

**ANALISIS SEBARAN TSM (*TOTAL SUSPENDED MATTER*)
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 DI PERAIRAN BAGIAN BARAT
TOBOALI KABUPATEN BANGKA SELATAN**

***ANALYSIS OF TSM (TOTAL SUSPENDED MATTER) DISTRIBUTION BY
USING LANDSAT 8 IMAGE IN WEST WATERS OF TOBOALI,
SOUTH BANGKA REGENCY***

Chandra P.S Boangmanalu¹⁾, Andi Agussalim²⁾, dan Emiyati³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

²⁾Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

Email: andiagussalim75@gmail.com

³⁾Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta, Indonesia

Registrasi : 1 Mei 2018 ; Diterima setelah perbaikan : 28 Mei 2018

Disetujui terbit : 5 Juli 2018

ABSTRAK

Perairan Toboali merupakan perairan yang selalu banyak kegiatan aktivitas manusia, baik itu aktivitas penambangan maupun pelayaran. Dampak dari aktivitas tersebut adalah tingginya kandungan TSM (*Total Suspended Matter*) yang dapat meningkatkan kekeruhan pada perairan sehingga berpengaruh terhadap kualitas perairan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola sebaran dan konsentrasi TSM, Validasi data TSM Lapangan dan data TSM Citra dan memetakan pola sebaran TSM tahun 2016 berdasarkan musim di sebagian pesisir bagian Barat Toboali Kabupaten Bangka Selatan. Penelitian dilakukan pada bulan November 2016 di perairan bagian Barat Toboali. Metode penelitian menggunakan penginderaan jauh dengan menggunakan citra Landsat 8. Hasil dari penelitian ini sebaran dan konsentrasi TSM diperoleh berkisar 100-300 mg/l. Kemudian hasil validasi data citra dan data lapangan diperoleh nilai koefisien determinasi R_2 sebesar 0,6341 dengan menggunakan persamaan regresi model polynomial orde 3 dengan persamaan $y = 0,0974(i1)^3 - 15,327(i1)^2 + 789,3(i1) - 13146$. Selanjutnya konsentrasi TSM paling tinggi berdasarkan 4 musim terdapat pada musim peralihan II dengan rata-rata konsentrasi sebesar 269,554 mg/l.

KATA KUNCI : TSM, *total suspended matter*, Toboali, penginderaan jauh.

ABSTRACT

Toboali waters are location where there are many human activities, both mining and shipping activities. The impact of these activities are high content of TSM (Total Suspended Matter) which can increase turbidity in the waters that may affect the quality of these waters. The purpose of this research was to analyze the distribution pattern and concentration of TSM, to validate the data between location TSM condition and Landsat 8 imagery data, and mapping TSM distribution pattern in 2016 based on seasons in part of west coast of Toboali, South Bangka Regency. The research was conducted in November 2016 in the Western waters of

Toboali. The research method used remote sensing by using Landsat 8 image. The results showed that the distribution and concentration of TSM obtained ranged from 100-300 mg / l. Correlation of image data and field data showed by determination coefficient value (R^2) of 0,6341 by using regression equation polynomial orde 3 model with the equation of $y = 0,0974(i1)^3 - 15,327(i1)^2 + 789,3(i1) - 13.146$. Furthermore, the highest concentration of TSM based on 4 seasons occurred in transitional season II with an average TSM concentration of 269,554 mg/l.

KEYWORDS: TSM, total suspended matter, Toboali, remote sensing.

1. PENDAHULUAN

Secara umum keberadaan material padatan tersuspensi dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang mengakibatkan dampak buruk bagi kelangsungan hidup manusia, seperti pendangkalan pelabuhan, punahnya beberapa ekosistem perairan, dan kerusakan lingkungan (Susiati *et al.* 2010). Keberadaan material padatan tersuspensi ini juga dapat mengganggu penetrasi cahaya yang masuk kedalam perairan yang berakibat terganggunya proses fotosintesis pada biota tumbuhan laut.

