

**PEMILIHAN AREA ALTERNATIF PANTAI PENDARATAN AMFIBI DENGAN  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT PLEIADES  
(STUDI KASUS PULAU BUNGURAN-NATUNA)**

*(Selection Of Alternative Area Amfibi Beaching By Using Pleiades Satellite Imagery  
(Case studi Of Bunguran-Natuna Island)*

**Robi Dwi Wijatmiko<sup>1</sup>, Moh. Qisthi Amarona<sup>2</sup>, Fadila Muchsin<sup>3</sup>**

Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Prodi Hidrografi<sup>1</sup>

Dinas Pemetaan, Pushidrosal<sup>2</sup>

Peneliti Pada Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lapan<sup>3</sup>

E-mail: robisamudra55@gmail.com

**ABSTRAK**

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. Dengan berkembangannya teknologi penginderaan jauh citra satelit saat ini diharapkan mampu untuk memberikan informasi-informasi terkait tentang pelaksanaan operasi pendaratan amfibi. Penelitian dilakukan di Pulau Bunguran Natuna dengan menggunakan citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades milik *Airbus Defense and Space* yang mempunyai resolusi spektral 0,5 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 Pleiades untuk pemilihan area terkait mendukung latihan dan operasi pendaratan amfibi dan memberikan informasi yang diperlukan dalam pelaksanaannya.

**Kata Kunci** : Operasi Amfibi, Satelit Pleiades.

**ABSTRACT**

*Amphibious landings operation is one of the projections of military power by integrating various types of ships, aircraft, and landing forces in a mission on the enemy coast. The development of remote sensing- based imagery, expected to be able to provide relevant information about carrying out amphibious landing operations. This study carried out on Bunguran Island, Natuna and uses the Airbus Defense and Space Pleiades satellite image which has a spectral resolution of 0.5 meters. In combine of satellite imagery and spatial analytical tools (i.e. Vegetation index, classification, and regression), the information regards to coastal environment, such as, coastline boundaries, seabed composition, and bathymetry can be provided. As a result, this study*

*utilizes and analyze the Pleiades imagery for the selection of related areas to support amphibious landing exercises and operations and provide information needed in its implementation.*

**Keywords:** *Amphibious landings operation, Pleiades Satellit*

## 1. PENDAHULUAN

TNI Angkatan Laut (sebagai garda terdepan pertahanan laut), harus mampu mengerahkan proyeksi kekuatan dan kemampuannya untuk melindungi kedaulatan NKRI (Negara Kesatuan Republik Indonesia) dari segala ancaman baik 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 matra laut, maka TNI AL memegang peranan utama dalam pelaksanaannya.

Kaitannya dengan hal tersebut, Pushidrosal sebagai lembaga hidrografi nasional memiliki tugas pokok dan fungsi berdasarkan Perpres Nomor 62 tahun 2016, pasal 134A adalah menyelenggarakan pembinaan hidro-oseanografi yang meliputi survei, penelitian, pemetaan laut, publikasi, penerapan lingkungan laut, dan keselamatan navigasi pelayaran baik untuk kepentingan TNI maupun untuk kepentingan umum, dan menyiapkan data dan informasi wilayah pertahanan di laut dalam rangka mendukung tugas pokok TNI Angkatan Laut. Macam peta militer yang telah ada di Pushidrosal hingga saat ini salah satunya adalah Peta Pendaratan Amfibi (PPA) (Aspek Teknis Peta Militer Dispeta

Pushidrosal, 2015).

Peta Pendaratan Amfibi adalah Peta yang digunakan untuk operasi pendaratan pasukan pada Operasi Amfibi, Peta Pendaratan Amfibi berisi informasi tentang posisi kedalaman, daerah luncur, daerah kumpul, daerah temu, lorong sekoci pendarat, garis Pantai, titik tengah Pantai (*beach center*), jenis dasar laut, mawar Pantai, gradien Pantai, jalan pendekat dari garis Pantai menuju sasaran, tanda-tanda medan, jenis tata guna lahan, kontur ketinggian medan sekitar Pantai dan obyek-obyek penting (Survei Hidrografi Militer, 2018).

Informasi yang disajikan pada peta militer merupakan hasil pengolahan data yang dibuat sedemikian rupa agar mudah dimengerti oleh satuan pengguna dalam melaksanakan persiapan, perencanaan, pelaksanaan, pengakhiran, dan evaluasi operasi militer. Jika diperlukan peta militer dapat di masukkan informasi-informasi terbaru yang dibutuhkan (Aspek Teknis Peta Militer Dispeta Pushidrosal, 2015).

Pada pelaksanaan operasi militer, khususnya pada operasi militer pendaratan amfibi, tentu perlu adanya pendalaman maupun pengenalan lokasi yang akan didarati. Saat ini untuk pemilihan Pantai pendaratan amfibi dilakukan dengan data lama yang dimiliki maupun dengan cara

melaksanakan survei terhadap daerah yang akan didarati, bila dilaksanakan survei terlebih dahulu hal ini tentunya membutuhkan waktu yang tidak singkat dan dana yang tidak murah, bila hasil survei yang diperoleh menyatakan daerah tersebut tidak layak untuk pelaksanaan operasi pendaratan amfibi pastinya hanya membuang-buang waktu dan biaya.

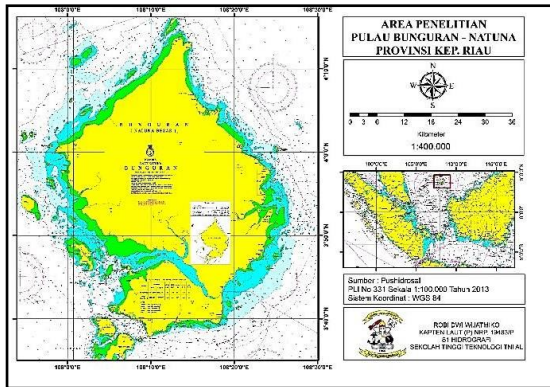
Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, peran teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) saat ini adalah salah satu cara yang diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyediakan data dan informasi yang dibutuhkan untuk pelaksanaan kegiatan Operasi Pendaratan Amfibi. Citra satelit 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 mengutamakan menggunakan citra satelit optis resolusi sangat tinggi Pleiades.

Saat ini Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sudah dapat mengakuisisi data satelit optis resolusi sangat tinggi Pleiades. Pleiades memiliki resolusi 0.5 meter produk dari *Airbus Defence and Space* asal Eropa. Citra satelit Pleiades-1, adalah citra satelit resolusi tinggi terbaru yang diluncurkan pada tanggal 16 Desember 2011 dari Sinnamary, Guiana Prancis. Pleiades-1, adalah satelit pertama dari dua satelit resolusi tinggi yang diluncurkan oleh perusahaan Astrium yang membawahi

proyek satelit SPOT. Satelit kedua yaitu Pleiades-2, diluncurkan pada akhir 2012. Pleiades-1, memiliki kemampuan perekaman maksimum 1 juta kilometer persegi dan memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan satelit-satelit resolusi tinggi lainnya. Data tersebut dapat dimanfaatkan oleh TNI untuk kebutuhan dibidang pertahanan dan keamanan (lapan.go.id).

