

ANALISIS PENGARUH TOTAL SUSPENDED SOLID DALAM PENENTUAN KEDALAMAN LAUT DANGKAL DENGAN METODE ALGORITMA VAN HENGEL DAN SPITZER

Lukman Maulana, Andri Suprayogi, Arwan Putra Wijaya^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Teknologi penginderaan jauh dapat memberikan informasi kedalaman dengan efektif dan efisien, terutama untuk daerah yang memiliki morfologi dasar laut yang sering berubah-ubah. Namun untuk mengekstraksi data kedalaman tersebut banyak faktor yang akan menyebabkan kesalahan dalam penentuan nilai kedalaman.

Pada penelitian ini digunakan metode penentuan kedalaman laut dangkal citra satelit Landsat dengan menggunakan metode Van Hengel dan Spitzer yang pernah digunakan oleh Wahyuningrum et.al, 2008 untuk mengetahui kemampuan citra digital Landsat 7 ETM+ dalam memetakan kedalaman perairan dangkal di Pulau Pari. Dan Lestari, 2009 menggunakan metode penentuan konsentrasi TSS untuk melihat kecenderungan perubahan TSS dan transparansi perairan Teluk Jakarta. Sedangkan dalam penelitian ini kedua metode tersebut digunakan untuk mengkaji pengaruh TSS terhadap penentuan kedalaman laut dangkal dengan metode VHS di perairan Marina Kota Semarang menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2013.

Hasil dari pengolahan citra Landsat dengan menggunakan metode VHS diperoleh nilai kedalaman antara 3 – 13 m dengan R^2 (koefisien determinasi) 0,7127 dan RMS error 1,2929. Sedangkan untuk penentuan konsentrasi TSS diperoleh konsentrasi TSS antara 1 – 181 mg/l dengan nilai R^2 (koefisien determinasi) 0,8669 dan RMS error 14,1668. Pada kedalaman < 3 m diperoleh simpangan kedalaman antara lapangan dengan citra yang besar yaitu 11,013 m hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi TSS yang cukup tinggi karena dekat dengan pesisir pantai. Dan pada kedalaman lebih dari 13 m simpangan kedalaman meningkat kembali yaitu 24,090 m dengan semakin dalamnya permukaan dasar laut.

Kata Kunci : Landsat 8 OLI, Kedalaman Laut Dangkal, *Total Suspended Solid* (TSS), Algoritma Van Hengel dan Spitzer (VHS).

ABSTRACT

Remote sensing technology can provide depth information effectively and efficiently, especially for areas that have seabed morphology are often fickle. But to extract depth data there are some factors that will cause an error in the determination of the depth value.

In this study used a method of determining the depth of the shallow sea with Landsat images using the Van Hengel and Spitzer which is ever used by Wahyuningrum et.al, 2008, to determine the ability of the digital image of Landsat 7 ETM + to map shallow water depth at Pari Island. And Lestari, 2009 using the method of determining the concentration of TSS to see the trend change and transparency TSS in Jakarta Bay waters. While in this study both methods are used to assess the effect of TSS to determine the depth of the shallow marine waters of Marina using VHS method in Semarang with Landsat satellite imagery 8 OLI in 2013.

The Results of Landsat image processing using VHS method obtained depth values between 3-13 m with R^2 (coefficient of determination) 0,7127 and RMS error 1,2929. whereas for determining the TSS concentration obtained TSS concentrations between 1-181 mg/l with value of R^2 (coefficient of determination) 0,8669 and RMS error 14,1668. At a depth of < 3 m between the depths of field with a large image obtained difference 11,013 m. it is influenced by high TSS concentrations as it is close to the coast. And at a depth of more than 13 m, the difference in the depth increased again 24,090 m with the deepening of the sea floor.

Keywords : Landsat 8 OLI, Depth Shallow Seas, *Total Suspended Solid* (TSS), Algorithm Van Hengel and Spitzer (VHS).

^{*)} Penulis, Penanggungjawab

1. Pendahuluan

Peta batimetri atau kedalaman perairan menunjukkan morfologi permukaan dasar laut. Teknologi penginderaan jauh dapat memberikan informasi kedalaman dengan efektif dan efisien, terutama untuk daerah yang memiliki morfologi dasar laut yang sering berubah-ubah. Selain itu cakupan data penginderaan jauh cukup luas dan dapat melakukan revisi pemetaan perairan dangkal dengan cepat dan murah. Prinsip dasar penggunaan penginderaan jauh untuk memetakan batimetri adalah bahwa panjang gelombang setiap band dari satelit dapat menembus air pada kedalaman tertentu sesuai dengan panjang gelombangnya 0,4-0,69 μm lebih dari itu akan diserap oleh air.

