

PENGGUNAAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL 2A GUNA MENDUKUNG PEMILIHAN PANTAI PENDARATAN AMPHIBI (STUDI KASUS PULAU SELARU)

Rahmad*) Masita**) dan Nur Riyadi ***)

*) Jurusan Hidro-Oceanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL)

**) Pusat Studi Geografi Terapan Universitas Indonesia (UI)

***) Pusat Hidro-oseanografi TNI AL

ABSTRAK

Operasi amfibi (opsfib) merupakan salah satu proyeksi kekuatan militer dengan jalan mengintegrasikan berbagai jenis kekuatan kapal, pesawat udara, dan pasukan pendarat dalam suatu serangan terhadap pantai musuh. Dengan berkembangnya teknologi penginderaan jauh citra satelit saat ini diharapkan mampu untuk memberikan informasi-informasi terkait tentang pelaksanaan operasi pendaratan amfibi. Penelitian dilakukan di Pulau Selaru kabupaten Maluku Tenggara Barat (MTB) dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2A milik *European Space Agency (ESA)* yang mempunyai resolusi spektral 10 meter. Dalam penggabungan citra satelit dan peralatan analisa spasial (yaitu indeks vegetasi, klasifikasi, dan regresi), informasi di area pesisir seperti, batas garis pantai, komposisi dasar laut, dan batimetri dapat di sediakan. Sebagai hasilnya, pada penelitian ini menggunakan dan menganalisa citra satelit Sentinel-2A untuk pemilihan area terkait mendukung latihan dan operasi pendaratan amfibi dan memberikan informasi yang diperlukan dalam pelaksanaannya.

Kata Kunci: Operasi Amfibi (Opsfib), Sentinel-2A, *Normalize Different Vegetation Index (NDVI)*, koreksi kolom air Lyzenga, Klasifikasi tidak terbimbing dan Regresi Linier.

1. PENDAHULUAN

TNI AL (sebagai garda terdepan pertahanan laut), harus mampu mengerahkan proyeksi kekuatan dan kemampuannya untuk melindungi kedaulatan NKRI dari segala ancaman dari luar maupun dalam negeri. Operasi amfibi merupakan salah satu proyeksi kekuatan militer dengan jalan mengintegrasikan berbagai jenis kekuatan kapal, pesawat udara, dan pasukan pendarat dalam suatu serangan terhadap pantai musuh. Tetapi karena operasi tersebut bersifat kelautan, maka TNI AL memegang peranan utama dalam pelaksanaannya.

Mengingat bahwa aspek pertahanan bagi setiap negara merupakan unsur vital, maka segala penyelenggaraan kegiatan yang berkaitan dengan suatu operasi militer perlu mendapat prioritas. Dalam elemen dari suatu operasi tidak hanya meliputi persenjataan (alutsista) dan personil militernya saja, melainkan juga mencakup data spasial, proses perencanaan dan sistem yang digunakan.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, peran teknologi penginderaan jauh (remote sensing) saat ini adalah salah satu cara yang diharapkan dapat

memberikan solusi dalam menyediakan data dan informasi yang dibutuhkan untuk pelaksanaan kegiatan Operasi Pendaratan Amfibi. Citra satelit merupakan citra yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan wahana satelit dan saat ini banyak sekali satelit mengorbit diluar angkasa dengan fungsi yang beragam pula. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan citra satelit Sentinel-2A milik *European Space Agency (ESA)*.

2. MATERI DAN METODE

2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data citra satelit sentinel-2A dengan resolusi spasial 10 m multispektral. Penelitian ini menggunakan 4 citra satellite sentinel-2A. Dengan waktu perekaman citra adalah sebagai berikut:

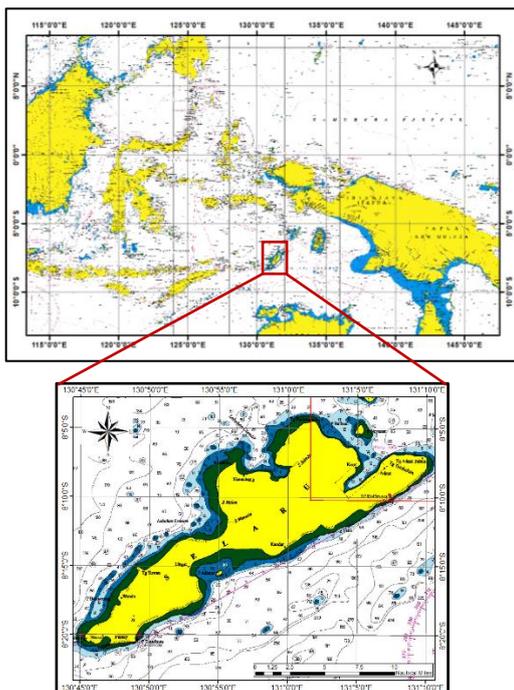
- a. L1C_T52LFR_A016616_20180828T013711 pada tanggal 28 Agustus 2018 pukul 13:37:11.45
- b. L1C_T52LGR_A016616_20180828T013711 pada tanggal 28 Agustus 2018 pukul 13:37:03.456

- c. L1C_T52MGS_A007922_20180912T013703 pada tanggal 12 September 2018 pukul 13:37:03
- d. L1C_T52MFS_A017045_20180927T013708 pada tanggal 27 September 2018 pukul 13:37:08.

Data Citra satelit Sentinel-2A tersebut merupakan satelit observasi bumi milik European Space Agency (ESA) yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana, menggunakan kendaraan peluncur Vega, data citra satellite sentinel didapat dari hasil mendownload di website USGS. Selain itu juga menggunakan data dari Pushidrosal TNI AL mengenai alternatif operasi Pasukan Pemukul Reaksi Cepat (PPRC) di Pulau Selaru Kabupaten Maluku Tenggara Barat (MTB) yang disurvei pada bulan April 2018 serta peta laut nomor 382 Pushidros TNI AL dengan skala 1:250.000 tahun 2012.

2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Pulau Selaru Kabupaten Maluku Tenggara Barat (MTB). Pemilihan daerah Pulau Selaru dijadikan wilayah penelitian karena merupakan salah satu daerah di Pulau Selaru tepatnya di Pantai Lemiang telah dilakukan survei oleh Pusat Hidro-Oseanografi (Pushidros TNI AL) untuk alternatif daerah latihan PPRC (Pasukan Pemukul Reaksi Cepat) termasuk didalamnya untuk latihan pendaratan Operasi Amfibi TNI-AL.



Lokasi Penelitian digambarkan dalam Peta Laut Nomor 382 Dishidros Skala 1:250.000

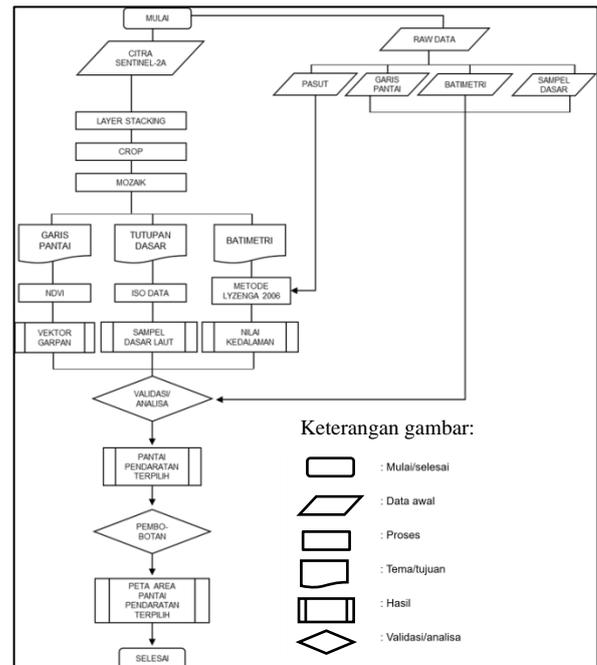
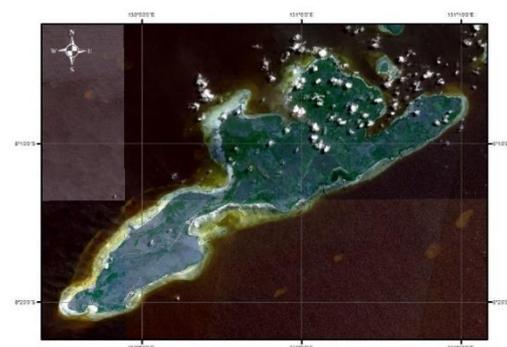


