
ANALISIS PERUBAHAN KONSENTRASI *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) DI TELUK LAMONG MENGUNAKAN CITRA LANDSAT MULTITEMPORAL

Bangun Muljo Sukojo¹ dan Nurul Chayah Amalina²

^{1,2}Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

e-mail: ¹bangunms@gmail.com, ²amalinaaya@gmail.com

Abstrak

Reklamasi dan suplai sedimen dari sungai – sungai yang bermuara di Teluk Lamong dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya sedimentasi yang bisa berdampak pada pendangkalan alur pelayaran di Selat Madura. Karena itu diperlukan suatu teknik yang dapat memperkirakan wilayah dengan kecenderungan terjadinya sedimentasi, salah satunya dapat menggunakan analisa pola sebaran TSS/sedimen tersuspensi di Teluk Lamong. Dalam penelitian ini digunakan kombinasi metode pengamatan langsung (pengambilan data *in situ*) dan metode penginderaan jauh (menggunakan citra satelit Landsat – 8). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa perubahan konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) di Teluk Lamong dari tahun 2014 sampai dengan 2018 berdasarkan hasil pengukuran, menguji beberapa algoritma untuk menduga TSS di Teluk Lamong untuk mendapatkan algoritma TSS yang sesuai yang nantinya digunakan untuk mengekstraksi nilai TSS dari citra pada periode yang ditentukan dan menganalisa hasilnya dengan kondisi oseanografi (arus). Hasil dari pengolahan data dari citra satelit pada tahun 2018 dengan Algoritma Parwati, Algoritma Syarif Budiman, dan Algoritma Guzman & Santaella berbeda rentangnya dengan nilai TSS *in – situ*. Namun, Algoritma Syarif Budiman menunjukkan korelasi yang paling baik terhadap nilai TSS *in – situ*. Nilai TSS yang diperoleh dari citra satelit tiap tahunnya bersifat fluktuatif. Arus memiliki pengaruh terhadap perbedaan konsentrasi TSS yang terjadi pada perairan Teluk Lamong.

Kata Kunci : Sedimentasi, TSS, Teluk Lamong, Citra Satelit, Arus.

Abstract

The reclamation and supply of sediment from rivers that directly flow to Teluk Lamong is considered will cause a sedimentation that can impact the silting of the cruise line in Selat Madura. Therefore, a technique is required to predict the area of sedimentation trends, specifically by using TSS distribution pattern analysis in Teluk Lamong. In this research, the method used was a combination of direct observation method (in situ data retrieval) and remote sensing method (using Landsat-8 satellite imagery). The objective was to analyze TSS (Total Suspended Solid) concentration changes in Teluk Lamong from 2014 until 2018 based on measurement result, to test some algorithm for estimating TSS in Teluk Lamong and obtaining TSS algorithm which will be used to extract TSS value from image in the mentioned time period and to analyze the results with oceanographic conditions (current). The results of data processing from satellite imagery in 2018 with algorithm from Parwati, Syarif Budiman, and Guzman & Santaella were indicated different ranges with in-situ TSS values. However, Syarif Budiman's algorithm showed the greatest correlation towards in situ TSS value. The current has an influence which caused the differences in concentrations of TSS occurring in the waters of Teluk Lamong.