## 2. BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian berada pada Pulau Bunguran Kabupaten Natuna, Kepulauan Riau. Pemilihan daerah Pantai Pulau Bunguran dijadikan wilayah penelitian karena merupakan salah satu daerah yang telah disurvei oleh Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL (Pushidrosal) untuk latihan pendaratan Operasi Amfibi TNI AL. Berdasarkan kondisi fisik, Kabupaten Natuna terdiri dari tanah berbukit dan gunung batu. Daratan rendah dan landai pada umumnya terdapat di pinggiran Pantai . Berdasarkan kondisi fisiknya, Kabupaten Natuna merupakan tanah berbukit dan bergunung batu. Hampir 10% dari wilayah Kecamatan Bunguran Timur dan Bunguran Barat merupakan daratan rendah dan landai terutama di pinggiran Pantai , 65% berombak dan 25% berbukit sampai bergunung. Ketinggian wilayah antar Kecamatan cukup beragam, yaitu berkisar antara 3 sampai dengan 959 meter dari permukaan laut dengan kemiringan antara 2 sampai dengan 5 meter.



**Gambar 1.** PLI No 331 Tahun 2013  
Skala 1:100.000

Data Klimatologi kondisi rata-rata cuaca bulanan di daerah Natuna adalah sebagai berikut:

- a. Suhu Udara. Suhu udara rata-rata bulanan antara 26,4°C – 28,0°C. Suhu udara maksimum bulanan antara 29,8°C – 23,8°C. Suhu udara maksimum Bulanan antara 29,8°C – 32,8°C.
- b. Lembab Nisbi. Kelembaban udara rata-rata bulanan antara 82,5% - 87,1%.
- c. Tekanan Udara. Tekanan udara rata-rata Bulanan antara 1009,1 mb – 1010,6 mb.
- d. Angin: berdasarkan data arah dan kecepatan angin yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Ranai Natuna menunjukkan bahwa angin dominan angin bertiup dari Barat dengan variasi dari Timur Laut, Timur dan Selatan. Bulan Juni – September angin bertiup dari Barat, dengan kecepatan rata-rata 5 knots, secara umum kecepatan angin rata-rata berkisar 4 – 9 knots, namun kadang kecepatan angin bisa mencapai lebih dari 20 knots, lebih banyak bertiup dari Utara.

e. Curah Hujan. Secara akumulatif musim penghujan lebih banyak bila dibandingkan dengan musim kemarau (Bulan kering). (Pushidrosal, 2017, Informasi Pantai Pendaratan Wilayah I)

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras Sistem Operasi Windows 10 dan beberapa perangkat lunak (Software) yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : ENVI, ER Mapper, Global Mapper, Microsoft Office 2019, ArcGis 10.4.

Berikut ini adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan penelitian dari tahap penginputan data awal sampai dengan intepretasi hasil penelitian.

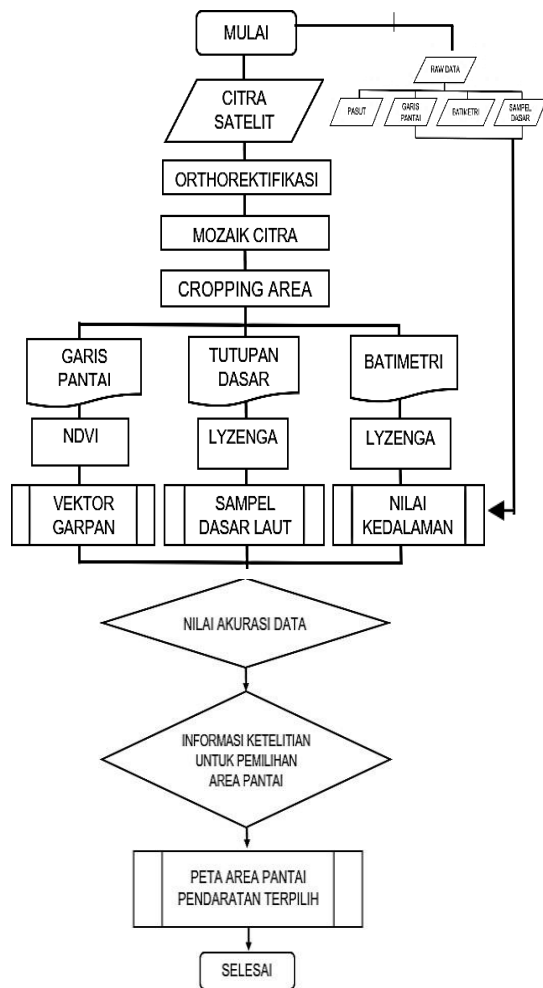
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades, yang memiliki kemampuan resolusi spasial 0,5 meter. Penelitian ini menggunakan 4 data citra satelit Pleiades dengan akuisisi sebagai berikut:

- a. LPN\_PHR1A\_202004090315329\_SE

Waktu perekaman tanggal 09 April 2020 pukul 03:14:55 Z

- b. LPN\_PHR1A\_20200612032341\_SE



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

Waktu perekaman tanggal 12 Juni 2020  
pukul 03:23:04 Z

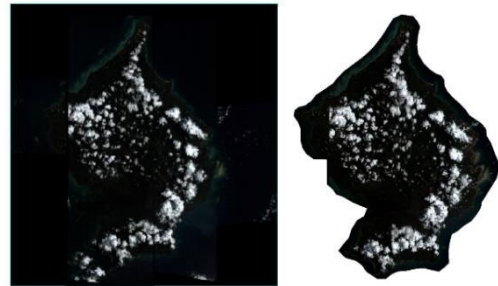
c. LPN\_PHR1B\_202005160331188  
\_SE

Waktu perekaman tanggal 16 Mei 2020  
pukul 03:30:41 Z

d. LPN\_PHR1B\_202005160331380  
\_SE

Waktu perekaman tanggal 16 Mei 2020  
pukul 03:31:01 Z Sesuai dengan nama  
file tersebut, citra ini merupakan  
produk Pleiades Standard Ortho yang  
telah melalui proses fusi dan  
pansharpening antara mode  
pankromatik dan mode spectral.

