.biz). Koreksi dilakukan dengan menggunakan Modul MODIS

Conversion Toolkit pada *software* ENVI 4.4.

2. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan agar citra bergeoreferensi dan mempunyai koordinat. Titik kontrol (*Ground Control Point*) diperoleh dari data MODIS L1B dengan menggunakan Modul MODIS *Conversion Toolkit* terhadap data resolusi 250 m. Setelah citra bergeoreferensi, selanjutnya citra dipotong sesuai daerah kajian.

3. Koreksi Radiometrik

Setelah duplikasi baris pada citra dihilangkan dan citra bergeoreferensi, selanjutnya citra dikoreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan radiometrik seperti misalnya kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer.

4. Klasifikasi Tidak Terawasi

Klasifikasi dilakukan untuk mengetahui keadaan sebaran TSM. Metode klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah klasifikasi tidak terawasi (*Unsupervised Classification*). Proses klasifikasi tidak terawasi menggunakan perangkat lunak ER Mapper.

5. Algoritma

Prediksi nilai konsentrasi TSM dihitung berdasarkan algoritma yang didapat dari hubungan antara nilai konsentrasi TSM dilapangan dengan nilai reflektan citra.

Algoritma yang didapatkan dari regresi linear dapat digunakan untuk analisis TSM, dan algoritma tersebut dapat memberikan akurasi yang sangat baik jika waktu pengambilan data insitu sama dengan waktu perekaman data citra satelit (Ritchie dan Cooper, 1998 ; Baban, 1992). Penentuan algoritma dilakukan dengan cara membandingkan semua sebaran data insitu pada pengambilan bulan Oktober tahun 2003 dengan salah satu citra yang melintasi Perairan Berau pada bulan Oktober tahun 2003.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Algoritma TSM

Algoritma yang digunakan untuk menganalisis sebaran TSM di Perairan Berau didapatkan dari regresi linear antara nilai reflektan Citra MODIS dengan data insitu tahun 2003. Data TSM insitu pada tahun 2003 mempunyai sebaran yang luas bila dibandingkan dengan data TSM insitu yang diambil pada tahun 2006. Pada tahun 2003, data TSM hasil pengamatan diambil dari 21 stasiun yang

berbeda sedangkan data TSM pada tahun 2006 hanya pada 1 stasiun, sehingga data TSM pada tahun 2006 kurang mewakili sebaran TSM di Perairan Berau.

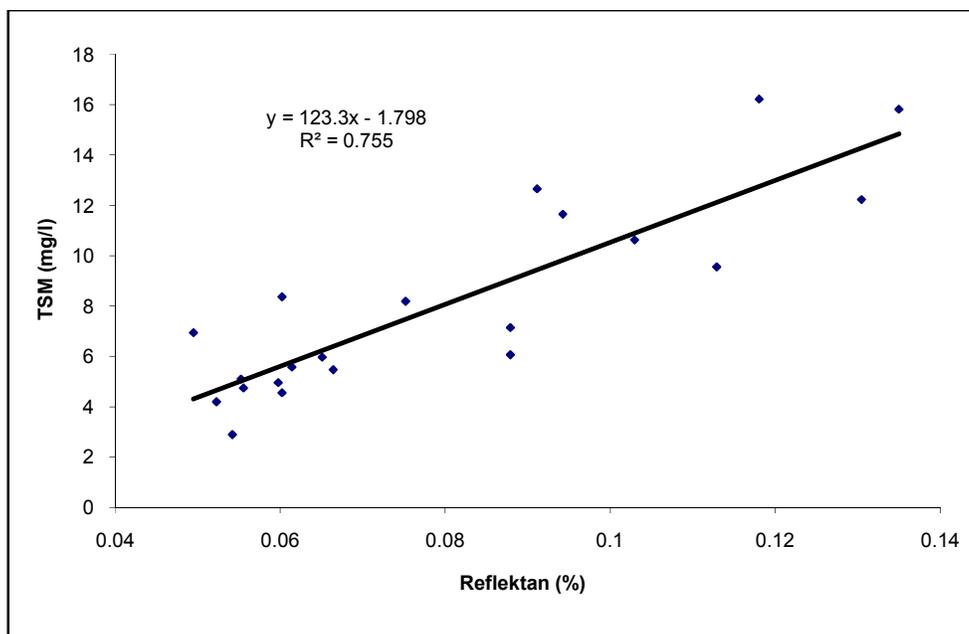
Berdasarkan hasil perhitungan regresi linier antara nilai TSM insitu dengan nilai reflektan citra MODIS band 1 di Perairan Berau, nilai korelasi yang baik ($R^2 > 0,60$) ada pada minggu pertama (Tabel 1), hal ini dikarenakan pengambilan data insitu dilakukan pada awal bulan Oktober 2003. Algoritma yang digunakan untuk memetakan sebaran TSM adalah yang mempunyai nilai korelasi yang paling besar antara nilai reflektan citra dengan data insitu, yaitu citra pada tanggal 2 Oktober 2003. Nilai korelasinya (R^2) sebesar 0,756, persamaan algoritmanya :