Keywords : Sedimentation, TSS, Teluk Lamong, Satellite Imagery, Current

PENDAHULUAN

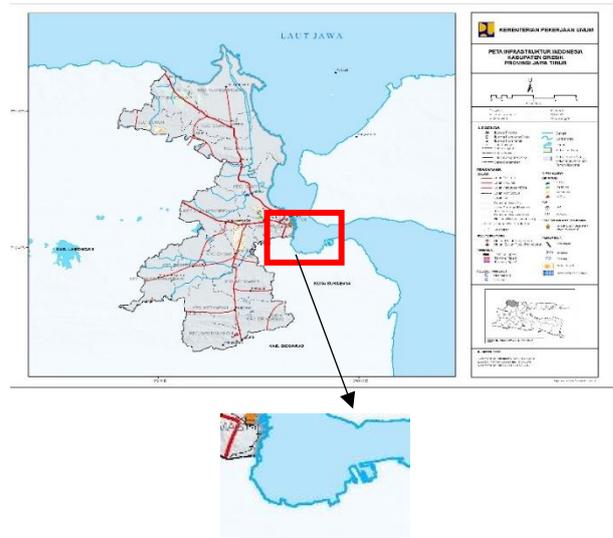
Dengan berkembangnya perekonomian Indonesia khususnya Propinsi Jawa Timur, maka kapasitas bongkar muat yang ada saat ini menjadi tidak mencukupi. Oleh karena itu telah direncanakan untuk menambah fasilitas bongkar muat dan terminal peti kemas di Pelabuhan Tanjung Perak. Karena lahan yang tersedia tidak mencukupi untuk pengembangan pelabuhan, maka direncanakan untuk melakukan reklamasi di wilayah Teluk Lamong. Reklamasi di Teluk Lamong dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya sedimentasi yang bisa berdampak pada pendangkalan alur pelayaran di Selat Madura. Kekhawatiran terhadap masalah sedimentasi ini juga disebabkan karena ada beberapa sungai yang bermuara langsung di Teluk Lamong yang tentu saja merupakan suplai sedimen ke Teluk Lamong (Alwafi dkk. 2013). Sungai – sungai ini membawa material sedimentasi atau sedimen tersuspensi seperti lumpur pasir halus dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena terjadinya pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa oleh aliran air sungai yang bermuara di Teluk Lamong (Khomsin 2009).

Pengamatan langsung di lapangan atas terjadinya sedimentasi akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu diperlukan suatu teknik yang dapat menghitung terjadinya sedimentasi yang cepat. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisa pola sebaran TSS di Teluk Lamong. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah kombinasi antara metode pengamatan langsung, informasi dari data sekunder dan metode penginderaan jauh. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisa perubahan konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) di Teluk Lamong dari tahun ke tahun berdasarkan hasil pengukuran, menguji beberapa algoritma untuk menduga TSS di Teluk Lamong serta penerapan algoritma TSS yang sesuai untuk menduga pola sebarannya TSS pada periode yang berbeda di Teluk Lamong.

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di wilayah perairan Teluk Lamong, Kelurahan Osowilangon, Kecamatan Benowo, Surabaya dengan letak geografis dari 112°39'44,113" BT - 112°42'58,679" BT dan 7°10'45,911" LS - 7°14'0,044" LS.



: Lokasi Penelitian (Teluk Lamong, Surabaya)

Gambar 1: Lokasi Penelitian

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2016)

Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Data citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 yang diakuisisi pada :

Tabel 1. Waktu Akuisisi Citra Landsat-7 dan Landsat-8 (Pengarang, 2018)

No.	Tanggal Akuisisi Citra
1	28 Februari 2002
2	14 Januari 2003
3	25 Maret 2014
4	8 Februari 2015
5	10 Januari 2016
6	13 Februari 2017
7	20 Maret 2018

- b. Peta vektor RBI daerah perairan Teluk Lamong skala 1: 25.000 untuk proses geometrik citra satelit.

- c. Data arus (pada tahun 2017) yang diperoleh dari data PT. Terminal Teluk Lamong
- d. Data *in situ* konsentrasi TSS Teluk Lamong pada tanggal 20 Maret 2018 yang diujikan di laboratorium

Peralatan

Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- a. *Hardware* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:
 - Laptop untuk pengolahan data, analisa dan pembuatan laporan
 - GPS navigasi/*handheld*, untuk menandai titik rencana pengambilan data *In Situ* TSS dan mengarahkan kapal ke titik rencana pengambilan data *In Situ* TSS
 - Perahu motor, untuk pengambilan sampel air di lokasi studi
 - Botol sampel, digunakan sebagai tempat penyimpanan sampel air
 - Alat tulis dan formulir survey
 - Kamera, digunakan untuk keperluan dokumentasi penelitian.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
Software yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :
 - Perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan data citra
 - Perangkat lunak untuk pembuatan peta
 - Perangkat lunak untuk penyusunan laporan akhir
 - Google Earth, digunakan untuk menentukan lokasi penelitian hingga rencana survei lapangan.
 - Perangkat lunak untuk membuat jalur pengambilan sampel di lapangan.
 - Perangkat lunak yang digunakan untuk mengunduh dan mengunggah koordinat titik dari GPS *handheld*

Pengolahan Data

Data *insitu* diperoleh dengan melakukan pengambilan sampel air dari perairan Teluk

Lamong yang berada pada kolom air (kedalaman <50cm). Dalam waktu yang bersamaan, dilakukan juga pengambilan data koordinat titik sampel menggunakan GPS *Handheld*. Pengolahan data *in situ* dilakukan oleh laboratorium dengan metode gravimetri.

