

Pola Spasial dan Temporal *Total Suspended Solid* (TSS) dengan Citra SPOT di Estuari Cimandiri, Jawa Barat

Naili Fathiyah¹, Tjong Giok Pin², dan Ratna Saraswati³

¹Mahasiswa Departemen Geografi. Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia
E-mail : naili.fathiyah@ui.ac.id

²Dosen Departemen Geografi. Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia
E-mail : tjong.giok@gmail.com

²Dosen Departemen Geografi. Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia
E-mail : ratnasaraswati@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Total Suspended Solid (TSS) merupakan material padatan dalam perairan yang tersuspensi berupa zat organik maupun anorganik yang jika keberadaannya banyak di perairan terutama di estuari dapat mengganggu ekosistem perairan di dalamnya serta mengganggu kinerja industri PLTU yang berada di daerah estuari. Penelitian ini menggunakan citra SPOT-4 tahun 2007 dan 2011, serta SPOT-6 tahun 2016 untuk mengidentifikasi konsentrasi TSS dengan menerapkan formula algoritma TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola spasial nilai konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri pada tahun 2007, 2011 dan 2016 semakin menjauhi muara nilai TSS semakin rendah. Faktor arus, pasang surut, debit, dan tutupan lahan mempengaruhi kondisi TSS di Estuari Cimandiri. Faktor oseanografi dan debit yang memiliki besaran terbesar mempengaruhi arah pola TSS, sedangkan faktor tutupan lahan mempengaruhi nilai konsentrasi dan juga pola TSS di estuari.

Kata Kunci

debit sungai, estuari, TSS, tutupan lahan

1. PENDAHULUAN

Perairan Estuari Cimandiri adalah salah satu perairan estuari di Kabupaten Sukabumi. Estuari ini merupakan daerah percampuran air tawar dari Cimandiri dengan air laut dari Teluk Pelabuhanratu. Sebagai wilayah pesisir semi tertutup dimana terdapat aliran air tawar dari daratan serta mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka [1] merupakan ciri dari estuari. Hal tersebut menyebabkan perairan ini mempunyai air dengan salinitas yang bervariasi dibandingkan laut terbuka serta produktivitas di perairan ini tinggi karena adanya penambahan bahan organik secara terus menerus dari aliran sungai. Daerahnya yang dangkal membuatnya cukup menerima sinar matahari untuk menyokong tumbuhan dan menjadi wilayah dengan beberapa aktivitas di dalamnya.

Beberapa tahun terakhir ini wilayah Estuari Cimandiri dan DA Cimandiri terus mengalami perkembangan. Terlebih sejak dikeluarkannya kebijakan terkait dengan pengembangan wilayah dan penataan ruang wilayah, pembangunan di Kabupaten

Sukabumi khususnya daerah pesisir yang memiliki banyak potensi semakin meningkat. Selain itu, adanya PLTU Pelabuhanratu sebagai sumber energi listrik menjadi salah satu penyebab terjadinya peningkatan pembangunan di Sukabumi. Peningkatan pembangunan serta aktivitas masyarakat mengakibatkan perubahan tutupan lahan. Aktivitas pertanian, dan banyaknya lahan hutan yang ditebang untuk pembangunan wilayah terbangun juga menyebabkan tingginya pencemar, erosi dan sedimen terbawa arus sampai ke estuari.

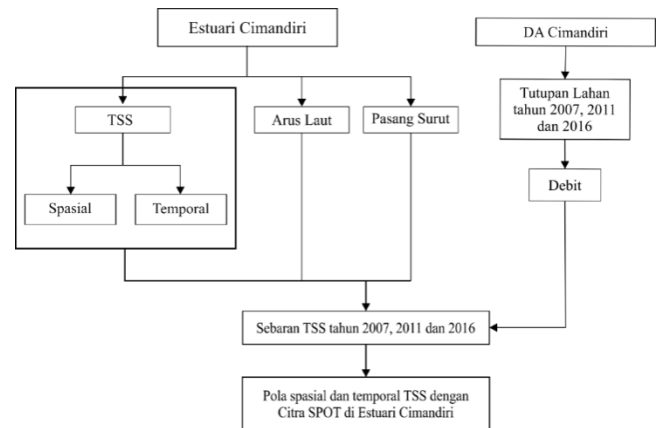
Terbawanya sedimen sampai ke estuari menyebabkan adanya TSS di perairan tersebut. Nilai TSS yang tinggi akan menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi. Hal tersebut dapat mempengaruhi kondisi fisik perairan dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air pada suatu perairan [2], terlebih adanya PLTU Pelabuhanratu di sekitar Muara Cimandiri yang mulai dibangun pada September 2007 serta beberapa aktivitas di sekitar Muara Cimandiri yang membutuhkan perairan bersih. Keberadaan

konsentrasi TSS dengan jumlah yang banyak dapat mempengaruhi kinerja sistem pendingin pada PLTU dan juga mengganggu beberapa aktivitas di sekitar Muara Cimandiri. Hal tersebut membuat kualitas air di Estuari Cimandiri perlu diteliti agar ekosistem di Estuari Cimandiri terpantau.

