



TUGAS AKHIR - RM 184831

**PEMETAAN HABITAT PERAIRAN DANGKAL
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-
2 (STUDI KASUS: GUGUSAN PULAU PARI,
KEPULAUAN SERIBU)**

RINAL AL FARISI
NRP 0331 15 40 000 015

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA.DESS

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas
Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RM 184831

**PEMETAAN HABITAT PERAIRAN DANGKAL
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2
(STUDI KASUS: GUGUSAN PULAU PARI,
KEPULAUAN SERIBU)**

RINAL AL FARISI
NRP 0331 15 40 000 015

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA.DESS

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas Teknik
Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**SHALLOW WATER MAPPING USING
SENTINEL-2 SATELLITE IMAGE
(STUDY CASE: GUGUSAN PULAU
PARI, KEPULAUAN SERIBU)**

**RINAL AL FARISI
NRP 3513 100 064**

**Supervisor :
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA.DESS**

**Department of Geomatics Engineering
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PEMETAAN HABITAT PERAIRAN DANGKAL MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2 (STUDI KASUS: GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU)

Nama Mahasiswa : Rinal Al Farisi
NRP :
033115400015
Departemen : Teknik Geomatika FTSLK
– ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA, DESS

ABSTRAK

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah banyak diterapkan untuk berbagai keperluan, seperti penerapan pada deteksi habitat perairan dangkal. Perairan dangkal laut tropis memiliki beberapa macam ekosistem antara lain yaitu terumbu karang, padang lamun, pasir, lumpur, dan hutan *mangrove*, dimana ekosistem-ekosistem tersebut saling berinteraksi satu sama lain. Ekosistem terumbu karang dan lamun berada di lingkungan perairan dangkal. Tipe habitat dasar di perairan dangkal dapat menjadi salah satu parameter yang mempengaruhi penentuan kawasan konservasi laut, karena merupakan tempat biota-biota laut hidup.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan dan klasifikasi habitat perairan dangkal di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu menggunakan citra satelit Sentinel-2. Proses koreksi pada citra dilakukan sebanyak tiga tahap, meliputi koreksi radiometrik, *Sun-Glint*, dan *Lyzenga*. Klasifikasi dilakukan dengan metode *supervised* dan diuji ketelitiannya menggunakan *matrix confusion*. Hasil penelitian membagi habitat perairan dangkal menjadi lima kelas, berupa : (1) terumbu karang, (2) makro alga, (3) lamun sedang, (4) lamun tinggi dan (5) substrat dasar. Nilai *overall accuracy* hasil penelitian sebesar 86,2% dengan koefisien *kappa* sebesar 0,85, dimana hasil tersebut telah memenuhi syarat minimum ketelitian klasifikasi citra Sentinel-2. Hasil

dari penelitian menunjukkan Gugusan Pulau Pari didominasi oleh habitat lamun, dimana terdapat 33,1% yang kebanyakan tersebar di utara dan selatan Pulau Pari. Sedangkan terumbu karang umumnya tersebar di sekitar Pulau Tengah dan memiliki presentase 30,8% dari keseluruhan habitat.

Kata kunci: Habitat Perairan Dangkal, Sentinel-2, Matrix Confusion, Klasifikasi Supervised

SHALLOW WATER MAPPING USING SENTINEL-2 SATELLITE IMAGE (STUDY CASE: GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU)

Nama Mahasiswa : Rinal Al Farisi
NRP : 0331154000015
Department : Teknik Geomatika FTSLK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA, DESS

Abstract

The development of remote sensing technology has been applied for various purposes, such as the application of shallow habitat detection. The shallow waters of tropical seas have a variety of ecosystems including coral reefs, seagrass beds, sand, mud, and mangrove forests, while ecosystem ecosystems are interrelated. Coral reef ecosystems and environments in shallow crossing environments. Basic habitat types in shallow water can be one of the parameters that affect marine conservation areas, because it is a place for living marine biota.

This study aims to map and classify shallow habitats in the Pari Island Cluster, Seribu Islands using Sentinel-2 satellite imagery. The image correction process is done in three, radiometric correction, Sun-Glint, and Lyzenga. Classification is done by a method that is supervised and submitted to its accuracy using a confusion matrix. The results of the study divided shallow habitats into five classes, consisting of: (1) coral reefs, (2) macro algae, (3) medium seagrass, (4) high seagrass and (5) basic substrate. The overall value of the accuracy of the results of the study is 86.2% with a kappa coefficient of 0.85, while this result must meet the minimum requirements. Accuracy of Sentinel-2 image classification. The results showed that the Pari Island cluster was estimated by seagrass habitat, which constituted 33.1% distributed in the north and south of Pari Island. While coral reefs are scattered around Central Island and have a percentage of 30.8% of the total habitat.

Keywords: Shallow Aquatic Habitat, Sentinel-2, Matrix Confusion, Supervised Classification.

”halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMETAAN HABITAT PERAIRAN DANGKAL
MENGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2
(STUDI KASUS: GUGUSAN PULAU PARI,
KEPULAUAN SERIBU)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Teknik Geomatika

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut
Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RINAL AL FARISI

NRP. 0331 15 40 000 015

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

NIP. 19530527 198303 1 001



2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul **“Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 (Studi Kasus: Pulau Pari, Kepulauan Seribu)”** dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis, Bapak Herry Purnama dan Ibu Nurhayati, yang senantiasa memberikan dukungan baik doa restu, moral, maupun material untuk penelitian ini.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS., selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen wali penulis. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah Ibu berikan.
5. Teman-teman G17 selaku teman seangkatan penulis. Terima kasih atas segala persahabatan dan kasih yang telah teman-teman berikan kepada penulis selama empat tahun ini.
6. Nurul Yuniar Firdha, selaku kekasih penulis yang senantiasa memberikan dukungan moral demi kelancarannya penelitian ini.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan penelitian ini.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 24 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penginderaan Jauh	5
2.2 Citra Satelit Sentinel-2.....	6
2.3 Habitat Perairan Dangkal.....	9
2.3.1 Terumbu Karang.....	10
2.3.2 Padang Lamun	10
2.3.3 Makro Alga.....	11
2.3.4 Substrat Dasar.....	12
2.4 Gugusan Pulau Pari	13
2.5 Koreksi Citra Digital	15
2.5.1 Koreksi Geometrik	15
2.5.2 Kalibrasi Radiometrik.....	17
2.5.3 Koreksi Atmosfer	19

2.5.4 Koreksi <i>Sun-glint</i>	20
2.5.5 Koreksi <i>Lyzenga</i>	21
2.6 Interpretasi Habitat Dasar Perairan Laut	22
2.6.1 Batas Dalam.....	22
2.6.2 Batas Luar.....	24
2.6.3 Interpretasi Pengkelasan Objek HDPD.....	26
2.7 Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III METODOLOGI PENELETIAN	32
3.1 Lokasi Penelitian	33
3.2 Data dan Peralatan.....	33
3.2.1 Data	33
3.2.2 Peralatan	33
3.3 Metodologi Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	43
4.1 Koreksi Radiometrik.....	43
4.1.1 Koreksi Atmosfer	43
4.1.2 Kalibrasi Radiometrik.....	45
4.2 Koreksi <i>Sun-Glint</i>	47
4.3 Koreksi <i>Lyzenga</i>	50
4.4 Masking	53
4.5 Klasifikasi.....	55
4.6 Uji Ketelitian	55
4.7 Analisa Hasil Klasifikasi	57
4.8 Analisa Uji Ketelitian	58
BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum Spektral Band Citra Sentinel-2.....	7
Gambar 2.2 Terumbu Karang.....	10
Gambar 2.3 Makro Alga.....	12
Gambar 2.4 Substrat Dasar	12
Gambar 2.5 Contoh Delineasi Batas dalam HDPD pada Pesisir Berpasir	22
Gambar 2.6 Delineasi Batas dalam HDPD pada Pesisir Bervegetasi	23
Gambar 2.7 Delineasi Batas dalam HDPD pada Muara Sungai	24
Gambar 2.8 Contoh Delineasi Batas Luar HDPD Pada Perairan Jernih	25
Gambar 2.9 Contoh Delineasi Batas Luar HDPD pada Endapan Tersuspensi	25
Gambar 2.10 Kunci Interpretasi Klasifikasi HDPD	26
Gambar 2.11 Contoh Kunci Interpretasi Rona dan Warna dari Objek HDPD	26
Gambar 2.12 Contoh Batas Polygon Dibedakan berdasarkan Pola, Tekstur, dan Bentuk	27
Gambar 2.13 Contoh Situs dan Asosiasi Substra	27
Gambar 2.14 Contoh Situs dan Asosiasi Makro Alga	28
Gambar 2.15 Contoh Situs dan Asosiasi Lamun	28
Gambar 2.16 Contoh Situs dan Asosiasi Terumbu Karang	29
Gambar 2.17 Substrat Dasar	29
Gambar 2.18 Makro Alga	30
Gambar 2.19 Lamun.....	30
Gambar 2.20 Terumbu Karang pada Berbagai Rona dan Warna	31
Gambar 3.1 Peta Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.....	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Citra Setelah Koreksi Atmosfer.....	43
Gambar 4.2 Citra Sebelum Koreksi Atmosfer.....	43
Gambar 4.3 Histogram Hasil Koreksi Atmosfer.....	44
Gambar 4.4 Hasil Kalibrasi Radiometrik.....	45
Gambar 4.5 Histogram Hasil Kalibrasi Radiometrik.....	46

Gambar 4.6 Grafik Regresi Kanal 2.....	47
Gambar 4.7 Grafik Regresi Kanal 3.....	48
Gambar 4.8 Grafik Regresi Kanal 4.....	48
Gambar 4.9 Citra Hasil Koreksi <i>Sun-Glint</i>	49
Gambar 4.10 Histogram Hasil Koreksi <i>Sun-Glint</i>	49
Gambar 4.11 Citra Hasil Koreksi <i>Lyzenga</i>	52
Gambar 4.12 Histogram Hasil Koreksi <i>Lyzenga</i>	53
Gambar 4.13 Hasil <i>Masking</i>	54
Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Citra.....	55
Gambar 4.15 <i>Spot Diving</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spektral Tiap Band Pada Citra Sentinel-2	8
Tabel 2.2 Klasifikasi Habitat Dasar Perairan Dangkal	13
Tabel 4.1 Statistik Nilai Digital Number Koreksi Atmosfer	45
Tabel 4.2 Statistik Nilai Digital Number Kalibrasi Radiometrik.....	47
Tabel 4.3 Statistik Nilai Digital Number Koreksi Sun-Glint	50
Tabel 4. 4 Nilai Varian Koreksi Lyzenga.....	50
Tabel 4.5 Nilai Kovarian Koreksi Lyzenga.....	51
Tabel 4.6 Nilai Atenuasi Koreksi Lyzenga.....	51
Tabel 4.7 Rasio Koefisien Atenuasi Koreksi Lyzenga	51
Tabel 4. 8 Hasil Uji Ketelitian (Producer's dan User's) Seluruh Kelas.....	58

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Metadata citra satelit sentinel-2B	
Level 1C.....	75
Pengamatan Habitat Perairan Dangkal.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di antara Benua Asia dan Australia serta di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, sehingga Indonesia disebut sebagai Negara Kepulauan. Pada tahun 2012, Indonesia sudah mendaftarkan sebanyak 13.466 pulau, sehingga jumlah pulau di Indonesia yang telah didaftarkan sebanyak 16.056 pulau bernama dan berkoordinat (BIG, 2017). Indonesia memiliki wilayah pesisir yang sangat luas dengan konsentrasi penduduk tinggi karena 64% dari wilayah administrasi setingkat kabupaten atau kota di Indonesia bersentuhan langsung dengan garis pantai (Pokja PDKP, 2013).

Perairan dangkal laut tropis memiliki beberapa macam ekosistem antara lain yaitu terumbu karang, padang lamun, pasir, lumpur, dan hutan *mangrove*, dimana ekosistem-ekosistem tersebut saling berinteraksi satu sama lain. Ekosistem terumbu karang dan lamun berada di lingkungan perairan dangkal. Tipe habitat dasar di perairan dangkal dapat menjadi salah satu parameter yang mempengaruhi penentuan kawasan konservasi laut, karena merupakan tempat biota-biota laut hidup. Pulau Pari merupakan salah satu pulau yang memiliki perairan dangkal dan habitat substrat dasar yang bervariasi (Rahmadany, 2015).

Gugusan Pulau Pari adalah kawasan pantai yang terletak di Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Kabupaten Kelurahan Seribu, DKI Jakarta. Gugusan pulau tersebut terdiri atas sejumlah pulau, antara lain Pulau Pari, Pulau Tengah, Pulau Tikus, Pulau Burung, Pulau Kongsu, dan Pulau Pari Kudus. Gugusan Pulau Pari terletak pada $5^{\circ} 52' 38'' - 5^{\circ} 51' 36''$ LS dan $106^{\circ} 34' 8'' - 106^{\circ} 38' 24''$ BT. Pengembangan Kepulauan Seribu, khususnya gugusan Pulau Pari sebagai kawasan wisata telah memberikan dampak terhadap meningkatnya aktivitas masyarakat di wilayah

tersebut. Peningkatan aktivitas masyarakat seperti pembangunan infrastruktur serta pariwisata dan perhubungan telah memberikan tekanan terhadap keberadaan ekosistem dari habitat perairan dangkal di gugusan Pulau Pari. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian mendalam mengenai habitat perairan dangkal di kawasan tersebut untuk menunjang kelestarian ekosistem laut di gugusan Pulau Pari.

Informasi tentang habitat dasar perairan pada umumnya diperoleh melalui pengamatan langsung (survei lapangan) dan juga dengan teknologi penginderaan jauh berupa citra satelit (Paringit and Nadaoka, 2004). Pemetaan habitat dasar perairan dengan citra satelit menggunakan berbagai sensor satelit telah banyak dilakukan (Mumby and Edwards, 2002; Hochberg and Atkinson, 2000). Kemampuan berbagai sensor penginderaan jauh tersebut untuk pengkajian ekosistem terumbu karang dan perairan dangkal juga telah banyak dibahas oleh beberapa peneliti (Mumby and Edwards, 2002; Yamano and Tamura, 2004) yang dirangkum oleh (Lucas and Goodman, 2014).

Dengan metode konvensional, pendeteksian atau pemetaan dasar perairan dangkal ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang relatif mahal mengingat wilayah tersebut pada umumnya berada pada daerah yang jauh dari akses jalanan. Oleh karena itu, pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh (inderaja) sebagai alternatif merupakan cara yang paling ideal untuk menjawab kebutuhan tersebut (Green *et al.*, 1998). Saat ini telah banyak sensor satelit inderaja yang memiliki kemampuan yang baik untuk mendeteksi berbagai fitur-fitur di ekosistem perairan dangkal seperti komunitas bentik karang (NURLIDIASARI and BUDIMAN, 2010), penutupan karang hidup (Isoun *et al.*, 2003; Purkis and Pasterkamp, 2004), bahkan spesies hewan bentik dan kesehatan karang (Karpouzli *et al.*, 2003).

Pada penelitian ini, pemetaan habitat perairan dangkal dilakukan dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2

dengan resolusi spasial 10 meter. Adapun metode yang digunakan yaitu klasifikasi *supervised* untuk memperoleh luasan habitat perairan dangkal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Dengan adanya penelitian ini diharapkan habitat perairan dangkal di Pulau Pari dapat terklasifikasi dalam format peta tematik sehingga lebih mudah untuk dijaga kelestariannya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana metode pengolahan citra satelit Sentinel-2 yang terbaik untuk pemetaan habitat perairan dangkal yang disajikan dalam format peta tematik?
- b. Bagaimana persebaran habitat perairan dangkal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

- a. Citra satelit yang digunakan yaitu citra satelit Sentinel-2B dengan resolusi spasial 10 meter.
- b. Habitat perairan dangkal yang diamati yaitu terumbu karang, padang lamun, dan makro alga dan substrat dasar.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

- a. Melakukan analisis klasifikasi mengenai habitat perairan dangkal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.
- b. Membuat peta tematik skala 1:25.000 habitat perairan dangkal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu hasil peta tematik sebaran habitat perairan dangkal yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk budidaya perairan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Selain itu, data-data mengenai habitat perairan dangkal juga dapat menjadi referensi untuk pelestarian dan pengelolaan habitat perairan dangkal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni cara merekam suatu objek tanpa kontak fisik dengan menggunakan alat pada pesawat terbang, balon udara, satelit, dan lain-lain. Dalam hal ini yang direkam adalah permukaan bumi untuk berbagai kepentingan manusia. Sedangkan arti dari citra adalah hasil gambar dari proses perekaman penginderaan jauh (inderaja) yang umumnya berupa foto.