Diagram Alir Penelitian

2.3 Proses Pengolahan Awal

Pengolahan awal citra satelit Sentinel-2A dengan melaksanakan *image procesing* yakni proses *layer stacking* dan *cropping*, pada proses *layer stacking* menggunakan 4 saluran yakni saluran 2, saluran 3, saluran 4, dan NIR, hal ini dilakukan pada tiap data citra satelit yang digunakan. Dilanjutkan penggabungan citra di yang akan digunakan dan dilakukan pemotongan terhadap citra tersebut pada area yang akan menjadi area penelitian pada (Gambar 2).



Gambar 2.3 Hasil penggabungan 4 citra

2.4 Garis Pantai

Secara umum garis pantai merupakan salah satu aspek teknis dalam penetapan batas pengelolaan wilayah pesisir dan laut (Basith, 2014). Selain itu juga garis pantai merupakan

unsur utama selain data batimetri (kedalaman laut), khususnya dalam pembuatan dan updating Peta Laut Indonesia (PLI) yang secara resmi dilaksanakan oleh Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal).

Pengukuran garis pantai dimaksudkan untuk memperoleh garis pemisah antara daratan (permukaan bumi yang tidak tergenang) dan lautan (permukaan bumi yang tergenang). Dalam penelitian ini untuk pengukuran garis pantai dilakukan dengan cara menganalisa sebaran vegetasi dan non vegetasi menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) merupakan metode standar yang digunakan dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi yang berasal dari citra satelit. Formula standar untuk menghitung nilai NDVI adalah sbb:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan:

RED = Nilai digital pada citra band merah

NIR = Nilai digital pada citra band infra merah dekat

Rentang nilai NDVI adalah antara 1.0 hingga + 1.0. Nilai yang lebih besar dari 0.1 menandakan peningkatan derajat kehijauan dan intensitas dari vegetasi. Nilai antara 0 dan 0.1 umumnya merupakan karakteristik dari bebatuan dan lahan kosong, dan nilai kurang dari 0 kemungkinan mengindikasikan awan, air, objek lain dan non vegetasi.

2.5 Komposisi Dasar Laut

Dalam menentukan komposisi yang ada pada dasar laut penelitian ini menggunakan sistem kerja metode tidak terbimbing (*unsupervised*) ini dengan melakukan pengelompokan nilai-nilai pixel suatu citra oleh komputer kedalam kelas-kelas spektral dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Klasifikasi tidak terbimbing merupakan klasifikasi dengan pembentukan kelasnya sebagian besar dikerjakan oleh komputer. Kelas-kelas atau kluster yang terbentuk dalam klasifikasi ini sangat bergantung kepada data itu sendiri, yaitu dikelompokkannya piksel-piksel berdasarkan kesamaan atau kemiripan spektralnya (Riswanto 2009).

Pada konsep metode *Iso cluster* dimana koreksi kolom air yang didasari pada dua asumsi yakni kedalaman yang secara

signifikan mengubah pantulan dari objek dan kualitas air dengan demikian sinar atau pantulan yang diterima oleh satelit menjelaskan bahwa reflektansi bawah adalah hubungan eksponensial kedalaman air dan reflektansi objek dasar permukaan, yang dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = X_i \frac{K_i}{K_j} X_j$$

Keterangan:

Y_{ij} = Variabel bebas kedalaman

X_i = Nilai *linear radiance* dari saluran ke i

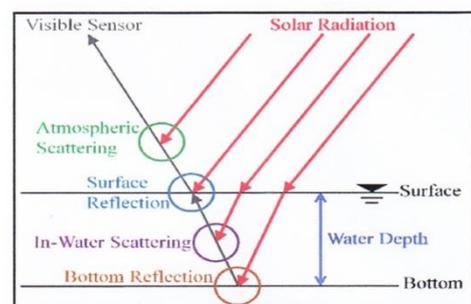
X_j = Nilai *linear radiance* dari saluran ke j

K_i = rasio *coefficient attenuasi* dari saluran ke i

K_j = rasio *coefficient attenuasi* dari saluran ke j

2.6 Ekstraksi Kedalaman Laut

Ekstraksi kedalaman laut adalah proses penurunan informasi kedalaman laut dari citra penginderaan jauh dengan memanfaatkan setiap nilai pantulan piksel citra dari masing-masing saluran tampak pada citra tersebut. Didalam prinsip batimetri dengan citra satelit, terdapat empat komponen pokok yaitu: path radiance (komponen atmospheric scattering), komponen surface reflection, komponen in-water volume scattering, dan komponen bottom reflection yang terdapat pada (gambar 2.4).



Gambar 2.3 Komponen satelit batimetri (Sumber kanno et al. 2001)

Komponen Bottom reflection merupakan komponen utama yang digunakan sebagai nilai dalam menghasilkan kedalaman laut, sedangkan ke tiga komponen lainnya sebagai komponen residual atau noise yang perlu dihilangkan atau dicari nilainya untuk

mengkoreksi nilai spectral dari citra yang diterima oleh satelit pengindera. Dalam mengestimasi kedalaman laut menggunakan citra satelit dapat dilaksanakan dengan menggunakan berbagai model. Untuk model SDB yang sangat sederhana dan paling sering digunakan adalah dengan metode Lyzenga bathymetry 2006 yang mana merupakan metode multiple linear regression. Metode multiple linear atau disebut juga analisis regresi linier berganda sebenarnya sama dengan analisis regresi linier sederhana, hanya saja pada regresi linier berganda memiliki variabel bebas lebih dari satu. Persamaan umumnya adalah:

$$h = ((aband2. xband2) + (aband3. xband3) + (aband4. xband4)) + c$$

Dimana:

h = Variabel Terikat

X = Variable Bebas

a = Koefisien Regres (Slope)

c = Konstanta (intercept)

2.7 Pasang surut (Pasut) adalah turun naiknya permukaan laut yang hampir dua kali sehari (Rawi S., 2012). Pasang surut disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi benda-benda angkasa dan gaya perputaran bumi pada sumbunya atau sentrifugal, penyebab utama dari pasut adalah gaya gravitasi bulan. Duduk tengah adalah kedudukan permukaan laut rata-rata. Muka surutan adalah bidang referensi dimana kedalaman pada peta laut ditentukan dari bidang referensi tersebut hingga ke dasar laut dan ketinggian pasang surut diprediksikan di atasnya.

Seluruh hasil pemeruman sebelum digambarkan kedalam lembar lukis, harus disurutkan terlebih dahulu sampai muka surutan peta, sama halnya dengan penelitian ini, pasang surut digunakan sebagai koreksi nilai ekstraksi kedalaman yang di dapat dari citra satelit Sentinel-2A.