Secara spasial dan temporal keberadaan dan kondisi TSS di estuari dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti arus laut, pasang surut, debit sungai dan tutupan lahan [3]. TSS merupakan materi padat seperti pasir, lumpur, tanah maupun logam berat yang tersuspensi didaerah perairan akibat dari pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air [4]. Kondisi fisik suatu perairan tersebut dapat diamati dan dipantau dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, karena kapasitasnya untuk menyediakan informasi secara spasial dan temporal. Sehingga tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keadaan TSS di Estuari Cimandiri secara spasial berdasarkan pengaruh arus laut, pasang surut, debit sungai dan perubahan tutupan lahan dengan kurung waktu 10 tahun terkahir yakni sejak tahun 2007 – 2016 dengan menggunakan citra SPOT. Keadaan TSS ini dilihat dari bagaimana pola TSS di Estuari Cimandiri. Hal ini diharapkan dapat menjadi informasi yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kondisi TSS di Estuari Cimandiri serta sebarannya sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengurangi dan mencegah kerugian pada aktivitas yang ada di estuari terutama pada industri PLTU Pelabuhanratu.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan melihat pola persebaran konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri yang dikaji secara spasial pada tahun 2007, 2011 dan 2016 di satu musim yang sama yaitu pada 5 Januari 2007, 23 Januari 2011 dan 23 Februari 2016 dengan melihat bagaimana pengaruhnya sebaran TSS tersebut akibat dari pasang surut, arus laut sebagai faktor oseanografi, debit Cimandiri dan perubahan tutupan lahan di DA Cimandiri. Berikut adalah diagram alur pikir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

Citra SPOT-4 yang mulai diluncurkan tahun 1998 pada penelitian ini dilihat pada tahun 2007 dan 2011, sedangkan SPOT-6 yang mulai diluncurkan pada tahun 2012 dilihat pada tahun 2016. Menurut Purwadhi (2001) terdapat tiga keunggulan menggunakan data SPOT (1) Dapat diperoleh gambaran stereoskopik, dengan jalan merekam daerah dari dua lintasan orbit yang berurutan; (2) Sensor dapat diarahkan pada daerah yang bebas awan, dan (3) dimungkinkan perekaman ulang daerah dalam waktu yang lebih pendek.

Citra SPOT-4 dan SPOT-6 diolah untuk pembuatan peta sebaran TSS menggunakan perangkat lunak ENVI 5.3 serta mengklasifikasi tingkat TSS. Langkah pertama dalam pengolahan citra SPOT adalah koreksi geometrik, dilakukan agar citra bergeoreferensi dan mempunyai koordinat. Langkah selanjutnya adalah koreksi radiometrik dilakukan dengan *software* ENVI 5.3 menggunakan metode *Radiometric Calibration* dengan tipe kalibrasi *reflectance* agar nilai digital pada citra menjadi nilai reflektan. Setelah *Digital Number* (DN) menjadi nilai reflektan dilakukan aplikasi algoritma TSS Budhiman (2004) agar nilai reflektan menjadi nilai TSS. Berikut algoritma Budhiman (2004) [5] yang digunakan:

$$TSS \text{ (mg/l)} = 7.9038 * \exp^{(23.942 * \text{bandmerah})} (1)$$

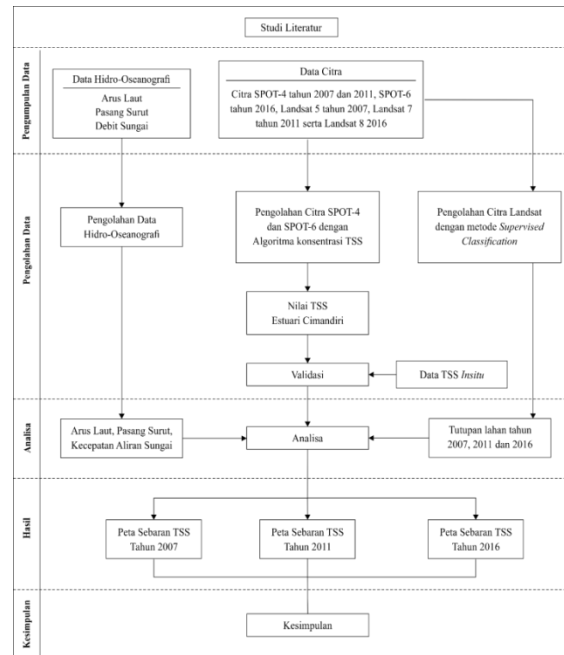
TSS adalah *Total Suspended Solid* dan *band* merah yang digunakan adalah *band* merah reflektan.