**Gambar 4.** hasil mozaik dan Cropping



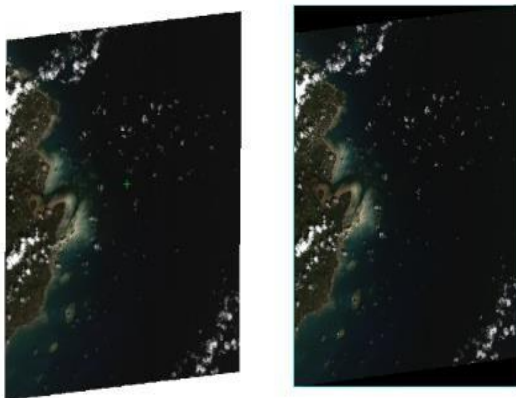
Citra

secara otomatis serta telah dikoreksi  
hingga level orthoimages yang berarti  
citra telah dikoreksi radiometrik dan  
geometrik. Produk Ortho adalah  
gambar yang digeoreferensiasi dalam  
geometri Bumi, dikoreksi dari akuisisi  
dan medan efek nadir dengan  
pemrosesan yang sepenuhnya  
otomatis. Produk Standard Ortho  
adalah gambar yang telah dikoreksi  
sehingga dapat di overlay pada peta.  
Produk Citra Pleiades ini dapat  
digunakan dan diinterpretasikan  
langsung ke dalam Sistem Informasi  
Geografis dengan koordinat WGS 84  
(Astrium an Eads Company.2012).

Data citra satelit Pleiades ini  
didapat dari Pustekdata Lapan,  
sedangkan sebagai validasi  
menggunakan data sekunder dari  
Pushidrosal. Data sekunder di survei  
pada tahun 2013, 2016 dan 2017 serta  
peta laut nomor 331 dikeluarkan  
Pushidrosal tahun 2013 dengan skala  
1 : 100.000.

### 3.1 ORTHOREKTIFIKASI

Orthorektifikasi merupakan suatu proses mengembalikan posisi citra sebenarnya yang disebabkan karena pada saat peliputan data terjadi pergeseran posisi. Pada penelitian ini peneliti menggunakan RPC Orthorectification di ENVI 5.3 digabungkan dengan data DEM ALOS PALSAR untuk



sebelum

sesudah

**Gambar 3.** Proses Orthorektifikasi Citra memperbaiki bentuk objek pada citra dengan merekonstruksi ketinggian.

### 3.2 MOZAIK DAN CROPPING CITRA

Mozaik citra merupakan penggabungan beberapa citra menjadi satu citra yang utuh. Citra Pleiades dalam area penelitian ini membutuhkan lebih dari 1 scene citra sehingga untuk memudahkan interpretasi atau analisis agar lebih efektif dengan menggabungkan beberapa scene citra menjadi satu file citra.

Data area penelitian memiliki luasan yang sangat luas sehingga banyak terdapat area yang tidak termasuk dalam area penelitian, sehingga perlu membuang data citra yang tidak digunakan dengan melakukan cropping citra. Cropping citra ini berfungsi untuk lebih mengoptimalkan kerja pada pengolahan data di area penelitian.

### 3.3 GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE NDVI

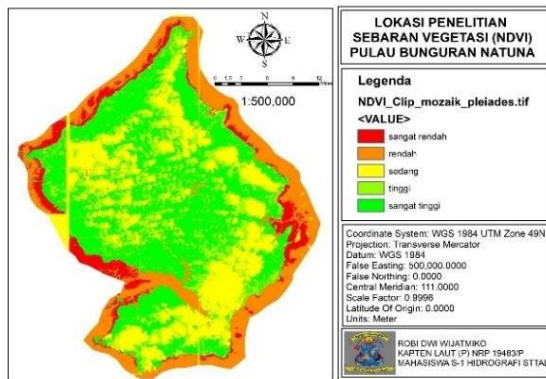
Pengukuran garis Pantai digunakan untuk memperoleh garis pemisah antara daratan (permukaan Bumi yang tidak tergenang air) dan lautan (permukaan bumi yang tergenang air). Dalam penelitian disini untuk pengukuran garis Pantai dilakukan dengan menggunakan cara menganalisa sebaran vegetasi dan non vegetasi menggunakan metode NDVI, penelitian ini menggunakan metode NDVI disebabkan karena pada Pulau Bunguran Natuna wilayah Pantai nya memiliki sebaran vegetasi hampir 80%. Proses pengolahan metode NDVI ini penulis menggunakan software Arcgis dan Global Mapper dengan memasukkan algoritma sebagai berikut:

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

Keterangan:

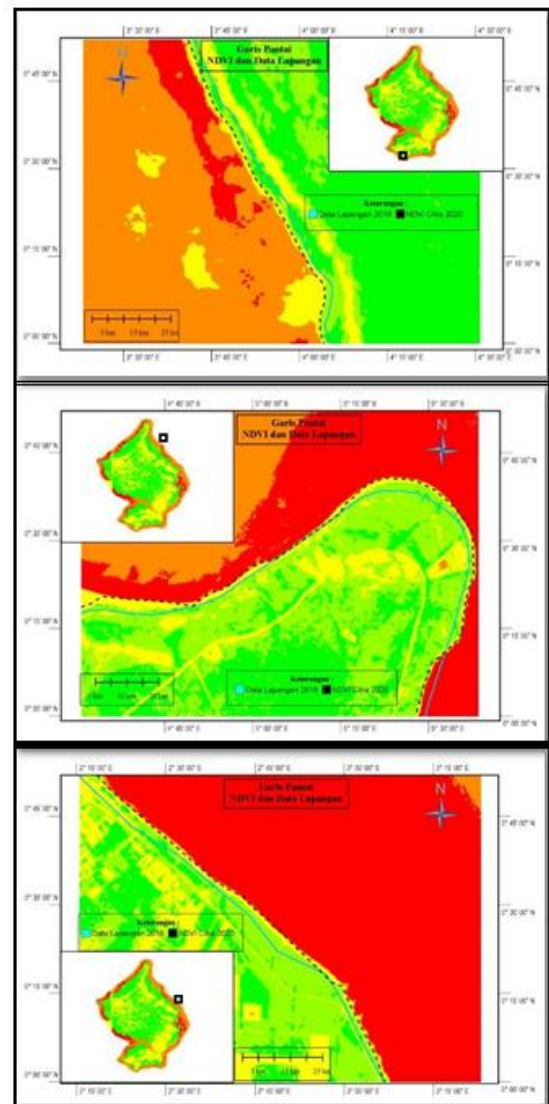
RED = Band Red

NIR = Band Near Infra Red (NIR)



**Gambar4.** Hasil pengolahan NDVI

Pada **Gambar 4** terlihat sebaran vegetasi menggunakan metode NDVI, kemudian dilanjutkan dengan digitasi manual terhadap garis Pantai . Setelah itu, data garis Pantai lapangan yang didapatkan dari Pushidrosal dimasukkan untuk membandingkan keakurasian garis Pantai NDVI yang menggunakan citra pada tahun 2020 dan Data Lapangan Pushidrosal yang didapatkan dari hasil survei tahun 2016. Hasilnya akan mendapatkan nilai selisih jarak antara metode NDVI dengan data lapangan. Terlihat pada gambar 6 beberapa area di Pulau Bunguran yang dijadikan contoh hasil pengukuran.