2.6. Perangkat Lunak

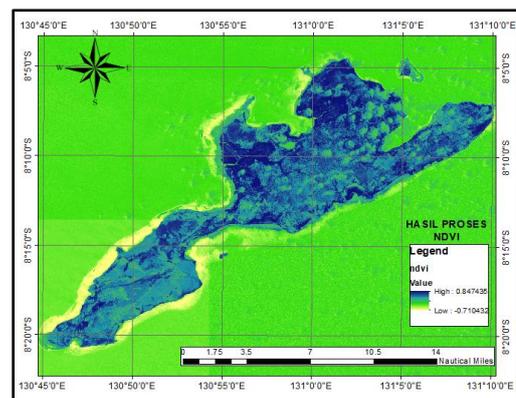
Dalam penelitian ini dilakukan dengan dengan bantuan perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan dalam tahapan penelitian garis pantai dengan metode NDVI, ekstraksi kedalaman laut dengan metode Lyzenga bathymetry 2006 dan komposisi dasar laut dengan metode *Unsuervised* dan Lyzenga dengan menggunakan data citra Sentinel-2A yaitu perangkat lunak ArcGIS 10.4.1 sebagai

perangkat untuk proses seluruh pengolahan data , *Microsoft Excel* sebagai perangkat pengumpulan data serta perangkat lunak *Global Mapper 18* sebagai perangkat lunak tambahan dalam pembuatan gradien pantai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

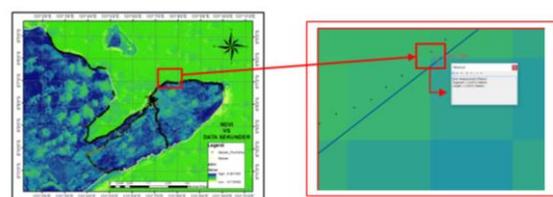
3.1 Garis Pantai

Proses penentuan garis pantai dilakukan dengan menggunakan software Arcgis 10.4.1 dengan metode NDVI mendapatkan Hasil pengolahan yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Hasil analisa NDVI

Pada (Gambar 4.1) adalah Hasil yang didapat dari pengolahan menggunakan NDVI kemudian dilanjutkan digitasi manual atau disebut juga digitasi on screen terhadap hasil NDVI dan kemudian dilanjutkan analisa terhadap data sekunder yang didapat dari Pushidros TNI AL dengan cara memasukan data sekunder bersamaan dengan hasil dari NDVI yang sudah di digitasi on screen yang mana nantinya akan mendapatkan nilai selisih antara metode NDVI dengan data sekunder, hal ini dapat dilihat pada (Gambar 4.2).



Gambar 3.2 Metode pengukuran data sampel lapangan dengan hasil NDVI

Pada (Gambar 4.1) dilakukan metode pengukuran manual terhadap data sampel lapangan dengan hasil NDVI yang telah dilakukan digitasi *on screen*, hasil dari pengukuran didapatkan selisih dari 0.16 meter hingga 5.4 meter.

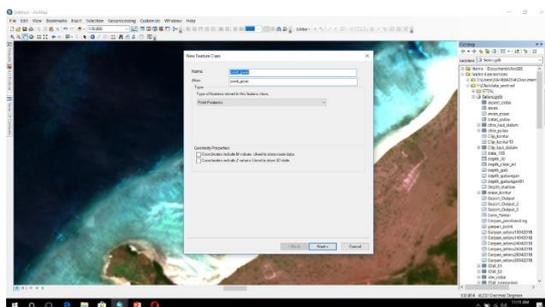
Tabel 2.1. Selisih Data garis lapangan dengan metode NDVI

NO	LINTANG	BUJUR	AKURASI
1	8°07'48.63646"S	131°06'46.07985"E	1.6
2	8°07'02.91192"S	131°09'43.52188"E	1.5
3	8°07'13.82744"S	131°10'00.17255"E	1.4
4	8°09'35.58876"S	131°04'22.04549"E	1.36
5	8°10'58.15240"S	131°05'09.13651"E	1.21
6	8°09'17.82715"S	131°04'59.68152"E	1.16
7	8°08'12.31991"S	131°06'33.60752"E	1.13
8	8°07'23.90298"S	131°09'59.79277"E	1.08
9	8°07'00.65037"S	131°09'00.33393"E	1.05
10	8°06'00.89416"S	131°03'50.40412"E	0.98
11	8°09'27.02321"S	131°04'46.30460"E	0.95
12	8°10'59.39549"S	131°05'06.89780"E	0.92
13	8°08'53.82012"S	131°05'36.43182"E	0.89
14	8°08'11.57516"S	131°04'55.06420"E	0.87
15	8°11'04.92591"S	131°04'57.31045"E	0.82
16	8°05'57.55770"S	131°03'46.17370"E	0.68
17	8°07'50.73059"S	131°06'46.28013"E	0.65
18	8°06'01.47202"S	131°03'50.88394"E	0.63
19	8°09'22.37429"S	131°04'55.72883"E	0.63
20	8°05'45.13232"S	131°02'58.14245"E	0.6
21	8°09'33.35472"S	131°04'24.33734"E	0.6
22	8°09'26.17647"S	131°04'49.52448"E	0.6
23	8°07'05.92510"S	131°09'51.79115"E	0.22
24	8°07'43.16450"S	131°06'35.66058"E	0.16

s/d 92

3.2 Komposisi Dasar Laut

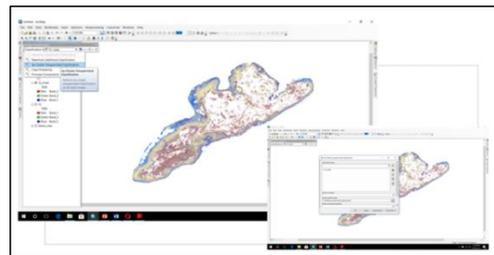
proses dari penelitian terhadap jenis dasar laut ini adalah dengan cara menentukan/memilih objek yang sama dikedalaman yang berbeda, seperti kita ketahui dan kita lihat banyak warna yang sama namun memiliki komposisi dasar yang berbeda. Proses awal yang dilakukan adalah pembuatan poligon pasir.



Gambar 3.3 Pembuatan/pemilihan objek yang sama

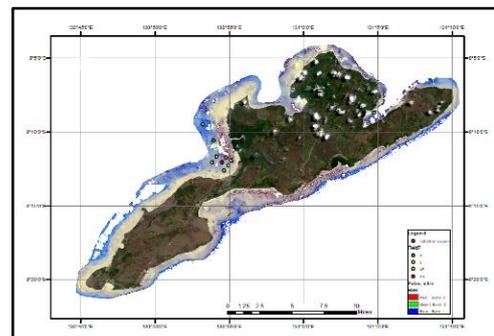
Setelah melakukan pemilihan terhadap point-point objek pada gambar 4.18 maka dilakukan extract multi value point terhadap raster 01 yang disebut X1, raster 02 yang disebut X2 dan raster 03 yang disebut X3, yang nantinya dari hasil extract multi values point ini maka mendapatkan nilai-nilai X pada raster X1, X2 dan X3, nilai X yang dimaksud adalah nilai linear dari radiance variable bebas kedalaman. Kemudian dilanjutkan pembuatan unique ID dan dilanjutkan proses Ordinary Least Square (OLS).

Dengan hasil Y yang didapat yang kemudian dilakukan composite saluran pada nilai Y yang didapat tersebut dan dilanjutkan pemotongan area yang tidak digunakan pada penelitian, pemotongan area dilakukan untuk mempermudah dalam menganalisa komposisi dasar laut dan difokuskan pada area penelitian. Setelah pemotongan area maka dilakukan pencarian variabel index bebas kedalaman yang sudah mengasumsikan bahwa tiap objek memiliki nilai yg sama meskipun dikedalaman berbeda dan kemudian melakukan isocluster unsuervised classification.