Selain citra SPOT berikut data-data yang digunakan dalam penelitian ini (Tabel 1):

Tabel 1. Daftar Data Sekunder

No	Data yang digunakan	Bentuk Data	Sumber	Tahun
1	Peta RBI daerah penelitian skala 1:25000	Spasial	BIG	2007, 2011 dan 2016
2	Citra SPOT	Spasial	LAPAN	2007, 2011 dan 2016
3	Citra Landsat	Spasial	earthexplorer.usgs.gov	2007, 2011 dan 2016
3	Pasang surut harian Teluk Pelabuhanratu	Tabular	P3SDLP KKP RI	2007, 2011 dan 2016
4	Arus laut Teluk Pelabuhanratu	Spasial	podaac-ftp.jpl.nasa.gov	2007, 2011 dan 2016
5	Debit Cimandiri	Tabular	PSDA Provinsi Jawa Barat	2007, 2011 dan 2016

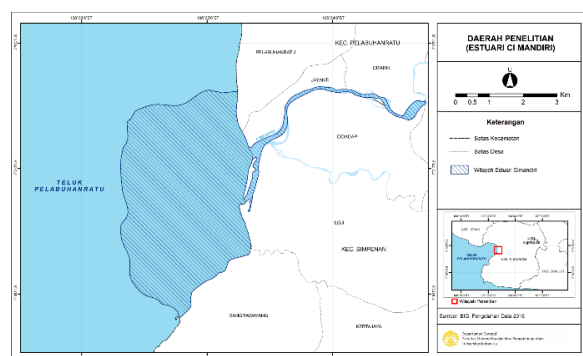
Pada Gambar 2 menjelaskan proses pengerjaan penelitian dimulai dari studi literatur, pengumpulan data data berupa data citra, data hidro-oseanografi dan data hasil pengukuran lapangan. Pengolahan data terdiri dari data tabular dan data spasial selain itu dilakukan validasi nilai TSS di citra SPOT-4 dan SPOT-6 dan *insitu*, serta analisis unuk mendapatkan hasil berupa peta sebaran TSS secara temporal.



Gambar 2. Alur Kerja Penelitian

3. DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian (Gambar 3) merupakan Estuari Cimandiri yang berada di Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Secara astronomis Estuari Cimandiri terletak di antara 6°59'41,32" LS – 7°05'22,19" LS dan antara 106°28'46,40" BT – 106°35'39,43" BT. Estuari Cimandiri memiliki luas 20.66 km² atau sekitar 5 km ke dalam dari muara Cimandiri, sekitar 3 km menuju laut lepas di Teluk Pelabuhanratu (arah barat) serta sejauh 5 km ke arah selatan-utara [6].



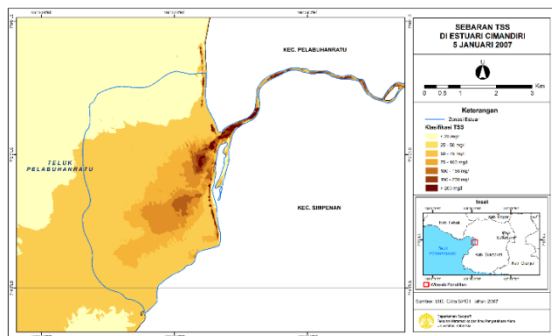
Gambar 3. Peta Daerah Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pola Spasial Total Suspended Solid di Estuari Cimandiri

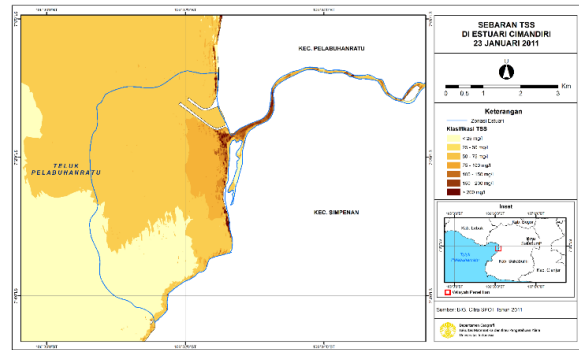
Tahun 2007, berdasarkan hasil pengolahan citra SPOT-4 pada tanggal 5 Januari 2007 nilai konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri terendah

