

TUGAS AKHIR - RM184831

**IDENTIFIKASI SEBARAN TERUMBU KARANG
MENGUNAKAN ALGORITMA LYZENGA GUNA
MENUNJANG KAWASAN WISATA BAHARI
(Studi Kasus: Bangsring *Underwater*,
Banyuwangi)**

DELLA TRI AYU NADYA
NRP. 0331154000084

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 - RM184831

**IDENTIFIKASI SEBARAN TERUMBU KARANG
MENGUNAKAN ALGORITMA LYZENGA GUNA
MENUNJANG KAWASAN WISATA BAHARI
(Studi Kasus: Bangsring *Underwater*,
Banyuwangi)**

**DELLA TRI AYU NADYA
NRP. 0331154000084**

**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 - RM184831

**IDENTIFICATION OF CORAL REEF DISTRIBUTION
USING LYZENGA'S ALGORITHM TO SUPPORT
MARINE TOURISM AREA
(Case Study: Bangsring Underwater,
Banyuwangi)**

**DELLA TRI AYU NADYA
NRP. 0331154000084**

**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”

IDENTIFIKASI SEBARAN TERUMBU KARANG
MENGUNAKAN ALGORITMA LYZENGA GUNA
MENUNJANG KAWASAN WISATA BAHARI
(Studi Kasus: Bangsring *Underwater*, Banyuwangi)

Nama Mahasiswa : Della Tri Ayu Nadya
NRP : 0331154000084
Jurusan : Teknik Geomatika FTSLK - ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA.,
DESS.

ABSTRAK

Wisata bahari merupakan salah satu sektor unggulan bagi pengembangan kawasan Pantai Bangsring. Melihat keanekaragaman ekosistem terumbu karang yang ada, pantai ini menjadi berpotensi dikembangkan untuk wisata bahari berupa wisata selam. Namun perlu diketahui bahwa terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan di sekitarnya, baik oleh faktor alam maupun kegiatan manusia. Oleh karena itu, kebijakan pengelolaan yang tepat perlu dilakukan dalam rangka menjaga kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang salah satunya dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu citra satelit SPOT-6.

Algoritma Lyzenga digunakan untuk memetakan objek perairan dangkal dengan tingkat kejernihan yang homogen secara horizontal sehingga cahaya matahari mampu menembus kedalaman hingga 15-20 m. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi persebaran dan jenis terumbu karang serta mengetahui potensi wisata bahari berdasarkan peta terumbu karang di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil koreksi kolom air menggunakan algoritma Lyzenga lebih mempertegas batasan jenis substrat dasar perairan. Berdasarkan klasifikasi citra SPOT-6, estimasi luasan tutupan karang hidup

adalah 100 Ha. Sedangkan hasil pengukuran di lokasi penelitian menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) menunjukkan tutupan karang hidup sebesar 50,42% dan didominasi oleh golongan *Non Acropora* dan *Acropora*. Secara keseluruhan, baik hasil interpretasi maupun pengukuran lapangan menunjukkan Bangsring *Underwater* mencakup area dengan kategori sesuai (S2) untuk wisata selam. Indeks Kesesuaian Wisata berdasarkan pengukuran lapangan sebesar 53,71%. Hasil ini menunjukkan bahwa ada beberapa tempat di sekitar Bangsring *Underwater* yang cocok untuk lokasi penyelaman dan dapat dipromosikan sebagai tujuan wisata bahari.

Kata kunci: Terumbu Karang, Wisata Bahari, SPOT-6, Lyzenga

IDENTIFICATION OF CORAL REEF DISTRIBUTION USING
LYZENGA'S ALGORITHM TO SUPPORT MARINE
TOURISM AREA

(Case Study: Bangsring Underwater, Banyuwangi)

Name : Della Tri Ayu Nadya
NRP : 0331154000084
Departement : Geomatics Engineering, FTSLK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA.,
DESS.

ABSTRACT

Marine tourism is one of the leading sectors for development of the Bangsring beach area. Seeing the diversity of existing coral reef ecosystems, this beach is potential to be marine tourism in the form of diving tourism. But keep in mind that coral reefs are very sensitive to change in the surrounding environment, both by natural factors and human activities. Therefore, appropriate management policies need to be implemented in order to maintain the viability of coral reef ecosystems, one of which is by uses remote sensing technology, namely SPOT-6 satellite imagery.

The Lyzenga algorithm is used to map shallow water objects with horizontal homogeneity of clarity and sunlight that is capable of penetrating depths of up to 15-20 meters. Thus, the purpose of this study is to find out information on the distribution and types of coral reefs and to know the potential of marine tourism based on a map of coral reefs in Bangsring Underwater, Banyuwangi. The results of the study indicate that the results of the correction of the water column using the Lyzenga algorithm further reinforce the boundaries of the types of water substrate. Based on SPOT-6 image classification, the estimated area of living coral is 100 Ha. While the results of measurements in the study site using the Line Intercept Transect (LIT) method shows living coral cover

is around 50.42% and is dominated by Non Acropora and Acropora. Overall, both the interpretation and field measurements shows that Bangsring Underwater covers an area with a moderately suitable category (S2) for diving tourism. The tourism suitability index based on field measurements around 53.71%. These results suggest that there are several spots around Bangsring Underwater that are suitable for diving site and can be promoted as marine tourism destination.

Keywords: Coral Reefs, Marine Tourism, SPOT-6, Lyzenga

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI SEBARAN TERUMBU KARANG MENGUNAKAN ALGORITMA LYZENGA GUNA MENUNJANG KAWASAN WISATA BAHARI (Studi Kasus: Bangsring *Underwater*, Banyuwangi)

TUGAS AKHIR

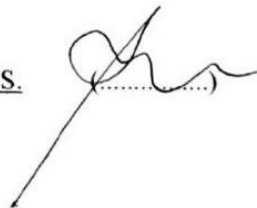
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DELLA TRI AYU NADYA
NRP. 0331154000084

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof.Dr.Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.
NIP. 19530527 198303 1 001



SURABAYA, JULI 2019



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Identifikasi Sebaran Terumbu Karang Menggunakan Algoritma Lyzenga Guna Menunjang Kawasan Wisata Bahari (Studi Kasus: Bangsring Underwater, Banyuwangi)”** dengan baik dan lancar.

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

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Hernanadi Hamzah dan Ibu ST. Rochaniyah serta seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungannya kepada penulis.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika ITS, khususnya angkatan 2015 (G17) yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, mulai dari pengambilan data sampai dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
5. Sahabat penulis, Damai Marisa, Anggraeni Arum, Nesia Balqis, dan Shabrina Amalia yang mendukung dalam suka maupun duka.
6. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Terumbu Karang.....	5
2.1.1 Kerusakan Terumbu Karang	8
2.2 Wisata Bahari	10
2.3 Penginderaan Jauh	13
2.3.1 <i>Ocean Remote Sensing</i>	16
2.4 Satelit SPOT-6.....	18
2.5 Perbaikan Citra	21
2.5.1 Koreksi Geometrik.....	21
2.5.2 Koreksi Radiometrik.....	22
2.6 Distribusi Titik Kontrol	24
2.6.1 <i>Ground Control Point (GCP)</i>	24
2.6.2 <i>Independent Control Point (ICP)</i>	25
2.7 Transformasi <i>Affine</i>	26
2.8 <i>Strength of Figure (SoF)</i>	27
2.9 Ketelitian Geometrik	29
2.10 Koreksi Kolom Air dengan Algoritma Lyzenga	32
2.11 Koreksi Kecerahan Perairan	33
2.12 Interpretasi Citra.....	34
2.13 Klasifikasi Citra.....	36
2.14 Uji Akurasi	37

2.15	<i>Line Intercept Transect</i>	38
2.16	Gambaran Umum Wilayah Penelitian	41
2.16.1	Karakteristik Fisik Perairan	43
2.17	Penelitian Terdahulu	44
BAB III METODOLOGI		47
3.1	Lokasi Penelitian	47
3.2	Data dan Peralatan	47
3.2.1	Data	47
3.2.2	Peralatan.....	48
3.3	Metodologi Penelitian.....	48
3.3.1	Tahap Pelaksanaan	48
3.3.2	Tahap Pengolahan	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1	<i>Pansharpening</i>	59
4.2	Koreksi Radiometrik.....	59
4.3	Koreksi Geometrik.....	63
4.4	Uji Ketelitian Geometrik	65
4.5	Pemotongan Citra	66
4.6	Pemisahan Region Darat dan Laut	67
4.7	Koreksi Kolom Air dengan Algoritma Lyzenga.....	67
4.7.1	Pembuatan <i>Training Area</i>	68
4.7.2	Penerapan Algoritma Lyzenga.....	69
4.8	Koreksi Kecerahan Perairan	71
4.9	Klasifikasi	73
4.9.1	Klasifikasi Hasil Koreksi Lyzenga	73
4.9.2	Klasifikasi Hasil Kecerahan Perairan.....	74
4.10	Uji Akurasi	75
4.11	Analisa	76
4.11.1	Analisa Sebaran Terumbu Karang	76
4.11.2	Analisa Akurasi Klasifikasi Tutupan Karang	82
4.11.3	Analisa Klasifikasi Kecerahan Perairan.....	84
4.11.4	Analisa Kesesuaian Wisata	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....		97

