

Pengaruh Sedimentasi terhadap Kerusakan Lingkungan Berdasarkan Analisis Citra Sentinel di Perairan Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah

Tedi Prayoga¹, Lin Yola²

^{1,2} Program Studi Kajian Pengembangan Perkotaan, Sekolah Kajian Strategik dan Global,
Universitas Indonesia

Email: tediprayogaundip@gmail.com

Abstrak

Delta Wulan merupakan daerah strategis di wilayah pesisir utara Pulau Jawa yang banyak dimanfaatkan untuk aktivitas manusia seperti pertambakan, pemukiman penduduk, tanaman mangrove, dan jalur transportasi kapal nelayan. Hal tersebut berdampak pada besarnya kandungan material padatan tersuspensi yang terdapat pada sungai. Pengamatan sebaran material padatan tersuspensi dibutuhkan untuk mengetahui pola sedimentasi untuk mencegah pendangkalan dan banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran material padatan tersuspensi di Delta Wulan menggunakan metode penginderaan jauh. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Sentinel-2A, konsentrasi material padatan tersuspensi hasil uji gravimetri, pasang surut dihitung dengan menggunakan metode Admiralty dan arus pemodelan numerik menggunakan Mike 21 Flow Model FM. Pengolahan data menggunakan Metode Regresi (Linear, Eksponensial dan Logaritmik). Hasil analisis data menunjukkan bahwa konsentrasi material padatan tersuspensi di sekitar Delta Wulan relatif tinggi, konsentrasi tertinggi terdapat di arah barat muara sungai atau di daerah yang berupa delta. Model regresi terbaik, yaitu model regresi exponential antara nilai band merah dengan nilai konsentrasi data lapangan dengan nilai uji akurasi nilai RMSE sebesar 3,8895. Berdasarkan hasil yang didapat, dapat disimpulkan jika algoritma Metode Regresi merupakan algoritma yang dapat digunakan untuk pemetaan sebaran material padatan tersuspensi di Delta Wulan, Kabupaten Demak.

Kata Kunci: *Material Padatan Tersuspensi, Penginderaan Jauh, Sentinel-2A, Mike 21, Delta Wulan*

Abstract

Delta Wulan is a strategic area in the northern coastal region of Java Island which is widely used for human activities such as aquaculture, residential areas, mangrove plants, and fishing boat transportation routes. This has an impact on the amount of total suspended solid material contained in the river. Observation of the distribution of suspended solids is needed to determine the sedimentation pattern to prevent silting and flooding. The purpose of this study was to determine the distribution of total suspended solids in Delta Wulan using remote sensing methods. The data used in this research are Sentinel-2A satellite imagery, the concentration of total suspended solids from the gravimetric test results, the tides are calculated using the Admiralty method and the flow of numerical modeling using the Mike 21 Flow Model FM. Data processing using the Regression Method (Linear, Exponential and Logarithmic). The results of data analysis show that the concentration of total suspended solids around the Wulan Delta is relatively high, with the highest concentration in the west of the river estuary or in areas in the form of deltas. The best regression model is the exponential regression model between the red band value and the field data concentration value with the RMSE accuracy test value of 3.8895. Based on the results obtained, it can be concluded that the Regression Method algorithm is an algorithm that can be used for mapping the distribution of suspended solids in Delta Wulan, Demak Regency.

Keywords: *Total Suspended Solid, Remote Sensing, Sentinel-2A, Mike 21, Delta Wulan*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah pesisir yang cukup luas dengan panjang garis pantai mencapai 99.093 km² (Samantha, 2013). Muara Sungai Wulan merupakan daerah strategis di wilayah pesisir utara Pulau Jawa yang banyak dimanfaatkan untuk aktivitas manusia seperti pertambakan, pemukiman penduduk, tanaman mangrove, dan jalur transportasi kapal nelayan. Sungai Wulan memiliki tingkat sedimentasi yang tinggi dan mampu membentuk delta di muara sungai, delta sungai wulan telah mengalami sedimentasi dan abrasi yang signifikan dalam perkembangannya dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2015 (Putri et al., 2017). Kondisi sedimentasi di suatu wilayah perairan dapat diketahui melalui seberapa besar kisaran material padatan tersuspensi di wilayah tersebut (Jiyah et al, 2017). Persebaran material padatan tersuspensi di muara sungai dipengaruhi oleh faktor –faktor oseanografi, pasang surut dapat membangkitkan arus pasang surut yang dapat membawa material padatan tersuspensi yang akan mengendap di suatu perairan (Qhomariyah dan Yuwono, 2016).