Namun untuk mengekstraksi data kedalaman tersebut banyak faktor yang akan menyebabkan penentuan nilai kedalaman akan berbeda, diantaranya pantulan pada permukaan air, sudut matahari dan azimut, salinitas, kejernihan air atau *total suspended solid*, pantulan dasar laut, tinggi wahana, pancaran absorpsi dan refraksi dari atmosfer (Lo, C.P., 1996).

Salah satu pengukuran yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas air adalah melalui pengukuran kandungan zat padatan TSS (*Total Suspended Solid*). *Total Suspended Solid* (TSS) adalah material tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 m. Pada umumnya TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengamatan terhadap sebaran TSS sering digunakan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses penangkapan sinyal dari satelit.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1) Bagaimana variasi nilai kedalaman laut dangkal berdasarkan hasil pengolahan citra di pesisir pantai Marina menggunakan citra Landsat 8 dengan metode Van Hangel dan Spitzer?
- 2) Bagaimana sebaran konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) berdasarkan hasil pengolahan citra di pesisir pantai Marina?
- 3) Bagaimana pengaruh *Total Suspended Solid* terhadap tingkat ketelitian nilai kedalaman dengan metode Van Hangel dan Spitzer?

Dalam penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini hanya mengambil sampel di daerah Pesisir Pantai Marina Kota Semarang sejauh kurang lebih 7 km dari garis pantai.
- 2) Algoritma TSS di validasi dari data pengukuran TSS lapangan.
- 3) Pemodelan regresi yang dicobakan yaitu model fungsi linear, logaritmik, polinomial, power dan eksponensial.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Memperoleh nilai kedalaman laut dangkal berdasarkan hasil pengolahan citra di pesisir pantai Marina menggunakan citra Landsat 8 dengan metode Van Hangel dan Spitzer.
- 2) Memperoleh sebaran konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) berdasarkan hasil pengolahan citra di pesisir pantai Marina.
- 3) Menguji pengaruh *Total Suspended Solid* terhadap tingkat ketelitian dari nilai kedalaman dengan metode Van Hangel dan Spitzer.

2. Dasar Teori

Total Suspended Solid

Total suspended solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya (Nasution, 2008).

Metode Interpolasi

Kriging merupakan metode interpolasi yang bersifat fleksibel untuk menginterpolasi nilai dari suatu daerah acak (misal nilai Z), pada daerah yang tidak ada datanya dan menyediakan tampilan visual dengan daya tarik yang kuat bagi data yang tersebar secara tidak teratur.

Model Regresi

Regresi linier ialah bentuk hubungan dimana variabel bebas X maupun variabel tergantungan Y sebagai faktor yang berpangkat satu. Regresi eksponensial ialah regresi di mana variabel bebas X berfungsi sebagai pangkat atau eksponen. Regresi polinomial ialah regresi dengan sebuah variabel bebas sebagai faktor dengan pangkat terurut. Regresi logaritmik merupakan bentuk fungsi dari regresi variabel bebas Y berfungsi sebagai pangkat (eksponen) dan variabel bebas X mempunyai bentuk perpangkatan. Regresi power merupakan Regresi

fungsi perpangkatan atau geometrik. Batas data minimal untuk menghitung regresi adalah tergantung dari jumlah parameter yang harus dihitung jadi jumlah data minimal sama dengan jumlah parameternya. Namun jika nilai variabel x negatif, regresi logaritmik dan power tidak dapat dihitung dan jika nilai variabel y negatif, regresi eksponensial dan power tidak dapat dihitung (Purwanto, 2004).

Tabel 1. Bentuk Persamaan Regresi untuk Model Hubungan

No.	Model Hubungan	Bentuk Model	Data Min
1	Linear	$y = a + bx$	2
2	Eksponensial	$y = a * \exp^{(bx)}$	2
3	Polinomial (orde 2)	$y = a + b * x^2 + b_1 * x$	3
4	Polinomial (orde 3)	$y = a + b * x^3 + b_1 * x^2 + b_2 * x$	4
5	Logaritmik	$y = a * \ln(x) + b$	2
6	Power	$y = a * x^b$	2

Algoritma VHS

$$\begin{bmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(r) \cos(s) & \sin(r) \cos(s) & \sin(s) \\ -\sin(r) & \cos(r) & 0 \\ -\cos(r) \sin(s) & -\sin(r) \sin(s) & \cos(s) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X1 \\ X2 \\ X3 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- X1 = Citra pertama
- X2 = Citra kedua
- X3 = Citra ketiga
- Y1 = Hasil transformasi utama
- Y2 dan Y3 = Hasil sampingan transformasi
- r dan s = Sudut arah rotasi