Setelah didapatkan citra Landsat tahun tahun 2014 sampai dengan 2018 selanjutnya dilakukan pemotongan citra sesuai dengan area yang diperlukan untuk penelitian. Dalam studi kasus ini area citra yang diperlukan yaitu pada area perairan Teluk Lamong.

Koreksi *image to map* menggunakan acuan peta RBI Indonesia skala 1 : 25.000 dan desain jaring dengan nilai SoF \leq 1. Toleransi yang digunakan yaitu RMS *Error*-nya harus \leq 1 piksel, apabila nilai SoF dan RMSe melebihi nilai toleransi maka koreksi tersebut harus diulang.

Koreksi radiometrik terdiri dari 2 tahap yakni kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan menggunakan metode Gain – Offset. Tujuannya untuk mengubah data Landsat 8 dengan format data *Digital Number* (DN) ke *radiance* atau *reflectance*. Kemudian dilakukan koreksi atmosferik untuk mereduksi bias ataupun *scattering* yang disebabkan oleh efek atmosfer dengan menggunakan metode 6SV

Setelah itu dilakukan pemisahan darat dan laut menggunakan algoritma NDWI (*Normalized Difference Water Index*), yaitu data citra akan terpisah menjadi dua *pixel value*, bila nilai NDWI >0, maka daerah tersebut berupa perairan dan bila NDWI \leq 0, maka daerah tersebut berupa daratan. Kemudian dilakukan ekstraksi nilai TSS pada citra tanggal 20 Maret 2018 (citra yang diakuisisi pada hari dilakukannya pengambilan data *insitu*) dengan menggunakan 3 algoritma sebagai berikut:

a. Algoritma Guzman dan Santaella (2009)

$$\text{TSS (mg/l)} = \text{TSS} = 602,63 * (0,0007e^{47,755 * \text{Rrs Kanal Merah}} + 3,1481)^{[6]} \quad (1)$$

b. Algoritma Syarif Budiman (2004)

$$\text{TSS (mg/l)} = 8,1429 * (\exp^{(23,704 * 0,94 * \text{Rrs Kanal Merah})})^{[2]} \quad (2)$$

c. Algoritma Parwati (2006)

$$\text{TSS (mg/l)} = 3,3238 * \exp^{(34,099 * \text{Reflektansi Kanal Merah})}^{[5]} \quad (3)$$

Kemudian untuk hasil algoritma yang paling baik akan digunakan untuk mengekstraksi nilai TSS di kawasan Teluk Lamong pada semua citra.

Uji ketelitian dilakukan melakukan validasi data hasil TSS dari citra satelit tanggal 20 Maret 2018 yang diperoleh menggunakan 3 algoritma terhadap data *In Situ*. Selanjutnya dilakukan perhitungan korelasi dengan membandingkan data olahan citra dengan data hasil *ground truth* TSS yang ada di lapangan. Hal ini digunakan untuk melihat sejauh mana kedekatan atau kebaikan data citra yang digunakan dan untuk mengetahui algoritma mana yang korelasinya paling baik jika dihubungkan dengan data lapangan. Setelah didapatkan algoritma yang menghasilkan nilai korelasi TSS citra dan *insitu* yang paling baik, maka algoritma tersebut diterapkan pada semua citra yang digunakan untuk mendapatkan nilai TSS-nya.

