



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI PERKEMBANGAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN  
PULAU PANJANG JEPARA MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2  
DENGAN METODE ALGORITMA LYZENGA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)**

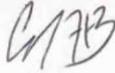
**DIKA NUZUL RACHMAWATI  
21110114120036**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip  
maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama** : Dika Nuzul Rachmawati  
**NIM** : 21110114120036  
**Tanda Tangan** :   
**Tanggal** : 10 September 2018

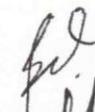
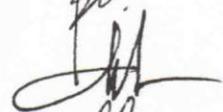
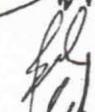
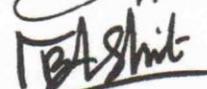
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : DIKA NUZUL RACHMAWATI  
NIM : 2111011412006  
Departemen : TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

**STUDI PERKEMBANGAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU PANJANG JEPARA MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DENGAN METODE ALGORITMA LYZENGA**

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Bandi Sasmito, ST.,MT.	(  )
Pembimbing 2	: Abdi Sukmono, ST.,MT.	(  )
Penguji 1	: Bandi Sasmito, ST.,MT.	(  )
Penguji 2	: Abdi Sukmono, ST.,MT.	(  )
Penguji 3	: Nurhadi Bashit, ST.,M.Eng.	(  )

Semarang, 10 September 2018

Departemen Teknik Geodesi  
Ketua



Yudo Prasetyo, Dr., ST., MT.  
NIP. 197904232006041001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Alhamdulillahirrobil’alaimim  
Kini tiba waktunya,  
Terbayarlah seluruh jerih payah, lelah juga doa  
Melewati semua detik yang telah berlalu, yang begitu berarti maupun tak berarti  
Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat karuniaNYA akhirnya Saya berhasil  
menyelesaikan Tugas Akhir “*

Skripsi ini saya persembahkan kepada Bapak dan Ibu yang telah membesarkan, merawat serta menyayangiku setulus hati. Maafkan diriku yang belum mampu membalas semua jasa-jasamu. Semoga Allah senantiasa menyayangi kalian dan selalu berada dalam jalan yang diridhoiNYA. Aamiin.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Yudo Prasetyo, Dr.,ST.,MT. , selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Bandi Sasmito, ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Abdi Sukmono, ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Nurhadi Bashit, ST.,M.Eng, selaku Dosen Penguji III yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Dr.Yudo Prasetyo, ST., MT., selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama proses perkuliahan.
6. Semua Dosen dan Staf Tata Usaha Teknik Geodesi yang memberikan bimbingan dan bantuan selama proses perkuliahan.
7. Kedua orangtuaku Bapak Tumiran dan Ibu Nurchanah yang selalu memberi dukungan moril dan materiil serta doa yang tak henti-hentinya.
8. Adik laki-lakiku Difan, Kakek, Nenek, Tante dan adik-adik sepupuku yang menjadi sumber semangat penulis.
9. Keluarga Teknik Geodesi 2014 AHOY yang telah bersama-sama berjuang dari mahasiswa baru hingga titik ini yang menjadi kesan tersendiri bagi penulis.
10. Teman-teman Ardi, Billy, Galuh, Rahma, Risa dan Wiwit yang sudah rela meluangkan waktunya untuk saya repotkan pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini terutama pada saat survei lapangan.
11. Bimbi, Feri, Tsalis dan Vicka sahabat setia dari masa SMA yang menjadi tentor, teman main serta setia menampung keluh kesah dari penulis.

12. The Buncitz squad Ade, Erni, Galuh, Rahma, Risa, Tika, Utik, Wiwit dan Yulia yang menemani hari-hari di Tembalang serta rela untuk saya repotkan selama ini.
  13. Angkatan HAVA SAGARMATHA Argnes, Diyanah, Encik, Jorgi Lita, Lukman, Meiga, Raihan, Risa dan Tika yang menggoreskan kisah yang tidak akan terlupa.
  14. Teman-teman KKN TIM 1 Desa Bener Alfi, Ara, Chan, Nando, Shinta, Putu, Tita, Vella, dan Very yang telah memberikan pengalaman hidup yang berkesan selama 42 hari dan memberikan dukungan.
  15. Keluarga SHERPA Teknik Geodesi yang banyak mengajarkan keberanian dan pengalaman menjadi seorang mapala.
  16. Keluarga ROHIS Athlas Teknik Geodesi yang telah mengenalkan jalan kebenaran semoga Allah selalu merahmati.
  17. KAMADIKSI Undip yang telah memberikan banyak cerita, drama dan realita pada masanya.
  18. Kakak-kakak Geodesi angkatan 2005-2013, serta adik-adik Geodesi angkatan 2015-2017 yang telah memberikan bantuan selama masa perkuliahan.
  19. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.
- Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 10 September 2018

Penyusun

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DIKA NUZUL RACHMAWATI  
NIM : 21110114120036  
Departemen : TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**STUDI PERKEMBANGAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU PANJANG JEPARA MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DENGAN METODE ALGORITMA LYZENGA**

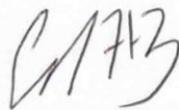
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Semarang, 10 September 2018

Yang menyatakan



(Dika Nuzul Rachmawati)

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah beriklim tropis dan menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Negara ini memiliki ribuan pulau dengan panjang garis pantai ribuan kilometer. Indonesia juga memiliki ekosistem bawah laut yang berfungsi sebagai pelindung garis pantai dan pusat bio-diversitas biota laut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan citra Sentinel-2 dengan algoritma lyzenga. Metode algoritma lyzenga digunakan untuk memetakan material penutup material penutup dasar perairan laut dangkal. Algoritma ini menggunakan prinsip dasar teknik penggabungan informasi beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman dari material penutup dasar perairan. Berdasarkan hasil pengolahan dan klasifikasi pada tahun 2015 menunjukkan sebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang Jepara yang mendominasi yaitu sebesar 111.700 m<sup>2</sup>, dibandingkan kelas pasir dan kelas substrat. Pada tahun 2017 menunjukkan sebaran spasial terumbu karang sebesar 72.400 m<sup>2</sup> yang lebih sedikit dibandingkan kelas substrat dan lebih besar dibandingkan kelas pasir. Kelas terumbu karang mengalami penurunan sebesar 39.300 m<sup>2</sup> pada tahun 2015 hingga 2017. Pecahan-pecahan karang akibat terumbu karang yang rusak terdeteksi menjadi kelas substrat, sehingga mengakibatkan kelas pada substrat akan meningkat jika kelas terumbu karang mengalami penurunan.

Kata Kunci : Algoritma Lyzenga, Perairan Pulau Panjang Jepara, Sentinel-2, Terumbu Karang

## **ABSTRACT**

*Indonesia is a country located in a tropical climate and being the largest archipelago in the world. The country has thousands islands with thousands kilometers of coastline. Indonesia also has an underwater ecosystem that serves as a protective coastline and bio-diversity center for marine biota. The method used in this study is to use the Sentinel-2 image with the lyzenga algorithm. The lyzenga algorithm method used to map the cover material of the base cover material of shallow marine waters. This algorithm uses the basic principle of combining information on several spectral channels to produce a depth-separator index of the base material cover waters. Based on the results of processing and classification in 2015 showed the spatial distribution of coral reefs in Panjang Island Jepara waters that dominated the amount of 111.700 m<sup>2</sup> compared to the sand class and substrate class. In 2017 shows the spatial distribution of coral reefs is 72.400 m<sup>2</sup> less than the substrate class and larger than the sand class. The coral reef class decreased by 39.300 m<sup>2</sup> in 2015 to 2017. Coral fragments because damaged coral reefs were detected to be a class of substrate, resulting in increased grade on the substrate if the coral reef class decreased.*

**Keywords :** *Coral Reef, Lyzenga Algorithm, Panjang Island Waters , Sentinel-2*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.5 Kerangka Penelitian .....	4
I.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
II.1 Terumbu Karang .....	6
II.1.1 Manfaat Terumbu Karang.....	7
II.1.2 Ancaman Terumbu Karang.....	8
II.1.3 Jenis Terumbu Karang .....	8
II.2 Algoritma Lyzenga .....	9
II.3 Sentinel-2 .....	12
II.4 Koreksi Atmosfer <i>Dark Object Substraction</i> .....	15
II.5 Pemotongan Citra.....	16
II.6 Delineasi Batas.....	17
II.7 Uji Akurasi Geometrik.....	18
II.8 <i>Density Slice</i> .....	20
II.9 Teknik <i>Sampling</i> .....	21

II.9.1	<i>Probability Sampling (Random Sample)</i> .....	22
II.9.2	<i>Non Probability Sample (Selected Sample)</i> .....	24
II.10	Matriks Konfusi .....	24
II.11	Penelitian Terdahulu .....	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
III.1	Lokasi Penelitian.....	30
III.2	Diagram Alir .....	32
III.3	Persiapan .....	33
III.4	<i>Preprocessing</i> Citra .....	34
III.4.1	Koreksi Atmosfer Citra .....	34
III.4.2	Uji Akurasi Geometrik .....	36
III.4.3	Pemotongan Citra.....	37
III.4.4	Delineasi Batas.....	38
III.5	Pengolahan Lyzenga .....	40
III.5.1	Pemilihan Sampel Pasir.....	40
III.5.2	Perhitungan Koefisien Atenuasi.....	41
III.5.3	Klasifikasi Citra .....	41
III.6	Uji Akurasi.....	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
IV.1	Hasil <i>Preprocessing</i> Citra .....	48
IV.1.1	Hasil Koreksi Atmosfer.....	48
IV.1.2	Hasil Uji Akurasi Geometrik .....	50
IV.1.3	Hasil <i>Cropping</i> .....	51
IV.1.4	Hasil Delineasi Batas .....	52
IV.2	Hasil Pengolahan Lyzenga.....	58
IV.2.1	Hasil pemilihan sampel pasir .....	58
IV.2.2	Hasil Perhitungan Koefisien Atenuasi .....	59
IV.2.3	Hasil Klasifikasi .....	61
IV.3	Hasil Uji Akurasi .....	77
IV.3.1	Pemilihan sampel data lapangan .....	77
IV.3.2	Matriks Konfusi .....	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
V.1	Kesimpulan .....	83