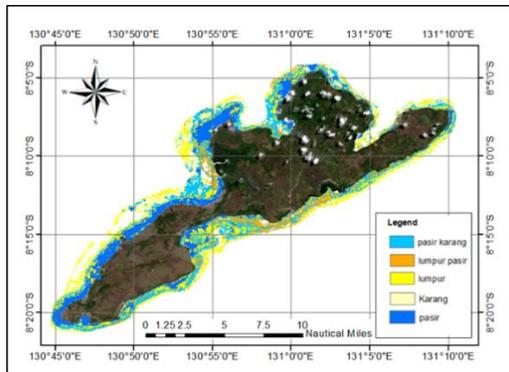
Gambar 3.4 Hasil Isocluster unsuervised classification

Setelah mendapatkan hasil dari proses klasifikasi isocluster unsuervised (Gambar 3.4) maka untuk meyakinkan dan memantapkan penelitian ini maka hasil yang didapat dibandingkan dengan data sampel sekunder yang didapat dari Pushidros TNI AL.



Gambar 3.5 Memasukan Data Validasi

Dari data sampel kedalaman sebagaimana di ditampilkan pada Gambar 3.5 kemudian diklasifikasikan dengan cara mengelompokkan data yang ada dengan data yang didapat dari hasil pengolahan isocluster, hal ini dikelompokkan berdasarkan klasifikasi tidak terbimbing (unsupervised). Hasil klasifikasi dapat dilihat pada (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Hasil dari klasifikasi data sampel dasar laut

3.3 Ekstraksi Kedalaman

Proses ekstraksi kedalaman pada penelitian ini menggunakan metode Lyzenga bathymetry 2006, metode ini adalah metode yang sangat umum digunakan pada teknologi penginderaan jauh satelit dimana prinsip perambatan gelombang cahaya dalam air mengalami peristiwa berkurangnya intensitas cahaya seiring dengan meningkatnya kedalaman karena attenuasi air. Pada proses pengolahan ekstraksi kedalaman ini menggunakan perangkat lunak pada komputer dengan perangkat lunak ArcGIS 10.4.1.

Setelah melaksanakan proses pengolahan layer stacking, penggabungan, pemotongan serta melakukan mosaik pada citra satelit Sentinel-2A dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.4.1, selanjutnya dilakukan proses pengambilan sampel area laut dalam dalam bentuk poligon, pemilihan/pengambilan sampel pada area laut dalam harus homogen yaitu pada area laut dalam yang dipilih tidak ada yang menghalangi seperti daratan, awan maupun objek-objek lainnya.



Gambar 3.7 Pengambilan Sampel Laut dalam

Setelah melaksanakan pengambilan sampel area pada laut dalam maka akan mendapatkan hasil statistik dari laut dalam (Gambar 4.7) dan nilai statistiknya dapat di lihat tabel 4. Hal ini disebut juga sebagai koreksi atmosferik untuk mengoreksi efek dari atmosfer yang ada pada data citra yang terukur oleh sensor yang mana akan mempengaruhi akurasi data citra satelit.

Tabel. 3.1 Hasil statistik laut dalam

STATISTICS OF INDIVIDUAL LAYERS				
LAYER	MIN	MAX	MEAN	STD
1	790.0000	2350.0000	1082.6191	29.1144
2	486.0000	2139.0000	751.7662	29.1144
3	300.0000	2072.0000	561.4720	33.0252
4	176.0000	1967.0000	430.0793	32.0645

Dari hasil statistik laut dalam yang didapat maka dilakukan pembangunan model perhitungan tiap-tiap saluran dengan dikurangi hasil mean yang didapat dari tiap-tiap saluran yang ada, dengan persamaan:

$$x1 = \log_{10} \left[\frac{B1 - B1 \text{ laut dalam}}{B1} \right]$$

Keterangan:

$x1$ = Nilai Linier dari reflektansi variabel bebas kedalaman

$B1$ = Nilai reflektansi kedalaman

$B1 \text{ laut dalam}$ = Kedalaman air rata-rata dari reflektansi di area laut dalam

Pada proses ini dilakukan perhitungan pada tiap saluran yakni pada saluran 1, saluran 2, hingga saluran 3, dimana perhitungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Arcgis 10.4.1.

Setelah melakukan perhitungan, maka akan didapatkan peta raster kedalaman. Dimana outputnya adalah $X1$, $X2$ dan Ratio. Kemudian memasukan data kedalaman sekunder yang didapat dari Pushidros TNI AL.

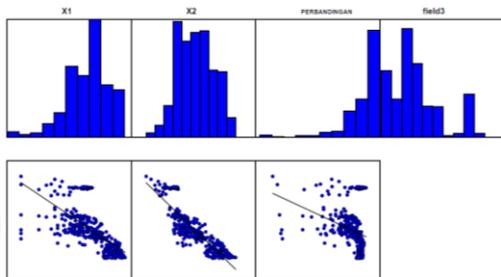
Proses Ordinary Least Square (OLS) dilakukan dengan memasukan data sampel kedalaman sekunder yang sudah dipilih tersebut dan di proses bersamaan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.4.1, proses awal melakukan ekstraksi dan dilanjutkan dengan perhitungan regresi, dari perhitungan regresi maka didapatkan nilai OLS dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel. 3.2 Rangkuman analisa OLS

Summary of OLS Result - Model Variables								
Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust SE	Robust t	Robust Pr [b]	VIF [c]
Intercept	67.123363	2.596138	25.85508	0.000000*	6.738061	9.961822	0.000000*	
X1	9.548111	0.696358	13.711497	0.000000*	1.807568	5.282296	0.000000*	124.882546
X2	-15.023487	0.656798	-22.873841	0.000000*	1.737761	-8.645314	0.000000*	42.670158
Ratio	-29.014066	2.761553	-10.505408	0.000000*	6.933189	-4.184800	0.000039*	38.277223

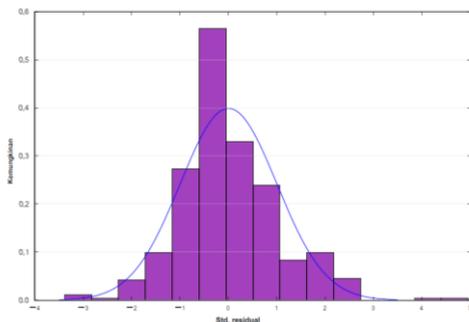
Tabel. 3.3 Diagnosis model variabel

OLS DIAGNOSTICS			
Input Features	: depth_gabungan01_Or	Dependent Variable	: Field3
Number of Observation	: 474	Akaike's information Criterion (AICc) [d]	: 1934.822702
Multiple R-Squared [d]	: 0.863891	Adjusted R-Squared [d]	: 0.862821
Joint F-Statistic [e]	: 992.682919	Prob(>F), (3,470) degrees of freedom	: 0.000000*
Joint Wald Statistic [e]	: 2321.454097	Prob(>chi-squared), (3) degrees of freedom	: 0.000000*
Koenker (BP) Statistic [f]	: 70.286197	Prob(>chi-squared), (3) degrees of freedom	: 0.000000*
Jarque-Bera Statistic [g]	: 111.904689	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom	: 0.000000*



Gambar 3.8. Distribusi Variabel dan hubungan

Setiap sebaran menggambarkan hubungan antara variabel penjelas dan variabel independen



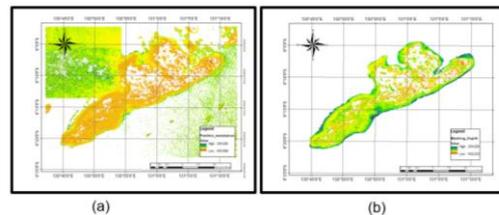
Gambar 3.9. Histogram standar Residual

Histogram residual dari hasil pemodelan cocok dengan kurva normal.