Nilai sudut rotasi (r dan s) dalam algoritma tersebut adalah konstanta yang diperoleh dari perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$r(s) = \arctan(u + \sqrt{u^2 + 1}) \dots\dots\dots (2)$$

Maka diperlukan konstanta Ur atau Us. Untuk mencari konstanta Ur atau Us dapat digunakan rumus Varian dan Kovarian:

$$Ur = \frac{var\ x2 + var\ x1}{2covx1x2} \dots\dots\dots (3)$$

$$Us = \frac{var\ x3 + var\ x1}{2covx3x1} \dots\dots\dots (4)$$

Rumus varian:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots (5)$$

Rumus kovarian:

$$cov(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

- var x_i = nilai varian kanal_i
- cov $x_i x_j$ = adalah covarian kanal_i dan kanal_j

3. Metode Penelitian

Peralatan Penelitian

Perangkat penelitian yang digunakan dalam penelitian antara lain :

- a. Perangkat keras berupa:
 - Komputer dengan spesifikasi teknis: *Processor Intel® Core™ 2 Duo T5870 @ 2.00 GHz*; RAM 3.0 GB dan *Harddisk* berkapasitas 250 GB
- b. Perangkat lunak berupa:
 - 1) Sistem operasi komputer *Microsoft Windows 7*.
 - 2) *Microsoft Word 2007*, untuk pembuatan laporan.
 - 3) *Microsoft Excel 2007*, untuk pengolahan data.

- 4) *Microsoft Visio 2007*, untuk perancangan sistem.
 - 5) *Software* pengolah citra, untuk pengolahan citra.
 - 6) *Software* pengolah matrik, untuk mencari komponen matriks rotasi.
 - 7) *Software* pengolah kontur, untuk mengolah data kontur.
 - 8) *Software* pengolah statistik, untuk mengkorelasikan hasil pengolahan nilai kedalaman dan konsentrasi *total suspended solid*.
 - 9) *Software* pengolah SIG, untuk proses *overlay* data dan *layout* peta.
- c. Peraatan lapangan berupa:
- 1) Botol, sebagai tempat penyimpanan sampel air laut.
 - 2) GPS *Handheld* Garmin *etrex10* ketelitian ± 3 m, digunakan untuk pengambilan data koordinat titik sampel.

Data Penelitian

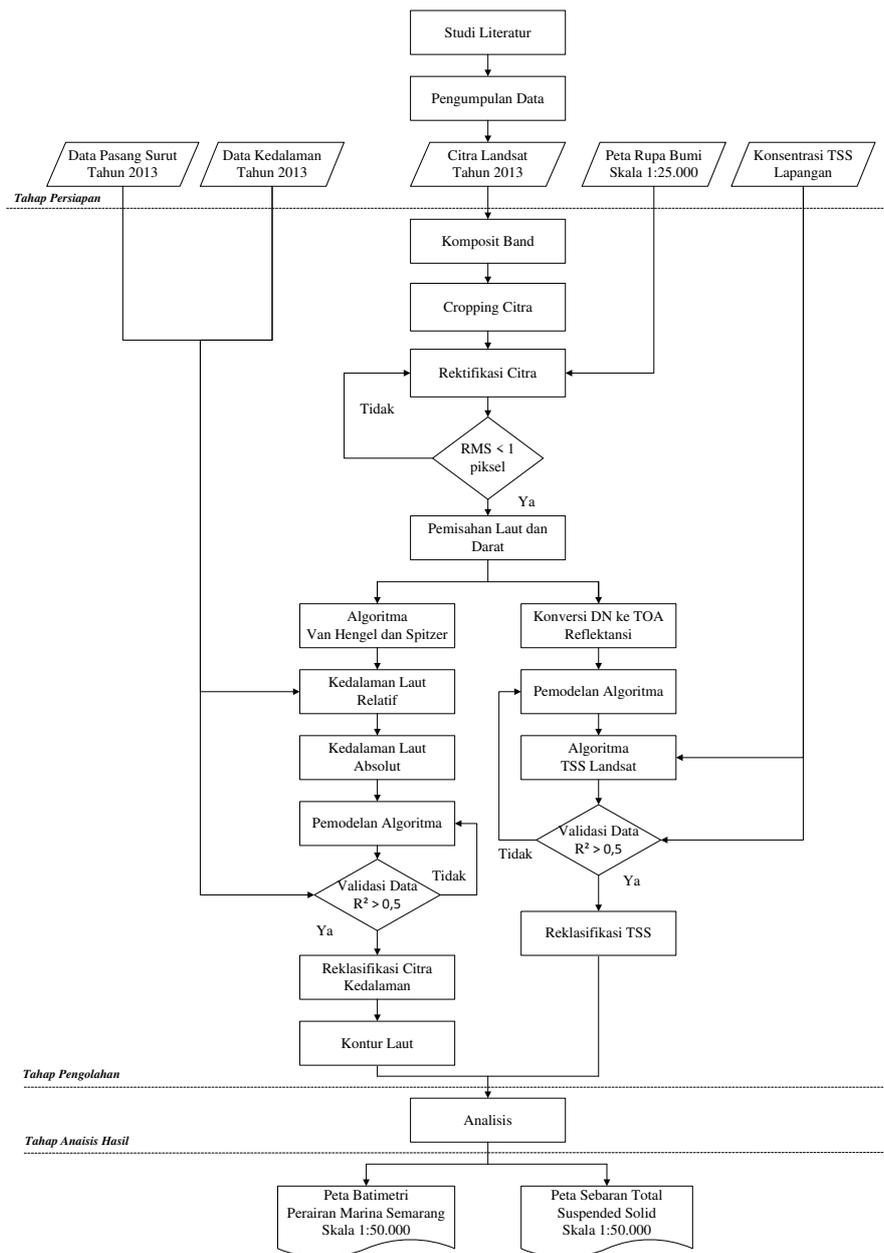
Data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