Menurut Effendi (2003) yang mengatakan bahwa total padatan tersuspensi (*Total Suspended Matter*) merupakan bahan-bahan tersuspensi yang berdiameter $> 1 \mu\text{m}$ dan tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. Tarigan dan Edward (2003) juga mengungkapkan bahwa *Total Suspended Matter* (total padatan tersuspensi) merupakan zat-zat padat berupa pasir, lumpur, dan tanah liat atau partikel-partikel tersuspensi dalam air. *Total Suspended Matter* juga dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun

komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik.

Salah satu daerah perairan yang mempunyai banyak aktifitas manusia dan aktifitas tersebut mempengaruhi kualitas perairan yakni Toboali. Toboali mempunyai banyak kegiatan aktifitas manusia dan yang sering dijumpai yaitu aktifitas kapal nelayan penangkapan ikan, dan kegiatan tambang timah. Tentunya kegiatan ini akan berdampak negatif terhadap kondisi perairan salah satunya adalah semakin meningkatnya konsentrasi sedimen tersuspensi. Kondisi hidrooseanografi seperti arus merupakan aspek yang berpengaruh secara langsung terhadap sebaran material padatan tersuspensi.

2. BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 di perairan bagian Barat Toboali, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Bangka. Analisis TSM dilakukan di Laboratorium Bioekologi Kelautan Universitas Sriwijaya dan analisis citra dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan SIG Kelautan Universitas Sriwijaya. Peta Lokasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi GPS (*Global Positioning System*), Perahu Motor, Ember, Botol Sampel, Kertas Label, Alat Tulis dan Lembar Data, Kamera, *Floating Drag*, Kompas, *Fish Finder*, *Cool Box*, Laptop/Komputer, Citra Landsat 8, Perangkat lunak ER-Mapper 7.1, Perangkat Lunak ENVI 5.0, Perangkat Lunak Arc GIS 9.1, Kertas Saring Millipore 0,45 μm , Gelas Ukur, Vacuum Pump, Timbangan Digital, Oven, Stopwatch, dan Air Sampel dari Lapangan.

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari penentuan titik stasiun, pengambilan data lapangan, analisis laboratorium dan analisis data citra melalui pengamatan menggunakan penginderaan jauh.

Penentuan Titik Stasiun Penelitian

Penentuan titik lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yang merupakan metode pengambilan sampel dengan menentukan stasiun dengan memilih daerah yang dianggap mewakili lokasi penelitian. Titik-titik koordinat pada setiap stasiun

ditentukan berdasarkan hasil dari data citra. Sebelum menentukan titik lokasi pada saat pengambilan data, terlebih dahulu dilakukan pengolahan data pada citra. Pengolahan data citra dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2016 di kantor Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Pusfatja LAPAN).

Pengolahan Data Citra

1. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan noise angkasa. Dimana koreksi ini bertujuan untuk mencari nilai reflektan dari suatu perairan di laut dalam (*deep water*) yang kemudian akan digunakan sebagai acuan piksel gelap. Objek yang umumnya dianggap mempunyai piksel gelap adalah lautan yang sangat dalam dan jernih atau bayangan awan yang sangat tebal. Asumsinya adalah karena perairan laut dalam adalah perairan yang bebas dari keberadaan sedimen tersuspensi, maka seluruh sinar tampak yang masuk ke perairan laut dalam sebagian besar akan diserap oleh molekul air. Sehingga nilai pantulan yang diterima oleh sensor adalah nilai yang berasal dari atmosfer (Putra et al. 2014).