V.2 Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Kerangka penelitian.....	4
Gambar II.1. Polip dan <i>skeleton</i> dari karang .....	6
Gambar II.2. Tampilan skematis dari pesawat ruang angkasa Sentinel-2.....	13
Gambar II.3. Konfigurasi orbital twin-satellite Sentinel-2.....	13
Gambar II.4. Perbandingan resolusi spasial dan karakteristik panjang gelombang .....	14
Gambar II.5 Penentuan titik uji akurasi geometrik.....	18
Gambar II.6. Distribusi dan jarak titik uji (untuk area yang tidak beraturan) .....	19
Gambar II.7. Distribusi pembagian kelas .....	21
Gambar III.1. Lokasi penelitian Pulau Panjang.....	30
Gambar III.2. (a) Pola arus selama Musim Barat Laut (Musim Barat) Desember-Mei (b) Pola arus selama Musim Tenggara (Musim Timur) Juni-November .....	30
Gambar III.3. Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar III.4. Sebaran ICP .....	34
Gambar III.5. <i>Menu semi-automatic classification</i> .....	35
Gambar III.6. Citra sebelum dikoreksi (kiri) citra setelah dikoreksi (kanan).....	36
Gambar III.7. Hasil <i>layer stacking</i> .....	37
Gambar III.8. Citra sebelum <i>cropping</i> (kiri) dan sesudah <i>cropping</i> (kanan) .....	38
Gambar III.9. Grafik dan statistik perairan dalam.....	38
Gambar III.10. Pemilihan titik terluar daratan (kiri) dan citra sesudah <i>masking</i> (kanan) ...	39
Gambar III.11. Pemilihan titik kedalaman pada Peta Batimetri.....	39
Gambar III.12. Mendefinisikan kanal pada rumus .....	40
Gambar III.13. Pemilihan sampel pasir .....	40
Gambar III.14. Proses <i>density slice</i> (kiri) hasil <i>density slice</i> awal (kanan).....	42
Gambar III.15. Pengubahan warna dengan <i>edit range</i> (kiri) hasil citra setelah dilakukan <i>edit range</i> (kanan) .....	42
Gambar III.16. Sebaran sampel lapangan.....	43
Gambar III.17. Memilih vektor sampel .....	45
Gambar III.18. Vektor sampel lapangan .....	45
Gambar III.19. Proses pembuatan ROI dari data vektor .....	45
Gambar III.20. Hasil pembentukan ROI .....	46
Gambar III.21. <i>Sub menu</i> matriks konfusi.....	46

Gambar III.22. Penyesuaian antara kelas dengan ROI yang telah dibuat sebelumnya .....	47
Gambar III.23. Matriks konfusi.....	47
Gambar IV.1. Histogram (a) kanal 2, (b) kanal 3, (c) kanal 4, (d) kanal 8 Citra Sentinel-2 Tahun 2015 .....	49
Gambar IV.2. Hasil <i>cropping</i> citra Oktober 2015 .....	51
Gambar IV.3. Hasil <i>cropping</i> citra Oktober 2017 .....	52
Gambar IV.4. Statistik perairan dalam Oktober 2015 .....	52
Gambar IV.5. Statistik kolom air sebelum dikoreksi (kiri) dan setelah dikoreksi (kanan) Oktober 2015 .....	53
Gambar IV.6 Statistik perairan dalam Oktober 2017 .....	53
Gambar IV.7. Statistik kolom air sebelum dikoreksi (kiri) dan setelah dikoreksi (kanan) Oktober 2017 .....	54
Gambar IV.8. Tampilan kanal NIR dan pemilihan batas darat citra 2015 (kiri) serta citra 2017 (kanan).....	54
Gambar IV.9 Hasil <i>masking</i> darat citra Oktober 2015 (kiri) dan citra Oktober 2017 (kanan) .....	56
Gambar IV.10. Pemilihan titik dengan kedalaman 11 meter citra 2015 (kiri) dan citra 2017 (kanan).....	57
Gambar IV.11. Hasil <i>masking</i> kanal merah.....	57
Gambar IV.12 Citra hasil proses <i>bandmath</i> Oktober 2015 (kiri) dan 2017 (kanan).....	58
Gambar IV.13. Pemilihan sampel pasir (titik warna merah) pada citra 2015 (kiri) dan citra 2017 (kanan).....	58
Gambar IV.14. Hasil pengolahan lyzenga citra 2015 (kiri) dan citra 2017 (kanan) .....	60
Gambar IV.15. Hasil klasifikasi <i>density slice</i> Citra Oktober 2015 .....	61
Gambar IV.16. Hasil klasifikasi <i>density slice</i> Citra Oktober 2017 .....	62
Gambar IV.17. Pembagian wilayah studi citra 2015 (kiri) dan citra 2017 (kanan) .....	63
Gambar IV.18. Zona 1 hasil pengolahan 2015 (kiri) dan hasil 2017 (kanan).....	63
Gambar IV.19. Zona 2 hasil pengolahan 2015 (kiri) dan hasil 2017 (kanan).....	64
Gambar IV.20. (a) Letak Pulau Panjang dan Pulau Jawa (b) lokasi diperjelas dengan Citra Sentinel-2.....	65
Gambar IV.21. Zona 3 hasil pengolahan 2015 (kiri) dan hasil 2017 (kanan).....	66
Gambar IV.22. Stasiun pengamatan <i>Zooplankton</i> .....	66

Gambar IV.23. Kelimpahan <i>Zooplankton</i> (Ind/L) di perairan Pulau Panjang dan Teluk Awur .....	67
Gambar IV.24. Zona 4 hasil pengolahan 2015 (kiri) dan hasil 2017 (kanan) .....	67
Gambar IV.25. Persentase Luasan Kelas Citra 2015.....	68
Gambar IV.26. Persentase Luasan Kelas Citra 2017.....	68
Gambar IV.27. Grafik perubahan luasan pada kelas .....	69
Gambar IV.28. Perbedaan nilai SST pada tahun 2015 dan 2016 .....	71
Gambar IV.29. Contoh nilai SST tahun 2017 .....	72
Gambar IV.30. Tinggi gelombang .....	73
Gambar IV.31. Sirkulasi arus bulan Juni dan Juli .....	74
Gambar IV.32. Sirkulasi arus bulan Desember dan Maret.....	75
Gambar IV.33. Grafik pengunjung Pulau Panjang .....	76
Gambar IV.34. Teknik nyobok dalam memancing .....	77
Gambar IV.35. Hasil matriks konfusi citra 2017 .....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Resolusi spasial kanal pada citra Sentinel-2 .....	15
Tabel II.2 Jumlah titik uji akurasi berdasarkan luasan .....	19
Tabel II.3. Ketelitian geometri Peta RBI.....	20
Tabel II.4. Jumlah titik sampel berdasarkan skala peta.....	22
Tabel II.5. Bentuk matriks kesalahan .....	25
Tabel II.6. <i>Scheme of agreement based on kappa</i> .....	25
Tabel II.7. Penelitian terdahulu .....	26
Tabel III.1. Perhitungan akurasi horizontal .....	36
Tabel IV.1. Nilai modus citra terkoreksi atmosfer .....	49
Tabel IV.2. Hasil uji akurasi geometrik .....	50
Tabel IV.3. Ketelitian Peta RBI .....	51
Tabel IV.4. Nilai rata-rata titik terluar pulau kanal NIR .....	55
Tabel IV.5. Hasil rata-rata refktan kanal merah kedalaman 11 meter.....	57
Tabel IV.6. Hasil perhitungan koefisien atenuasi citra sentinel-2.....	59
Tabel IV.7. Perubahan luasan air, pasir, substprat dan terumbu karang hasil pengolahan citra.....	70
Tabel IV.8. Kesesuaian data lapangan dengan klasifikasi citra 2017 .....	78
Tabel IV.9. Komisi dan Omisi Citra 2017.....	80
Tabel IV.10. Perhitungan <i>producer's accuracy</i> citra 2017 .....	81
Tabel IV.11. Perhitungan <i>user's accuracy</i> citra 2017 .....	81
Tabel IV.12. Hasil dari <i>overall accuracy</i> dan <i>kappa coefficient</i> citra.....	82

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah beriklim tropis dan menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Negara ini memiliki 13.466 pulau dengan garis pantai sepanjang 99.093 kilometer (*National Geographic Indonesia*, 2013). Indonesia juga memiliki ekosistem bawah laut yang berfungsi sebagai pelindung garis pantai dan pusat biodiversitas biota laut. Bagian dari ekosistem bawah laut adalah terumbu karang yang dapat menjadi potensi kekayaan laut diantaranya adalah potensi tempat wisata, sumber makanan bagi biota laut, penyedia lahan dan tempat budidaya berbagai hasil laut. Terumbu karang dapat memberikan nilai ekonomi tinggi apabila dikelola dengan baik. Pengembangan dalam pemanfaatan dan pengelolaan laut dan pesisir membutuhkan informasi spasial mengenai sebaran terumbu karang.

Menurut Giyanto dkk (2017) disebutkan bahwa luas total terumbu karang di Indonesia adalah 2,5 juta hektar. Perubahan terumbu karang sangat dinamis dari waktu ke waktu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia. Penurunan terumbu karang di Indonesia disebabkan oleh berbagai macam hal, antara lain sedimentasi, pencemaran yang berasal dari daratan, penambangan karang untuk bahan bangunan ataupun kerusakan-kerusakan fisik dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan. Kondisi kerentanan terumbu karang terhadap kerusakan mengharuskan perlakuan yang ekstra hati-hati dalam pemanfaatan terumbu karang. Terumbu karang yang mengalami kematian atau kerusakan akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk pulih kembali bahkan beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu  $\pm 1$  tahun untuk mencapai panjang 1 cm (Rauf dan Yusuf, 2004).

Berdasarkan data milik Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI yang terkumpul di masing-masing stasiun penelitian dan diperoleh dari 1.064 stasiun di 108 lokasi yang tersebar di seluruh perairan Indonesia menunjukkan sebesar 6,39% atau sebesar 68 stasiun terumbu karang dalam kondisi sangat baik. Sebesar 23,40% atau sebesar 249 stasiun terumbu karang dalam kondisi baik. Sebesar 35,06% atau sebesar 373 stasiun terumbu

karang dalam kondisi cukup dan sebesar sebesar 35,15% atau 374 stasiun terumbu karang dalam kondisi buruk.