Dari hasil OLS yang didapat kemudian di hitung kembali terhadap saluran yang didapat yang mana didalam hasil tertulis X1, X2 dan ratio (Gambar 4.11). Guna mendapatkan nilai prediksi kedalaman, adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$h=67.1233+(x1 \cdot 9.548)+(x2 \cdot -15.023)+(ratio \cdot -29.014)$$

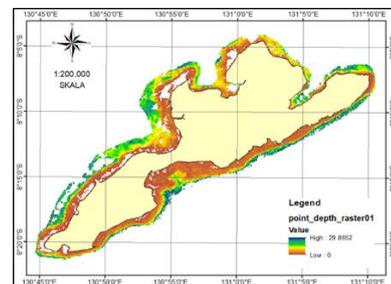
Tujuan dari perhitungan tersebut untuk mendapatkan hasil nilai prediksi kedalaman, yang mana tentunya nilai prediksi kedalaman didapat pada keseluruhan citra dan mempunyai tingkat kesalahan yang tinggi. Untuk mengurangi tingkat kesalahan yang tinggi maka dilakukan beberapa proses pengolahan lanjutan dengan pemotongan area prediksi kedalaman sehingga nilai prediksi kedalaman yang didapat hanya pada area laut dangkal saja dengan cara membuat area laut dangkal dengan poligon dan melakukan penghapusan pada area laut dalam yang tidak digunakan.



Gambar 3.10 Penghapusan Area Laut Dalam

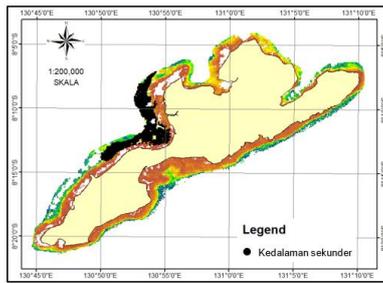
(a)sebelum pelaksanaan (b)sesudah pelaksanaan

Setelah menghilangkan area laut dalam kemudian didapatkan nilai prediksi kedalaman laut dangkal dan dilanjutkan koreksi terhadap nilai prediksi kedalaman yang berada di pulau yang kemudian dilanjutkan proses koreksi terhadap pasang surut, data prediksi pasang surut didapat dari Pushidros TNI AL, selain itu juga melakukan koreksi terhadap awan dengan membuat polygon awan pada citra. Dengan dilakukannya koreksi tersebut maka mendapat data raster prediksi kedalaman yang terkoreksi.



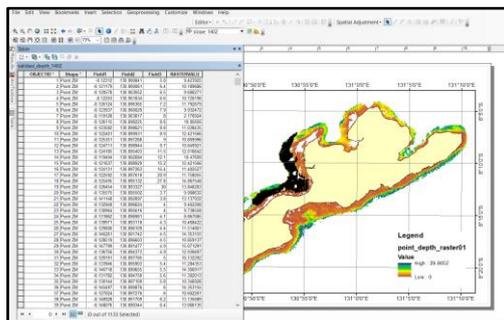
Gambar 3.11. Raster kedalaman terkoreksi

Dengan didapatnya raster kedalaman terkoreksi maka tahap selanjutnya melakukan validasi dengan memasukan data sampel kedalaman yang didapat dari Pushidros TNI AL.



Gambar 3.12 Memasukkan data lapangan kedalaman untuk validasi

Untuk mendapatkan hasil nilai selisih antara nilai raster kedalaman yang didapat dari hasil pengolahan citra Sentinel-2A bila dibandingkan dengan raw data lapangan dilakukan dengan cara extract value to point dimana dilakukan pada perangkat lunak Arcgis 10.1.4.



Gambar 3.13 Hasil extract value to point dari raw data lapangan dengan raster kedalaman citra

Hasil proses perbandingan ini sebagai validasi untuk menentukan nilai tingkat ketelitian atau tingkat akurasi untuk mengetahui kualitas data dalam pemenuhan standart ketelitian pada IHO S44. Secara internasional, semua sumber informasi kedalaman air harus memenuhi spesifikasi akurasi untuk rentang kedalaman tertentu, yang ditentukan oleh Organisasi Hidrografi Internasional (IHO). Sementara ini ada keinginan oleh IHO untuk meningkatkan kepercayaan pada tingkat hasil kedalaman dari citra satelit, selain itu juga penentuan Category Zone of Confidence (CATZOC) hanya dapat diperoleh ketika informasi kedalaman sekunder tersedia. Saat ini dalam kesepakatan yang telah dijalankan menerapkan pendekatan tingkat kepercayaan terhadap nilai kedalaman yang didapat dari citra satelit secara keseluruhan, memungkinkan perkiraan untuk secara konsisten mencapai tingkat A2 & B CATZOC bila dibandingkan dengan data kedalamanan sekunder, (Chenier

Rene, Ahola Ryan, Sagram Mesha, March-Andre Faucher and Yask Shelat. 2019).

Tabel 3.4 *Required depth accuracies for International Hydrographic Organization (IHO) CATegory of Zones of Confidence (CATZOC) levels*

CATZOC Level	Required Position Accuracy (\pm m)	Depth Range (m)	Required Depth Accuracy (\pm m)
A1	5 + 5% of depth	0-10	0.6
		10-30	0.8
A2 & B	20 (A2), 50 (B)	0-10	1.2
		10-30	1.6
C	500	0-10	2.5
		10-30	3.5

Proses validasi ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel yang kemudian di uji kelayakan citra kedalaman yang dihasilkan dengan standarisasi bersama oleh kesepakatan CATZOC.

Tabel 3.5 Tabel selisih kedalaman sekunder dengan kedalaman citra

NO	X	Y	DEPTH	SDB	SELISIH
1	131.1163	-8.1222	0.2	1.6	-1.4
2	131.1160	-8.1224	0.2	1.6	-1.4
3	131.1160	-8.1225	0.2	1.6	-1.4
4	131.1157	-8.1226	0.2	1.6	-1.4
5	131.1158	-8.1227	0.2	1.6	-1.4
6	131.1078	-8.1352	0.2	2.2	-2.0
7	131.1262	-8.1152	0.3	1.2	-0.9
8	131.1077	-8.1352	0.4	2.2	-1.8
9	131.0884	-8.1312	0.5	3.5	-3.0
10	131.1162	-8.1222	0.5	1.6	-1.1
11	131.1159	-8.1224	0.6	1.6	-1.0
12	130.8745	-8.2137	0.6	3.4	-2.8
13	130.8967	-8.2138	0.6	1.1	-0.5
14	130.8924	-8.2117	0.6	0.8	-0.2

Data selisih kedalaman sekunder dan data kedalaman citra lebih lengkap tersedia pada Lampiran 4. Selanjutnya dilakukan klasifikasi uji kelayakan akurasi berdasarkan level CATZOC, dimana uji kelayakan mulai dari kedalaman 0 – 2 meter, 2.1 – 5 meter, 5.1 – 10 meter, 10.1 – 15 meter dan 15.1 – 30 meter.