Konsentrasi TSS kemudian dianalisa korelasinya dengan data citra dan data lapangan, analisa perubahan TSS tiap tahun pada 2002 sampai dengan 2003 dan tahun 2014 sampai dengan 2018, serta analisa hubungan perubahan konsentrasi TSS dengan data arus, pasut dan batimetri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Nilai TSS dari Data Citra Satelit dan Data In Situ

Dilakukan pengolahan citra satelit Landsat – 8 yang diakuisisi pada tanggal 20 Maret 2018. Pengolahan bertujuan untuk dapat mengekstrak nilai TSS pada 24 titik stasiun pengambilan data di lapangan. Ekstraksi nilai TSS dari citra satelit dilakukan dengan menggunakan 3 algoritma yang telah ditentukan sebelumnya, yakni Algoritma Parwati (2006), Algoritma Syarif Budiman (2004), serta Algoritma Guzman & Santaella (2009). Sedangkan pengolahan TSS dari sampel air laut yang diambil dilapangan dilakukan dengan metode gravimetri. Dari hasil pengolahan tersebut didapatkan nilai TSS citra satelit dan data *in situ* pada Tabel 2.

Dilakukan pengolahan citra satelit Landsat – 8 yang diakuisisi pada tanggal 20 Maret 2018. Pengolahan bertujuan untuk dapat mengekstrak nilai TSS pada 24 titik stasiun

pengambilan data di lapangan. Ekstraksi nilai TSS dari citra satelit dilakukan dengan menggunakan 3 algoritma yang telah ditentukan sebelumnya, yakni Algoritma Parwati (2006), Algoritma Syarif Budiman (2004), serta Algoritma Guzman & Santaella (2009). Sedangkan pengolahan TSS dari sampel air laut yang diambil dilapangan dilakukan dengan metode gravimetri. Dari hasil pengolahan tersebut didapatkan nilai TSS citra satelit dan data *in situ* pada Tabel 3.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengolahan TSS pada tahun 2018 dari Citra Satelit dan dari data lapangan (Pengarang, 2018)

ID sampel	Koordinat		Nilai TSS In Situ (mg/L)	Waktu Akuisisi
	Lat	Long		
ST-01	-7,2005	112,6844	96,000	11:17:00
ST-02	-7,1985	112,6862	142,000	11:24:00
ST-03	-7,2005	112,6844	119,000	11:31:00
ST-04	-7,2034	112,6830	114,000	11:41:00
ST-05	-7,2044	112,6805	77,000	11:47:00
ST-06	-7,2062	112,6788	78,000	11:53:00
ST-07	-7,2138	112,6867	60,000	14:30:00
ST-08	-7,2117	112,6885	63,000	14:27:00
ST-09	-7,2098	112,6903	67,000	14:18:00
ST-10	-7,2077	112,6922	68,000	14:14:00
ST-11	-7,2059	112,6940	82,000	14:03:00
ST-12	-7,2039	112,6960	86,000	13:58:00
ST-13	-7,2109	112,7043	53,000	12:40:00
ST-14	-7,2129	112,7024	56,000	12:45:00
ST-15	-7,2150	112,7005	43,000	12:52:00
ST-16	-7,2169	112,6989	38,000	12:57:00
ST-17	-7,2187	112,6969	40,000	13:04:00
ST-18	-7,2206	112,6945	70,000	13:09:00
ST-19	-7,1812	112,6741	70,000	13:20:00
ST-20	-7,1864	112,6759	94,000	13:25:00
ST-21	-7,1878	112,6773	78,000	13:29:00
ST-22	-7,1890	112,6682	112,000	13:35:00
ST-23	-7,1911	112,6700	116,000	13:40:00
ST-24	-7,1931	112,6717	86,000	13:48:00

Tabel 3. Tabel Hasil Pengolahan TSS pada tahun 2018 dari Citra Satelit (Pengarang, 2018)

ID sampel	Nilai TSS (mg/L)			
	In Situ	Alg. Parwati	Alg. Budiman	Alg. Guzman
ST-01	96,000	667,613	24,534	7,633
ST-02	142,000	290,989	20,642	6,245
ST-03	119,000	667,613	24,534	7,633
ST-04	114,000	483,232	22,939	7,031
ST-05	77,000	525,737	23,345	7,180
ST-06	78,000	380,737	21,830	6,640
ST-07	60,000	134,345	17,577	5,343
ST-08	63,000	198,600	19,066	5,760
ST-09	67,000	276,148	20,419	6,174