LAMPIRAN	103
BIODATA PENULIS.....	129

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Faktor Pembatas Terumbu Karang	8
Gambar 2.2 Komponen Penginderaan jauh	14
Gambar 2.3 Reflektansi Objek-Objek di Permukaan Bumi	17
Gambar 2.4 Satelit SPOT-6.....	19
Gambar 2.5 Peta Wisata Pantai Bangsring	41
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	47
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	49
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	51
Gambar 3.4 Lanjutan Diagram Alir Pengolahan Data	52
Gambar 3.5 Lanjutan Diagram Alir Pengolahan Data	53
Gambar 4.1 Hasil <i>Pansharpening (Zooming)</i>	59
Gambar 4.2 <i>Input</i> Parameter Konfigurasi 6SV	61
Gambar 4.3 Grafik Nilai Reflektan Hasil Koreksi Radiometrik .	62
Gambar 4.4 Desain Jaring	64
Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra.....	66
Gambar 4.6 Hasil Pemisahan Region Darat Dan Laut	67
Gambar 4.7 Hasil Lyzenga Sebelum <i>Stacking</i>	69
Gambar 4.8 Tampilan Hasil Algoritma Lyzenga	70
Gambar 4.9 Hasil dari Nilai Lyzenga.....	71
Gambar 4.10 Tampilan Hasil Algoritma Kecerahan.....	72
Gambar 4.11 Grafik Nilai Kecerahan.....	72
Gambar 4.12 Hasil Klasifikasi Lyzenga.....	74
Gambar 4.13 Hasil Klasifikasi Kecerahan	75
Gambar 4.14 Lokasi Titik Transek.....	79
Gambar 4.15 Diagram Tutupan Karang Metode LIT.....	80
Gambar 4.16 Diagram Keanekaragaman <i>Lifeform</i> Metode LIT .	81
Gambar 4.17 Tampilan Hasil Kesesuaian Wisata Citra SPOT-6	87

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Presentase Tutupan Karang	11
Tabel 2.2 Matriks Kesesuaian Wisata Selam	14
Tabel 2.3 Spesifikasi Citra Satelit SPOT-6	22
Tabel 2.4 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	27
Tabel 2.5 Ketelitian Geometri Peta RBI	32
Tabel 2.6 Ketentuan Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas	33
Tabel 2.7 Kelebihan dan Kekurangan Metode LIT	42
Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu	45
Tabel 4. 1 Parameter Koreksi Atmosfer Metode 6SV	60
Tabel 4.2 Parameter Reflektan Permukaan	60
Tabel 4.3 Tabel Nilai Koefisien 6SV	61
Tabel 4.4 Nilai RMSE Citra SPOT-6 (Hasil Pengolahan)	64
Tabel 4.5 Hasil Uji Ketelitian Geometrik (Hasil Pengolahan)....	65
Tabel 4.6 Nilai Hasil <i>Training Area</i>	68
Tabel 4.7 Nilai Kecerahan.....	73
Tabel 4.8 Klasifikasi Tutupan Lahan	74
Tabel 4.9 Perhitungan Uji Akurasi Lyzenga Citra SPOT-6 Tahun 2018.....	76
Tabel 4.10 Lokasi Titik Transek	79
Tabel 4.11 Persentase Tutupan Karang Tiap Stasiun Pengamatan	81
Tabel 4.12 Parameter Kesesuaian Wisata Kategori Selam.....	92

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk dalam kawasan segitiga terumbu karang dunia (*coral triangle*) yang merupakan pusat keanekaragaman terumbu karang dunia. Tingkat keanekaragaman terumbu karang di Indonesia tercatat 569 jenis atau sekitar 67% dari 845 total spesies karang di dunia (Giyanto dkk. 2017). Salah satu kawasan yang memiliki potensi terumbu karang yang cukup menarik adalah Bangsring *Underwater*.

Bangsring *Underwater* adalah kawasan pantai yang terletak di Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pantai ini terletak tepat diantara Selat Bali dan Laut Jawa. Pantai Bangsring memiliki garis pantai sepanjang 596 meter dimulai dari 8°2'58,6"-8°3'17,09" LS dan 114°25'48,8"-114°25'51,91" BT. Pantai ini menawarkan keanekaragaman hayati yang cukup tinggi, baik keanekaragaman jenis biota karang sebagai penyusun utama ekosistem tersebut maupun keanekaragaman biota laut lainnya sehingga memiliki daya tarik tersendiri dibandingkan objek wisata lain. Bangsring *Underwater* difungsikan berdasarkan zonasi dan dimanfaatkan untuk menunjang konservasi alam, pariwisata, penelitian, serta pendidikan. Karena Bangsring *Underwater* sudah dikenal sebagai lokasi penyelaman, maka kebijakan pengelolaan yang tepat perlu dilakukan dalam rangka menjaga kelangsungan hidup ekosistem karang. Ekosistem terumbu karang di Pantai Bangsring memiliki tutupan sebesar 38,33% pada bulan Januari tahun 2015 (Asadi dan Andrimida 2017).

Melihat belum adanya pemetaan zona-zona potensial wisata bahari khususnya wisata selam sebagai kegiatan wisata bahari di Bangsring *Underwater*, maka perlu dilakukan pengkajian analisis wilayah potensial wisata tersebut.

Didukung oleh tersedianya informasi dan dengan menggunakan perkembangan teknologi penginderaan jauh, maka akan lebih mudah untuk mendapatkan informasi dalam waktu singkat yang mungkin akan dapat digunakan untuk keperluan pengembangan wilayah tersebut. Salah satu satelit penginderaan jauh yang dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi sebaran terumbu karang pada perairan adalah Satelit SPOT-6. Citra Satelit SPOT-6 adalah citra satelit resolusi tinggi dengan resolusi spasial 6 m (multispektral) dan 1,5 m (pankromatrik). Dalam pengolahan citra satelit, algoritma Lyzenga (1978) adalah salah satu parameter untuk menganalisa keadaan terumbu karang dari suatu wilayah. Menurut Jaelani dkk. (2015), algoritma Lyzenga telah digunakan pada banyak studi pemetaan habitat karang dengan menggunakan berbagai data satelit.

Dalam menilai kesesuaian wisata bahari selam di Bangsring *Underwater* mempertimbangkan nilai harkat dan bobot masing-masing parameter fisik yakni kondisi terumbu karang dan kecerahan perairan dengan menerapkan teknik *overlay* pendekatan kuantitatif berjenjang tertimbang. Algoritma kecerahan yang digunakan adalah algoritma hasil penelitian dari Mujito (1997). Kekeruhan yang tinggi atau kecerahan yang rendah dapat menghambat penetrasi cahaya kedalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis. Oleh karena itu, faktor kecerahan memegang bobot tertinggi dalam pembentukan kesesuaian wisata selam.

Hasil penelitian ini berupa potensi wisata bahari berdasarkan peta terumbu karang dan kecerahan yang diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan bagi pemerintah dan instansi terkait untuk mengambil tindakan pencegahan dan rehabilitasi untuk konservasi terumbu karang di kawasan wisata bahari Bangsring *Underwater*, Banyuwangi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana memetakan atau mengidentifikasi sebaran terumbu karang di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi dengan data Citra Satelit SPOT-6 akuisisi 25 Agustus 2018?
- b. Bagaimana kesesuaian potensi wisata bahari berdasarkan peta terumbu karang dan kecerahan perairan di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi berdasarkan data Citra Satelit SPOT-6 akuisisi 25 Agustus 2018?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan yaitu Citra Satelit SPOT-6 akuisisi 25 Agustus 2018 dan data pemantauan di lapangan kondisi terumbu karang tahun 2019.
- b. Penelitian hanya difokuskan pada daerah dangkal dengan kedalaman 3-5 meter yang terdapat terumbu karang.
- c. Parameter yang digunakan dalam interpretasi citra untuk menentukan kesesuaian wisata bahari yaitu kecerahan perairan danutupan komunitas karang.
- d. Parameter yang digunakan dalam pengukuran lapangan untuk menentukan kesesuaian wisata bahari yaitu kecerahan perairan,utupan komunitas karang, jumlah jenis *lifeform* karang, dan kedalaman terumbu karang.
- e. Hasil dari penelitian berupa peta sebaran terumbu karang pengembangan potensi wisata bahari Pantai Bangsring, Banyuwangi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui informasi persebaran terumbu karang di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi untuk kajian lebih lanjut.
- b. Mengetahui kesesuaian potensi wisata bahari berdasarkan peta terumbu karang dan kecerahan perairan di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi tentang potensi wisata bahari di Pantai Bangsring, Banyuwangi.
- b. Memberikan masukan khususnya kepada pengelola konservasi di Pantai Bangsring, Banyuwangi sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan dan rehabilitasi ekosistem terumbu karang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Terumbu Karang

Menurut LIPI (2017), terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Terumbu karang (*coral reef*) adalah organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis dan memiliki produktivitas tinggi (Pasaribu 2008). Sebagaimana tertera pada lampiran Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: KEP.38/MEN/2004, bahwa terumbu karang dan segala kehidupan yang terdapat di dalamnya merupakan salah satu kekayaan alam yang bernilai tinggi.