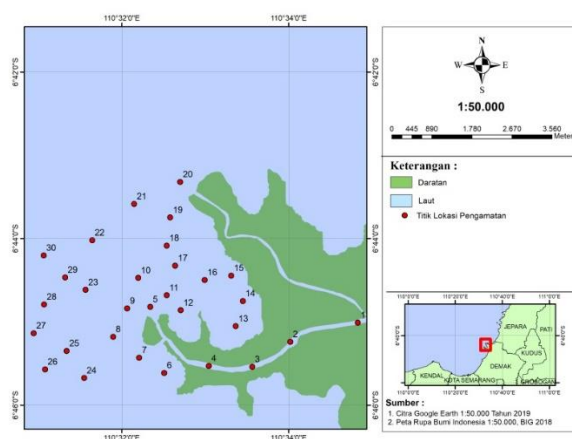
Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan di Delta Sungai Wulan menyebutkan bahwa nilai konsentrasi material padatan tersuspensi tertinggi terdapat pada sekitar muara sungai dan semakin berkurang ke arah laut lepas dengan nilai konsentrasi berkisar antara 55 mg/l – 129 mg/l (Manurung et al., 2017). Sedimentasi yang tinggi di wilayah muara akan berakibat pendangkalan, sehingga hal tersebut akan mengganggu aktivitas nelayan dan konsentrasi material padatan tersuspensi yang tinggi dapat mereduksi penetrasi cahaya terhadap air sehingga berdampak pada berkurangnya produksi utama dari fitoplankton yang dapat mengganggu aktivitas tambak budidaya (Qanita et al., 2017). Penelitian mengenai “Analisis Material Padatan Tersuspensi Berdasarkan Analisis Citra Satelit Sentinel 2A di Perairan Delta Wulan Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah” belum dilakukan di daerah tersebut dengan menggunakan citra satelit sentinel 2A dan arus pasang surut. Metode penginderaan jauh dengan citra satelit Sentinel 2A memiliki kemampuan menembus kolom air dengan resolusi spasial 10 m dan resolusi temporal 5 hari serta memiliki area sapuan sebesar 290 km² telah dikembangkan untuk mengetahui nilai sebaran material padatan tersuspensi (Gatti dan Bertolini, 2015).

Pemetaan dan estimasi nilai material padatan tersuspensi menggunakan penginderaan jauh memiliki keunggulan dalam hal penghematan biaya dan waktu serta data yang mudah didapatkan telah dikembangkan menggunakan berbagai pendekatan algoritma dan transformasi spektral, pemetaan dan estimasi dikategorikan kedalam empat kelompok pendekatan antara lain regresi sederhana (korelasi antara band tunggal dengan data insitu), teknik spectral mixing, teknik rasio band menggunakan dua atau lebih band, dan regresi berganda menggunakan berbagai band dan pengukuran insitu (Hossain et al., 2012). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sebaran material padatan tersuspensi di Perairan Delta Wulan, diharapkan bisa menjadi acuan bagi pemerintah dan pelaku kegiatan terkait sebagai langkah awal pencegahan pendangkalan dan banjir.

METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data utama dan data pendukung. Data utama yaitu citra Satelit Sentinel-2A (Perekaman 15 November 2019), Data arus dan data konsentrasi material padatan tersuspensi yang didapatkan dari hasil survei lapangan di Perairan Delta Wulan Demak. Data pendukung meliputi data peta batimetri nasional dan data pasang surut perairan Delta Wulan Demak hasil pengukuran BIG November 2019), dan Peta Rupabumi Indonesia Kabupaten Demak skala 1:25000.

Wilayah kajian penelitian berada di Perairan Delta Wulan, Kabupaten Demak. Wilayah penelitian batasan kajian berkoordinat 110°29'32" Bujur Timur sampai 110°34'58" Bujur Timur dan 6°42'4" Lintang Selatan sampai 6°46'12" Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif karena telah memenuhi kaidah- kaidah ilmiah yaitu konkret, obyektif, rasional, sistematis. Metode kuantitatif memiliki karakteristik sistematis, terencana dan terstruktur dari awal hingga akhir penelitian (Suryana, 2010). Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan stratified random sampling. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan cara membagi area sampling menjadi 3 kelas berdasarkan pengolahan konsentrasi MPT citra Sentinel-2 perekaman 5 November 2019. Jumlah sampel yang diambil yakni sebanyak 30 sampel. Sampel sedimen yang tersuspensi diambil menggunakan botol nansen atau water sampler (Atmojo, 2011). Pengukuran arus laut dengan metode Eulerian pada satu titik secara insitu pada 0d. Pengukuran arus terdiri 2 tahap. Dalam penentuan arah arus, drifter dilepas ke perairan selama 1 menit. Arah drifter diukur dengan kompas tembak. Untuk mengukur kecepatan arus, currentmeter dimasukkan ke dalam permukaan air ke arah arus lalu diukur dengan perputaran rotor. Semua data dicatat dalam tabel pengamatan.