sebesar 7.88 mg/l dan tertinggi sebesar 283.59 mg/l. Terdapat 7 kelas konsentrasi, dengan luas sebaran terluas adalah kelas 25-50 mg/l mencakup 45.08% dari keseluruhan luas Estuari Cimandiri dan terendah adalah kelas 150-200 mg/l seluas 0.99% dari luas estuari. Pola spasial menyebar keluar muara mengikuti aliran sungai dengan nilai konsentrasi yang tinggi berada pada hilir sungai sampai beberapa meter di depan muara dan semakin menjauhi muara sungai, nilai konsentrasi TSS semakin rendah. Pola spasial TSS yang terbentuk mengarah ke selatan dan barat daya wilayah estuari, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini:



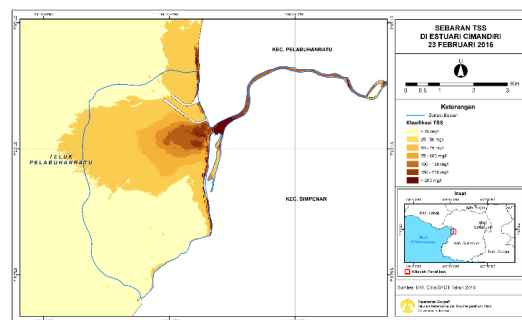
Gambar 4. Peta Sebaran TSS di Estuari Cimandiri tanggal 5 Januari 2007

Tahun 2011, berdasarkan hasil pengolahan citra SPOT-4 pada tanggal 23 Januari 2011 nilai konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri terendah sebesar 9.07 mg/l dan tertinggi sebesar 273.16 mg/l. Terdapat 7 kelas konsentrasi, dengan luas sebaran terluas adalah kelas 25-50 mg/l mencakup 62.63% dari keseluruhan luas Estuari Cimandiri dan terendah adalah kelas >200 mg/l seluas 0.39% dari luas estuari. Pola spasial TSS pada nilai yang cukup tinggi hingga konsentrasi yang paling tinggi tertahan didepan muara dan tersebar di sepanjang garis pantai. Sama seperti tahun 2007, pola spasial semakin menjauhi muara sungai, nilai konsentrasi TSS semakin rendah. Pola spasial TSS tersebar di bagian timur daerah estuari (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Sebaran TSS di Estuari Cimandiri tanggal 23 Januari 2011

Tahun 2016, berdasarkan hasil pengolahan citra SPOT-6 pada tanggal 23 Februari 2016 nilai konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri terendah sebesar 17.51 mg/l dan tertinggi sebesar 281.64 mg/l. Terdapat 7 kelas konsentrasi, dengan luas sebaran terluas adalah kelas <25 mg/l dan 25-50 mg/l mencakup 40.44% dan 40.42% dari keseluruhan luas Estuari Cimandiri dan terendah adalah kelas >200 mg/l seluas 1.25% dari luas estuari. Pola spasial TSS pada tahun ini menyebar keluar muara mengikuti aliran sungai dengan nilai konsentrasi yang tinggi berada pada sepanjang garis pantai, di sepanjang badan sungai yang termasuk dalam daerah estuari sampai beberapa meter didepan muara dan semakin menjauhi muara sungai, nilai konsentrasi TSS semakin rendah. Pola spasial yang terbentuk mengarah ke barat wilayah estuari (Gambar 6).



Gambar 6. Peta Sebaran TSS di Estuari Cimandiri tanggal 23 Februari 2016

Terlihat bahwa nilai konsentrasi TSS pada Januari 2007, Januari 2011 dan Februari 2016 menunjukkan 7 kelas nilai konsentrasi, yaitu <25 mg/l, 25-50 mg/l, 50-75 mg/l, 75-100 mg/l, 100-150 mg/l, 150-200 mg/l, dan >200 mg/l. Dari masing-masing kelas konsentrasi diperoleh luas wilayah sebaran TSS serta persentase luasnya. Wilayah TSS terluas di Estuari Cimandiri pada 5 Januari 2007 dan 23 Januari 2011 terdapat pada

