

PEMETAAN DISTRIBUSI TOTAL SUSPENDED SOLID DAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DI SIDOARJO-PASURUAN DENGAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH

(Mapping of Total Suspended Solid Distribution and Coastline Change in Sidoarjo-Pasuruan by Using Remote Sensing Data)

Niken Dwi Wijayanti, Achmad Fachruddin Syah

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang Po Box 2 Kamal 69169 Kampus UTM Bangkalan Madura
E-mail: nikendwiwijayanti3@gmail.com

Diterima: 3 Februari 2020; Direvisi: 28 Maret 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan: 28 Mei 2020

ABSTRAK

Perairan Porong merupakan daerah muara sungai yang mengalami proses sedimentasi akibat bermuaranya air Sungai Porong ke Selat Madura yang membawa sedimen. Hal tersebut diduga akan menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai yang ada di sekitarnya. Disamping itu, perubahan morfologi daratan seperti abrasi atau sedimentasi dipengaruhi oleh faktor oseanografi fisik seperti arus. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh arus terhadap distribusi *Total Suspended Solid* (TSS) serta dampaknya terhadap perubahan garis pantai di Perairan Sidoarjo-Pasuruan. Data yang digunakan yaitu citra Landsat 7 (2002) dan Landsat 8 (2013 dan 2017) yang diperoleh dari *United States Geological Survey* serta data arus dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service*. Penginderaan jauh digunakan untuk menganalisa perubahan garis pantai dan distribusi TSS. Hasil penelitian menunjukkan arus, dengan kecepatan 0.02-0.1 m/s, di Perairan Sidoarjo-Pasuruan berpengaruh terhadap distribusi TSS dengan arah menuju Barat dan Barat Laut. Konsentrasi TSS yang tinggi di perairan dekat pantai menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai yang ditandai dengan tingginya sedimentasi di lokasi tersebut. Lebih lanjut hasil menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di Sidoarjo-Pasuruan tahun 2002-2013 sebesar 9,305 km dan 2013-2017 sebesar 3,226 km. Peningkatan konsentrasi TSS di Perairan Sidoarjo-Pasuruan sebanding dengan penambahan garis pantai.

Kata Kunci: Arus, perubahan garis pantai, perairan Sidoarjo-Pasuruan, *total suspended solid*, penginderaan jauh

ABSTRACT

Porong is an estuary area which has undergone sedimentation due to the release of Porong river which carries sediment to Madura Strait. The process which is believed will cause the change of coastline. Furthermore, the morphological change of the land - such as abrasion or sedimentation, is influenced by physical oceanographic factors such as current. This research attempts to understand the influence of current toward the distribution of Total Suspended Solid (TSS) and its effect to the coastline changes in Sidoarjo-Pasuruan coastal area. In this study, we used Landsat 7 (2002) and Landsat 8 (2013 and 2017) imageries from the United States Geological Survey and the current data was collected from the Copernicus Marine Environment Monitoring Service. Remote sensing technique is used to analyze the coastline changes and the TSS distribution. This research shows that current with velocity 0.02-0.1 m/s affects the TSS distribution in the West and North-West directions. A high TSS concentration value in the nearby area caused the change of coastline, it is indicated by a high sedimentation rate in the location. Furthermore, the results show that the area of Sidoarjo-Pasuruan has changed of 9,305 km and 3,226 km, for the year 2002-2013 and 2013-2017, respectively. The increment of TSS concentration in Sidoarjo-Pasuruan water is comparable to the increase of the coastline.

Keywords: *Current, coastline change, Sidoarjo-Pasuruan water, total suspended solid, remote sensing.*

PENDAHULUAN

Sungai Porong termasuk salah satu sungai di kabupaten Sidoarjo dimana daerah sekitarnya terdapat banyak pemukiman, pertambakan dan perikanan budidaya. Perairan Porong merupakan

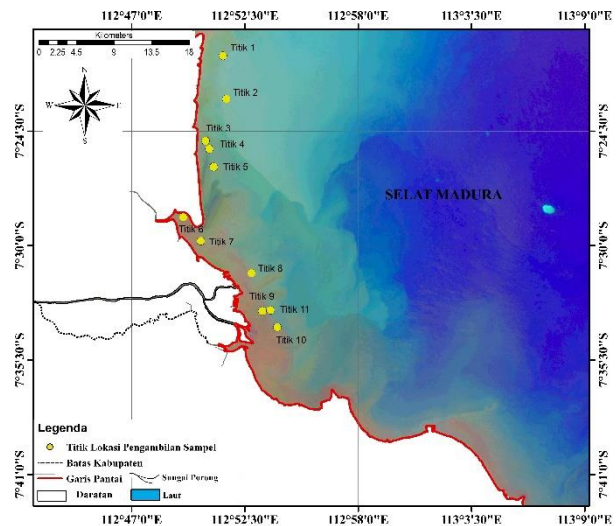
estuari yang mengalami proses sedimentasi akibat bermuaranya air yang berasal dari sungai Porong menuju selat Madura yang membawa sedimen. Sejak tahun 2006 PT. Lapindo Brantas melakukan pembuangan lumpur panas ke Kali Porong untuk mencegah jebolnya tanggul lumpur Lapindo

(Sukarno & Yusuf, 2013). Besarnya volume lumpur panas yang keluar dari pusat semburan diperkirakan dari tahun 2006-2007 mencapai 100.000 m³/hari bahkan pernah mencapai 180.000 m³/hari pada Desember 2006, dan cenderung mengalami penurunan. Pada September 2005 berkisar 50.000 m³/hari (Harnanto, 2011). Pembuangan lumpur panas melalui kali Porong menuju selat Madura dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi (Budianto & Hariyanto, 2017). Sedimentasi mengakibatkan morfologi pesisir Sidoarjo mengalami perubahan garis pantai (Pahlevi & Wiweka, 2010).