$$Y = 123,33 X - 1,798 \quad (2)$$

dengan Y adalah nilai TSM duga dan X adalah nilai reflektan dari tiap citra (Gambar 2). Selanjutnya algoritma ini digunakan sebagai *input* untuk model sebaran TSM di Perairan Berau.

Tabel 1. Nilai korelasi antara TSM insitu dengan nilai reflekan Citra MODIS bulan Oktober 2003

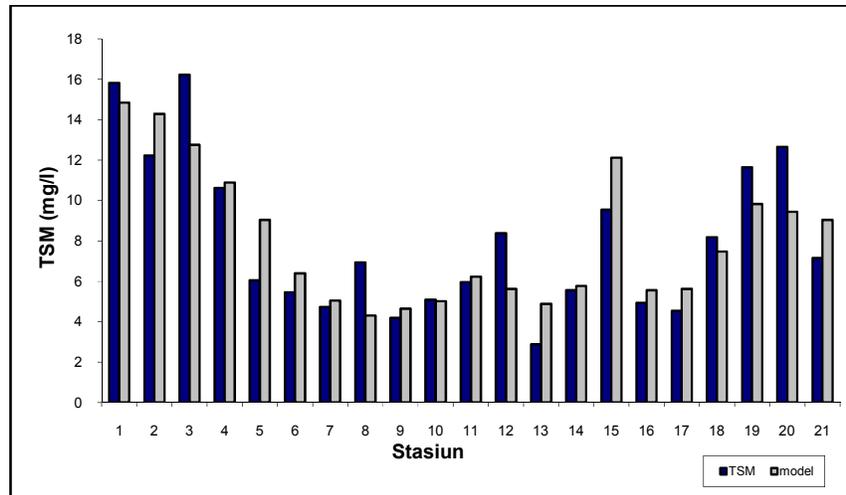
Tanggal Perakaman Citra	Nilai Korelasi (R^2)	%
2 Oktober	0,756	75,6
3 Oktober	0,737	73,7
6 Oktober	0,568	56,8
20 Oktober	0,596	59,6
22 Oktober	0,4	40
28 Oktober	0,35	35
29 Oktober	0,362	36,2
31 Oktober	0,064	6,4



Gambar 2. Regresi linear antara nilai TSM insitu dengan nilai reflektan

Nilai TSM berada pada kisaran 2,887 sampai dengan 16,227 mg/l. Kenaikan nilai TSM ini sebanding dengan kenaikan nilai reflektan Citra MODIS, yaitu antara 0,054 sampai dengan 0,135 %. Koefisien korelasi antara nilai TSM dengan nilai Citra MODIS yaitu sebesar 0,756 dan ini menyatakan bahwa variasi nilai TSM yang dapat dijelaskan oleh

