

# DINAMIKA TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) BERDASARKAN CITRA LANDSAT 8 OLI PADA ALUR PELAYARAN PELABUHAN PATIMBAN, SUBANG, JAWA BARAT

## *DYNAMICS OF TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DISTRIBUTION BASED ON LANDSAT 8 OLI SATELITE IMAGERY IN PATIMBAN SHIPPING LANES, SUBANG, WEST JAVA*

I Gede Yussupiartha Sas Tangeb<sup>1</sup>, Supriatna<sup>2</sup>, & Widodo Setiyo Pranowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Pasca Sarjana Ilmu Kelautan, Universitas Indonesia, Depok Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Geografi, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Depok Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Alamat: FMIPA UI, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

e-mail : gedeyussup@gmail.com

Diterima tanggal: 27 April 2023 ; diterima setelah perbaikan: 05 Mei 2023 ; Disetujui tanggal: 09 Mei 2023

### ABSTRAK

*Total Suspended Solid (TSS)* atau Total Padatan Tersuspensi merupakan padatan atau bahan-bahan yang tersuspensi dengan diameter  $> 1 \mu\text{m}$  yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen lainnya misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, jasad-jasad renik, lumpur, pasir halus dan sebagainya yang disebabkan oleh kikisan tanah yang terbawa ke badan air. Dalam kegiatan pelayaran, sedimentasi yang terjadi dapat berpengaruh terhadap keselamatan bernavigasi bagi kapal – kapal, khususnya yang melintas di alur pelayaran. Penggunaan citra satelit dalam pemantauan sebaran konsentrasi TSS memiliki keuntungan yaitu luasnya jangkauan wilayah yang dapat terekam guna mendapatkan detail informasi dan data yang menjadi bahasan pengkajian. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dinamika konsentrasi TSS berdasarkan hasil pengukuran, serta menguji beberapa algoritma untuk menduga TSS di perairan Patimban guna mendapatkan algoritma TSS yang sesuai, sehingga dapat digunakan untuk mengekstraksi nilai TSS dari data citra pada periode yang ditentukan. Metode dalam penelitian ini adalah metode survei, dimana lokasi sampling terdiri dari 21 titik sampling serta menggunakan data citra satelit landsat 8 OLI. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus – September 2019. Lokasi penelitian terdiri dari 21 titik secara *purposive sampling*. Nilai konsentrasi TSS pada insitu memiliki nilai rata-rata konsentrasi sebesar 157,86 mg/l. Nilai konsentrasi TSS dari analisis data citra dihitung menggunakan algoritma Budhiman, Guzman-Santaella dan Parwati, dimana algoritma Syarif Budhiman memiliki nilai koefisien korelasi yang sangat kuat dengan nilai  $R^2=0,9086$ , sehingga paling cocok untuk selanjutnya dilakukan pengembangan algoritma TSS yang dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi TSS di perairan Patimban, Subang, Jawa Barat.

**Kata kunci:** Algoritma, Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban, *Total Suspended Solid (TSS)*.

### ABSTRACT

*Total Suspended Solid (TSS)* are suspended solids or materials with diameter  $> 1 \mu\text{m}$  which are smaller in size or weight than other sediments, for example clay, organic materials, microorganism cells, dead bodies. Debris, silt, fine sand and so on caused by soil erosion carried by water current. In shipping lanes, sedimentation can be affected for safety of navigation, especially crossing in shipping lanes. The advantage using satellite imagery to monitoring distribution of TSS concentrations is the wide coverage of areas that can be recorded in order to obtain detailed of data information will be the subject of area study. The purpose of this study to analyze TSS concentrations based on survey data, and test several algorithms to estimate TSS in Patimban waters in order to obtain an appropriate TSS algorithm, so that it can be used to extract TSS values from imagey data for a specified period. The method in this study was a survey method, where the sampling location consisted of 21 sampling points and used Landsat 8 OLI satellite imagery. The research was conducted in August - September 2019. The research locations consisted of 21 points by purposive sampling. The TSS concentration value in situ has an average concentration with value of 157.86 mg/l. The TSS concentration value from image data analysis is calculated using the Budhiman, Guzman-Santaella and Parwati algorithm, where the Syarif Budhiman algorithm has a very strong correlation coefficient with a value is  $R^2 = 0.9086$ , so it is most suitable for further development of the TSS algorithm which can be used to measure concentration TSS in Patimban waters in Subang, West Java.

**Keywords:** Algorithm; Shipping Lane of Patimban; *Total Suspended Solid (TSS)*.

## PENDAHULUAN

*Total Suspended Solid* (TSS) atau Total Padatan Tersuspensi merupakan padatan atau bahan-bahan yang tersuspensi dengan diameter > 1 µm yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen lainnya misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel mikroorganisme, jasad-jasad renik, lumpur, pasir halus dan sebagainya yang disebabkan oleh kikisan tanah yang terbawa ke badan air. TSS dapat tertahan pada saringan miliopore dengan diameter pori 0.45 µm (Indeswari, 2018). Kondisi TSS yang tinggi dapat menimbulkan berbagai dampak lain seperti yang disebutkan oleh (Jiyah *et al.*, 2017), dimana nilai konsentrasi Total Padatan Tersuspensi yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan laut baik yang mikro maupun makro sehingga dapat menghambat oksigen yang dilepaskan tumbuhan serta dapat mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati, sehingga apabila konsentrasi TSS yang ada pada suatu perairan atau badan air terus bertambah dan mengalir ke lautan lepas dalam jangka waktu yang lama dapat menurunkan kondisi kualitas perairan yang ada di wilayah tersebut.