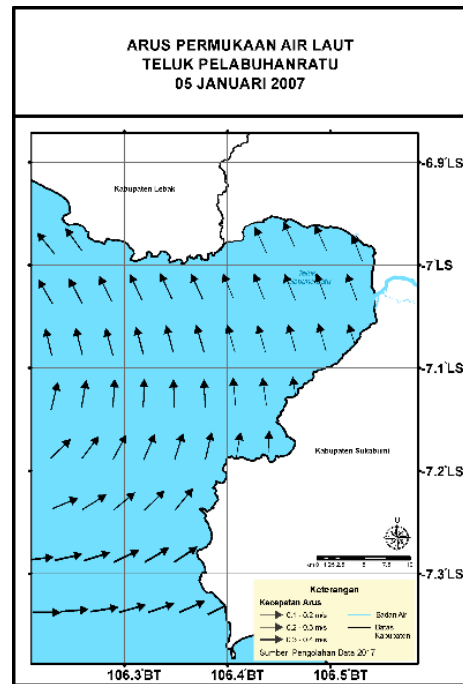
konstraksi 25–50 mg/l, merupakan wilayah yang memiliki nilai konstraksi TSS melebihi baku mutu yang diinginkan untuk biota laut dan budidaya, namun masih diperbolehkan (mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004). Wilayah TSS terluas pada 23 Februari 2016 terdapat pada konstraksi <25 mg/l dan 25–50 mg/l dengan besaran yang hampir sama. Tabel 2 menunjukkan luas konstraksi TSS pada 5 Januari 2007, 23 Januari 2011, dan 23 Februari 2016 pada setiap kelas.

Tabel 2. Luas Sebaran Konstraksi TSS

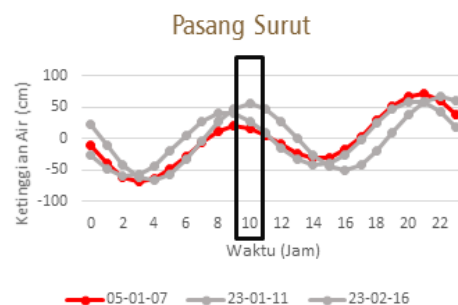
No	Kelas Konstraksi TSS	Luas TSS (km ²)		
		05-Jan-07	23-Jan-11	23-Feb-16
1	< 25	6.164	5.245	8.157
2	25 - 50	9.102	12.661	8.153
3	50 - 75	2.985	1.477	1.605
4	75 - 100	1.088	0.336	0.693
5	100 - 150	0.438	0.283	1.017
6	150 - 200	0.199	0.135	0.294
7	> 200	0.213	0.078	0.253

4.2 Pengaruhi Variabel terhadap Pola Spasial TSS secara Temporal Tahun 2007

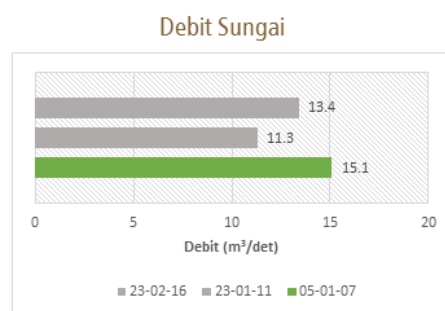
Pada tanggal 5 Januari 2007 arus laut di Teluk Pelabuhanratu memiliki kecepatan 0.13 m/s dengan arah arus dari barat daya menuju ke arah timur laut, kemudian ke arah utara (Gambar 7). Ketinggian pasang pukul 10 pagi bertepatan saat perekaman citra di wilayah Teluk Pelabuhanratu, menunjukkan ketinggian yang paling rendah diantara tanggal 23 Januari 2011 dan 23 Februari 2016, yaitu sekitar 16.92 cm (Gambar 8). Kondisi arus permukaan dan pasang surut harian yang rendah menyebabkan pola spasial pada TSS di estuari lebih di pengaruhi oleh debit Cimandiri yang cukup tinggi dibandingkan dengan debit Cimandiri pada tanggal 23 Januari 2011 dan 23 Februari 2016, yaitu sebesar 15.1 m³/det sehingga dapat membawa TSS hingga jauh keluar muara. Debit sungai membawa TSS ke arah selatan Teluk Pelabuhanratu.



Gambar 7. Peta Arus Laut Teluk Pelabuhanratu 5 Januari 2007



Gambar 8. Grafik Pasang Surut Teluk Pelabuhanratu 5 Januari 2007



Gambar 9. Grafik Debit Sungai Cimandiri 5 Januari 2007

Tahun 2007 kondisi TSS di Estuari Cimandiri didominasi oleh konstraksi TSS yang rendah, konstraksi TSS yang tinggi hanya berada disekitar hilir sungai dan didepan muara Cimandiri. Jika dilihat dari faktor tutupan lahan pada DA Cimandiri tingginya luasan konstraksi yang rendah di DA Cimandiri dapat disebabkan karena hutan yang