Berikut merupakan pengertian Penginderaan Jauh para ahli:

a. Lillesand and Kiefer

Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang didapat dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand R.W., 1994).

b. Lindgren

Penginderaan jauh adalah bermacam-macam teknik yang dikembangkan untuk mendapat perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lindgren and Lulla, 1987).

c. Menurut Sabins

Penginderaan jauh adalah suatu ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu obyek (Sabins and Lulla, 1987).

d. Menurut Curran

Penginderaan jauh (*remote sensing*), yaitu penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk merekam gambar

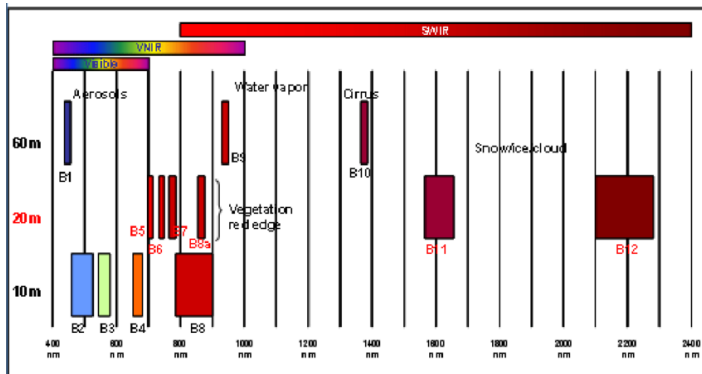
lingkungan bumi yang dapat diinterpretasi sehingga menghasilkan informasi yang berguna (Curran, 1989).

e. Menurut Colwell

Penginderaan jauh (*remote sensing*), yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek dipermukaan bumi dari satelit atau instrumen lain diatas jauh dari objek yang diindera. Foto udara citra satelit dan citra radar adalah beberapa bentuk penginderaan jauh (Colwell, 1983).

2.2 Citra Satelit Sentinel-2

Global Monitoring for Environment and Security (GMES) merupakan salah satu program yang diusung oleh *European Commission* (EC) dan *European Space Agency* (ESA). Program ini bertujuan untuk kemajuan pembangunan Eropa dalam penyediaan dan penggunaan informasi pemantauan lingkungan dan keamanan. Peran ESA di GMES adalah untuk memberikan definisi dan pengembangan elemen berbasis sistem ruang dengan meluncurkan Sentinel-2 yang memiliki resolusi spasial tinggi. Namun dalam perkembangannya ESA sedang mengembangkan lima misi Sentinel, yaitu Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 dan misi Jason-CS (didasarkan pada konstelasi dua satelit di bidang orbit yang sama). Dengan konfigurasi ini akan mungkin untuk memenuhi revisit dan cakupan, serta memberikan layanan operasional yang kuat dan terjangkau. Sentinel-5P dipahami sebagai satelit gap-filler. Sentinel-4 mencakup pengembangan dua instrumen payload yang akan dilakukan pada Meteosat Generasi Ketiga. Sentinel-5 meliputi pengembangan dua muatan instrumen yang akan dilakukan pada MetOp Generasi Kedua. Setiap satelit yang memungkinkan untuk ekstensi misi sampai dengan 12 tahun (2 tahun untuk Jason-CS). Setiap generasi satelit direncanakan berada di antara 15-20 tahun ke depan. Strategi untuk pengadaan dan penggantian Satelit Sentinel selama periode ini sedang dalam tahap perumusan.



Gambar 2.1 Spektrum Spektral Band Citra Sentinel-2 (ESA, 2012)

Sentinel-2 telah dirancang untuk mendukung lahan *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES), darurat dan aplikasi keamanan, Geoland2, SAFER, dan G-MOSAIC. Citra Sentinel-2 dengan sistem instrumen multispektral yang beresolusi tinggi akan memastikan rangkaian kontinuitas observasi multispektral SPOT dan Landsat dengan melihat kunjungan kembali, area cakupan, band spektral, lebar petak, kualitas gambar radiometrik dan geometrik. Sentinel-2 akan menjadi kontribusi signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan GMES dalam hal penyampaian produk informasi untuk layanan operasional darat dan darurat (ESA, 2012).

Sentinel-2 *Multi-Spectral Instrument* (MSI) memiliki 13 band spektral (Tabel 2.1) yang membentang dari yang terlihat dan *Visible and Near Infrared* (VNIR) ke *Short-Wave Infrared* (SWIR), di mana citra ini menampilkan empat band spektral di 10 m yaitu biru klasik (490 nm), hijau (560 nm), merah (665 nm) dan inframerah dekat (842 nm); enam band di 20 m yaitu empat band di vegetasi spektral (705 nm, 740 nm, 783 nm, dan 865 nm) dan dua band SWIR besar

(1610 nm dan 2190 nm); dan tiga band pada resolusi spasial 60 m yaitu didedikasikan untuk koreksi atmosfer dan *screening* awan (443 nm untuk pengambilan aerosol, 945 nm untuk pengambilan uap air, dan 1380 nm untuk deteksi awan *cirrus*) seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1. Konfigurasi ini, terpilih sebagai kompromi terbaik dari segi kebutuhan pengguna dan kinerja misi, serta biaya dan risiko, tambahan domain spektral (merah) memungkinkan menilai status vegetasi, dan *band* khusus untuk koreksi awan *cirrus* pada atmosfer. Selain itu satelit ini memiliki waktu pengamatan rata-rata per orbit adalah 17 menit (ESA, 2012).

Tabel 2.1 Spektral Tiap Band Pada Citra Sentinel-2

No. Band	Panjang Gelombang (nm)	Kategori	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
1	443	<i>Costal Aerosol</i>	60	Studi pesisir dan aerosol
2	490	<i>Blue</i>	10	Melihat fitur permukaan air/kolom air dangkal, batimetri
3	560	<i>Green</i>	10	Studi vegetasi di laut dan di darat,
4	665	<i>Red</i>	10	Membedakan mineral dan tanah/lereng
5	705	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status
6	740	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi

No. Band	Panjang Gelombang (nm)	Kategori	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
7	783	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status
8	842	<i>NIR</i>	10	Studi konten biomassa dan garis pantai
8a	865	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status
9	945	<i>Water Vapour</i>	60	Studi deteksi uap air (<i>water vapour</i>)
10	1380	<i>SWIR-Cirrus</i>	60	Peningkatan deteksi kontaminasi awan
11	1610	<i>SWIR</i>	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
12	2190	<i>SWIR</i>	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan

(ESA, 2018)

2.3 Habitat Perairan Dangkal

Habitat perairan dangkal merupakan bagian dari perairan laut yang digunakan untuk menunjang kehidupan biota laut yang memiliki kedalaman antara 0 meter sampai pada kedalaman maksimum dimana sensor penginderaan jauh dapat menembus kolom air pada kondisi perairan jernih (25-35 meter). Habitat di dasar perairan dengan kedalaman yang ditembus penetrasi sinar matahari yang mampu

dideteksi sensor satelit (25-35 m). Berdasarkan draft RSNI tentang pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal (HDPD) pada skala 1:25.000, pembagian kelas HDPD adalah sebagai berikut (BIG, 2017).

2.3.1 Terumbu Karang

Terumbu karang adalah struktur endapan masif yang terbentuk dari aktivitas kehidupan karang keras (*Scleractinia*) (Allaby, 2010). Berhubung sumber utama dari pemetaan HDPD adalah data penginderaan jauh, maka terumbu karang yang nampak pada citra dibatasi oleh kenampakan secara horisontal serta kemampuan sensor penginderaan jauh menembus kolom air.

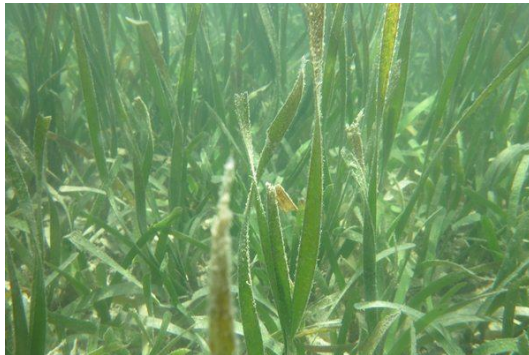


Gambar 2.2 Terumbu Karang
(BIG, 2017)

2.3.2 Padang Lamun

Padang lamun adalah komunitas tumbuhan berbunga dengan ciri berdaun tipis memanjang,

berakar, dan berizhoma yang hidup di perairan laut dangkal (Hogarth, 2012). Berhubung sumber utama dari pemetaan HDPD adalah data penginderaan jauh, maka komunitas lamun yang nampak pada citra dibatasi oleh kenampakan secara horisontal serta kemampuan sensor penginderaan jauh menembus kolom air.



Gambar 2.3 Padang Lamun
(BIG, 2017)

2.3.3 Makro Alga

Komunitas makro alga, rumput laut atau ganggang laut yaitu alga merah, alga hijau, dan alga coklat yang tumbuh pada substrat dasar perairan laut dangkal. Berhubung sumber utama dari pemetaan HDPD adalah data penginderaan jauh, maka komunitas makroalga yang nampak pada citra dibatasi oleh kenampakan secara horisontal serta kemampuan sensor penginderaan jauh menembus kolom air.



Gambar 2.3 Makro Alga
(BIG, 2017)

2.3.4 Substrat Dasar

Substrat penyusun dasar perairan laut dangkal. Berhubung sumber utama dari pemetaan HDPD adalah data penginderaan jauh, maka substrat dasar yang nampak pada citra dibatasi oleh kenampakan secara horisontal serta kemampuan sensor penginderaan jauh menembus kolom air penyusun dasar perairan laut dangkal.



Gambar 2.4 Substrat Dasar
(BIG, 2017)

Adapun klasifikasi HDPD pada skala 1:25.000 mengacu pada *draft* RSNI tentang pemetaan habitat HDPD sebagai berikut:

Tabel 2.2 Klasifikasi Habitat Dasar Perairan Dangkal

Skala Kecil 1:250.000		Skala Menengah 1:50.000/1:25.000		Skala Besar 1:10.000	
Level 1 (Ekoregion)		Level 2 (Habitat)		Level 3 (Komposisi Umum)	
No.	Kelas	No.	Kelas	No.	Kelas
1	Habitat Dasar Perairan Dangkal	1.1	Terumbu karang	1.1.1	Karang Hidup
				1.1.2	Karang Mati
		1.2	Padang Lamun	1.2.1	Padang Lamun
		1.3	Makro Alga	1.3.1	Makro Alga
		1.4	Substrat Dasar	1.4.1	Pecahan Karang
				1.4.2	Pasir
				1.4.3	Lumpur
				1.4.4	Batu

(Draft RSNi Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, 2011)

2.4 Gugusan Pulau Pari

Pulau Pari dilihat dari letak geografis berada pada koordinat $5^{\circ} 52' 38'' - 5^{\circ} 51' 36''$ LS dan $106^{\circ} 34' 8'' - 106^{\circ} 38' 24''$ BT yang terdiri dari Pulau Pari, Pulau Kongsu, Pulau Tengah, Pulau Burung dan Pulau Tikus (Salim and Ahmad, 2007). Gugusan pulau ini secara administratif berada di wilayah Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta.

Namun demikian, ibukota kelurahan berada di Pulau Lancang Besar. Berdasarkan sejarahnya, Gugusan Pulau Pari ini awalnya merupakan lokasi mencari ikan bagi para nelayan Pulau Tidung yang kemudian akhirnya menetap di Pulau Pari turun-temurun sampai sekarang.

Pulau terbesar di Gugusan Pulau ini yaitu Pulau Pari. Pulau Pari memiliki luas sebesar 41,32 ha yang peruntukannya menurut Perda Provinsi DKI Jakarta Nomor 6 Tahun 1999 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi DKI Jakarta difungsikan untuk perumahan, walaupun sekarang pengembangan Pulau Pari lebih ke arah wisata mengingat usaha budidaya rumput laut yang merupakan mata pencaharian utama masyarakat Pulau Pari sudah mengalami penurunan.

Status Pulau Pari sebagian adalah milik pemerintah karena di sana terdapat UPT Lokal Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi milik P20 LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) yang berada di sebelah barat pulau, sedangkan sisanya adalah milik swasta yaitu PT. Pari Asih yang hingga saat ini masih menjadi sengketa dengan warga Pulau Pari. Status kawasan yang ada di pulau ini di antaranya yaitu:

- a. Kawasan wisata
- b. Kawasan penelitian
- c. Kawasan konservasi *mangrove*

Gugusan Pulau Pari memiliki topografi yang berbentuk datar (ketinggian ± 3 mdpl) dengan tipe pantai berpasir putih dan bervegetasi *mangrove* (bagian utara dan barat). Gugusan Pulau Pari merupakan pulau karang timbul yang jika dilihat dari citra satelit bentuknya seperti ikan pari. Gugusan pulau ini memiliki perairan yang dangkal dengan substrat pasir. Penggunaan lahan di Gugusan Pulau Pari digunakan untuk kepentingan perumahan, konservasi *mangrove*, dan kepentingan wisata bahari. Penutupan

lahannya masih didominasi oleh semak belukar dan pepohonan. Hal ini disebabkan wilayah Gugusan Pulau Pari dimiliki sebagian besar oleh pihak swasta secara sah sehingga penduduk di sekitar statusnya hanya menumpang dan tidak boleh membuka lahan baru (DP3K, 2012).

2.5 Koreksi Citra Digital

Koreksi citra merupakan suatu operasi pengondisian supaya citra yang akan digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris.

2.5.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometri dilakukan untuk mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi. Pada prinsipnya cara mudah koreksi geometrik dengan melihat objek di citra satelit yang mudah dikenali, seperti jalan, pelabuhan, dan lapangan. Geospasial.

Pada satelit Sentinel-2 sebenarnya telah terkoreksi secara geometrik, akan tetapi masih diperlukan proses akurasi geometrik untuk mengetahui ketelitian geometrik citra. Kesalahan geometrik menunjukkan seberapa jauh titik koordinat tersebut bergeser dari koordinat yang sebenarnya. Untuk mengatasi kesalahan-kesalahan geometri citra, berbagai macam koreksi dilakukan. Pal dan Mather (2003) mengelompokkan koreksi itu ke dalam dua kategori besar, yaitu:

a. Model Geometri Orbital

Merupakan metode koreksi yang mengacu ke model geometri orbital oleh pengetahuan mengenai karakteristik orbit wahana satelit (Pal and Mather, 2003). Hal ini memerlukan informasi tentang koordinat geografis dari beberapa titik di citra yang disebut titik kontrol lapangan (GCP-Ground Control Point). Faktor-faktor yang

dikoreksi melalui model geometri orbital ini adalah :

- Koreksi *Aspect Ratio*
Koreksi ini digunakan jika arah pemindaian melintang garis orbit yang disebabkan oleh *over sampling* yang terjadi akibat perbedaan kecepatan antara pemindaian dengan *coding* dan penyimpanan data pantulan detektor.
 - Koreksi Kemencengan
Koreksi ini dipakai jika terjadi kemencengan citra terhadap sumbu utara-selatan bumi karena ada perbedaan inklinasi antara keduanya. Misalnya, ini terjadi pada citra Landsat TM dan ETM+3).
 - Koreksi Rotasi Bumi
Pada saat yang bersamaan dengan berputarnya satelit, bumi pun berputar dari barat ke timur dengan kecepatan perpindahan permukaan sebanding dengan posisi lintang tepat di posisi nadir satelit sehingga untuk mengompensasi pergeseran posisi, diperlukan penentuan parameter waktu yang diperlukan oleh sensor satelit untuk merekam citra dan kecepatan sudut rotasi bumi.
- b. Transformasi berdasarkan *Ground Control Point* (GCP)
- Dalam perkembangan dewasa ini, penentuan titik di lapangan yang dapat diidentifikasi pada citra juga dapat dilakukan dengan pembacaan GPS. Dengan GCP, analisis citra harus dapat memperoleh dua himpunan data titik lokasi: koordinat piksel citra (i,j) dan koordinat peta (x,y). Berdasarkan pasangan titik-titik ini koefisien transformasi koordinat dapat diperoleh sehingga citra yang akan dikoreksi dapat

diubah proyeksinya mengikuti sistem proyeksi atau koordinat rujukan. Koreksi berdasarkan GCP meliputi:

- Koreksi geometri dengan rektifikasi citra ke peta
Peta dianggap memiliki sistem proyeksi dan koordinat yang lebih benar sehingga dapat digunakan untuk menyamakan posisi titik di citra terhadap peta.
- Koreksi geometri dengan rektifikasi citra ke citra
Suatu proses membandingkan pasangan titik-titik yang dapat diidentifikasi dengan mudah pada kedua citra.