Konsentrasi MPT yang terkandung dalam sampel dapat diketahui dengan menggunakan metode gravimetri. Massa sedimen tersuspensi pada sampel air laut dapat diketahui dengan menimbang selisih berat kering kertas saring setelah dan sebelum dilakukan filtrasi (Poerbandono dan Djunarsah, 2005). Data penginderaan jauh yang direkam umumnya merupakan data mentah (raw data), sehingga perlu dilakukan pengolahan secara digital. Tahap koreksi geometrik pada penelitian ini tidak dilakukan karena citra Sentinel-2 level 2A sudah terkoreksi geometrik. Kanal yang digunakan juga memiliki resolusi spasial yang sama yakni 10 m. Koreksi radiometrik tidak dilakukan pada citra satelit Sentinel-2 level 2A, karena produk level 2A sudah terkoreksi radiometrik dan memiliki nilai reflektansi Bottom of Atmosphere (Gatti dan Bertolini, 2015). Pemisahan objek (Masking) pada citra satelit yaitu memberikan nilai nol untuk objek yang bukan berupa laut. Masking citra antara perairan dan daratan ini dimaksudkan agar nilai spektral yang digunakan dalam proses interpretasi tidak dipengaruhi oleh nilai spektral dari daratan. Masking dilakukan dengan menggunakan kanal Near Infrared (NIR). Penajaman citra merupakan proses dalam pengolahan citra satelit penginderaan jauh untuk memberikan tampilan tertentu pada citra sehingga citra tersebut mempunyai tampilan yang lebih informatif. Penajaman citra dilakukan dengan mentransformasikan nilai spektral menjadi konsentrasi MPT menggunakan formula yang diturunkan dari algoritma terbaik. Algoritma yang digunakan menggunakan persamaan yang diperoleh melalui analisis regresi antara nilai piksel pada kanal yang diuji dengan data MPT lapangan hasil uji laboratorium. Kanal yang digunakan yaitu kanal biru, hijau, merah dan NIR yang terdiri atas kanal tunggal dan kombinasi masing-masing kanal dengan operasi matematika sederhana (penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian). Persamaan algoritma Metode Regresi diperoleh melalui pendekatan secara linear dan eksponensial.

Pengolahan data arus dilakukan dengan menggunakan software MIKE 21 dan ArcGis 10.3.

Penggunaan software ini bertujuan untuk memodelkan pola pergerakan arus berupa kecepatan dan arah arus dalam penelitian. Data Pasang surut dianalisis dengan metode admiralty untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut. Konstanta yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut dengan menggunakan formula Formzahl. Penentuan tipe pasang surut dilakukan dengan melihat nilai Formzahl (Fadilah et al., 2014).

Uji Validasi Pemodelan Sebaran Material Padatan Tersuspensi dan Arus

Uji Validasi Hasil Pendugaan algoritma dan pemodelan arus dengan Sampel Lapangan Validasi data citra merupakan proses statistik yang berguna untuk mengetahui perbandingan antara data model dengan data lapangan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemiripan antara data model dengan data yang diperoleh di lapangan (Allen et al., 2007 dalam Jing et al., 2013). Nilai kebenaran data dapat diketahui dengan menghitung seberapa besar error (kesalahan) pada data yang didapat. Nilai kesalahan dapat dihitung dengan rumus Root Mean Square Error (RMSE).

Uji Validasi	Persamaan
Root Mean Square Error (RMSE)	Root Mean Square Error (RMSE)
	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_m - x_e)^2}{n}}$
Keterangan: x_m = Nilai hasil pengukuran lapangan yang dianggap benar; x_e = Nilai hasil pengolahan n = Jumlah data	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis gravimetri menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada stasiun 16 dengan konsentrasi MPT sebesar 99,2 mg/l. Nilai terendah terdapat pada stasiun 30 dengan konsentrasi MPT sebesar 44,8 mg/l.

Tabel 1 Hasil analisis gravimetri

Stasiun	Lintang	Bujur	Kedalaman (m)	Konsentrasi (mg/l)		
				0,2D	0,6D	0,8D
1	6°45'0.60"S	110°34'49.68"E	-1.72	49,6	50,6	52,8
2	6°45'17.10"S	110°34'2.88"E	-1.60	50,6	52,2	54,4
3	6°45'32.41"S	110°33'33.79"E	-1,55	53,4	54,6	55,2
4	6°45'31.77"S	110°33'2.66"E	-1.58	55,8	56,00	56,2
5	6°44'58.27"S	110°32'23.53"E	-1.40	67,2	68,4	70,6
6	6°45'36.78"S	110°32'30.40"E	-1,76	87,2	87,4	88,6
7	6°45'25.85"S	110°32'12.42"E	-1,83	75,0	76,2	77,0
8	6°45'12.72"S	110°31'53.91"E	-2,43	60,4	60,8	61,2
9	6°44'50.31"S	110°32'4.01"E	-2,21	74,6	74,8	75,2
10	6°44'28.31"S	110°32'11.81"E	-2,12	75,6	76,2	78,4
11	6°44'40.79"S	110°32'32.17"E	-2,34	91,2	92,8	93,6
12	6°44'51.65"S	110°32'42.47"E	-2,53	93,6	94,4	95,2
13	6°45'3.13"S	110°33'21.81"E	-2,20	89,4	90,2	91,4
14	6°44'45.03"S	110°33'26.92"E	-2,76	94,2	95,2	96,2
15	6°44'26.73"S	110°33'18.59"E	-2,68	97,2	97,4	98,2
16	6°44'29.77"S	110°32'59.72"E	-2,78	98,2	98,6	99,2
17	6°44'19.49"S	110°32'38.34"E	-2,80	90,2	90,4	92,8