Kisaran TSS dapat menunjukkan kondisi sedimentasi pada suatu perairan (Jiyah *et al.*, 2017). Pada perairan yang mempunyai konsentrasi TSS yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi yang tinggi. Dalam kegiatan pelayaran, sedimentasi yang terjadi dapat berpengaruh terhadap keselamatan bernavigasi bagi kapal – kapal, khususnya yang melintas di alur pelayaran. Fenomena sedimentasi yang terjadi cukup besar umumnya berada di wilayah muara sungai yang membawa material dari DAS (Daerah Aliran Sungai), terutama yang ada di muara sungai Cipunagara, sehingga dalam pengembangan reklamasi maupun pembangunan yang ada di wilayah pesisir khususnya dalam pengembangan wilayah pelabuhan harus mempertimbangkan segala aspek, termasuk aspek lingkungan (dampak sedimentasi) serta aspek keselamatan pelayaran lainnya (KM 87 Tahun 2017 Tentang Rencana Induk Pelabuhan (RIP) Patimban, 2017).

Pengambilan data menggunakan citra satelit memiliki keuntungan yaitu luasnya jangkauan wilayah yang dapat terekam guna mendapatkan detail informasi dan data yang menjadi bahasan pengkajian tanpa harus turun ke lapangan guna meminimalisir pengeluaran dana dan tenaga.

Algoritma yang digunakan untuk perhitungan data citra Landsat 8 yaitu Budhiman, Guzman-Santaella &

Parwati. Algoritma yang digunakan dalam menganalisa data citra satelit Landsat 8 OLI yaitu Budhiman, Guzman-Santaella dan Parwati, dimana penggunaan algoritma Budhiman telah digunakan pada penelitian (Sukojo & Amalina, 2019) di Perairan Teluk Lamong, algoritma Guzman-Santaella & Parwati digunakan pada penelitian (Satria *et al.*, 2020) di Perairan Pelabuhan Kendal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan serta dinamika sebaran TSS berdasarkan data citra satelit Landsat 8 OLI dengan menggunakan tiga algoritma yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan mengambil daerah studi yang meliputi perairan disekitar poros (As) alur bagian D dan E (Gambar 1) pada Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban sesuai ketetapan dalam Keputusan (KM 272 Tahun 2020 Tentang Alur Masuk Pelayaran Patimban) yang rentan mengalami sedimentasi pada wilayah tersebut. Jumlah titik dalam penelitian ini yaitu berjumlah 21 titik dengan metode *purposive sampling*, dapat dilihat pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 8 OLI dengan analisis tiga algoritma yang berbeda dan data insitu. Pengamatan langsung digunakan sebagai validasi data terhadap algoritma yang ada. Citra Landsat 8 OLI dapat dimanfaatkan untuk pemantauan klorofil dan muatan padatan tersuspensi (TSS) untuk menunjukkan kondisi dari kualitas perairan tersebut (Azizah *et al.*, 2021).

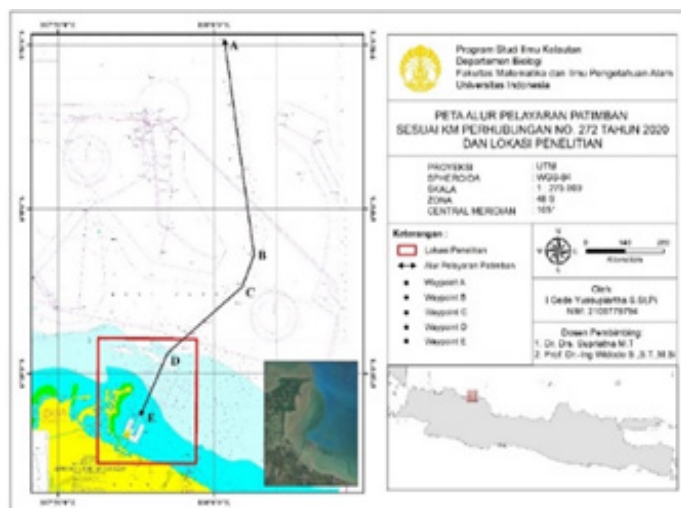
Data hidro–oseanografi dan pengambilan sampel air diperoleh dari hasil observasi lapangan (survei) yang dilaksanakan bersama dengan tim dari Pushidrosal (validasi data) tahun 2019. Perhitungan konsentrasi TSS dilakukan di laboratorium Dinas Oseanografi dan Meteorologi Pushidrosal. Metode yang digunakan dalam analisa sampel TSS insitu berdasarkan prosedur dari (Badan Standardisasi Nasional, 2004), Standar Nasional Indonesia (SNI 06-6989.3-2004) tentang cara uji padatan tersuspensi total secara gravimetric dengan persamaan yaitu :

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{volume \ (ml)} \dots\dots\dots 1)$$

dimana,

A = berat kertas saring akhir (mg)

B = berat kertas saring awal (mg).