Tabel 2. Data dan Sumber Data

No	Data	Sumber	Waktu Akuisisi
1.	Citra Landsat 8 OLI	http://glovis.usgs.gov/	10 Mei 2013
2.	Peta RBI Kota Semarang Skala 1:25.000 lembar 1409-221 dan 1409-222	BAPPEDA Kota Semarang	2001
3.	Konsentrasi TSS	Hasil Survei Lapangan	4 Desember 2014
4.	Titik Kedalaman	Hasil Survei M. Al Kautsar	19 Juni 2013
		Hasil Survei Dimas Wahyu	26 Juli 2013
5.	Pasang Surut	BMKG Kota Semarang	Juli 2013

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir seperti dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir

Pengolahan Data Citra Satelit

Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan citra yang terbebas dari awan, penggabungan kanal, pemotongan citra pada daerah kajian untuk memfokuskan daerah yang digunakan dalam penelitian, koreksi geometrik untuk menghilangkan kesalahan spasial citra yang disebabkan karena beberapa faktor pada saat perekaman oleh sensor satelit, deliniasi citra untuk memberi batasan area pada objek yang ingin diamati pada citra, dan konversi *digital number* ke nilai reflektansi menggunakan software pengolah citra.

Pengolahan Data Konsentrasi TSS

Dari data lapangan yang diperoleh dilakukan pemodelan antara nilai reflektansi sebagai x dan konsentrasi TSS sebagai y. Sehingga diperoleh pemodelan algoritma konsentrasi TSS terbaik yaitu model regresi power dengan nilai R² sebesar 0,8669 dan RMS error 14,1668.

$$y = 6783,4x^{-7,423} \dots\dots\dots (7)$$

Reklasifikasi Citra TSS dilakukan untuk mengelaskan citra konsentrasi *Total Suspended Solid* sehingga mempermudah proses interpretasi dan perhitungan luas daerah klasifikasi.

Pengolahan Data Kedalaman

Pengaplikasian Algoritma Van Hengel dan Spitzer dilakukan dengan mencari komponen matrik dari citra yang sudah diolah sebelumnya, sehingga diperoleh indeks kedalaman. Untuk mendapatkan kedalaman absolut dilakukan pemodelan antara indeks kedalaman sebagai x dan kedalaman lapangan sebagai y. Sehingga diperoleh pemodelan algoritma kedalaman terbaik yaitu model regresi polinomial 3 dengan nilai R² sebesar 0,7127 dan RMS error 1,2929.

$$y = 2E-08x^3 - 0,0005x^2 + 5,1432x - 17569 \dots \dots \dots (8)$$

Reklasifikasi Citra Kedalaman dilakukan untuk mengelaskan citra kedalaman sehingga mempermudah proses interpretasi dan perhitungan luas daerah klasifikasi. Hasil dari pemodelan akan diperoleh nilai kedalaman citra yang selanjutnya digunakan untuk membuat kontur laut.

Validasi data

Agar mengetahui tingkat kebenaran dari hasil algoritma maka dilakukan validasi secara spasial antara data lapangan dengan data citra. Analisis spasial dilakukan dengan menghitung selisih dari data lapangan dengan citra kemudian menghitung standar deviasi. Untuk menghitung simpangan dari data lapangan dan data citra secara keseluruhan, maka data lapangan diinterpolasi raster dengan metode *kriging*.