Proses sedimentasi (penambahan) dan abrasi (pengurangan) daratan dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik oseanografi seperti arus. Faktor fisik oseanografi tersebut mempengaruhi distribusi TSS di perairan. Tinggi rendahnya konsentrasi TSS di perairan disebabkan karena asupan material dari daratan kemudian terbawa ke laut melalui aliran sungai (Winnarsih et al., 2016). Kecepatan arus yang tinggi menyebabkan TSS tinggi pula (Akhrianti et al., 2014). Sedangkan, kecepatan arus yang rendah cenderung mengendapkan sedimen tersuspensi dan menyebabkan terjadinya sedimentasi. Studi perubahan garis pantai serta distribusi TSS (*Total Suspended Solid*) telah banyak dilakukan dengan beberapa metode salah satunya penginderaan jauh (Siswanto & Wicaksono, 2015). Metode ini terdapat keunggulan di dibandingkan dengan metode yang lain yaitu menggambarkan objek daerah dan gejala di permukaan bumi mirip dengan wujud dan letak objek di bumi (Lubis et al., 2017). Lokasi penelitian sudah mengalami perubahan daratan yang cukup besar dari tahun 2006 hingga sekarang. Oleh karena itu, penelitian ini menarik untuk dilakukan karena dapat menganalisis perubahan daratan di perairan Sidoarjo-Pasuruan sebelum dan sesudah dilakukannya pembuangan lumpur panas ke Kali Porong serta mengetahui pengaruh distribusi TSS terhadap perubahan garis pantai.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Sidoarjo-Pasuruan pada bulan November 2017 sampai Januari 2018. Analisa data dilakukan di Laboratorium Kartografi Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura. Lokasi penelitian pada **Gambar 1** merupakan lokasi untuk mengetahui perubahan garis pantai (2002-2017) dan titik kuning adalah lokasi pengambilan sampel air laut sebanyak 11 titik dan mencatat koordinat menggunakan GPS. Metode yang digunakan yaitu metode acak sesuai dengan konsisi lapang. Pemilihan titik pengambilan sampel secara acak dengan jumlah pengambilan sampel berdasarkan waktu penelitian dilapangan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Analisa Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa air laut yang dilakukan pengambilan 11 titik lokasi dan di analisa menggunakan metode gravimetri untuk mengetahui nilai TSS perairan Sidoarjo-Pasuruan saat itu. Analisa garis pantai menggunakan citra Landsat 7 ETM+ tahun 2002 dan Landsat 8 OLI tahun 2013 dan 2017. Data TSS didapatkan dari citra Landsat 8 OLI tahun 2013 dan 2017 serta data angin, arus untuk mengetahui pengaruh faktor fisik oseanografi terhadap distribusi TSS. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Alat dan bahan.

No.	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	GPS	Mencatat titik lokasi sampel
2.	Botol	Tempat sampel air laut.
3.	Timbangan	Menimbang kertas saring.
4.	Kertas Saring	Menyaring air laut.
5.	Oven	Mengoven kertas saring.
6.	Excel 2013	Mengolah arus dan angin.
7.	Landsat 7 & 8	Data garis pantai dan TSS.
8.	ENVI Classic	Melakukan pemotongan citra, koreksi geometrik, radiometrik, penajam, komposit.
9.	ER Mapper	Mengolah TSS.
10.	ECMWF	Mendownload data angin.
11.	CMEMS	Mendownload data arus.
12.	ArcMap 10.1	Mengolah garis pantai, TSS, angin dan arus.

Note:
 CMEMS (*Copernicus Marine Environment Monitoring Service*)
 ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*)

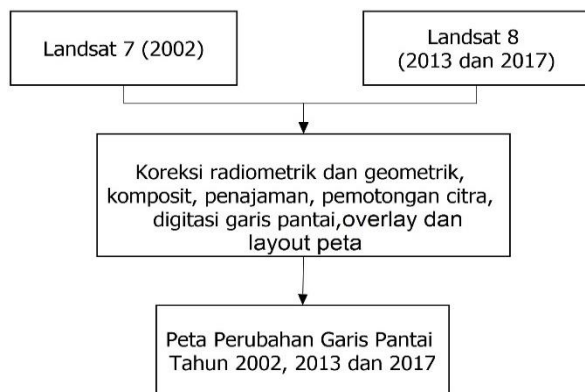
Garis Pantai

Pengolahan data garis pantai menggunakan citra Landsat 7 (2002), 8 (2013 dan 2017). Citra Landsat setelah didownload dilakukan proses preprocessing yaitu untuk memperbaiki dan melakukan koreksi citra secara radiometrik dan

geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan karena hasil rekaman citra satelit mengalami kesalahan akibat gangguan atmosfer. Hasil setelah dilakukan koreksi radiometrik menunjukkan nilai DN dikonversikan menjadi nilai pantulan yang berada pada kisaran 0-1.

Koreksi geometrik dengan memilih titik GCP (*Ground Control Point*) pada lokasi yang tidak mengalami perubahan dari tahun ke tahun seperti pelabuhan, jembatan, menara dan lain-lain dengan mempertimbangkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk setiap GCP. Pada proses ini citra Aster sebagai bahan referensi yang memiliki resolusi spasial 15 meter lebih tinggi dari citra Landsat 30 meter. Hasilnya dilakukan komposit atau penggabungan citra didasarkan pada pembagian band warna natural yaitu RGB 3,2,1 untuk Landsat 7 dan 4,3,2 untuk Landsat 8 dimana: Layer R (Merah), G (Hijau), B (Biru). Selanjutnya, melakukan penajaman citra yaitu proses untuk mempertajam resolusi citra satelit yang awalnya memiliki resolusi 30 meter dilakukan penajaman dengan band 8 pankromatik resolusinya menjadi 15 meter untuk memudahkan interpretasi objek.