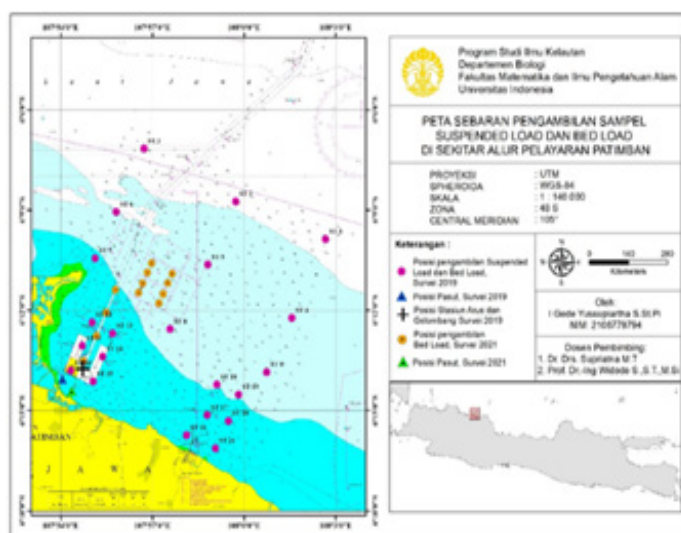


Gambar 1. Peta Alur Pelayaran Patimban Subang, Jawa Barat dan Lokasi Penelitian (kotak merah).

Sumber: Dokumentasi pribadi

Figure 1. Map of Patimban Subang shipping lanes, West Java and research locations (red boxes).

Source: Personal documentation



Gambar 2. Peta sebaran lokasi titik sampel penelitian. Sumber: Dokumentasi pribadi

Figure 2. Map of the distribution of research sample point locations. Source: Personal documentation

Perhitungan nilai konsentrasi TSS pada Citra Landsat 8 OLI dengan menggunakan band merah pada data citra satelit tersebut, sehingga persamaan dari Algoritma Budhiman (Budhiman, 2004) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = 8.1429 * exp^{(23.704 * \text{Band Merah})} \quad \dots\dots\dots 2)$$

Algoritma dari Guzman–Santaella (Guzmán & Santaella, 2009) ini menggunakan nilai reflektan Landsat 8 Band 4 (636-673 nm) dikarenakan panjang gelombang tersebut memberikan nilai reflektan yang baik untuk TSS. Adapun Rumus algoritma yang digunakan yaitu :

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = 602.63 \times (0,0007 * e^{(47.755 * \text{Band Merah})} + 3.1481 \quad \dots\dots 3)$$

Landsat 8 dirancang untuk meningkatkan data satelit yang terdapat pada Landsat 7, pengujian algoritma tervalidasi dilakukan dengan menggunakan akuisisi data Landsat 8 pada tahun 2013 (Parwati & Purwanto, 2017), sehingga algoritma yang digunakan untuk mendapatkan nilai TSS dari reflektansi citra Landsat 8 dalam suatu perairan yaitu :

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = 3.3238 * exp^{(34.099 * \text{Band Merah})} \quad \dots\dots\dots 4)$$

Perhitungan statistik digunakan untuk mengetahui apakah data citra satelit dapat digunakan untuk

menggambarkan kondisi yang ada di lapangan. Nilai pada analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi (r) menurut (Sukojo & Amalina, 2019) adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots 5)$$

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai r = +1 atau mendekati positif (+) satu berarti variabel x mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel y. Sedangkan apabila nilai r = -1 atau mendekati negatif (-) satu berarti variabel X mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel y. Dan apabila r = 0 atau mendekati nol (0) maka variabel x kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel y, hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel y tidak dipengaruhi variabel x (Tabel 1).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Sedimen Transport (*Suspended Transport & Bed Load Transport*) Insitu**

Terdapat dua jenis transport sedimen yang ada di daerah pantai yaitu transport sedimen yang melayang (*suspended transport*) dan yang di dasar perairan (*bed load transport*). Deskripsi dari kedua proses tersebut, terutama untuk sedimen yang ukuran partikelnya bervariasi (bercampur), merupakan suatu hal yang sulit karena kedua proses tersebut sangat berhubungan (Salam *et al.*, 2016). Pengambilan data lapangan

dilaksanakan pada periode Agustus – September 2019.

**Sedimen Suspensi (*Suspended Load*)**

Kandungan *Suspended Load* pada saat *Spring Tide* di lapisan permukaan berkisar antara 8,4 mg/l s/d 106,8 mg/l. Dari kondisi tersebut dapat diketahui bahwa kandungan *Suspended Load* rata-rata di lapisan permukaan sebesar 36,70 mg/l. Kandungan *Suspended Load* pada saat *Spring Tide* di lapisan dasar berkisar antara 0,8 mg/l s/d 288,8 mg/l. Dari kondisi tersebut dapat diketahui bahwa kandungan *Suspended Load* rata-rata di lapisan dasar sebesar 53,22 mg/l.

Kandungan *Suspended Load* pada saat *Neap Tide* di lapisan permukaan berkisar antara 4,8 mg/l s/d 84 mg/l. Dari kondisi tersebut dapat diketahui bahwa kandungan *Suspended Load* rata-rata di lapisan permukaan sebesar 31,1 mg/l. Kandungan *Suspended Load* pada saat *Neap Tide* di lapisan dasar berkisar antara 4,8 mg/l s/d 76,8 mg/l. Dari kondisi tersebut dapat diketahui bahwa kandungan *Suspended Load* rata-rata di lapisan dasar sebesar 36,87 mg/l.