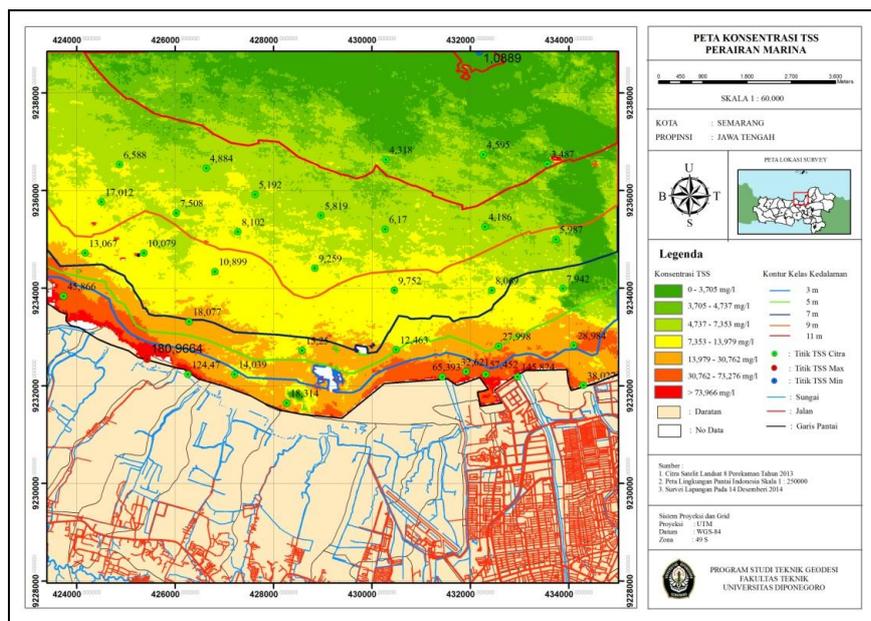
4. Hasil dan Pembahasan

Analisis Hasil Konsentrasi TSS

Berikut hasil validasi data raster TSS lapangan dengan TSS yang diperoleh dari pengolahan citra menggunakan algoritma TSS terbaik.

Tabel 3. Nilai Konsentrasi TSS hasil survey, TSS Citra dan simpangan TSS

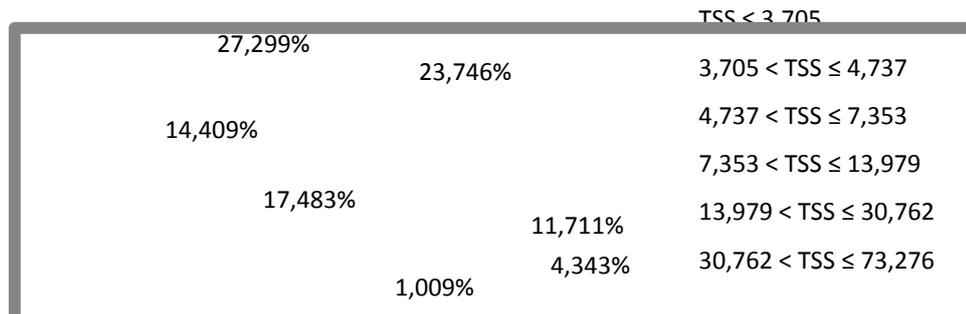
Keterangan	Nilai Konsentrasi TSS (mg/l)		
	Lapangan	Citra	Simpangan TSS
Rata - rata	17,9768	10,4461	9,1745
Min	5,2603	1,0889	0,000
Max	58,0744	180,9664	67,5508
Standar Deviasi	11,9522	14,0627	7,6806



Gambar 2. Konsentrasi TSS di Perairan Marina Kota Semarang

Berdasarkan gambar 2, jika melihat posisi koordinat sebaran konsentrasi TSS, diketahui bahwa titik yang berada tidak jauh dari pantai memiliki nilai kekeruhan yang relatif tinggi dibandingkan dengan titik yang berada jauh dari pantai. Sebaran konsentrasi TSS yang ditampilkan adalah nilai konsentrasi hasil algoritma TSS terbaik yang berkisar antara 1 mg/l sampai 181 mg/l. Nilai konsentrasi TSS tertinggi diperoleh pada titik 8 sebesar 181,070

mg/l. Sedangkan nilai konsentrasi terendah diperoleh pada titik 27 sebesar 1,710 mg/l yang berada jauh dari pesisir pantai.



Gambar 3. Luas Konsentrasi TSS Citra

Dari gambar 3 diperoleh, hasil klasifikasi data konsentrasi TSS hasil pengolahan dengan algoritma TSS diperoleh tujuh kelas, dengan luas terbesar pada kelas dengan konsentrasi TSS antara 4,737-7,353 mg/l dengan luas 27,299% dan luas terkecil pada kelas dengan konsentrasi TSS lebih dari 73,966 mg/l dengan luas 1,009%.