2.5.2 Kalibrasi Radiometrik

Data citra satelit yang dimiliki perlu mengalami pengolahan dasar. Pengolahan dasar tersebut meliputi proses koreksi geometrik citra dan kalibrasi radiometrik citra. Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk mengkoreksi noise pada citra dengan mengubah nilai digital (DN) pada citra menjadi nilai pantulan. Pengubahan nilai pada piksel citra menjadi nilai pantulan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan terapan algoritma Lyzenga. Salah satu bentuk kalibrasi radiometrik adalah menghilangkan noise yang diakibatkan oleh nilai pada atmosfer (Beisl, Telaar and Schönermark, 2008).

Kalibrasi radiometrik diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan pantulan citra atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Kalibrasi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop-out* baris maupun masalah kesalahan awal

pemindaian (*scanning start*). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dengan yang seharusnya dikoreksi dengan mengambil nilai piksel satu baris di atas dan di bawahnya, kemudian dirata-ratakan (Im and Jensen, 2005).

a. Koreksi yang bertumpu pada informasi dalam citra
Koreksi yang termasuk ke dalam kelompok ini relatif mudah dan menggunakan asumsi yang juga sederhana.

- Penyesuaian histogram

Dalam histogram, objek yang memberikan respon spektral paling lemah seharusnya bernilai nol. Bila >0 maka dihitung menjadi *offset* (besar pengaruh gangguan oleh atmosfer) dan koreksi dilakukan dengan mengurangi keseluruhan nilai pada saluran dengan *offset*-nya.

- Penyesuaian Regresi

Diterapkan dengan memplot nilai-nilai piksel hasil pengamatan pada beberapa saluran sekaligus.

- Penggunaan *Feature Space*

Metode ini memanfaatkan gambaran *feature space* hasil pengeplotan piksel-piksel pada saluran hijau melawan inframerah dekat dan saluran merah melawan inframerah dekat.

- Metode Kalibrasi Bayangan

Untuk mengoreksi faktor gangguan atmosfer dengan mempertimbangkan imbalanced energi elektromagnetik yang masuk ke atmosfer bumi serta kenampakan permukaan bumi yang tertutup bayangan (Bruniquel-Pinel and Gastellu-Etchegorry, 1998).

- Kalibrasi Relatif Antar Citra

Merupakan proses pengubahan nilai piksel dari satu atau beberapa data digital citra dengan mengacu pada nilai piksel untuk objek yang sama pada citra yang berbeda secara temporal.

- b. Kalibrasi dengan data dari luar citra
 - Perlu dilakukan untuk meminimalisir sisa-sisa masalah akibat kalibrasi atau koreksi sebelumnya.
 - Kalibrasi berbasis data empiris
 - Koreksi pengaruh matahari
 - Kalibrasi sensor: radiasi yang tercatat oleh sensor
 - Koreksi pengaruh atmosfer
 - Kalibrasi sensor: pantulan yang diterima sensor
 - Kalibrasi berbasis model transfer radiasi

2.5.3 Koreksi Atmosfer

Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Radiasi yang melewati atmosfer dapat menyebabkan terjadinya pelemahan nilai reflektan yang pada akhirnya pengukuran reflektan yang dihasilkan berbeda dari pengukuran reflektan yang sebenarnya pada permukaan yang diamati. Penghapusan efek atmosfer menjadi sangat penting karena 80% dari sinyal yang direkam akan berpengaruh dengan adanya efek atmosfer ini. Untuk itu perlu dilakukan adanya koreksi atmosfer. Metode-metode yang sering digunakan untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram (*histogram adjustment*), metode regresi dan metode kalibrasi bayangan (Danoedoro, Kristian and Rahmi, 2015). Koreksi atmosfer bertujuan menurunkan

reflektansi objek dari total radiansi TOA (*Top of Atmosphere*) setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer. Salah satu metode koreksi atmosfer yang dapat digunakan untuk citra satelit Sentinel-2 yaitu dengan menggunakan *Sen2Cor*.

Sen2Cor adalah prosesor untuk pembuatan dan pemformatan produk Sentinel-2 yang dapat melakukan koreksi atmosfer, *terrain* dan *cirrus* data input Level 1C Top-Of-Atmosphere. *Sen2Cor* menciptakan gambar pantulan terkoreksi *Bottom-of-Atmosfer* (BoA), opsional *terrain*, *cirrus*, *Aerosol Optical Thickness*, *Water Vaor*, Peta Klasifikasi dan Indikator Kualitas untuk probabilitas awan dan salju. Format produk outputnya yaitu citra dengan tiga resolusi berbeda ; 60 m, 20 m, dan 10 m.

2.5.4 Koreksi *Sun-glint*

Pengaruh *sun-glint* dapat diminimalisir secara maksimal dengan menggunakan *band 8* (inframerah merah dekat). Air yang memiliki pantulan rendah di *band* inframerah dekat membuat efek *sun-glint* sangat minimum pada saluran ini, hal ini dapat dimanfaatkan sebagai pembanding nilai piksel anomali (terpengaruh *sun-glint*) dengan piksel yang ada disekitarnya (tidak terpengaruh efek *sun-glint*). Menurut Mobley, berikut merupakan formula yang digunakan untuk meminimalisasi efek *sun-glint* pada *band* inframerah dekat dimana nilai b_i harus lebih besar dari 0,5 (Mobley, 1999).

$$R'_i = R_i - b_i(R_{NIR} - Min_{NIR}) \quad (2.3)$$

Dimana:

R'_i = Nilai kanal i setelah direduksi

R_i = Nilai kanal i awal

b_i = Besar kemiringan regresi

R_{NIR} = Nilai kanal NIR

Min_{NIR} = Nilai minimal kanal NIR

2.5.5 Koreksi Lyzenga

Transformasi *Lyzenga* merupakan salah satu metode koreksi kolom air yang dilakukan dengan mencari rasio koefisien atenuasi kombinasi dua *band* tampak pada citra. Proses mendapatkan nilai koefisien atenuasi diawali dengan memilih training area pada lokasi kajian. Tujuan dilakukan training area yaitu untuk mendapatkan informasi jenis habitat bentuk yang sama namun berada di kedalaman yang berbeda. Selanjutnya mencari nilai varian serta kovarian tiap *band* dan pasangan *band* dari sampel training area. Rumus perhitungan varian serta kovarian berturut-turut adalah sebagai berikut:

$$Var B_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{iB_1} - B_1)^2}{(n-1)} \quad (2.4)$$

$$Cov(B_1 B_2) = \frac{\sum (B_1 B_2) - (B_1' B_2')}{(n-1)} \quad (2.5)$$

Pelemahan energi atau atenuasi perlu dicari nilai rasio koefisiennya sehingga diketahui seberapa besar pelemahan energi tersebut terjadi pada perairan di daerah kajian. Nilai koefisien atenuasi sangat dipengaruhi oleh material terlarut dan tersuspensi yang terkandung pada perairan. Berikut merupakan persamaan untuk mendapatkan nilai atenuasi serta rasio koefisien atenuasi.

$$a = \frac{(\sigma_{ii} - \sigma_{jj})}{(2\sigma_{ij})} \quad (2.6)$$

Dimana:

σ_{ii} = Ragam atau varian kanal i

σ_{jj} = Ragam atau varian kanal j

σ_{ij} = Peragam atau kovarian kanal i dan j

$$\frac{k_i}{k_j} = a + \sqrt{a^2 + 1} \quad (2.7)$$

Hasil rasio koefisien atenuasi ini digunakan sebagai input dalam transformasi *Lynzenga*. Berikut adalah rumus transformasi *Lyzenga* (Mumby *et al.*, 1998).

$$Y = \ln(B_1) - \left(\frac{k_i}{k_j} \cdot \ln(B_2) \right) \quad (2.8)$$

Dimana:

B_1 = Nilai reflektan kanal biru

B_2 = Nilai reflektan kanal hijau

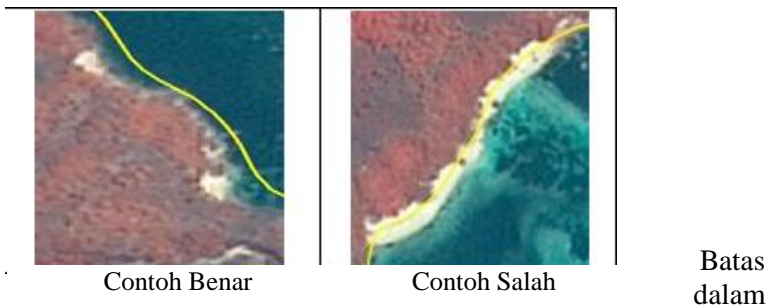
$\frac{k_i}{k_j}$ = Rasio koefisien atenuasi kanal biru dan hijau

2.6 Interpretasi Habitat Dasar Perairan Laut

2.6.1 Batas Dalam

Batas dalam pada interpretasi HDPD adalah batas antara ekosistem darat dan ekosistem laut. Berikut contoh deliniasi batas dalam HDPD pada beberapa kasus:

a. Pada pesisir berpasir



Gambar 2.5 Contoh Deliniasi Batas dalam HDPD pada Pesisir Berpasir

HDPD apabila bertemu dengan kondisi pesisir yang berpasir, dilakukan penarikan batas pada batas basah pantai tersebut. Rona pasir pantai yang basah terlihat lebih gelap dibandingkan dengan pasir pantai yang kering.

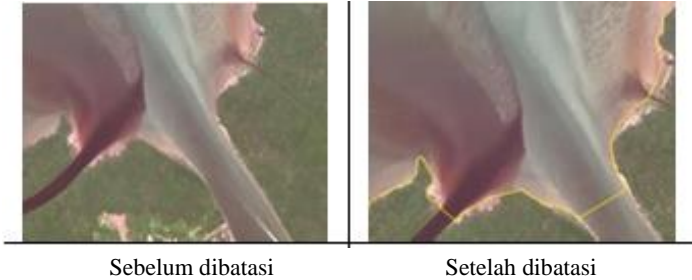
b. Pada Pesisir Bervegetasi



Gambar 2.6 Delineasi Batas dalam HDPD pada Pesisir Bervegetasi (BIG, 2017)

Batas dalam HDPD apabila bertemu dengan kondisi pesisir yang bervegetasi, dilakukan penarikan batas pada vegetasinya, bukan pada bayangan vegetasi atau kanopi.

c. Pada Muara Sungai



Gambar 2.7 Delineasi Batas dalam HDPD pada Muara Sungai

(*BIG, 2017*)

Batas dalam HDPD apabila bertemu dengan kondisi pesisir yang bermuara, maka dilakukan penarikan batas pada mulut muara dan menarik garis tegak lurus antar batas sungai bagian kiri dan batas sungai bagian kanan seperti pada gambar.

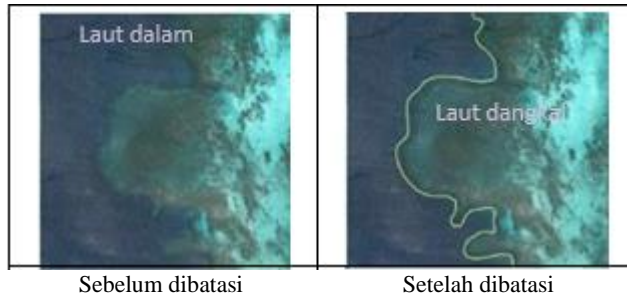
2.6.2 Batas Luar

Batas luar pada interpretasi HDPD adalah batas antara ekosistem darat dan ekosistem laut. Berikut contoh delineasi batas dalam HDPD pada beberapa kasus:

a. Pada Perairan Jernih

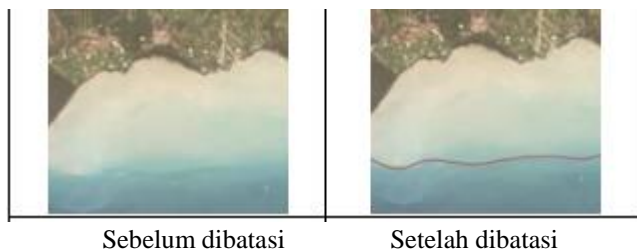
Batas HDPD pada perairan laut yang jernih, ditarik batas menyesuaikan dengan kemampuan citra menembus dasar laut. Apabila sudah tidak terlihat habitat dasar sama sekali, maka batasnya ada pada peralihan habitat dasar yang terlihat

dan tidak terlihat.



Gambar 2.8 Contoh Delineasi Batas Luar HDPD Pada Perairan Jernih (BIG, 2017)

- b. Pada Perairan yang Terdapat Endapan Tersuspensi
 Pada Perairan yang terdapat endapan tersuspensi batas HDPD pada perairan laut yang dalam, menarik batas pada kenampakan suspensi yang 100% terlihat, apabila suspensi yang terlihat samar maka tidak masuk ke dalam HDPD. Maka batasnya ditarik pada peralihan suspensi yang terlihat tebal dan terlihat samar.



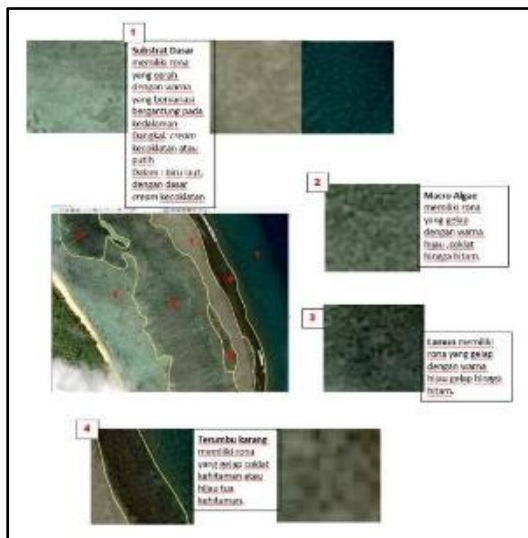
Gambar 2.9 Contoh Delineasi Batas Luar HDPD pada Endapan Tersuspensi (BIG, 2017)

2.6.3 Interpretasi Pengkelasan Objek HDPD



Gambar 2.10 Kunci Interpretasi Klasifikasi HDPD (BIG, 2017)

a. Kesamaan Warna dan Rona



Gambar 2.11 Contoh Kunci Interpretasi Rona dan Warna dari Objek HDPD (BIG, 2017)

b. Homogenitas Bentuk, Tekstur, dan Pola



Gambar 2.12 Contoh Batas *Polygon* Dibedakan berdasarkan Pola, Tekstur, dan Bentuk (BIG, 2017)

Penarikan batas poligon dilakukan dengan mempertimbangkan kenampakan tekstur, bentuk, dan pola yang seragam.

c. Kunci Interpretasi Situs dan Asosiasi

Situs berkaitan dengan lokasi keberadaan objek dan asosiasi berkaitan dengan objek sekitar yang berhubungan.

- Substrat

Keberadaan substrat dasar bisa ada di bagian intertidal, pinggir pantai maupun mendekati tubir.



Gambar 2.13 Contoh Situs dan Asosiasi Substrat (BIG 2017)

- Makro Alga
Keberadaannya bisa berpindah-pindah sepanjang periode waktu yang cukup lama, mudah terbawa arus.



Gambar 2.14 Contoh Situs dan Asosiasi Makro Alga (BIG, 2017)

- Lamun
Keberadaan lamun statis. Lamun yang memiliki enhalus panjang akan meluas atau bergeser bergantung arah arus. Lamun berada pada zona intertidal.