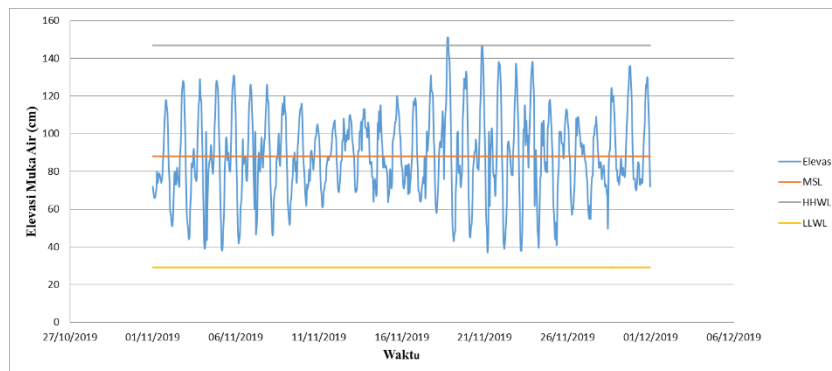
Stasiun	Lintang	Bujur	Kedalaman (m)	Konsentrasi (mg/l)		
				0,2D	0,6D	0,8D
18	6°44'5.05"S	110°32'32.14"E	-2,87	61,4	62,2	63,6
19	6°43'40.48"S	110°33'6.79"E	-2,34	75,8	76,2	77,2
20	6°43'36.74"S	110°32'41.12"E	-3,21	57,6	58,4	59,2
21	6°43'35.04"S	110°32'8.93"E	-3,65	58,8	59,2	60,4
22	6°44'1.19"S	110°31'38.75"E	-3,86	56,6	57,6	58,4
23	6°44'36.97"S	110°31'34.03"E	-3,75	59,6	60,8	61,2
24	6°45'40.47"S	110°31'32.71"E	-4,15	57,6	58,4	59,6
25	6°45'20.96"S	110°31'20.22"E	-4,65	55,2	56,6	57,2
26	6°45'34.21"S	110°31'4.73"E	-4,87	51,8	52,2	53,6
27	6°45'8.18"S	110°30'56.48"E	-5,62	46,4	47,6	48,2
28	6°44'47.47"S	110°31'4.10"E	-5,68	47,6	48,6	50,4
29	6°44'28.00"S	110°31'19.33"E	-5,84	46,2	47,2	48,4
30	6°44'12.15"S	110°31'3.64"E	-6,52	44,8	45,6	46,2

Berikut hasil pengolahan data pengukuran pasang surut bulan Februari 2020 Kota Pekalongan.

Tabel 2. Tabel Komponen Harmonik Pasut

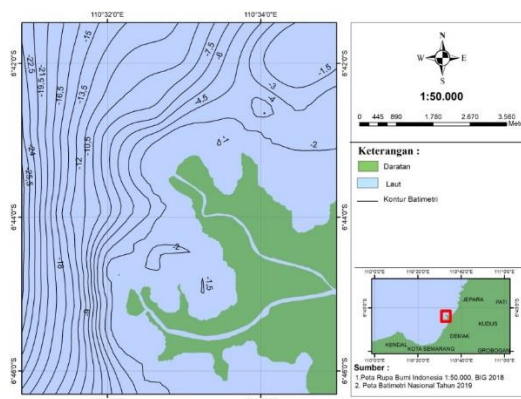
Koefisien	A (cm)	g°
S0	88,02	180
M2	13,44	39,69
S2	9,36	299,63
N2	7,66	1,66
K1	21,05	250,72
O1	5,57	95,01
M4	1,14	261,90
MS4	0,44	237,53
K2	2,53	299,63
P1	6,94	250,72

Tipe pasang surut berdasarkan nilai F (Formzahl) adalah 0,77 sehingga termasuk pasang campuran condong ke harian ganda. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shabari et al. (2019) yang juga memperoleh tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Tipe pasang surut ini berarti bahwa satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda. Selain itu, didapat nilai elevasi muka air laut berupa HHWL dan MSL secara berurutan adalah 186,41 cm dan 140,42 cm. Grafik pasang surut perairan Kota Pekalongan ditunjukkan dalam Gambar 2.



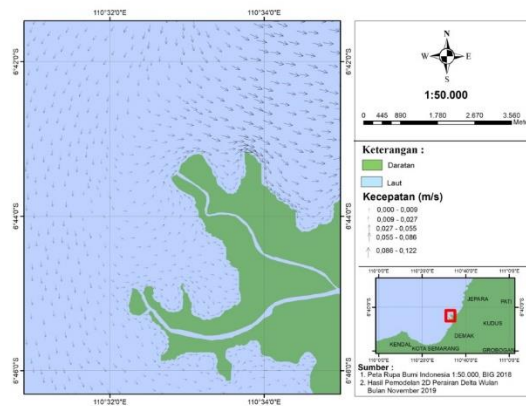
Gambar 2. Grafik Pasang Surut stasiun BIG bulan November 2020

Data batimetri diperoleh dari situs BATNAS (Batimetri Nasional) Badan Informasi Geografi (BIG) dengan datum MSL (Mean Sea Level). Data batimetri ini merupakan data digital yang menggambarkan elevasi berupa geometri dan bentuk muka bumi. Susunan data digital terdiri atas nilai koordinat x dan y yang mewakili distribusi spasial dan sistem koordinat z yang mewakili kedalaman dengan resolusi spasial 6arc-second. Data BATNAS yang diperoleh dalam format data tif. Untuk mendapatkan nilai kontur kedalaman, diolah dengan software ArcGIS 10.4. Hasil pengolahan batimetri Muara Sungai Wulan menampilkan kontur kedalaman perairan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