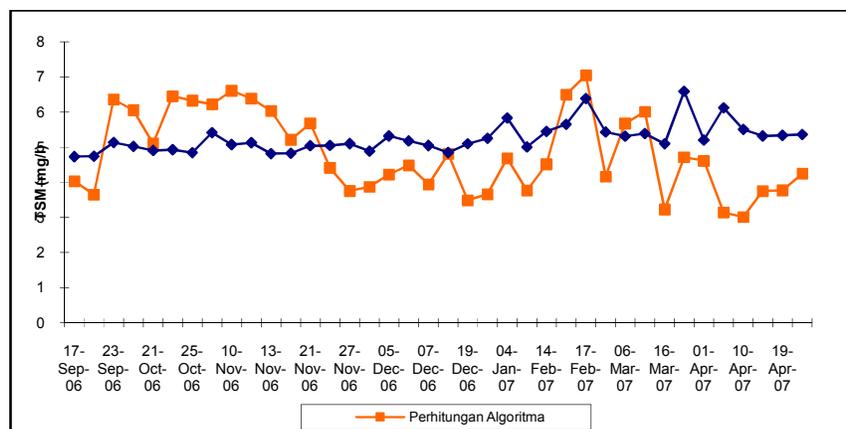
variasi nilai reflektan dengan menggunakan persamaan (2), adalah sebesar 75,6 % dan mempunyai korelasi yang positif. Persamaan (2) selanjutnya diverifikasi terhadap data TSM insitu. Hasilnya digambarkan pada grafik yang memperlihatkan perubahan TSM terhadap ruang (untuk data tahun 2003) dan terhadap waktu (untuk data tahun 2006).



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai TSM tahun 2003

Grafik pada Gambar 3. memperlihatkan perbandingan nilai TSM insitu tahun 2003 terhadap nilai TSM hasil persamaan (2). Nampak pada beberapa stasiun memperlihatkan nilai-nilai yang relatif sama, namun terdapat juga perbedaan nilai TSM insitu dengan TSM model yang relatif tinggi pada beberapa stasiun. Perbedaan nilai yang sangat tinggi antara nilai TSM insitu dengan nilai TSM model dapat disebabkan oleh karena ketidaksamaan waktu pengambilan data insitu dengan waktu perekaman citra.

Pada Gambar 4. memperlihatkan perbandingan perubahan nilai TSM insitu pada tahun 2006 dengan nilai hasil perhitungan persamaan (2). Nilai TSM pada grafik di Gambar 4. berubah terhadap waktu (*time series*). Hasil perhitungan persamaan (2) lebih bervariasi pada kisaran 2,765 sampai dengan 7,050 mg/l sedangkan nilai TSM insitu relatif stabil pada kisaran 4,727 sampai dengan 6,588 mg/l. Nilai *mean error* antara TSM insitu tahun 2006 dengan TSM hasil perhitungan persamaan (2) adalah sebesar 21,57 %.