**Gambar 5.** selisih metode NDVI dan data

Hasil selisih jarak yang didapatkan dengan mengambil beberapa contoh titik koordinat hasil pengolahan menggunakan metode NDVI yang dibandingkan dengan data lapangan pengukuran dengan GPS-RTK dari Pushidrosal. Didapatkan nilai selisih jarak dari 0 meter hingga 49,1 meter antara data hasil ekstraksi citra satelit dengan pengukuran lapangan.

### 3.4 KOMPOSISI DASAR LAUT

Koreksi terhadap kolom air saat ini menjadi suatu permasalahan yang sangat dibutuhkan dalam pemetaan terutama untuk mengetahui dimana letak terumbu karang, dan hal ini juga sangat dibutuhkan dalam operasi-operasi militer seperti dalam pemilihan area Pantai pendaratan amfibi karena komposisi dasar laut sangat mempengaruhi dalam pemilihan area tersebut.

Dengan citra satelit hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode Lyzenga karena metode ini masih menjadi pilihan yang baik untuk diterapkan di daerah dengan data optik yang kurang. Koreksi kolom air Lyzenga ini dikontrol oleh kualitas air, jenis keanekaragaman bawah air dan noise, karena pada citra satelit ada air, kemudian air menyerap energi sehingga banyak objek yang sama tetapi memiliki warna yang berbeda karena berada di kedalaman yang berbeda, pada koreksi kolom air akan melakukan penelitian terhadap jenis dasar laut pada area penelitian.

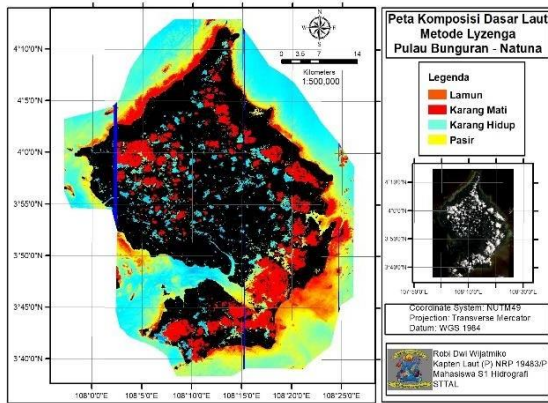
Adapun proses dari penelitian terhadap jenis komposisi dasar laut ini yaitu dengan cara menentukan dan memilih objek yang sama di kedalaman yang berbeda, seperti kita ketahui dan kita melihat banyak warna yang sama namun memiliki komposisi dasar laut yang berbeda. Transformasi citra pada penelitian ini dilakukan untuk

menonjolkan objek yang ada di dasar Perairan dilakukan dengan menggunakan algoritma lyzenga. Algoritma lyzenga dapat diterapkan apabila terlebih dahulu mengetahui rasio koefisien attenuasi Perairan ( $k_i/k_j$ ) di lokasi penelitian. Penentuan  $k_i/k_j$  dilakukan dengan mengekstrak nilai digital band 2 (biru) dan band 3 (hijau) melalui proses *training site* yang dilakukan sebanyak 30 *region* pada daerah yang diduga terumbu karang. Dalam sampling penentuan nilai  $k_i/k_j$  digunakan citra komposit band RGB (421) untuk mempertajam penampakan Perairan dangkal.

Dari nilai digital yang diekstrak pada band 2 (biru) dan band 3 (hijau), maka didapatkan nilai digital  $k_i/k_j$  selanjutnya dilakukan transformasi citra dengan penerapan algoritma Lyzenga. Dari hasil perhitungan terhadap nilai-nilai digital yang diekstrak pada band 2 (biru) dan band 3 (hijau) citra Pleiades akuisisi tanggal 09 April, 16 Mei dan 12 Juni tahun 2020 di daerah kawasan Pulau Bunguran di peroleh nilai  $k_i/k_j$  sebesar 0,725048766. Dengan demikian formula yang digunakan dalam transformasi citra dengan menggunakan algoritma Lyzenga yang di input pada software Er Mapper 7.1 adalah sebagai berikut:

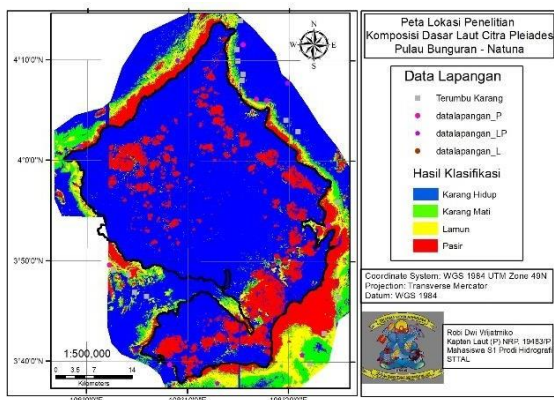
*“if (i1)<1 then log (i2) + 0,725048766\* log (i3) else null”*. Hasil citra transformasi dapat dilihat pada Gambar 6.





**Gambar 6.** hasil tranformasi Algoritma Lyzenga

Citra yang dihasilkan dari algoritma Lyzenga selanjutnya diklasifikasikan. Klasifikasi digunakan untuk membedakan antara terumbu karang dan yang bukan terumbu karang yaitu dengan menggunakan metode klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised Classification*), dari hasil klasifikasi citra tersebut diperoleh 4 (empat) kelas yaitu terumbu karang, lumpur pasir, lumpur dan pasir. Selanjutnya citra hasil klasifikasi tersebut dimasukan dan diolah lebih lanjut dengan menggunakan *Software Arcgis 10.4* yang kemudian menghasilkan gambar peta komposisi dasar laut Pulau Bunguran Natuna.



**Gambar 7.** Peta citra data lapangan komposisi dasar

### 3.5 Ekstraksi Batimetri

Proses ekstraksi batimetri atau kedalaman laut pada penelitian ini menggunakan metode Lyzenga, 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 *ArcGis 10.4.1* pada komputer.

Setelah melakukan proses penggabungan, *cropping* serta melakukan mozaik pada citra satelit Pleiades dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGis 10.4.1*, selanjutnya dilakukan proses pengambilan sampel area laut 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.

STATISTICS of INDIVIDUAL LAYERS				
Layer	MIN	MAX	MEAN	STD
1	424.0000	595.0000	450.6766	5.7813
2	252.0000	401.0000	275.6623	7.0457
3	113.0000	255.0000	129.7423	3.5216
4	52.0000	347.0000	71.4708	4.6178

**Tabel 1.** Hasil Band Collection Statistik laut dalam

Setelah melaksanakan pengambilan sampel area pada laut dalam maka akan mendapatkan hasil statistik dari laut dalam dan nilai statistiknya dapat di lihat pada tabel 1. 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.