Berdasarkan kebijakan satu peta (*one map policy*) yang diamanatkan dalam UU No.4 tahun 2011, dirilis bahwa total luas terumbu karang di Indonesia adalah 2,5 juta hektar (Giyanto dkk. 2017). Sekitar dua pertiga jenis karang dapat dijumpai di Indonesia, sehingga wilayah Indonesia digambarkan berada dalam area segitiga karang (*coral triangle*) dunia. Kekayaan jenis karang Indonesia berada dalam 14 *ecoregion* dari total 141 *ecoregion* sebaran karang dunia dengan kisaran 300-500 lebih jenis karang. Total kekayaan jenis karang keras (*ordo Scleractinia*) Indonesia diperkirakan mencapai 569 jenis atau sekitar 67% dari 845 total spesies karang di dunia.

Terumbu karang memiliki manfaat untuk menjaga kestabilan kondisi ekologi pada perairan laut, antara lain sebagai habitat, tempat memijah, dan tempat berlindung bagi berbagai jenis hewan. Ekosistem terumbu karang mempunyai manfaat yang bermacam-macam, yakni sebagai tempat hidup bagi berbagai biota laut tropis lainnya sehingga terumbu karang memiliki keanekaragaman jenis biota sangat tinggi dan sangat produktif, dengan bentuk dan warna yang

beraneka ragam, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan makanan dan daerah tujuan wisata, selain itu juga dari segi ekologi terumbu karang berfungsi sebagai pelindung pantai dari hempasan ombak (Amin 2009). Di banyak negara tropis, terumbu karang menjadi objek pariwisata yang sangat penting. Menurut Burke dkk. (2012), di seluruh dunia, lebih dari 100 negara atau wilayah mendapatkan keuntungan dari pariwisata yang berhubungan dengan terumbu karang. Ekosistem terumbu karang dapat dimanfaatkan sebagai objek wisata bahari dikarenakan ekosistem terumbu karang yang kaya akan keanekaragaman spesies dan penghuninya disebabkan habitat pada ekosistem terumbu karang yang bervariasi (Putra 2013).

Beberapa faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang adalah (Giyanto dkk. 2017):

a. Cahaya

Karang hidup bersimbiosis dengan alga *zooxanthellae*, yang hidup di dalam jaringan karang sehingga memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu, karang sulit tumbuh dan berkembang pada kedalaman dimana penetrasi cahaya sangat kurang, biasanya pada kedalaman lebih dari 50 m.

b. Salinitas

Salinitas ideal bagi pertumbuhan adalah berkisar antara 30-36%. Air tawar dengan salinitas rendah dapat membunuh karang. Oleh karena itu karang tidak dijumpai di sungai ataupun muara sungai yang memiliki salinitas yang rendah.

c. Suhu

Karang dapat hidup pada suhu perairan di atas 18°C. Suhu ideal untuk pertumbuhan karang berkisar antara 27-29°C. Adanya kenaikan suhu air laut di atas suhu normalnya, akan menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) sehingga warna karang menjadi putih. Bila hal tersebut berlanjut hingga beberapaminggu, akan

menyebabkan kematian. Adanya pengaruh suhu untuk pertumbuhan karang menyebabkan penyebaran karang hanya terjadi pada daerah subtropis dan tropis, yaitu pada sekitar 30° LU - 30° LS.

d. Sedimentasi

Butiran sedimen dapat menutupi polip karang, dan bila berlangsung lama bisa menyebabkan kematian karang. Oleh karena itu, karang tidak dijumpai pada perairan yang tingkat sedimentasinya tinggi.

e. Kualitas Perairan

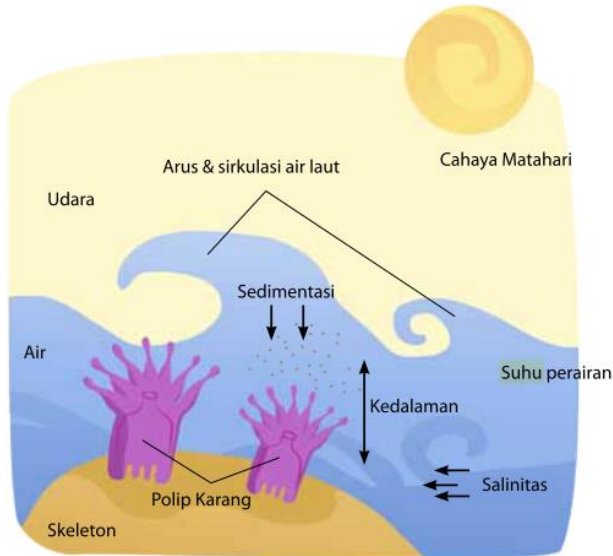
Perairan yang tercemar, baik yang diakibatkan karena limbah industri maupun rumah tangga (domestik) akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan karang. Perairan dapat saja menjadi keruh dan kotor karena limbah pencemar, ataupun penuh dengan sampah. Bahan pencemar tentu saja akan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan karang, sedangkan perairan yang keruh dapat menghambat penetrasi cahaya ke dasar perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis pada *zooxanthellae* yang hidup bersimbiosis dengan karang.

f. Arus dan Sirkulasi Air Laut

Arus dan sirkulasi air diperlukan dalam penyuplaian makanan yang diperlukan dalam proses pertumbuhan karang dan suplai oksigen dari laut lepas. Selain itu, arus dan sirkulasi air juga berperan dalam proses pembersihan dari endapan material yang menempel pada polip karang. Tempat dengan arus dan ombak yang tidak terlalu besar merupakan tempat yang ideal untuk pertumbuhan karang. Tempat dengan arus dan ombak yang besar dapat mengganggu pertumbuhan karang, misalnya pada daerah-daerah terbuka yang langsung menghadap ke laut lepas, dengan ombak yang selalu besar sepanjang masa.

g. Substrat

Larva karang yang disebut planula memerlukan substrat yang keras dan stabil untuk menempel, hingga tumbuh menjadi karang dewasa. Substrat yang labil, seperti pasir akan sulit bagi planula untuk menempel.



Gambar 2.1 Faktor Pembatas Terumbu Karang (Giyanto dkk. 2017)

2.1.1 Kerusakan Terumbu Karang

Berdasarkan penelitian LIPI (2017), hasil yang diperoleh dari 1064 stasiun di 108 lokasi yang menyebar di seluruh perairan Indonesia, kondisi terumbu karang yang dalam kondisi sangat baik sebesar 6,39%, kondisi baik sebesar 23,40%, kondisi cukup sebesar 35,06% dan kondisi jelek sebesar 35,15%. Terumbu karang sangat sensitif terhadap gangguan pada lingkungannya. Apabila terumbu karang mengalami kematian (rusak) maka akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Menurut Rauf dan Yusuf (2004), beberapa jenis

terumbu karang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Kerusakan ekosistem terumbu karang dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu karena faktor alam dan ulah manusia (antrophogenik). Faktor alam berupa perubahan faktor fisika-kimia lingkungan dan faktor biologi. Perubahan faktor fisika-kimia lingkungan misalnya terjadi perubahan suhu air laut yang ekstrim, yaitu diluar batas suhu toleransi terumbu karang (*El Nino*) dan adanya gelombang pasang dengan kekuatan yang besar (*tsunami*). Kerusakan karena faktor biologi disebabkan karena adanya predator. Predator karang dapat berupa ikan pemakan karang, seperti ikan kakak tua dan ikan kepe-kepe, maupun biota-biota laut seperti *Acanthaster lanciai*, *Gastropoda*, *Drupella rugosa*, dan bulu babi. Kerusakan terumbu karang karena ulah manusia dapat terjadi melalui berbagai aktivitas, seperti kegiatan pengambilan karang (*coral mining*), penangkapan ikan dengan menggunakan bom dan/atau potas, kegiatan pariwisata yang pasti akan menimbulkan limbah baik limbah padat maupun limbah cair, serta berbagai kegiatan pembangunan yang dilakukan di sekitar pantai seperti pengerukan yang berkaitan dengan pembangunan konstruksi di tepi pantai (Raazy 2018).