Kandungan *Suspended Load* rata-rata selama periode penelitian pada saat *Spring* dan *Neap Tide* di alur pelayaran pelabuhan Patimban sebesar 157.86 mg/l. Konsentrasi TSS yang ada di perairan Patimban diduga diakibatkan oleh masih adanya proses reklamasi atau perluasan dermaga/ pelabuhan Patimban, adanya proses dredging pengerukan yang masih terus berjalan hingga kedalaman -14 m (KM 272 Tahun 2020 Tentang Alur Masuk Pelayaran Patimban), serta adanya pengaruh dari pergerakan pola arus yang terjadi baik pada saat kondisi pasang menuju surut, dan sebaliknya dimana terjadi perpindahan lokasi konsentrasi TSS yang ada. Menurut Ardana & Mahendra 2009 dalam (Kamajaya *et al.*, 2021) kondisi pasang surut berpengaruh terhadap sebaran konsentrasi TSS yang ada di wilayah tersebut.

**Sedimen Dasar Perairan (*Bed Load*)**

Hasil analisis besar butir sedimen dasar berdasarkan skala Wenworth (1922), dimana diameter butir dan persen beratnya komponen sedimen dikelompokkan kedalam lempung (diameter <0,004 mm), lanau (diameter 0,004 – 0,063), pasir (diameter 0,063 - 2,00 mm) dan kerikil (2-8 mm).

Berdasarkan Tabel 2. di atas, diketahui material dasarnya lautnya adalah *Clay* (Lempung) hingga *Sandy Clay* (Lempung Pasiran) dan dominasi dasar lautnya *Clay* (Lempung). Hasil pengelompokkan berdasar persentase beratnya berdasarkan Shepard (1954) dapat diketahui penamaan jenis sedimen dasar untuk setiap

Tabel 1. Interpretasi Koefisien Korelasi  
Table 1. Interpretation of the Correlation Coefficient

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber : Indeswari, 2018

Tabel 2. Detail data hasil analisis besar butir sampel dasar laut (Bed Load) yang dikelompokkan dalam diagram Segitiga Shepard (1954) untuk lanau & lempung.

Table 2. Detailed data from analysis of seafloor sample size (Bed Load) grouped in the Shepard Triangle diagram (1954) for silt & clay.

No	Kode Sampel	Persentase berat sedimen		Jenis sedimen
		Lanau	Lempung	
1	ST.1	13,98	46,72	Sandy Clay (Lempung Pasiran)
2	ST.2	12,14	56,34	Sandy Clay (Lempung Pasiran)
3	ST.3	12,50	46,03	Sandy Clay (Lempung Pasiran)
4	ST.4	2,57	95,28	Clay (Lempung)
5	ST.5	11,85	86,41	Clay (Lempung)
6	ST.6	0,06	99,87	Clay (Lempung)
7	ST.7	0,65	99,17	Clay (Lempung)
8	ST.8	29,36	48,78	Sand-Silt-Clay (Pasir-Lanau-Lempung)
9	ST.9	25,31	48,68	Sand-Silt-Clay (Pasir-Lanau-Lempung)
10	ST.10	0,18	99,72	Clay (Lempung)
11	ST.11	0,05	99,86	Clay (Lempung)
12	ST.12	0,12	99,87	Clay (Lempung)
13	ST.13	0,14	99,68	Clay (Lempung)
14	ST.14	0,05	99,89	Clay (Lempung)
15	ST.15	1,02	96,93	Clay (Lempung)
16	ST.16	0,61	98,40	Clay (Lempung)
17	ST.17	1,09	96,68	Clay (Lempung)
18	ST.18	2,12	76,39	Clay (Lempung)
19	ST.19	6,42	70,73	Sandy Clay (Lempung Pasiran)
20	ST.20	1,20	96,58	Clay (Lempung)
21	ST.21	0,28	99,54	Clay (Lempung)

Sumber : Shepard (1954)

stasiun sampel. Dari jumlah 21 stasiun sampel, jenis *Sandy Clay* (Lempung Pasiran) terdapat pada stasiun 1,2,3, dan 19. Jenis *Sand-Silt-Clay* (Pasir- Lanau-Lempung) terdapat pada stasiun 8 dan 9. Jenis *Clay* (Lempung) terdapat pada stasiun 4 sd 7, 10 s.d 18, 20 dan 21.

Berdasarkan Penelitian PPPGL (2010) dalam (Jade *et al.*, 2018), mengenai Geodinamika Sepanjang Pantai Utara Jawa secara keseluruhan ditemukan sedimentasi di Teluk Ciasem wilayah Subang, Jawa Barat mulai dari muara Sungai Cipunagara sampai muara Sungai Mangsetan, dengan jenis berupa kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Adapun sedimen dengan karakteristik lanau pasiran berada di kedalaman 2,5 – 20m yang tersusun oleh sedimentasi berukuran alus dan sedikit pasir, fosil, atau fragmen fosil.