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

$$X1 = \log (B1 - B1 \text{ laut dalam})$$

Keterangan:

X1 = Nilai Linier dari reflektansi variabel bebas kedalaman

B1 = Nilai reflektansi kedalaman

B1 laut dalam = Kedalaman air rata-rata dari reflektansi di area laut dalam

Pada proses ini dilakukan perhitungan pada tiap *band* yakni pada *band* 1, *band* 2, dan *band* 3, dimana perhitungan dilakukan dengan menggunakan *toolbox raster calculator software ArcGis*

10.4.1. Kemudian dilakukan perhitungan rasio dikarenakan pada band rasio dapat mengurangi efek variasi pantulan spektral dasar Perairan. Asumsi yang digunakan adalah perubahan pantulan spektral karena perbedaan objek akan mempengaruhi tiap panjang

gelombang dan akan *relative* seragam, namun perubahan akibat kedalaman akan mempengaruhi panjang gelombang yang lebih panjang dan jauh lebih kuat, sehingga nilai rasio pada kedalaman yang sama akan *relative* sama meskipun tutupannya berbeda-beda (*Stump et al.* 2003).

Setelah melakukan perhitungan, maka akan didapatkan peta raster kedalaman. Dimana outputnya adalah X1, X2, X3 dan Rasio. Kemudian memasukkan data kedalaman sekunder yang didapat dari Pushidrosal, dimana data lapangan (sekunder) yang didapat tersebut hanya data kedalaman yang kurang dari 30 meter, hal itu disebabkan karena kemampuan ekstraksi citra satelit lebih mendekati akurat jika di laut dangkal.

Proses selanjutnya *Ordinary Least Square (OLS)*, dilakukan dengan memasukkan 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.

Summary of OLS Results - Model Variables								
Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	35.862824	0.312873	114.624396	0.000000*	0.632051	56.740398	0.000000*	-----
X1	0.315140	0.166684	1.890646	0.058843	0.328161	0.960321	0.337019	6.172556
X2	-6.161149	0.182576	-33.745666	0.000000*	0.421086	-14.631571	0.000000*	7.895735
X3	-0.394692	0.129826	-3.040155	0.002413*	0.159861	-2.487336	0.012956*	3.113906
RASIO	0.247518	0.157736	1.569189	0.116808	0.376984	0.656573	0.511544	1.215533

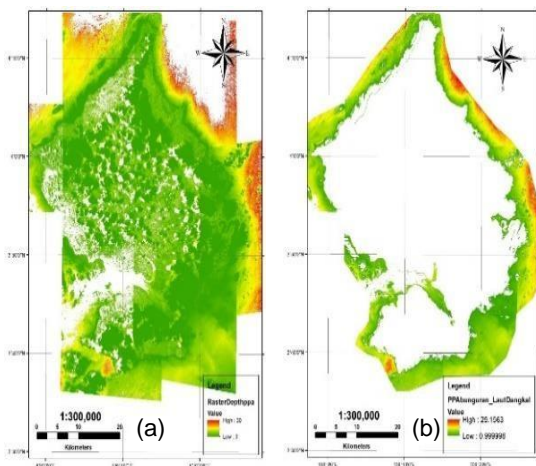
**Tabel 2.** Rangkuman Analisa Ordinary Least Square (OLS)

Dari hasil OLS yang didapat kemudian di hitung kembali terhadap

band, yang mana didalam hasil tertulis X1, X2, X3, dan Rasio. Agar mendapatkan nilai prediksi kedalaman, adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$h = 35.8628 + (X1 \cdot 0.3151) + (X2 \cdot -6.1611) + (X3 \cdot -0.3946) + (ratio \cdot -29.014) + Intercept$$

Tujuan dari perhitungan tersebut untuk mendapatkan hasil nilai prediksi kedalaman, dimana 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 8.** Penghapusan Area Laut Dalam.

(a) Sebelum dan (b) sesudah

Setelah menghilangkan area laut dalam, kemudian didapatkanlah 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 didapatkan dari Pushidrosal, namun pada koreksi pasang surut yang dilakukan adalah bersifat homogen, karena pada area yang sangat luas hanya menggunakan satu nilai pasang surut.

Sesuai dengan persamaannya, maka hasil pemodelan SDB (*Satellite Derived Bathymetry*) direduksi dengan nilai surutan sesuai tanggal dan waktu perekaman citra. Hal tersebut dilakukan agar angka kedalaman yang dihasilkan oleh pemodelan dapat bereferensi terhadap chart datum. Perhitungan nilai kedalaman yang telah bereferensi yaitu sebagai berikut:

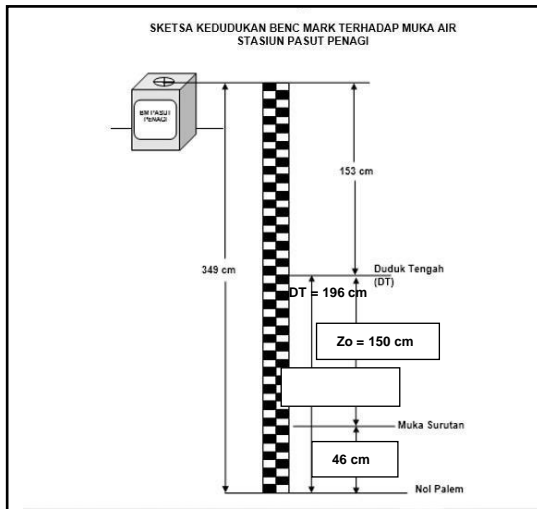
- Scene 3.

Nilai pasang surut saat perekaman citra, yaitu sebesar 80 cm. Nilai referensi kedalaman (LWS) :

$$\begin{aligned} LWS &= MSL - Z0 \\ &= 196 - 150 \\ &= 46 \end{aligned}$$

h = kedalaman citra – nilai pasut + LWS

$$= kedalaman citra - 0,8 + 0,46$$



**Gambar 9.** Sketsa Palem Pasut di Penagi Ranai (Sumber Pushidrosal)

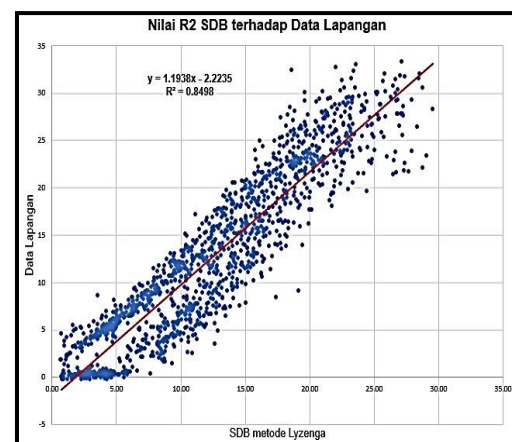
Selanjutnya untuk dapat mengetahui nilai tingkat akurasi yang diperoleh dari nilai kedalaman maka dilakukan proses penelitian perbandingan antara nilai kedalaman yang didapat dari citra dengan data lapangan yang di dapat dari Pushidrosal. Untuk mendapatkan hasil nilai selisih antara nilai raster kedalaman yang didapatkan dari hasil pengolahan citra satelit Pleiades bila dibandingkan dengan data lapangan dilakukan dengan cara extract value to point dimana dilakukan pada software ArcGis 10.4.1.