Hasil data setelah divalidasi antara kedalaman laut sekunder dengan kedalaman hasil ekstraksi kedalaman citra dengan menggunakan level CATZOC diperoleh kualitas data sebagai berikut:

- a. Pada kedalaman 0 sampai dengan 2 meter memiliki nilai korelasi 0,4 dan RMSE 1.8 dengan data kedalaman yang diperoleh sebanyak 55 data dan terdiri dari 78 % masuk dan 22% tidak masuk pada level CATZOC, dengan ketelitian data masuk pada level A1 presentase

masuk 18% dan tidak masuk 82%, pada level A2/B presentase masuk 33% dan tidak masuk 67%, sedangkan pada level C presentase masuk 78% dan tidak masuk 22%.

b. Pada kedalaman 2.1 sampai dengan 5 meter memiliki nilai korelasi 0,5 dan RMSE 1.7 dengan data kedalaman yang diperoleh sebanyak 77 data dan terdiri dari 87 % masuk dan 13% tidak masuk pada level CATZOC, dengan ketelitian data masuk pada level A1 presentase masuk 21% dan tidak masuk 79%, pada level A2/B presentase masuk 40% dan tidak masuk 60%, sedangkan pada level C presentase masuk 87% dan tidak masuk 13%..

c. Pada kedalaman 5.1 sampai dengan 10 meter memiliki nilai korelasi 0.5 dan RMSE 1.8 dengan data kedalaman yang diperoleh sebanyak 263 data dan terdiri dari 81 % masuk dan 19% tidak masuk pada level CATZOC, dengan ketelitian data masuk pada level A1 presentase masuk 19% dan tidak masuk 81%, pada level A2/B presentase masuk 34% dan tidak masuk 64%, sedangkan pada level C presentase masuk 81% dan tidak masuk 19%.

d. Pada kedalaman 10.1 sampai dengan 15 meter memiliki nilai korelasi 0,7 dan RMSE 1.7 dengan data kedalaman yang diperoleh sebanyak 201 data dan terdiri dari 100 % masuk pada level CATZOC, dengan ketelitian data masuk pada level A1 presentase masuk 34% dan tidak masuk 64%, pada level A2/B presentase masuk 56% dan tidak masuk 44%, sedangkan pada level C presentase masuk 100%.

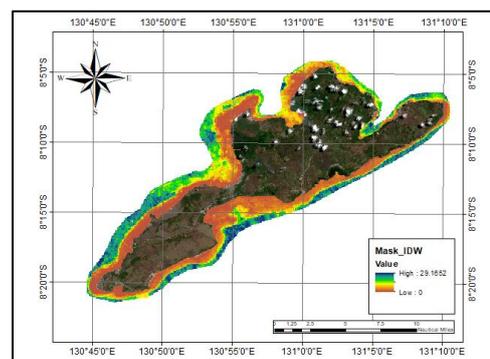
e. Pada kedalaman 15.1 sampai dengan 30 meter memiliki nilai korelasi 0,9 dan RMSE 1.8 dengan data kedalaman yang diperoleh sebanyak 207 data dan terdiri dari 100% masuk pada level CATZOC, dengan ketelitian data masuk pada level A1 presentase masuk 29% dan tidak masuk 71%, pada level A2/B presentase masuk 51% dan tidak masuk 49%, sedangkan pada level C presentase masuk 100%.

3.4 Pemilihan Area Pantai Pendaratan Amfibi

Dalam pemilihan area pantai pendaratan amfibi perlu adanya langkah evaluasi beberapa pantai pendaratan sehingga

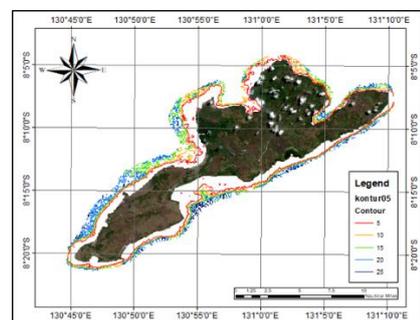
dapat memberikan alternatif yang baik untuk digunakan sebagai daerah latihan maupun operasi amfibi, berdasarkan analisa yang didapat dari proses pengolahan garis pantai, komposisi dasar laut dan kedalaman laut. Penilaian pemilihan ideal pantai pendaratan amfibi ditentukan dari pertimbangan beberapa aspek yang telah disebutkan diatas dimana aspek tersebut memiliki kriteria-kriteria yang berhubungan erat dengan karakteristik setiap aspeknya. Dari tiap-tiap aspeknya ini akan dianalisa area mana yang mempunyai kriteria yang baik dalam melaksanakan latihan atau operasi amfibi.

Sebelum melakukan pemilihan area pantai pendaratan amfibi dilakukan interpolasi. Proses interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah nilai sebaran pada seluruh wilayah. Pada proses interpolasi tulisan ini menggunakan Metode IDW yang mana merupakan metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak datar dari titik data. Sampel terhadap blok yang akan diestimasi, jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya dan begitu juga berlaku sebaliknya, (pramono, 2005).



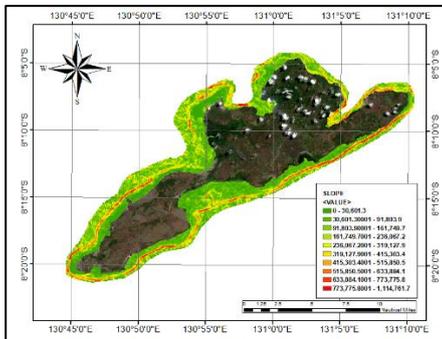
Gambar 3.14 Hasil interpolasi dengan metode IDW

Setelah melakukan interpolasi dengan metode IDW kemudian dilanjutkan dengan pembuatan kontur kedalaman terhadap data kedalaman yang didapat dari hasil interpolasi. Kedalaman kontur dapat dilakukan pada kedalaman yang diinginkan.



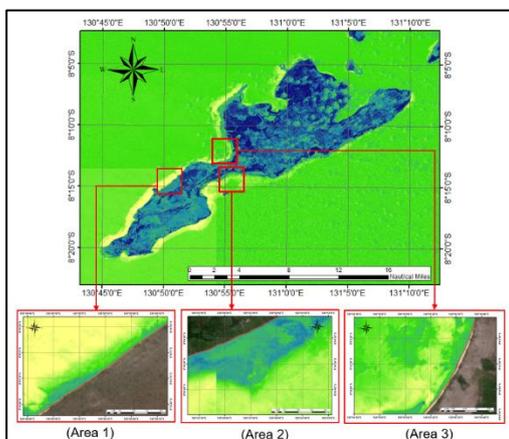
Gambar 3.15 Hasil Proses Pembuatan Kontur Kedalaman

Dengan adanya penggambaran nilai kontur maka kita dapat melihat dengan jelas penggambaran kedalaman yang didapat dan pembagian kedalaman pada area penelitian, yang mana kemudian dilanjutkan kembali dengan proses pembuatan gradien pantai pada area penelitian.

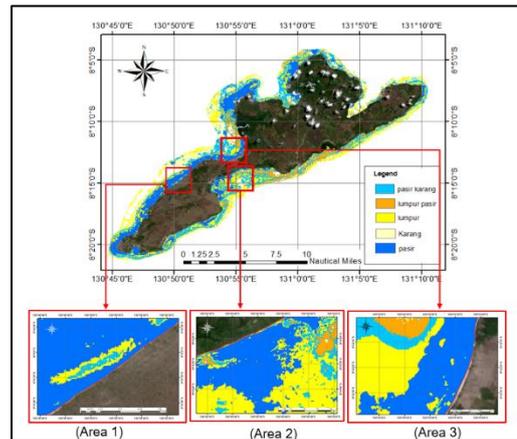


Gambar 3.16 Hasil Proses Pengolahan Gradien

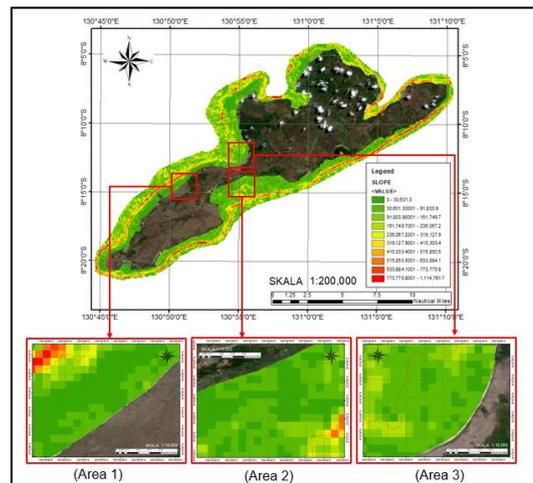
Setelah dilakukan proses interpolasi, pembuatan kontur dan gradien pantai, selanjutnya dilakukan pemilihan terhadap area yang akan dianalisa lebih lanjut untuk dilakukan operasi pendaratan amfibi. Terdapat 3 area yang dipilih untuk dilakukan analisa lebih lanjut dengan melakukan pembobotan parameter-parameter yang terdapat pada 3 area yang dipilih, adapun area yang dipilih akan ditampilkan pada gambar dengan beberapa aspek parameter tersebut.



