

ESTIMASI PERSEBARAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI CITRA SATELIT *LANDSAT-8*

(Studi Kasus : Perairan Selatan Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang)

Ardy Pratama¹, Alifah Noraini², Feny Arafah³, Hery Purwanto⁴

Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
Orbit_geodesi@itn.ac.id

ABSTRAK

Pantai Sendang Biru sebuah pantai di pesisir selatan Kabupaten Malang, memiliki sumberdaya pesisir dan laut yang sangat potensial untuk wisata bahari dan kehidupan biota laut. Akan tetapi, masalah utama yang dihadapi ialah banyaknya aktivitas manusia seperti aktivitas para nelayan, karena salah satu mata pencaharian penduduk disana adalah nelayan. Secara tidak langsung akan memberikan dampak negatif terhadap penurunan kualitas perairan dan sumberdaya pesisir, salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air adalah parameter fisik air yang berupa *Total Suspended Solid* (TSS).

Pada penelitian ini Analisis *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan metode penginderaan jauh yaitu data citra satelit *Landsat-8* dengan didukung data lapangan. Data lapangan digunakan untuk melakukan validasi data estimasi citra. Adapun parameter ketelitian validasi yang digunakan yaitu Koefisien *determinasi* (R^2) dan *Relative Error* (RE).

Dari analisis yang dilakukan pada tanggal 21 Agustus 2016, digunakan 11 titik sampel sebagai perbandingan antara data cita dengan data dilapangan. Uji akurasi antara TSS estimasi dan lapangan menghasilkan Koefisien *determinasi* (R^2) sebesar 0,35252 dan nilai *Relative Error* (RE) sebesar 29,16 %. Hasil ekstraksi data citra satelit pada tanggal 21 Agustus 2016 untuk estimasi TSS menggunakan algoritma $TSS = a * (\log(b2) / \log(b4)) + b$, diperoleh nilai 9,5 mg/L sampai dengan 25,5 mg/L, yang didominasi nilai 9,5 mg/L hingga 19,5 mg/L. Sesuai baku mutu untuk biota laut, nilai TSS yang memenuhi adalah $TSS \pm 20$ mg/L.

Kata Kunci : *Landsat-8, Total Suspended Solid* (TSS).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai Sendang Biru sebuah pantai di pesisir selatan yang terletak di tepi Samudera Indonesia secara administratif berada di Dusun Sendang biru, Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, dengan luas baku 50 ha dan luas area manfaat 3 ha (Dinas Perhutani Kabupaten Malang, 2010).

Mayoritas mata pencaharian penduduk di desa Tambakrejo adalah nelayan, khususnya nelayan pemburu ikan Tuna. Banyaknya aktivitas nelayan disana secara tidak langsung mempengaruhi jumlah sedimen yang terlarut dalam kandungan air. Oleh sebab itu dikhawatirkan hal tersebut akan memberikan dampak buruk bagi kualitas biota laut pada area sekitar sendang biru. Dampak buruk dari aktivitas manusia terhadap kualitas air dapat berupa elemen fisik dan elemen kimiawi, elemen fisik

meliputi pasir, lumpur, limbah rumah tangga, serta transportasi laut yang diakibatkan oleh aktivitas kapal nelayan. Sedangkan elemen kimiawi dipengaruhi oleh salinitas, pH, eH, dan karbondioksida yang merupakan bagian dari air yang terdapat pada lingkungan pengendapan (Boggs, 1995). Hal tersebut memiliki korelasi positif yaitu semakin tinggi nilai sedimen maka semakin tinggi pula tingkat nilai kekeruhan (Effendi, 2013).

Salah satu teknologi yang dapat memberikan informasi mengenai jumlah persebaran sedimen terlarut atau TSS adalah teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit *Landsat-8*. Teknologi penginderaan jauh dapat membantu memetakan kondisi dan jumlah TSS di pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang pembangunan kota agar tidak menimbulkan permasalahan-permasalahan baru.

Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah

Permasalahan yang akan diuji pada penelitian ini adalah bagaimana persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Selatan Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang berdasarkan teknik penginderaan jauh

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui estimasi persebaran Total Suspended Solids (TSS) di Perairan Selatan Pantai Sendang Biru Kab. Malang berdasarkan teknik penginderaan jauh

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Dapat digunakan sebagai informasi di dinas terkait dalam penentuan estimasi persebaran TSS di perairan., khususnya perairan selatan pantai .