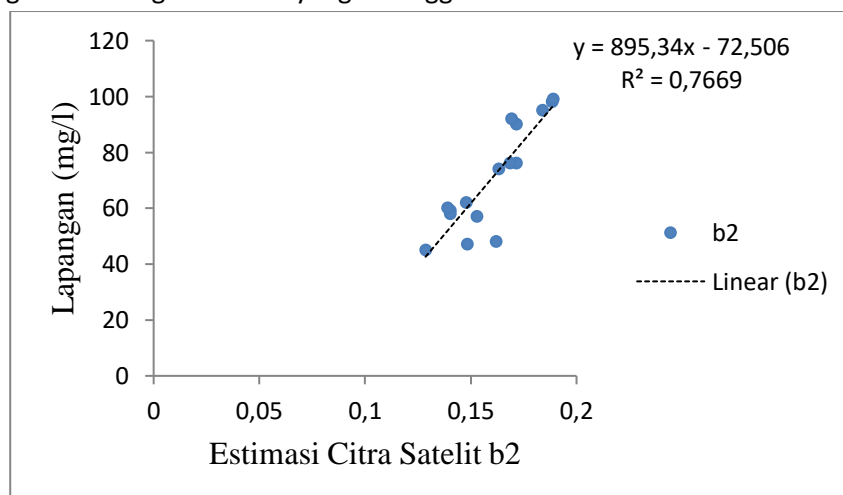
Gambar 3. Kontur Batimetri Delta Wulan

Pengolahan data arus dilakukan dengan metode pemodelan matematik dengan software MIKE 21 Flow Model FM, Hydrodynamic Module. Proses pemodelan hidrodinamika menggunakan persamaan kontinuitas dan persamaan momentum yang dirata-ratakan dengan nilai kedalaman. Input data yang digunakan menggunakan data digitasi garis pantai dan data batimetri. Data garis pantai didapatkan dari peta Rupa Bumi Indonesia dan data batimetri dari hasil pengolahan data BATNAS. Hasil yang diperoleh berupa vector plot arus di dalam peta. Vector plot menunjukkan kecepatan dan arah arus, Vector plot menunjukkan kecepatan dan arah arus. Time interval simulasi model dan running model yang diolah pada saat pasang harian, yaitu pada 15 November 2019 pukul 09.30 WIB . Kisaran vector arus model adalah 0,009-0,122 m/s dengan arah arus dominan mengarah ke barat daya dan selatan. Uji akurasi berdasarkan metode RMS ini didapatkan nilai verifikasi kecepatan arus sebesar 0.1180. Hasil verifikasi ditampilkan kedalam bentuk garfik perbandingan antara data arus pemodelan dengan data arus lapangan. Menurut Minarrohman dan Pratomo (2017), jika hasil verifikasi arus menunjukan $RMS < 1$ dan mendekati 0 maka hasil pemodelan arus yang dijalankan adalah baik dan valid. Sehingga data hasil pemodelan dapat dianalisa lebih lanjut. Peta sebaran pola arus permukaan dapat dilihat pada Gambar 4.