Citra satelit Landsat dengan path row 116/65 mencakup daerah Jawa Timur yang memiliki area cukup luas. Citra tersebut di *cropping* menjadi lebih kecil sesuai dengan daerah penelitian meliputi pesisir Sidoarjo-Pasuruan. Metode yang digunakan untuk memetakan garis pantai adalah interpretasi manual dilanjutkan proses digitasi garis pantai yang menghasilkan peta garis pantai dalam bentuk *shapefile* tahun 2002, 2013 dan 2017. Hasil digitasi di-*overlay* untuk mengetahui perubahan garis pantai baik abrasi atau sedimentasi. Tahap terakhir dari digitasi yaitu membuat peta perubahan garis pantai pesisir Sidoarjo-Pasuruan Tahun 2002-2017 (**Gambar 2**).

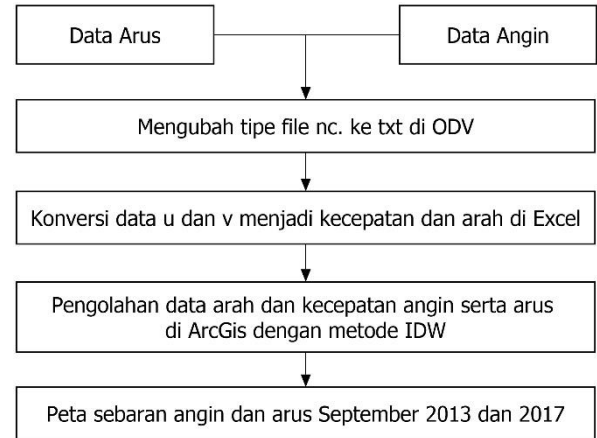


Gambar 2. Alur Pengolahan Data Garis Pantai

Angin dan Arus

Analisa data arus dan angin dilakukan dengan menggunakan software Ocean Data View 4 untuk mengubah format data NetCDF ke txt agar data dapat diolah di Excel berupa (u, v). Komponen u dan v di konversikan ke dalam data arah serta

kecepatan di Excel. Pengolahan menggunakan ArcMap 10.1 untuk mendapatkan peta sebaran arah arus dan angin bulan Juli, Agustus, September (2013, 2017) perairan Sidoarjo-Pasuruan (**Gambar 3**).



Gambar 3. Alur pengolahan arus dan angin.

Total Suspended Solid

Tahapan pengolahan TSS menggunakan Er Mapper dan ArcGIS 10.1. Pengolahan data di Er Mapper seperti koreksi radiometrik dengan cara mengubah nilai Digital Number (DN) ke dalam nilai reflektan. Kemudian melakukan pemotongan citra untuk mendapatkan dan membatasi lokasi penelitian yang diinginkan. Selanjutnya, dilakukan pemisahan darat laut untuk membatasi antara daerah daratan serta lautan agar nilai TSS yang didapatkan di perairan saja karena penelitian ini hanya membutuhkan nilai pantulan atau reflektan dari perairan. Nilai reflektan atau pantulan daratan setelah dilakukan pemisahan darat dan laut bernilai 0. Pemilihan citra agar terbebas dari awan dilakukan proses masking untuk mendapatkan nilai pantulan awan bernilai nol.

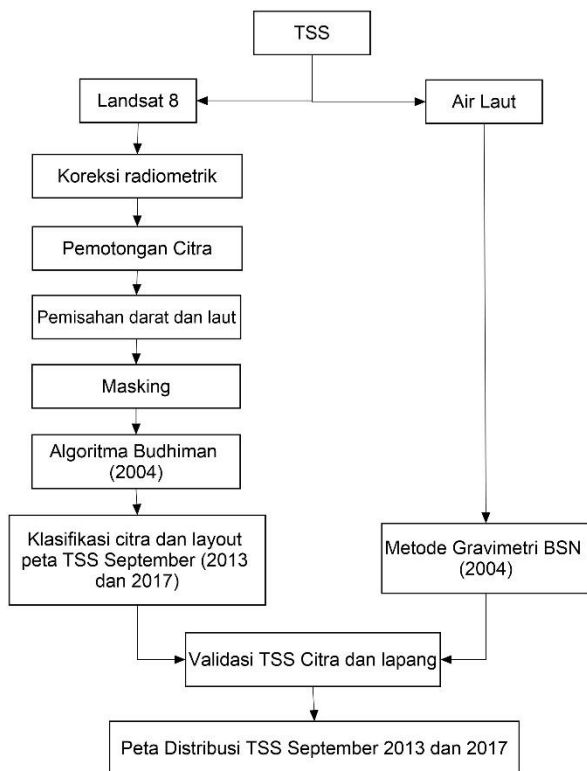
Pengolahan TSS citra Landsat ini menggunakan algoritma yang diperkenalkan oleh Budhiman (2004). Algoritma ini menggunakan *Reflectance Remote Sensing* (RRS) band 4 (merah) dengan panjang gelombang 0,64-0,67 µm karena panjang gelombang tersebut dapat memberikan pantulan yang baik untuk analisa TSS di perairan (Budhiman, 2004). Algoritma ini pernah diaplikasikan untuk mengetahui nilai TSS di perairan Sidoarjo dan diperoleh hasil koefisien determinasi ($R^2 = 0,895$) atau 89,5% dengan menggunakan persamaan 1 (Putra et al., 2014).

$$TSS \text{ (mg/l)} = 8.1429 * (\exp (23.704* 0.94* \text{band merah})) \dots\dots\dots(1)$$

di mana:

- TSS : *Total Suspended Solid*
- Band merah : reflektan band 4

Setelah didapatkan hasil TSS menggunakan algoritma tersebut selanjutnya dilakukan pengolahan di ArcMap 10.1 untuk mengklasifikasikan TSS berdasarkan warna yang ditampilkan untuk mengetahui rentang dari konsentrasi TSS. Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam 5 kategori (<50, 50 - 100, 100 - 150, 150 - 200, >200 mg/l) (Haryanto et al., 2014). Hasil akhir yaitu *layout* peta sebaran TSS perairan Sidoarjo-Pasuruan bulan September tahun 2013 dan 2017 (**Gambar 4**).