Batasan Masalah.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Penelitian ini menggunakan Citra Landsat 8, bulan Agustus 2016.
- Menghasilkan Peta Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di perairan selatan pantai Sendang Biru Kabupaten Malang tahun 2016
- Data uji lapangan diambil pada Agustus 2016 dan digunakan sebagai validasi salah satu citra

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Sendang Biru, Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Pantai Sendang Biru memiliki luas 50 Ha.

Secara Geografis Pantai Sendang Biru terletak pada $8^{\circ}27'12''$ sampai dengan $8^{\circ}24'12''$ lintang selatan dan $112^{\circ}40'12''$ sampai dengan $112^{\circ}42'15''$ bujur timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Bakosurtanal, 2012)

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan Penelitian

Adapun Peralatan Penelitian adalah :

Dalam persiapan ini yang perlu dipersiapkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yaitu:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari :

- Laptop/PC
- GPS Echosounder Aquamap 80xs
- GPS Handheld
- Pelampung
- Perahu motor
- Botol sampel air 600 ml
- Alat tulis

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

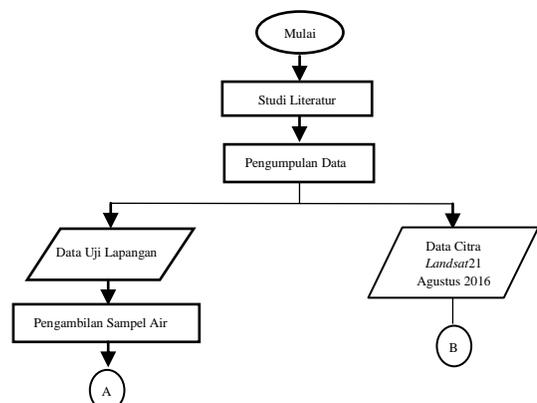
- Envi* versi 5.1;
- Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S) Code*;
- ArcGis* versi 10;

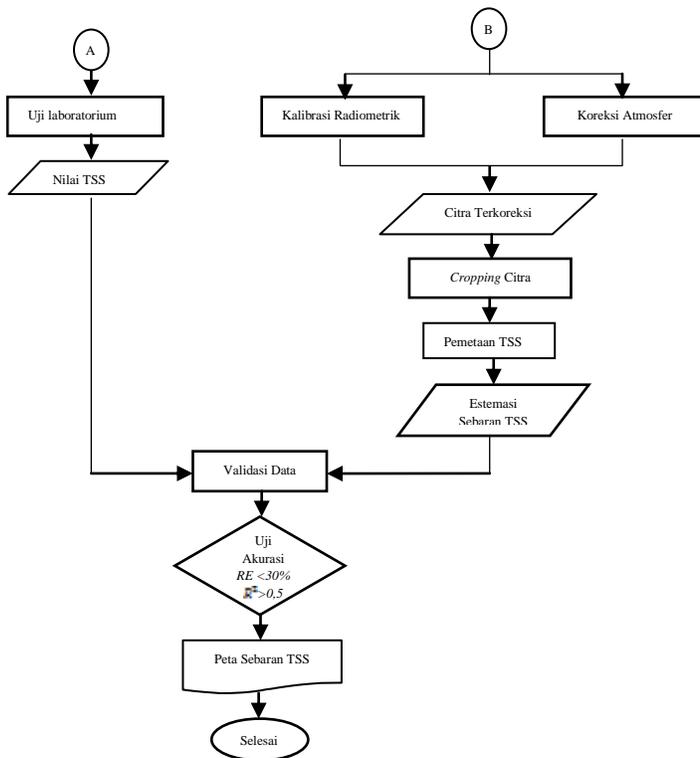
3. Data yang digunakan

- Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit *landsat 8* perekaman tanggal 21 Agustus 2016.
- Data lapangan yang diambil adalah data parameter permukaan air laut dan untuk TSS. Data ini merupakan data survei lapangan yang dilakukan secara langsung . Data lapangan diambil langsung di perairan Sendang Biru pada tanggal 21 Agustus 2016 mulai pukul 09.37 – 11.25 WIB pada 11 titik stasiun.
- Peta Administrasi Skala 1:25.000 wilayah Kabupaten Malang.