Gambar 2.15 Contoh Situs dan Asosiasi Lamun (BIG, 2017)

- Terumbu Karang
Berada pada zona subtidal laut yang mengarah pada tubir atau *offshore*.



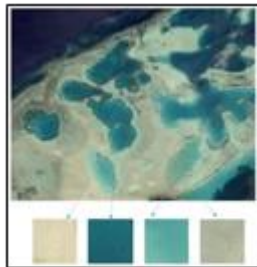
Gambar 2.16 Contoh Situs dan Asosiasi Terumbu Karang (BIG, 2017)

d. Interpretasi HDPD

- Substrat Dasar

Ciri-ciri dari substrat dasar yaitu:

- Tekstur halus
- Warna *cream* kecoklatan, warnanya apabila mengikuti kedalamann, mengikuti warna airnya
- Rona cerah



Gambar 2.17 Substrat Dasar (BIG, 2017)

- Makro Alga

Ciri-ciri dari makro alga yaitu:

- Tekstur halus
- Warna hijau tua kehitaman
- Rona gelap, lebih cerah dari lamun



Gambar 2.18 Makro Alga
(BIG, 2017)

- Lamun

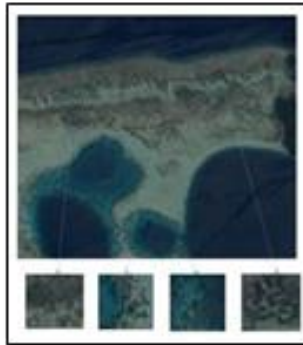
Ciri-ciri dari lamun yaitu:

- Tekstur halus dan homogen
- Rona gelap
- Warna hijau tua kehitaman
- Berada di daerah intertidal
- Memiliki kerapatan yang bervariasi



Gambar 2.19 Lamun
(BIG, 2017)

- Terumbu Karang
 - Ciri-ciri dari terumbu karang yaitu:
 - Tekstur Kasar
 - Pola menyebar dan berkelompok, ada yang terpisah
 - Berbentuk bulat-bulat dan *patchy*
 - Rona gelap
 - Warna coklat tua kehitaman
 - Dominan berada di daerah tubir
 - Memiliki kerapatan yang bervariasi



Gambar 2.20 Terumbu Karang pada Berbagai Rona dan Warna (BIG, 2017)

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang berjudul *Klasifikasi Habitat Dasar Perairan dangkal Gugusan Pulau Pari dengan Menggunakan Citra Worldview-2 dan Alos Avnir, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta* oleh Muhammad Ramadhany tahun 2015 dilakukan klasifikasi menggunakan citra satelit Worldview-2 dan Alos Avnir. Pada penelitian tersebut, metode yang digunakan yaitu klasifikasi

menggunakan algoritma *Lyzenga Unsupervised classification* dan *Supervised*, dengan uji akurasi menggunakan *confusion matrix* atau matriks kesalahan. Ketelitian dihitung dari perbandingan titik sampel di lapangan dengan data hasil klasifikasi citra (jumlah piksel). Kemudian klasifikasi dilakukan terhadap kedua citra yang menghasilkan 12 kelas yaitu:

- a. Pecahan Karang
- b. Lamun Tutupan Sedang
- c. Lamun Tutupan Tinggi
- d. Perairan Dalam
- e. Pasir
- f. Pasir Karang/Lamun/Alga
- g. Pasir Lamun
- h. Pasir *Rubble*
- i. Pasir *Rubble*/Lamun/Alga
- j. *Rubble* Alga, dan
- k. Terumbu Karang

Hasil perhitungan uji akurasi dalam penelitian tersebut terhadap 12 kelas habitat secara keseluruhan didapat sebesar 62,22% dengan citra satelit Worldview-2, serta 58,52% dengan citra satelit Alos Avnir.

Perbedaan pada penelitian ini yaitu dengan bahan yang digunakan (citra satelit Sentinel-2) serta koreksi yang dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan koreksi atmosfer dan *sun-glint* untuk meningkatkan kualitas visual dari citra. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi atau ketelitian klasifikasi. Perbedaan lainnya pun ada pada jumlah kelas habitat. Pada penelitian ini, hanya dilakukan empat kelas klasifikasi yaitu Terumbu Karang, Padang Lamun, Makro Alga, dan Substrat Dasar. Kelas-kelas ini dipertimbangkan berdasarkan jenis-jenis habitat dasar secara umum, sehingga hasil yang didapat diharapkan lebih umum dan akurat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini yaitu Gugusan Pulau Pari, Kecamatan Kepulauan Seribu, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta. Gugusan pulau tersebut terdiri atas sejumlah pulau, antara lain Pulau Pari, Pulau Tengah, Pulau Tikus, Pulau Burung, Pulau Kongsi, dan Pulau Pari Kudus.



Gambar 3.1 Peta Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

(Ramadhany, 2015)

3.2 Data dan Peralatan

Data dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Citra satelit Sentinel-2B Level 1C Gugusan Pulau Pari (akuisisi 22 Oktober 2018)
- b. Sampel habitat perairan dangkal pesisir pantai Pulau Pari

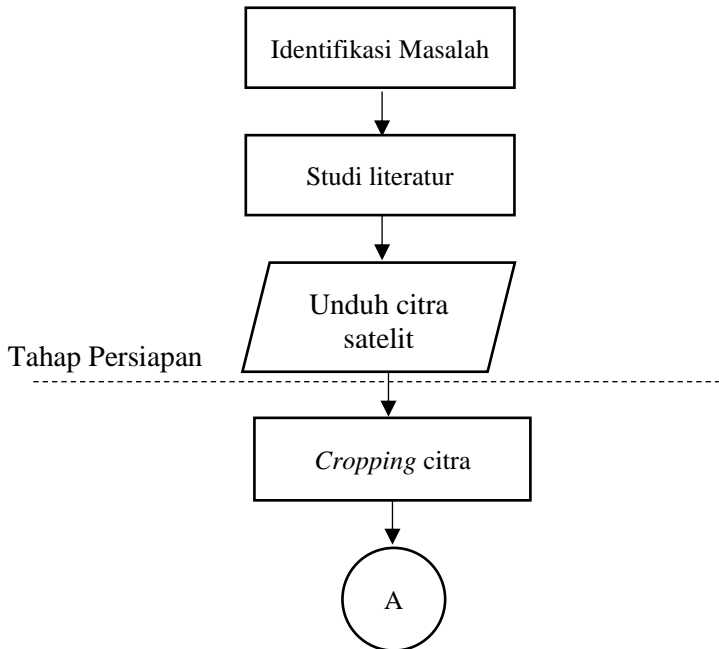
3.2.2 Peralatan

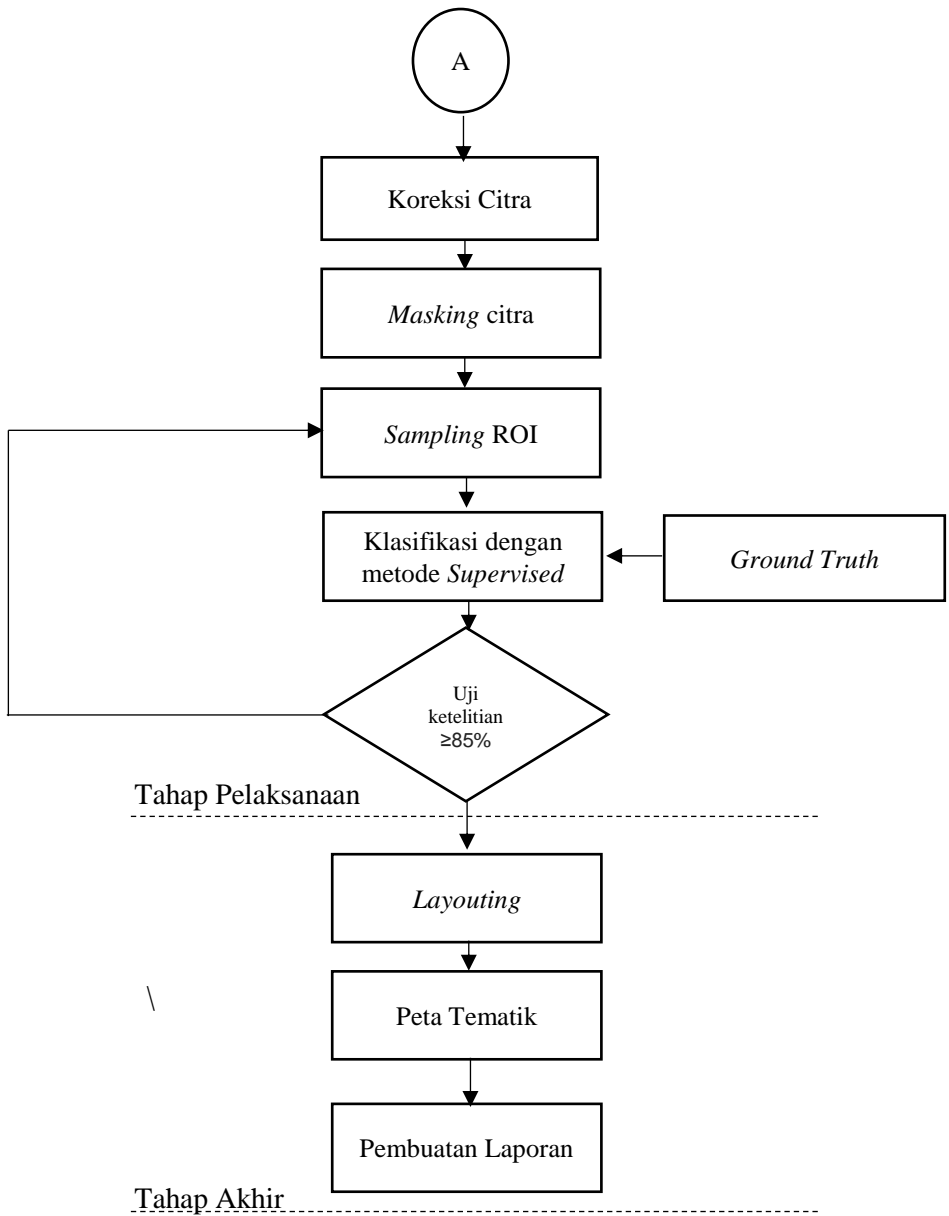
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Perangkat Keras
 - GPS Navigasi
 - Alat *diving*
 - Laptop
- b. Perangkat Lunak
 - ArcGIS 10.3
 - ENVI 5.1
 - SNAP

3.3 Metodologi Penelitian

Diagram alir dari penelitian ini yaitu:





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

a. Tahap Persiapan

• Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa perumusan masalah, tujuan dan manfaat dari klasifikasi habitat perairan dangkal.

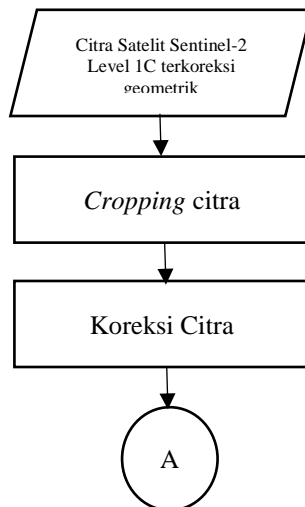
• Studi Literatur

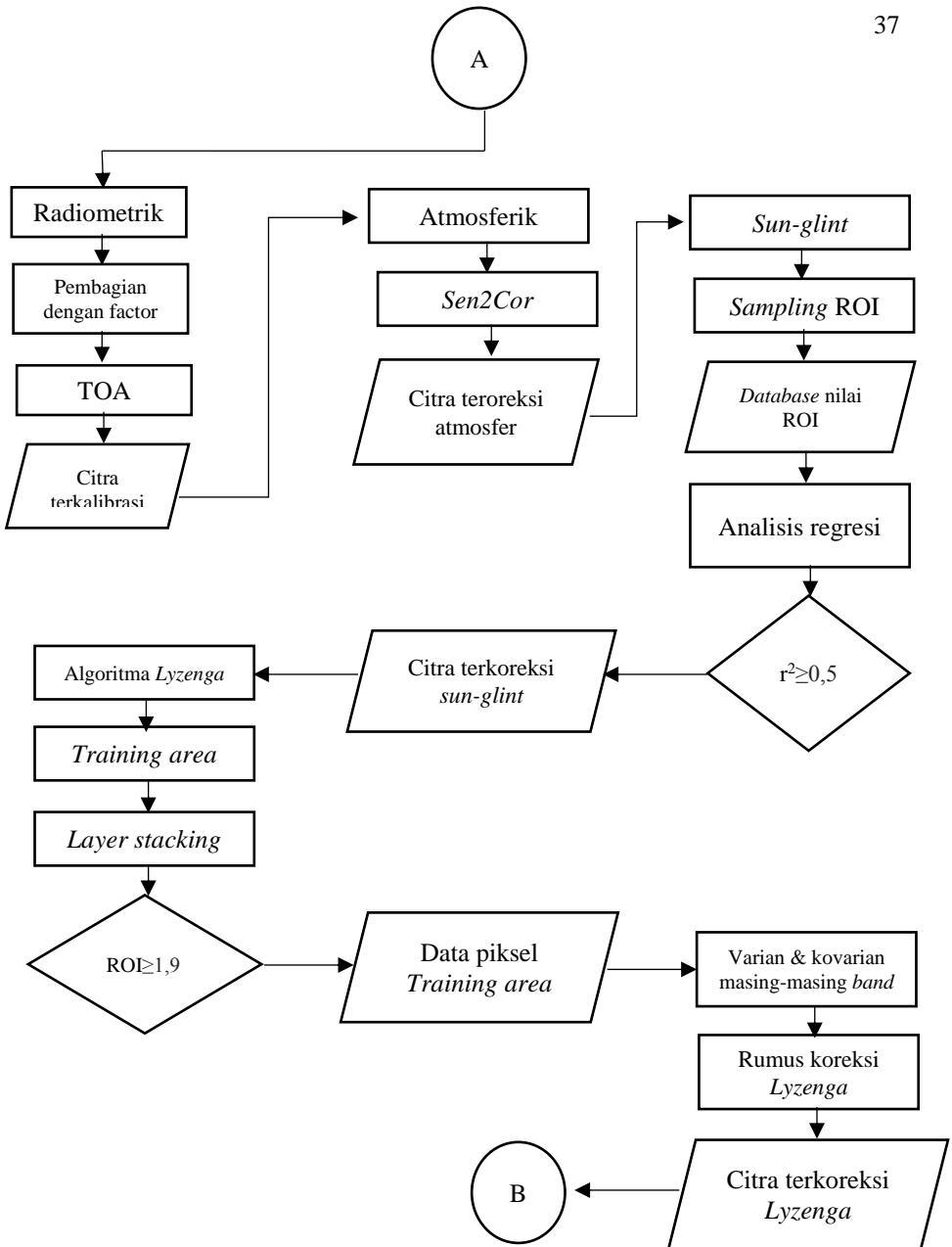
Studi literatur berupa mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan data sampai pada tahap analisa dalam proses klasifikasi tersebut.