ID sampel	Nilai TSS (mg/L)			
	In Situ	Alg. Parwati	Alg. Budiman	Alg. Guzman
ST-10	68,000	386,939	21,903	6,665
ST-11	82,000	352,487	21,482	6,522
ST-12	86,000	340,844	21,333	6,472
ST-13	53,000	247,131	19,953	6,028
ST-14	56,000	202,361	19,140	5,782
ST-15	43,000	85,747	16,010	4,945
ST-16	38,000	58,268	14,774	4,660
ST-17	40,000	52,724	14,470	4,594
ST-18	70,000	173,713	18,542	5,609
ST-19	70,000	1202,176	27,727	8,977
ST-20	94,000	347,697	21,421	6,501
ST-21	78,000	297,960	20,744	6,278
ST-22	112,000	305,476	20,852	6,313
ST-23	116,000	543,623	23,508	7,240
ST-24	86,000	539,596	23,472	7,227

Uji Validasi Ekstraksi Nilai TSS dari Data In Situ dan Data Citra Satelit

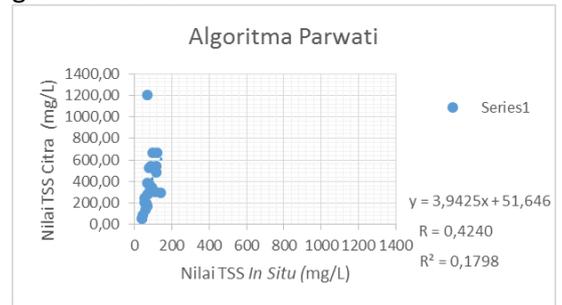
Pada penelitian ini digunakan 2 jenis sumber data untuk mengetahui nilai TSS pada perairan Teluk Lamong yakni dari citra satelit dan pengambilan sampel air secara langsung di lapangan. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat – 8 yang diakuisisi pada hari yang sama dengan hari pengambilan sampel air di lapangan yakni pada tanggal 20 Maret 2018. Data *in situ* digunakan untuk memvalidasi data citra satelit untuk mengetahui algoritma mana yang menghasilkan nilai TSS dengan korelasi paling baik terhadap hasil TSS yang diperoleh dari sampel air yang di ambil secara langsung di lapangan.

Uji validasi dilakukan dengan melihat besarnya nilai koefisien korelasi (r) yang dihasilkan dari data hasil pengolahan citra satelit dan data *in situ*. Berikut adalah hasil uji validasi dari 3 algoritma yang digunakan dengan data *in situ* :

1. Algoritma Parwati (2006)

Pada uji validasi hasil ekstraksi nilai TSS dari citra Landsat – 8 pada tahun 2018 dengan menerapkan Algoritma Parwati terhadap nilai TSS *in situ* diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,4240 dan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 17%. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara hasil ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan Algoritma Parwati terhadap nilai TSS *in situ* termasuk dalam kategori sedang (Sugiyono 2008). Representasi hasil

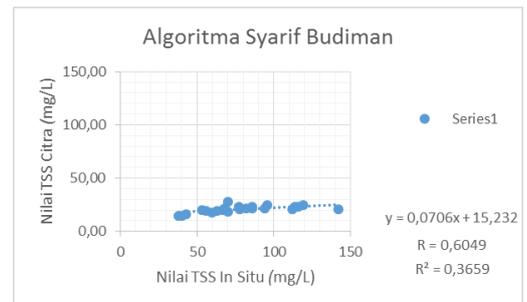
uji validasi data di atas dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Hasil Korelasi Data TSS *In Situ* dan Data TSS Citra Satelit dengan Algoritma Parwati (Pengarang, 2018)

2. Algoritma Syarif Budiman (2004)

Pada uji validasi hasil ekstraksi nilai TSS dari citra Landsat – 8 pada tahun 2018 dengan menerapkan Algoritma Parwati terhadap nilai TSS *in situ* diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,605 dan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 36%. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara hasil ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan Algoritma Syarif Budiman terhadap nilai TSS *in situ* termasuk dalam kategori kuat (Sugiyono 2008). Representasi hasil uji validasi data di atas dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