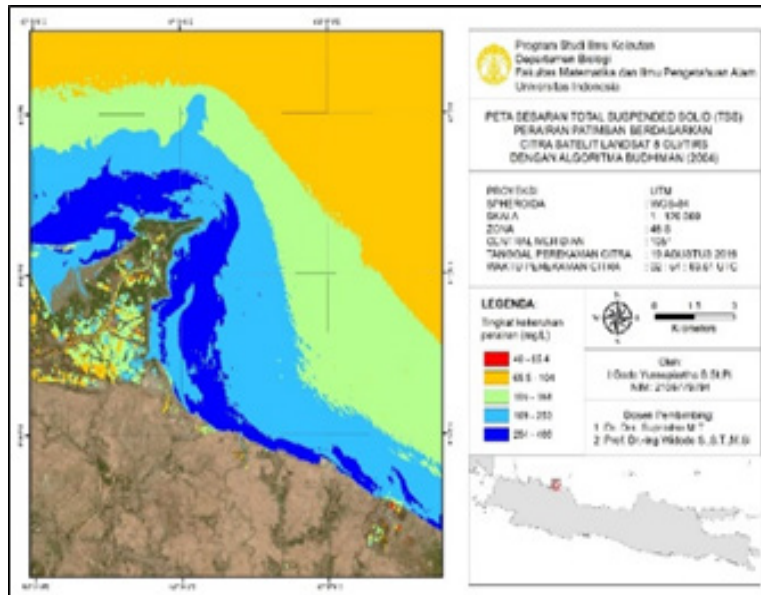
#### Analisis Sediment Transport dari *Suspended Load* (TSS) Berdasarkan Algoritma.

##### *Algoritma Syarif Budhiman (Budhiman, 2004)*

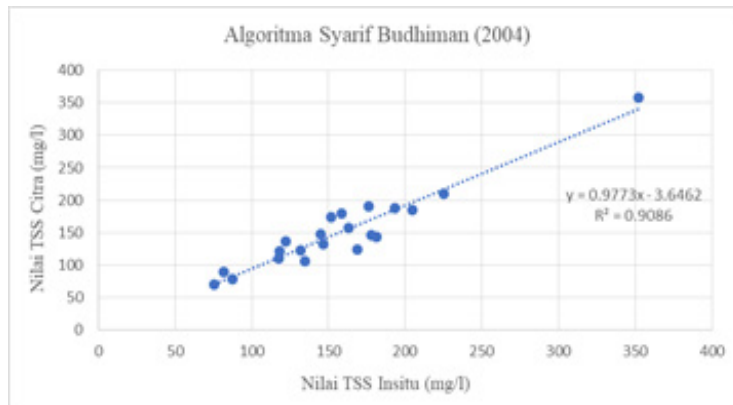
Hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI untuk mengetahui sebaran sedimen tersuspensi dengan menggunakan algoritma Budhiman (2004) disajikan pada Gambar 3 dengan nilai TSS berkisar antara 40 –

400 mg/l. Adapun nilai rata-rata dari konsentrasi TSS sebesar 150,64 mg/l. Nilai TSS yang tinggi (bar warna biru) dikarenakan daerah tersebut merupakan zona pasang surut (*intertidal zone*), yang bermakna apabila saat kondisi air laut pasang area tersebut akan menjadi suatu perairan sedangkan saat kondisi air laut surut akan menjadi daratan.

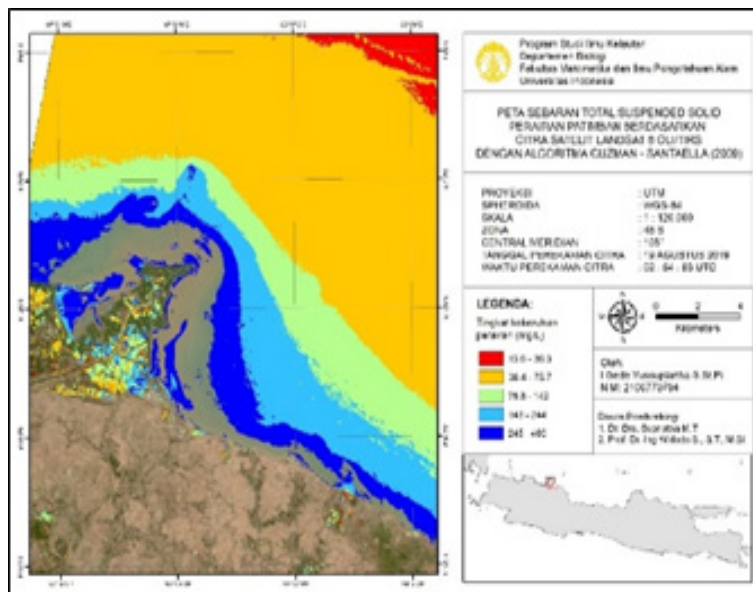
Hasil uji korelasi dengan menggunakan regresi linear sederhana yang dilakukan terhadap data TSS insitu dengan algoritma Budhiman (2004) mendapatkan persamaan  $y = 0,97773x - 3,6462$ . Dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 91%. Uji regresi linear menunjukkan kurva positif dimana  $R^2 = 0,9086$  (mendekati 1) (Gambar 4). Hasil ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan algoritma Syarif Budhiman terhadap nilai TSS in situ termasuk dalam kategori sangat kuat (Sukojo & Amalina, 2019). Uji regresi linear sederhana ini juga bertujuan mendapatkan koefisien persamaan yang nanti digunakan untuk pengembangan algoritma Budhiman (2004) yang dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi TSS khususnya yang ada di perairan Patimban dengan menggunakan data dari citra satelit.