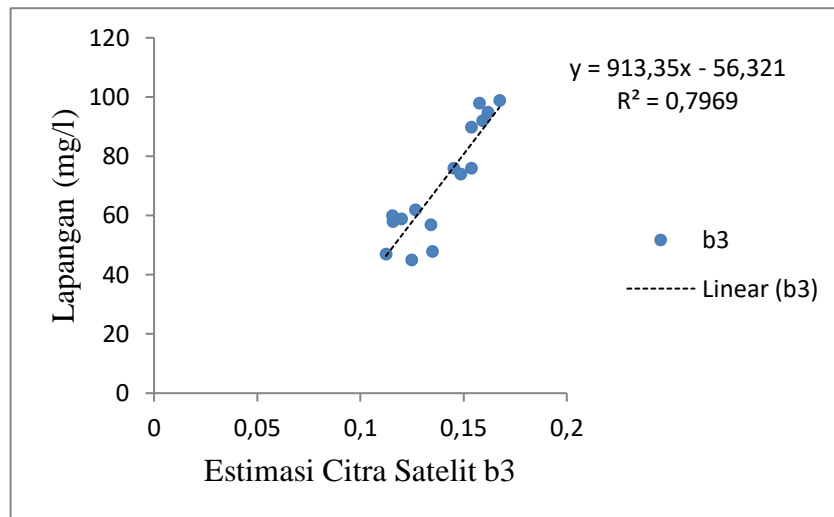


Gambar 4. Pola Arus Perairan Delta Wulan Bulan November 2019

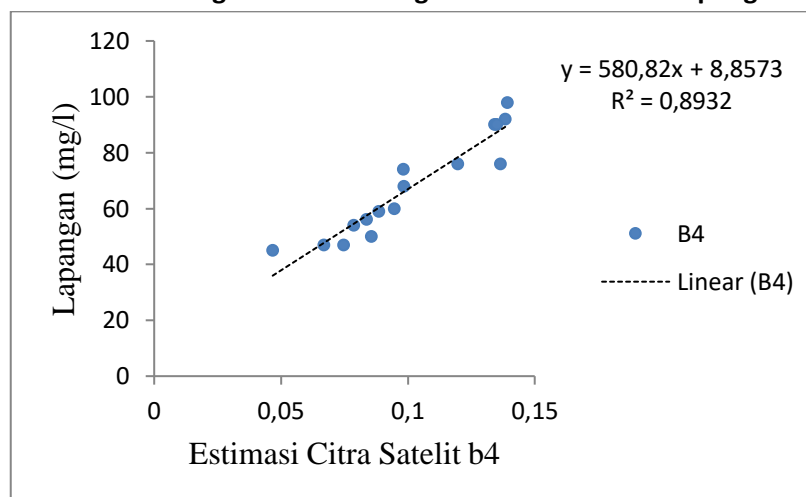
Transformasi spektral yang digunakan adalah transformasi ekstraksi data MPT yang didapatkan dari pengolahan data citra Sentinel 2A. Transformasi spektral dipilih berdasarkan kesamaan karakteristik perairan dengan asumsi sedimentasi yang tinggi. Transformasi spektral yang digunakan untuk mengekstraksi data MPT dari citra Sentinel 2A ini memanfaatkan band multispectral atau band tampak dan inframerah dekat. Hal itu karena band tampak dan infra merah dekat merupakan band yang peka terhadap kekeruhan air akibat adanya sedimen terlarut yang ada dalam perairan. Berdasarkan pengolahan data hasil algoritma MPT yang didapatkan dari persamaan (linier, eksponensial dan logaritmik) dari nilai Digital Number dengan data konsentrasi material padatan tersuspensi yang didapatkan di lapangan. Pada penelitian pemodelan algoritma dilakukan dengan metode Single band yaitu dengan membandingkan nilai lapangan dengan nilai dari satu band dan metode band rationing atau pembagian yang dilakukan antara dua band. Algoritma yang digunakan yaitu algoritma dengan nilai R² yang tertinggi.



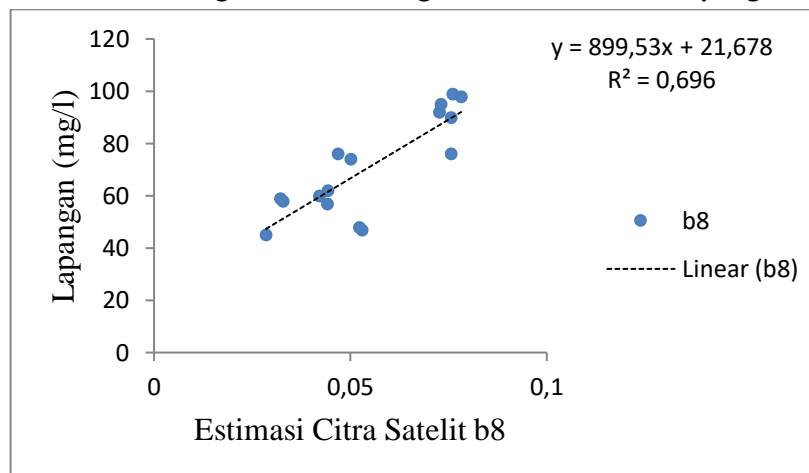
Gambar 5. Grafik Regresi Band 2 dengan konsentrasi MPT lapangan



Gambar 6. Grafik Regresi Band 3 dengan konsentrasi MPT lapangan.



Gambar 7. Grafik Regresi Band 4 dengan konsentrasi MPT lapangan.



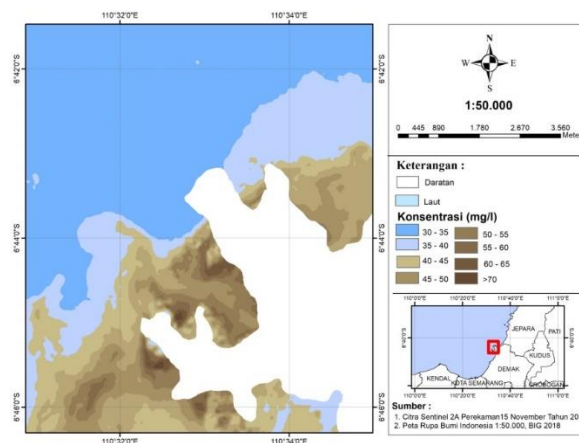
Gambar 8. Grafik Regresi Band 8 dengan konsentrasi MPT lapangan.

Berdasarkan uji korelasi grafik regresi dapat diketahui bahwa algoritma yang dibangun dengan reflektan kanal merah memiliki nilai yang lebih baik dari pada algoritma yang dibangun dengan menggunakan reflektan kanal hijau, biru dan NIR. Sehingga algoritma baru dibangun berdasarkan nilai yang diperoleh dari reflektan remote sensing citra kanal merah. menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi dimiliki oleh band merah sebesar 0,9075 sehingga dipilih 16 stasiun yang

digunakan untuk generate algoritma baru dan 10 stasiun untuk uji akurasi. Dari persamaan eksponensial antara nilai band merah dengan nilai konsentrasi data lapangan menghasilkan koefisien persamaan algoritma mpt baru. Algoritma Material Padatan Tersuspensi baru :

$$MPT (mg/L) = 27.256x e^{8,6554 \times Rrs\ red}.$$

Berdasarkan pengolahan data citra satelit dan data mpt lapangan sebanyak 26 stasiun terpilih, hasil yang diperoleh menunjukkan jika konsentrasi material padatan tersuspensi pada setiap stasiun yang dipilih untuk generate algoritma baru mendapatkan nilai konsentrasi tertinggi pada rentang 88,44 mg/l pada daerah muara sungai yang ditandai dengan coklat tua pada peta hingga nilai konsentrasi terendah 35,92 mg/l pada daerah laut lepas yang ditandai warna biru pada peta.