Satu dari wilayah perairan Indonesia yang mengalami kerusakan terumbu karang adalah wilayah perairan Jepara. Perairan jepara memiliki 5 stasiun pemantau, 1 stasiun menunjukkan kondisi terumbu karang yang cukup baik dan 4 stasiun menunjukkan kondisi buruk. Pulau Panjang merupakan salah satu pulau yang berada di Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah. Pulau Panjang memiliki luas 19 ha dan berjarak 1,5 mil laut dari Pantai Kartini (Winda, 2017). Pulau Panjang telah menjadi salah satu wilayah konservasi (Ma'arif, 2017). Upaya untuk mengetahui perkembangan konservasi terumbu karang tersebut dapat dilakukan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Teknologi penginderaan jauh yang biasa digunakan dalam pemetaan terumbu karang adalah menggunakan algoritma lyzenga. Algoritma tersebut digunakan untuk memetakan material penutup dasar perairan laut dangkal dengan prinsip dasar teknik penggabungan informasi beberapa saluran spektral. Penggunaan algoritma lyzenga pada proses penajaman citra akan menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses penajaman biasa (Guntur dkk, 2012). Hal tersebut diperkuat dengan penelitian oleh Lalu M.Jaelani pada tahun 2015 yang membuktikan bahwa penggunaan algoritma lyzenga menghasilkan kenampakan terumbu karang yang lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan algoritma lyzenga.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Johan Irawan tahun 2017 menggunakan metode algoritma lyzenga dengan citra Landsat TM, Landsat 7 dan Landsat 8. Penggunaan citra Landsat pada penelitian tersebut memiliki resolusi spasial 30 m dan dapat diunduh secara gratis. Citra Sentinel-2 juga merupakan citra yang dapat diunduh secara gratis. Citra Sentinel-2 memiliki total 13 kanal dan memiliki resolusi spasial 10 m (pada kanal 2, kanal 3, kanal 4 dan kanal 8).

Penelitian ini digunakan metodologi penginderaan jauh untuk mengetahui persebaran spasial terumbu karang pada tahun 2015 hingga 2017 menggunakan algoritma lyzenga dengan data Citra Sentinel-2. Pemilihan tahun 2015 dan 2017 dikarenakan pada tahun 2015 terjadi fenomena naiknya suhu permukaan laut Samudera Pasifik (*El Nino*) yang menguat sepanjang 2015 dan berdampak pada wilayah Jawa (Suara Pembaruan, 2015). Tahun 2017 berdasarkan hasil monitoring kondisi *El Nino* cenderung netral (Republika, 2017). Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana persebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang pada tahun 2015 dan 2017 ?
2. Bagaimana perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017 menggunakan Citra Sentinel-2 ?

## **I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui persebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang pada tahun 2015 dan 2017.
2. Mengetahui perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 dan tahun 2017 menggunakan Citra Sentinel-2.

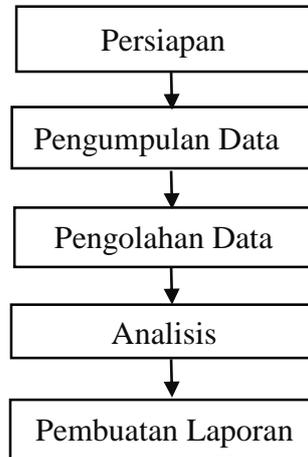
## **I.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah perairan Pulau Panjang. wilayah Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah yang berada pada koordinat  $6^{\circ}33'51,47''\text{LS}$  hingga  $6^{\circ}35'16,52''\text{LS}$  dan  $110^{\circ}37'0,26''\text{BT}$  hingga  $110^{\circ}38'19''\text{BT}$  Zona 49S UTM.
2. Aplikasi penginderaan jauh yang dipakai adalah pengolahan Citra Sentinel-2 dengan algoritma lyzenga yang difokuskan pada akuisisi tahun 2015 dan 2017 yang pada setiap tahunnya diambil bulan Oktober.
3. Penelitian hanya dilakukan di perairan dangkal yang terdapat terumbu karang.

## I.5 Kerangka Penelitian

Kerangka dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar I.1. Kerangka penelitian

### 1. Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan studi literatur mengenai penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan sebagai dasar bagi peneliti untuk membantu menyesuaikan masalah penelitian. Penelitian berupa penggunaan metode penginderaan jauh untuk pemetaan terumbu karang dan pengaruh penggunaan algoritma lyzenga.

### 2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data primer berupa data citra tahun 2015 dan 2017. Pada setiap tahun diambil data bulan Oktober. Data citra yang diambil berlokasi di perairan Pulau Panjang Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah yang dapat diunduh di <http://scihub.copernicus.eu/>. Pengumpulan data survei koordinat *Independent Control Point (ICP)* untuk uji akurasi geometrik citra.

### 3. Pengolahan Data

Pengolahan data citra menggunakan *software* Qgis, ENVI, Microsoft Office dan ArcGIS. Pengolahan data mencakup *preprocessing* citra yang terdiri dari koreksi atmosfer, uji akurasi geometrik, pemotongan citra dan delineasi batas. Pengolahan lyzenga yang terdiri dari perhitungan sampel pasir (varian, kovarian, variabel varian kovarian dan koefisien atenuasi) serta uji akurasi.

#### 4. Analisis

Bedasarkan hasil pengolahan data citra Sentinel-2 dilakukan analisis mengenai perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 dan 2017. Hasil pengolahan tahun 2015 dan 2017 akan dianalisis perubahan, selisih dan penyebabnya.

#### 5. Pembuatan Laporan

Hasil analisis dari penelitian dilampirkan secara sistematis sesuai aturan yang berlaku sehingga penelitian dapat dikaji secara saksama.

### **I.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dari struktur laporan agar lebih jelas dan terarah. Adapun sistematikanya sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian kerangka penelitian dan sistematika laporan. Ruang lingkup penelitian terdiri dari lokasi penelitian, data penelitian dan batasan penelitian.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai tinjauan pustaka yang terkait dengan penelitian, yaitu terumbu karang, teori algoritma lyzenga, citra Sentinel-2, koreksi atmosfer metode *dark of subtraction*, teori pemotongan citra, teori deliniasi batas, uji akurasi geometrik, *density slice*, teknik *sampling*, matriks konfusi dan kajian penelitian terdahulu.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai gambaran lokasi penelitian, metode serta prosedur penelitian, yaitu tahap *preprocessing* citra, pengolahan lyzenga dan uji akurasi.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil dan uraian mengenai analisa dari hasil pengolahan data berupa perbandingan hasil dari uji data yang telah dilakukan.

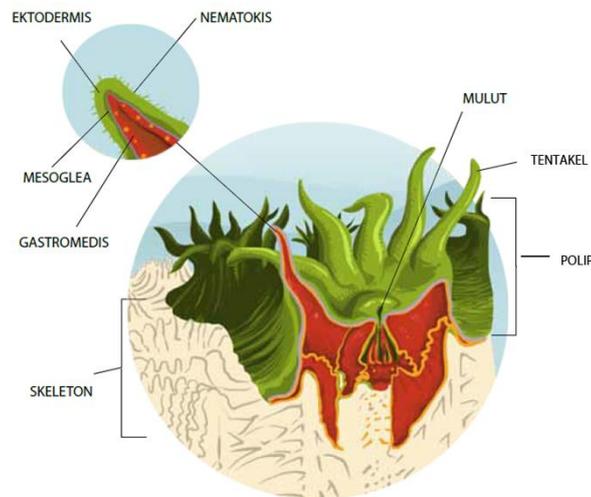
#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang penulis dapatkan selama penelitian yang berisikan jawaban dari rumusan masalah dan saran yang penulis dapatkan dari hasil penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang yang bekerjasama dengan biota lain yang hidup di dasar laut atau kolom air. Hewan karang yang merupakan penyusun utama terumbu karang yang terdiri dari polip dan *skeleton*. Polip merupakan bagian yang lunak, sedangkan *skeleton* merupakan bagian yang keras. Bagian polip terdapat tentakel (tangan-tangan) untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mengsekresikan zat kapur  $\text{CaCO}_3$  yang membentuk kerangka *skeleton* karang (Giyanto dkk, 2017). Gambar polip dan *skeleton* dapat dilihat pada gambar II.1.



Gambar II.1. Polip dan *skeleton* dari karang (Veron, 2000 dalam Giyanto dkk, 2017)

Terbentuknya terumbu karang merupakan suatu proses yang lama dan kompleks. Proses terbentuknya terumbu karang dimulai dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur pada substrat yang keras. Pembentuk utama terumbu karang adalah *scleractinian* atau karang batu dimana sebagian besar dari karang tersebut hidup bersimbiosis dengan *algae* bersel tunggal yang berada di dalam jaringan endodermnya. *Algae* bersel tunggal dengan ukuran mikroskopis berwarna coklat disebut *zooxanthellae* memerlukan cahaya matahari

untuk berfotosintesa. Karang membutuhkan cahaya matahari untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Suharsono, 2008).

### **II.1.1 Manfaat Terumbu Karang**

Terumbu karang adalah keanekaragaman ekosistem hayati yang menyediakan banyak layanan ekosistem seperti perlindungan pantai, makanan untuk masyarakat pesisir dan pendapatan dari pariwisata (Powell dkk, 2016). Menurut Giyanto dkk (2017) manfaat terumbu karang diantaranya :

1. Benteng alami untuk melindungi Pantai dari hempasan ombak. Terumbu karang dapat mengurangi energi ombak yang menuju ke daratan. Pantai yang terumbu karangnya rusak akan mudah mengalami abrasi.
2. Tempat tinggal, berlindung, mencari makan serta memijah ikan dan biota laut lain yang merupakan sumber bahan pangan maupun sumber bahan obat/ makanan suplemen dari laut.
3. Penunjang kegiatan pendidikan dan penelitian agar biota laut yang ada dalam ekosistem terumbu karang dapat lebih dikenal dan mudah untuk dipelajari.
4. Tempat wisata yang berisi perpaduan antara karang dengan biota laut lainnya menjadikan terumbu karang sebagai ekosistem yang memiliki panorama bawah air yang indah dan menarik.