Dalam menentukan status kondisi terumbu karang, telah dibuat kriteria baku kerusakan terumbu karang dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.4 Tahun 2001.

Tabel 2.1 Presentase Tutupan Karang (MENLH 2001)

Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang (dalam %)	Kondisi
0,00 – 24,90 %	Buruk

Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang (dalam %)	Kondisi
25,00 – 49,90 %	Sedang
50,00 – 74,90 %	Baik
75,00 – 100,00 %	Baik Sekali

2.2 Wisata Bahari

Menurut UU No. 10 Tahun 2009 tentang Kepariwisata, pengertian wisata bahari atau tirta adalah usaha yang menyelenggarakan wisata dan olah raga air, termasuk penyediaan sarana dan prasarana, serta jasa lainnya yang dikelola secara komersial di perairan laut, pantai, sungai, danau, dan waduk. Ekowisata bahari merupakan jenis wisata minat khusus yang memiliki aktivitas yang berkaitan dengan kelautan, baik yang dilakukan di bawah laut maupun di atas permukaan laut (KKP 2018). Secara umum, ekowisata bahari mencakup tiga kawasan, yaitu di permukaan laut, di bawah laut dan di pesisir pantai. Ekowisata bahari merupakan wisata lingkungan (*eco-tourism*) yang berlandaskan daya tarik bahari di lokasi atau kawasan yang didominasi perairan atau kelautan. Ekowisata bahari, menyajikan ekosistem alam khas laut berupa hutan *mangrove*, taman laut, serta berbagai fauna, baik fauna di laut maupun sekitar pantai.

Pembangunan ekowisata bahari pada hakikatnya adalah upaya mengembangkan dan memanfaatkan objek serta daya tarik wisata bahari di kawasan pesisir dan lautan Indonesia. Daya tarik ini bisa berupa kekayaan alam yang indah, keragaman flora dan fauna seperti terumbu karang dan berbagai jenis ikan hias (Pramudji 2002). Konsep ekowisata tidak hanya mengedepankan faktor pertumbuhan ekonomi, tetapi juga menjaga keseimbangan antara kegiatan pemanfaatan dan kelestarian sumber daya.

Salah satu potensi yang dapat dikembangkan dalam ekowisata bahari yaitu berupa menyelam. Wisata selam dilakukan untuk melihat keindahan terumbu karang bawah air dengan menyelam ke dalam kolom perairan sampai kedalaman tertentu. Kesesuaian wisata selam mempertimbangkan enam parameter dengan empat klasifikasi penilaian. Parameter kesesuaian wisata selam, yaitu kecerahan perairan, tutupan komunitas karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, dan kedalaman terumbu karang (KKP 2018).

Penentuan kelas kesesuaian wisata bahari dilakukan dengan metode pembobotan. Menurut Yulianda (2007), kelas kesesuaian wisata bahari terbagi kedalam 4 (empat) kelas, yaitu:

- a. S1: Nilai 75 – 100%: Sangat Sesuai
Suatu kawasan yang dikembangkan tidak mempunyai pembatas yang serius untuk menerapkan perlakuan yang diberikan atau hanya mempunyai pembatas yang tidak berarti atau tidak berpengaruh secara nyata terhadap penggunaannya dan tidak akan menaikkan masukan/tingkatan perlakuan yang diberikan.
- b. S2: Nilai 50 – <74,9%: Sesuai
Suatu kawasan memiliki pembatas-pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas ini akan meningkatkan masukan/tingkatan perlakuan yang diperlukan.
- c. S3: Nilai 25 – <49,9%: Sesuai Bersyarat
Suatu daerah mempunyai pembatas-pembatas yang serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas akan lebih meningkatkan masukan perlakuan yang diperlukan.
- d. N: Nilai < 24,9%: Tidak Sesuai
Suatu daerah memiliki pembatas yang permanen, sehingga mencegah segala kemungkinan perlakuan pada daerah tersebut.

Tabel 2.2 Matriks Kesesuaian Wisata Selam (Yulianda 2007)

No.	Kriteria	Bobot	Kelas Kesesuaian			
			S1	S2	S3	N
1.	Kecerahan Perairan (%)	5	>80	50-80	20- <50	<20
2.	Tutupan Komunitas Karang (%)	5	>75	>50- 75	25-50	<25
3.	Jumlah Jenis <i>Lifeform</i> Karang	3	>12	<7-12	4-7	<4
4.	Jenis Ikan Karang	3	>100	50- 100	20- <50	<20
5.	Kecepatan Arus (Knot)	1	0-15	>15- 30	>30- 50	>50
6.	Kedalaman Terumbu Karang (m)	1	<15	>15- 20	>20- 30	>30

Keterangan:

Kategori S1: Nilai skor 3.

Kategori S2: Nilai skor 2.

Kategori S3: Nilai skor 1.

Kategori N: Nilai skor 0.

Menurut Yulianda (2007), setiap parameter memiliki bobot dan skor, dimana pemberian bobot berdasarkan tingkat kepentingan suatu parameter terhadap perencanaan kawasan wisata. bobot yang diberikan adalah 5 (lima), 3 (tiga), dan 1 (satu). Kriteria untuk masing-masing pembobotan adalah sebagai berikut:

1. Pemberian bobot 5: hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa unsur parameter sangat diperlukan atau parameter kunci.
2. Pemberian bobot 3: hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa unsur parameter sedikit diperlukan atau parameter yang cukup penting.
3. Pemberian bobot 1: hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa unsur parameter dalam unsur penilaian tidak begitu diperlukan tetapi harus selalu ada atau parameter ini tidak penting, yang artinya tanpa parameter ini kegiatan masih bisa berjalan.

Indeks Kesesuaian Wisata (IKW) adalah lanjutan penilaian yang diperoleh dari matriks kesesuaian ekowisata bahari yaitu (Yulianda 2007):

$$IKW = \sum \left[\frac{Ni}{54} \right] \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana:

IKW = Indeks Kesesuaian Wisata.

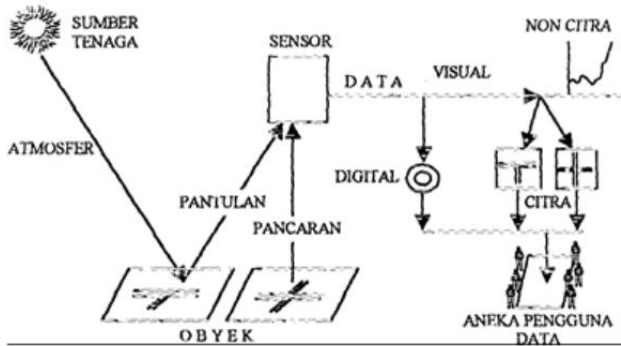
Ni = Nilai parameter ke-i (bobot x skor).

2.3 Penginderaan Jauh

Menurut Sukojo (2012), penginderaan jauh adalah suatu pengukuran atau pemerolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak terjadi kontak langsung atau bersinggungan dengan objek atau fenomena yang dikaji. Selain itu, penginderaan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menafsirkan citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara energi elektromagnetik dan objek (Janssen dan Huurneman 2001).

Informasi diperoleh dengan cara deteksi dan pengukuran berbagai perubahan yang terdapat pada lahan dimana objek berada. Proses tersebut dilakukan dengan cara perabaan atau perekaman energi yang dipantulkan atau

dipancarkan, memproses, menganalisa dan menerapkan informasi tersebut. Raazy (2018), menyatakan bahwa ada empat komponen fisik yang terlibat dalam penginderaan jauh. Keempat komponen tersebut adalah matahari sebagai sumber energi yang berupa radiasi elektromagnetik, atmosfer yang merupakan media lintasan dari radiasi elektromagnetik, sensor yang mendeteksi radiasi elektromagnetik dan mengubahnya dalam bentuk sinyal yang dapat diproses atau direkam serta objek yang dideteksi oleh satelit. Gambar konsep dasar dari komponen penginderaan jauh digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Komponen Penginderaan jauh (Raazy 2018)

Teknik mengindera permukaan bumi dibagi menjadi dua bagian, yaitu secara pasif dan aktif (Anggarwal 2009).

- a. Secara pasif, yaitu sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana, contohnya seperti matahari. Pengukuran dengan cara merekam pantulan radiasi matahari dari benda-benda di permukaan bumi. Sensor pasif biasanya menggunakan panjang gelombang sinar tampak hingga infra merah.
- b. Secara aktif, yaitu sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga

elektromagnetik yang terintegrasi pada wahana tersebut. Pengukuran dengan cara sensor memantulkan radiasi di panjang gelombang mikro ke permukaan bumi dan merekam pantulannya.