Gambar 9. Peta Sebaran MPT Algoritma Baru

Berdasarkan hasil pendugaan citra satelit menunjukkan jika konsentrasi material padatan tersuspensi algoritma mendapatkan nilai konsentrasi tertinggi pada rentang 88,44 mg/l pada daerah muara sungai yang ditandai dengan warna coklat tua pada peta hingga nilai konsentrasi terendah 35,92 mg/l pada daerah laut lepas yang ditandai warna biru pada. Berkumpulnya MPT pada muara sungai dikarenakan muara sungai merupakan stasiun terdekat dari daratan dimana daratan merupakan sumber terbesar penyuplai MPT. Selain itu juga dapat disebabkan karena perekaman citra dilakukan pada pukul 02:35 UTC atau sekitar 9:30 WIB dimana berdasarkan kondisi lapangan saat pengambilan data dan perekaman citra dilakukan pada saat kondisi pasang menuju surut. Hasil pendugaan citra satelit Sentinel 2A juga menunjukkan jika sebaran material padatan tersuspensi lebih banyak berada di sebelah barat dan barat daya muara dibandingkan di sebelah utara ataupun timur dari muara sungai. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh arus pada musim peralihan II di wilayah perairan Delta Wulan yang bergerak dari arah timur menuju barat. Pergerakan arus sebagai pengangkut material padatan tersuspensi juga dapat mempengaruhi pola sebaran material sedimen. Pergerakan arus pada musim peralihan II dari timur ke barat menyebabkan massa air beserta material padatan tersuspensi tertransportasi menuju ke arah barat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setiady dan Faturachman (2007) yang menyebutkan jika perpindahan sedimen pantai dapat diakibatkan oleh arus sungai, gelombang, arus pasang surut, angin. Arus laut akan menyebabkan terjadinya resuspensi sedimen sehingga menyebabkan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi akan cenderung lebih tinggi di dekat daratan. Arah dan kecepatan arus akan sangat mempengaruhi pada persebaran dan nilai konsentrasi material padatan tersuspensi.

SIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan kanal merah pada citra Sentinel-2A memiliki hasil yang baik untuk memetakan sebaran material padatan tersuspensi. Sebaran Material Padatan tersuspensi di perairan Delta Wulan memiliki konsentrasi 35,92 mg/l hingga 78,47 mg/l, di mana konsentrasi yang tinggi terdapat pada bagian utara dan timur muara sungai yang berupa teluk. Hasil uji korelasi algoritma terbaik B4 dengan nilai korelasi (R^2) 0,9075 dan nilai Uji Akurasi RMSE 3,8895. Arus Pasang Surut sangat berpengaruh terhadap sebaran material padatan tersuspensi. Pada saat kondisi pasang menuju surut arus bergerak dominan dengan daya kecepatan antara 0.0096m/dt - 0.122m/dt.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., S. W. Adawiah, M. Hartuti dan E. Parwati. 2016. Algoritma Dua Dimensi Untuk Estimasi Muatan Padatan Tersuspensi Menggunakan Data Satelit Landsat-8, Studi Kasus: Teluk Lampung. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 13(2): 109-120
- Arisanty, Deasy dan Saputra, Aswin Nur. 2017. Remote Sensing Studies of Suspended Sediment Concentration Variation in Barito Delta. The 5th Geoinformation Science Symposium 2017. Yogyakarta.
- Atmojo, W. 2011. Studi Penyebaran Sedimen Tersuspensi Di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. *Buletin Oseanografi Marina*, 1: 60-81.
- Budhiman, Syarif. 2004. *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta-Indonesia*. Tesis. Netherlands: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd, London.
- ESRI. 1999. *ArcView Help*. Redlands, Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Gatti, A. dan A. Bertolini. 2015. Sentinel-2 Products Specification Document, <https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2-Product-Specifications-Document>. Diakses 10 April 2019 22:25 WIB.
- Gloria, S. 2013. Panjang Garis Pantai Indonesia. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-panjang-garis-pantai-Indonesia-capai-99000-kilometer>. Diakses 5 Maret 2014
- Hidayat, Y. N dan N. Khakim. 2017. Pemantauan Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Muara Citarum Jawa Barat. *Jurnal Bumi Indonesia*. 6(1).
- Hossain, A. K. M. Azad; Chao, Xiaobo; dan Jia, Yafei. 2012. Development of Remote Sensing Based Index for Estimating/Mapping Suspended
- Jing, H., C.H. Pan, C.P. Kuang dan J. Zeng. 2013. Experimental Hydrodynamic Study of the Qiantang River Tidal Bore. *Journal of Hydrodynamics*, 25(3): 481-490.
- Jiyah, B. Sudarsono dan A. Sukmono. 2017. Studi Distribusi Total Suspended Solid (Tss) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro*, 6(1): 41-47.
- Manurung, J.G., A.A.D. Suryoputro dan Hariadi. 2017. Analisis Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Muatan Padatan Tersuspensi Di Sekitar Perairan Muara Sungai Wulan, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 68-78.
- Millero, F and Sohn, M. 1992. *Chemical Oceanography*. CRC Press: United States of America.
- Mina Neilson, B.J., A. Kuo dan J. Brubaker. 1989. *Estuarine Circulation*. The Humana Inc, New Jersey.
- Ondara, K. dan S. Husrin. 2017. Karakteristik Gelombang Pecah dan Analisis Transpor Sedimen di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9 (2): 585-596.
- Pahlevan, N; Sarkar, S; Franz B. A; Balasubramanian, S. V.; dan He, J. 2017. Sentinel-2 MultiSpectral Instrument (MSI) Data Processing for Aquatic Science Applications: Demonstrations and Validations. *Remote Sensing of Environment Journal*. Vol. 201: 47-56.