Hasil proses perbandingan ini sebagai validasi untuk menentukan nilai tingkat ketelitian atau tingkat akurasi untuk mengetahui kualitas data dalam pemenuhan standar ketelitian pada IHO S44. Secara internasional, semua sumber informasi kedalaman air harus memenuhi spesifikasi akurasi untuk rentang kedalaman tertentu, yang ditentukan oleh *International Hydrographic Organization (IHO)*. Sementara ini ada keinginan oleh IHO untuk meningkatkan kepercayaan

pada tingkat hasil kedalaman dari citra satelit.

Validasi tingkat ketelitian akurasi di lakukan terhadap data lapangan pada area tertentu. Artinya, selain untuk pemodelan SDB, data lapangan yang ada juga digunakan untuk ketelitian analisa akurasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana keakuratan validasi data batimetri yang dihasilkan dari pengolahan SDB metode Lyzengan dengan data lapangan. Kedua data tersebut disajikan dalam sebuah diagram kartesian XY untuk mengetahui nilai R2.

RMSE juga diidentifikasi guna mengetahui sejauh mana tingkat kesalahan (error) yang dihasilkan dari pengolahan SDB. Selain R2 dan RMSE, analisa berikutnya adalah perhitungan TVU sesuai dengan ketentuan yang ada pada S-44 IHO edisi 5 (2008). Nilai R2 didapat dari perhitungan yang dilakukan pada software Microsoft Excel 2019. Pada diagram kartesian XY, data batimetri yang dihasilkan dari pemodelan SDB ditampilkan pada sumbu X dan data lapangan ditampilkan pada sumbu Y.



**Gambar 10.** Nilai R2 pengolahan SDB terhadap Data Lapangan

Gambar 10, merupakan hasil perhitungan R2. Ketelitian tingkat akurasi yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada nilai R2 yaitu mencapai 0.8498 atau sebesar 84,98%. Kemudian perhitungan RMSE dilakukan berdasarkan pada persamaan 2.6 menggunakan software Microsoft Excel 2019.

Kedalaman	Jumlah Data	Orde			Tidak Masuk	RMSE (Meter)
		Khusus	1a/1b	2		
< 1 m	131	0.76%	0.76%	3.05%	95.42 %	3.47
1 – 2 m	18	33.33%	0	0	66.67 %	4.73
2,1 – 5 m	144	40.97%	1.39%	1.39%	56.25 %	3.95
5,1 – 10 m	294	48.64%	1.02%	0.68%	49.66 %	3.23
10,1 – 15 m	227	57.27%	4.41%	3.08%	35.24 %	2.40
15,1 – 35 m	547	86.29%	2.38%	1.83%	9.51%	4.10
<b>Total Data</b>	<b>1361</b>					

**Tabel 3.** Hasil perhitungan TVU

Dari rentang kedalaman 0 sampai 35 meter, dibagi menjadi 6 kelompok kedalaman, yaitu kurang dari 1 meter (<1m), 1 sampai dengan 2 meter (1-2m), 2,1 sampai dengan 5 meter (2,1-5m), 5,1 sampai dengan 10 meter (5,2-10m), 10,1 sampai dengan 15 meter (10,1-15m), dan 15,1 sampai dengan 35 meter (15,1-35m). Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan sesuai dengan persamaannya, dengan hasil sebagai berikut yang terdapat pada tabel 3.

Pada kelompok kedalaman kurang dari 1 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 95.42% dari 131 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak

4.58% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 0.76%, orde 1a/1b yaitu 0.76% dan orde 2 yaitu 3.05% serta RMSE sebesar 3.47 meter.

Berikutnya pada kelompok kedalaman 1 sampai 2 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 66.67% dari 18 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak 33.33% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 33.33%, orde 1a/1b yaitu 0%, orde 2 yaitu 0% serta RMSE sebesar 4.73 meter.

Selanjutnya pada kelompok kedalaman 2,1 sampai 5 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 56.25% dari 144 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak 43.75% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 40.97%, orde 1a/1b yaitu 1.39%, orde 2 yaitu 1.39% serta RMSE sebesar 3.95 meter.

Berikutnya pada kelompok kedalaman 5,1 sampai 10 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 49.66% dari 294 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak 50.34% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 48.64%, orde 1a/1b yaitu 1.02%, dan orde 2 yaitu 0.68% serta RMSE sebesar 3.23 meter.

Selanjutnya pada kelompok kedalaman 10,1 sampai 15 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 35.24% dari 227 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak 64.76% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 57.27%, orde 1a/1b yaitu 4.41%, dan orde 2 yaitu

3.08% serta RMSE sebesar 2.40 meter.

Lalu terakhir pada kelompok 15,1 sampai 35 meter, diperoleh hasil yang tidak masuk dalam ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) adalah sebanyak 9.51% dari 547 data. Sedangkan yang memenuhi kriteria sebanyak 90.49% yang terbagi dalam orde khusus yaitu 86.29%, orde 1a/1b yaitu 2.38% dan orde 2 yaitu 1.83% serta RMSE sebesar 4.10 meter.

Jika dilihat, pada kelompok kedalaman 1 – 2 meter dan 15,1– 35 meter memiliki RMSE yang paling besar jika dibandingkan dengan kelompok yang lain. Selain itu, data yang dihasilkan tidak memenuhi kriteria TVU sesuai standar yang ada pada S-44 IHO Edisi 5 (2008) yakni mencapai 93.6% dan 100%. Dari penjelasan di atas, maka pada penelitian SDB metode Lyzenga ini data pada kedalaman 10,1 sampai 15 meter mendapatkan RMSE terkecil yakni sebesar 2,40 meter, sehingga masuk kategori CATZOC C.

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

**Tabel 4.** Required depth accuracies for International Hydrographic Organization (IHO) CATegory of Zones of Confidence (CATZOC) levels.

### 3.6 PEMBAHASAN PENELITIAN

Dalam memilih 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 batimetri. Penilaian pemilihan untuk memenuhi kriteria Pantai pendaratan amfibi ditentukan dari pertimbangan beberapa parameter yang telah disebutkan diatas dimana parameter tersebut memiliki kriteria-kriteria yang berhubungan erat dengan karakteristik setiap parameternya. Dari setiap parameter ini akan dianalisa area mana yang memiliki kriteria yang ideal untuk melaksanakan latihan dan operasi pendaratan amfibi.