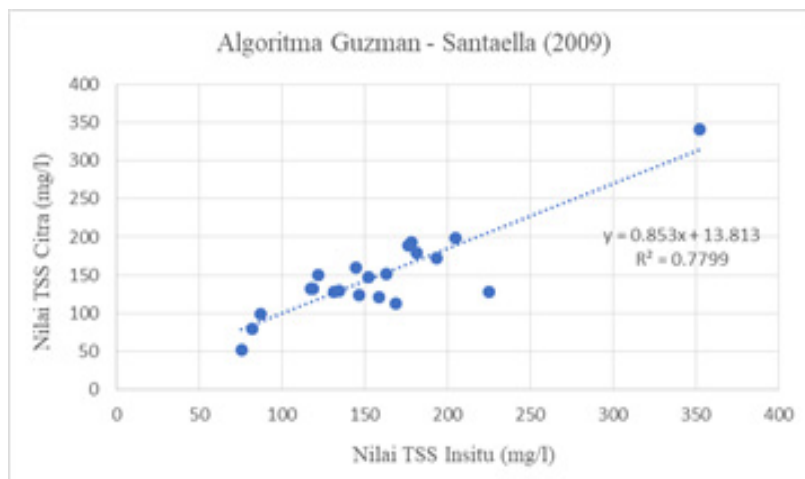
Gambar 3. Hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI dengan Algoritma Budhiman. Sumber: Hasil Analisa  
 Figure 3. Processing results of Landsat 8 OLI satellite imagery with the Budhiman Algorithm. Source: Analysis Results



Gambar 4. Regresi linear sederhana TSS In Situ dengan algoritma Budhiman (2004). Sumber: Hasil Analisa  
 Figure 4. Simple linear regression of TSS In Situ with Budhiman's algorithm (2004). Source: Analysis Results



Gambar 5. Hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI dengan algoritma Guzman-Santaella (2009). Sumber: Hasil Analisa  
 Figure 5. The results of processing Landsat 8 OLI satellite imagery with the Guzman-Santaella algorithm (2009). Source: Analysis Results



Gambar 6. Regresi linear sederhana TSS In Situ dengan algoritma Guzman-Santaella (2009). Sumber: Hasil Analisa *Figure 6. TSS In Situ simple linear regression with the Guzman-Santaella algorithm (2009). Source: Analysis Results*

**Algoritma Guzman-Santaella (Guzmán & Fernando Santaella, 2009)**

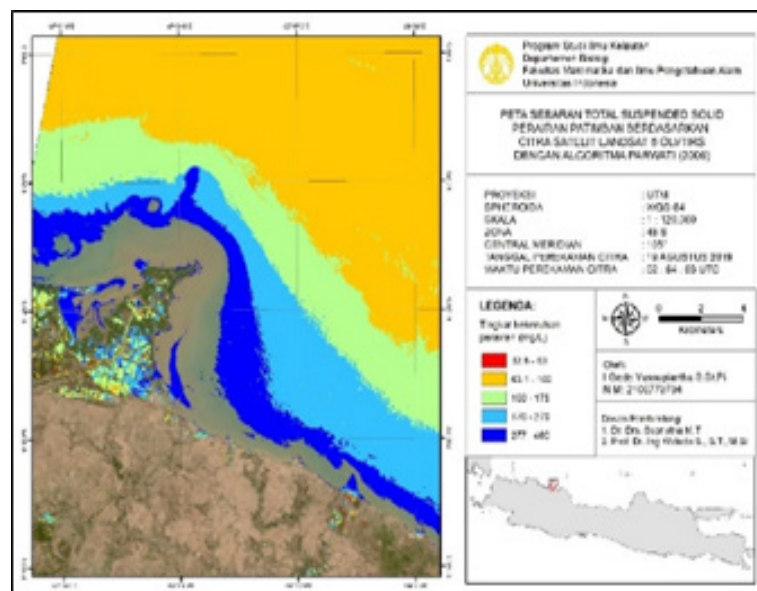
Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan algoritma Guzman-Santaella di perairan Patimban memiliki konsentrasi TSS dengan nilai konsentrasi 13,6 mg/l sampai dengan 400 mg/. Kondisi nilai rata-rata konsentrasi TSS pada perairan Patimban sebesar 148,46 mg/l (Gambar 5).

Sebaran konsentrasi TSS berdasarkan hasil perhitungan dengan algoritma Guzman-Santaella menunjukkan hasil yang sama dengan algoritma Budhiman. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan konsentrasi warna pada bar warna biru yang berada di wilayah pesisir pantai.

Uji korelasi dari hasil ekstraksi nilai TSS dari citra Landsat 8 OLI pada tanggal 19 Agustus 2019 dengan menerapkan algoritma Guzman-Santaella terhadap nilai TSS in situ diperoleh nilai persamaan  $y = 0,853x + 13,813$ . Dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,7799. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara hasil ekstraksi nilai TSS dari citra menggunakan algoritma Guzman & Santaella terhadap nilai TSS in situ termasuk dalam kategori kuat (Sukojo & Amalina, 2019). Adapun representasi hasil uji korelasi data di atas dapat dilihat pada Gambar 6.