Diagram Alir

Adapun diagram alir pelaksanaan penelitian sebagai berikut:





Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan Pekerjaan

Adapun pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan antara lain:

- Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan parameter air laut, diantaranya sesuai pada penelitian ini yaitu TSS, salinitas, mendapatkan referensi mengenai algoritma-algoritma yang dipakai untuk menganalisa parameter air laut, spesifikasi citra yang digunakan, dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, koran, internet dan lain-lain.
- Pengumpulan data yang terdiri dari, data Citra yang digunakan adalah Citra Satelit Landsat-8 path 118 / row 66 yang direkam pada tanggal 21 Agustus 2016. Citra dapat diunduh secara gratis di situs badan geologi nasional Amerika Serikat (U.S.G.S) dengan alamat <http://earthexplorer.usgs.gov/> Band yang digunakan yaitu Band 2 dan Band 4 dengan sensor multispektral yang cocok untuk digunakan dalam estimasi TSS.
- Proses pengambilan data lapangan, dilakukan dengan menentukan titik sampel yang akan diuji pada area penelitian di *google earth*, kemudian melakukan pengambilan sampel di

area penelitian yaitu perairan Pantai Sendang Biru sesuai dengan perekaman data citra satelit pada tanggal 21 Agustus 2016 menggunakan botol sampel air 600 ml. Selanjutnya sampel tersebut diuji di laboratorium untuk mengetahui nilai konsentrasinya

d. Kalibrasi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik dilakukan dengan cara mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan yaitu DN (nilai digital) ke nilai radian ToA (Top of Atmospheric), dengan persamaan :

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL, \quad (3.1)$$

dimana,

$L\lambda$ = ToA spectral radiance

ML = Radiance Multi Band

AL = Radiance Add Band

Q_{cal} = Nilai Digital (DN) Band

e. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer merupakan koreksi yang dilakukan untuk menghapus efek atmosfer dari sinyal yang direkam oleh sensor. Koreksi atmosfer dilakukan dengan cara mengkonversi nilai radian ToA (Top of Atmospheric) ke nilai reflektan BoA (Bottom of Atmospheric) menggunakan skema dasar algoritma koreksi atmosfer (Gordon & Wang, 1994), yaitu :

$$\rho_{toa}(\lambda) = \rho_r(\lambda) + [\rho_a(\lambda) + \rho_{ra}(\lambda)] + t(\lambda) \rho_w(\lambda), \quad (3.2)$$

dimana,

$\rho_{toa}(\lambda)$: Reflektan yang direkam oleh sensor satelit,

$\rho_r(\lambda)$: Reflektan dari Rayleigh scattering,

$[\rho_a(\lambda) + \rho_{ra}(\lambda)]$: Reflektan total dari aerosol scattering dan interaksi antara Rayleigh scattering dan aerosol scattering,

$t(\lambda)$: Transmisi dari kolom atmosfer,

$\rho_w(\lambda)$: water-leaving reflectance (reflektan permukaan, BoA)

Nilai aerosol disini menggunakan parameter meteorologi berupa visibilitas atau jarak pandang horizontal di area penelitian, untuk area Kabupaten Malang menggunakan data visibilitas berdasarkan stasiun meteorologi di Malang, yaitu 9,1 km. Dalam penelitian ini, koreksi dari efek atmosfer dilakukan dengan

menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan software Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector (6SV), dengan persamaan :

$$y = xa*(L\lambda) - xb, \quad (3.3)$$

$$acr = y / (1.+xc*y), \quad (3.4)$$

$$Rrs(\lambda) = acr/\pi, \quad (3.5)$$

dimana,

acr : atmospheric correction reflectance,

Lλ : nilai radian ToA (Top of Atmospheric),

Rrs(λ) : reflektan permukaan,

xa, xb, xc : koefisien parameter koreksi atmosfer.

Citra Landsat

- f. Setelah mendapatkan citra terkoreksi dan cropping , proses selanjutnya adalah Pemetaan TSS, pada proses ini menggunakan Software Envi 5.0, kemudian dihitung nilai estimasi TSS dengan menggunakan algoritma. Pada penelitian ini menggunakan algoritma yang telah digunakan dan divalidasi pada penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut :

$$TSS=a*(\log(b2)/\log(b4))+b \quad (3.6)$$

dimana TSS, a = 31,42; b = -12,719; x = log(b2)/log (b4).