- Pamuji, A., M.R. Muskananfolo dan C. A'in. 2015. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos Di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Jurnal Saintek Perikanan* .10 (2) : 129-135.
- Paramitha, A., B. Utomo, Desrita. 2014. *Studi Klorofil a di Kawasan Perairan Belawan Sumatera Utara*. [SKRIPSI]. Universitas Sumatera Utara.
- Paramitha, V.K., M. Yusuf dan L. Maslukah. 2016. Sebaran Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) di Perairan Karangsong, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Oseanografi*. 5 (2) : 293-300.
- Parson, T.R., Y. Maita and C.M. Lalli, 1989. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, New York.
- Poerbandono dan E. Djunarsah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama. Bandung.
- Prasetyo, D., V. Dermawan dan A. Primantyo. 2015. Kajian Penanganan Sedimentasi Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang. *Jurnal Teknik Pengairan*. 6(1):76-87.
- Putri, S.S., M.R. Muskananfolo dan B. Hendrarto. 2017. Kajian Perubahan Spasial Delta Wulan Demak dalam Pengelolaan Keberlanjutan Wilayah Pesisir. Dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan ke-VI di Semarang Tanggal 12 November 2016. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. 271-276.
- Qanita, H., S. Subiyanto dan Haniáh. 2019. Analisis Distribusi Total Suspended Solid Dan Kandungan Klorofil-A Perairan Banjir Kanal Barat Semarang Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Sentinel-2a. *Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro*, 8(1): 435-445.
- Qhomariyah, Lailatul dan Yuwono., 2016, Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya). *Jurnal TEKNIK ITS*. 5(1): 2337-3539
- Rachman, R.K., Ismunarti, D.H., & Handoyo, G. 2015. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Genangan Banjir Rob di Kecamatan Semarang Utara. *JURNAL OSEANOGRAPHI*. 4(1): 1 – 9.
- Ristanti, A., M. B. Selamat dan M.F. Samawi. 2018. *Distribusi Spasial Padatan Tersuspensi Hubungannya dengan Klorofil a di Estuari Muara Sungai Tallo dan Sekitarnya*. [SKRIPSI]. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ritchie J.C., Schiebe F.R. and McHenry J.R. 1976. Remote Sensing of Suspended Sediment in surface Water. *Int. Journal. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 42(2): 1539-1545.
- Sachoemar, Suhendar I. 1994. *Pemantauan Kondisi Ekosistem Pantai dengan Analisis Citra Landsat dan Data Lapangan*. [THESIS]. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Satriadi, A., 2012. Studi Batimetri dan Jenis Sedimen Dasar Laut di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 1: 53– 62.
- Satriadi, A. dan S. Widada. 2004. Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 9(2): 101-107.
- Setiady, D. dan A. Faturachman. 2007. Proses Sedimentasi Sungai Kalijaga, dan Sungai Sukalila Perairan Cirebon. *Jurnal Geologi Kelautan*, 5(1): 37-43.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung
- Sujarweni, V. W. 2014. Metodologi Penelitian. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Supriyadi, B. 2008. Kajian Waterfront di Semarang (Studi Kasus : Sungai Banjir Kanal Barat). *Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Pemukiman*, Enclosure 7 (1): 45-55.
- Supriadi, I.H. 2001 Dinamika Estuaria Tropik. *Oseana*. XXVI (4): 1-11.
- Suryono, C.A. & Rochaddi, B. 2017. Kualitas Perairan di Daerah Fishing Ground Nelayan Kerang di Pesisir Timur Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(1): 42–47.
- Sutherland, C.W. 2006. *Spectral Analysis of Total Suspended Solids Mixtures For Solids Composition Determination*. [DISERTASI]. The Department of Civil and Environmental Engineering. Agricultural and Mechanical Faculty. Louisiana State University.
- Tarigan, M.S. dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *MAKARA, SAINS*, 7(3).
- Triatmojo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Utami, F.P., Y. Prasetyo dan A. Sukmono. 2016. Analisis Spasial Perubahan Luasan Mangrove Akibat Pengaruh Limpasan Sedimentasi Tersuspensi Dengan Metode Penginderaan Jauh. *Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro*, 5(1): 305-315.
- Wilopo, Mukti. 2005. *Karakter Fisik Oseanografi Di Perairan Barat Sumatera Dan Selatan Jawa-Sumbawa Dari Data Satelit Multi Sensor*. Skripsi. IPB: Bogor