Sebelum melakukan pemilihan area Pantai pendaratan amfibi dilakukan interpolasi terlebih dahulu dari kata yang di dapat dari hasil ekstraksi kedalaman laut, interpolasi dilakukan karena hasil ekstraksi tidak seluruhnya area memiliki data kedalaman.

Proses interpolasi yaitu 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).

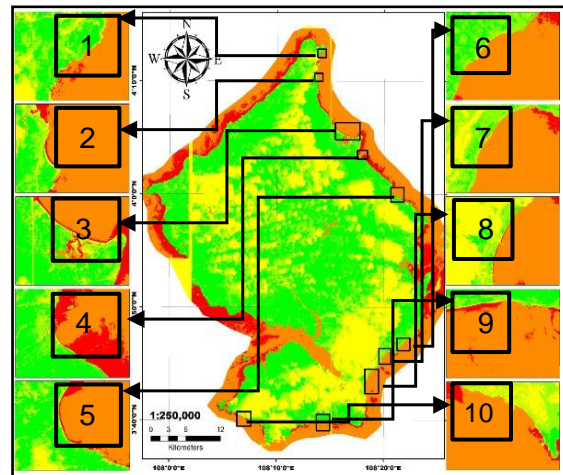
Penentuan hasil pada metode IDW berdasarkan pada asumsi nilai atribut adalah nilai yang diestimasi pada titik yang tidak memiliki data dimana nilai ini merupakan fungsi jarak dan nilai rata-rata titik yang berada di sekitarnya. Hasil interpolasi tergantung dari seberapa kuat sebuah titik data yang diketahui mempengaruhi daerah di sekitarnya, selain itu juga jumlah titik di sekitarnya yang digunakan untuk menghitung rata-rata nilai serta ukuran pixel raster yang dikehendaki.

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, pada gambar 4.18 pembuatan kontur menggunakan kontur 5.

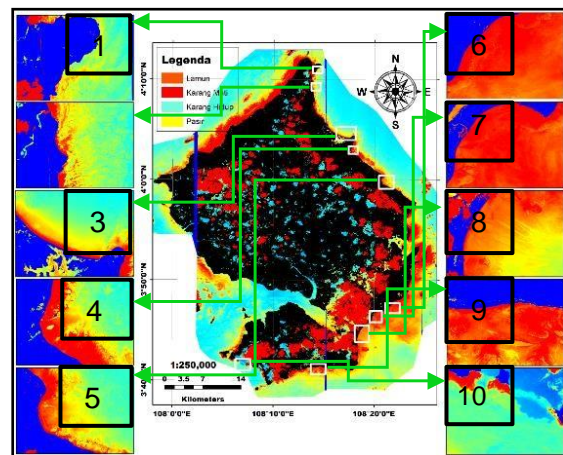
Dengan adanya penggambaran nilai kontur maka kita dapat melihat dengan jelas penggambaran kedalaman yang didapat dan pembagian kedalaman pada area penelitian, yang mana kemudian melanjutkan kembali dengan proses pembuatan gradien Pantai pada area penelitian.

Setelah dilakukannya proses interpolasi, pembuatan kontur dan gradien Pantai, dilanjutkan dengan pemilihan terhadap area yang akan dianalisa lebih lanjut untuk dilakukan operasi pendaratan amfibi.

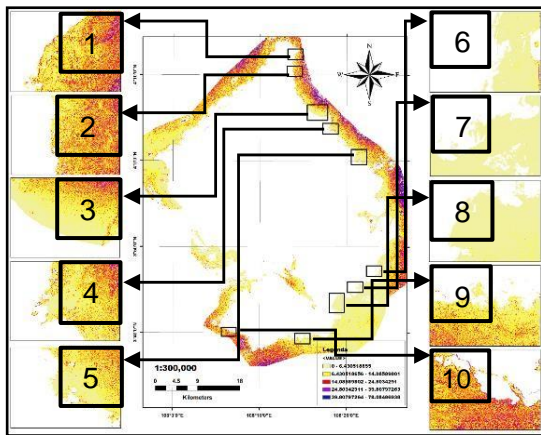
Terdapat 10 area terpilih untuk dilakukan analisa lebih lanjut dengan melakukan pembobotan parameter-parameter yang terdapat pada area-area tersebut, adapun 10 area yang terpilih tersebut akan ditampilkan pada gambar berikut dengan beberapa aspek parameter.



**Gambar 11.** Pemilihan area Pantai pendaratan dengan analisa garis Pantai.



**Gambar 12.** Pemilihan area Pantai pendaratan amfibi berdasarkan komposisi dasar laut.



**Gambar 13.** Pemilihan area Pantai pendaratan berdasarkan gradien Pantai .

Kemudian dilaksanakan penilaian bobot berdasarkan parameter-parameter yang telah di analisa. Penelitian ini akan memilih area-area yang akan dijadikan penelitian lebih lanjut guna memberikan penilaian bobot pada area terpilih tersebut. Metode pembobotan yang akan 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<sub>j</sub> = ranking

No	Area Terpilih	Parameter Pendaratan			
		Jenis Pantai	Panjang Pantai	Komposisi Dasar Laut	Gradien Pantai
1	Area 1	Cekung	±650 m	Karang	Curam
2	Area 2	Cekung	±900 m	Pasir	Curam
3	Area 3	Lurus	±4950 m	Pasir	Landai
4	Area 4	Cekung	±450 m	Pasir	Landai
5	Area 5	Cekung	±1400 m	Pasir	Hampir Datar
6	Area 6	Cekung	±2800 m	Karang Mati	Hampir Datar
7	Area 7	Lurus	±2600 m	Karang Mati	Datar
8	Area 8	Lurus	±3000 m	Karang Mati	Datar
9	Area 9	Lurus	±2000 m	Karang Mati	Hampir Datar
10	Area 10	Cekung	±1300 m	Karang Hidup	Curam

**Tabel 5.** Pembobotan Area Pantai Pendaratan Amfibi terpilih

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 Survey Measurement*, Edward M. Mikhail, Phd, 1998).