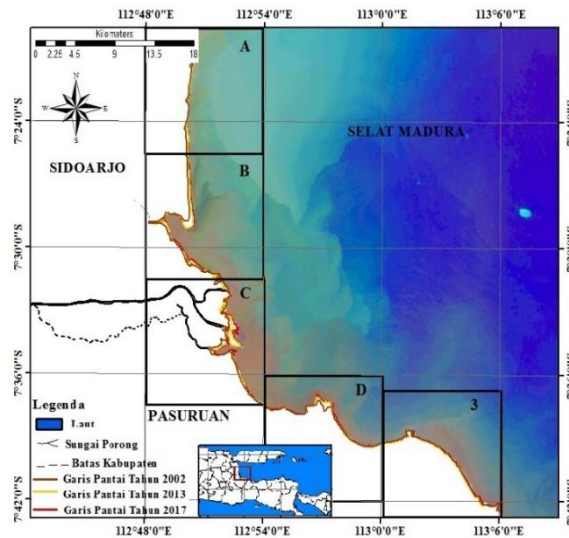


Gambar 4. Alur pengolahan *total suspended solid*.

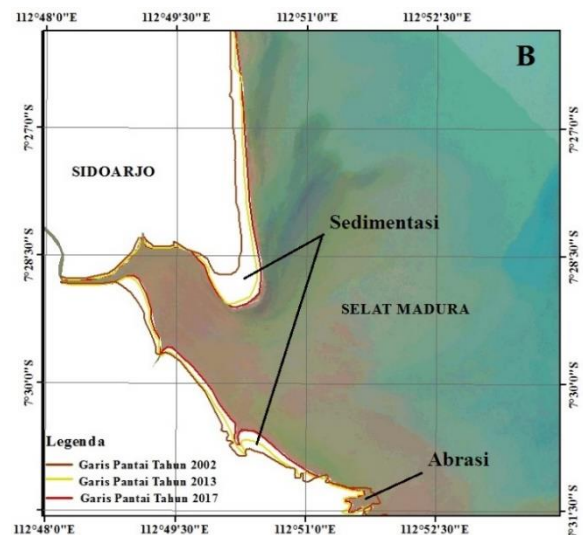
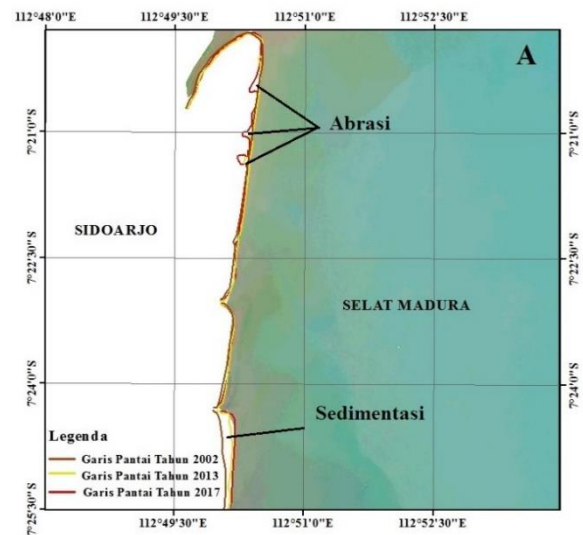
HASIL DAN PEMBAHASAN