Koreksi yang dilakukan menggunakan ENVI 5.0 adalah koreksi FLAASH (*Top of Atmosphere reflectance*). Dimana tujuan utama dari koreksi atmosfer ini adalah untuk memperbaiki nilai sensor *gain* dan *offset* serta informasi geometris dari Landsat 8 metadata. Produk akhir dari koreksi FLAASH ini adalah mengkonversi menjadi *Remote-Sensing Reflectance* (R_{rs}) (Gernez et al. 2014).

$$R^* \Rightarrow R_{rs}$$

Berdasarkan prinsip dasar reflektansi permukaan yang dijelaskan oleh Lee et al., (2005) bahwa :

$$Rrs = \frac{L_{surface}}{E_{surface}}$$

Lambertian BRDF (*Bidirectional Reflectance Distribution Function*) menyederhanakan persamaan *Reflectance Remote Sensing (Rrs)* menjadi :

$$f(\theta_i, \phi_i; \theta_r, \phi_r) = \frac{L_{surface}(\theta_r, \phi_r)}{E_{surface}(\theta_i, \phi_i)} \Rightarrow f(\theta_i, \phi_i; \theta_r, \phi_r) = \frac{\rho_d}{\pi}$$

Sehingga untuk mendapatkan nilai *Remote-Sensing Reflectance* dapat ditulis dengan persamaan (Lee et al., 2011) :

$$Rrs(\lambda) = \frac{\rho_d}{\pi}$$

Ket :

Rrs : *remote-sensing reflectance*

ρ_d : albedo (*reflectance atmosphere*)

π : 3,14

Formula dapat ditulis sebagai berikut :

$$R_{rs}(\lambda) = (0.1 * i1) / 3.14$$

dimana i1 merupakan kanal dari setiap citra.

Reflektansi pada permukaan perairan berkaitan dengan di bawah permukaan perairan. Sehingga untuk mengetahui reflektansi tepat di bawah permukaan perairan maka akan dilakukan koreksi selanjutnya dimana akan digunakan persamaan (Lee et al. 2005).

$$r_{rs}(\lambda) = R_{rs}(\lambda) / 0.52 + 1.7 * R_{rs}(\lambda)$$

Ket :

r_{rs} : Reflektansi dibawah permukaan (*Subsurface Reflectance*)

R_{rs} : *remote-sensing reflectance*

2. Cropping

Cropping merupakan proses memotong citra yang bertujuan untuk memilih area yang diinginkan dan memperkecil ukuran file dari citra, sehingga pemrosesan data menjadi lebih ringan dan lebih fokus dalam penelitian pada daerah yang diteliti.

Tahapan yang dilakukan untuk proses cropping data citra yaitu dengan membuka file yang sudah disimpan sebelumnya. Setelah file terbuka, pilih ikon zoom box tool pada window Er Mapper dan perbesar wilayah yang dicropping (daerah kajian). Pada tampilan Algorithm duplicate pseudo layer (sesuaikan dengan jumlah band).

3. Masking

Pada penelitian ini daerah yang akan diteliti adalah bagian perairan sehingga proses dalam pengolahan data citra diperlukan *Masking* yang berfungsi untuk memisahkan antara daratan, awan dan lautan, sehingga daratan dan awan dapat dihilangkan agar tidak termasuk ke dalam nilai konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*). Langkah pertama dilakukan masking antara daratan dengan lautan dengan persamaan :

$$\text{If } i1/i2 \leq 0.5 \text{ then } 1 \text{ else } null$$

Dimana dalam penelitian ini i1 adalah kanal 5 (NIR) dan i2 adalah kanal 3 (Hijau)

4. Penggunaan Algoritma

Nilai konsentrasi TSM diperoleh dengan menggunakan citra pada penginderaan jauh harus menggunakan algoritma sesuai dengan yang diinginkan. Beberapa kajian untuk pengembangan metode dan analisis algoritma TSM dalam penggunaan data penginderaan jauh

sudah banyak diterapkan di Indonesia. Hal ini diperbuat oleh Parwati (2003 dan 2007) dalam penelitiannya melakukan pengembangan algoritma TSM di wilayah perairan Segara Anakan dan Delta Berau, sementara Budiman (2004) melakukan kajian untuk perairan Delta Mahakam (Parwati et al. 2011).