**Algoritma Parwati (Parwati & Purwanto, 2017)**

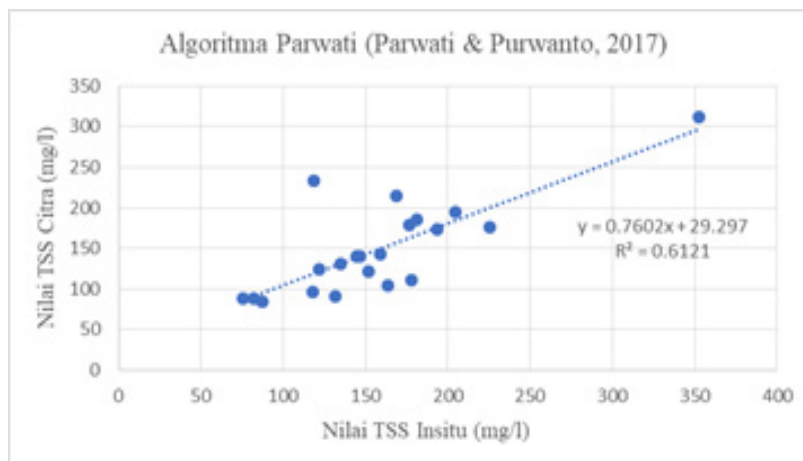
Hasil analisis data citra satelit dengan menggunakan algoritma Parwati di perairan Patimban memiliki



Gambar 7. Hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI dengan algoritma Parwati (Parwati & Purwanto, 2017).

Sumber: Hasil Analisa

*Figure 7. The results of processing Landsat 8 OLI satellite imagery with the Parwati algorithm (Parwati & Purwanto, 2017). Source: Analysis Results*



Gambar 8. Regresi linear sederhana TSS In Situ dengan algoritma Parwati (Parwati & Purwanto, 2017).  
Sumber: Hasil Analisa

Figure 8. TSS In Situ simple linear regression with the Parwati algorithm (Parwati & Purwanto, 2017).  
Source: Analysis Results

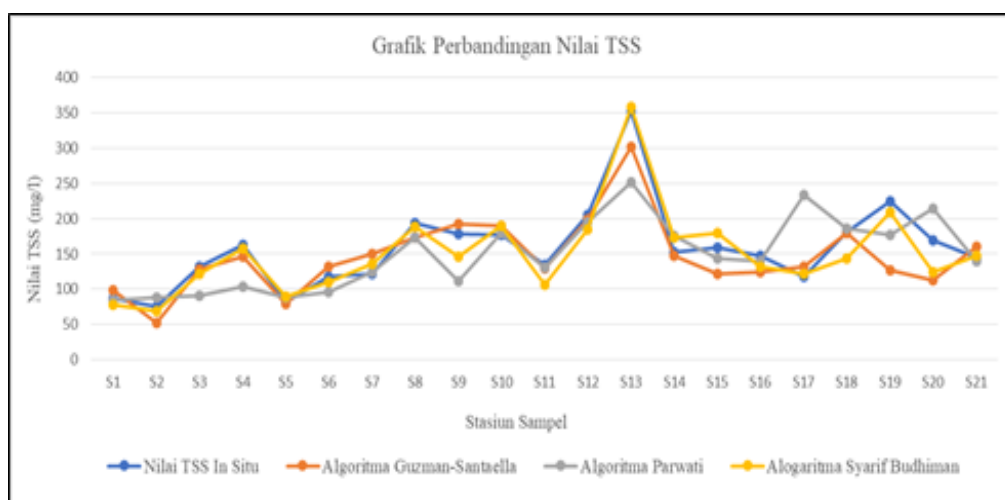
konsentrasi TSS dengan nilai konsentrasi 32,8 mg/l sampai dengan 400 mg/. Kondisi nilai rata-rata konsentrasi TSS pada perairan Patimban sebesar 149,30 mg/l (Gambar 7). Konsentrasi tertinggi dari sebaran TSS terdapat di wilayah pesisir pantai.

Berdasarkan hasil penerapan regresi linier sederhana didapatkan korelasi dari algoritma Parwati koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,6121 (Gambar 8). Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil data in situ dan hasil pengolahan citra satelit menggunakan Algoritma Parwati (Parwati & Purwanto, 2017) dianggap memiliki hubungan korelasi yang kuat.

Perbandingan dinamika konsentrasi *Suspended Load* (TSS) yang diperoleh dari data insitu dengan hasil pada pengolahan data citra satelit bersifat dinamis (Gambar

9). Nilai fluktuatif dari analisis data citra Landsat 8 OLI dimungkinkan terjadi karena adanya gangguan atmosfer berupa adanya kabut dan awan yang terjadi pada saat akuisisi dari data citra satelit tersebut, sehingga menyebabkan kondisi perairan pada citra yang diakuisisi terlihat lebih keruh, dan ketika diolah nilai TSS-nya menjadi lebih besar.

Hal berbeda ditunjukkan dari hasil pengolahan data In Situ, dimana pengaruh sungai – sungai yang ada di sekitar daerah Subang, khususnya Cipunagara tidak terlalu signifikan terhadap sedimentasi yang terjadi pada alur pelayaran maupun kolam pelabuhan yang ada. Adapun beberapa faktor dominan yang mempengaruhinya adalah adanya pergerakan dari arus sepanjang pantai atau *longshore current* maupun arus pasang surut (*tidal current*) sehingga mengakibatkan



Gambar 9. Perbandingan Nilai TSS In Situ dengan hasil pengolahan citra satelit Landsat 8 OLI dengan 3 algoritma yang berbeda. Sumber: Hasil Analisa

Figure 9. Comparison of TSS In Situ Values with the results of processing Landsat 8 OLI satellite imagery with 3 different algorithms. Source: Analysis Results



sedimen ikut bergerak naik turun mengikuti pola arus, adanya kegiatan pengerukan yang masih berjalan di alur pelabuhan Patimban sampai kedalaman -14 meter sesuai KM 272 Tahun 2020 Tentang Alur Masuk Pelayaran Patimban, sehingga sedimen yang ada di sekitar perairan Patimban ikut tererosi ke daerah alur akibat slope yang tinggi, selain itu adanya pengaruh dari kecepatan arus yang rendah dari beberapa aliran sungai yang ada di wilayah Subang, Jawa Barat