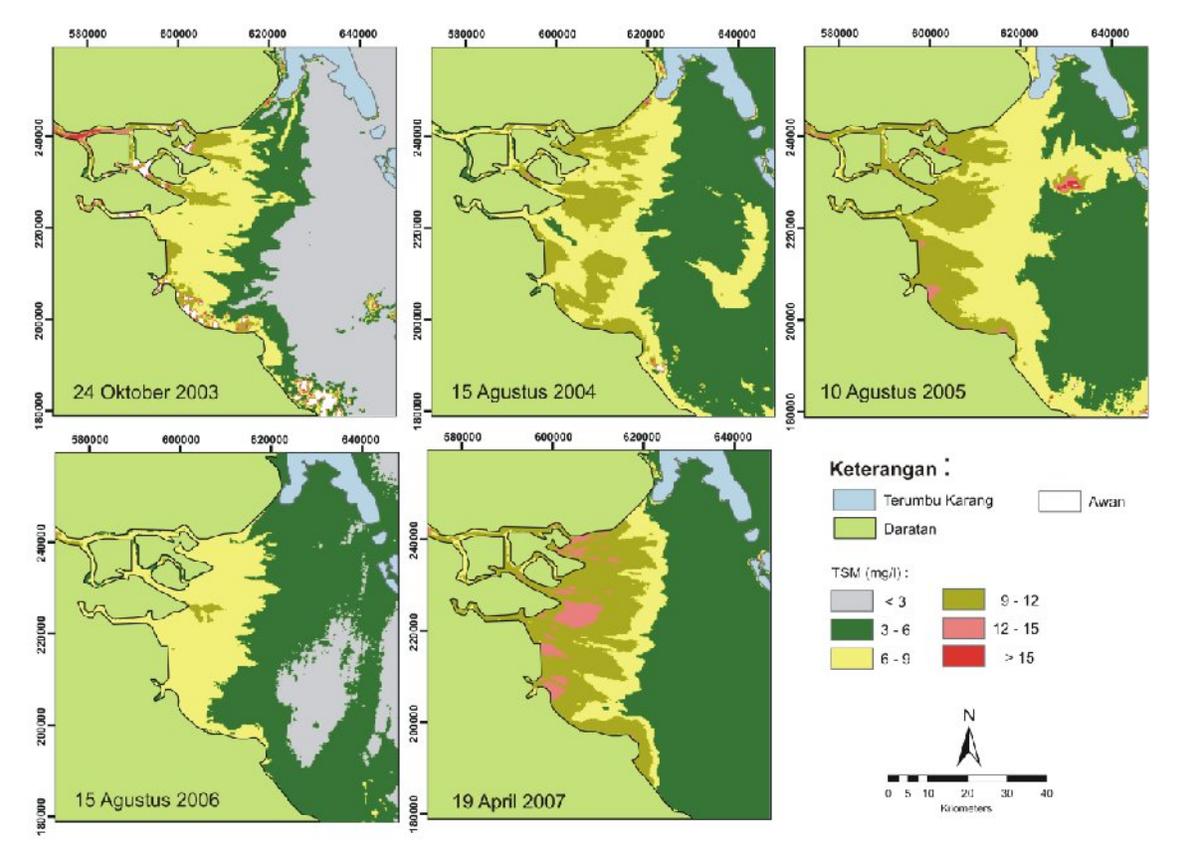


Gambar 4. Grafik perbandingan nilai TSM insitu tahun 2006

3.2. Peta Sebaran TSM Tiap Tahun

Peta sebaran TSM tiap tahun diwakili oleh Citra MODIS pada bulan Oktober, Agustus dan April, karena pada bulan ini

tutupan awan di atas Perairan Berau tidak terlalu banyak. Peta sebaran TSM tiap tahun sebagai berikut :



Gambar 5. Peta sebaran TSM tiap tahun di Perairan Berau

Gambar 5 memperlihatkan sebaran TSM untuk tiap tahun. Pada tahun 2003, sebaran TSM di sekitar pesisir Perairan Berau yang mempunyai nilai antara 9 sampai dengan 12 mg/l berada di sekitar pesisir Perairan Berau namun tidak nampak mendominasi pada daerah tersebut. Sebaran TSM di pesisir Perairan Berau pada tahun 2004 mengalami peningkatan luas sebaran, hal ini dapat terjadi oleh karena bertambahnya daerah non hutan (Taofiqurohman, 2010). Keadaan sebaran TSM pada tahun 2005 masih memperlihatkan