Kualitas gambar citra penginderaan jauh dapat dilihat berdasarkan resolusi yang digunakan. Paling utama dapat dibedakan menjadi 4 yaitu (Jaelani 2009):

- Resolusi Spasial yaitu berapa ukuran objek yang bisa diwakili oleh satu *pixel*. Semakin kecil ukuran objek yang bisa dikenal oleh sensor maka semakin tinggi resolusi spasialnya.
- Resolusi Spektral yaitu berapa banyak *wavelength* yang dapat direkam atau berapa banyak *spectral band* yang dimiliki oleh sebuah sensor atau dengan kata lain, resolusi spektral didefinisikan sebagai kemampuan sensor untuk mengisi kanal yang ada dengan *wavelength*. Semakin kecil interval kanal (atau semakin banyak *spectral band*) maka resolusi spektralnya akan semakin baik.
- Resolusi Temporal yaitu berapa lama (*revisit time*) sebuah sensor dapat melintas di atas daerah yang sama. Semakin singkat waktu *revisit timenya* maka semakin tinggi resolusi temporalnya.
- Resolusi Radiometrik yaitu berapa banyak *bit* yang digunakan dalam satu *pixel*. Semakin banyak *bit*-nya maka semakin bagus citra (*image*) yang kita miliki.

Menurut Ray (2004), penginderaan jauh memiliki kelebihan dibandingkan pengamatan secara konvensional, yaitu:

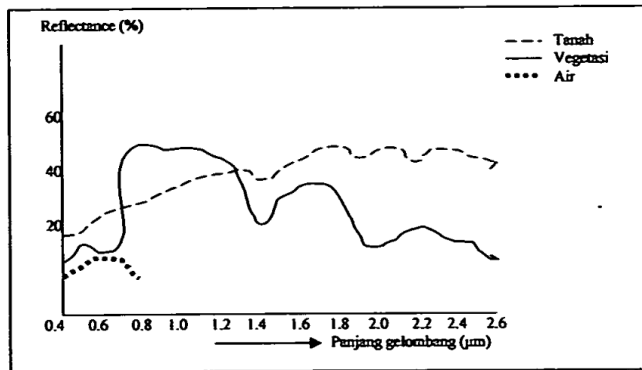
- i. Kemampuan untuk memperoleh pandangan sinoptik.
- ii. Berpotensi untuk survei cepat.
- iii. Kemampuan jangkauan berulang untuk mendeteksi perubahan.
- iv. Biaya rendah.
- v. Akurasi yang lebih tinggi.

- vi. Penggunaan data multispektral untuk meningkatkan informasi.
- vii. Mencakup area yang tidak dapat diakses.
- viii. Bekerja pada segala kondisi cuaca maupun siang dan malam.

2.3.1 Ocean Remote Sensing

Pemanfaatan data penginderaan jauh dan telah banyak dilakukan dalam kaitannya dengan wilayah pesisir dan lautan khususnya sektor perikanan dan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan, seperti: aplikasi penginderaan jauh untuk memberikan informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI), kesesuaian lahan perairan untuk usaha budidaya laut dan pariwisata bahari, identifikasi potensi wilayah pesisir (seperti hutan bakau, terumbu karang, padang lamun dan pasir), zonasi kawasan konservasi laut, analisa potensi ekonomi wilayah pesisir pulau-pulau kecil, pengamatan perubahan garis pantai, analisa pencemaran lingkungan perairan dan lain sebagainya (Syah 2010).

Dari sekian banyak karakteristik yang bisa dideteksi oleh satelit, ada dua karakteristik yang bisa ditangkap oleh sensor satelit dalam penginderaan jauh kelautan, yaitu suhu permukaan laut, dan persebaran klorofil (Afifi 2015). Prinsip penginderaan jauh pada bidang kelautan mengacu pada fenomena alam yang menunjukkan adanya karakteristik objek di bumi yang sangat spesifik dalam merespon energi matahari (yang berada pada spektrum elektromagnetik) (Afifi 2015).



Gambar 2.3 Reflektansi Objek-Objek di Permukaan Bumi (Paulus 2006)

Pada gambar 2.3 di atas, disajikan kurva pantulan spektral untuk tiga jenis objek inderaja, yaitu vegetasi, tanah kering, dan air. Puncak kurva pantulan dari objek air, tanah kering, dan vegetasi terjadi pada panjang gelombang yang berbeda. Puncak pantulan air terjadi pada panjang gelombang $\pm 0,45 \mu\text{m}$ (spektrum biru), sedangkan puncak pantulan vegetasi (secara umum) dengan kondisi pertumbuhan yang normal terjadi pada panjang gelombang $\pm 0,58 \mu\text{m}$ (spektrum hijau) dan pada spektrum inframerah dekat, yaitu 0,8 sampai 1,1 μm (Suwargana 2014).

Kemampuan merambat (*propagation*) di dalam kolom air dari ketiga spektrum tampak mata tersebut dan reaksi spektralnya sangatlah beragam. Gelombang tampak mata biru (*visible blue*) mempunyai kemampuan rambat yang sangat tinggi, dimana gelombang ini dapat menebus lapisan air sampai ke dalam 100 m (Afifi 2015). Gelombang tampak mata hijau (*visible green*) mempunyai kemampuan rambat (*propagation*) yang lebih pendek didalam tubuh air dibandingkan dengan gelombang tampak mata biru (*visible blue*). Sedangkan gelombang tampak mata

merah (*visible red*) merupakan gelombang yang terpendek dalam menebus lapisan kolom air. Di dalam kolom air gelombang tampak mata ini akan mengalami absorpsi maupun transmisi. Dan apabila gelombang ini berinteraksi dengan materi yang berada di dalam kolom air barulah akan terjadi refleksi yang nilainya akan direkam oleh sensor pada satelit (Afifi 2015).

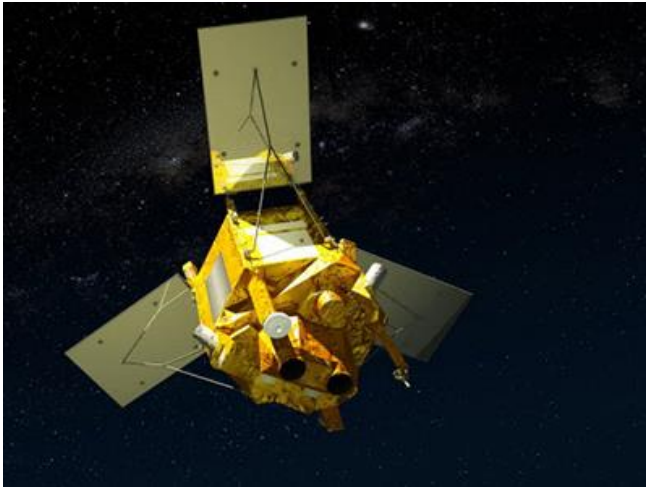
2.4 Satelit SPOT-6

SPOT-6 merupakan salah satu citra resolusi tinggi penginderaan jauh Satelit optis SPOT-6 dikembangkan oleh AIRBUS *Defence and Space* dan diluncurkan pada 9 September 2012 dengan Roket PSLV dari Pusat Antariksa Satish Dhawan, India. Satelit SPOT-6 (dan juga bersama SPOT-7) menggantikan posisi SPOT-4 dan SPOT-5 yang telah beroperasi sejak tahun 1998 dan 2002.

Selain itu stasiun bumi dan antariksanya juga telah dirancang dengan perbaikan kinerja dibandingkan sebelumnya terutama dalam hal aktifitas akuisisi khusus yang meliputi ketepatan pengiriman dan akuisisi (area liputan sebesar 6.000.000 sq.km per hari). Satelit ini dilengkapi dengan empat fitur CMG (*Control Moment Gyroscope*) pada sistem kontrolnya, sehingga satelit SPOT-6 dapat melakukan manuver pergerakan yang lebih cepat dari generasi SPOT sebelumnya. Kelincahan SPOT-6 dalam pergerakannya mampu mengakuisisi data permukaan bumi dalam beberapa mode akuisisi, yaitu: *target mode*, *long strip mode*, *multi strip mode*, dan *corridor mode*.

SPOT-6 membawa sensor NAOMI (*New AstroSat Optical Modular Instrument*) dengan resolusi spasial lebih tinggi dibandingkan sensor HRVIRSPOT-4 dan HRGSPOT-5 yang beroperasi sebelumnya. Data yang dihasilkan yakni citra kanal tunggal pankromatik resolusi 1,5 m dan citra multispektral resolusi 6 m. Masing-masing kanal bekerja pada panjang gelombang berikut: kanal pankromatik 450 – 745 nm,

kanal biru 455 – 525 nm, kanal hijau 530-590 nm, kanal merah 625 – 695 nm, dan kanal inframerah dekat (NIR) 760 – 890 nm.