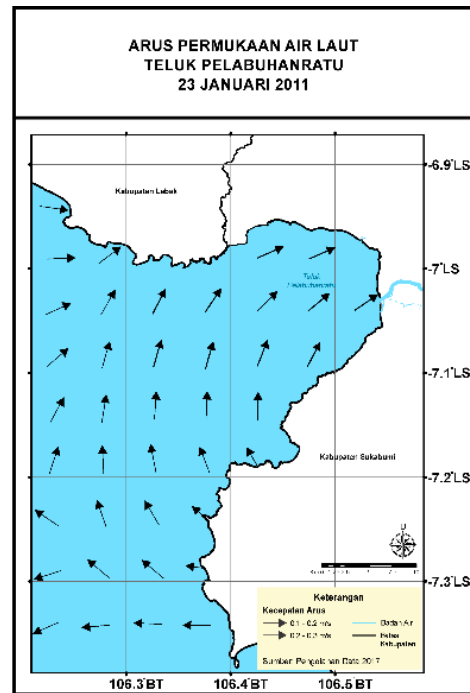
berfungsi sebagai wilayah tangkapan air dan mencegah terjadinya erosi pada sungai pada tahun 2007 merupakan tutupan lahan terbesar kedua setelah kebun di DA Cimandiri. Pada Gambar 9 memperlihatkan luasan hutan masih cukup tinggi dan juga wilayah terbangun serta lahan terbuka sebagai penyumbang sedimen terbesar pada aliran sungai, tahun 2007 ini memiliki luasan yang paling kecil selain badan air.



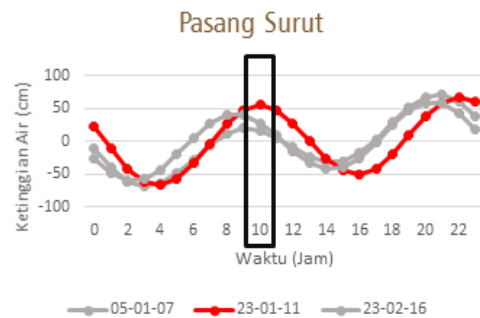
Gambar 10. Grafik Tutupan Lahan DA Cimandiri Tahun 2007

Tahun 2011

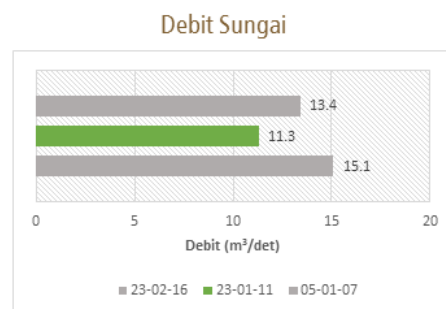
Pada tanggal 23 Januari 2011 arus laut di Teluk Pelabuhanratu memiliki kecepatan 0.21 m/s dengan arah arus dari timur membelok menuju timur laut wilayah Estuari Cimandiri. Ketinggian pasang pukul 10 pagi bertepatan saat perekaman citra di wilayah Teluk Pelabuhanratu, menunjukkan ketinggian yang tinggi mencapai 54.84 cm. Pada Gambar 10 dan Gambar 11 memperlihatkan bahwa kondisi kecepatan dan arah arus serta kondisi pasang yang cukup besar dibandingkan dengan kondisi arus dan pasang surut pada tanggal 5 Januari 2007 dan 23 Februari 2016. Hal tersebut menyebabkan pola spasial TSS di Estuari Cimandiri terlihat mengarah masuk ke arah muara. Rendahnya debit Cimandiri yaitu 11.3 m³/s (Gambar 12) semakin memperlihatkan konsentrasi TSS terkumpul di sekitar muara Cimandiri. Sehingga pola spasial pada TSS lebih dipengaruhi oleh arus dan pasang surut Teluk Pelabuhanratu.



Gambar 11. Peta Arus Laut Teluk Pelabuhanratu 23 Januari 2011



Gambar 12. Grafik Pasang Surut Teluk Pelabuhanratu 23 Januari 2011



Gambar 13. Grafik Debit Sungai Cimandiri 23 Januari 2011

Kondisi tutupan lahan DA Cimandiri tahun 2011 mengalami perubahan yang cukup besar, luas hutan menurun sebanyak 122.95 km². Luas tutupan lahan yang lain mengalami peningkatan, seperti wilayah terbangun, maupun sawah yang menyebabkan adanya TSS di estuari. TSS dengan

konsentrasi 25–50 mg/l hampir memenuhi wilayah estuari di bagian Teluk Pelabuhanratu. Konsentrasi yang cukup tinggi mulai memanjang di hilir sungai hingga ke tengah, dibandingkan dengan tahun 2007 dengan konsentrasi TSS tinggi yang hanya terkumpul di muara dan sedikit di bagian hilir. Keberadaan TSS yang terkumpul dari muara hingga ke tengah sungai juga dipengaruhi oleh kondisi arus dan pasang surut saat itu.