Menurut Suharsono (2008) terumbu karang mempunyai berbagai fungsi yang antara lain :

1. Gudang keanekaragaman hayati biota-biota laut, tempat tinggal sementara atau tetap, tempat mencari makan, berpijah, daerah asuhan dan tempat berlindung bagi hewan laut lainnya.
2. Terumbu karang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya siklus biologi, kimiawi dan fisik secara global yang mempunyai tingkat produktivitas yang sangat tinggi.
3. Terumbu karang merupakan sumber bahan makanan langsung maupun tidak langsung dan sumber obat-obatan.
4. Terumbu karang sebagai pelindung Pantai dari hempasan ombak dan sumber utama bahan-bahan konstruksi.
5. Terumbu karang mempunyai nilai yang penting sebagai pendukung dan penyedia bagi perikanan Pantai termasuk di dalamnya sebagai penyedia lahan dan tempat budidaya berbagai hasil laut.

6. Terumbu karang dapat berfungsi sebagai daerah rekreasi, baik rekreasi Pantai maupun rekreasi bawah laut lainnya.
7. Terumbu karang dapat dimanfaatkan sebagai sarana penelitian dan pendidikan serta sebagai tempat perlindungan biota-biota langka.

### **II.1.2 Ancaman Terumbu Karang**

Terumbu karang saat ini menghadapi banyak gangguan (Facon dkk, 2015). Tutupan karang telah menurun lebih dari 80% sejak tahun 1970 (Eastwood dkk, 2017) seperti terumbu karang yang terancam eksploitasi berlebihan, penyakit, peningkatan sedimentasi dan tingkat hara serta dampak perubahan iklim (Powell dkk, 2016). Perubahan iklim terhadap terumbu karang juga belum diselidiki secara menyeluruh (Elliff dan Silva, 2017). Gangguan dan ketahanan terumbu karang perlu dipelajari untuk memahami kemungkinan dampak dan tingkat ancaman ini dan untuk menerapkan tindakan pengelolaan dan konservasi yang sesuai (Facon dkk, 2015).

Ancaman terumbu karang yang berasal dari alam merupakan ancaman yang nyata contohnya eksploitasi perikanan menjadi ancaman yang cukup besar terhadap sumber daya ikan terumbu karang (Zgliczynski dan Sandin, 2016). Pembangunan pesisir dan penggunaan sumber daya sehingga mengakibatkan pencemaran akan mengganggu keberlangsungan hidup terumbu karang (Shidqi dkk, 2016).

### **II.1.3 Jenis Terumbu Karang**

Menurut Ilmu Geografi (2016) Terumbu karang berdasarkan letaknya dibedakan menjadi 4, yaitu:

1. Terumbu Karang Tepi: terumbu ini adalah terumbu yang paling banyak ditemukan disekitar pesisir pantai. Terumbu ini bisa hidup hingga kedalaman 40 m. Terumbu ini berbentuk melingkar ke arah lautan lepas. Terumbu ini banyak ditemukan di Bunaken, Pulau Panaitan, dan Nusa Dua Bali.
2. Terumbu Karang Penghalang: Terumbu ini hampir sama dengan terumbu karang tepi, akan tetapi letaknya jauh dari pesisir. Terumbu ini dapat tumbuh hingga kedalaman 75 m. Terumbu ini banyak ditemukan di Kepulauan Riau, Sulawesi Selatan dan Kepulauan Banggai Sulawesi Tenggara.

3. Terumbu Karang Cincin: terumbu karang ini bebentu seperti cincin. Terumbu ini banyak ditemukan di sekitar Samudra Atlantik.
4. Terumbu Karang Datar: terumbu ini adalah terumbu karang yang membentuk pulau-pulau. Terumbu karang tumbuh dari dasar laut menuju permukaan laut. Terumbu karang ini banyak ditemukan di Kepulauan Seribu dan Kepulauan Ujung Batu Aceh.

## II.2 Algoritma Lyzenga

Cahaya akan mengalami pengurangan intensitas ketika berada di dalam kolom air. Pengurangan intensitas cahaya ini diakibatkan serapan (*absorption*) dan hamburan (*scattering*) oleh partikel-partikel (terlarut maupun tersuspensi) yang terdapat dalam air dan oleh molekul air itu sendiri (Budhiman dkk, 2013 dalam LAPAN, 2014). Cahaya yang masuk semakin dalam ke kolom air mengakibatkan intensitas cahaya semakin kecil yang terdapat di dalam kolom air. Hukum Beer-Lambert menjelaskan bahwa intensitas cahaya akan berkurang secara eksponensial terhadap perbedaan kedalaman (Budhiman dkk, 2013 dalam LAPAN, 2014).

Radiansi yang dipantulkan dasar perairan merupakan fungsi linier reflektansi dasar dan fungsi eksponensial kedalaman perairan. Hal tersebut menyebabkan intensitas penetrasi cahaya berkurang secara eksponensial dengan peningkatan kedalaman perairan atau disebut dengan istilah *attenuation*. Lyzenga mengemukakan pendekatan sederhana berbasis citra untuk mengkompensasi pengaruh variabel kedalaman dalam pemetaan dasar perairan yang dikenal dengan teknik koreksi kolom perairan. Prediksi reflektansi dasar perairan yang lebih sulit dibandingkan metode ini menghasilkan *Depth Invariant Index* (DII) dari setiap pasangan kanal spektral (Wahiddin, 2015).

Algoritma lyzenga atau yang disebut juga *Depth Invariant Index* (DII) merupakan algoritma yang diterapkan pada citra untuk koreksi kolom perairan. Prinsip algoritma ini adalah menggunakan kombinasi kanal sinar tampak citra satelit. Teknik ini diuji coba pada perairan Bahama dimana perairan tersebut merupakan perairan yang jernih. Teknik ini sebelumnya digambarkan untuk mengetahui kondisi dasar perairan dengan menggunakan citra Landsat berdasarkan nilai pantulan dasar perairan yang diduga dari fungsi linier reflektansi dasar perairan dan fungsi eksponensial kedalaman air (Lyzenga, 1981 dalam Thalib, 2017).

Algoritma lyzenga telah digunakan pada banyak studi pemetaan habitat karang dengan menggunakan berbagai data satelit. Penelitian ini algoritma lyzenga yang digunakan adalah algoritma lyzenga Wouthuyzen 2001 (Suhana, 2015) :

$$Y = (\ln Li) + \left(\frac{ki}{kj} x \ln Lj\right) \dots\dots\dots (II.1)$$

dimana:

$Li$  = nilai reflektan kanal 1

$Lj$  = nilai reflektan kanal 2

$ki/kj$  = rasio koefisien atenuasi kanal biru dan hijau

Persamaan II.1 digunakan untuk ekstraksi informasi dasar perairan (Y). Persamaan II.I membutuhkan dua kanal spektral citra serta rasio  $ki/kj$  yang merupakan rasio koefisien atenuasi antara kedua kanal, dalam hal ini adalah kanal biru dan kanal hijau. Perhitungan algoritma ini dipengaruhi oleh pasangan kanal  $i$  (kanal biru) dan  $j$  (kanal hijau) yang digunakan. Panjang gelombang dari kanal yang digunakan akan mempengaruhi seberapa dalam kanal tersebut dapat mendeteksi dasar perairan. Kanal biru dan kanal hijau memiliki panjang gelombang dengan penetrasi paling baik diantara kanal yang lain. Analisis data citra satelit menggunakan algoritma lyzenga dengan mencari koefisien atenuasi terlebih dahulu, dimana koefisien atenuasi berguna untuk penajaman terumbu karang ( $ki/kj$ ) didasarkan pada penghitungan *varian* dan *covarian* (Siregar, 2010 dalam Suhana, 2015).

Algoritma lyzenga dapat diterapkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai koefisien atenuasi perairan ( $ki/kj$ ) untuk lokasi penelitian. Berdasarkan persamaan di atas, nilai  $ki/kj$  ditentukan oleh nilai  $a$ , nilai  $a$  diperoleh dengan mengekstrak nilai-nilai digital pada kanal biru dan kanal hijau pada posisi geografis yang sama melalui pembuatan *training sample area* dalam bentuk *point*. Penelitian ini digunakan *training sample area* yang diambil di area perairan dangkal. Nilai sampel dihitung secara statistik sehingga didapat nilai *varian* (ragam) dan *covarian* (peragam) *training sample area* untuk kanal biru dan kanal hijau sehingga diperoleh nilai  $a$  dan rasio koefisien atenuasi ( $ki/kj$ ) berdasarkan kedua persamaan (Jaelani dkk, 2015).

Nilai varian pada perhitungan menunjukkan seberapa jauh persebaran nilai hasil observasi terhadap nilai rata-rata. Semakin besar nilai varian berarti semakin tinggi fluktuasi data antara satu data dengan data yang lain. Rumus untuk mencari nilai varian adalah :

$$S^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n x1)^2}{n(n-1)} \dots\dots\dots (II.2)$$

Keterangan :

$S^2$  = varian

$x$  = nilai kanal sampel pasir

$x_i$  = nilai x ke-i

$x_1$  = nilai x ke 1

$n$  = jumlah sampel

Nilai kovarian menunjukkan hubungan linier antara dua variabel, semakin kecil nilainya menunjukkan kedua variabel tersebut semakin terkait secara linier. Jika nilai kovarian positif menunjukkan hubungan linier yang positif, sedangkan jika nilai kovarian negatif menunjukkan hubungan negatif. Rumus untuk mencari nilai kovarian adalah :

$$C = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1} \dots\dots\dots (II.3)$$

Keterangan :

$C$  = kovarian

$x$  = nilai kanal biru sampel pasir

$x_i$  = nilai x ke-i

$\bar{x}$  = nilai rata-rata seluruh data x

$y$  = nilai kanal hijau sampel pasir

$y_i$  = nilai y ke-i

$\bar{y}$  = nilai rata-rata seluruh data y

$n$  = jumlah sampel

Nilai  $a$  disebut dengan variabel varians kovarians yang merupakan nilai variasi dari selisih varians akhir dikurang dengan varians awal terhadap kovariansnya. Nilai variabel varians kovarians ini berfungsi untuk menilai korelasi varians terhadap kovarian. Rumus untuk mencari nilai variabel varians kovarians ( $a$ ) adalah :

$$a = \frac{(a_{ii} - a_{jj})}{(2a_{ij})} \dots\dots\dots (II.4)$$

Koefisien atenuasi ( $k_i/k_j$ ) merupakan bilangan yang memuat nilai variabel dari melemahnya sinyal yang diakibatkan oleh adanya jarak yang semakin jauh yang harus ditempuh oleh gelombang yang dipancarkan satelit apabila sinyal atau gelombang melewati suatu medium seringkali mengalami berbagai perlakuan dari medium yang dilaluinya dan mengalami perlemahan (Irawan J,2017). Medium yang dimaksud pada penelitian ini adalah air. Rumus untuk mencari nilai koefisien atenuasi adalah :

$$\frac{k_i}{k_j} = a + \sqrt{a^2 + 1} \dots\dots\dots (II.5)$$

Keterangan :