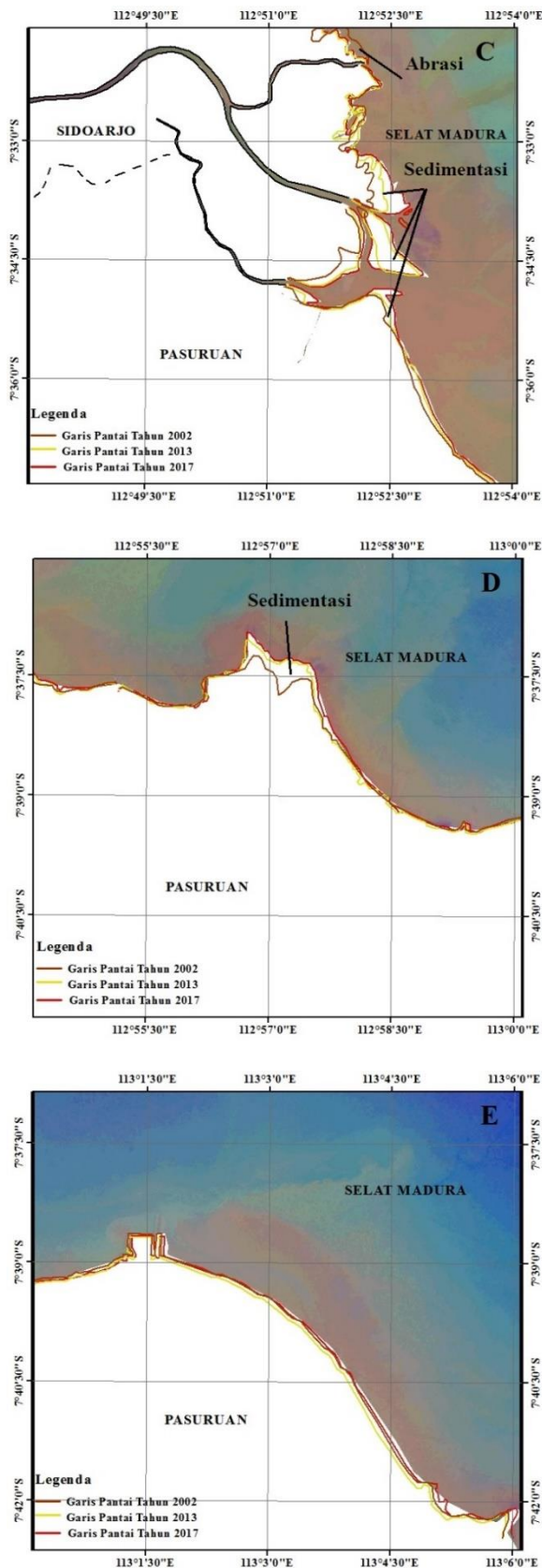
Perubahan Garis Pantai

Hasil digitasi garis pantai 2002, 2013 dan 2017 di-*overlay* untuk mengetahui daerah pesisir Sidoarjo-Pasuruan yang mengalami penambahan atau pengurangan daratan. Analisis perubahan garis pantai di lokasi penelitian dibagi menjadi lima grid dengan ukuran 11x11 km. Pembagian tersebut dikarena pesisir Sidoarjo-Pasuruan cukup panjang, agar hasil perubahannya jelas maka hasil perubahan garis pantai ditampilkan pada grid area (**Gambar 5**).



Gambar 5. Peta Perubahan garis pantai pesisir Sidoarjo Pasuruan Tahun 2002-2017.





Gambar 6. Perubahan garis pantai A, B, C, D, E pesisir Sidoarjo-Pasuruan.

Hasil pembagian lima grid menampilkan lebih jelas beberapa lokasi di daratan Sidoarjo-Pasuruan yang mengalami perubahan baik abrasi maupun sedimentasi dari tahun 2002 sampai 2017. Pada

grid A, B, C, D terjadi penambahan dan pengurangan daratan. Sedangkan, grid E tidak mengalami perubahan garis pantai (**Gambar 6**). Terjadinya Sedimentasi disebabkan karena banyaknya aliran sungai yang bermuara di selat Madura. Pembuangan lumpur ke kali Porong mengakibatkan terbentuknya endapan atau sedimentasi di bagian muara Porong (Machfud & Cahyono, 2013). Garis pantai tahun 2002-2017 telah mengalami perubahan panjang dan penambahan serta pengurangan daratan. Hal tersebut terlihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**:

Tabel 2. Perubahan Garis Pantai 2002-2017

Tahun	Panjang (km)	Perubahan (km)
2002	87,862	
2013	97,167	+9,305
2017	100,393	+3,226

Garis pantai tahun 2002 hasilnya digunakan sebagai acuan sebelum dilakukannya pembuangan lumpur Lapindo ke sungai Porong. Hasil pada **Tabel 2** menunjukkan bahwa terdapat penambahan panjang garis pantai dari tahun 2002 ke 2013 sebesar 9,305 km. Pada tahun 2017 garis pantai pesisir Sidoarjo-Pasuruan berubah menjadi 100,393 km dengan penambahan dari tahun 2013 ke tahun 2017 sebesar 3,226 km. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap tahun daratan pesisir Sidoarjo-Pasuruan bertambah berkisar 0,8 km. Garis pantai perairan Porong mengalami penambahan akibat arus laut menyusur pantai dari arah Surabaya menuju Pasuruan dengan membawa sedimen (Harnanto, 2011).

Tabel 3. Perubahan daratan 2002-2017.

Tahun	Abrasi (ha)	Sedimentasi (ha)	Perubahan (ha)
2002-2013	255,681	564,609	820,290
2013-2017	53,029	514,745	567,774

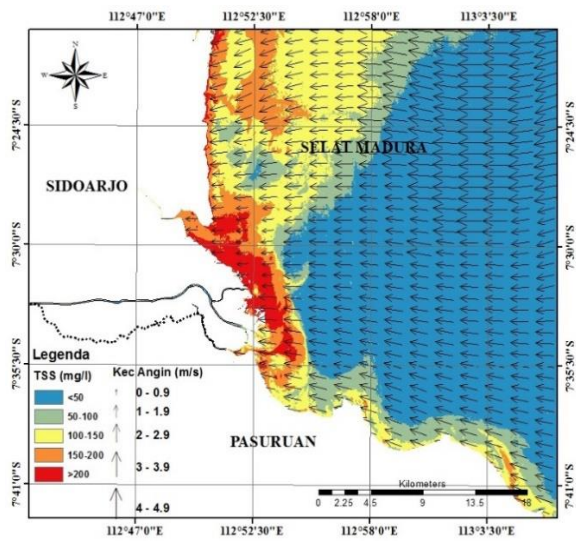
Hasil pada **Tabel 3** garis pantai (2002) dijadikan sebagai acuan awal untuk mengetahui seberapa besar perubahan daratan baik abrasi maupun sedimentasi sampai tahun 2017. Data tersebut menunjukkan dari tahun 2002 sampai 2013 daratan yang mengalami abrasi 255,681 ha dan sedimentasi 564,609 ha dengan total perubahan daratan baik abrasi maupun sedimentasi sebesar 820,290 ha. Tahun 2013 sampai 2017 perubahan daratan yang mengalami abrasi 53,029 ha dan sedimentasi 514,745 ha dengan total perubahan daratan baik abrasi maupun sedimentasi sebesar 567,774 ha. Perubahan daratan di Sidoarjo-Pasuruan ini didominasi oleh sedimentasi karena adanya

sedimen terbawa oleh aliran sungai yang bermuara ke Estuari Porong.