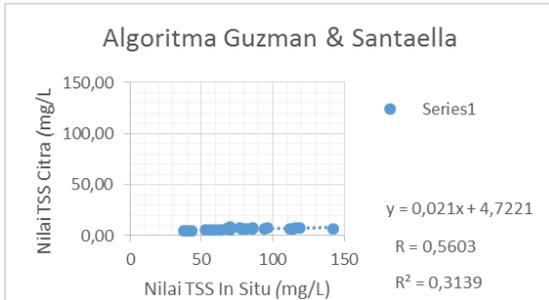


Gambar 4. Grafik Hasil Korelasi Data TSS *In Situ* dan Data TSS Citra Satelit dengan Algoritma Syarif Budiman (Pengarang, 2018)

3. Algoritma Guzman & Santaella (2009)

Pada uji validasi hasil ekstraksi nilai TSS dari citra Landsat – 8 pada tahun 2018 dengan menerapkan Algoritma Parwati terhadap nilai TSS *in situ* diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,560 dan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 31%. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara hasil

ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan Algoritma Guzman & Santaella terhadap nilai TSS in situ termasuk dalam kategori sedang (Sugiyono 2008). Representasi hasil uji validasi data di atas dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

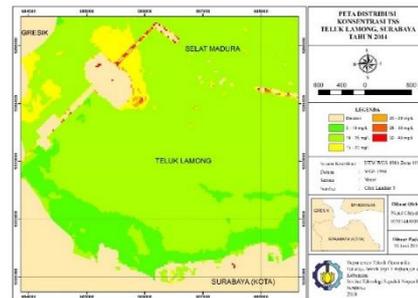


Gambar 5. Grafik Hasil Korelasi Data TSS *In Situ* dan Data TSS Citra Satelit dengan Algoritma Guzman & Santaella (Pengarang, 2018)

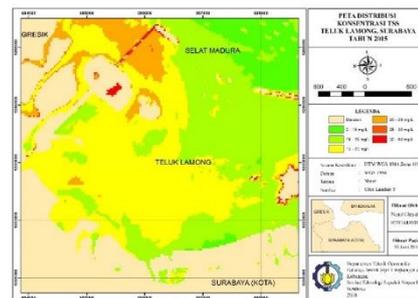
Dari hasil uji validasi yang telah dilakukan diperoleh algoritma dengan nilai korelasi yang paling besar dari 3 algoritma yang telah ditentukan, yakni Algoritma Budiman (2004) dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,6049 dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 36% yang menunjukkan bahwa korelasi antara hasil ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan Algoritma Syarif Budiman terhadap nilai TSS *in situ* termasuk dalam kategori kuat ($r \geq 0,6$) (Sugiyono 2008). Meskipun begitu, rentang nilai antara data *in situ* dengan nilai dari ekstraksi ke – 3 algoritma sangat jauh. Hal ini dimungkinkan disebabkan oleh sifat area perairan yang satu dengan perairan yang lain pasti memiliki perbedaan sehingga model matematis dari algoritma yang digunakan juga pasti berbeda.

Hasil Pengolahan Citra Satelit Landsat Multitemporal

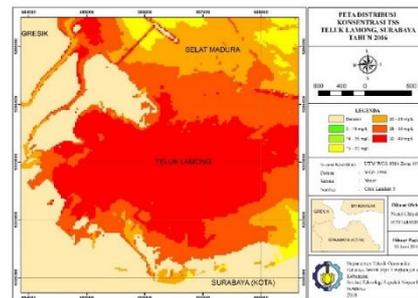
Pengolahan citra satelit multitemporal dilakukan dengan menggunakan Algoritma Syarif Budiman yang berdasarkan hasil uji validasi memiliki nilai koefisien korelasi yang paling besar. Citra satelit yang diolah adalah citra satelit tahun 2014 sampai dengan 2018 (berupa citra satelit Landsat – 8).