Secara umum algoritma TSS terbaik mampu menunjukkan sebaran konsentrasi TSS di perairan Marina Kota Semarang dengan cukup baik, dengan nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,8669 dan RMS error 14,1668 sedangkan dari raster selisih TSS didapat standar deviasi sebesar 7,6806 mg/l untuk pemodelan TSS dengan nilai rasio kanal 2 (biru) dan kanal 4 (merah) sebagai kombinasi terbaik dari nilai reflektansi. Algoritma pemodelan TSS memperoleh nilai konsentrasi yang tinggi pada kedalaman kurang dari 7 m sedangkan untuk kedalaman lebih dari 7 m nilai konsentrasi TSS menjadi semakin berkurang. Hal ini dipengaruhi oleh sedimen yang terbawa oleh sungai dan kegiatan yang dilakukan oleh manusia.

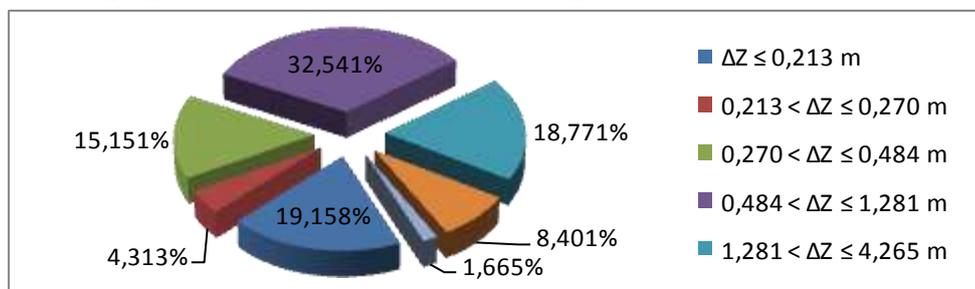
Analisis Hasil Kedalaman

Berikut hasil validasi data raster kedalaman lapangan dengan kedalaman yang diperoleh dari pengolahan citra menggunakan algoritma kedalaman terbaik.

Tabel 4. Nilai Kedalaman Sebenarnya, Nilai Kedalaman Citra dan Simpangan Kedalaman

Keterangan	Nilai Kedalaman (m)		
	Lapangan	Citra	Simpangan Z
Rata - rata	8,9645	9,9790	1,1493
Min	1,000	1,000	0,000
Max	12,8356	57,3211	57,1681
Standar Deviasi	3,0655	3,5684	4,2376

Berdasarkan gambar 4, hasil klasifikasi data simpangan kedalaman diperoleh tujuh kelas, dengan luas terbesar pada kelas dengan nilai simpangan kedalaman antara 0,484 – 1,281 m dengan luas 32,541% dan luas terkecil pada kelas dengan nilai simpangan kedalaman lebih dari 15,425 m dengan luas 1,665%.

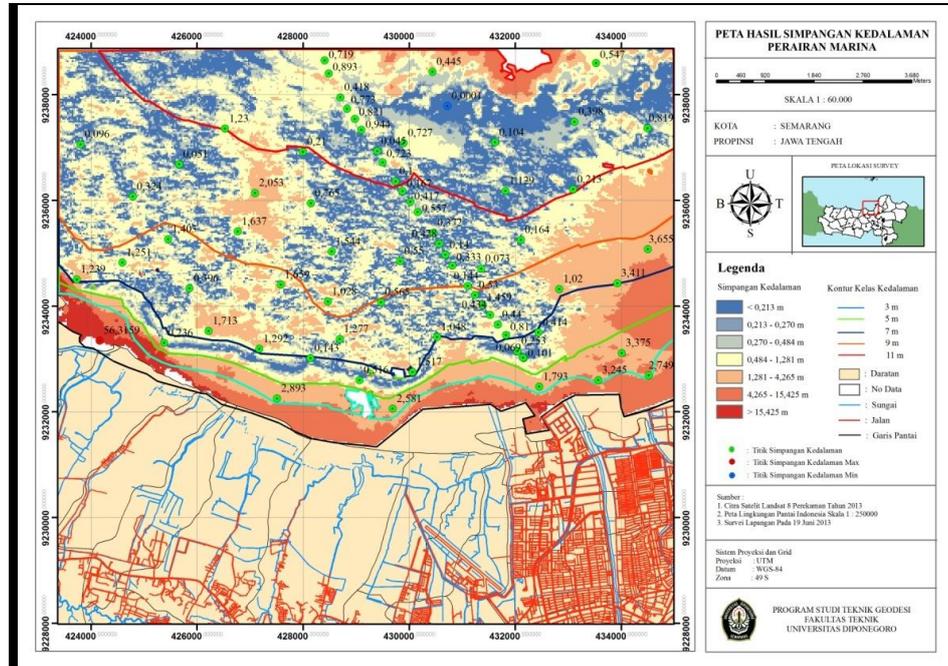


Gambar 4. Luas Klasifikasi Nilai Simpangan Kedalaman

Perbedaan nilai kedalaman sebenarnya dengan kedalaman citra, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dan 5 dapat disebabkan oleh konsentrasi TSS yang cukup tinggi pada kedalaman yang sangat dangkal, pengaruh awan, objek kapal yang berada dilaut dan perbedaan waktu pengambilan data lapangan dengan waktu perekaman citra.