Parameter Fisik Oseanografi

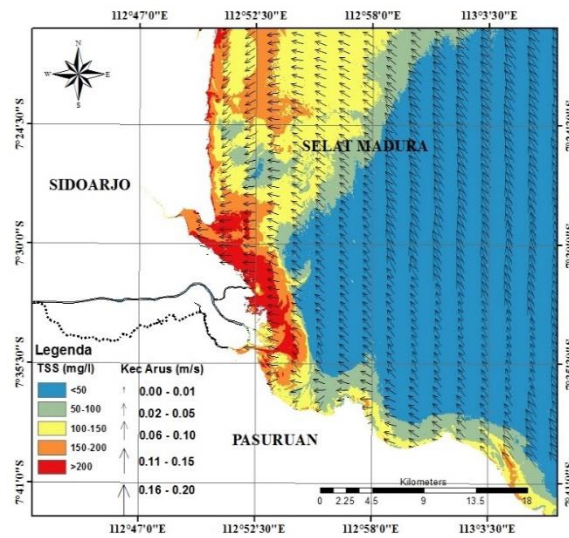
Total Suspended Solid (TSS), Arus dan Angin

Penelitian persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) perairan Sidoarjo sampai Pasuruan menggunakan algoritma penelitian terdahulu yaitu (Budhiman, 2004). Dari pengolahan landsat 8 bulan September 2013 dan 2017 diperoleh konsentrasi TSS (**Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10**). TSS tinggi yaitu >200 mg/l berwarna merah dekat dengan muara sungai. Hal ini terkait dengan material sedimen dari sungai Porong bergerak menuju selat Madura. Tinggi rendahnya TSS disebabkan adanya asupan bahan tersuspensi yang terbawa melalui sungai ke laut. TSS dekat pantai konsentrasinya lebih tinggi karena selalu mendapatkan masukan bahan tersuspensi dari sungai dan kedalaman perairan yang sangat dangkal menyebabkan air menjadi keruh. Konsentrasi TSS lebih tinggi di dekat pantai, menurun pada saat lepas pantai (Lestari, 2009).

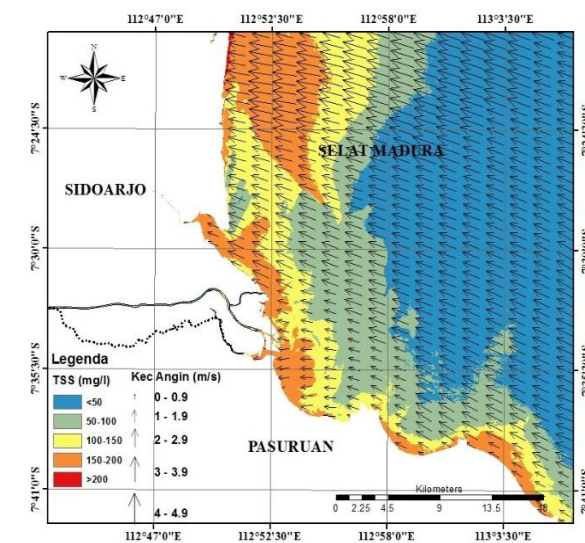


Gambar 7. TSS dan angin September 2013.

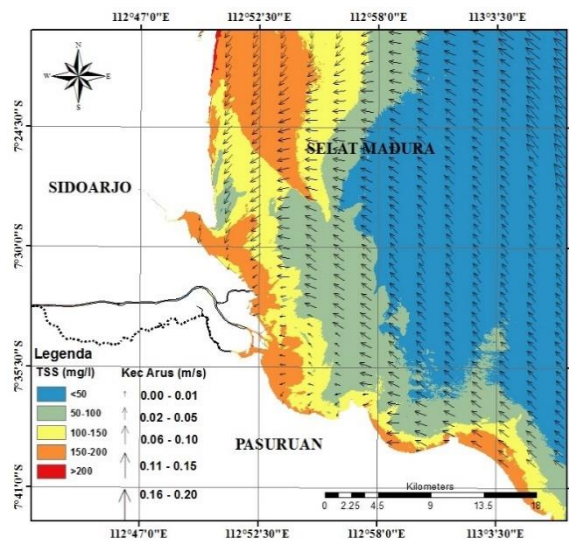
Persebaran TSS diperairan dipengaruhi oleh arus. Ketika arus tenang sedimen cenderung mengendap, kemudian konsentrasi TSS yang awalnya tinggi mengalami penurunan. Kecepatan arus yang besar di perairan menyebabkan konsentrasi TSS mengalami kenaikan karena perairan cenderung mengalami pengadukan. Pengadukan tersebut dapat menyebabkan material dasar terangkat dan air menjadi keruh.



Gambar 8. TSS dan arus September 2013.



Gambar 9. TSS dan angin September 2017.



Gambar 10. TSS dan arus September 2017.

Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 di atas menunjukkan bahwa arus permukaan Perairan Sidoarjo-Pasuruan searah dengan arah angin yang dominan bergerak

menuju Barat dan Barat Laut. Pola angin di laut Jawa mengikuti pola angin yang berkembang di Indonesia, dimana saat Musim Timur kecepatan angin berkisar antara 0,96-7,11 m/s (Najid et al., 2012). Hasil kecepatan angin di perairan Sidoarjo-Pasuruan antara 2-4.9 mg/l serta kecepatan arus antara 0.02-0.1 m/s. Arus di selat Madura yang dominan bergerak searah dengan angin memiliki kecepatan rata-rata 0.07 m/s dan nilai maksimum 0.2 m/s yang menunjukkan kecepatan arus perairan tersebut sangat rendah karena selat Madura merupakan perairan semi tertutup (Hasyim, 2009).