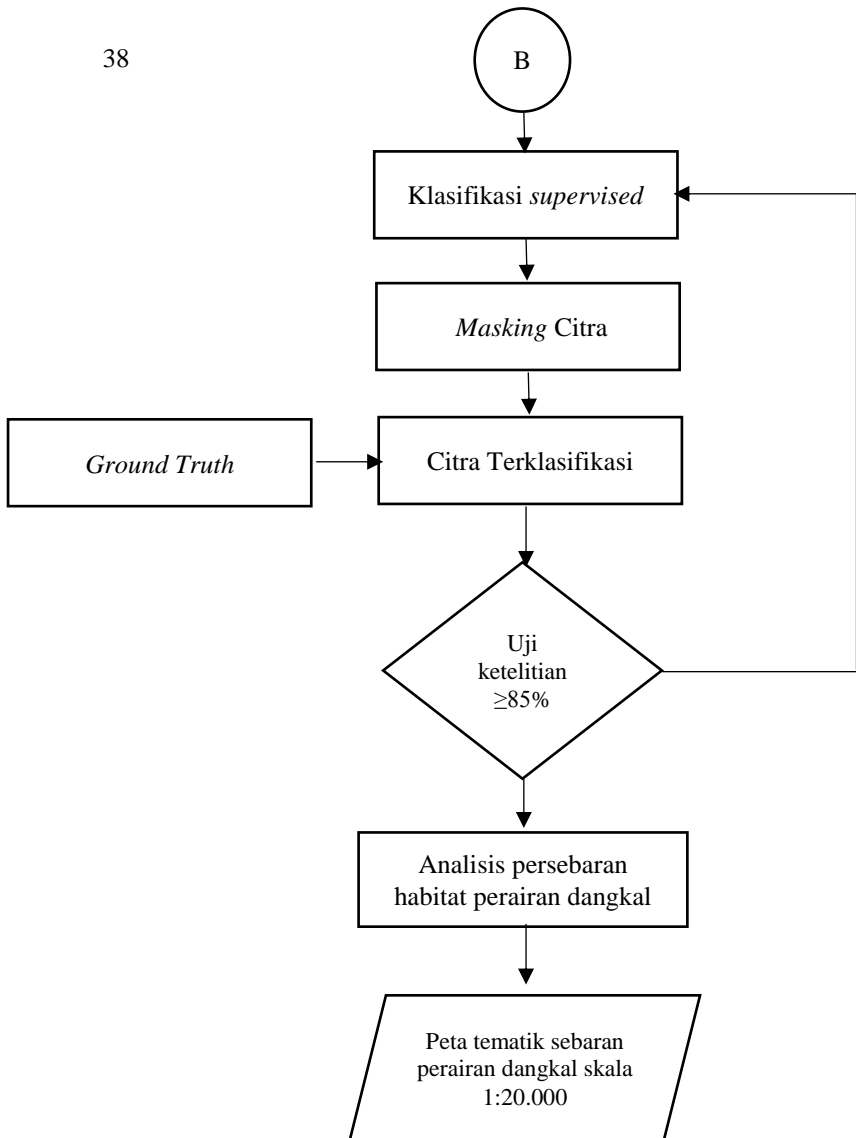
• Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan *dataset* yang diperlukan untuk melakukan penelitian, yaitu data citra satelit Sentinel 2B Pulau Pari, Kepulauan Seribu 2018.

b. Tahap Pelaksanaan







Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan

- *Cropping Citra*

Merupakan proses pemotongan citra agar luasan area sesuai dengan area penelitian serta untuk mempercepat proses pengolahan citra.

- Koreksi Citra
 - Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk mengoreksi *noise* pada citra dengan mengubah *digital number* (DN) pada citra menjadi nilai pantulan. Pengubahan nilai pada piksel citra menjadi nilai pantulan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan terapan algoritma *Lyzenga*.
 - Koreksi Atmosferik

Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Untuk itu perlu dilakukan adanya koreksi atmosferik.
 - Koreksi *Sun-glint*

Pengaruh *sun-glint* dapat diminimalisir secara maksimal dengan menggunakan band 4 (inframerah merah dekat). Air yang memiliki pantulan rendah di band inframerah dekat membuat efek *sun-glint* sangat minimum.
 - Koreksi Kolom Air (*Lyzenga*)

Tranformasi *Lyzenga* merupakan salah satu metode koreksi kolom air yang dilakukan dengan mencari rasio koefisien atenuasi kombinasi dua band tampak pada citra.
- *Masking* Citra

Masking dilakukan untuk mengubah objek citra sesuai dengan bentuk yang dikehendaki. Prinsip kerja *masking* adalah menampilkan bidang yang tertutup dan menyembunyikan bidang yang terbuka. Pada dasarnya animasi *masking* terjadi dikarenakan penumpukan dua buah objek yang dibuat dalam layer yang berbeda, layer utama ditutup layer objek dengan

bantuan masking, sehingga objek utama hanya terlihat seukuran objek penutup atau objek yang dijadikan masking. Atau dengan kata lain, objek yang terlihat adalah objek yang saling bertumpukan sedangkan objek yang lain disembunyikan

- *Sampling ROI*
Klasifikasi objek yang dilakukan secara otomatis oleh perangkat lunak dengan mengambil sampel ROI objek terlebih dahulu.

- *Klasifikasi*
Klasifikasi dilakukan dengan menentukan objek-objek pada citra sesuai dengan warna pantulan spektrumnya. Dalam penelitian ini, ada empat objek yang akan diklasifikasi yaitu terumbu karang, padang lamun, makro alga, dan substrat dasar.

- *Ground Truth*
Pada tahap ini dilakukan uji kebenaran atau validasi di lapangan. *Sample* diambil di beberapa *spot* di sekitar pesisir pantai Pulau Pari, terutama di area *diving*. Proses ini meliputi *tracking* dengan GPS Navigasi serta pengambilan foto dan *sample*.

- *Uji Ketelitian*
Pada tahap ini dilakukan uji ketelitian dari hasil klasifikasi menggunakan *software* dengan hasil *sampling* di lapangan. Nilai ketelitian yang ditentukan yaitu sebesar 85%.

c. Tahap Akhir

- *Layouting*
Tujuan utama dari *layouting* yaitu untuk melengkapi atribut yang mampu menjelaskan isi dan informasi-informasi penting dari peta. *Layouting* dilakukan dengan *software* ArcMAP 10.3.

- Pembuatan Peta
Peta yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu Peta Persebaran Habitat Perairan Dangkal Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

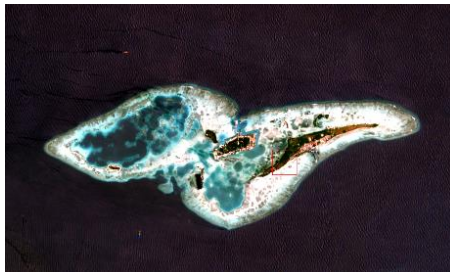
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

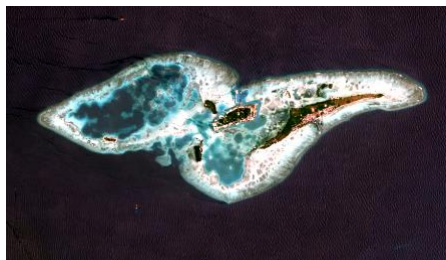
4.1 Koreksi Radiometrik

4.1.1 Koreksi Atmosfer

Proses koreksi atmosfer pada citra satelit Sentinel-2 dilakukan menggunakan perangkat *Sen2Cor*. *Sen2Cor* atau *Sentinel-2 (Atmospheric) Correction* adalah *Prototype Processor* untuk citra Sentinel-2. *SEN2COR* ini berguna untuk mengkonversikan data citra Sentinel-2 *Level 1C (TOA-Reflectance)* menjadi *Level 2A (BOA-Reflectance)*. *Output* citra Sentinel-2 *Level 2A* biasa digunakan untuk *Water Vapour Map*, *Aerosol Optical Map*, *Scene Classification* beserta data kualitas indikator termasuk probabilitas awan dan salju (ESA, 2015).

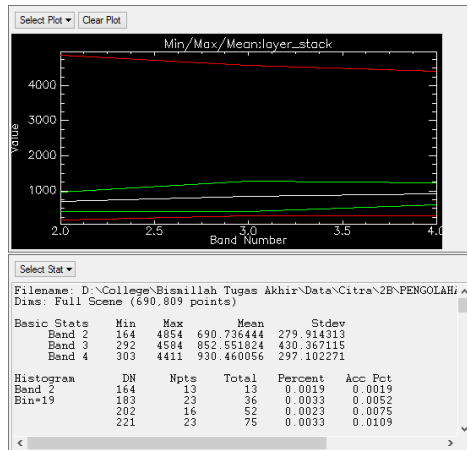


Gambar 4.1 Citra Sebelum Koreksi Atmosfer



Gambar 4.2 Citra Setelah Koreksi Atmosfer

Setelah proses koreksi atmosfer dilakukan, perubahan warna yang dihasilkan tidak terlalu signifikan namun dapat dilihat secara visual bahwa pada citra Sentinel-2 *Level 1C* masih terdapat bias yang menutupi perairan dan daratan. Sementara pada Sentinel-2 *Level 2A* terjadi perubahan pada perairan dan daratan yang lebih kontras dan bias yang sebelumnya menutupi perairan dan daratan telah hampir tidak terlihat. Berikut merupakan hasil statistik nilai reflektan setelah dilakukan koreksi atmosfer dengan *SEN2COR*:



Gambar 4.3 Histogram Hasil Koreksi Atmosfer

Gambar 4.3 merepresentasikan grafik statistik dari kanal 2 (biru), 3 (hijau), dan 4 (merah) hasil koreksi atmosfer menggunakan *SEN2COR*. Kanal 4 memiliki nilai rata-rata terbesar yaitu sekitar 930,46 dengan nilai maksimum 4411 dan minimum 303. Kanal 3 memiliki rata-rata sekitar 852,55 dengan nilai minimum 292 dan maksimum 4584. Sementara kanal 2 memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 690,73 dengan

nilai minimum 164 dan maksimum 484. Berikut merupakan tabel nilai hasil koreksi atmosfer dari masing-masing kanal:

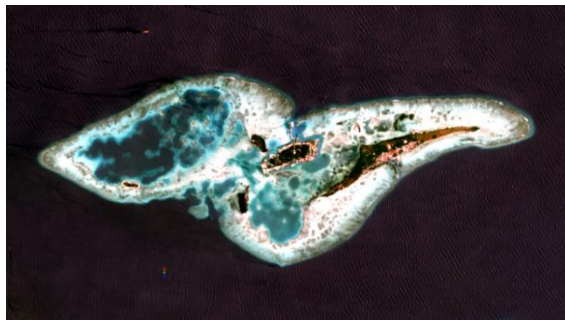
Tabel 4.1 Statistik Nilai Digital Number Koreksi Atmosfer

Kanal	Min	Max	Mean	Stdev
2	164	4854	690.7364	279.9143
3	292	4584	852.5518	430.3671
4	303	4411	930.4601	297.1023

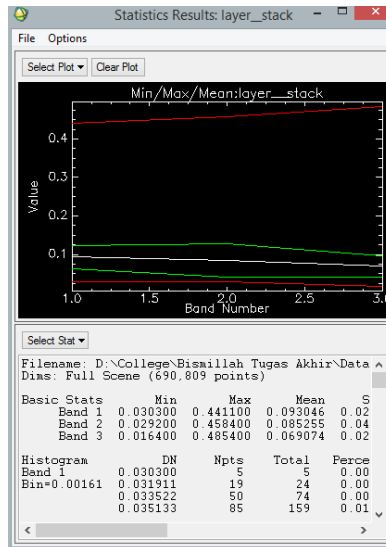
4.1.2 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan proses perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang dapat terjadi saat pengambilan, pengiriman, atau pun perekaman data.

Data citra Sentinel-2B Level-1C telah terkoreksi geometrik dan terkalibrasi radiometrik. Namun untuk mendapatkan nilai *reflectance*, perlu dilakukan pembagian masing-masing *band* dengan faktor skala yaitu 10.000.



Gambar 4.4 Hasil Kalibrasi Radiometrik



Gambar 4.5 Histogram Hasil Kalibrasi Radiometrik

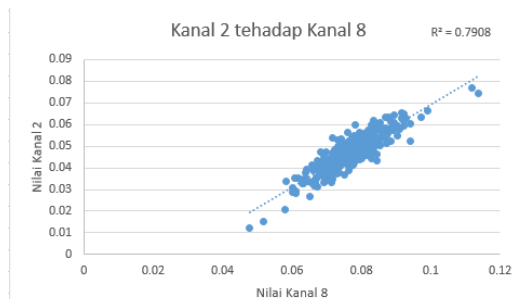
Berdasarkan gambar 4.4, perubahan warna pada citra setelah konversi ke *reflectance* terlihat lebih cerah dan tajam. Meskipun perubahan visual pada citra tidak terlalu signifikan, namun nilai dari masing-masing *band* berubah cukup signifikan karena pembagian dengan faktor skala. Nilai *Digital Number* (DN) sebelum pembagian faktor skala ada pada rentan 100 hingga 5000. Perbedaan nilai *Digital Number* dapat dilihat antara gambar 4.3 dengan 4.5. Oleh karena itu, dibutuhkan proses kalibrasi radiometrik dengan pembagian skala untuk mengubah nilai-nilai tersebut menjadi *reflectance*. Berikut merupakan nilai masing-masing *band* hasil kalibrasi radiometrik:

Tabel 4.2 Statistik Nilai Digital Number Kalibrasi Radiometrik

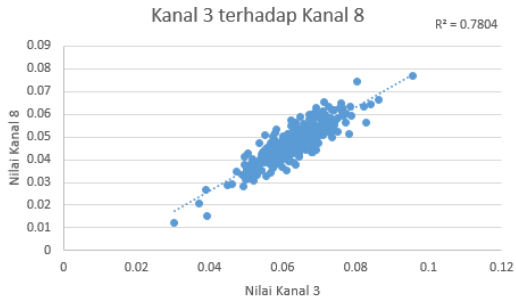
Kanal	Nilai Reflektan			
	Min	Max	Mean	Stdev
8	0.0103	0.5245	0.057058	0.026597
2	0.0164	0.4854	0.069074	0.027991
3	0.0292	0.4584	0.085255	0.043037
4	0.0303	0.4411	0.093046	0.02971

4.2 Koreksi *Sun-Glint*

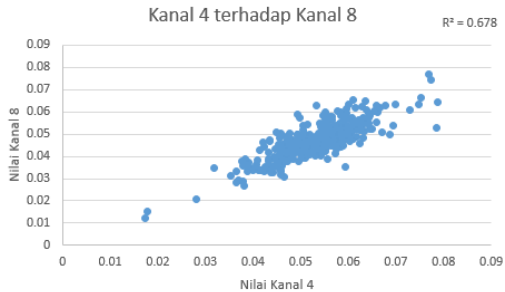
Proses koreksi *Sun-Glint* dilakukan dengan menentukan beberapa titik yang terlihat bias akibat sinar matahari ditandai dengan warna rona yang berbeda di wilayah perairan atau lautan. Setelah titik *sample* bias telah diambil, dilakukan analisis regresi dari kanal 4, 3, dan 2 terhadap kanal 8 untuk menentukan nilai *regression slope* yang kemudian digunakan untuk menentukan rumus dari koreksi *Sun-Glint*. Berikut merupakan grafik regresi dari masing-masing kanal:



Gambar 4.6 Grafik Regresi Kanal 2 Terhadap 8



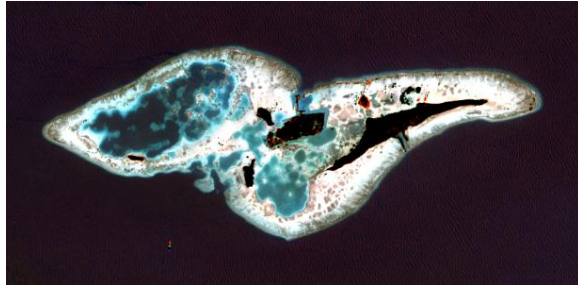
Gambar 4.7 Grafik Regresi Kanal 3 Terhadap 8



Gambar 4.8 Grafik Regresi Kanal 4 Terhadap 8

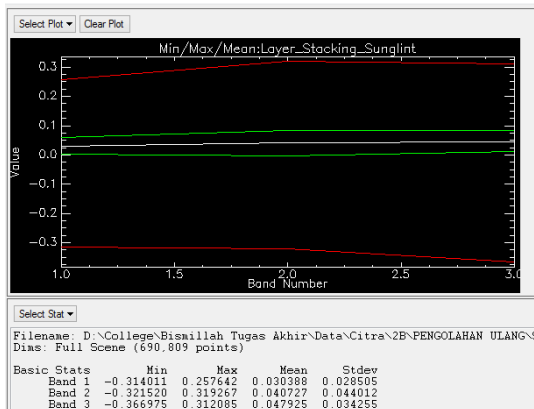
Pada gambar 4.6, 4.7, dan 4.8 merepresentasikan grafik nilai regresi dari masing-masing kanal (2, 3, dan 4) terhadap kanal 8. Terlihat bahwa nilai regresi tertinggi ada pada kanal 2 yaitu 0,7908 dan terendah ada pada kanal 4 yaitu 0,678. Nilai regresi minimum pada tiap-tiap kanal adalah 0,5. Jika didapati ada salah satu kanal yang tidak mencapai 0,5, maka pengambilan *sample* harus diulang kembali. Nilai regresi dari setiap kanal tersebut di atas memenuhi kriteria sebab seluruh kanal memiliki nilai lebih besar dari 0,5. Setelah didapat nilai regresi dari masing-masing kanal tahap berikutnya yaitu menerapkan rumus dari

koreksi *Sun-Glint* pada citra (rumus 2.3). Berikut merupakan hasil dari koreksi *Sun-Glint*:



Gambar 4.9 Citra Hasil Koreksi *Sun-Glint*

Berdasarkan gambar 4.9, citra Sentinel-2 Level 2A setelah terkoreksi *Sun-Glint* memiliki kualitas visual yang lebih halus dan tajam. Bias yang sebelumnya masih terlihat pun sudah mulai hilang, terutama yang berada di wilayah perairan. Berikut merupakan nilai statistik dari hasil koreksi *Sun-Glint*:



Gambar 4.10 Histogram Hasil Koreksi *Sun-Glint*

Terlihat pada gambar 4.10 bahwa masing-masing kanal (4, 3, dan 2) mengalami perubahan nilai reflektan setelah dilakukannya koreksi *Sun-Glint*. *Band 1* merepresentasikan kanal 4 (merah), *band 2* adalah kanal 3 (hijau), dan *band 3* merepresentasikan kanal 2 (biru). Rata-rata nilai reflektan tertinggi ada pada kanal 2 yaitu sebesar 0.047 dan terkecil ada pada kanal 4 yaitu 0.030. Berikut merupakan tabel nilai dari masing-masing kanal:

Tabel 4.3 Statistik Nilai Digital Number Koreksi *Sun-Glint*

Kanal	Min	Max	Mean	Stdev
4	-0.31401	0.257642	0.030388	0.028505
3	-0.32152	0.319267	0.040727	0.044012
2	-0.36698	0.312085	0.047925	0.034255

4.3 Koreksi *Lyzenga*

Prinsip utama dari koreksi ini yaitu menghilangkan bias yang dihasilkan akibat perbedaan kedalaman perairan. Langkah pertama untuk melakukan koreksi ini yaitu menentukan beberapa titik pada citra yang memiliki kedalaman berbeda. Tingkat kedalaman dapat bervariasi, bergantung pada karakter dari citra yang digunakan. Kemudian dilakukan penghitungan varian dan kovarian dari nilai titik-titik tersebut menggunakan rumus 2.5.

Tabel 4. 4 Nilai Varian Koreksi *Lyzenga*

Kanal	Nilai Varian
2	0.20329
3	0.36401
4	0.52179

Tabel 4.5 Nilai Kovarian Koreksi *Lyzenga*

Kanal	Nilai Kovarian		
	2	3	4
2		0.26425	0.29700
3	0.26425		0.39539
4	0.29700	0.39539	

Selanjutnya nilai varian dan kovarian digunakan untuk menentukan nilai dan koefisien atenuasi menggunakan rumus 2.6 dan 2.7. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh material terlarut dan tersuspensi dalam perairan. Berikut merupakan tabel hasil nilai dan rasio koefisien atenuasi:

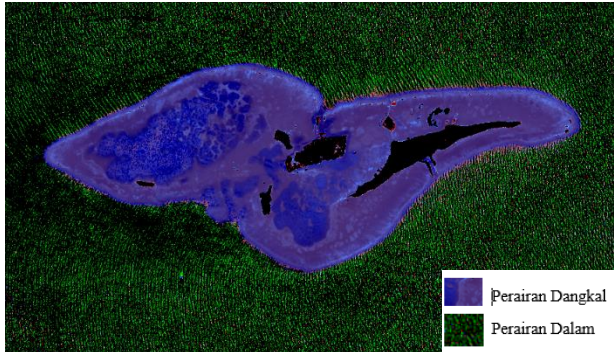
Tabel 4.6 Nilai Atenuasi Koreksi *Lyzenga*

Kanal	Nilai Atenuasi (a)		
	2	3	4
2		0.30411	0.53618
3	0.30411		0.19951
4	0.53618	0.19951	

Tabel 4.7 Rasio Koefisien Atenuasi Koreksi *Lyzenga*

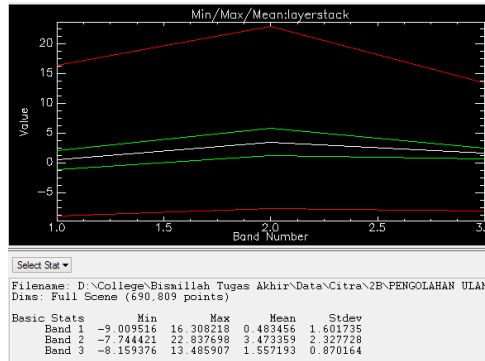
Kanal	Rasio Koefisien Atenuasi (k)		
	2	3	4
2		1.44608	1.77560
3	1.44608		1.29474
4	1.77560	1.29474	

Kemudian rasio koefisien atenuasi digunakan di dalam rumus algoritma *Lyzenga* (2.8). Berikut merupakan hasil citra setelah dilakukan koreksi *Lyzenga* (kolom air):



Gambar 4.11 Citra Hasil Koreksi *Lyzenga*

Berdasarkan gambar 4.11 terlihat bahwa hasil koreksi kolom air membuat wilayah daratan menjadi warna hitam dan laut dalam menjadi kehijauan. Hal ini disebabkan karena kedua wilayah tersebut tidak termasuk dalam wilayah perairan dangkal dimana *sample* titik-titik kedalaman diambil. Koreksi kolom air juga membuat wilayah perairan dangkal tampak lebih kebiruan dengan kecerahan warna biru yang berbeda di setiap kedalaman. Berikut merupakan histogram nilai statistik dari hasil koreksi kolom air:



Gambar 4.12 Histogram Hasil Koreksi *Lyzenga*

Pada gambar 4.12 *Band 1* merepresentasikan kanal 4 (merah), sementara *Band 2* adalah kanal 3 (hijau), dan *Band 3* merepresentasikan kanal 2 (biru). Terlihat bahwa masing-masing kanal mengalami perubahan yang cukup signifikan setelah dilakukan koreksi kolom air. Kanal 3 memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu sekitar 3,473 dan kanal 4 terendah dengan 0,483. Nilai tertinggi ada pada kanal 3 yaitu 22,837 dan terendah di kanal 4 yaitu -9,009. Berikut merupakan tabel nilai dari masing-masing kanal setelah koreksi kolom air:

Tabel 4.4 Statistik Nilai Digital Number Koreksi *Lyzenga*

Kanal	Min	Max	Mean	Stdev
4	9.00952	16.30822	0.48346	1.60174
3	7.74442	22.8377	3.473359	2.32773
2	8.15938	13.48591	1.55719	0.87016

4.4 Masking

Masking merupakan proses antara wilayah daratan dan perairan pada citra. Proses ini bertujuan agar wilayah daratan

pada lokasi penelitian tidak tampak sehingga pengolahan dapat berfokus pada perairan saja. Proses *masking* pada penelitian ini menggunakan rumus *NDWI* (*Normalized Difference Water Index*). *NDWI* adalah teknik yang dikembangkan para ahli indera jauh untuk mengetahui kadar air pada tanah. Metode ini dapat membedakan perairan dan daratan pada wilayah penelitian. Berikut merupakan rumus dari *NDWI*:

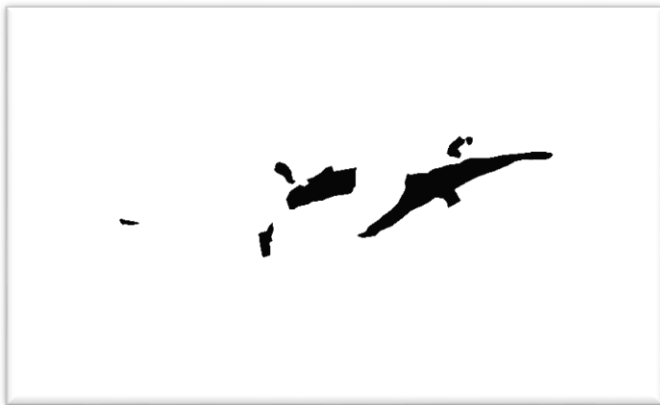
$$NDWI = \frac{\rho_{Red} - \rho_{NIR}}{\rho_{Red} + \rho_{NIR}} \quad (4.1)$$

Dimana:

ρ_{Red} = Kanal merah (kanal 4)

ρ_{NIR} = Kanal *Near Infrared* (kanal 8)

Berikut merupakan visualisasi hasil *masking* menggunakan *NDWI* pada citra satelit Sentinel-2B di Gugusan Pulau Pari:

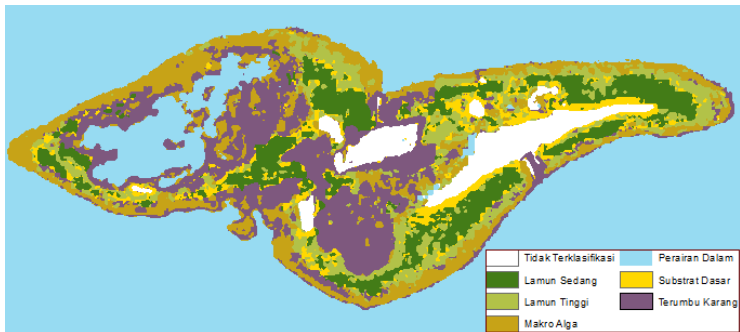


Gambar 4.13 Hasil Masking NDWI

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa warna hitam merupakan wilayah daratan dari Gugusan Pulau Pari sementara warna putih merupakan wilayah perairan yang kemudian akan dilakukan klasifikasi. Hasil *masking* pada citra Sentinel-2 terbilang cukup detail dan jelas karena citra termasuk dalam resolusi menengah.

4.5 Klasifikasi

Setelah proses *masking* selesai dilakukan pada citra terkoreksi *Lyzenga*, proses berikutnya yaitu klasifikasi citra. Klasifikasi dilakukan dengan metode *supervised*, mengasumsikan piksel-piksel dengan visual spektral yang sama berada pada kelas yang sama. Kelas klasifikasi ditentukan berdasarkan *Draft* RSNI Habitat Perairan Dangkal, dimana pada citra menengah dibagi menjadi 4 kelas yaitu Terumbu Karang, Makro Alga, Substrat Dasar dan Lamun. Berikut merupakan hasil klasifikasi *supervised*:



Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Citra

4.6 Uji Ketelitian

Uji ketelitian dilakukan untuk mengetahui sesuai atau tidaknya metode klasifikasi yang digunakan. Dengan kata lain, uji ketelitian merupakan alat ukur seberapa benar hasil klasifikasi terhadap kondisi lapangan sebenarnya. Uji ketelitian pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix*

atau matriks konfusi dengan membandingkan data hasil klasifikasi citra terhadap titik sampel lapangan atau *ground truth*. Nilai yang digunakan untuk proses uji ketelitian yaitu sebanyak 218 titik yang diambil dari dua *spot* yang berbeda yang ada pada gambar 4.15. Hasil uji ketelitian berupa matriks konfusi ditampilkan pada tabel 4.5.



Gambar 4.15 Area *spot diving*

Tabel 4.5 Matriks Konfusi Uji Ketelitian

		<i>Ground Truth</i>					Σ	OE (%)
		TK	MA	LT	LS	SD		
Citra	TK	37	0	3	1	0	41	9,8
	MA	0	39	4	0	0	43	9,3
	LT	0	8	35	1	3	47	14,9
	LS	0	0	1	39	2	42	7,1
	SD	0	3	2	2	38	45	15,6
	Σ	37	50	45	43	43	218	
CE (%)		0	22	22,2	9,3	13,2		
<i>Overall Accuracy (%)</i>								86,2
<i>Kappa Coefficient</i>								0,85

4.7 Analisis Hasil Klasifikasi

Berdasarkan gambar 4.14 klasifikasi habitat perairan dangkal dari daratan ke laut lepas dibagi menjadi 5 kelas yaitu yaitu lamun sedang, lamun tinggi, makro alga, substrat dasar dan terumbu karang. Pada kelas lamun dibagi menjadi lamun sedang dan lamun tinggi sebab hasil visual citra setelah terkoreksi untuk kedua kelas menunjukkan warna yang berbeda, dimana lamun sedang memiliki warna hijau yang relatif lebih cerah dibandingkan lamun tinggi. Kelas lamun sedang dan makro alga tersebar secara merata di seluruh Gugusan Pulau Pari.

Secara keseluruhan, habitat perairan dangkal yang mendominasi Gugusan Pulau Pari yaitu habitat lamun (baik tinggi maupun sedang) dengan presentasi sekitar 33,1%, sementara habitat yang memiliki jumlah terkecil yaitu substrat dasar (8,8%), dimana sebagian besarnya berada di sekitar Pulau Pari. Selain itu terumbu karang yang merupakan habitat utama dari perairan dangkal, tersebar di sekitar Pulau Tengah dan bagian barat Pulau Pari. Presentase hasil klasifikasi habitat perairan dangkal ditampilkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Presentase Kelas Hasil Klasifikasi

KELAS	%
Lamun Sedang	17.7
Lamun Tinggi	15.4
Makro Alga	24.5
Substrat Dasar	8.8
Terumbu Karang	30.8

4.8 Analisis Uji Ketelitian

Berdasarkan tabel 4.5 dihasilkan *omission error* (OE) tertinggi ada pada kelas substrat dasar. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti interpretasi objek substrat dasar di lapangan yang serupa dengan pasir, pengambilan *sample* koordinat GPS yang tidak presisi, dan sebagainya. Sementara *commision error* menunjukkan kelas lamun (baik rendah maupun tinggi) memiliki nilai *error* terbesar. Hal ini berkaitan dengan hasil visual citra pada kelas lamun, dimana rona warnanya hampir serupa dengan kelas makro alga. Namun secara keseluruhan, *overall accuracy* (OA) pemetaan habitat perairan dangkal dengan 5 kelas menunjukkan angka sebesar 86,2%. Sementara syarat minimum ketelitian interpretasi citra satelit Sentinel-2 yaitu sebesar 85%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa hasil klasifikasi memenuhi syarat yang ditentukan.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Ketelitian (*Producer's* dan *User's*) Seluruh Kelas

Kelas Habitat	Keterangan	<i>Producer's Accuracy</i>		<i>User's Accuracy</i>	
		Total	Akurasi (%)	Total	Akurasi (%)
TK	Terumbu Karang	37/41	90,2	37/37	100
MA	Makro Alga	39/43	90,7	39/50	78
LT	Lamun Tinggi	35/47	78,7	35/45	77,8
LS	Lamun Sedang	39/42	92,8	39/43	90,7
SD	Substrat Dasar	38/45	84,4	38/43	88,4

Nilai *user accuracy* adalah rata-rata suatu piksel pada citra mewakili tiap kelas di lapangan. Nilai *user accuracy*

hasil klasifikasi pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa kelas terumbu karang memiliki presentase tertinggi sebesar 100%. Hal ini dikarenakan objek terumbu karang dapat dibedakan dengan jelas ketika pengambilan *sample* di lapangan. Sementara nilai *user accuracy* terendah ada pada kelas lamun tinggi yaitu 77,8%, dengan faktor utama yaitu kesalahan dalam *marking* GPS serta interpretasi objek lamun tinggi di lapangan.