Pada penelitian ini algoritma yang digunakan adalah algoritma yang sudah dikembangkan oleh Syarif Budiman. Hal ini dikarenakan algoritma Budhiman cukup sesuai dan representatif untuk daerah dengan tingkat kekeruhan yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil yang sudah di uji algoritma yang digunakan untuk citra Landsat 8 adalah :

- a. Algoritma Budhiman berdasarkan dengan band merah dan merupakan nilai reflektansi dari band pada citra (Putra et al. 2014) :

$$TSM (mg/l) = 3.3238 * Exp^{(34.099 * band\ merah)}$$

- b. Algorithms Dekker (1993) dalam Kufman (2010) berdasarkan *subsurface reflectance*

$$TSM = 2,69 + 331 * R(706)$$

Ket:

TSM : *Total Suspended Matter*
[mg/l]

R(706): *subsurface irradiance reflectance at 706 nm*

Pengambilan Sampel Air

Memperoleh sampel air dari masing-masing stasiun menggunakan ember untuk mengambil air di permukaan dari atas kapal. Kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel sebanyak 600 ml untuk dianalisa di laboratorium.

Pengambilan Data Kedalaman

Data kedalaman diperoleh dengan menggunakan alat *Fish Finder*. Pada alat tersebut data kedalaman ditampilkan dalam bentuk angka. *Fish Finder* yang digunakan pada saat di lapangan merupakan milik seorang nelayan yang biasa digunakan untuk menangkap ikan.

Analisis Data

Metode yang digunakan dalam pengolahan data penelitian ini adalah dengan menganalisis sampel air di laboratorium. Analisis data lapangan untuk melihat konsentrasi total padatan tersuspensi (*Total Suspended Matter*) dari masing-masing stasiun. Untuk perhitungan TSM akan menggunakan rumus APHA (1997):

$$mg\ total\ solids/L = \frac{(A - B) \times 1000}{sample\ volume, mL}$$

Ket :

A : Berat residu kering + berat kertas saring (mg)

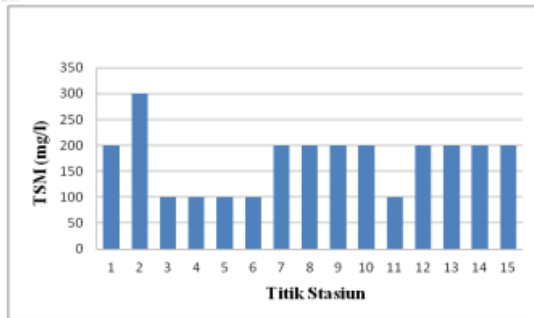
B : Berat kertas saring (mg)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) *In situ*

Data konsentrasi TSM di Perairan Toboali, Kabupaten Bangka Selatan dari hasil pengukuran di lapangan sangat bervariasi. Nilai dari konsentrasi TSM pada masing-masing stasiun yang didapatkan tersebut dapat dilihat dalam bentuk diagram pada Gambar 2.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Febrianto (2014) di daerah Bangka Selatan rata-rata konsentrasi TSM yang diperoleh sebesar 536,148 mg/l. Konsentrasi terendah diperoleh sebesar 55 mg/l dan tertinggi sebesar 1101 mg/l.

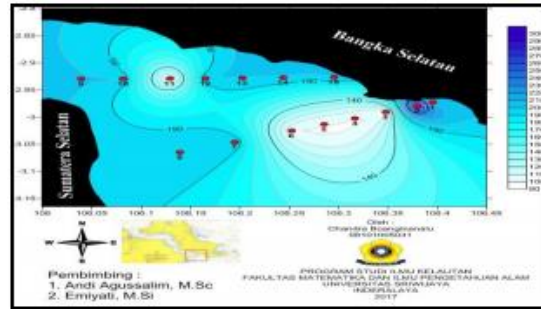


Gambar 2. Grafik *total suspended matter* permukaan

Daerah yang dikaji pada penelitian Febrianto merupakan daerah yang terdapat aktivitas pertambangan, sehingga diduga material-material yang berasal dari pertambangan tersebut mempengaruhi kualitas dari perairan tersebut.