Berdasarkan gambar 5, kontur yang ditampilkan adalah kontur dengan nilai kedalaman hasil algoritma VHS yang berkisar antara 3 m sampai kedalaman 13 m yang memiliki besar simpangan yang kecil. Sedangkan untuk kedalaman kurang dari 3 m dan lebih dari 13 m memiliki simpangan yang sangat besar sehingga nilai

kedalaman yang diperoleh dari algoritma tidak merepresentasikan kedalaman sebenarnya. Kekurangan dari metode penginderaan jauh untuk menentukan kedalaman laut yaitu memiliki batas kemampuan dalam penetrasi terhadap kedalaman air. Untuk kedalaman lebih dalam lagi tidak dapat terekam oleh sensor karena sinar matahari tidak dapat tembus hingga ke permukaan dasar laut.



Gambar 5. Tampilan Kontur Laut dengan titik Kedalaman Citra

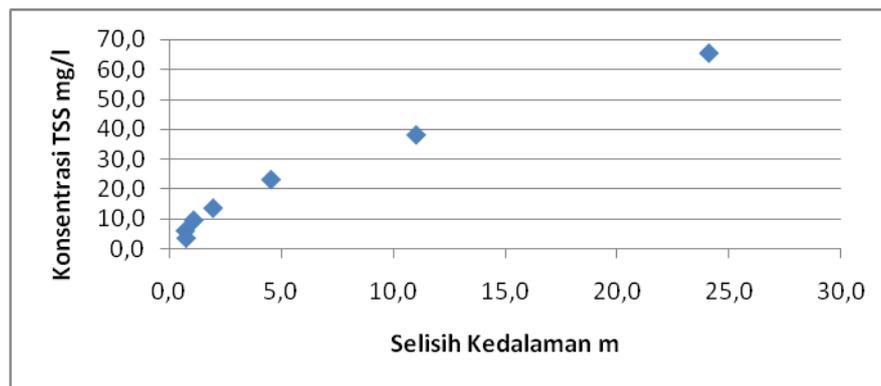
Secara umum algoritma VHS mampu menunjukkan kedalaman di perairan Marina Kota Semarang dengan cukup baik, dengan nilai $r = 0,8442$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu $0,7127$ dengan $RMS\ error$ sebesar $1,2929$ sedangkan dari raster selisih kedalaman didapat standar deviasi sebesar $4,2376$ m. Untuk pemodelan kedalaman dengan model polinomial 3 sebagai model terbaik. Dari algoritma VHS dengan data masukkan kanal (234) diperoleh nilai kedalaman kurang dari 3m memiliki besar simpangan $11,013$ m, pada kedalaman 3-5 m memiliki besar simpangan $4,531$ m, pada kedalaman 5-7 m memiliki besar simpangan $1,942$ m, pada kedalaman 7-9 m memiliki besar simpangan $1,076$ m, pada kedalaman 9-11 m memiliki besar simpangan $0,707$ m, pada kedalaman 11-13 memiliki besar selisih $0,737$ m, dan pada kedalaman lebih dari 13 m memiliki besar selisih $24,090$ m. Untuk kesalahan pada kedalaman < 5 m dipengaruhi oleh konsentrasi TSS yang cukup tinggi karena dekat dengan pesisir pantai sedangkan kesalahan pada kedalaman lebih dari 13 m karena cahaya matahari tidak dapat tembus untuk kedalaman > 25 m.

Analisis Pengaruh TSS Terhadap Hasil Pengolahan Kedalaman

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi TSS terhadap nilai kedalaman hasil pengolahan citra dengan algoritma VHS, maka citra TSS dan hasil simpangan kedalaman lapangan dan citra *diboundary* dengan kelas kedalaman.