$\sigma_{ii}$  = ragam atau *varian* kanal  $i$

$\sigma_{jj}$  = ragam atau *varian* kanal  $j$

$\sigma_{ij}$  = peragam atau *covarian* kanal  $i$  dan kanal  $j$

Pengolahan citra untuk mengubah nilai spektral citra kedalam bentuk  $\ln$  di *software* ENVI dapat digunakan rumus :

$$\text{alog}(\text{float}(B_i)) \dots \dots \dots (II.6)$$

dimana :

$B_i$  = kanal ke- $i$

Implementasi algoritma lyzenga di *software* ENVI dapat dinotasikan dengan rumus :

$$\text{band math} = \text{float}(\text{band A}) + ((k_i/k_j) * (\text{band B})) \dots \dots \dots (II.7)$$

dimana :

Band A = *band* biru (kanal 2)

Band B = *band* hijau (kanal 3)

$k_i/k_j$  = koefisien atenuasi kanal 2 dan 3

### II.3 Sentinel-2

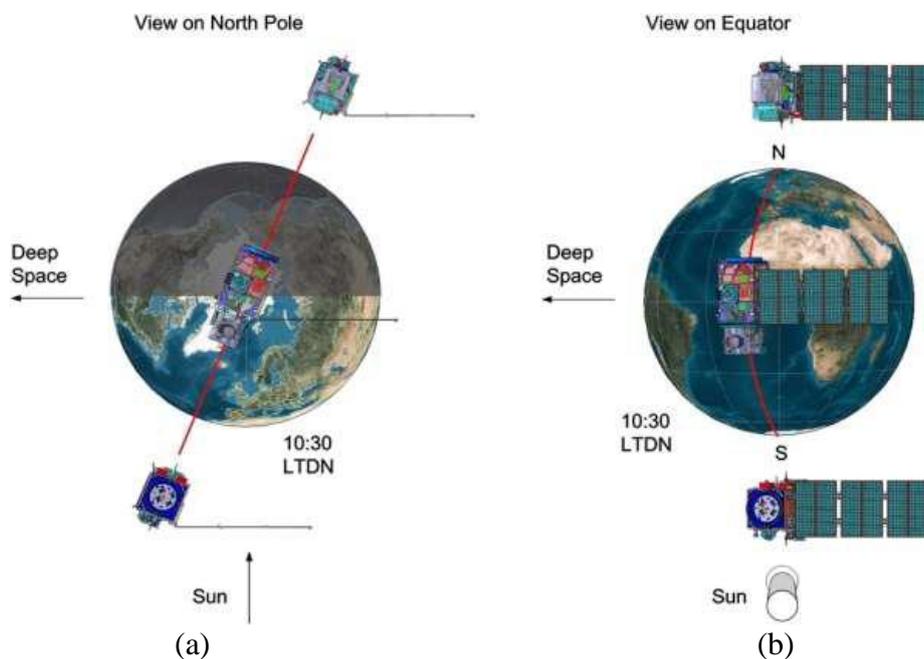
*Europen Space Agency* (ESA) berhasil mengorbitkan satelit generasi terbaru ke antariksa. Tepatnya pada tanggal 7 Maret 2017 (01:49 GMT) yaitu satelit Sentinel-2B. Satelit ini berhasil diluncurkan melalui *Europe's Spaceport* Guyana, Perancis. Satelit yang dibawa oleh Roket Vega ini mengemban sebuah misi penyediaan data permukaan bumi untuk sistem pemantauan lingkungan global. Peluncuran satelit Sentinel-2B merupakan keberlanjutan program konstelasi yang dilakukan oleh *European Union Copernicus*. Sentinel-2A telah diluncurkan pada bulan Juni 2015, meskipun diluncurkan secara terpisah kedua satelit ditempatkan pada orbit yang sama. (Balai Riset dan Observasi Laut, 2017).

Satelit Sentinel-2 memiliki berat sekitar 1,2 ton yang dirancang sedemikian rupa sehingga kompatibel dengan peluncur kecil seperti VEGA dan ROCKOT. Satelit ini memiliki masa pakai hingga 7,25 tahun yang mencakup *fase commissioning* di orbit selama 3 bulan. Baterai dan propelan pada satelit sudah disediakan untuk mengakomodasi 12 tahun pengoperasian satelit. Gambar satelit sentinel dapat dilihat pada gambar II.2.



Gambar II.2. Tampilan skematis dari pesawat ruang angkasa Sentinel-2 (ESA, 2015)

Dua Satelit Sentinel-2 yang terdiri dari Sentinel-2A dan Sentinel-2B akan beroperasi secara simultan pada orbit *sun-synchronous* di ketinggian rata-rata 786 km. Posisi masing-masing Satelit Sentinel-2 di orbitnya akan diukur dengan Navigasi Global frekuensi ganda Penerima Sistem Satelit (GNSS). Gambar orbit satelit Sentinel-2 dapat dilihat pada gambar II.3. Akurasi orbit akan dijaga dengan dedikasi sistem propulsi sistem satelit Sentinel-2 yang sedang dikembangkan oleh sebuah konsorsium industri yang dipimpin oleh Astrium GmbH (Jerman). Astrium SAS (Prancis) bertanggung jawab atas *Multi Spectral Instrumen* (MSI) (ESA, 2015).

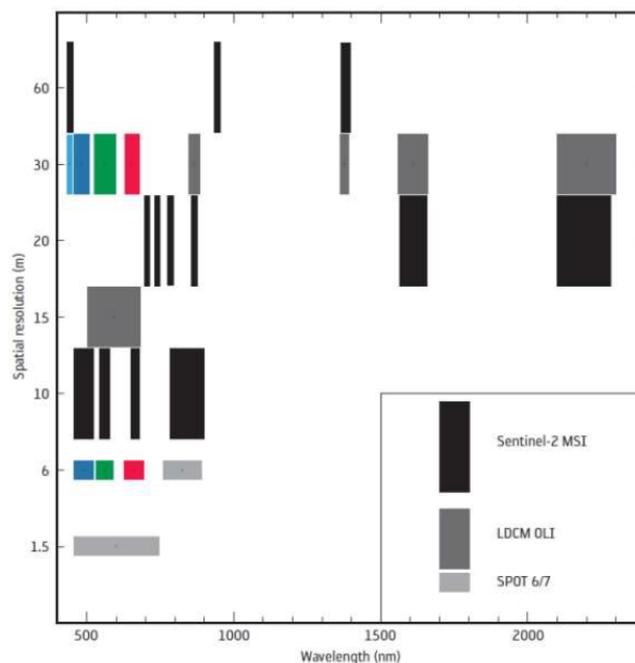


Gambar II.3. Konfigurasi orbital *twin-satellite* Sentinel-2(ESA, 2015)

Misi Sentinel-2 adalah konstelasi pemantauan darat dari dua satelit yang memberikan citra optik beresolusi tinggi dan memberikan kontinuitas misi SPOT dan Landsat. Perbandingan resolusi spasial citra Landsat, SPOT dan Sentinel dapat dilihat pada gambar

II.4. Misi ini menyediakan cakupan global permukaan bumi yang berada diantara garis lintang 84°S dan 84°N setiap 10 hari dengan setiap satelit mempunyai waktu revisit selama 5 hari sehingga menghasilkan data yang sangat berguna dalam studi yang sedang berlangsung. Satelit dilengkapi dengan instrumen MSI (*Multispectral Imager*) mutakhir, yang menawarkan citra optik beresolusi tinggi (ESA, 2017).

Sentinel-2 memberikan peluang kepada dunia, khususnya peneliti, untuk dapat memahami berbagai fenomena baik pada bidang kelautan, pertanian, kehutanan, polusi, maupun pemetaan bencana yang dapat diakses secara gratis. Manfaat pada bidang kelautan Sentinel-2 dapat diaplikasikan analisis dinamika ekosistem pesisir seperti: pemetaan sebaran mangrove, terumbu karang, kesuburan perairan (*ocean color*) dan perubahan garis pantai dalam kerangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Balai Riset dan Observasi Laut, 2017).



Gambar II.4. Perbandingan resolusi spasial dan karakteristik panjang gelombang (ESA, 2015)

Sentinel-2 merupakan misi pencitraan dari Eropa yang memiliki kanal multi-spektral dan resolusi tinggi. Sentinel-2 akan membawa muatan instrumen optik yang akan mengambil sampel 13 kanal spektral yang terdiri dari : empat kanal pada resolusi 10 m, enam kanal pada resolusi 20 m dan tiga kanal beresolusi spasial 60 m, sedangkan orbital lebar *swath* mencapai 290 km (ESA, 2015). Resolusi spasial kanal pada citra Sentinel-2 dapat dilihat pada tabel II.1.

Tabel II.1. Resolusi spasial kanal pada citra Sentinel-2 (ESA, 2015)

<i>Band number</i>	<i>Central wavelength (nm)</i>	<i>Bandwidth (nm)</i>	<i>Resolusi (m)</i>
2 - Blue	490	65	10
3 - Green	560	25	10
4 - Red	665	30	10
8 - NIR	842	115	10
5 - Vegetation Red Edge	705	15	20
6 - Vegetation Red Edge	740	15	20
7 - Vegetation Red Edge	783	20	20
8A - Vegetation Red Edge	865	20	20
11 - SWIR	1610	90	20
12 - SWIR	2190	180	20
1 - Coastal Aerosol	443	20	60
9 - Water Vapour	945	20	60
10 - SWIR - Cirrus	1375	30	60

#### II.4 Koreksi Atmosfer *Dark Object Substraction*

Koreksi radiometrik meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer (Jaelani dkk, 2015). Koreksi atmosfer merupakan salah satu algoritma koreksi radiometrik yang dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atau indikator atmosfer dalam proses koreksi termasuk faktor musim dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra. Koreksi atmosfer merupakan pengembangan dari koreksi absolut (Irawan, 2017).