Konsentrasi TSM di stasiun 2 tinggi diduga karena masuknya material-material dari aktivitas manusia secara terus menerus yang dibawa oleh sungai Gosong dan sungai Nyiren ke perairan. Pada stasiun 2 konsentrasi TSM lebih tinggi karena saat pengambilan sampel air kondisi perairan sedang surut dan memiliki kedalaman 1,1 meter. Hal ini diduga terjadinya proses pengadukan sedimen dasar perairan yang juga berperan dalam meningkatkan kekeruhan perairan. Qualifa (2016) juga mengatakan bahwa pengadukan sedimen dasar perairan terjadi pada perairan yang mengalami pendangkalan sehingga mengakibatkan nilai material padatan tersuspensi tinggi.

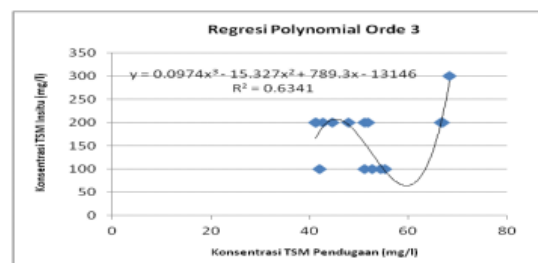
Sebaran spasial konsentrasi TSM *insitu* yang diambil di lapangan pada bulan November 2016 dengan kondisi perairan surut menuju pasang ditampilkan dalam bentuk kontur dan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran konsentrasi TSM *insitu* di Perairan Toboali Kabupaten Bangka Selatan

Model Regresi Untuk Kesesuaian Algoritma

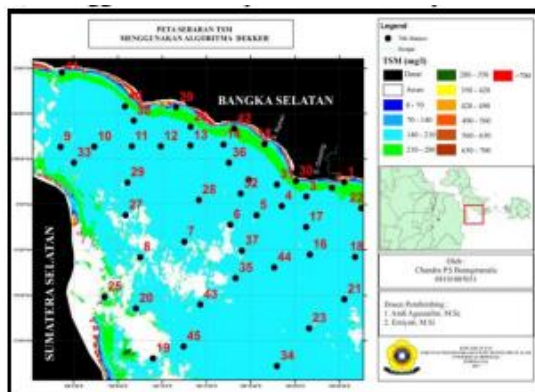
Pendugaan konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) di perairan Toboali Kabupaten Bangka Selatan akan dikorelasikan dengan data TSM *insitu* melalui pendekatan statistik dengan menggunakan 5 persamaan regresi, yaitu regresi linear, logaritmik, eksponensial, polynomial orde 2, dan polynomial orde 3. Antara algoritma Budhiman dan Dekker akan ditunjukkan korelasi yang paling tinggi dengan menggunakan dari 5 persamaan regresi ini. Setelah dilakukan percobaan, algoritma yang sesuai digunakan pada perairan Toboali untuk menduga konsentrasi TSM pada citra yaitu algoritma Dekker dengan penggunaan persamaan regresi polynomial orde 3 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6341.



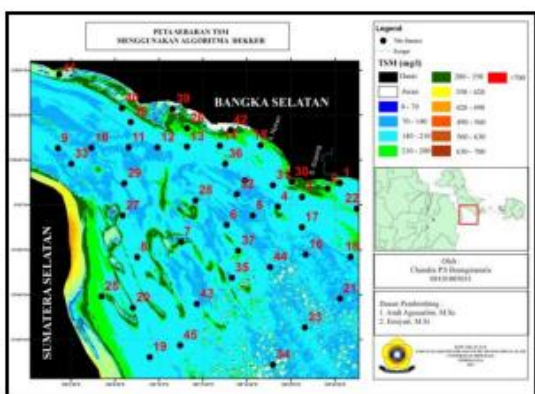
Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi TSM Citra dengan TSM *Insitu* menggunakan algoritma Dekker (1993)

Sebaran Konsentrasi TSM Menggunakan Algoritma Dekker Pada Musim Barat (Desember-Februari)

Pada musim Barat (Desember-Februari), rata-rata hasil pendugaan konsentrasi TSM pada bulan Januari yaitu sebesar 197,773 mg/l. Pada bulan Februari rata-rata nilai konsentrasi TSM sebesar 170,549 mg/l. Sedangkan pada bulan Desember 2015, data citra tidak memungkinkan untuk dilakukan pengolahan pendugaan TSM.