Koreksi TSS Lapang dan Citra

Pengambilan sampel lapang dilaksanakan tanggal 29 November 2017 di Perairan Sidoarjo-Pasuruan. Analisa sampel TSS di laksanakan pada tanggal 30 November 2017 di laboratorium oseanografi Ilmu Kelautan UTM. Hasil TSS lapang dan citra dilakukan perbandingan (**Tabel 4**).

Tabel 4. Perbandingan nilai TSS lapang dengan nilai hasil citra

No.	Nama	Koordinat		TSS Lapang (mg/l)	TSS Citra (mg/l)
		X	Y		
1.	S 1	112.857	-7.348	120	205
2.	S 2	112.860	-7.383	125	241
3.	S 3	112.843	-7.416	210	141
4.	S 4	112.850	-7.437	130	138
5.	S 5	112.846	-7.423	230	140
6.	S 6	112.825	-7.477	180	120
7.	S 7	112.839	-7.496	260	129
8.	S 8	112.880	-7.522	190	139
9.	S 9	112.889	-7.552	140	114
10.	S 10	112.901	-7.566	250	119
11.	S 11	112.896	-7.552	185	143
Rata-rata				183	148
Std				50	39

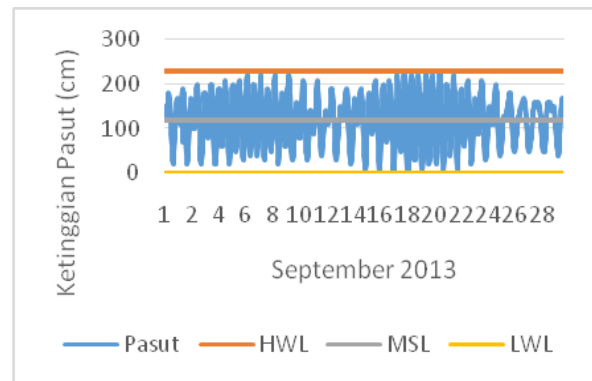
Ket: S = Sampel

Hasil TSS tiap sampel dan citra landat ini tidak dilakukan korelasi dikarenakan adanya perbedaan nilai konsentrasi TSS secara *in situ* dan citra. Pengambilan data citra landsat 8 dilakukan pada tanggal 9 September 2017, sedangkan TSS lapangan 29 November 2017. Perbedaan penggunaan data citra dan data lapangan disebabkan data citra satelit bulan November 2017 Perairan Sidoarjo-Pasuruan tertutup awan. Faktor lain yang mempengaruhi yaitu kondisi perairan Sidoarjo-Pasuruan sangat dinamis yang

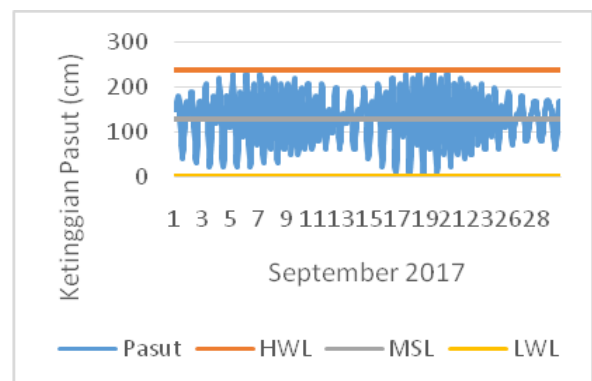
menyebabkan arus serta pasut berubah sangat cepat.

Pasang Surut

Data Pasang Surut diperoleh dari BMKG Perak Surabaya. Pengolahan data pasang surut 7 menggunakan metode admiralty. Pada tampilan grafik pasut terdapat sumbu X yaitu tanggal pengambilan data pasut, sedangkan sumbu Y merupakan ketinggian pasut. Hasil bilangan formzhal menunjukkan antara 0.52-0.53 dengan tipe pasut campuran condong semi diurnal (2 kali pasang 2 kali surut dalam satu hari namun tinggi periodenya berbeda) sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 9**, **Gambar 10**, dan **Tabel 5**. Hal ini sesuai dengan tipe pasut berdasarkan nilai bilangan fromzal yaitu ($0.25 \leq F \leq 1.25$) memiliki tipe pasut campuran condong semi diurnal (Suhana, 2016). Hasil komponen pasut perairan Sidoarjo-Pasuruan diperoleh nilai HWL (High Water Level), MSL (Mean Sea Level), LWL (Low Water Level).



Gambar 11. Grafik pasut September 2013.



Gambar 12. Grafik pasut September 2017.

Tabel 5. Hasil pengukuran ketinggian pasang dan surut

Tahun/bulan	September 2013	September 2017
MSL (cm)	120	130
F	0.52	0.53

Total Suspended Solid (TSS) yang mengendap di sekitar pantai berasal dari material masukan sungai di pesisir Sidoarjo-Pasuruan. Nilai konsentrasi TSS tinggi berada di dekat pantai

karena saat terjadi pasang konsentrasi TSS terangkat melalui sungai porong lebih tinggi terkumpul di dekat daratan dan menurun ke lepas pantai (Putra et al., 2014). Perairan yang memiliki konsentrasi TSS tinggi dapat menyebabkan tingginya sedimentasi. Hal ini ditandai dengan tingginya sedimentasi di Pesisir Sidoarjo-Pasuruan.

Pengaruh Total Suspended Solid (TSS) Terhadap Perubahan Garis Pantai

Konsentrasi TSS 50 sampai >200 mg/l perairan Sidoarjo-Pasuruan dilakukan digitasi secara manual di arcgis untuk mendapatkan jumlah luasan pada tahun 2013 dan 2017. Hasilnya dilakukan perbandingan antara TSS konsentrasi 50 sampai >200 mg/l dan garis pantai perairan Sidoarjo-Pasuruan dapat dilihat pada **Tabel 6**. Panjang Garis pantai tahun 2002 merupakan garis pantai perairan Sidoarjo-Pasuruan sebelum adanya pembuangan lumpur Lapindo.