DOS (*Dark Object Substraction*) merupakan koreksi absolut dimana nilai reflektan pada satelit dikonversikan menjadi nilai reflektan permukaan (*surface reflectan*) dengan asumsi bahwa terdapat objek gelap yang mempunyai nilai pantulan mendekati 0, misalnya air jernih dalam dan hutan lebat (Fibriawati, 2016). Menurut Ardiansyah (2015) prinsip utama pada metode ini adalah memperbaiki nilai radiometrik (*pixelvalue* pada citra karena pengaruh atmosfer). Jika tidak terdapat atmosfer maka objek yang gelap atau biasanya berupa air dan bayangan awan seharusnya memiliki nilai piksel 0, apabila objek tersebut tidak bernilai 0 maka objek tersebut adalah bias. Koreksi atmosfer DOS dipilih karena tidak diketahuinya parameter data lapangan untuk mengkoreksi citra dan tidak diketahui model efek atmosfer yang dapat mengansumsikan kondisi atmosfer pada saat data citra direkam. DOS menggunakan pendekatan bahwa nilai reflektan piksel seluruh citra dikurangi oleh nilai reflektan obyek tergelap.

*Dark Object Subtraction* (DOS) adalah keluarga dari koreksi atmosfer berbasis gambar. Chavez (1996) menjelaskan bahwa “asumsi dasarnya adalah bahwa pancaran yang diterima oleh satelit menghasilkan piksel gambar yang memiliki bayangan yang tidak lengkap karena hamburan atmosfer (jalur cahaya). Asumsi ini dikombinasikan dengan fakta itu sangat sedikit target di permukaan Bumi adalah hitam mutlak, sehingga diasumsikan satu persen minimum pemantulan adalah lebih baik dari nol persen”. Perlu menunjukkan bahwa keakuratan teknik berbasis gambar umumnya lebih rendah daripada koreksi berbasis fisik, tetapi mereka sangat berguna ketika tidak ada pengukuran atmosfer yang tersedia mereka dapat meningkatkan estimasi reflektansi permukaan tanah. Bagian pancaran yang diberikan oleh (Sobrin, dkk, 2004 dalam Congedo, 2016):

$$L_p = L_{min} - LDO1\% \dots\dots\dots (II.8)$$

Keterangan :

- $L_p$  = bagian pancaran metode DOS
- $L_{min}$  = pancaran yang diperoleh dengan nilai hitungan digital ( $DN_{min}$ )
- $LDO1\%$  = radiansi objek gelap, diasumsikan memiliki nilai pantulan 0,01

## II.5 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga memudahkan analisis pada komputer. Pemotongan citra akan mengurangi kapasitas memori sehingga memudahkan pada proses pengolahan data citra tersebut. Teknik yang digunakan pada tahapan *cropping* adalah dengan memfokuskan lokasi yang diinginkan pada citra. *Cropping* dapat dilakukan dengan menggunakan data vektor, koordinat geodetik, atau dengan menggunakan *box (zooming)* yang ada pada *software* yang digunakan (LAPAN, 2015).

### 1. *Cropping* dengan data vektor

Data vektor yang digunakan pada teknik *cropping* dengan menggunakan data vektor misalnya berupa format *shapfile*. Teknik ini dibutuhkan data vektor yang akan digunakan sebagai proses pemotongan citra. Data vektor tersebut menjadi dasar dari batasan area citra sebagai hasil *cropping*.

### 2. *Cropping* dengan koordinat geodetik

Teknik *cropping* dengan menggunakan koordinat geodetik dilakukan dengan cara memasukan koordinat geodetik pada batasan wilayah yang terdapat pada *software*.

Koordinat geodetik yang dimasukkan dapat berupa batas lintang-bujur atau *easting-northing*. Koordinat geodetik yang digunakan pada proses *cropping* tersebut akan digunakan sebagai dasar dari dasar dari batasan area citra hasil *cropping*.

### 3. *Cropping* dengan *box* (*zooming*)

Teknik *cropping* dengan menggunakan *box* (*zooming*) dapat dilakukan pada *software* pengolahan citra. Teknik ini membuat pengguna dapat melakukan teknik *cropping* pada wilayah yang diinginkan (yang ingin dibatasi/*crop*) dengan *tools* yang tersedia pada *software*. Hasil *cropping* dari teknik ini biasanya berbentuk *box* (persegi atau persegi panjang).

## II.6 Delineasi Batas

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2012) delineasi adalah penggambaran hal penting dengan garis dan lambang (tentang peta dan sebagainya). Pengertian batas adalah garis (sisi) yang menjadi perhinggaan suatu bidang (ruang, daerah, dan sebagainya) atau pemisah antara dua bidang (ruang, daerah, dan sebagainya). Disimpulkan bahwa pengertian delineasi batas adalah penggambaran garis (sisi) dari suatu daerah.

Proses pengolahan citra proses delineasi batas dapat dilakukan salah satunya dengan proses *masking*. *Masking* dilakukan untuk menghilangkan bagian citra yang tidak diinginkan, misalnya terdapat bagian citra yang tertutup awan ataupun ingin menghilangkan citra di luar wilayah administrasi suatu daerah. Secara sederhana *masking* dapat diartikan sebagai pemberian penutup untuk citra, dimana bagian yang ditutup tersebut adalah bagian yang dipertahankan (Wibowo dan Hero, 213).

Daerah daratan dipisahkan dengan perairan dengan metode *masking*. Pemisahan objek daratan dan perairan laut dilakukan agar klasifikasi objek di perairan bisa dikatakan akurat, variasi radiansi daratan sangat bervariasi dibandingkan di lautan akan merusak klasifikasi ketika digabungkan. Manfaat lain *masking* adalah mengurangi beban komputasi saat pengolahan data (Nurkhayati dan Henry, 2015). Kanal yang digunakan untuk memisahkan antara daerah daratan dengan perairan laut adalah kanal *Near Infra-Red* (NIR) karena kanal tersebut memiliki *central wavelength* 842 nm yang akan mengalami penyerapan saat mengenai daerah perairan. Hal ini diperkuat dengan Danoedoro (2012) dalam LAPAN

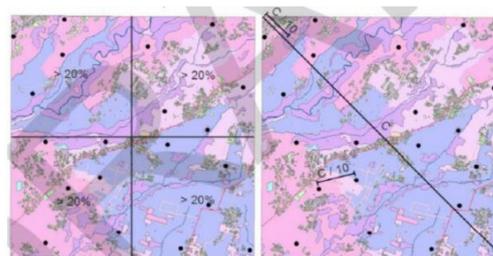
(2017) yang menyatakan bahwa inframerah terbukti efektif dalam membedakan obyek air dan bukan air sehingga pemetaan garis pantai pun sangat terbantu dengan teknologi ini.

Delineasi daerah perairan dalam dan dangkal dapat menggunakan metode *masking* perairan dalam. Proses *masking* perairan dalam digunakan kanal merah karena kanal tersebut memiliki karakteristik spektral yang akan terserap penuh oleh kolom air, sehingga hanya akan tersisa perairan laut dangkal dan pasir (Irawan, 2017). Hal ini diperkuat oleh Musliadi dkk (2014) yang menyatakan bahwa spektrum merah ( $0,61 - 0,69\mu\text{m}$ ) hanya mampu menembus badan air hingga kedalaman 3m. Hal ini menyebabkan luas permukaan badan air jernih yang terekam oleh citra akan semakin kecil.

## II.7 Uji Akurasi Geometrik

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui perbedaan data ukuran lapangan dengan data ukuran pada citra. Uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan koordinat *Independent Control Point* (ICP) (Kurniawan, 2015). Penentuan jumlah titik uji akurasi atau ICP mengacu pada standar yang telah diberikan oleh Badan Informasi Geospasial. Luasan area yang memiliki AOI (*Area of Interest*) citra satelit sebesar  $<250 \text{ Km}^2$  membutuhkan titik yang disyaratkan minimal sebesar 12 titik ICP. Tahap selanjutnya adalah pembagian dalam 4 (empat) kuadran dimana setiap kuadran minimal harus 20% dari jumlah ICP yang disyaratkan. Titik minimal setiap kuadran minimal terdapat 3 titik ICP. Menurut Sukmono (2018) syarat sebaran titik ICP adalah sebagai berikut :

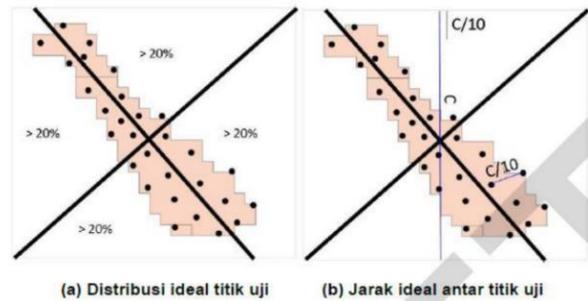
1. Obyek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
2. Setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji minimum yang disyaratkan.
3. Jarak titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji diilustrasikan pada gambar II.5.



(a) Distribusi ideal titik (b) Jarak ideal antar titik

Gambar II.5. Penentuan titik uji akurasi geometrik (Sukmono, 2018)

4. Area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang.



Gambar II.6. Distribusi dan jarak titik uji (untuk area yang tidak beraturan) (Sukmono, 2018)

5. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran jumlah titik uji untuk mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel II.2.

Tabel II.2 Jumlah titik uji akurasi berdasarkan luasan (Perka BIG No 15 Tahun 2014)

Luasan (Km2)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal	Jumlah titik uji untuk ketelitian vertikal		
		Area non Vegetasi	Area vegetasi	Jumlah total titik
<250	12			
250-500	20	20	5	25
501-750	25	20	10	30
751-1000	30	25	15	40
1001-1250	35	30	20	50
1251-1500	40	35	25	60
1501-1750	45	40	30	70
1751-2000	50	45	35	80
2001-2250	55	50	40	90
2251-2500	60	55	45	100

Dengan mengacu pada standar UN NMAS dimana:

$$CE90 = 1,575 \times RMSEr \dots \dots \dots (II.9)$$

$$LE90 = 1,649 \times RMSEz \dots \dots \dots (II.10)$$

Keterangan :

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz : *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

CE90 : *Circular Error 90* (posisi horizontal)

LE90 : *Linier Error 90* ( posisi vertikal )

Hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan skala peta yang disajikan dalam tabel II.3.

Tabel II.3. Ketelitian geometri Peta RBI (Perka BIG No 15 Tahun 2014)

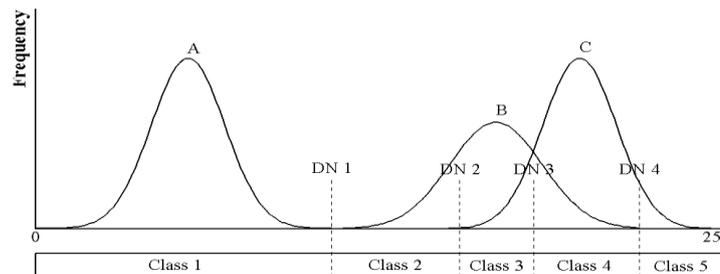
No	Skala	Interval Kontur	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 (m))	Vertikal (LE90 (m))	Horizontal (CE90 (m))	Vertikal (LE90 (m))	Horizontal (CE90 (m))	Vertikal (LE90 (m))
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300	500	500
2	1:500.000	200	100	100	150	150	250	250
3	1:250.000	100	50	50	75	75	125	125
4	1:100.000	40	20	20	30	30	50	50
5	1:50.000	20	10	10	15	15	25	25
6	1:25.000	10	5	5	7,5	7,5	12,5	12,5
7	1:10.000	4	2	2	3	3	5	5
8	1:5.000	2	1	1	1,5	1,5	2,5	2,5
9	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5

## II.8 Density Slice

Merurut *GIS Dictionary* (2018) *density slice* merupakan teknik yang biasanya diterapkan pada gambar monokrom *single-band* untuk menyoroti area yang nampak seragam dalam nada. Nilai skala abu-abu (0-255) diubah menjadi serangkaian interval, atau irisan, dan warna berbeda ditetapkan untuk setiap irisan. *Density slice* sering digunakan untuk menyoroti variasi dalam vegetasi. *Density Slicing* menekankan pada pencarian atau pengenalan obyek dari histogram kumpulan piksel. Metode pencarian yang dapat dijadikan patokan adalah pencarian bentuk sebaran tunggal dari sebuah histogram. Teknik ini belum banyak diujicoba potensinya namun bentuk sebaran tunggal dapat diyakini merupakan representasi suatu obyek yang khas (Sedana, 2016). Teori menyebutkan kemungkinan untuk mendasarkan suatu klasifikasi pada satu pita spektrum dari suatu citra, dengan menggunakan klasifikasi pita tunggal atau pengiris kepadatan.

*Density slice* adalah teknik, dimana DN didistribusikan sepanjang horisontal sumbu histogram gambar, dibagi menjadi serangkaian interval yang ditentukan pengguna atau irisan. Jumlah irisan dan batas antara irisan bergantung pada tutupan lahan yang berbeda di daerah tersebut. Semua DN jatuh dalam interval tertentu dalam gambar *input* kemudian

ditampilkan menggunakan nama kelas tunggal di peta *output* (ftp.itc.nl, 2018). Pembuatan kelas pada *density slice* dapat dilihat pada gambar II.7. Gambar II.7 menunjukkan bahwa spektral A, B dan C yang disatukan dalam satu histogram, kemudian dibuat kelas baru (kelas 1, kelas 2, kelas 3, kelas 4 dan kelas 5). Pembuatan kelas baru ini didasarkan pada karakteristik objek yang sama.



Gambar II.7. Distribusi pembagian kelas (ftp.itc.nl, 2018)

## II.9 Teknik Sampling

Sampel adalah bagian dari populasi yang menjadi objek penelitian (sampel sendiri secara harfiah berarti contoh). Sampel yang diambil dari populasi harus "representatif" (mewakili), sehingga dapat diperoleh informasi yang cukup untuk mengestimasi populasinya. Alasan perlunya pengambilan sampel :

1. Keterbatasan waktu, tenaga dan biaya.
2. Lebih cepat dan lebih mudah.
3. Memberi informasi yang lebih banyak dan dalam.
4. Dapat ditangani lebih teliti.

Jumlah minimal sampel pengujian menurut Danoedoro (2015) yang direkomendasikan pada berbagai metode pengambilan sampel pengujian adalah  $4n$  untuk jumlah kelas penutupan yang banyak (35 kelas) dan  $8n$  untuk jumlah kelas yang sedikit (13 kelas), di mana  $n$  adalah jumlah kelas. Menurut Congalton dan Green (2009) penilaian akurasi mensyaratkan bahwa jumlah sampel per kelas peta yang memadai dikumpulkan sehingga penilaian tersebut merupakan representasi keakuratan peta yang valid secara statistik.

Sebagian besar pekerjaan yang dilakukan oleh peneliti awal menggunakan persamaan berdasarkan distribusi binomial atau pendekatan normal ke distribusi binomial untuk menghitung ukuran sampel yang dibutuhkan. Teknik-teknik ini secara statis terdengar untuk menghitung ukuran sampel yang diperlukan untuk menghitung akurasi keseluruhan

dari suatu klasifikasi atau bahkan akurasi keseluruhan dari kategori tunggal. Persamaan didasarkan pada proporsi unit sampel yang benar diklasifikasikan dan pada beberapa kesalahan yang diperbolehkan. Teknik ini tidak dirancang untuk memilih ukuran sampel untuk menghasilkan matriks konfusi (Congalton dan Green, 2009).

Berdasarkan Kawamuna (2017) mengatakan bahwa secara umum jumlah minimum sampel untuk skala 1:50.000 adalah 30 sampel, sedangkan untuk skala yang lain dapat dilihat pada tabel II.4.

*Tabel II.4.* Jumlah titik sampel berdasarkan skala peta (Pedoman Teknis Data Geospasial Mangrove dalam Kawamuna, 2017)

Skala	Total Sampel Minimal (TSM)
1:25.000	50
1:50.000	30
1:250.000	20

Menurut Nasution (2003) pemilihan teknik pengambilan sampel merupakan upaya penelitian untuk mendapat sampel yang representatif (mewakili) yang dapat menggambarkan populasinya. Teknik pengambilan sampel tersebut dibagi atas 2 kelompok besar, yaitu :

### **II.9.1 Probability Sampling (Random Sample)**

Pengambilan sampel secara *random*, setiap unit populasi, mempunyai kesempatan yang sama untuk diambil sebagai sampel. Faktor pemilihan atau penunjukan sampel yang mana akan diambil, yang semata-mata atas pertimbangan peneliti, disini dihindarkan karena bila tidak, akan terjadi bias. Keuntungan pengambilan sampel dengan *probability sampling* adalah sebagai berikut:

1. Derajat kepercayaan terhadap sampel dapat ditentukan.
2. Beda penaksiran parameter populasi dengan statistik sampel, dapat diperkirakan.
3. Besar sampel yang akan diambil dapat dihitung secara statistik.

Ada 5 cara pengambilan sampel yang termasuk secara *random*, yaitu sebagai berikut:

1. Sampel *Random Sederhana (Simple Random Sampling)*

Proses pengambilan sampel dilakukan dengan memberi kesempatan yang sama pada setiap anggota populasi untuk menjadi anggota sampel. Proses memilih sejumlah sampel  $n$  dari populasi  $N$  yang dilakukan secara *random*. Ada 2 cara yang dikenal yaitu:

- a. Bila jumlah populasi sedikit, bisa dilakukan dengan cara mengundi "*Cointoss*".
  - b. Tetapi bila populasinya besar, perlu digunakan label "*Random Numbers*"
2. Sampel Random Sistemik (*Systematic Random Sampling*)

Proses pengambilan sampel dengan setiap urutan ke "K" dari titik awal yang dipilih secara *random*, dimana:

$$K = \frac{N}{n} \dots\dots\dots(II.11)$$

Keterangan :

N = Jumlah anggota populasi

n = Jumlah anggota sampel

Cara ini baik dipergunakan apabila ada sedikit stratifikasi pada populasi. Keuntungan dari metode ini adalah metode perencanaan penggunaanya mudah dan sampel tersebar di daerah populasi. Kerugian dari metode ini membutuhkan daftar populasi.

3. Sampel *Random* Berstrata (*Stratified Random Sampling*)

Populasi dibagi strata-strata (sub populasi), kemudian pengambilan sampel dilakukan dalam setiap strata baik secara *simple random sampling* maupun secara *systematic random sampling*. Keuntungan dari metode ini taksiran mengenai karakteristik populasi lebih tepat. Kerugian dari metode ini daftar populasi setiap strata diperlukan dan apabila daerah geografisnya luas, biaya transportasi tinggi.

4. Sampel *Random* Berkelompok (*Cluster Sampling*)

Pengambilan sampel dilakukan terhadap *sampling unit* dimana *sampling unit* terdiri dari satu kelompok (*cluster*). Tiap item (individu) di dalam kelompok yang terpilih akan diambil sebagai sampel. Cara ini dipakai apabila populasi dapat dibagi dalam kelompok-kelompok dan setiap karakteristik yang dipelajari ada dalam setiap kelompok. Keuntungan dari pengambilan sampel metode ini tidak memerlukan daftar populasi dan biaya transportasi kurang. Kerugian dari metode ini prosedur estimasi sulit.

5. Sampel Bertingkat (*Multi Stage Sampling*)

Proses pengambilan sampel dilakukan bertingkat, baik bertingkat dua maupun lebih. Cara ini dipergunakan apabila populasi cukup homogen, jumlah populasi sangat besar, populasi menempati daerah yang sangat luas, biaya penelitian kecil. Keuntungan dari metode ini yaitu biaya transportasi kurang. Kerugian metode ini prosedur estimasi sulit dan prosedur pengambilan sampel memerlukan perencanaan yang lebih cermat.

### **II.9.2 Non Probability Sample (Selected Sample)**

Pemilihan sampel dengan cara ini tidak menghiraukan prinsip-prinsip *probability*. Pemilihan sampel tidak secara *random*. Hasil yang diharapkan hanya merupakan gambaran kasar tentang suatu keadaan. Cara ini dipergunakan apabila biaya sangat sedikit, hasilnya diminta segera, tidak memerlukan ketepatan yang tinggi, karena hanya sekedar gambaran umum saja. Cara-cara yang dikenal adalah sebagai berikut :

1. Sampel Dengan Maksud (*Purposive Sampling*).

Pengambilan sampel dilakukan hanya atas dasar pertimbangan peneliti saja yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel yang diambil.

2. Sampel Tanpa Sengaja (*Accidental Sampling*).

Sampel diambil atas dasar seandainya saja, tanpa direncanakan lebih dahulu. Jumlah sampel yang dikehendaki tidak berdasarkan pertimbangan yang dapat dipertanggungjawabkan, asal memenuhi keperluan saja. Kesimpulan yang diperoleh bersifat kasar dan sementara saja.