Nilai *producer accuracy* merupakan nilai setiap piksel sebuah kelas pada citra yang telah tepat terklasifikasi. Nilai *producer accuracy* tertinggi diwakilkan kelas lamun sedang sebesar 92,8%, sementara nilai terendah ada pada kelas lamun tinggi, yaitu 78,7%.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Klasifikasi habitat perairan dangkal dengan Citra Sentinel-2 disesuaikan dengan RSNI Habitat Perairan Dangkal Citra Resolusi Menengah yaitu 4 kelas utama berupa Terumbu Karang, Makro Alga, Lamun, dan Substrat Dasar. Hasil uji akurasi klasifikasi citra Sentinel-2 transformasi Lyzenga yaitu sebesar 86.2% dan koefisien *Kappa* sebesar 0.85.
- b. Hasil peta menunjukkan habitat perairan dangkal di Gugusan Pulau Pari didominasi oleh padang lamun (baik tinggi maupun sedang) sebesar 33,1% kebanyakan tersebar di utara dan selatan Pulau Pari. Sementara habitat terumbu karang sebesar 30,8% dan kebanyakan berada di sekitar Pulau Tengah. Sedangkan substrat dasar dan makro alga memiliki presentase masing-masing 24.5% dan 8.8% yang tersebar relatif merata.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya yaitu:

- a. Dalam proses pengambilan data, titik pengamatan sebaiknya dibuat lebih luas dan menyebar sehingga dapat mewakili area yang lebih luas pula
- b. Menggunakan produk citra satelit lain sebagai pembanding, khususnya yang memiliki resolusi lebih tinggi
- c. *Spot* pengambilan data diperbanyak, agar hasil uji ketelitian jauh lebih akurat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Allaby, M. (2010) *A Dictionary of Ecology Oxford Reference, Oxford University Press, USA; 4 edition (July 15, 2010).*
- Beisl, U., Telaar, J. and Schönermark, M. V (2008) 'Atmospheric correction, reflectance calibration and BRDF correction for ADS40 image data', in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008.*
- BIG (2017), *Petunjuk Pelaksanaan Interpretasi Habitat Dasar Perairan Dangkal Skala 1:25.000 Versi 1.0.*
- Bruniquel-Pinel, V. and Gastellu-Etchegorry, J. P. (1998) 'Sensitivity of texture of high resolution images of forest to biophysical and acquisition parameters', *Remote Sensing of Environment.*
- Colwell, r (1983) 'Manual of remote sensing', *American Society of Photogrammetry.*
- Curran, P. J. (1989) 'Remote sensing of foliar chemistry', *Remote Sensing of Environment.*
- Danoedoro, P., Kristian, G. and Rahmi, K. N. I. (2015) 'Pengaruh Metode Koreksi Radiometrik Citra ALOS AVNIR-2 Terhadap Akurasi Hasil Estimasi Karbon Vegetasi Tegakan di wilayah Kota Semarang Bagian Timur', *researchGate.*

- DP3K (2012) 'Pulau Pari'. Available at: http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/370.
- ESA (2012) 'ESA's Optical High- Resolution Mission for GMES Operation Service'.
- Green, E. P. *et al.* (1998) 'Remote sensing techniques for mangrove mapping', *International Journal of Remote Sensing*.
- Hochberg, E. J. and Atkinson, M. J. (2000) 'Spectral discrimination of coral reef benthic communities', *Coral Reefs*.
- Hogarth, P. J. (2012) 'The biology of mangrove and seagrass', *Oxford university press*.
- Im, J. and Jensen, J. R. (2005) 'A change detection model based on neighborhood correlation image analysis and decision tree classification', *Remote Sensing of Environment*.
- Isoun, E. *et al.* (2003) 'Multi-spectral mapping of reef bathymetry and coral cover; Kailua Bay, Hawaii', *Coral Reefs*.
- Karpouzli, E. *et al.* (2003) 'Underwater light characterisation for correction of remotely sensed images', *International Journal of Remote Sensing*.
- Lillesand R.W., T. M. and K. (1994) 'Remote sensing and image interpretation -- 3rd ed.', *John Wiley and Sons, Inc., New York*.

- Lindgren, D. and Lulla, K. (1987) 'Land use planning and remote sensing', *Geocarto International*.
- Lucas, M. and Goodman, J. (2014) 'Linking Coral Reef Remote Sensing and Field Ecology: It's a Matter of Scale', *Journal of Marine Science and Engineering*.
- Mobley, C. D. (1999) 'Estimation of the remote-sensing reflectance from above-surface measurements', *Applied Optics*.
- Mumby, P. J. *et al.* (1998) 'Digital analysis of multispectral airborne imagery of coral reefs', *Coral Reefs*.
- Mumby, P. J. and Edwards, A. J. (2002) 'Mapping marine environments with IKONOS imagery: Enhanced spatial resolution can deliver greater thematic accuracy', *Remote Sensing of Environment*.
- NURLIDIASARI, M. and BUDIMAN, S. (2010) 'MAPPING CORAL REEF HABITAT WITH AND WITHOUT WATER COLUMN CORRECTION USING QUICKBIRD IMAGE', *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*.
- Pal, M. and Mather, P. M. (2003) 'An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification', *Remote Sensing of Environment*.
- Paringit, E. C. and Nadaoka, K. (2004) 'Synergistic methods in remote sensing data analysis for tropical coastal

ecosystems monitoring', in *20th ISPRS Congress on Technical Commission VII*.

Purkis, S. J. and Pasterkamp, R. (2004) 'Integrating in situ reef-top reflectance spectra with Landsat TM imagery to aid shallow-tropical benthic habitat mapping', *Coral Reefs*.

Rahmadany, M. (2015) *KLASIFIKASI HABITAT DASAR PERAIRAN DANGKAL GUGUSAN PULAU PARI DENGAN MENGGUNAKAN CITRA WORLDVIEW-2 DAN ALOS AVNIR, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA*. Institut Pertanian Bogor.

Sabins, S. and Lulla, K. (1987) 'Remote sensing: Principles and interpretation', *Geocarto International*.

Salim, H. L. and Ahmad (2007) 'Karakteristik Pantai Gugusan Pulau Pari'.

Vermote, E. F. and Vermeulen, A. (1999) 'Atmospheric correction algorithm: spectral reflectances (MOD09)', *ATBD version*.

Yamano, H. and Tamura, M. (2004) 'Detection limits of coral reef bleaching by satellite remote sensing: Simulation and data analysis', *Remote Sensing of Environment*.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Metadata citra satelit sentinel-2B Level 1C

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
standalone="no"?>
<nl:Level-1C_User_Product xmlns:nl="https://psd-
14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-
1C.xsd" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xsi:schemaLocation="https://psd-
14.sentinel2.eo.esa.int/PSD/User_Product_Level-
1C.xsd">
  <nl:General_Info>
    <Product_Info>
      <PRODUCT_START_TIME>2018-10-
22T02:57:39.024Z</PRODUCT_START_TIME>
      <PRODUCT_STOP_TIME>2018-10-
22T02:57:39.024Z</PRODUCT_STOP_TIME>

      <PRODUCT_URI>S2B_MSIL1C_20181022T025739_N0206_R032_T
48MXU_20181022T071823.SAFE</PRODUCT_URI>
      <PROCESSING_LEVEL>Level-
1C</PROCESSING_LEVEL>
      <PRODUCT_TYPE>S2MSI1C</PRODUCT_TYPE>

      <PROCESSING_BASELINE>02.06</PROCESSING_BASELINE>
      <GENERATION_TIME>2018-10-
22T07:18:23.000000Z</GENERATION_TIME>
      <PREVIEW_IMAGE_URL>Not
applicable</PREVIEW_IMAGE_URL>
      <PREVIEW_GEO_INFO>Not
applicable</PREVIEW_GEO_INFO>
      <Datatake
datatakeIdentifier="GS2B_20181022T025739_008495_N02.
06">
        <SPACECRAFT_NAME>Sentinel-2B</SPACECRAFT_NAME>
        <DATATAKE_TYPE>INS-NOBS</DATATAKE_TYPE>
        <DATATAKE_SENSING_START>2018-10-
22T02:57:39.024Z</DATATAKE_SENSING_START>

      <SENSING_ORBIT_NUMBER>32</SENSING_ORBIT_NUMBER>

```

```
<SENSING_ORBIT_DIRECTION>DESCENDING</SENSING_ORBIT_D
IRECTION>
  </Datatake>
<Query_Options completeSingleTile="true">
<PRODUCT_FORMAT>SAFE_COMPACT</PRODUCT_FORMAT>
</Query_Options>

<Product_Organisation>
  <Granule_List>
    <Granule
datastripIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_DS_EPAAE_201810
22T071823_S20181022T031436_N02.06"
granuleIdentifier="S2B_OPER_MSI_L1C_TL_EPAAE_20181022
T071823_A008495_T48MXU_N02.06"
imageFormat="JPEG2000">

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B01</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B02</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B03</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B04</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B05</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B06</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B07</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B08</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B8A</IMAGE_FILE>
```

```

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B09</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B10</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B11</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_B12</IMAGE_FILE>

<IMAGE_FILE>GRANULE/L1C_T48MXU_A008495_20181022T0314
36/IMG_DATA/T48MXU_20181022T025739_TCI</IMAGE_FILE>
  </Granule>
</Granule_List>
</Product_Organisation>
</Product_Info>
  <Product_Image_Characteristics>
    <Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>NODATA</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>0</SPECIAL_VALUE_INDEX>
  </Special_Values>
  <Special_Values>

<SPECIAL_VALUE_TEXT>SATURATED</SPECIAL_VALUE_TEXT>

<SPECIAL_VALUE_INDEX>65535</SPECIAL_VALUE_INDEX>
  </Special_Values>
  <Image_Display_Order>
    <RED_CHANNEL>3</RED_CHANNEL>
    <GREEN_CHANNEL>2</GREEN_CHANNEL>
    <BLUE_CHANNEL>1</BLUE_CHANNEL>
  </Image_Display_Order>
  <QUANTIFICATION_VALUE
unit="none">10000</QUANTIFICATION_VALUE>
  <Reflectance_Conversion>
    <U>1.00811078846089</U>
  <Solar_Irradiance_List>

```

```

    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="0"
unit="W/mÅ²/Åµm">1874.3</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="1"
unit="W/mÅ²/Åµm">1959.77</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="2"
unit="W/mÅ²/Åµm">1824.93</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="3"
unit="W/mÅ²/Åµm">1512.79</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="4"
unit="W/mÅ²/Åµm">1425.78</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="5"
unit="W/mÅ²/Åµm">1291.13</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="6"
unit="W/mÅ²/Åµm">1175.57</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="7"
unit="W/mÅ²/Åµm">1041.28</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="8"
unit="W/mÅ²/Åµm">953.93</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="9"
unit="W/mÅ²/Åµm">817.58</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="10"
unit="W/mÅ²/Åµm">365.41</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="11"
unit="W/mÅ²/Åµm">247.08</SOLAR_IRRADIANCE>
    <SOLAR_IRRADIANCE bandId="12"
unit="W/mÅ²/Åµm">87.75</SOLAR_IRRADIANCE>
  </Solar_Irradiance_List>
</Reflectance_Conversion>
  <Spectral_Information_List>
    <Spectral_Information bandId="0"
physicalBand="B1">
      <RESOLUTION>60</RESOLUTION>
      <Wavelength>
        <MIN unit="nm">411</MIN>
        <MAX unit="nm">456</MAX>
        <CENTRAL unit="nm">442.3</CENTRAL>
      </Wavelength>
      <Spectral_Response>
        <STEP unit="nm">1</STEP>
        <VALUES>0.0062411 0.01024045 0.00402983
0.00642179 0.00552753 0.0065525 0.00409887 0.006297
0.00436742 0.00233356 0.00058162 0.00202276
0.00294328 0.00485362 0.00317041 0.00237657

```