Gambar 6. Sebaran konsentrasi TSM algoritma Dekker dengan tanggal akuisisi 20 Mei 2016



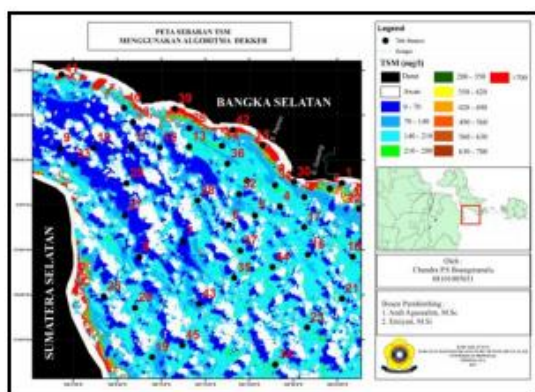
Gambar 5. Sebaran konsentrasi TSM algoritma Dekker dengan tanggal akuisisi 13 Januari 2016

Sebaran Konsentrasi TSM Menggunakan Algoritma Dekker Pada Musim Peralihan I (Maret-Mei)

Berdasarkan hasil pendugaan konsentrasi TSM pada musim peralihan I bulan Mei merupakan bulan yang memiliki rata-rata konsentrasi TSM yang paling tinggi. dengan rata-rata TSM sebesar 182,685 mg/l. Nilai rata-rata TSM ini diambil hanya dari bulan April dan Mei. Hal ini dikarenakan data citra pada bulan Maret dipenuhi oleh awan, sehingga titik lokasi penelitian tidak dapat dianalisis.

Sebaran Konsentrasi TSM Menggunakan Algoritma Dekker Pada Musim Timur (Juni-Agustus)

Berdasarkan hasil pendugaan konsentrasi TSM pada musim Timur bulan Juli merupakan bulan yang memiliki rata-rata konsentrasi TSM yang paling tinggi dengan rata-rata TSM sebesar 241,892 mg/l. Nilai rata-rata TSM ini diambil hanya dari bulan Juni dan Juli. Kasus ini sama dengan musim peralihan I dan musim barat, hal ini dikarenakan data citra pada bulan Agustus dipenuhi oleh awan, sehingga titik lokasi penelitian tidak dapat dianalisis.

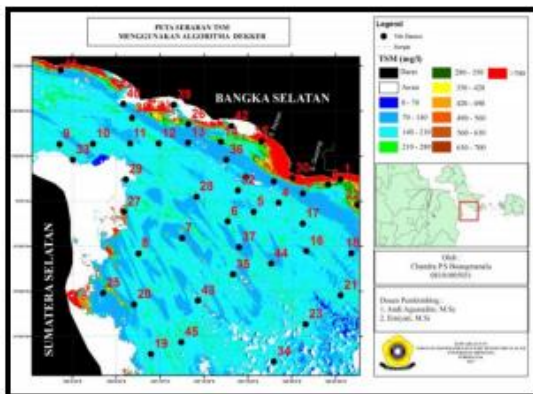


Gambar 7. Sebaran konsentrasi TSM algoritma Dekker dengan tanggal akuisisi 7 Juli 2016

Sebaran Konsentrasi TSM Menggunakan Algoritma Dekker Pada Musim Peralihan II (September-November)

Berdasarkan hasil pendugaan konsentrasi TSM pada musim peralihan II bulan Oktober merupakan bulan yang memiliki rata-rata konsentrasi TSM yang paling tinggi yang dianalisis secara spasial dengan rata-rata TSM sebesar 292,693 mg/l. Berdasarkan hasil pendugaan TSM pada musim peralihan I dan Timur, konsentrasi TSM pada musim peralihan II lebih meningkat.

Selain faktor cuaca dan iklim, faktor manusia juga sangat mempengaruhi nilai konsentrasi TSM di suatu perairan. Berbagai macam material yang dibawa oleh sungai ke perairan akan berpengaruh terhadap konsentrasi TSM tersebut. Selain material yang dibawa oleh sungai ke laut, ada juga kegiatan manusia yang biasa dilakukan oleh masyarakat setempat di perairan Bangka, terutama di perairan Toboali.