Dengan persamaan sebagai berikut:

$$E(Y) = a_1 \cdot E(X_1) + a_2 \cdot E(X_2) + a_3 \cdot$$

$$E(X_3) \dots + a_n \cdot E(X_n) \dots$$

Dimana:

E(Y) = Total penjumlahan bobot

A<sub>1</sub> = Bobot kriteria

E(x) = Parameter



Berdasarkan rumus diatas maka dapat diketahui nilai dari ketiga area yang dipilih untuk dijadikan area Pantai pendaratan amfibi di Pulau Bunguran Natuna. Nilai tertinggi adalah nilai daerah yang paling baik untuk dilaksanakan pendaratan didalam Operasi Amfibi. Berikut ini adalah hasil dari nilai tiap daerah alternatif pendaratan pendaratan di Pulau Bunguran Natuna:

No	Parameter Pendaratan	Bobot	Daerah Pendaratan										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Jenis Pantai Lurus	3			3					3	3	3	
	Pantai Cembung	2											
	Pantai Cekung	1	1	1		1	1	1					1
2	Gradien Pantai Curam	1	1	1									1
	Sedang	5											
	Landai	4			4	4							
	Hampir Datar	3					3	3				3	
2	Datar	2							2	2			
	3	Komposisi Pantai Pasir	4		4	4	4	4					
Lamun		3											
Karang Mati		2							2	2	2	2	
Karang Hidup		1	1										1
4		Panjang Pantai < 1000 M	1	1	1		1						
	1000 M S.D 2000 M	2						2				2	2
	2000 M S.D 3000 M	3	3	3					3	3	3		
	> 3000 M	4			4								
	HASIL			7	10	15	10	10	9	10	10	10	10

Tabel 6. Penilaian Bobot Area Pantai Pendaratan Amfibi Terpilih.

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

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian sementara ini pada area Pulau Bunguran Natuna, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Hasil pengolahan citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades dapat digunakan untuk pemilihan Pantai pendaratan amfibi pada skala peta 1:20.000.

b. Dari hasil ekstraksi informasi untuk penentuan area Pantai pendaratan amfibi dapat diketahui tingkat keakurasian dari tiap- tiap parameter yaitu sebagai berikut:

1) Nilai akurasi garis Pantai yang didapat pada penelitian ini, dengan nilai selisih mulai dari 0 meter sampai dengan 49,1 meter.

2) Nilai akurasi batimetri yang didapat dari hasil ekstraksi dengan menggunakan citra satelit Pleiades metode Lyzenga, bila di analisa tidak memenuhi kriteria TVU sesuai standar Orde yang ada pada S-44 IHO Edisi 5 (2008), dan hasil pengolahan pada kedalaman 10,1 sampai 15 meter mendapatkan RMSE yang terkecil sehingga dapat dikategorikan masuk pada level CATZOC C

3) Dalam pengolahan klasifikasi komposisi dasar laut telah dibuktikan dapat dilakukan dan dapat menjadi referensi awal dalam menentukan komposisi dasar laut.

#### 4.1 SARAN

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari penggunaan citra satelit Pleiades, 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 Pleiades dan ditambahkan dengan beberapa parameter-parameter terkait seperti data topografi, data gelombang dan lainnya, tentu akan dapat menjadikan suatu hasil yang baik dalam pemilihan Pantai pendaratan amfibi.

b. Data citra satelit resolusi sangat tinggi Pleiades dengan resolusi sangat tinggi mencapai 0,5 meter, tentunya tidak terlalu memberikan informasi yang sangat mendetail, namun masih banyak citra satelit lainnya yang memiliki resolusi tinggi yang dapat melanjutkan penelitian menjadi informasi yang sangat mendetail.

c. Data citra yang digunakan dalam penelitian sebaiknya tidak tertutup awan atau tidak banyak tertutup awan agar informasi dan data – data yang didapatkan dapat sesuai dengan keadaan lapangan sebenarnya.

d. Sebaiknya penelitian untuk analisis SDB dilakukan pada wilayah dengan Perairan yang tidak keruh, karena metode ini tidak dapat bekerja dengan baik apabila wilayah Perairan yang diteliti merupakan Perairan yang keruh.

e. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode standar dan sederhana yang paling umum digunakan, masih banyak lagi metode-metode lainnya yang dapat digunakan untuk penelitian dalam menggunakan citra satelit.

## 5. REFERENSI

Abidin, Hasanuddin Z, (1995), Konsep Dasar Pemetaan.

Kelompok Keilmuan Geodesi ITB. Bandung.

Airbus Defence and Space, 2017

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.

Arthur H. Robinson, Joel L. Morrison, Philip C. Muehrcke, A. Jon Kimerling, Stephen C. Guphill. (1995). *Elementh Of Cartography. Canada: Jhon Wiley and Sons.INC.*

Danoedoro, P. 2012. Buku Pengantar Penginderaan Jauh.

ISBN: 978-979-29-3112-9. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Dispeta Pushidrosal. 2015. Naskah Aspek Teknis Peta Militer

Edward M. Mikhail, Phd, (1998), *Analysis and Adjusment of Survei Measurement.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.*

<https://inderaja-catalog.lapan.go.id>  
diakses pada tanggal 19 juli 2019

*IHO Standards for Hydrographic Survey (2008), 5<sup>th</sup> Edition, Special Publication No. 44, Monaco.*

Indonesia Geospasial Portal, tanahair.indonesia.go.id diakses pada tanggal 2 Nopember 2019.

Iriawan, Hengky. 2008. Evaluasi Keadaan Medan Pantai Pendaratan dalam Mendukung Operasi Amfibi Menggunakan Analisa Sistem Informasi Geografis. Skripsi, Teknik Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.

Jacek Malczewski, 1999. GIS and *Multicriteria Decision Analysis*.

Kanno, A. 2011. *Shallow Water Bathymetry 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.

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.

Mabes TNI, Doktrin TNI Operasi Amfibi 2013, kep Panglima TNI nomor (kep/264/IV/2013/5 April 2013).

Peraturan Presiden Nomor 62 Tahun 2016 Tentang Perubahan Struktur Organisasi TNI.

Poerbandono, dkk., 2005, Survei Hidrografi, cetakan ke-1, PT. Refika Aditama, Bandung.

Prihandito, A. (1988). *Proyeksi Peta*. Yogyakarta: Kanisius. Pusdikhidros. 2019.

Hanjar Danpusdikhidros Penggunaan Data Hidro-Oseanografi Dalam Operasi Amfibi.

Pusdiklapa. 2018. Bahan Pengajaran Proses Perencanaan

Operasi Amfibi pada OYU Opsfib Diklapa XXVII.

Pushidrosal, 2017, Informasi Pantai Pendaratan Wilayah I Rawi, S. 2012. Teori Pasang Surut.

Diktat Kuliah Jurusan Teknik Hidrografi, STTAL, Jakarta.

Santoso, A. I. (2008). Kajian Pulau-Pulau Kecil Terluar Untuk Menentukan Batas Wilayah Maritim Menggunakan Teknologi penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Nipa, Provinsi Kepulauan Riau). Tesis.

Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Sutanto. (1993). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Syah, A. F. (2010). *Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di wilayah Pesisir dan Lautan*. *Jurnal Kelautan*, Volume 3, No. 1. ISSN: 1907-9931. Madura: Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo. Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Vademecum Intai Amfibi Marinir, 2017

Yuwono, Nur. 1992. *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai* Volume II, Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.