```
0.00234612 0.00440152 0.01292397 0.05001678  
0.18650104 0.45441623 0.72307877 0.83999211  
0.86456334 0.87472096 0.89215296 0.91090814  
0.92588017 0.93924094 0.94491826 0.95078529  
0.96803023 0.99939195 1 0.97548364 0.96148351  
0.94986211 0.91841452 0.87989802 0.80383677  
0.59752075 0.30474132 0.10798014 0.0304465  
0.00885119</VALUES>
```

Lampiran 2: Pengamatan Habitat Perairan Dangkal

A. Foto dokumentasi pengamatan



B. Titik Pengamatan

No. Titik	Lintang	Bujur	Kode	Keterangan
1	-5.86172	106.60141	LS	Lamun Sedang
2	-5.86516	106.60846	LS	Lamun Sedang
3	-5.86479	106.61009	LS	Lamun Sedang
4	-5.86877	106.60087	LS	Lamun Sedang
5	-5.8544	106.62419	LS	Lamun Sedang
6	-5.85376	106.62410	LS	Lamun Sedang
7	-5.85286	106.62392	LS	Lamun Sedang
8	-5.85196	106.62392	LS	Lamun Sedang
9	-5.85196	106.62356	LS	Lamun Sedang
10	-5.85295	106.62401	LS	Lamun Sedang
11	-5.8534	106.62600	LS	Lamun Sedang
12	-5.85367	106.62691	LS	Lamun Sedang
13	-5.85322	106.62700	LS	Lamun Sedang
14	-5.85259	106.62736	LS	Lamun Sedang
15	-5.85259	106.62510	LS	Lamun Sedang
16	-5.85259	106.62863	LS	Lamun Sedang
17	-5.85394	106.62410	LS	Lamun Sedang
18	-5.85286	106.62374	LS	Lamun Sedang
19	-5.85187	106.62329	LS	Lamun Sedang
20	-5.85196	106.62356	LS	Lamun Sedang
21	-5.85187	106.62293	LS	Lamun Sedang
22	-5.85295	106.62338	LS	Lamun Sedang
23	-5.85449	106.62311	LS	Lamun Tinggi
24	-5.8544	106.62528	LT	Lamun Tinggi
25	-5.85394	106.61895	LT	Lamun Tinggi

26	-5.85376	106.61868	LT	Lamun Tinggi
27	-5.8534	106.61859	LT	Lamun Tinggi
28	-5.85449	106.61913	LT	Lamun Tinggi
29	-5.85476	106.61606	LT	Lamun Tinggi
30	-5.8544	106.61561	LT	Lamun Tinggi
31	-5.85394	106.61561	LT	Lamun Tinggi
32	-5.85349	106.61588	LT	Lamun Tinggi
33	-5.85367	106.61561	LT	Lamun Tinggi
34	-5.85458	106.61561	LT	Lamun Tinggi
35	-5.85295	106.61986	LT	Lamun Tinggi
36	-5.85277	106.62022	LT	Lamun Tinggi
37	-5.85286	106.61958	LT	Lamun Tinggi
38	-5.85413	106.61787	LT	Lamun Tinggi
39	-5.8544	106.61741	LT	Lamun Tinggi
40	-5.85458	106.61769	LT	Lamun Tinggi
41	-5.85241	106.61823	LT	Lamun Tinggi
42	-5.85214	106.61832	LT	Lamun Tinggi
43	-5.86778	106.60901	LT	Lamun Tinggi
44	-5.86796	106.60919	LT	Lamun Tinggi
45	-5.86796	106.60964	LT	Lamun Tinggi
46	-5.86696	106.61018	LT	Lamun Tinggi
47	-5.86832	106.61063	LT	Lamun Tinggi
48	-5.86895	106.61009	LT	Lamun Tinggi
49	-5.8695	106.60955	LT	Lamun Tinggi
50	-5.86588	106.61136	LT	Lamun Tinggi
51	-5.87022	106.60828	LT	Lamun Tinggi
52	-5.87022	106.60557	LT	Lamun Tinggi
53	-5.87058	106.60467	LT	Lamun Tinggi

54	-5.86931	106.60675	LT	Lamun Tinggi
55	-5.86751	106.61172	LT	Lamun Tinggi
56	-5.86751	106.61072	LT	Lamun Tinggi
57	-5.86642	106.61280	SD	Substrat Dasar
58	-5.86434	106.61271	LT	Lamun Tinggi
59	-5.86407	106.61344	SD	Substrat Dasar
60	-5.86082	106.61687	LT	Lamun Tinggi
61	-5.86407	106.60937	SD	Substrat Dasar
62	-5.86416	106.60973	SD	Substrat Dasar
63	-5.86416	106.61018	SD	Substrat Dasar
64	-5.86389	106.61072	SD	Substrat Dasar
65	-5.86362	106.61145	SD	Substrat Dasar
66	-5.86308	106.61244	SD	Substrat Dasar
67	-5.86244	106.61353	SD	Substrat Dasar
68	-5.8619	106.61434	SD	Substrat Dasar
69	-5.86136	106.61479	SD	Substrat Dasar
70	-5.861	106.61552	SD	Substrat Dasar
71	-5.86018	106.61741	SD	Substrat Dasar
72	-5.86	106.61778	SD	Substrat Dasar
73	-5.85856	106.62058	SD	Substrat Dasar
74	-5.85792	106.62157	SD	Substrat Dasar
75	-5.85729	106.62302	SD	Substrat Dasar
76	-5.85657	106.62447	SD	Substrat Dasar
77	-5.8562	106.62555	SD	Substrat Dasar
78	-5.85575	106.62646	SD	Substrat Dasar
79	-5.85548	106.62745	SD	Substrat Dasar
80	-5.85521	106.62817	SD	Substrat Dasar
81	-5.85521	106.62881	SD	Substrat Dasar

82	-5.85521	106.62953	SD	Substrat Dasar
83	-5.85494	106.63061	SD	Substrat Dasar
84	-5.85467	106.63134	SD	Substrat Dasar
85	-5.85403	106.63089	SD	Substrat Dasar
86	-5.85413	106.62962	SD	Substrat Dasar
87	-5.85403	106.62917	SD	Substrat Dasar
88	-5.85413	106.62844	SD	Substrat Dasar
89	-5.85394	106.62808	SD	Substrat Dasar
90	-5.85403	106.62754	SD	Substrat Dasar
91	-5.85413	106.62700	SD	Substrat Dasar
92	-5.85413	106.62636	SD	Substrat Dasar
93	-5.85422	106.62582	SD	Substrat Dasar
94	-5.85422	106.62510	SD	Substrat Dasar
95	-5.85431	106.62474	SD	Substrat Dasar
96	-5.85449	106.62401	SD	Substrat Dasar
97	-5.85458	106.62302	SD	Substrat Dasar
98	-5.85458	106.62203	SD	Substrat Dasar
99	-5.85503	106.62139	SD	Substrat Dasar
100	-5.85539	106.62094	SD	Substrat Dasar
101	-5.85548	106.62031	SD	Substrat Dasar
102	-5.85042	106.62700	SD	Substrat Dasar
103	-5.8506	106.62808	SD	Substrat Dasar
104	-5.85069	106.62935	MA	Makro Alga
105	-5.85069	106.62546	MA	Makro Alga
106	-5.85078	106.62356	MA	Makro Alga
107	-5.85078	106.62184	MA	Makro Alga
108	-5.85096	106.61877	MA	Makro Alga
109	-5.8506	106.63034	MA	Makro Alga

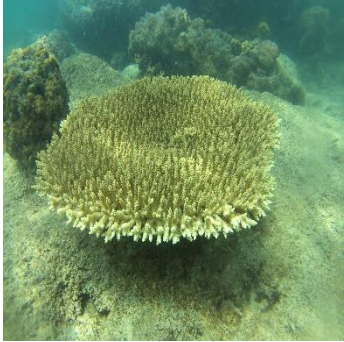

110	-5.85069	106.63070	MA	Makro Alga
111	-5.85069	106.62917	MA	Makro Alga
112	-5.85051	106.62790	MA	Makro Alga
113	-5.85069	106.62618	MA	Makro Alga
114	-5.85792	106.62591	MA	Makro Alga
115	-5.85892	106.62392	MA	Makro Alga
116	-5.85973	106.62275	MA	Makro Alga
117	-5.86045	106.62166	MA	Makro Alga
118	-5.85711	106.62781	MA	Makro Alga
119	-5.85684	106.63278	MA	Makro Alga
120	-5.8562	106.63541	MA	Makro Alga
121	-5.87302	106.60331	MA	Makro Alga
122	-5.87257	106.60340	MA	Makro Alga
123	-5.87212	106.60684	MA	Makro Alga
124	-5.87157	106.60810	MA	Makro Alga
125	-5.87058	106.60991	MA	Makro Alga
126	-5.86705	106.60557	TK	Terumbu Karang
127	-5.86624	106.60467	TK	Terumbu Karang
128	-5.86678	106.60349	TK	Terumbu Karang
129	-5.86769	106.60277	TK	Terumbu Karang
130	-5.86696	106.60132	TK	Terumbu Karang
131	-5.8666	106.60060	TK	Terumbu Karang
132	-5.86579	106.60006	TK	Terumbu Karang
133	-5.86543	106.60159	TK	Terumbu Karang
134	-5.86705	106.60078	TK	Terumbu Karang
135	-5.86733	106.60232	TK	Terumbu Karang
136	-5.86868	106.60295	TK	Terumbu Karang
137	-5.8695	106.60331	TK	Terumbu Karang



138	-5.86931	106.60467	TK	Terumbu Karang
139	-5.86859	106.60530	TK	Terumbu Karang
140	-5.86787	106.60512	TK	Terumbu Karang
141	-5.86723	106.60503	TK	Terumbu Karang
142	-5.86543	106.60467	TK	Terumbu Karang
143	-5.86624	106.60286	TK	Terumbu Karang
144	-5.86398	106.60087	TK	Terumbu Karang
145	-5.8647	106.60467	TK	Terumbu Karang
146	-5.86371	106.60403	LS	Terumbu Karang
147	-5.86525	106.60883	LS	Terumbu Karang
148	-5.8647	106.60991	LS	Terumbu Karang
149	-5.8657	106.61018	LS	Terumbu Karang
150	-5.86615	106.60982	LS	Terumbu Karang
151	-5.8666	106.60919	LS	Lamun Sedang
152	-5.86687	106.60883	LS	Lamun Sedang
153	-5.8676	106.60819	LS	Lamun Sedang
154	-5.86832	106.60855	LS	Lamun Sedang
155	-5.86859	106.60801	LS	Lamun Sedang
156	-5.8694	106.60792	LS	Lamun Sedang
157	-5.86959	106.60765	LS	Lamun Sedang
158	-5.86995	106.60720	LS	Lamun Sedang
159	-5.87022	106.60656	LS	Lamun Sedang
160	-5.87067	106.60602	LS	Lamun Sedang
161	-5.86886	106.59987	LS	Lamun Sedang
162	-5.86877	106.60078	LS	Lamun Sedang
163	-5.86868	106.60114	LS	Lamun Sedang
164	-5.86669	106.59906	LS	Lamun Sedang
165	-5.86859	106.59897	LS	Lamun Sedang




166	-5.86669	106.59906	LS	Lamun Sedang
167	-5.86778	106.59852	LS	Lamun Sedang
168	-5.86868	106.59978	LS	Lamun Sedang
169	-5.86977	106.60033	LS	Lamun Sedang
170	-5.86271	106.60105	LS	Lamun Sedang
171	-5.86234	106.60250	LT	Lamun Tinggi
172	-5.86443	106.60135	LT	Lamun Tinggi
173	-5.86432	106.60050	LT	Lamun Tinggi
174	-5.8628	106.60039	LT	Lamun Tinggi
175	-5.86714	106.60104	LT	Lamun Tinggi
176	-5.8624	106.59993	LT	Lamun Tinggi
177	-5.86265	106.60043	LT	Lamun Tinggi
178	-5.8699	106.60205	LT	Lamun Tinggi
179	-5.86237	106.60305	LT	Lamun Tinggi
180	-5.87884	106.60310	LT	Lamun Tinggi
181	-5.89788	106.60498	LT	Lamun Tinggi
182	-5.85781	106.60975	TK	Terumbu Karang
183	-5.88781	106.60105	TK	Terumbu Karang
184	-5.87338	106.60341	TK	Terumbu Karang
185	-5.87246	106.60079	TK	Terumbu Karang
186	-5.87568	106.60031	TK	Terumbu Karang
187	-5.87381	106.60610	TK	Terumbu Karang
188	-5.86978	106.60590	TK	Terumbu Karang
189	-5.87678	106.60350	TK	Terumbu Karang
190	-5.87778	106.60343	TK	Terumbu Karang
191	-5.87008	106.60568	TK	Terumbu Karang
192	-5.88148	106.60935	TK	Terumbu Karang
193	-5.89078	106.60849	TK	Terumbu Karang



194	-5.87698	106.60105	TK	Terumbu Karang
195	-5.86978	106.60294	TK	Terumbu Karang
196	-5.86878	106.60278	TK	Terumbu Karang
197	-5.87081	106.60105	TK	Terumbu Karang
198	-5.85708	106.60203	MA	Makro Alga
199	-5.85971	106.60246	MA	Makro Alga
200	-5.86027	106.60220	MA	Makro Alga
201	-5.86917	106.60293	MA	Makro Alga
202	-5.85551	106.60181	MA	Makro Alga
203	-5.85147	106.60231	MA	Makro Alga
204	-5.86217	106.60276	MA	Makro Alga
205	-5.87371	106.60258	MA	Makro Alga
206	-5.8899	106.60293	MA	Makro Alga
207	-5.86708	106.60189	MA	Makro Alga
208	-5.87071	106.60291	MA	Makro Alga
209	-5.87941	106.60301	MA	Makro Alga
210	-5.86887	106.60176	MA	Makro Alga
211	-5.85997	106.60233	MA	Makro Alga
212	-5.88071	106.60529	MA	Makro Alga
213	-5.87201	106.60582	MA	Makro Alga
214	-5.87908	106.60253	MA	Makro Alga
215	-5.87367	106.60292	MA	Makro Alga
216	-5.88447	106.60213	MA	Makro Alga
217	-5.8943	106.60200	MA	Makro Alga
218	-5.8738	106.60421	MA	Makro Alga


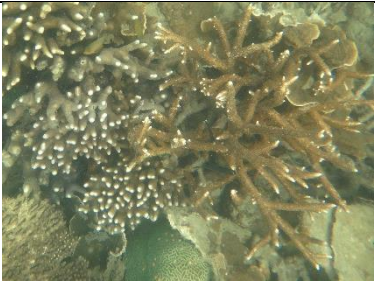
C. Jenis-jenis Habitat Perairan Dangkal

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
I	<p data-bbox="440 360 684 387"><i>(Acropora hyacinthus)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni berbentuk meja lebar dapat mencapai ukuran 4 meter. Cabang vertikal relatif kecil dengan axial koralit kecil tetapi masih dapat dibedakan dari radial koralit yang berbentuk mangkok. - Memiliki warna coklat tua, atau abu-abu. - Biasanya tumbuh di daerah tubir, sering mendominasi suatu lokasi tertentu terutama pada perairan yang jernih dengan ombak yang relatif tidak besar.
	 <p data-bbox="423 1310 701 1337"><i>(Seriatopora caliendrum)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni bercabang, koralit tersusun dalam barisan yang teratur. Ujung cabang selalu tumpul dan bercabang. Polyp sering muncul pada siang hari. - Memiliki warna kuning pucat atau kecoklatan. - Umum dijumpai hidup di rataan terumbu hingga daerah tubir.

	 <p data-bbox="456 512 667 539"><i>(Acropora palifera)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Percabangan koloni berupa lempengan-lempengan atau pilar-pilar yang tegak lurus. Jenis ini sangat khas yaitu tidak mempunyai axial koralit sedangkan radial koralit tersebar tidak beraturan. - Memiliki warna coklat muda dengan ujung memutih. - Umumnya pada tempat dangkal dengan perairan yang jernih.
II	 <p data-bbox="479 970 669 997"><i>(Porites lichen)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni merayap dengan berbagai tonjolan tidak beraturan atau percabangan pendek. Koralit tersebar tidak teratur dan membentuk parit-parit kecil tidak teratur. Septa tidak beraturan dengan gigi-gigi tidak teratur. - Memiliki warna coklat muda terang atau hijau kekuningan. - Umum dijumpai disetiap terumbu karang.

	 <p data-bbox="460 512 661 539"><i>(Acropora aspera)</i></p>	<ul data-bbox="790 233 1081 683" style="list-style-type: none"> - Koloni korimbosa, cabang dengan ukuran yang sedang. Ukuran cabang bervariasi tergantung dari tempat hidupnya. Axial koralit kecil, dan radial, koralit dengan ukuran besar dan kecil, bercampur dengan bentuk seperti sisik ikan. - Memiliki warna coklat gelap atau keabu-abuan. - Biasanya ada di sekitar tubir.
	 <p data-bbox="454 976 667 1003"><i>(Porites cylindrica)</i></p>	<ul data-bbox="790 692 1081 1115" style="list-style-type: none"> - Koloni bercabang dengan bentuk arboresen atau dengan dasar menyatu. Koralit sangat dangkal sehingga menimbulkan kesan halus di seluruh permukaan koloni. - Memiliki warna coklat tua sampai muda. - Umum dijumpai terutama di tempat yang dangkal atau rataan terumbu.
III		<ul data-bbox="790 1123 1081 1393" style="list-style-type: none"> - Koloni dengan percabangan korimbosa dengan cabang tidak beraturan, Axial koralit berbentuk tabung pendek dan tebal. Radial koralit dengan dua ukuran dinding terlihat tebal.

	<p><i>(Acropora samoensis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki warna kuning kehijauan, coklat, kadang-kadang ungu. - Biasanya tumbuh didaerah tubir atau lereng terumbu.
	 <p><i>(Goniopora djiboutiensis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni massive atau sub massive. Korallit berukuran seragam dan besar, kolumela terlihat jelas dan besar. Polyp mempunyai mulut yang cembung. - Memiliki warna coklat muda atau kekuningan. - Umum dijumpai di tempat yang agak tenang dengan dasar pasir.
	 <p><i>(Goniopora pandoraensis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni sub massive dengan bentuk-bentuk gada yang tidak terlalu besar. Korallit dengan dinding yang tipis. Septa tipis dan tidak teratur yang membentuk pali yang saling bersatu. - Memiliki warna coklat tua atau kuning muda. - Jenis ini biasanya dijumpai di daerah yang terlindung dan tenang.

IV	 <p data-bbox="454 512 670 544"><i>(Platygyra sinensis)</i></p>	<ul data-bbox="790 229 1068 596" style="list-style-type: none"> - Koloni massive atau mendatar. Korallit meandroid dengan dinding yang tipis. Kolumela hampir-hampir tidak berkembang. - Memiliki warna coklat muda, coklat tua, dan kekuningan. - Biasanya ada di dekat tubir.
	 <p data-bbox="454 879 670 911"><i>(Acropora grandis)</i></p>	<ul data-bbox="790 596 1090 1240" style="list-style-type: none"> - Koloni arboresen dengan percabangan yang lebih lebar dan panjang, ukuran percabangan lebih besar jika dibandingkan <i>Acropora formosa</i>. Axial korallit tabular dan radial korallit dekat dengan ujung cabang mempunyai ukuran yang hampir sama dengan axial korallit. - Memiliki warna coklat tua, coklat muda, dan kadang-kadang biru - Umum dijumpai pada daerah yang relatif tenang dan dapat mendominasi seluruh perairan tersebut.



(Heliofungia actiniformis)

- Korallit membulat tebal dengan septa yang relatif rapat dengan gigi yang berlekuk besar dan membulat. Polip dengan daging dan tentakel yang besar dan panjang-panjang.
- Memiliki warna coklat muda, keputihan.
- Biasanya ditempat yang relatif tenang dengan dasar yang lunak.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Rinal Al Farisi lahir di Jakarta pada tanggal 23 Desember 1997. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Herry Purnama dan Nurhayati. Penulis telah menempuh pendidikan formal antara lain yaitu SD N 18 Pagi Duren Sawit (2003-2007), SD N 12 Pagi Pisangan Timur (2007-2009), SMP N 92 Jakarta (2009-2012), dan SMA N 12 Jakarta (2012-2015). Tahun 2015, penulis yang akrab dipanggil Rinal ini diterima pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika FTSLK-ITS. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga cukup aktif di berbagai organisasi baik departemen, fakultas maupun kampus

diantaranya penulis merupakan Staff Departemen Hubungan Luar HIMAGE-ITS periode 2016/2017, Kepala Departemen Hubungan Luar HIMAGE-ITS periode 2017/2018, *Steering Committee* Kaderisasi 2016/2017, Koor *Organizing Comitte* LKMM Tingkat Pra-dasar 2016/2017. Penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen tingkat Pra-Dasar FTSP-ITS, Pelatihan *Basic Media School*, Pelatihan Keterampilan Mahasiswa Usaha, dan keterampilan manajemen LKMM-TD. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada tahun 2018. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis mengambil penelitian Tugas Akhir di bidang keahlian ilmu Geospasial yaitu penginderaan jauh dengan judul “Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 (Studi Kasus: Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu)”