- g. Validasi dengan data TSS yang diambil di lapangan dan telah diketahui nilainya dari hasil laboratorium dengan perhitungan estimasi yang dilakukan dengan menggunakan algoritma TSS yang mempunyai nilai koefisien determinasi (R²) paling bagus.
- h. Selanjutnya dilakukan proses uji akurasi data pengukuran dan data estimasi dari citra, digunakan indeks diantaranya, Koefisien determinasi(R²) = $\left(\frac{n \sum(y) - (\sum x) (\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot n(\sum y^2 - (\sum y)^2)}}\right)^2$ dan n nilai Relative Error (RE). Selain itu, dihitung pula korelasi antara data lapangan dan data estimasi citra pada masing-masing parameter kualitas air laut. Menurut Jaelani, dkk (2015), syarat minimum nilai RE agar bisa digunakan untuk mengekstrak data parameter air laut dari data penginderaan jauh adalah nilai RE dibawah 30%.

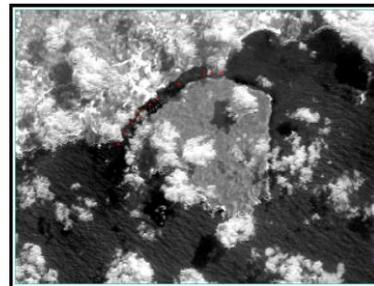
Parameter	Satuan	Baku Mutu
suhu	°C	Coral : 28 - 30
		Mangrove : 28 - 32
		Lamun : 28 - 30
Padatan	mg/L	Coral : 28 - 30

tersuspensi total (TSS)		Mangrove : 28 - 32
		Lamun : 28 - 30
Salinitas	‰	Coral : 28 - 30
		Mangrove : 28 - 32
		Lamun : 28 - 30

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cropping Citra Landsat-8

Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit multispektral Landsat-8 yang telah terkoreksi dan dipotong sesuai daerah penelitian. Data citra yang digunakan terletak pada Path 118 Row 66.



Gambar 4. 1 Titik lapangan yang digunakan untuk uji sampel

Data lapangan

Data lapangan yang diambil adalah data sampel air yang berupa data TSS. Data ini merupakan data survei lapangan yang dilakukan secara langsung. Data lapangan diambil di perairan pantai Sendang Biru pada tanggal 21 Agustus 2016 mulai pukul 09.37 – 11.25 WIB di 11 titik sampel.

Tabel 4.1 Data TSS Hasil Pengamatan Lapangan

No. Titik Sampel	TSS Lapangan (mg/L)
1	12
2	12
3	14
4	13
5	8
6	10
7	14
8	10
9	10
10	10
11	8

Sumber : (Hasil pengolahan TSS laboratorium Teknik Lingkungan ITS, 22 Agustus 2016)

Data diatas didapatkan dari hasil pengujian sampel air perairan selatan pantai Sendang Biru Kabupaten Malang, kemudian data sampel air tersebut di ekstrak dan diuji di laboratorium untuk mengetahui estimasi jumlah nilai TSS disetiap titik

sampel sebagai data pendukung untuk validasi data dengan data hasil olahan citra.

Hasil Koreksi Citra

Hasil Kalibrasi Radiometrik

Berikut hasil tabel distribusi nilai piksel citra Landsat yang telah terkalibrasi radiometrik. Tabel 4.2 Distribusi nilai piksel hasil koreksi *radiance* band *Multispektral* citra *Landsat-8* sebelum dan sesudah koreksi radiometrik

Nilai Piksel					
Sebelum Koreksi Radiometrik			Sesudah Koreksi Radiometrik		
Basic Stats	Min	Max	Basic Stats	Min	Max
Band 1	0	56049	Band 1	0	626,371339
Band 2	0	58340	Band 2	0	670,219116
Band 3	0	58626	Band 3	0	620,880981
Nilai Piksel					
Sebelum Kalibrasi Radiometrik			Sesudah Kalibrasi Radiometrik		
Band	Min	Max	Band	Min	Max
Band 4	0	61872	Band 4	0	555,264282
Band 5	0	65535	Band 5	0	361,678497
Band 6	0	57686	Band 6	0	78,286369
Band 7	0	60712	Band 7	0	27,901117

Dari tabel diatas, hasil yang didapat menunjukkan adanya perubahan nilai minimum dan maksimum piksel dari citra yang belum terkalibrasi dan yang sudah terkalibrasi. Nilai dari hasil kalibrasi radiometerik citra *Landsat 8 OLI* menunjukkan nilai piksel minimum dan maksimal yang bervariasi di setiap band

Hasil Koreksi Atmosfer

Setelah nilai *radiance* ToA (*Top of Atmospheric*) diperoleh, maka selanjutnya dilakukan proses koreksi atmosfer menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV), sesuai dengan data reflektan permukaan lapangan yang telah didapatkan, maka data reflektan pada masing-masing citra yang akan dihitung adalah reflektan di setiap band yang akan diolah, yaitu band 2 dan band 4 saja. Berikut ini merupakan koefisien parameter (xa , xb , xc) koreksi atmosfer yang didapat dari hasil simulasi menggunakan program 6SV

Tabel 4.6 Koefisien Parameter Koreksi Atmosfer Citra tanggal 21 Agustus 2016

Tahun 2016			
Band	xa	xb	xc
B2	0,00419	0,16097	0,20771
B4	0,00469	0,06512	0,13526

Setelah diketahui nilai koefisien parameter koreksi atmosfer pada masing-masing band, maka selanjutnya dapat dilakukan koreksi atmosfer dengan menggunakan persamaan

$$y = xa*(L\lambda) - xb, \tag{3.3}$$

$$acr = y/(1.+xc*y), \tag{3.4}$$

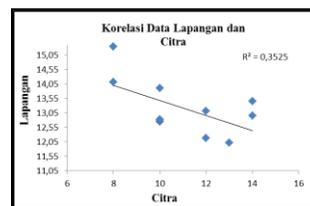
$$Rrs(\lambda) = acr/\pi, \tag{3.4}$$

Kemudian diolah menggunakan *software ENVI 5.0* dengan menu *Band Math* untuk mendapatkan hasil citra yang terkoreksi atmosfer di setiap band yang digunakan yaitu band 2 dan band 4. Tabel 4.4 Perbandingan nilai piksel citra yang telah terkoreksi atmosfer

Nilai Piksel					
Terkoreksi Radiometrik			Sesudah Terkoreksi Atmosfer		
Basic Stats	Min	Max	Basic Stats	Min	Max
Band 2	0	670,219116	Band 2	-0.052925	0,543121
Band 4	0	555,264282	Band 4	-0.020871	0,600954

Uji Akurasi dan Korelasi

Sebelum menentukan nilai estimasi TSS dengan menggunakan algoritma, maka perlu dilakukan uji akurasi data reflektan lapangan dan data reflektan hasil koreksi atmosfer untuk melihat besar korelasi antara keduanya. Data reflektan citra yang digunakan sesuai dengan waktu pengambilan data lapangan, yaitu tanggal 21 Agustus 2016.



Gambar 4. 2 Grafik Data Reflektan Lapangan dan Citra

Selain itu dilakukan pula perhitungan *RE* (*Relative Error*), dan R^2 (Korelasi) untuk melihat seberapa besar kesalahan yang terjadi antara data lapangan dan citra.

Dari hasil perhitungan nilai *RE* (*Relative Error*), dan R^2 , dapat dilihat bahwa secara keseluruhan antara data reflektan lapangan dan citra menghasilkan nilai , yaitu *RE*: 29,16 %; dan R^2 : 0,35252. Syarat minimum untuk nilai *RE* agar dapat dipakai untuk mengekstrak data penginderaan jauh

adalah <30% untuk mendapatkan hubungan korelasi yang baik. Dengan kondisi RE dan R^2 antara data reflektan lapangan dan citra tersebut, dapat berpengaruh pada hasil pengolahan TSS yang akan dilakukan nanti.

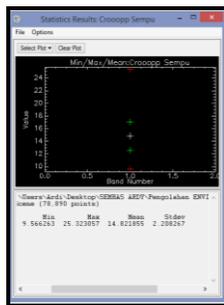
Hasil Pengolahan Citra Untuk TSS

Pengolahan citra untuk estimasi TSS, dengan menggunakan model algoritma sebagai berikut:

$$TSS = a * (\log(b2) / \log(b4)) + b, \quad (4.5)$$

$$y = 31,42x - 12,719, \quad (4.6)$$

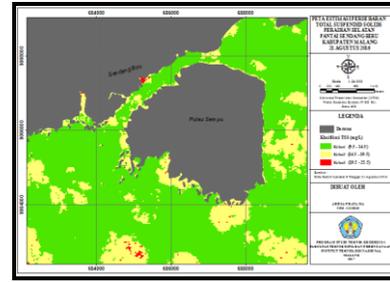
dimana, $a = 31,42$; $b = -12,719$; $x = \log(b2) / \log(b4)$ (b4).



Gambar 4.3 Nilai yang didapat dari Hasil Pengolahan TSS

Dari hasil perhitungan estimasi TSS di pantai Sendang Biru Kabupaten Malang dengan menggunakan data citra tanggal 21 Agustus 2016 diperoleh hasil estimasi TSS keseluruhan citra yang digunakan dengan *path* 118 row 66, adalah **Min: 9.566263**; **Max: 25.323057**; **Mean: 14.821855**; **Stdev: 2.208267**; dari hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi TSS berkisar antara **9.566263 - mg/L** sampai dengan **25.323057 mg/L**. Selain faktor musim, arus laut yang terjadi baik diakibatkan oleh pasang surut, gelombang dan aktivitas manusia merupakan salah satu parameter di dalam mengontrol dinamika distribusi TSS di perairan (Darlan dkk, 2002).

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu TSS, nilai TSS yang baik untuk biota laut berkisar antara ± 20 mg/L. Berikut ini merupakan hasil klasifikasi dari estimasi TSS pada citra tanggal 21 Agustus 2016 :



Dari hasil klasifikasi TSS didapatkan persebaran TSS pada citra satelit *Landsat-8* tanggal 21 Agustus 2016 di perairan selatan pantai Sendang Biru Kabupaten Malang menunjukkan bahwa nilai TSS didominasi oleh nilai <19,5 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai TSS sesuai dengan karakteristik hidup biota laut tersebar merata diseluruh perairan pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis estimasi persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan data citra satelit *Landsat-8* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh jumlah TSS di suatu perairan berhubungan dengan kondisi umum cuaca dan aktifitas manusia di wilayah sekitar perairan. Semakin rendah kadar TSS semakin baik pula kondisi perairan dan mutu biota laut.
2. Kondisi sebaran konsentrasi TSS di perairan selatan pantai Sendang Biru Menunjukkan kisaran nilai antara **9,5 mg/L – 25,5 mg/L** yang didominasi oleh nilai TSS kelas 1 yaitu 12 mg/L, dimana nilai TSS yang sesuai dengan baku mutu biota laut (± 20 mg/L) terletak merata pada seluruh perairan.

Saran

Adapun saran-saran yang diberikan pada penelitian ini adalah:

- a. Dalam pengambilan lapangan, hendaknya data diambil sebanyak mungkin dan tersebar merata di seluruh area penelitian agar lebih akurat sebagai data acuan uji akurasi.
- b. Pengambilan data lapangan yang mempunyai area studi wilayah laut, hendaknya mengambil data pada saat kondisi cuaca cerah (kemarau), agar citra

yang digunakan bebas dari tutupan awan dan noise.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafah, Feny., 2015, *Analisis Parameter Air Laut Di Perairan Kabupaten Sumenep Untuk Pembuatan Peta Sebaran Potensi Ikan Pelagis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Bakosurtanal, (2012), *Peta Administras Kabupaten Malang (Laporan Ilmiah & Peta)*, Pusat Survei Administrasi Bakosurtanal, ISBN 979-3149-69-8.
- Chang, Kang Tsun. 2004. *Introduction to Geographic Information System*. McGraw Hill. USA
- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada.
- Day, R.A dan Underwood, A.L.2001. *Analisis Kimia Kuantitas*. Jakarta : Erlangga.
- Effendi, H.,(2003), *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius,Yogyakarta.
- Hardjojo B dan Djokosetiyanto. 2005. *Pengukuran dan Analisis Kualitas Air*. Edisi Kesatu, Modul 1 - 6. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Jaelani L.M., dkk, (2015), *Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data In situ di Danau Kasumigaura, Jepang*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia XX, Bogor.
- Jensen, JR. 1996. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, Second Edition. Prentice Hall inc. New Jersey. USA
- Kementrian Kelautan dan Perikanan, (2009), *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2009*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 untuk biota laut
- Kusumawidagdo M. Budi S. Banowati E. Liesnoor D. dan Semedi B. 2008. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Lillesand, K. 1999. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., and Chipman J.W., (2004), *Remote Sensing And Image Interpretation, Fifth Edition*, John Wiley & Sons, New York
- Purwadhi F.S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta : Grasindo
- Rivai, Harrizul.1994.*Asas Pemeriksaan Kimia*. Padang: UI Press
- Gandjar, I.G., dan Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Hal. 419, 425.
- Sastrawijaya, 2000. *Perencanaan Lingkungan*, Penerbit PT Rinika Cipta, Cetakan kedua, Jakarta.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh Jilid*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Syariz, M.A., 2015, *Retrieval of Sea Surface Temperature Over Poteran Island Water of Indonesia With Landsat 8 TIRS Image : a Preliminary Algorithm, Join International Geoinformation Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia.

Lampiran

1. Peta Estimasi Persebaran TSS