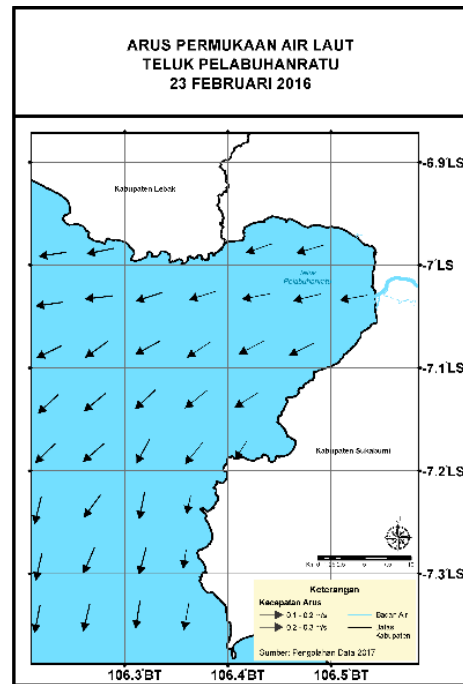


Gambar 14. Grafik Tutupan Lahan DA Cimandiri Tahun 2011

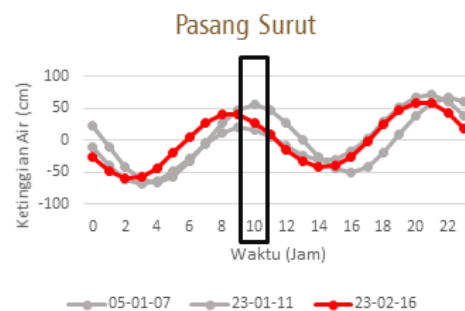
Tahun 2016

Pada tanggal 23 Februari 2016 arus laut di Teluk Pelabuhanratu memiliki kecepatan 0.19 m/s dengan arah arus dari timur ke arah utara. Ketinggian pasang pukul 10 pagi menunjukkan ketinggian yang cukup sekitar 28.1 cm. Kondisi debit Cimandiri yang mengarah ke muara sebesar 13.4 m³/det. Pengaruh dari searahnya aliran sungai dan arah arus laut menyebabkan pola konsentrasi TSS condong keluar muara dan mengarah ke arah barat.

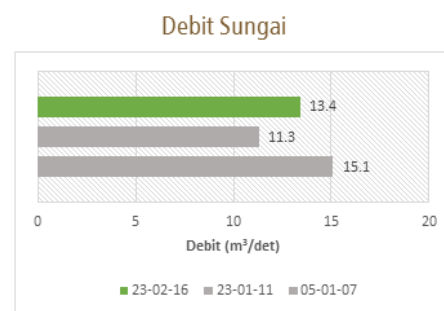
Tuntutan akan lahan untuk aktivitas masyarakat yang semakin meningkat memperlihatkan luas hutan pada pada tutupan lahan DA Cimandiri tahun 2016 menurun sangat drastis. Tahun 2011 tergantikan dengan tutupan lahan terbuka dan wilayah terbangun yang terus bertambah. Tingginya luas lahan terbuka dan wilayah terbangun di DA Cimandiri serta wilayah tangkapan air yakni hutan yang semakin sedikit menyebabkan konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri memiliki tingkatan luas yang agak berbeda dari tahun 2007 dan 2011.



Gambar 15. Peta Arus Laut Teluk Pelabuhanratu 23 Februari 2016



Gambar 16. Grafik Pasang Surut Teluk Pelabuhanratu 23 Februari 2016



Gambar 17. Grafik Debit Sungai Cimandiri 23 Februari 2016



Gambar 18. Grafik Tutupan Lahan DA Cimandiri Tahun 2016

Kelas konsentrasi terendah yakni <25 mg/l merupakan wilayah paling luas di Estuari Cimandiri, namun nilai konsentrasi TSS terendah di Estuari Cimandiri adalah 17.51 mg/l, angka tersebut hampir mendekati ambang batas baku mutu yang diinginkan untuk tempat hidup biota laut dan budidaya di wilayah pesisir, yakni 20 mg/l dan memiliki besaran yang lebih tinggi dibanding tahun 2007 dan 2011. Luas wilayah terbangun dan lahan terbuka yang terus meningkat menyebabkan sedimen yang terbawa oleh debit sungai semakin tinggi sehingga luas konsentrasi TSS yang tinggi semakin luas, bahkan tertahan disepanjang sungai hingga beberapa meter keluar muara. Keberadaan konsentrasi TSS yang tinggi di sepanjang sungai estuari diakibatkan oleh pembangunan wilayah terbangun serta keberadaan lahan terbuka berada di sekitar sungai, sehingga pencemar dan sedimen dari kedua tutupan lahan tersebut dapat langsung masuk ke dalam badan sungai dan terbawa hingga estuari.