Penggunaan citra satelit sebagai salah satu metode ilmiah dalam proses pemantauan *Total Suspended Solid* (TSS) di sekitar Perairan Patimban, Subang, Jawa Barat dapat diimplementasikan. Proses pengambilan data menggunakan citra satelit memiliki keuntungan yaitu luasnya jangkauan wilayah yang dapat terekam guna mendapatkan detail informasi dan data yang menjadi bahasan pengkajian. Luasnya wilayah jangkauan citra satelit tersebut dapat dimanfaatkan dalam pemantauan *Total Suspended Solid* (TSS) di alur pelayaran pelabuhan Patimban, karena secara signifikan dapat memberikan informasi perubahan – perubahan yang terjadi pada area tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi *Suspended Load* rata-rata selama periode penelitian pada saat *Spring* dan *Neap Tide* di alur pelayaran pelabuhan Patimban sebesar 157,86 mg/l, faktor oseanografi dan aktivitas manusia seperti reklamasi dan *dredging* (pengerukan) menjadi faktor dominan yang mempengaruhi sebaran dari konsentrasi TSS yang ada. Algoritma Syarif Budhiman memiliki nilai koefisien korelasi yang sangat kuat dimana  $R^2=0,9086$  jika dibandingkan dengan algoritma Guzman-Santaella dan Parwati dengan nilai  $R^2=0,7799$  dan  $R^2=0,6121$  sehingga paling cocok untuk selanjutnya dilakukan pengembangan algoritma TSS yang dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi *Suspended Load* yang ada di perairan Patimban, Subang, Jawa Barat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ilmiah ini merupakan bagian dari tesis penulis yang dibimbing oleh Dr. Drs. Supriatna M.T., dan Prof. Dr.-Ing Widodo S.Pranowo,S.T.,M.Si. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pushidrosal, STTAL, serta seluruh pihak yang telah berperan dalam penelitian ini, baik dalam bentuk perizinan, konsultasi, maupun yang telah membantu dalam pengolahan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, F. N., Afgatiani, P. M., Adawiah, S. W., Anggraini, N., Ginting, D. N., Parwati, E., & Asriningrum, W. (2021). Kesesuaian Wilayah Budi Daya Ikan Kerapu Berdasarkan Citra Satelit Landsat-8 Operational Land Imager (OLI)/ Thermal Infrared Sensor (TIRS) (Studi Kasus Perairan Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 18(1), 37–46.
- Budhiman, S. (2004). *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta*, Indonesia. ITC.
- BSN. (2004). SNI Nomor 06-6989.3-2004 tentang Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.
- Indeswari. L, (2018). Pemetaan Persebaran Total Suspended Solid (TSS) Dengan Memanfaatkan Citra Landsat Multitemporal dan Data In Situ (Studi Kasus : Perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo). In *Jurnal Teknik ITS* (Vol. 7, Issue 1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28698>.
- Jade, R. M. R., Perbani, N. M. R. R. C., & Handiani, D. N. (2018). Analisis Efektivitas Bangunan Pelindung Pelabuhan Patimban dan Pantai Sekitar Melalui Tinjauan Hidro-Oseanografi. *Reka Geomatika*, 2017(2), 102–112. <https://doi.org/10.26760/jrg.v2017i2.1769>
- Jiyah., Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2017). Studi distribusi total suspended solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak menggunakan citra landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 41–47. DOI: <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.15033>
- Kamajaya, G. Y., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. (2021). Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Berdasarkan Citra Landsat 8 Menggunakan Tiga Algoritma Berbeda Di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.24843/jmas.2021.v07.i01.p03>

- Keputusan Menteri Perhubungan. (2017). Nomor 87 Tahun 2017. Rencana Induk Pelabuhan (RIP) Patimban, Provinsi Jawa Barat. Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan (2017). Nomor 272 Tahun 2020. Penetapan Alur-Pelayaran, Sistem Rute, Tata Cara Berlalu Lintas, dan Daerah Labuh Kapal sesuai dengan Kepentingannya di Alur-Pelayaran Masuk Pelabuhan Patimban. Jakarta.
- Parwati, E., & Purwanto, A. D. (2017). Time Series Analysis of Total Suspended Solid (Tss) Using Landsat Data in Berau Coastal Area, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2017.v14.a2676>
- Rodríguez-Guzmán, V., & Gilbes-Santaella, F. (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.
- Salam, R., Pandoe, W. W., Sudarman, S., & Trismadi, T. (2016). Analisa Laju Sedimentasi dan Transpor Sedimen pada Pembangunan Breakwater Dermaga Lantamal III Pondokdayung di Tanjungpriok Jakarta. *Jurnal Chart Datum*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v2i1.67>
- Satria, A., Putra, P., Sukmono, A., & Sabri, L. M. (2020). Studi Perubahan Kerapatan Vegetasi Di Daerah Aliran Sungai Blorong Terhadap Dinamika Total Suspended Solid Perairan Sekitar Pelabuhan Kendal Dengan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(2), 1–10.
- Sukojo, B. M., & Amalina, N. C. (2019). Analysis of Changes in Concentration of Total Suspended Solid (TSS) in Lamong Bay Using Multitemporal Landsat Imagery. *Paper of Geodesy and Geomatics*, 15(1), 28–35.