Tabel 5. Hubungan Konsentrasi TSS dengan Nilai Kedalaman

Kelas	Nilai Kedalaman	Rata-rata TSS (mg/l)	Rata-rata ΔZ (m)
1	$NK \leq 3$ m	38,258	11,013
2	$3 < NK \leq 5$ m	23,370	4,531
3	$5 < NK \leq 7$ m	13,839	1,942
4	$7 < NK \leq 9$ m	9,829	1,076
5	$9 < NK \leq 11$ m	6,297	0,707
6	$11 < NK \leq 13$ m	3,804	0,737
7	$NK > 13$ m	65,594	24,090



Gambar 6. Grafik Hubungan TSS dengan Simpangan Kedalaman

Dari hasil yang diperoleh, data kedalaman hasil yang diperoleh dari algoritma VHS, cukup terpengaruh oleh konsentrasi TSS pada daerah pesisir pantai terutama pada muara sungai memiliki konsentrasi yang cukup tinggi. Pada kedalaman < 3 m diperoleh simpangan kedalaman yang besar yaitu 11,013 m karena dipengaruhi oleh konsentrasi yang cukup tinggi karena dekat dengan pesisir pantai. Dan pada kedalaman lebih dari 13 m selisih kedalaman meningkat kembali yaitu 24,090 m dengan semakin dalamnya permukaan dasar laut.

Dapat dilihat juga nilai koefisien determinasi R^2 yang diperoleh hanya sebesar 0,7127 untuk algoritma VHS dengan data masukkan kanal (234) dengan pemodelan polinomial 3 sebagai model terbaik. Namun dengan R^2 yang diperoleh masih lebih besar dari 0,5 dan rata – rata *error* pada kedalaman 3 – 13 m cukup kecil maka algoritma VHS masih dapat digunakan untuk mengestimasi kedalaman di perairan Marina.

5. Kesimpulan

Dari serangkaian proses dan analisis pada bab sebelumnya kita dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kedalaman hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI dengan metode Algoritma VHS dan model regresi polinomial orde 3 yaitu $y = 2E-08x^3 - 0,0005x^2 + 5,1432x - 17569$ merupakan pemodelan terbaik yang digunakan untuk menghitung nilai kedalaman di perairan Marina Kota Semarang adalah antara 3 – 13 m dan didominasi dengan nilai kedalaman 9-13m dengan luas 47,932 Km².
2. Algoritma terbaik yang sesuai untuk sebaran konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) di perairan Marina Kota Semarang adalah persamaan regresi Power rasio antar kanal 2 (biru) dan kanal 4 (merah) $y = 6783,4x - 7,423$ dengan kisaran antara 1 sampai 181 mg/l. Konsentrasi TSS terbesar pada daerah dekat pantai dan akan semakin kecil pada daerah yang jauh dengan pantai.
3. Berdasarkan hasil analisis antara ketelitian nilai kedalaman dengan konsentrasi TSS yang diperoleh dari citra, pada kedalaman 3-13 m memiliki besar simpangan yang kecil yaitu 1,799 m dengan konsentrasi TSS 11,428 mg/l, pada kedalaman kurang dari 3 m memiliki besar simpangan 11,013 m dengan konsentrasi TSS 38,258 mg/l, dan pada kedalaman lebih dari 13 m memiliki simpangan kedalaman yaitu 24,090 m dengan semakin dalamnya permukaan dasar laut. Semakin tinggi konsentrasi TSS maka nilai rata-rata simpangan kedalaman akan semakin besar.

Saran

Dari beberapa kesimpulan di atas maka dapat dikemukakan saran-saran yang berguna untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya yaitu :

1. Untuk pemetaan kedalaman laut yang bersifat detail atau memiliki topografi dasar laut yang bervariasi, sebaiknya menggunakan citra dengan resolusi lebih tinggi.
2. Sebaran sampel sebaiknya lebih banyak dan merata agar model penduga yang didapat lebih mewakili daerah yang dikaji.
3. Waktu pengambilan sampel kedalaman dan total suspended solid sebaiknya dilakukan pada waktu yang bersamaan dengan data perekaman citra satelit.
4. Hendaknya menganalisa faktor – faktor lain seperti curah hujan, arus, suhu, dan salinitas yang mungkin berpengaruh terhadap ketelitian kedalaman dengan metode VHS.
5. Data citra yang digunakan sebaiknya tidak banyak tertutup oleh awan, agar informasi yang didapat sesuai dengan keadaan sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kautsar, Muhammad. 2013. "Aplikasi Echosounder Hi-Target HD 370 Untuk Pemeruman di Perairan Dangkal (Studi Kasus : Perairan Semarang)". Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Lestari, Indah Budi, 2009. "*Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat*". Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nasution, MI. 2008. *Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir*. Universitas Sumatera Utara.
- Purwanto, Suharyadi. 2004. "*Statistika untuk ekonomi dan keuangan modern buku 2*", PT. Salemba emban patria, Jakarta.
- Wahyuningrum, I.P., dkk. 2008. "*Algoritma untuk Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Landsat-7 ETM+ (Studi Kasus : Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu Jakarta)*". Buletin PSP. Volume XVII. No.3.