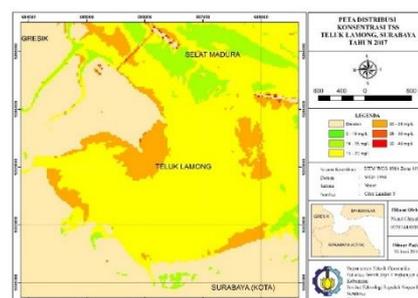
Gambar 6. Peta Persebaran Konsentrasi TSS Tahun 2014 (Pengarang, 2018)



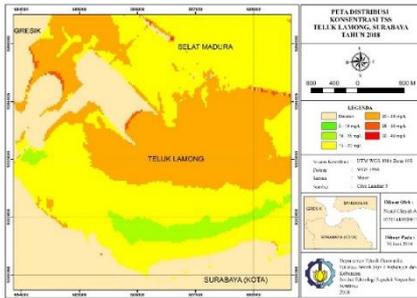
Gambar 7. Peta Persebaran Konsentrasi TSS Tahun 2015 (Pengarang, 2018)



Gambar 8. Peta Persebaran Konsentrasi TSS Tahun 2016 (Pengarang, 2018)



Gambar 9. Peta Persebaran Konsentrasi TSS Tahun 2017 (Pengarang, 2018)



Gambar 10. Peta Persebaran Konsentrasi TSS Tahun 2018 (Pengarang, 2018)

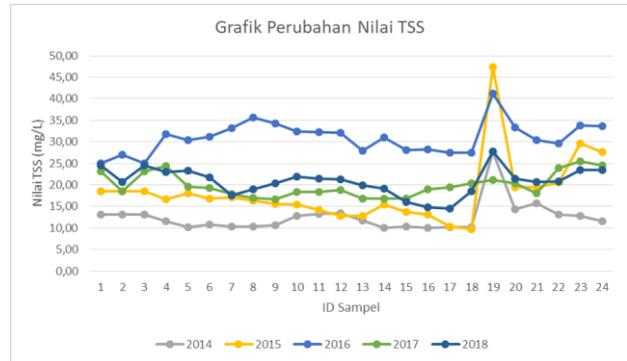
Dari hasil pengolahan, didapatkan nilai TSS sebagai berikut.

Tabel 4 : Tabel Hasil Pengolahan TSS dari Citra Satelit pada tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 di Perairan Teluk Lamong

ID sampel	Nilai TSS Citra (mg/L)				
	2014	2015	2016	2017	2018
ST-01	13,18	18,52	25,05	23,18	24,53
ST-02	13,18	18,56	27,09	18,51	20,64
ST-03	13,18	18,52	25,05	23,18	24,53
ST-04	11,56	16,65	31,75	24,36	22,94
ST-05	10,27	18,02	30,36	19,68	23,34
ST-06	10,80	16,88	31,19	19,34	21,83
ST-07	10,34	17,09	33,17	17,86	17,58
ST-08	10,31	16,38	35,60	16,97	19,07
ST-09	10,72	15,54	34,32	16,67	20,42
ST-10	12,86	15,41	32,37	18,32	21,90
ST-11	13,24	14,16	32,32	18,40	21,48
ST-12	13,41	12,83	32,11	18,79	21,33
ST-13	11,71	12,78	27,98	16,82	19,95
ST-14	9,98	15,38	31,10	16,90	19,14
ST-15	10,42	13,69	28,08	16,77	16,01
ST-16	10,11	13,05	28,24	18,98	14,77
ST-17	10,18	10,41	27,46	19,51	14,47
ST-18	10,17	9,80	27,51	20,35	18,54
ST-19	27,65	47,36	41,26	21,15	27,73
ST-20	14,36	19,38	33,38	20,34	21,42
ST-21	15,78	19,48	30,41	18,07	20,74
ST-22	13,21	20,58	29,64	23,98	20,85
ST-23	12,89	29,71	33,83	25,48	23,51
ST-24	11,58	27,71	33,59	24,57	23,47

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dinamika perubahan nilai TSS yang diperoleh dari citra satelit tidak selalu naik dan sifatnya fluktuatif. Pada tahun 2014 mayoritas nilai TSS pada tiap stasiun pengambilan data berada pada rentang 13 – 17 mg/L meskipun ada sebagian kecil data yang berada di atas ataupun di bawah rentang nilai tersebut. Kemudian pada tahun 2015 – 2018 terjadi kenaikan konsentrasi TSS hampir di semua