Gambar 2.4 Satelit SPOT-6 (satimagingcorp.com)

SPOT-6 merupakan satelit generasi SPOT pertama yang mempunyai kanal spektral warna biru. Kanal spektral biru berpotensi mempertegas batas tepi pantai, sedimentasi laut dan mendeteksi terumbu karang yang sulit dideteksi oleh kanal multispektral lainnya (pustekdata.lapan.go.id). SPOT-6 menggunakan orbit *sun-synchronous* dengan periode orbit 98,79 menit selama 26 hari. *Sun-synchronous* merupakan orbit satelit yang mensinkronkan pergerakan satelit dalam orbit, presisi bidang orbit dan pergerakan bumi mengelilingi matahari sedemikian rupa hingga satelit tersebut akan selalu melewati lokasi tertentu dipermukaan bumi pada waktu lokal yang sama setiap hari.

Tabel 2.3 dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari satelit SPOT-6

Tabel 2.3 Spesifikasi Citra Satelit SPOT-6 (Airbus 2014)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	1,5 m GSD pada nadir	6 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	450-745 nm	Biru (455-525 nm) Hijau (530-590 nm) Merah (625-695 nm) Inframerah Dekat (760-890 nm)
Lebar Sapuan	60 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	30-40 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 10 tahun	
Waktu Pengulangan	1-3 Hari bersamaan dengan SPOT-7	
Ketinggian Orbit	694 km	
Inklinasi	98,79°	
Waktu Lintasan Equatorial	10:00 am	
Orbit	Sinkron matahari (<i>Sun-synchronous</i>)	
Level Proses	Primer dan ortho	
Tingkat Akurasi	35m tanpa GCP (CE90) 10m dengan Referensi 3D (CE90)	

SPOT-6 dioperasikan pada orbit yang sama dengan satelit resolusi sangat tinggi Pléiades 1A dan Pléiades 1B. Data ini dapat diaplikasikan di bidang pertahanan, pertanian, pemantauan tutupan lahan dan hutan, pantai, teknik, minyak, gas, dan industri pertambangan (satimagingcorp.com).

2.5 Perbaikan Citra

2.5.1 Koreksi Geometrik

Menurut Peraturan Pemerintah No. 11 Tahun 2018 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kegiatan Penginderaan jauh, pengertian koreksi geometrik adalah proses untuk memperbaiki posisi/koordinat data sehingga sesuai dengan posisi di permukaan bumi. Tujuan koreksi geometrik yaitu (Kadir dan Susanto 2013):

- Melakukan rektifikasi (perbaikan) dan restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
- Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau multitemporal.
- Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Koreksi geometrik yang biasa dilakukan adalah koreksi geometrik sistematis dan koreksi geometrik presisi. Masing-masing sebagai berikut (Kadir dan Susanto 2013):

- a. Koreksi geometrik sistematis adalah koreksi dengan menggunakan informasi karakteristik sensor yaitu orientasi internal berisi informasi panjang *focus system* optiknya dan koordinat titik dalam bidang citra sedangkan distorsi lensa dan

difraksi atmosfer dianggap kecil pada sensor indera satelit, serta orientasi eksternal berisi koordinat titik utama pada bidang bumi (*ground space*) serta tiga sudut relatif antara bidang citra dan bidang bumi.

- b. Koreksi geometrik presisi adalah koreksi dengan meningkatkan ketelitian geometrik dengan menggunakan titik kendali atau kontrol tanah (*Ground Control Point* biasa disingkat GCP). GCP adalah titik yang diketahui koordinatnya secara tepat dan dapat terlihat pada citra indera satelit seperti perempatan jalan dan lain-lain.

2.5.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik adalah koreksi yang diberikan pada sebuah citra akibat adanya kesalahan karena kondisi atmosfer, kesalahan karena sistem optik, ataupun kesalahan sudut elevasi matahari. Kesalahan ini merupakan kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra agar mendekati harga yang seharusnya. Penyebab kesalahan radiometrik antara lain (Alhadir 2016):

- a. Kesalahan pada sistem optik. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.
- b. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linier, dan terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.

Koreksi radiometrik dilakukan dua tahap, yang pertama yaitu melakukan kalibrasi radiometrik dan kemudian dilanjutkan dengan koreksi atmosfer.

- i.) Kalibrasi radiometrik dilakukan pada citra untuk mengkonversi nilai DN (*Digital Number*) citra ke nilai radian TOA (*Top of Atmosphere*).

$$L_{\lambda,kanal} = \frac{K_{kanal} \times q_{kanal}}{\Delta\lambda_{kanal}} \quad (2.2)$$

Dimana:

$L_{\lambda,kanal}$ = Nilai radian spektral ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$).

K_{kanal} = Faktor kalibrasi radiometrik absolut kanal citra ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{count}^{-1}$).

q_{kanal} = Nilai piksel kanal citra.

$\Delta\lambda_{kanal}$ = Lebar kanal (*bandwidth*) efektif (μm).

- ii.) Koreksi atmosfer merupakan suatu proses yang digunakan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer yaitu molekul (*rayleigh scattering*) dan partikel (*aerosol scattering*) yang direkam oleh sensor. Metode 6SV (*Second Simulation of a Satellite Signal in The Solar Spectrum Vector*) adalah kode komputer yang secara akurat mensimulasikan transfer radiasi elektromagnetik sinyal optik melalui atmosfer. Prinsip utama dari koreksi atmosfer 6SV yaitu dengan memasukkan beberapa parameter mengenai tanggal akuisisi citra, model atmosfer, model aerosol, dan *visibility* pada daerah daerah penelitian untuk mendapatkan koefisien parameter x_a , x_b , dan x_c (Vermote dkk. 2006) Persamaan metode 6SV adalah sebagai berikut (Jaelani 2016):

$$\rho_{BoA} = y_{\lambda} / (1 + x_{c\lambda} * y_{\lambda}) \quad (2.3)$$

$$y_{\lambda} = xa_{\lambda} * (L_{ToA}) - xb_{\lambda} \quad (2.4)$$

Dimana:

ρ_{BoA} = Reflektan permukaan.

L_{ToA} = Radian atmosfer ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$).

xa, xb, xc = Parameter 6SV.

2.6 Distribusi Titik Kontrol

2.6.1 Ground Control Point (GCP)

GCP atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi GCP sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Nurwauziyah dkk. 2016). Lokasi ideal saat pengambilan GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/monumen/bangunan yang mudah diidentifikasi atau dikenal. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Nurwauziyah dkk. 2016).

Titik kontrol tanah yang dibutuhkan dalam proses rektifikasi ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu:

- a. *Image to map*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari peta yang mempunyai liputan yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.
- b. *Image to image*, dimana titik kontrol tanah diperoleh citra lain yang terkoreksi dan mempunyai daerah liputan yang sama.

- c. *Image to GPS*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari pengukuran GPS langsung di lapangan.

2.6.2 Independent Control Point (ICP)

ICP atau titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah. ICP digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan GCP. Syarat persebaran ICP dalam area penelitian adalah sebagai berikut (BIG 2017):

- a. Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
 - Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.
- b. Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.
- c. Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan (BIG 2017)

Luasan (km ²)	Jumlah Titik Uji untuk Ketelitian Horizontal
< 250	12

Luasan (km²)	Jumlah Titik Uji untuk Ketelitian Horizontal
251 - 500	20
501 - 750	25
751 - 1000	30
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.7 Transformasi Affine

Transformasi *affine* adalah transformasi dengan enam parameter yang membutuhkan paling tidak tiga titik kontrol. Jika tersedia lebih dari tiga titik kontrol, akan terjadi redundansi dan akan menghasilkan ketepatan yang lebih baik untuk seluruh titik-titik yang akan ditransformasikan. Pada transformasi *affine* garis lurus ditransformasikan menjadi garis lurus. Biasanya ukuran, bentuk, posisi dan orientasi garis-garis dalam jaringan akan berubah. Faktor perbesaran tergantung pada orientasi garis dan tidak tergantung pada posisinya dalam jaringan, sehingga semua garis dalam suatu arah tertentu akan mempunyai faktor perbesaran yang sama. Berikut persamaan transformasi *affine* berbentuk polinomial derajat satu (Buana 2016):

$$X = ax + by + c_1 \quad (2.5)$$

$$Y = ex + dy + c_2 \quad (2.6)$$

Untuk mendapatkan nilai parameter transformasi a, b, e, d, c1, dan c2, persamaan diatas ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x & y & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ e \\ d \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Dimana:

- (X,Y) = Koordinat hasil hitungan.
 (x,y) = Koordinat yang menjadi referensi.
 (a, b, e, d, c₁, c₂) = Parameter yang digunakan dalam transformasi.