4.3 Uji Validasi

Uji validasi terhadap algoritma bertujuan agar nilai konsentrasi yang dihasilkan pada citra memiliki nilai yang akurat dan mendekati nilai konsentrasi pada kondisi sebenarnya di lapangan. Pengujian dilakukan menggunakan metode statistik, yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Normalized Object Function* (NOF). Jika nilai NOF pada model memiliki rentang 0 hingga 1 maka model atau formula dapat diterima.

RMSE dan NOF menggunakan data nilai konsentrasi TSS *insitu* yang diambil pada bulan Januari tahun 2017 dan nilai konsentrasi TSS yang didapat dari citra pada waktu yang berdekatan dengan waktu pengambilan sampel TSS yaitu bulan November tahun 2016. Uji validasi RMSE pada algoritma konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri menghasilkan nilai sebesar 69.83, sedangkan nilai NOF yang dihasilkan sebesar 0.51. Berdasarkan nilai NOF yang masih berada pada rentang 0 hingga

1 maka algoritma Budhiman yang digunakan dalam mengidentifikasi nilai konsentrasi TSS di Estuari Cimandiri dapat diterima dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi TSS di Estuari Cimandiri.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pola spasial TSS pada tahun 2007, 2011 dan 2016 menggunakan citra SPOT yang diaplikasikan algoritma Budhiman (2004) yaitu konsentrasi tertinggi berada disekitar muara dan semakin ke arah laut nilai konsentrasi TSS semakin menurun.

Pola spasial TSS di estuari sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya besaran arus laut, pasang surut, debit sungai dan tutupan lahan. Keadaan pasang surut yang tinggi akan membawa konsentrasi TSS berada di sekitar tepi pantai dan muara. Jika keadaan debit sungai tinggi akan membawa TSS jauh keluar muara. Kecepatan arus yang tinggi mempengaruhi arah sebaran TSS mengikuti arah arus laut. Selain itu, pola konsentrasi TSS yang tinggi semakin meluas besarnya mengikuti perkembangan luas wilayah terbangun dan lahan terbuka serta menurunnya luas hutan di DA Cimandiri sejak tahun 2007–2016.

Hasil dari uji validasi dimana nilai NOF masih dalam rentang 0 hingga 1 yang mengindikasikan bahwa algoritma TSS Budhiman yang digunakan dapat di aplikasikan pada wilayah pesisir selatan Jawa seperti Estuari Cimandiri.

Saran yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini bahwa, masyarakat maupun pemerintah lebih memperhatikan penggunaan tutupan lahan pada DAS. Menghentikan pembabatan hutan jika hanya menimbulkan masalah dan tanpa perencanaan jangka panjang untuk mengembalikan wilayah resapan air tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Tjong Giok Pin, M.Si dan Dra. Ratna Saraswati, M.S selaku pembimbing I dan pembimbing II
2. Dr. Supriatna, MT dan Mas Jarot Mulyo Semedi, M.Si yang membantu peneliti dalam memberikan masukan selama penulisan.

3. Bapak Syarif Budhiman, Ibu Hendayani dan Bapak Yusron dari LAPAN yang memberikan masukan dan membantu dalam memenuhi kebutuhan citra SPOT. Bpk. Syarif, S.Pi dari Kelautan IPB yang membantu kegiatan survei lapang di Teluk Pelabuhanratu, serta beberapa instansi yang membantu dalam memenuhi data-data penelitian.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harsono. (2002). *Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai di Daerah Estuari Jawa Tengah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah
- [2] Budhiman, Syarif. (2005). Pemetaan Sebaran Total Suspended Matter (TSM) Menggunakan Data Aster dengan Pendekatan Bio-Optical Model. *Jurnal Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa"*
- [3] Ongkosongo, Otto S.R. (2010). *Kuala, Muara Sungai dan Delta*. Jakarta: LIPI, Pusat Penelitian Oseanografi
- [4] Arief, Muchlisin. (2012). Pemetaan Muatan Padatan Tersuspensi menggunakan Data Satelit Landsat (studi kasus: Teluk Semangka). *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol.9 No.1 Juni 2012:67-75
- [5] Budhiman, Syarif. (2004). *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam delta, Indonesia*. ITC. Netherlands: Disertasi
- [6] Supriatna. (2016). *Model Lanskap Berkelanjutan pada Estuari Cimandiri, Jawa Barat*. Disertasi: Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia