

EVALUASI ALGORITMA *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* PADA CITRA LANDSAT 8 TERHADAP DATA *TSS IN-SITU*

Nia Kurniadin¹, Eny Maria²

¹Program Studi Teknologi Geomatika-Politeknik Pertanian Negeri Samarinda,
e-mail: niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

²Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak-Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
Kampus Gunung Panjang Jl. Samratulangi Samarinda, Kode Pos 75131 Telp. 0541-260421 Faks. 0541-260680,
e-mail: enymaria@politanisamarinda.ac.id

(Diterima 15 Desember 2020, Disetujui 11 Juli 2020)

ABSTRAK

Algoritma *TSS* telah banyak dikembangkan di beberapa tempat di perairan Indonesia. Pada setiap tempat kajian, algoritma *TSS* dikembangkan berdasarkan data reflektan dan data *TSS* in-situ hasil pengukuran di lapangan. Algoritma *TSS* yang dikembangkan di setiap tempat kajian tidak selalu memberikan nilai estimasi yang sesuai ketika diterapkan pada tempat kajian yang berbeda. Sehingga pada setiap tempat kajian yang baru, peneliti pada umumnya mengembangkan kembali algoritma baru untuk menduga persebaran nilai *TSS* di tempat tersebut. Untuk itu, pada penelitian ini kami melakukan evaluasi terhadap beberapa algoritma *TSS* yang telah dikembangkan untuk mengetahui sejauh mana konsistensinya terhadap kontribusinya dalam mengekstrak nilai *TSS* dari citra Landsat 8. Algoritma *TSS* yang dievaluasi terdiri dari 5 (lima) algoritma (Jaelani, Budhiman, Parwati, Guzman-Santaela, dan Laili). Algoritma tersebut diaplikasikan pada citra Landsat 8 yang terkoreksi atmosfer terhadap data *TSS* in-situ di 5 (lima) wilayah perairan (Muara Jawa, Bombana, Gili Iyang, Teluk Kendari, Muara Sungai Porong). Hasil penelitian diperoleh informasi bahwa algoritma *TSS* Jaelani dengan rerata *NMAE* 59,39% dan R^2 0,43. Hal ini menunjukkan algoritma *TSS* Jaelani memiliki reputasi yang baik dalam hal konsistensinya dalam mengekstrak nilai *TSS* dari citra Landsat 8.

Kata kunci : *reflektan, koreksi atmosfer, reputasi algoritma, konsistensi.*

ABSTRACT

TSS algorithm has been developed in several places in Indonesian waters. At each study site, the *TSS* algorithm was developed based on reflectance data and in-situ *TSS* data from the site measurements. The *TSS* algorithm developed at each study site does not always provide an appropriate estimate value when applied to different study sites. So that at each new study site, researchers generally redevelop new algorithms to predict the distribution of *TSS* values at that place. For this reason, in this study we evaluated several *TSS* algorithms that have been developed to determine the extent of their consistency in contributing to extracting *TSS* values from Landsat 8. The evaluated *TSS* algorithm consists of 5 (five) algorithms (Jaelani, Budhiman, Parwati, Guzman-Santaela, and Laili). The algorithm was applied to Landsat 8 imagery which corrected the atmosphere against *TSS* data in-situ in 5 (five) territorial waters (Muara Jawa, Bombana, Gili Iyang, Kendari Bay and Porong River Estuary). The results obtained information that the Jaelani *TSS* algorithm with an average *NMAE* 59.39% and R^2 0.43. This shows the Jaelani *TSS* algorithm has a good reputation in terms of its consistency in extracting *TSS* values from Landsat 8 imagery.

Keywords : *reflectance, atmospheric correction, algorithm reputation, consistency.*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi dalam upaya pengelolaan sumberdaya laut masih terbatasnya informasi mengenai kondisi air laut dan kurang meratanya informasi yang diperoleh sehingga masih banyak daerah yang belum dapat memanfaatkan sumberdaya laut dengan maksimal. *Total Suspended Solid (TSS)* adalah salah satu parameter yang sering digunakan untuk pemantauan kualitas air laut. Penelitian *TSS* dengan memanfaatkan kanal spektral

remote sensing telah banyak digunakan di beberapa perairan Indonesia. Pemantauan sebaran *TSS* dipandang perlu dilakukan dengan memanfaatkan data citra satelit penginderaan jauh Landsat untuk mengetahui perubahan sebaran *TSS* secara multi temporal.

Kemajuan teknologi satelit observasi bumi sebagai wahana penginderaan jauh kerap digunakan, baik untuk pemantauan sumberdaya alam maupun untuk pemantauan kualitas lingkungan. Hal itu merupakan suatu perubahan kerja manusia yang diharapkan dapat terwujud sebagai implementasi

program pemerintah melalui teknologi industri 4.0. Saat ini ada banyak upaya yang dilakukan untuk meningkatkan pemahaman karakteristik fisika, kimia, dan biologi sebagai parameter utama dalam kualitas lingkungan, termasuk teknik penginderaan jauh (*remote sensing*). Dengan sensor spektral yang semakin canggih dan algoritma yang terus dikembangkan, deteksi parameter-parameter tersebut di atas dapat ditentukan secara akurat menggunakan data *remote sensing* (Bagheri, 2017).

Algoritma TSS telah banyak dikembangkan di beberapa tempat di perairan Indonesia. Pada setiap tempat kajian, algoritma TSS dikembangkan berdasarkan data reflektan dan data TSS in-situ hasil pengukuran di lapangan. Algoritma TSS yang dikembangkan di setiap tempat kajian tidak selalu memberikan nilai estimasi yang sesuai ketika diterapkan pada tempat kajian yang berbeda. Sehingga pada setiap tempat kajian yang baru, peneliti pada umumnya mengembangkan kembali algoritma baru untuk menduga persebaran nilai TSS di tempat tersebut. Untuk itu, pada penelitian ini kami melakukan evaluasi terhadap beberapa algoritma TSS yang telah dikembangkan untuk mengetahui sejauh mana konsistensinya terhadap kontribusinya dalam mengekstrak nilai TSS dari citra Landsat 8.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penginderaan Jauh adalah suatu ilmu untuk mempelajari suatu benda dari jauh dengan tidak menyentuh benda itu. Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini bekerjasama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik umumnya dipasang pada alat/wahana berupa pesawat terbang, balon, satelit, dan lain-lain (Nurjati and Handayani 2011).

Citra Satelit Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) terdiri dari sembilan kanal spektral dengan resolusi spasial 30 meter untuk kanal 1-7 dan 9. Resolusi untuk kanal 8 (pankromatik) adalah 15 meter. Kanal Termal 10 dan 11 dengan resolusi 100 meter. Perkiraan ukuran setiap satu scene adalah 170 km membentang dari utara ke selatan dan 183 km dari timur ke barat (106 mil kali 114 mil) (USGS 2014).

Citra satelit Landsat telah banyak digunakan untuk penginderaan jauh pemantauan kualitas air laut diantaranya pemantauan sebaran konsentrasi TSS. TSS menggambarkan besarnya materi atau partikel yang tersuspensi dalam air. Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser. Kualitas air yang jauh dari standar kondisi normal merupakan salah satu masalah besar yang perlu penanganan cepat agar dampak buruknya dapat diminimalisir (Parwati dan Purwanto 2014).

Penelitian yang berhubungan dengan evaluasi algoritma TSS telah banyak dilakukan. Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Karondia and Jaelani (2015) berupa validasi algoritma estimasi TSS dan *Chl-a* yang telah ada dengan data in-situ di Perairan Selat Madura. Algoritma yang divalidasi adalah algoritma yang tersedia dalam perangkat lunak *Seadas*. Namun demikian penelitian ini menyimpulkan bahwa pemodelan algoritma yang didapat melalui pengukuran nilai spektral dan data in-situ akan memberikan hasil yang lebih baik.

Beberapa penelitian tentang pemetaan sebaran TSS menggunakan Citra Landsat dan data in-situ umumnya diawali dengan melakukan validasi beberapa algoritma TSS yang telah ada terhadap nilai reflektan citra landsat dan nilai TSS yang diperoleh dari lokasi penelitian. Begitu pula dengan penelitian tentang pemodelan algoritma TSS empiris, tak terlewatkan pula melakukan uji validasi untuk membandingkan algoritma yang dibangun secara empiris dengan beberapa algoritma yang telah dibangun pada penelitian sebelumnya di tempat yang berbeda.

Penelitian Indeswari, dkk (2018) tentang sebaran TSS di Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo, melakukan validasi terhadap 5 (lima) algoritma yaitu: algoritma Budhiman (2004), algoritma Parwati (2014), algoritma Guzman & Santaella (2009), algoritma Laili (2015), dan algoritma Jaelani (2016). Pada penelitian di Perairan Muara Sungai Porong ini menyimpulkan bahwa algoritma Budhiman (2004) merupakan algoritma yang paling sesuai dengan *NMAE* sebesar 19,53% dan R^2 sebesar 0,35.

Penelitian Budianto (2016) tentang perubahan konsentrasi TSS dampak bencana lumpur Lapindo di Sungai Porong, Sidoarjo juga melakukan validasi terhadap 3 (tiga) algoritma yaitu: algoritma Guzman & Santaella (2009), algoritma Budhiman (2004), dan algoritma Laili (2015). Pada penelitian ini algoritma Laili (2015) menunjukkan hubungan yang paling baik antara nilai TSS dari data citra dengan data in-situ dengan nilai R^2 sebesar 0,55.

Berdasarkan uraian hasil penelitian terdahulu terkait dengan evaluasi dan validasi algoritma TSS

menunjukkan bahwa penerapan algoritma TSS pada daerah penelitian yang berbeda, algoritma yang sesuai untuk daerah tersebut akan berbeda pula. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan evaluasi beberapa algoritma TSS tersebut terhadap data citra satelit landsat 8 dengan data TSS in-situ pada 5 daerah penelitian yang berbeda, untuk mengetahui tingkat konsistensinya dalam memberikan informasi nilai sebaran TSS.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 OLI dan data TSS in-situ dari 5 (lima) daerah penelitian. Data citra Landsat 8 diunduh melalui website *United States Geological Survey* (USGS) dengan tanggal akuisisi dan *path/row* disesuaikan dengan lokasi data TSS dari 5 (lima) daerah penelitian yang berbeda. Data TSS in-situ diperoleh dari beberapa artikel jurnal dan sumber lain yang dapat dipercaya. Adapun lokasi daerah penelitian kelima data TSS tersebut adalah sebagai berikut:

- Perairan Muara Jawa, Kalimantan Timur, tgl 29 Agustus 2015,
- Perairan Kab. Bombana, Sulawesi Tenggara, tgl 20 November 2015,
- Perairan Gili Iyang, Sumenep, Jawa Timur, tgl 15 Oktober 2015,
- Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara, tgl 4 Oktober 2018,
- Perairan Muara Sungai Porong, Jawa Timur, tgl 24 Agustus 2017.

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan berupa Laptop ASUS VivoBook Max X441B AMD Dual Core A9-9420 3,6 GHz 4GB. Sedangkan perangkat lunak (*software*) yang digunakan adalah: *SNAP 6.0*, dan *Microsoft Office* serta aplikasi pengolah grafik.

3.3 Pengolahan dan Analisis Data

3.3.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi yang dilakukan terhadap citra Landsat adalah koreksi radiometrik yang terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik merupakan perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut

elevasi matahari. Sedangkan koreksi atmosfer bertujuan untuk menurunkan reflektan objek dari total radiansi *ToA* setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer. Tahap ini menghasilkan data nilai reflektan permukaan dari citra Landsat 8.

Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan cara mengkonversi *Digital Number* (DN) ke nilai Radian dan atau ke nilai Reflektan *ToA* (*Top of Atmosphere*).

Rumus yang digunakan untuk mengubah DN ke radian *ToA* adalah sebagai berikut:

$$L\lambda = M_L Q_{cat} + A_L \quad (1)$$

Keterangan

$L\lambda$: Nilai radian *ToA* (watts/(m²*srad* μ m))

M_L : *Radiance multiplicative rescaling factor*

Q_{cat} : *Digital Number (DN)*

A_L : *Radiance additive rescaling factor*

Rumus yang digunakan untuk mengubah DN ke Reflektan *ToA* tanpa koreksi sudut matahari adalah sebagai berikut:

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cat} + A_p \quad (2)$$

Keterangan

$\rho\lambda'$: Nilai reflektan *ToA*, tanpa koreksi sudut matahari

M_p : *Reflectance multiplicative rescaling factor*

Q_{cat} : *Digital Number (DN)*

A_p : *Reflectance additive rescaling factor*

Selanjutnya untuk memperoleh nilai Reflektan *ToA* dengan koreksi sudut matahari menggunakan rumus berikut:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (3)$$

Keterangan

$\rho\lambda$: Nilai reflektan *ToA*, terkoreksi sudut matahari

$\rho\lambda'$: Nilai reflektan *ToA*, tanpa koreksi sudut matahari

θ_{SE} : Sudut elevasi lokal matahari

θ_{SZ} : Sudut *zenith* lokal matahari, $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$

Koreksi atmosfer dilakukan untuk menurunkan reflektan objek dari total radiansi *ToA* setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer.

3.3.2 Penerapan Algoritma TSS

Setelah citra Landsat terkoreksi, selanjutnya diolah menggunakan algoritma TSS yang telah ditentukan. Algoritma TSS yang digunakan antara lain:

- Algoritma Jaelani (2016), dengan studi kasus di Perairan Poteran dan Gili Iyang, Sumenep, Jawa Timur.

$$\text{Log}(TSS) = 1,5212 \left(\frac{\text{Log}(band2)}{\text{Log}(band3)} \right) - 0,3698 \quad (4)$$

- Algoritma Budhiman (2004), dengan studi kasus di perairan Delta Mahakam, Kalimantan Timur.

$$TSS = 8,1429 \exp(23,704 (band4)) \quad (5)$$

- Algoritma Parwati (2014), dengan studi kasus di perairan Berau, Kalimantan Timur.

$$TSS = 3,3238 \exp(34,099 (band4)) \quad (6)$$

- Algoritma Guzman & Santaella (2009), dengan studi kasus di perairan *Mayaguez Bay*, Puerto Rico.

$$TSS = 602,63 * (0,0007 e^{(47,755 (band4))}) + 3,1481 \quad (7)$$

- Algoritma Laili (2015), dengan studi kasus di perairan Poteran, Jawa Timur.

$$TSS = 31,42 \left(\frac{\text{Log}(band3)}{\text{Log}(band4)} \right) - 12,719 \quad (8)$$

3.3.2 Evaluasi Algoritma TSS

Tahap akhir penelitian ini adalah melakukan evaluasi algoritma TSS dengan melakukan validasi nilai TSS hasil penerapan algoritma TSS pada data nilai reflektan citra satelit Landsat 8 dengan data nilai TSS pada masing-masing daerah penelitian. Untuk menguji akurasi algoritma digunakan indeks *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* dan koefisien determinasi (R^2) sebagai berikut (Jaelani et al. 2015):

$$NMAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_i - y_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (9)$$

$$R^2 = \left(\frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{N(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \right)^2 \quad (10)$$

Dimana x dan y berturut-turut adalah nilai TSS hasil penerapan algoritma dan nilai TSS in-situ, N adalah jumlah data. *NMAE* untuk mengetahui kesalahan mutlak nilai TSS hasil penerapan algoritma dan nilai TSS in-situ. Sedangkan koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui korelasi yang terbaik antara nilai TSS hasil penerapan algoritma dan nilai TSS in-situ. Algoritma dianggap baik jika memenuhi kriteria $R^2 > 0,5$ dan syarat minimum *NMAE* dibawah 30% (Jaelani et al. 2015).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penerapan algoritma TSS terhadap data reflektan citra Landsat 8 pada 5 daerah

penelitian diperoleh informasi bahwa di perairan Muara Jawa, hasil estimasi TSS menggunakan algoritma Jaelani 15,36 mg/L s.d 58,66 mg/L; algoritma Budhiman 19,05 mg/L s.d 2129,86 mg/L; algoritma Parwati 11,28 mg/L s.d 9974,94 mg/L; algoritma Guzman-Santaella 3,15 mg/L s.d 5,88 mg/L; dan algoritma Laili 19,92 mg/L s.d 28,55 mg/L. Sedangkan nilai TSS in-stu 99 mg/L s.d 199 mg/L.

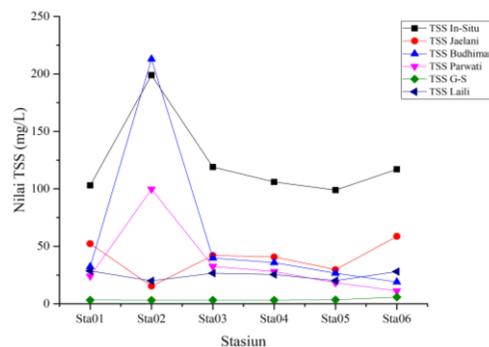
Hasil estimasi TSS di perairan Bombana, menggunakan algoritma Jaelani 19,05 mg/L s.d 21,26 mg/L; algoritma Budhiman 26,36 mg/L s.d 43,01 mg/L; algoritma Parwati 17,99 mg/L s.d 36,38 mg/L; algoritma Guzman-Santaella 3,16 mg/L s.d 3,49 mg/L; dan algoritma Laili 19,12 mg/L s.d 20,92 mg/L. Sedangkan nilai TSS in-stu 121,5 mg/L s.d 147,9 mg/L.

Hasil estimasi TSS di perairan Gili Iyang, menggunakan algoritma Jaelani 12 mg/L s.d 13,73 mg/L; algoritma Budhiman 14,62 mg/L s.d 17,47 mg/L; algoritma Parwati 7,7 mg/L s.d 9,95 mg/L; algoritma Guzman-Santaella 7,89 mg/L s.d 17,84 mg/L; dan algoritma Laili 12,85 mg/L s.d 13,58 mg/L. Sedangkan nilai TSS in-stu 14 mg/L s.d 18 mg/L.

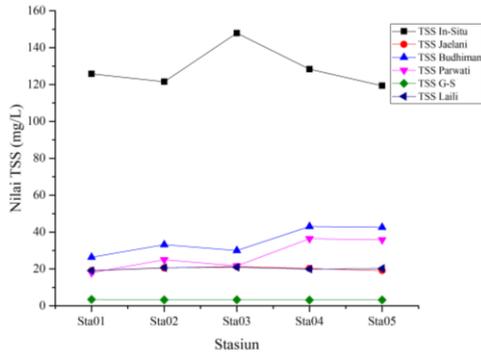
Hasil estimasi TSS di perairan Teluk Kendari, menggunakan algoritma Jaelani 18,99 mg/L s.d 24,21 mg/L; algoritma Budhiman 14,58 mg/L s.d 44,31 mg/L; algoritma Parwati 7,67 mg/L s.d 37,98 mg/L; algoritma Guzman-Santaella 3,16 mg/L s.d 18,09 mg/L; dan algoritma Laili 17,45 mg/L s.d 22,63 mg/L. Sedangkan nilai TSS in-stu 240 mg/L s.d 510 mg/L.

Hasil estimasi TSS di perairan Muara Sungai Porong, menggunakan algoritma Jaelani 9,39 mg/L s.d 18,37 mg/L; algoritma Budhiman 11,5 mg/L s.d 38,14 mg/L; algoritma Parwati 5,63 mg/L s.d 35,31 mg/L; algoritma Guzman-Santaella 142 mg/L s.d 632,4 mg/L; dan algoritma Laili 13,26 mg/L s.d 18,56 mg/L. Sedangkan nilai TSS in-stu 14 mg/L s.d 72 mg/L.

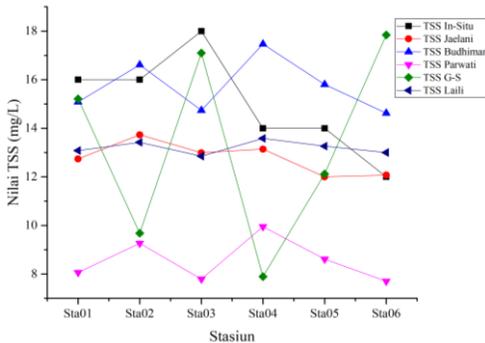
Perbandingan nilai TSS di 5 (lima) daerah penelitian antara nilai TSS in-situ dengan nilai TSS hasil penerapan algoritma TSS pada data reflektan citra Landsat 8 disajikan dalam Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 sebagai berikut:



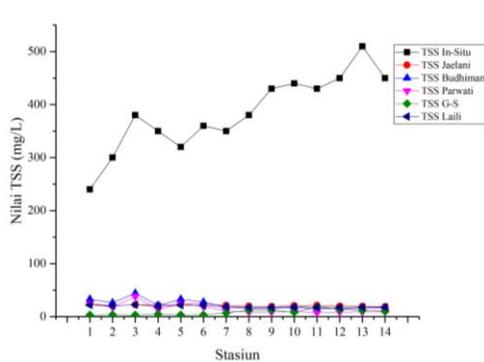
Gambar 1. Nilai TSS di Perairan Muara Jawa



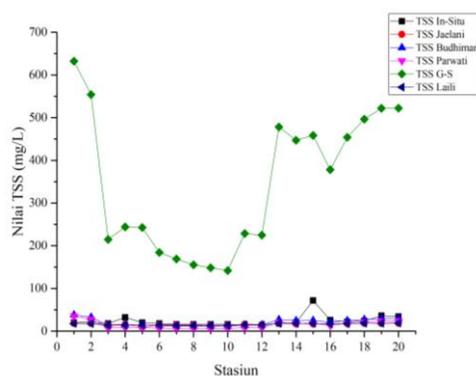
Gambar 2. Nilai TSS di Perairan Bombana



Gambar 3. Nilai TSS di Perairan Gili Iyang



Gambar 4. Nilai TSS di Perairan Teluk Kendari



Gambar 5. Nilai TSS di Perairan Muara Sungai Porong

Setelah dilakukan evaluasi antara nilai TSS hasil penerapan algoritma dengan nilai TSS in-situ dari 5 (lima) daerah penelitian diperoleh nilai *NMAE* dan R^2 dari masing-masing algoritma seperti yang disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai *NMAE* antara nilai TSS hasil penerapan algoritma dengan nilai TSS in-situ

<i>NMAE</i> %	Algoritma TSS				
	A	B	C	D	E
Muara Jawa	64,61	221,40	884,54	96,84	78,58
Bombana	98,43	97,25	97,84	99,74	98,42
Gili Iyang	13,90	14,51	41,95	25,87	13,27
Teluk	94,23	93,68	95,73	97,98	94,76
Kendari					
Sungai	25,75	19,53	39,85	8802	26,77
Porong					
Rerata	59,39	89,27	231,98	1824,49	62,36

Keterangan:

- A : Algoritma TSS Jaelani
- B : Algoritma TSS Budhiman
- C : Algoritma TSS Parwati
- D : Algoritma TSS Guzman – Santaella
- E : Algoritma TSS Laili

Dari Tabel 1 di atas, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata *NMAE* terendah adalah algoritma TSS Jaelani sebesar 59,39% dan tertinggi algoritma TSS Guzman-Santaella sebesar 1824,49%. Sehingga nilai *NMAE* terbaik adalah algoritma TSS Jaelani.

Tabel 2. Nilai R^2 antara nilai TSS hasil penerapan algoritma dengan nilai TSS in-situ

R^2	Algoritma TSS				
	A	B	C	D	E
Muara Jawa	0,46	0,96	0,96	0,02	0,27
Bombana	0,52	0,15	0,15	0,04	0,18
Gili Iyang	0,35	0,01	0,01	0,00	0,08
Teluk	0,47	0,37	0,32	0,52	0,52
Kendari					
Sungai	0,32	0,35	0,32	0,40	0,45
Porong					
Rerata	0,43	0,37	0,35	0,20	0,30

Keterangan:

- A : Algoritma TSS Jaelani
- B : Algoritma TSS Budhiman
- C : Algoritma TSS Parwati
- D : Algoritma TSS Guzman – Santaella
- E : Algoritma TSS Laili

Dari Tabel 2 di atas, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata R^2 tertinggi adalah algoritma TSS Jaelani sebesar 0,43 dan terendah algoritma TSS Guzman-Santaella sebesar 0,20. Sehingga nilai R^2 terbaik adalah algoritma TSS Jaelani.

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, R^2 algoritma TSS Budhiman dan algoritma TSS Parwati di perairan Muara Jawa memberikan nilai yang cukup sempurna (0,96), namun tidak demikian untuk perairan Bombana (0,15) dan Gili Iyang (0,01). Dibandingkan kedua algoritma ini, algoritma TSS Jaelani cukup konsisten di ketiga perairan tersebut. Demikian pula untuk nilai $NMAE$ kedua algoritma ini memberikan nilai 221,40 dan 884,54 yang sangat jauh dari rerata algoritma lainnya.

Terdapat 2 algoritma lainnya yang memiliki kinerja yang cukup dekat yaitu algoritma TSS Jaelani dan algoritma TSS Laili dengan rerata $NMAE$ berturut-turut 59,39% dan 62,36%, dan rerata R^2 berturut-turut 0,43 dan 0,30. Meskipun rerata R^2 cukup dekat namun pada perairan Muara Jawa, Bobana, dan Gili Iyang, algoritma TSS Laili memberikan nilai yang cukup jauh dari nilai R^2 yang diharapkan dibandingkan algoritma TSS Jaelani.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa algoritma TSS Jaelani dengan rata-rata $NMAE$ 59,39% dan rata-rata R^2 0,43 merupakan algoritma terbaik meskipun belum memenuhi kriteria nilai $NMAE < 30\%$ dan $R^2 > 0,5$. Namun demikian, algoritma TSS Jaelani memiliki reputasi yang baik dalam hal konsistensinya dalam mengekstrak nilai TSS dari citra Landsat 8. Sehingga algoritma TSS Jaelani dapat direkomendasikan sebagai algoritma terbaik yang dapat digunakan pada daerah perairan sekitar Jawa Timur, Kalimantan Timur dan Sulawesi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih Penulis sampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan pembiayaan terhadap penelitian ini dalam skema Penelitian Dosen Pemula dan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda sebagai unit kerja penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Bagheri, S. 2017. *Hyperspectral Remote Sensing of Water Quality*. Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.

Budhiman, Syarif. 2004. XXXIII Endesche: MSc. Thesis. ITC. Endesche, The Netherlands "Mapping TSM Concretations from

Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta, Indonesia."

Budianto, S. 2016. "Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multitemporal." *Jurnal Teknik ITS* 6(1): 57. <http://repository.its.ac.id/1894/>.

Guzman, Vilmaliz Rodriguez, and 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.

Indeswari, Luki, Teguh Hariyanto, dan Cherie Bakti Pribadi. 2018. "Pemetaan Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Landsat Multitemporal Dan Data In Situ (Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo)." *Jurnal Teknik ITS* 7(1).

Jaelani, Lalu Muhamad 2016. "Estimation of TSS and Chl-a Concentration from Landsat 8-OLI: The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm." *IPTEK, The Journal for Technology and Science* 27(1): 16–23.

Jaelani, Lalu Muhamad, Bunkei Matsushita, Wei Yang, and Takehiko Fukushima. 2015. "An Improved Atmospheric Correction Algorithm for Applying MERIS Data to Very Turbid Inland Waters." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 39: 128–41. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243415000586>.

Karondia, Loryena Ayu, and Lalu Muhamad Jaelani. 2015. "VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI TOTAL SUSPENDED SOLID DAN CHL-A PADA CITRA SATELIT AQUA MODIS DAN TERRA MODIS DENGAN DATA IN SITU (Studi Kasus : Laut Utara Pulau Jawa)." *Geoid* 11(1): 46.

Laili, N. et al. 2015. "Development of Water Quality Parameter Retrieval Algorithms for Estimating Total Suspended Solids and Chlorophyll-a Concentration Using Landsat-8 Imagery At Poteran Island Water." *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences II-2/W2*(October): 55–62. <http://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-2-W2/55/2015/>.

Nurjati, Chatarina, and Hepi Hapsari Handayani. 2011. "Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Kandungan TSS Di Wilayah Pantai Timur Surabaya Akibat Pembuangan Lumpur

- Lapindo.” In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah*, , 5–16.
- Parwati, Ety. 2014. “Analisis Dinamika Fluktuasi Tss (Total Suspended Solid) Sepanjang Das-Muara-Laut Di Perairan Berau Kalimantan.” *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*: 662–70.
- Parwati, Ety, and Dwi Purwanto. 2014. “Analisa Algoritma Ekstraksi Informasi TSS Menggunakan Data Landsat 8 Di Perairan Berau.” In *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, LAPAN, 518–28.
- USGS. 2014. “Frequently Asked Questions about the Landsat Mission: What Are the Band Designations for the Landsat Satellites?” *U.S. Department of Interior* (June): 1–4. http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php (December 22, 2015).