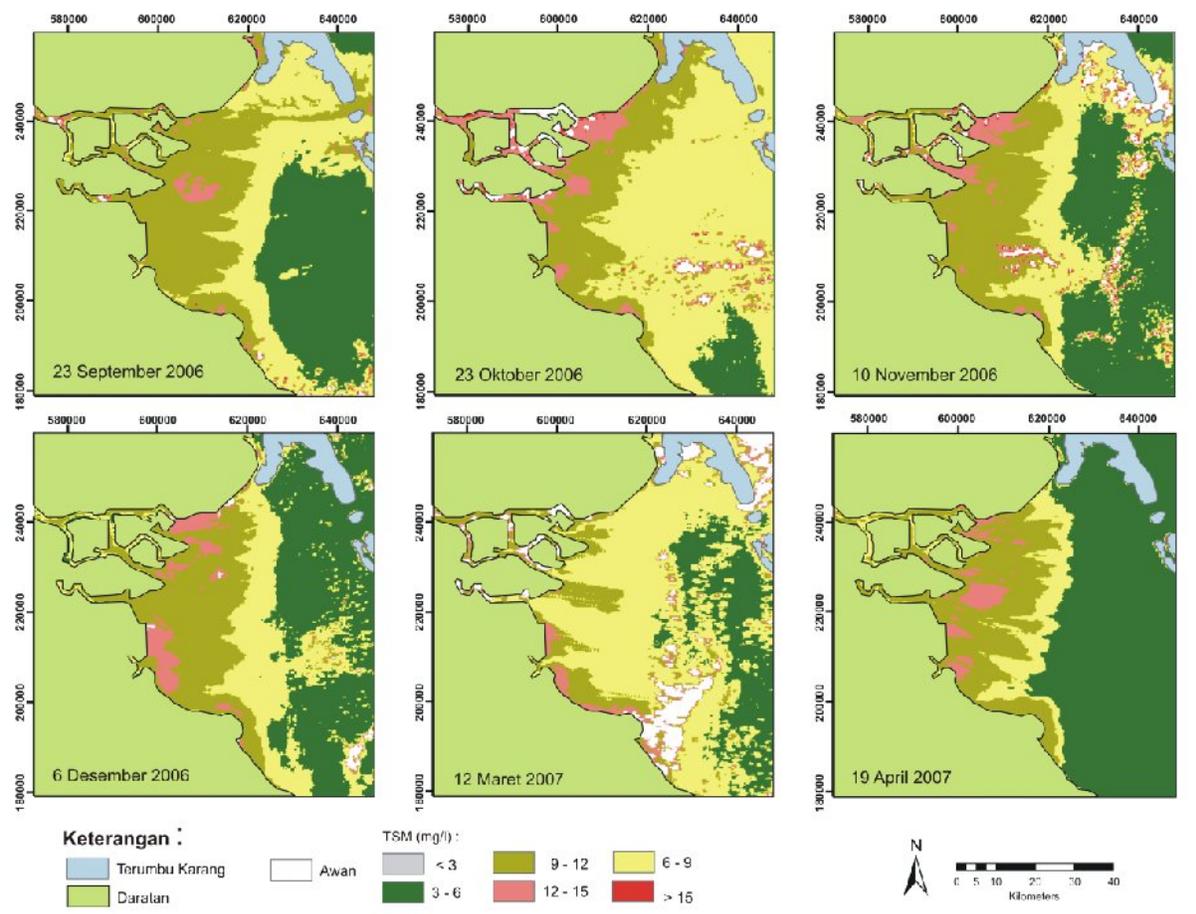
dominasi nilai sebaran antara 9 sampai dengan 12 mg/l di sekitar pesisir Perairan Berau. Sebaran TSM pada tahun 2007 di sekitar pesisir perairan berau memperlihatkan nilai yang tinggi dibandingkan dengan nilai pada tahun-tahun sebelumnya.

3.3. Peta Sebaran TSM Tiap Bulan

Peta sebaran TSM tiap bulan di Perairan Berau ditampilkan dari bulan September 2006 sampai dengan April 2007, kecuali pada bulan Januari dan Februari. Pada

kedua bulan tersebut, Perairan Berau memasuki puncak musim penghujan, dengan nilai rata-rata curah hujannya adalah sebesar 12,096 mm/hari pada bulan Januari dan 10,8

mm/hari akibatnya daerah Perairan Berau didominasi tutupan awan (Taofiqurohman, 2010).