Gambar 3.17 Pemilihan area pantai pendaratan amfibi dengan analisa garis pantai



Gambar 3.18 Pemilihan area pantai pendaratan amfibi berdasarkan komposisi dasar laut



Gambar 3.19 Pemilihan area pantai pendaratan amfibi berdasarkan gradien pantai

Dari pemilihan 3 area diatas maka nantinya dilakukan pembobotan, dimana nilai bobot yang paling besar terpilih sebagai area pantai pendaratan terpilih.

Penilaian dan pembobotan berdasarkan aspek-aspek yang telah di analisa. Penelitian ini akan memilih area-area yang akan dijadikan penelitian lebih lanjut guna memberikan penilaian dan pembobotan pada area terpilih tersebut. Metode pembobotan yang digunakan adalah Estimating Weights (GIS and Multicriteria Decision Analysis, Jacek Malczewski, 1999). Dengan persamaan:

$$w = (n - r_j + 1) / (\sum (n - r_j + 1))$$

Dimana:

w = normalisasi bobot

n = banyaknya kriteria

r_j = ranking

Tabel 3.6 Pembobotan Area Pantai Pendaratan Amfibi terpilih

No	Parameter Pendaratan	Pilihan Area		
		Area 1	Area 2	Area 3
1	Jenis pantai	Lurus	Lurus	lurus
2	Panjang pantai	±1250 m	±1200 m	±1100 m
3	Komposisi pantai	Karang	Pasir	Pasir
4	Gradien pantai	Datar	Datar	Datar

Penilaian pantai berdasarkan hasil pembobotan menghasilkan suatu area alternatif yang ideal untuk dijadikan pantai pendaratan. Aspek-aspek parameter pantai pendaratan merupakan hal yang penting oleh sebab itu parameter pantai pendaratan tidak dibobotkan. Pembobotan hanya dilaksanakan pada setiap kriteria dari parameter pantai pendaratan. Penilaian kriteria antar pantai pendaratan dengan menggunakan total penjumlahan sesuai dengan metode estimasi rata-rata (Analysis and Adjustment of Survei Measurement, Edward M. Mikhail, Ph.D,1998). Dengan persamaan yaitu:

$$E(Y)=a1.E(X1)+a2.E(X2)+a3.E(X3)+an.E(Xn)$$

Dimana:

E(Y) = Total penjumlahan bobot

a1 = Bobot kriteria

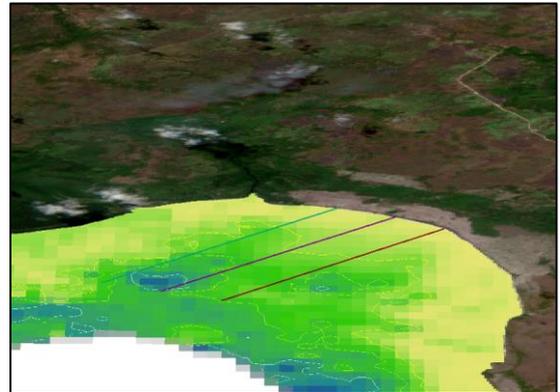
E(x) = Parameter

Tabel 3.7 Penilaian Bobot Area Pantai Pendaratan Amfibi Terpilih

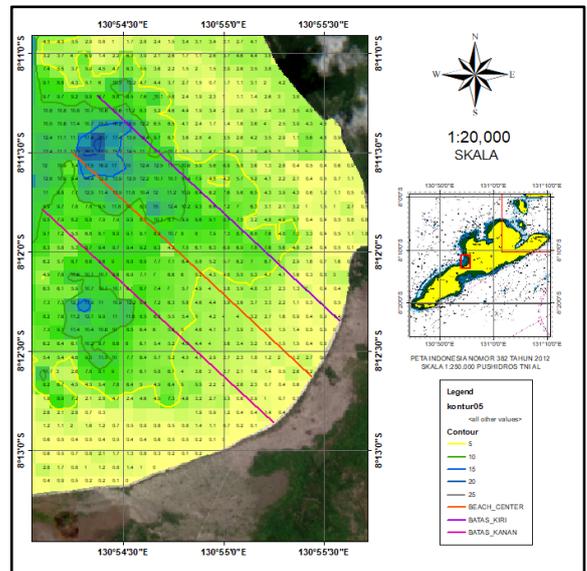
NO	PARAMETER PENDARATAN	BOBOT	DAERAH PENDARATAN		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
1	Jenis Pantai				
	a. Pantai lurus	3	3	3	3
	b. Pantai cembung	2			
	c. Pantai cekung	1			
2	Gradien pantai				
	a. Curam	1			
	b. Sedang	5			
	c. Landai	4			
	d. Hampir datar	3			
	e. Datar	2	2	2	2
3	Komposisi Pantai				
	a. Pasir	4		4	4
	b. Pasir kerikil	3			
	c. Lumpur pasir	2			
	d. Karang	1	1		
4	Panjang pantai				
	a. < 400 m	1			
	b. 400 m s/d 800 m.	2			
	c. 800 m s/d 1500 m	3	3	3	
	d. > 1500 m	4			4
	HASIL		9	12	13

Dari hasil penilaian pembobotan di atas, diperoleh estimasi bahwa area 3 mempunyai bobot yang paling besar diantara area 1 dan area 2, selanjutnya dilakukan penelitian dan penggambaran lebih lanjut terhadap area pantai terpilih.

Dengan hasil proses penilaian dan pembobotan bentuk pantai, katupan dasar/dasar laut dan gradien pantai maka kriteria area 3 adalah area yang terpilih, namun bila melihat dan mendetail kembali untuk pulau selaru tidak rekomendasi dilaksanakan area latihan maupun pendaratan amfibi dalam aspek gradien pantai, karena gradien pantai pada area pulau selaru relatif datar, walaupun akan dilaksanakannya latihan maupun operasi amfibi pada area Pulau Selaru hanya dapat dilakukan pendaratan kering dengan menggunakan LCVP atau rubber boat dan dilakukan pada saat air pasang.



Gambar 3.20 Penampakan 3D Area Terpilih



Gambar 3.21 Area Pendaratan Terpilih

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian pada area Pulau selaru, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Citra satelit Sentinel-2A dapat digunakan untuk pemilihan pantai pendaratan amfibi pada skala peta 1:20.000

b. Dari hasil ekstraksi informasi untuk penentuan pantai pendaratan amfibi diketahui akurasi dari tiap parameter adalah sebagai berikut:

1) Nilai akurasi garis pantai yang didapat pada penelitian ini dengan nilai selisih dari 0,16 hingga 5.4 meter.