2.8 Strength of Figure (SoF)

SoF (*Strength of Figure*) adalah kekuatan geometrik (bentuk) rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaring. Kekuatan geometrik jaring segitiga yang baik dicerminkan oleh harga SoF yang kecil dan akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaring. Perhitungan ini sangat penting untuk menentukan susunan pada sistem triangulasi. SoF dapat disebut juga kekuatan jaring poligon. Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat memengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka jaring tersebut (Candra 2011). Hasil perhitungan SoF yang diterima adalah ≤ 1 (Nurwauziyah dkk. 2016). Rumus menghitung SoF yaitu:

$$C = (n' - S' + 1) + (n - 2S + 3) \quad (2.8)$$

Dimana:

- n' = Jumlah *baseline* yang diukur dari dua arah.
 n = Jumlah seluruh *baseline*.
 S = Jumlah seluruh titik.
 S' = Jumlah titik yang diukur dengan dua arah.

$$D = 2x(n - 1) + \sum \text{baseline 1 arah} \quad (2.9)$$

$$SOF = \frac{D - C}{D} \cdot \Sigma(\delta_a^2 + \delta_a\delta_b + \delta_b^2) \quad (2.10)$$

Dimana:

D = Total arah dalam jaring.

C = Jumlah syarat sudut dan syarat sisi.

δ_a = Harga diferensial pada desimal keenam dari log sin A, dimana A adalah sudut yang berhadapan dengan sisi yang dihitung.

δ_b = Harga diferensial pada decimal keenam dari log sin B, dimana B adalah sudut yang berhadapan dengan sisi yang dihitung.

Dalam setiap segitiga tunggal terdapat dua kemungkinan arah hitungan (pemilihan sudut A), tergantung pada sisi yang akan dihitung. Dua arah hitungan ini memiliki SoF, R1, R2 yang berbeda yaitu bila kedua sudut pilihan tidak sama besar. Notasi D menunjukkan jumlah arah yang diamati dengan theodolit dalam pengukuran sudut horizontal, sisi yang diduduki alat theodolit pada kedua ujungnya diberikan harga D=2. Sedang yang hanya diduduki salah satu ujungnya, diberikan D=1. Sisi awal jaring dianggap diketahui arahnya dan tidak diperhitungkan. Jumlah kondisi C merupakan penjumlahan kondisi sudut (Ca) dan kondisi sisi (Cs). Berikut adalah rumus untuk mendefinisikan kondisi sudut (Candra 2011).

$$C = C_a + C_s = (N' - S' + 1) + (N - 2S + 3) \quad (2.11)$$

Dimana:

C = Penjumlahan kondisi sudut dan kondisi sisi.

Ca = Jumlah sudut.

Cs = Jumlah sisi.

N = Jumlah *baseline*.

N' = Jumlah *baseline* yang diukur 2 kali.

S = Jumlah titik.

S' = Jumlah titik/*station* yang diukur.

Geometri dari suatu jaring dapat dikarakteristikan dengan beberapa parameter, seperti jumlah dan lokasi titik dalam jaringan (termasuk titik tetap), jumlah *baseline* dalam jaringan, konfigurasi *baseline* dan *loop*, serta konektivitas titik dalam jaringan.

2.9 Ketelitian Geometrik

Menurut Perka BIG (2017), uji ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta 90% *Circular Error* dan *Linear Error*. Uji ketelitian posisi ditentukan dengan menggunakan titik uji yang memenuhi ketentuan objek yang digunakan sebagai titik uji, yaitu:

- a. Dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji.
- b. Merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat.
- c. Memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji.

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y,Z) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) atau *Circular Error*. Pada pemetaan dua dimensi (2D) yang perlu diperhitungkan adalah koordinat (X,Y) titik uji dan posisi sebenarnya di lapangan.

Analisis akurasi posisi menggunakan RMSE menggambarkan nilai perbedaan antara titik uji dengan titik sebenarnya. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan random dan sistematik. Akurasi dari koreksi geometrik ditunjukkan dengan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) per unit *pixel* pada citra. Akurasi seharusnya ≤ 1 *pixel* (Nurwauziyah dkk. 2016). Perhitungan RMSE dapat dilihat pada rumus berikut:

$$RMSE_{horizontal} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \quad (2.12)$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

$$= \sqrt{\Sigma[(x_{data} - x_{cek})^2 + (y_{data} - y_{cek})^2]} \quad (2.13)$$

$$RMSE_{vertikal} = \sqrt{\frac{\Sigma(z_{data} - z_{cek})^2}{n}} \quad (2.14)$$

Dimana:

RMSE = Akar kuadrat kesalahan.

N = Jumlah total pengecekan pada peta.

D = Selisih antara koordinat ukur di lapangan dengan koordinat di peta.

x = Nilai koordinat pada sumbu X.

y = Nilai koordinat pada sumbu Y.

z = Nilai koordinat pada sumbu Z.

Ketentuan untuk standar ketelitian geometri peta RBI yang dihasilkan tertera pada Tabel 2.5 dan 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.5 Ketelitian Geometri Peta RBI (BIG 2017)

No	Skala	IK	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			H*	V*	H*	V*	H*	V*
1	1:1.000.000	400	300	200	600	300	900	400
2	1:500.000	200	150	100	300	150	450	200
3	1:250.000	100	75	50	150	75	225	100
4	1:100.000	40	30	20	60	30	90	40
5	1:50.000	20	15	10	10	35	45	20
6	1:25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7	1:10.000	4	3	2	6	3	9	4

No	Skala	IK	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			H*	V*	H*	V*	H*	V*
8	1:5.000	2	1,5	1	3	1,5	4,5	2
9	1:2.500	1	0,75	0,5	1,5	0,75	2,3	1
10	1:1.000	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4

Dimana:

IK = Interval Kontur (m).

H = Horizontal (m).

V = Vertikal (m).

Tabel 2.6 Ketentuan Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas (BIG 2017)

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

Nilai ketelitian posisi peta dasar pada Tabel 2.5 adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%.

Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai berikut US NMAS (*United State National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \quad (2.15)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSE_z \quad (2.16)$$

Dimana:

$RMSE_r$ = *Root Mean Square* pada posisi x dan y (horizontal).

$RMSE_z$ = *Root Mean Square* pada posisi z (vertikal).

2.10 Koreksi Kolom Air dengan Algoritma Lyzenga

Ekstraksi informasi untuk identifikasi terumbu karang dapat menggunakan algoritma Lyzenga, yaitu sebuah pendekatan berdasarkan citra untuk menghitung efek dari variasi kedalaman perairan dalam pemetaan substrat dasar laut. Menurut Lyzenga (1978), pantulan dasar perairan tidak dapat secara langsung diamati akibat adanya efek serapan dan hamburan yang terjadi pada kolom air. Efek ini dapat dihitung jika diketahui kedalaman dan karakteristik optis perairannya. Biasanya karakteristik optis perairan boleh dianggap sama pada permukaan perairan yang luas, namun untuk kedalaman perairan tidak demikian. Kedalaman perairan cukup bervariasi dan secara umum tidak dapat diketahui melalui kenampakan citra. Prinsip ini sebagai dasar untuk mengembangkan teknik penggabungan informasi dari beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman (*depth-invariant index*) dari material penutup dasar perairan. Parameter masukan dalam algoritma ini adalah perbandingan antara koefisien pelemahan air (*water attenuation coefficient*) pada beberapa saluran spektral.

Persamaan 2.17 berikut akan memproses kanal yang terdapat pada satelit untuk menampilkan objek di perairan dangkal:

$$Y = [\ln(\rho_1)] + \left[\left(\frac{ki}{kj} \right) (\ln(\rho_2)) \right] \quad (2.17)$$

Dimana:

Y = Nilai ekstraksi informasi dasar perairan.

ki/kj = Koefisien atenuasi dua kanal.

ρ_1 = Nilai reflektan kanal 1.

ρ_2 = Nilai reflektan kanal 2.

Perhitungan algoritma ini dipengaruhi oleh pasangan kanal (1 dan 2) yang digunakan. Panjang gelombang dari kanal yang digunakan akan mempengaruhi seberapa dalam kanal tersebut dapat mendeteksi dasar perairan. Untuk penggunaan algoritma ini, perlu diperhatikan karakteristik spektral pada citra satelit tersebut.

Untuk penentuan nilai rasio koefisien atenuasi (k_i/k_j) didasarkan pada penghitungan ragam dan peragam yaitu:

$$\left(\frac{k_i}{k_j}\right) = a + \sqrt{a^2 + 1} \quad (2.18)$$

$$a = \frac{[Var_{\rho_1} - Var_{\rho_2}]}{2x (Co Var_{\rho_{12}})} \quad (2.19)$$

Dimana:

k_i/k_j = Koefisien atenuasi dua kanal reflektan.

Var_{ρ_1} = Ragam/varian perhitungan nilai reflektan kanal 1.

Var_{ρ_2} = Ragam/varian perhitungan nilai reflektan kanal 2.

$Co Var_{\rho_{12}}$ = Peragam/kovarian perhitungan nilai reflektan kanal 1 dan 2.