Gambar 6. Peta sebaran TSM tiap bulan di Perairan Berau

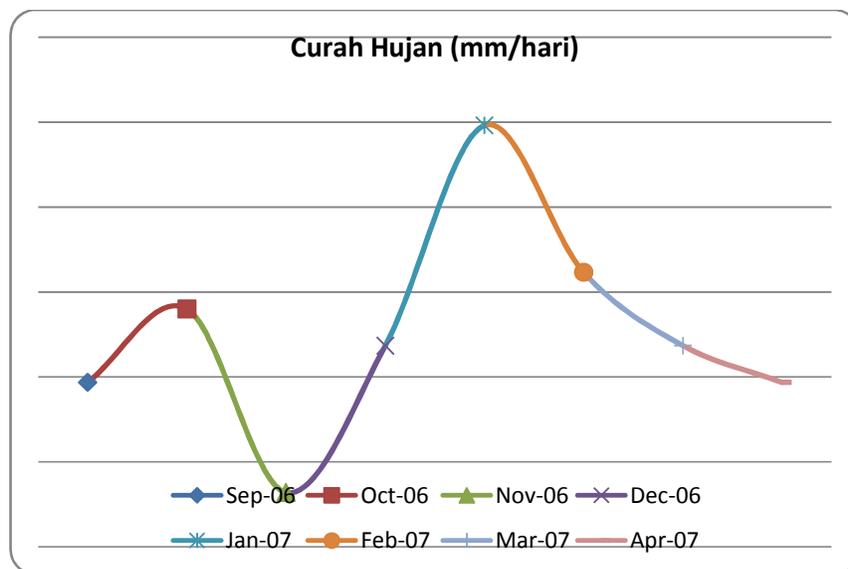
Berdasarkan Gambar 6. dapat kita analisis sebaran TSM di Perairan Berau pada tiap bulannya. Pada bulan September 2006 sebaran TSM yang digunakan adalah sebaran pada tanggal 23. Pada saat ini sebaran TSM di Perairan Berau berada pada kisaran 3 sampai dengan 15 mg/l dengan nilai sebaran TSM sebesar 9 sampai dengan 12 mg/l mendominasi pada daerah pesisir. Nampak

pada gambar adanya TSM dengan nilai antara 9 sampai dengan 12 mg/l di utara Perairan Berau (dekat daerah terumbu karang), hal ini terjadi oleh karena TSM yang ada di Delta Tarakan terbawa oleh arus *longshore* yang datang dari utara ke selatan.

Nilai TSM pada bulan Oktober 2006 masih nampak sama dengan bulan sebelumnya, namun terlihat nilai TSM sebesar

12 sampai dengan 15 mg/l berada di sekitar pesisir, hal ini dimungkinkan oleh karena curah hujan yang terjadi lebih besar dari bulan sebelumnya, yaitu sebesar 9,072 mm/hari (Gambar 7). Sebaran TSM yang digunakan adalah tanggal 23 Oktober. Pada bulan ini nilai TSM antara 9 sampai dengan 12 mg/l masih ada di sekitar daerah terumbu karang. Pada bulan November 2006, TSM dengan nilai antara 9 sampai dengan 12 mg/l tidak terlihat berada di sekitar daerah terumbu karang. Seperti dengan bulan sebelumnya, nilai TSM antara 12 sampai dengan 15 mg/l mendominasi bagian utara pesisir Perairan Berau, ini dapat terjadi oleh karena pada musim barat (Oktober sampai dengan Maret) angin yang bertiup di Perairan Berau umumnya menuju ke utara. Nilai maksimal curah hujan pada bulan ini adalah sebesar 8,208 mm/hari.

Memasuki bulan Desember 2006, Perairan Berau mengalami peningkatan curah hujan. Citra yang digunakan untuk menganalisis sebaran TSM adalah citra pada tanggal 6 Desember 2006. Nilai maksimal curah hujan pada tanggal ini adalah sebesar 9,504 mm/hari. Untuk analisis sebaran TSM pada bulan Maret 2007, digunakan citra pada tanggal 12. Nilai TSM antara 12 sampai dengan 15 mg/l tidak nampak berada di bagian utara pesisir Perairan Berau. Hal ini dapat terjadi oleh karena mulai melemahnya angin yang bertiup ke utara dan rendahnya curah hujan yang terjadi. Curah hujan yang terjadi adalah sebesar 8,208 mm/hari. Pada bulan April 2007, nilai maksimal curah hujan mengalami peningkatan, yaitu sebesar 10,368 mm/hari, akibatnya terlihat nilai TSM antara 12 sampai dengan 15 mg/l pada semua bagian delta Perairan Berau.