Gambar 8. Sebaran konsentrasi TSM algoritma Dekker dengan tanggal akuisisi 11 Oktober 2016

Keempat musim (Barat, Peralihan I, Timur, Peralihan II) konsentrasi TSM pada musim peralihan II yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena banyaknya masukan material yang dibawa oleh sungai maupun karena sisa-sisa dari

pertambangan, dan juga abrasi yang terjadi dipantai baik itu terjadi karena gelombang maupun karna curah hujan yang tinggi pada musim tersebut.

4. KESIMPULAN

Sebaran dan konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) di perairan bagian Barat Toboali Kabupaten Bangka Selatan sangat bervariasi. Konsentrasi TSM lapangan pada saat surut menuju pasang di perairan Toboali berkisar 100 mg/l – 300 mg/l. Algoritma yang sesuai untuk menduga konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) di perairan bagian Bagian Barat Toboali adalah algoritma Dekker. Hasil validasi data citra dan data lapangan diperoleh nilai koefisien determinasi R² (0,6341) dengan menggunakan persamaan regresi model polynomial orde 3 dengan persamaan $y = 0.0974(i1)^3 - 15.327(i1)^2 + 789.3(i1 - 13146$. Berdasarkan 4 musim di perairan bagian Barat Toboali Kabupaten Bangka Selatan, konsentrasi TSM (*Total Suspended Matter*) paling tinggi terdapat pada musim Peralihan II dengan rata-rata konsentrasi sebesar 269,554 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 1997. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta; Kanisius.
- Febrianto A, Kurniawan. 2014. Pengaruh Logam Berat Pb Limbah Aktifitas Penambangan Timah Terhadap Kualitas Air Laut di Wilayah Penangkapan Cumi-Cumi Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Sumberdaya Perairan* 8(2)

- Gernez P, Barille L, Lerouxel A, Mazeran C, Lucas A, Doxaran D. 2014. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 10(1002)
- Kaufman H, Segl K, Itzerott S, Bach H, Wagner A, Hill J, Heim B, Oppermann K, Heldens W, Stein E, Müller A, Van der Linden S, Leitão PJ, Rabe A, Hostert P. 2010. Hyperspectral Algorithms. ISSN 1610-0956.
- Lee MS, Park KA, Chung JY, Ahn YH, Moon JE. 2011. *Korean Journal of Remote Sensing* 27(6) : 677-692
- Lee ZP, Darecki M, Carder KL, Davis CO, Stramski D, Rhea WJ. 2005. Diffuse Attenuation Coefficient of Downwelling Irradiance: An Evaluation of Remote Sensing Methods. *Journal Of Geophysical Research* 110, doi: 10.1029/2004JC002573, 2005.
- Parwati E, Soewardi K, Kusumastanto T, Kartasasmita M, Nurjaya IW. 2011. Dampak Perubahan Kawasan Hutan Menjadi Areal Industri Batubara Terhadap Kualitas Air di Sepanjang DAS Berau-Kalimantan Timur. *Jurnal Penginderaan Jauh* 8: 60-70.
- Putra RMM, Semedi B, Fuad MAZ, Budhiman S. 2014. Analisa Sedimen Tersuspensi (Total Suspended Matter) di Perairan Timur Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Landsat dan SPOT. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- Qualifa F, Atmodjo W, Marwoto J. 2016. Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Ketiwon, Tegal. *Jurnal Oseanografi* 5 (1) : 60-66.
- Susiati H, Kusratmoko E, Poniman A. 2010. Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh di Perairan Pesisir Semenanjung Muria-Jepara. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* 13(1)
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara, Sains* 7(3)

Chandra P.S. Boangmanalu et al.
Analisis Sebaran TSM (*Total Suspended Matter*)
Menggunakan Citra Landsat 8 di Perairan
Bagian Barat Toboali Kabupaten Bangka Selatan