3. Sampel Berjatah (*Quota Sampling*).

Pengambilan sampel hanya berdasarkan pertimbangan peneliti saja, hanya disini besar dan kriteria sampel telah ditentukan lebih dahulu. Misalnya Sampel yang akan di ambil berjumlah 100 orang dengan rincian 50 laki dan 50 perempuan yang berumur 15-40 tahun. Cara ini dipergunakan kalau peneliti mengenal betul daerah dan situasi daerah dimana penelitian akan dilakukan.

### **II.10 Matriks Konfusi**

Matriks konfusi atau biasa disebut dengan matriks kesalahan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (*ground truth*) dan hasil dari klasifikasi otomatis. Matriks konfusi berbentuk *square* dengan angka pada baris dan kolom sama dengan angka pada kategori tingkat akurasi klasifikasi yang akan dinilai (Lillesand dan Kiefer, 2007). Matriks Konfusi (*Confusion Matrix*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Dasar matriks konfusi adalah mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Solichin, 2017).

Menurut Riswanto (2009) hasil proses klasifikasi yang dapat diterima adalah proses klasifikasi yang memiliki nilai akurasi *kappa* lebih atau sama dengan 85%. Bentuk dari matriks konfusi dapat dilihat pada tabel II.5.

Tabel II.5. Bentuk matriks kesalahan (Jaya, 2007)

Kelas Referensi	Data Sampel			Jumlah Piksel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X11	X12	X13	X1+	X11/X1+
B		X21	X23	X2+	X22/X2+
Total Piksel	X1+	X2+	X3+	N	
Akuasi Pengguna	X11/X+1	X22/X+2	X33/X+3	Xii	

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan (Jaya, 2007) sebagai berikut :

$$\text{Akurasi Pengguna} = X11/X+1 \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{II.12})$$

$$\text{Akurasi Pembuat} = X11/X1+ \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{II.13})$$

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = ((\sum_{i=1}^r Xii) / N) \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{II.14})$$

$$\text{Akurasi Kappa} = [(N \sum_{i=1}^r Xii) - \sum_{i=1}^r X1 + X + 1] / (N^2 - \sum_{i=1}^r X1 + X + 1) \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{II.15})$$

Keterangan :

N : Banyaknya piksel dalam contoh

X1+ : Jumlah piksel dalam baris ke – i

X+1 : Jumlah piksel dalam kolom ke – i

Xii : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

Menurut Landis dan Kosh (1977) dalam Adefioye (2014) *scheme of agreement based on kappa* dapat dilihat pada tabel II.6.

Tabel II.6. Scheme of agreement based on kappa

<i>Kappa Co-efficient</i>	<i>Agreement</i>
<0,000	<i>Poor</i>
0,00 – 0,20	<i>Slight</i>
0,21 – 0,40	<i>Fair</i>
0,41 – 0,60	<i>Moderate</i>
0,61 – 0,80	<i>Substantial</i>
0,81 – 1,00	<i>Almost perfect</i>

## II.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar bagi peneliti untuk membantu menyesuaikan masalah penelitian dan menguasai ilmu pengetahuan berdasarkan teori dan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan. Daftar penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dapat dilihat pada tabel II.5.

Tabel II.7. Penelitian terdahulu

No	Pengarang	Tahun	Judul	Keterangan
1	Dimosthenis Traganos dan Peter Reinartz	2017	<i>Mapping Mediterranean seagrasses with Sentinel-2 imagery</i>	Citra yang digunakan adalah Citra Sentinel-2A akuisisi 10 Juni 2016 pukul 09.09 am UTC
2	Johan Irawan	2017	Pemetaan Sebaran Terumbu Karang dengan Metode Algoritma Lyzenga secara Temporal Menggunakan Citra Landsat 5,7 dan 8 (Studi Kasus : Pulau Karimunjawa)	Citra yang digunakan adalah citra satelit Landsat 5 tahun 1996, Citra Satelit Landsat 7 tahun 2002, dan citra satelit Landsat 8 tahun 2016.
3	Lalu Muhamad Jaelani, dkk.	2015	Pengaruh Algoritma Lyzenga Dalam Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Worldview-2, Studi Kasus: Perairan Pitu Paiton Probolinggo.	Citra Satelit Worldview-2 yang direkam pada 2 Agustus 2010 dan data in situ dari Laporan Pemantauan Kondisi Terumbu dan Ikan Karang PLTU Paiton pada 1-3 Juni 2010.

Tabel II.7. Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Pengarang	Tahun	Judul	Keterangan
4	Mario Putra Suhana.	2015	Pemetaan Sebaran dan Kondisi Terumbu Karang dengan Memanfaatkan Citra Satelit Quickbird, Landsat-TM, EO-1 Hyperion dan ALOS-AVNIR.	Citra yang digunakan adalah citra Quickbird.
5	Nurhalis Wahidin, dkk.	2015	<i>Object-based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms.</i>	Citra yang digunakan adalah Landsat-8 OLI <i>satellite image path/row</i> 109/059 akuisisi 17 Oktober 2013.
6	Zainul Hidayah.	2012	Pemantauan Sebaran dan Kondisi Terumbu Karang Di Pulau Tabuhan Kabupaten Banyuwangi Memanfaatkan Data Citra Satelit Quickbird dan <i>Line Intercept Transect</i> .	Citra yang digunakan adalah Citra Satelit Quickbird (resolusi 0.5 meter) akuisisi tanggal 20 Mei 2011.

Penelitian mengenai terumbu karang sudah banyak dilakukan diantaranya penelitian oleh Zainul Hidayah (2012) yang menggunakan perpaduan integrasi data metode algoritma lyzenga pada citra Quickbird dengan hasil observasi *Line Intercept Transect* (LIT). Citra hasil klasifikasi untuk penelitian ini ditampilkan 4 kelas utama yaitu terumbu karang hidup kondisi baik, terumbu karang hidup kondisi buruk, vegetasi/lamun dan pasir. Penelitian terumbu karang yang menggunakan penginderaan jauh juga pernah dilakukan oleh Nurhalis Wahidin dkk (2015). Penelitian tersebut menggunakan citra Landsat 8 yang dapat diunduh secara gratis. Algoritma lyzenga juga digunakan pada penelitian ini untuk mengekstraksi area di citra pada substrat yang sama (pasir) yang memiliki kedalaman berbeda. Metode klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah OBIA dengan 200 titik sampel menghasilkan klasifikasi yang terbagi menjadi lima kelas yaitu habitat kelas campuran,

karang hidup, lamun, pasir, dan pecahan karang. Perubahan sebaran terumbu karang juga dapat diteliti dengan citra satelit, seperti yang dilakukan Johan Irawan (2017). Johan Irawan (2017) menggunakan data citra satelit Landsat TM tahun 1996, Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2016 untuk mendeteksi perubahan sebaran terumbu karang secara temporal di perairan Karimun Jawa menggunakan algoritma lyzenga. Klasifikasi *density slice* menghasilkan 4 kelas yaitu terumbu karang, pasir, substrat dan air.

Berdasarkan penelitian-penelitian diatas penggunaan algoritma lyzenga dianggap efektif diterapkan dalam penginderaan jauh untuk terumbu karang. Hal tersebut semakin diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Lalu Muhamad Jaelani (2015). Lalu Muhamad Jaelani, dkk (2015) menggunakan Citra Satelit Worldview-2 yang direkam pada 2 Agustus 2010. Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan diantaranya koreksi citra dan pengolahan citra, serta yang terakhir yaitu penentuan pola persebaran ekosistem terumbu karang menggunakan algoritma lyzenga dan tanpa algoritma lyzenga. Penggunaan komposit NIR1- Green - Blue (RGB = 421) citra Quickbird dibutuhkan untuk pengolahan citra tanpa algoritma lyzenga yang kemudian dilakukan klasifikasi *unsupervised*. Hasil klasifikasi citra tanpa lyzenga menunjukkan kenampakan pasir di area sepanjang PLTU saja. Citra dengan algoritma lyzenga dapat memberikan kenampakan substrat dasar perairan yang lebih baik. Kelas yang dihasilkan yakni kelas pasir dan terumbu karang.

Penggunaan citra satelit dengan resolusi tinggi akan menghasilkan hasil yang lebih baik, hal ini di buktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Marino Putra Suhana (2015). Mario Putra Suhana (2015) menggunakan banyak citra satelit diantaranya citra Quickbird, MODIS, Landsat-TM, Ikonos ataupun EO-1 Hyperion. Setiap citra dilakukan pengolahan yang berbeda karena disesuaikan dengan data citranya. Citra satelit Quickbird digunakan algoritma lyzenga dan direklasifikasi *supervised* serta bantuan data lapangan, menunjukkan kesesuaian antara data lapangan dan hasil klasifikasi citra satelit. Saluran hijau dan merah pada citra satelit ALOS-AVNIR menghasilkan respon spektral relatif tinggi terhadap terumbu karang. Transformasi HSI pada citra ALOS-AVNIR relatif lebih baik dalam menguatkan respon spektral terumbu karang dibandingkan transformasi PC1 dan Lyzenga. Akan tetapi citra dengan resolusi tinggi biasanya diperoleh tidak secara gratis.

Citra Sentinel-2 merupakan satu dari citra satelit yang dapat diunduh secara gratis. Citra ini memiliki resolusi spasial 10 m pada 4 kanal dari 13 kanal. Penelitian mengenai terumbu karang dengan citra Sentinel-2 pernah dilakukan oleh Dimosthenis Traganos dan Peter Reinartz (2017). Penelitian tersebut menggunakan metode klasifikasi terbimbing

dengan *maximum likelihood*, *support vector machines* dan *random forests* sehingga didapatkan hasil klasifikasi berupa pasir, *phopilous algae/rocks*, *cymondoceanodosa*, dan *posidonia oceanica*, selain itu juga dihasilkan batimetri kontur daerah perairan.

Berdasarkan uraian penelitian diatas, penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan citra Sentinel-2 dimana citra ini memiliki resolusi 10 m pada kanal *visible* dan NIR di Perairan Pulau Panjang. Resolusi spasial citra 10 m tersebut diharapkan akan menghasilkan pemetaan yang lebih baik. Penelitian ini juga akan digunakan algoritma lyzenga untuk memetakan material penutup dasar perairan laut dangkal dengan tujuan mengetahui persebaran spasial terumbu karang pada tahun 2015 dan 2017 serta mengetahui perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.