Gambar 7. Curah hujan di Perairan Berau

3.4. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Hasil pengolahan Citra MODIS resolusi 250 meter untuk TSM pada tahun 2003 memperlihatkan nilai TSM antara 6 sampai dengan 12 mg/l di sekitar pesisir Perairan Berau, sedangkan di bagian perairannya bervariasi antara kurang dari 3 mg/l sampai dengan 6 mg/l. Hasil penelitian Ambarwulan dkk (2003) dengan menggunakan Citra SeaWifs resolusi 1 km menunjukkan nilai TSM di Perairan Berau berkisar antara 4 sampai 150 mg/l. Nilai konsentrasi yang besar ini disebabkan oleh algoritma yang digunakan adalah algoritma untuk perairan yang tidak terlalu keruh,

Tabel 2. Perbandingan penggunaan citra untuk TSM

Citra	Resolusi	Tahun	Algoritma	Band	TSM Citra (mg/l)
SeaWIFS	1 Km	2001	$Y = -0.53 (X + 0.001) / (0.03 X - 0.0059)$	5	4 s/d 150
Landsat TM 7	30 m	2002	$Y = 1,3033 X - 91,816$	1	10 s/d 20
MODIS	250 m	2003	$Y = 123,33 X - 1,798$	1	6 s/d 12

sehingga nilai konsentrasi Perairan Berau yang didapatkan dengan algoritma ini akan lebih tinggi dari keadaan sebenarnya.

Hasil penelitian Daya (2004) dengan menggunakan Satelit Landsat resolusi 30 meter memperlihatkan sebaran TSM di Perairan Berau berkisar antara 10 sampai 20 mg/l. Berdasarkan kedua penelitian sebelumnya, maka dapat dikatakan bahwa nilai sebaran TSM dengan menggunakan Citra MODIS resolusi 250 meter menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengolahan Citra Landsat 30 meter (Tabel 4.10). Y adalah nilai TSM dan X adalah nilai reflektan citra.

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, maka disimpulkan bahwa Citra MODIS 250 meter dapat digunakan untuk menganalisa sebaran TSM di Perairan Berau dengan menggunakan pendekatan statistik regresi linier. Nilai korelasi antara nilai reflektan dengan nilai TSM di Perairan Berau Citra MODIS adalah sebesar 0,756 atau menunjukkan korelasi yang positif. Nilai TSM di Perairan Berau berkisar antara 6 sampai dengan 12 mg/l pada bagian pesisir. Nilai sebaran TSM dengan menggunakan Citra MODIS resolusi 250 meter menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengolahan Citra Landsat 30 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwulan, W., Hartini, S., Rahadiati, A., 2003. *Citra Satelit Multi Sensor dan Multi Temporal untuk Studi Dinamika Pesisir dan Laut di Delta Mahakam*. Katalog Dalam Terbitan. BAKOSURTANAL
- Baban, J.S. 1992. *Detecting water quality parameters in the Norflok Broads, U.K., using Landsat Imagery*. Int. Journal Remote Sensing.
- Daya, A .2004. *Coastal Water Quality Monitoring with Remote Sensing in (East Kalimantan) Makassar Strait, Indonesia*. Thesis Magister. International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation. Enschede, Belanda.
- Miller, R.L. dan McKee, B.A., 2004. *Using MODIS Terra 250 meter to Map Concentration of Total Suspended*

Matter in Coastal Waters. Int. Journal Remote Sensing.

Ritchie, J. C. dan Cooper., 1998. *Comparison of measured suspended sediment concentrations with suspended sediment concentration estimated from Landsat MSS data*. Int J. Remote Sensing.

Taofiqurohman S, A. 2009. *Analisis Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Menggunakan Citra Modis Resolusi 250 Meter Di Perairan Berau Kalimantan Timur*. Thesis Magister. Teknik Geodesi & Geomatika. Institut Teknologi Bandung. Tidak dipublikasikan

www.cdc.noaa.gov

www.mcst.ssai.biz