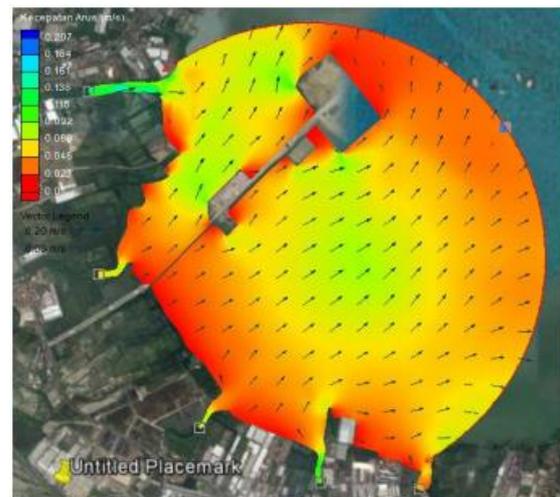
stasiun pengambilan data. Nilai konsentrasi TSS yang paling tinggi secara umum ada pada citra tahun 2016 yang memiliki rentang TSS antara 25 – 41 mg/L. Representasi perubahan nilai TSS pada tiap titik pengambilan data di perairan Teluk Lamong dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 11. Grafik Perubahan Nilai TSS dari Citra Satelit (Pengarang, 2018)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa data pada tahun 2016 memiliki hasil yang paling berbeda dengan tahun – tahun yang lainnya. Hal ini dimungkinkan terjadi karena gangguan atmosfer berupa adanya kabut dan awan yang terjadi pada saat akuisisi citra menyebabkan kondisi perairan pada citra yang diakuisisi terlihat lebih keruh sehingga ketika diolah nilai TSS-nya menjadi lebih besar.

Analisa Konsentrasi TSS Dengan Arus



Gambar 12. Pola Arus Teluk Lamong Saat Surut (Sumber : SUCOFINDO, 2017)



Gambar 13. Pola Arus Teluk Lamong Saat Pasang
(Sumber : SUCOFINDO, 2017)

Data pola arus didapatkan dari hasil pemodelan oleh PT Terminal Teluk Lamong. Pada saat surut, arus bergerak dari muara sungai yang ada di Teluk Lamong menuju Selat Madura. Sedangkan pada saat pasang, arus bergerak dari Selat Madura menuju ke Teluk Lamong dan masuk ke sungai yang bermuara di Teluk Lamong. Pola arus perairan Teluk Lamong bisa dilihat pada Gambar 12 dan 13.

Pola arus yang terjadi di suatu wilayah perairan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pola pergerakan sedimen atau sedimentasi (SUCOFINDO 2017). Hal ini disebabkan karena arus bergerak dengan membawa partikel – partikel sedimentasi yang terdapat dalam air.

Bisa dilihat nilai TSS di area sekitar Terminal Teluk Lamong pada peta sebaran TSS tahun 2014 – 2018 cenderung lebih besar karena arah arus pada saat pasang maupun surut bergerak mengikuti bentuk bangunan tersebut Terminal Teluk Lamong.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS selaku dosen pembimbing dan Ibu Cherie Bhekti Pribadi, ST., MT. Selaku dosen konsultasi yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwafi, Pujiraharjo, Rachmansyah Arief, Pudyono, Suharyanto Agus, P. Yatnanta Devia, dan Dwi Ratna Nur F. 2013. “Studi Dampak Rencana Reklamasi di Teluk Lamong Propinsi Jawa Timur Terhadap Pola Arus Pasang Surut Dan Angkutan Sedimen” 7 (2):108–17.
- Budhiman, Syarif. 2004. “Mapping TSM Concretations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta, Indonesia.” *MSc. Thesis. ITC. Endesche, The Netherlands.* <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- Khomsin. 2009. “PREDIKSI LAJU SEDIMENTASI DI TELUK LAMONG DENGAN DATA CITRA SATELIT MULTI TEMPORAL.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Parwati, Ety, dan Dwi Purwanto. 2014. “Analisis Algoritma Ekstraksi Informasi Tss Menggunakan Data Landsat 8 Di Perairan Berau.” *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 518–28.
- Rodríguez-guzmán, Vilmaliz, dan Fernando Gilbes-santaella. 2009. “Using MODIS 250 m Imagery to Estimate Total Suspended Sediment in a Tropical Open Bay.” *International Journal of Systems Application, Engineering & Development* 3 (1):36–44.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.