Tabel 6. Perubahan luas persebaran TSS konsentrasi 50 sampai >200 mg/l dan garis pantai.

Tahun	Luas TSS (ha)	Tahun	Garis Pantai (km)
2002	-	2002	87,862
2013	42.400,088	2013	97,167
2017	55.193,884	2017	100,393

Berdasarkan **Tabel 6** perbandingan antara TSS 2013, 2017 serta garis pantai 2002, 2013, 2017 diketahui nilai TSS dan garis pantai mengalami penambahan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukannya pembuangan lumpur Lapindo ke Sungai Porong menyebabkan bertambahnya TSS konsentrasi 50 sampai >200 mg/l dan garis pantai di perairan Sidoarjo-Pasuruan. TSS menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan garis pantai perairan Sidoarjo-Pasuruan karena hal ini menyebabkan pengendapan. Material sedimen dari Sungai Porong mengalir menuju muara kemudian mengendap menambah daratan. Peningkatan TSS akan mempengaruhi perubahan garis pantai pada daerah yang terkena endapan TSS tersebut (Fegie & Sukojo, 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di perairan Sidoarjo-Pasuruan didapatkan perubahan panjang garis pantai dan perubahan daratan pesisir Sidoarjo-Pasuruan tahun 2002-2013 sebesar 9,305 km, abrasi 255,681 ha, sedimentasi 564,609 ha dan 2013-2017 sebesar 3,226 km, abrasi 53,029 ha, sedimentasi 514,745 ha. Parameter oseanografi

arus di perairan Sidoarjo-Pasuruan berpengaruh terhadap persebaran TSS dengan arah arus menuju Barat dan Barat Laut serta keberadaan konsentrasi dari TSS tinggi di dekat daratan dan peningkatan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) diikuti dengan penambahan garis pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada instansi BMKG Perak Surabaya yang telah memberikan data pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

Akhrianti, I., Bengen, D. G., & Setyobudiandi, I. (2014). Distribusi Spasial Dan Preferensi Habitat Bivalvia Di Pesisir Perairan Kecamatan Simpang Pesak Kabupaten Belitung Timur. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 171-186.

Budhiman, S. (2004). Mapping TSM Concentrations From Multi Sensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta Indonesia. In *Thesis*. Thesis International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation. Enschede, The Netherlands.

Budianto, S., & Hariyanto, T. (2017). Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal (Studi Kasus: Sungai Porong, Sidoarjo). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 130-135.

Fegie, I. N., & Sukojo, B. M. (2012). Identifikasi Sebaran Sedimentasi Dan Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Muara Perancak-Bali Menggunakan Data Citra Satelit Alos AVNIR-2 Dan SPOT-4. *GENOID*, 9, 17-22.

Harnanto, A. (2011). *Peranan Kali Porong Dalam Mengalirkan Lumpur Sidoarjo Ke Laut*. Badan Pelaksana Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BAPEL-BPLS). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Haryanto, T., Cahyono, A. B., Krisna, T. C., & Hapsari, H. H. (2014). Identification of Total Suspended Sediment (TSS) Distribution at Surabaya East Coast Area in East Java Indonesia Using TSS Algorithm Implementation on Multi Temporal Satellite Images. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 07(04), 1341-1346. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3855.3049>

Hasyim, B. (2009). *Pengelolaan Zona Penangkapan Ikan Di Selat Madura Dan Sekitarnya Dengan Pendekatan Spasial Dan Temporal*. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lestari, I. B. (2009). *Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta Dengan Citra Satelit Landsat*. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lubis, D. P., Pinem, M., & Simanjuntak, M. A. N. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Citra Penginderaan Jauh (Studi Kasus Di Kecamatan Talawi Kabupaten Batubara). *Jurnal Geografi*, 9(1), 21-31.

Machfud, M., & Cahyono, A. B. (2013). Analisa Perubahan Pola Hidrologi Di Daerah Muara Kali Porong Pasca Peristiwa Lapindo Dengan Citra

- Satelit Spot 4 DAN Alos. *GEOID, 08(02)*, 137–143.
- Najid, A., Pariwono, J. I., Bengen, D. G., Nurhakim, S., & Atmadipoera, A. S. (2012). Pola Musiman dan Antar Tahunan Salinitas Permukaan Laut Di Perairan Utara Jawa-Madura. *Maspri Journal, 4(2)*, 168–177.
- Pahlevi, A. M., & Wiweka. (2010). Analisa Sedimentasi Di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit Aster. *Jurnal Ilmiah Geomatika, 16(2)*, 23–42.
- Putra, R. M., Semedi, B., Zainul, M. A., & Budhiman, S. (2014). Analisa Sedimen Tersuspensi (Total Suspended Matter) Di Perairan Timur Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 444–454.
- Siswanto, A. D., & Wicaksono, A. (2015). Analisa Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Sreseh Kabupaten Sampang. *Jurnal Sumberdaya Perairan, 9(1)*, 7–9.
- Suhana, M. P. (2016). *Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau*. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukarno, M., & Yusuf, M. (2013). Kondisi Hidrodinamika Dan Pengaruhnya Terhadap Sebaran Parameter Fisika-Kimia Perairan Laut Dari Muara Sungai Porong , Sidoarjo. *Buletin Oseanografi Marina, 2(April)*, 1–6.
- Winnarsih, Emiyarti, & Afu, L. O. A. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan Di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut, 1(2)*, 54–59.

Halaman ini sengaja kami kosongkan