2) Nilai akurasi batimetri yang didapat dari hasil ekstraksi dengan menggunakan citra Sentinel-2A bila di analisa dengan ketentuan CATZOC maka didapat nilai akurasi kedalaman 0-2 meter dengan data sampel 55 maka didapat data presentase masuk 78% dan tidak masuk 22%, pada kedalaman 2.1-5 meter dengan data sampel 77 maka didapat data presentase masuk 87% dan tidak masuk 13%, pada kedalaman 5.1-10 meter dengan data sampel 263 maka didapat data presentase masuk 81% dan tidak masuk 19%, pada kedalaman 10.1-15 meter dengan data sampel 201 maka didapat data presentase masuk 100%, pada kedalaman 15.1-30 meter dengan data sampel 207 maka didapat data presentase masuk 100%.

3) Klasifikasi komposisi dasar laut telah dibuktikan dapat dilakukan dan dapat menjadi referensi awal.

c. Dari Analisa pembobotan parameter untuk pemilihan area pantai pendaratan didapati bahwa pada area 3 (pantai Lemiang) adalah pantai yang mempunyai nilai bobot lebih tinggi dibandingkan dengan area 1 dan area 2.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari penggunaan citra satelit Sentinel-2A maka

ada beberapa saran untuk kemajuan penelitian selanjutnya:

a. Dalam pemilihan area pantai pendaratan amfibi tentunya banyak parameter-parameter yang harus dilengkapi, dengan data awal hasil pengolahan Sentinel-2A dan ditambahkan dengan beberapa parameter-parameter terkait seperti data gelombang dan lainnya, tentu akan dapat menjadikan suatu hasil yang baik dalam pemilihan pantai pendaratan amfibi.

b. Data citra satelit Sentinel-2A dengan resolusi 10m tentunya tidak terlalu memberikan informasi yang sangat mendetail, namun masih banyak citra satelit yang memiliki resolusi tinggi yang dapat melanjutkan penelitian menjadi informasi yang sangat mendetail.

c. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode standar dan sederhana yang paling umum digunakan, masih banyak metode-metode lainnya yang dapat digunakan untuk penelitian dalam menggunakan citra satelit.

DAFTAR PUSTAKA

Arhatin RE. 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove dari Data Satelit Landsat-5 TM dan Landsat-7 ETM+: Studi kasus di kabupaten berau, Kalimantan Timur, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Aulia R. 2017. Unsupervised Classification Citra Landsat 8 Menggunakan Software Envi 5.1.

Arya, Winarso G., dan Santoso A.I. 2016. Evaluasi Akurasi Ekstraksi Kedalaman Laut Dengan Metode Lyzenga dan Modifikasinya menggunakan Data SPOT-7 di Teluk Belangbelang Mamuju. Jurnal Ilmiah Geomatika, volume 22, No.1, halaman 09-19. UNDIP. Semarang.

Chenier Rene, Ahola Ryan, Sagram Meshia, March-Andre Faucher and Yask Shelat. 2019. Consideration of Level of Confidence Within Multi-Approach Satellite-Derived Bathymetry.

- International Journal of Geo-Information
- Colwell, R.N. (1984) the visible portion of spectrum, In: Remote Sensing of Environment. London: J. Lints Jr and D.S Simonett, Addison-Wesley Publishing of Company, Inc
- Danoedoro, P. 2012. Buku Pengantar Penginderaan Jauh. ISBN:978-979-29-3112-9. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Green, E., Edwards A. and Mumby P. (2000), Mapping Bathymetry, in Edwards A. (ed.), Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management, Paris, UNESCO, pp. 219-235.
- Iriawan, Hengky. 2008. Evaluasi Keadaan Medan Pantai Pendaratan dalam Mendukung Operasi Amfibi Menggunakan Analisa Sistem Informasi Geografis. Skripsi, Teknik Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.
- Kanno, A. 2011. Shallow Water Bathymetri From Multispectral Satellite
- Images: Extensions of Lyzenga's Method for Improving Accuracy. Coastal Engineering Journal, Vol. 53, No. 4, Halaman 431-450. Yamaguchi University. Jepang.
- KORMAR, Buku saku prajurit kavaleri, Pasmars II men kav-2 Marinir, Jakarta, 2019
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (1997). Remote Sensing and Image Interpretation. Dalam Dulbahri, P. Suharsono, Hartono, Suharyadi, & Sutanto, Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra (hal. 714). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lyzenga, D. R., Malinas, N. P., & Tanis, F. J. (2006). Multispectral Bathymetry Using a Simple. 44(8)
- Mabes TNI, Doktrin TNI Operasi Amfibi 2013, kep Panglima TNI nomor (kep/264/IV/2013/5 April 2013).
- Manessa, M. D. M., Muhammad Haidar., Syarif Budhiman., Gatot Winarso, Ariyo Kanno, Tatsuyuki Sagawa, Masahiko Sekine. 2016. Evaluating the performance of Lyzenga's water column correction in case-1 coral reef water using a simulated Worldview-2 imagery: 2nd International conference of Indonesia Society for Remote Sensing (ICOIRS) 2016.
- Manessa, M. D. M., Muhammad Haidar., Maryani Hastuti., Diah Kirana Kresnawati. 2016. Determination of the Best Methodology for Bathymetry Mapping Using Spot 6 Imagery: A Study of Empirical Algorithms. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol.14 No.2 December 2017:127-136
- Manessa, M. D. M., Kanno A., Sekine M., Haidar M., Yamamoto K., Imai T., and Higuchi T. 2016. Satellite-Derived Bathymetry Using Random Forest Algorithm and Worldview-2 Imagery. Journal of Geomatics and Planning E-ISSN:2355-6544, Vol. 3, Halaman 117-126. Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, Ube. Japan.
- Mather, P.M. (2004), Computer Processing of Remotely Sensed Images, John Wiley, Chichester, U.K.
- Mengenal Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Dan Metode Terbimbing di Envi.<http://www.info-geospasial.com/2017/02/mengenal-metode-klasifikasi-tidak-terbimbing-dan-metode-terbimbing-di-envi.html>(diakses pada 5 Desember 2018)
- Pe'eri, S., Azuiké, C., & Christopher, P. (2013, December 04). Satellite-derived Bathymetry. Dipetik June 27, 2019, dari <https://www.hydro-international.com/content/article/satellite-derived-bathymetry>
- Pramono, G. 2005. Perbandingan Metode Trend dan Spline untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di

- Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.
Jurnal Ilmiah Geomatika 11(1): 20-32.
- Rawi, S. 2012. Teori Pasang Surut. Diktat
Kuliah Jurusan Teknik Hidrografi,
STTAL, Jakarta.
- Riswanto, E., 2009, "Evaluasi Akurasi
Klasifikasi Penutupan Lahan
Menggunakan Citra ALOS PALSAR
Resolusi Rendah Studi Kasus di Pulau
Kalimantan", skripsi, Departemen
Manajemen Hutan, Fakultas
Kehutanan, Institut Pertanian Bogor,
Bogor.
- Chenier Rene, Ahola Ryan, Sagram Mesha,
March-Andre Faucher and Yask Shelat.
2019. Consideration of Level of
Confidence Within Multi-Approach
Satellite-Derived Bathymetry.
International Journal of Geo-
Information
- Sugiyono, 2006. Metode penelitian kuantitatif
kualitatif. Bandung: Alfabeta.
- Sutanto. (1993). Penginderaan Jauh dan
Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gadjah
Mada University Press.
- USGS. (2019, 3 15). Earth Explorer. Dipetik 3
19, 2019, dari
<https://earthexplorer.us.gov>.
- Wahana komputer. 2017. Mengolah Data Citra
Satelit Menggunakan ENVI
- Yuwono, Nur. 1992. Dasar-Dasar Perencanaan
Bangunan Pantai Volume II,
Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga
Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas
Teknik UGM.