Dengan menggunakan ekstraksi informasi pada persamaan *depth-invariant index* tersebut, setiap piksel akan terkonversi menjadi indeks tipe dasar perairan yang terbebas dari pengaruh kedalaman (Y) dengan menggunakan Rumus (2.18). Nilai indeks piksel dari citra yang telah ditransformasikan dari penurunan algoritma Lyzenga dapat menunjukkan identifikasi kelas-kelas objek perairan dangkal. Selanjutnya, citra baru dengan nilai Y ini dapat digunakan dalam proses pengolahan citra.

2.11 Koreksi Kecerahan Perairan

Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan

air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesis. Kecerahan merupakan faktor yang penting bagi proses fotosintesis dan produksi primer dalam suatu perairan. Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Semakin tinggi kekeruhan perairan, maka akan semakin rendah penetrasi cahaya yang menembus kolom air, sehingga tingkat kecerahan semakin rendah (Mujito 1997).

Kecerahan mencirikan penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan. Kecerahan perairan merupakan syarat utama dalam kegiatan pariwisata bahari. Semakin cerah suatu perairan, semakin indah taman laut yang dapat dinikmati oleh pengunjung. Menurut Badan Lingkungan Hidup Jatim (2013), faktor utama dalam mempengaruhi pembatas pertumbuhan terumbu karang adalah kecerahan perairan. Oleh karena itu, faktor kecerahan memegang bobot tertinggi dalam pembentukan kesesuaian wisata selam. Dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, nilai kecerahan air laut untuk kegiatan wisata adalah >6 m. Algoritma yang digunakan adalah algoritma hasil penelitian dari Mujito (1997). Secara matematis algoritma tersebut dapat dituliskan menjadi:

$$\text{Kecerahan (m)} = 17,51427 - 0,10925 * b1 \quad (2.20)$$

Dimana:

$b1$ = Nilai digital kanal biru.

2.12 Interpretasi Citra

Analisis citra dalam penginderaan jauh merupakan langkah-langkah untuk interpretasi citra yang merupakan perbuatan untuk mengkaji gambaran objek yang direkam. Interpretasi citra merupakan suatu perbuatan untuk mengkaji foto maupun citra non foto dengan maksud untuk

mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek yang tergambar pada citra tersebut (Somantri 2009).

Dalam interpretasi, maka interpreter atau penafsiran citra melakukan beberapa penalaran dengan tahapan (1) deteksi, (2) identifikasi, (3) klasifikasi, dan (4) menilai arti pentingnya suatu objek yang tergambar pada citra. Proses penalaran ini harus bersifat objektif, kewajaran, rasionalisasi, karena objek yang ada di permukaan bumi mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda. Sifat dan karakteristik yang ada di permukaan bumi yang tergambar pada citra memiliki bentukan yang sama, sedangkan ukuran objek yang tergambar yang berbeda.

Interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan dua cara yaitu interpretasi secara manual dan interpretasi secara digital (Purwadhi 2001). Interpretasi secara manual adalah interpretasi data penginderaan jauh yang mendasarkan pada pengenalan ciri atau karakteristik objek secara keruangan. Karakteristik objek dapat dikenali berdasarkan 9 unsur interpretasi yaitu bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona/warna, tekstur, situs, asosiasi dan konvergensi bukti. Interpretasi secara digital adalah evaluasi kuantitatif tentang informasi spektral yang disajikan pada citra. Dasar interpretasi citra digital berupa klasifikasi citra pixel berdasarkan nilai spektralnya dan dapat dilakukan dengan cara statistik. Dalam pengklasifikasian citra secara digital, mempunyai tujuan khusus untuk mengkategorikan secara otomatis setiap piksel yang mempunyai informasi spektral yang sama dengan mengikutkan pengenalan pola spektral, pengenalan pola spasial dan pengenalan pola temporal yang akhirnya membentuk kelas atau tema keruangan (spasial) tertentu.

Kunci interpretasi citra yang digunakan sebagai acuan dalam membantu mengidentifikasi fitur dan menentukan warna pada transformasi algoritma Lyzenga adalah colour LUT Rainbow. Kunci interpretasi dibagi menjadi 7 (tujuh)

kelas berdasarkan transformasi yang dilakukan yaitu (Coremap 2001):

- i. Warna biru dan ungu adalah laut.
- ii. Warna kuning adalah pasir (substrat).
- iii. Warna cyan–hijau tegas adalah terumbu karang hidup.
- iv. Warna hijau tegas adalah karang mati.
- v. Warna merah adalah pasir.
- vi. Warna cyan–biru menyebar adalah kekeruhan perairan.
- vii. Warna coklat bercak–bercak atau orange adalah lamun.

2.13 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan proses yang berusaha mengelompokkan seluruh pixel pada suatu citra ke dalam sejumlah class (kelas), sedemikian hingga tiap kelas merepresentasikan suatu entitas dengan properti yang spesifik (Arifin 2002). Tujuan dari proses klasifikasi citra adalah untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu objek atau tema tertentu.

Klasifikasi citra menurut (LAPAN 2015) dibagi ke dalam dua klasifikasi yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Pemilihannya bergantung pada ketersediaan data awal pada citra itu.

- i.) Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), merupakan metoda klasifikasi yang mengelompokkan piksel pada citra menjadi beberapa kelas tertentu dengan berdasarkan pada statistik sampel piksel (*training*) atau *region of interest* ditentukan oleh pengguna sebagai piksel acuan yang selanjutnya digunakan oleh komputer sebagai dasar melakukan klasifikasi.
- ii.) Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*), merupakan metoda klasifikasi yang mengelompokkan piksel pada citra menjadi beberapa kelas hanya berdasarkan pada perhitungan statistik

tertentu tanpa menentukan sampel piksel (*training*) yang digunakan oleh komputer sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi.

2.14 Uji Akurasi

Uji akurasi terhadap hasil interpretasi dilakukan dengan bantuan matriks uji akurasi hasil pengembangan Short (1982) (LAPAN 2015). Uji ketelitian interpretasi yang disarankan oleh Short (1982) dilakukan dalam empat cara sebagai berikut:

- a. Melakukan pengecekan lapangan dan pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan. Uji ketelitian dilakukan pada setiap area sampel penutup atau penggunaan lahan yang homogen.
- b. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama dan waktu yang sama. Hal ini digunakan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan luas setiap jenis penutup atau penggunaan lahannya.
- c. Analisis statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisis dilakukan terhadap kesalahan setiap penutup, penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial karena merupakan dimensi keruangan)
- d. Membuat matrix dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil intepretasi citra penginderaan jauh.

Sedangkan untuk membuat matrix dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil intepretasi citra penginderaan jauh, ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MA = \frac{\sum \text{Kelas X terkoreksi}}{\sum \text{Kelas X terkoreksi} + \text{Omisi} + \text{Komisi}} \times 100\% \quad (2.21)$$

Keterangan:

MA : Ketelitian pemetaan (*mapping accuracy*).

Omisi : Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain.

Komisi : Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain.

Uji akurasi penyediaan identifikasi ekosistem terumbu karang dilakukan untuk ketelitian pemetaan tutupan ekosistem terumbu karang. Berdasarkan uji akurasi ini, maka besarnya ketelitian seluruh hasil interpretasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sederhana sebagai berikut:

$$OA = \left(\left(\sum_{i=1}^r X_{ii} \right) / N \right) \times 100\% \quad (2.22)$$

Dimana:

OA = Nilai akurasi total.

X_{ii} = Jumlah sampel benar.

N = Jumlah keseluruhan sampel.

Pada dasarnya, uji ketelitian dilakukan setelah melakukan survei atau kerja lapangan. Hasil klasifikasi perlu dilakukan pengujian agar menghasilkan data yang dapat diterima dengan tingkat ketelitian (akurasi) tertentu. Dasar yang dipakai sebagai acuan keakurasian hasil interpretasi yakni minimal sebesar 60% untuk hasil interpretasi tutupan habitat dasar perairan laut dangkal (LAPAN 2015).

2.15 Line Intercept Transect

Metode pemantauan kondisi terumbu karang dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode *reefcheck*, metode *manta tow*, dan metode *Line Intercept Transect* (LIT). *Line Intercept Transect* merupakan metode

pengamatan ekosistem terumbu karang yang menggunakan transek berupa meteran dengan prinsip pencatatan substrat dasar yang menyinggung transek (Saleh 2009). Metode ini cukup praktis, cepat, dan sangat sesuai untuk wilayah terumbu karang di daerah tropis. Pengambilan data dilakukan pada umumnya di kedalaman 3, 5, dan 10 meter. Menurut (Damayanti 2012), prosedur kerja metode LIT adalah sebagai berikut:

- a. Merentangkan rol meter di atas ekosistem terumbu karang sepanjang 100 m.
- b. Memperhatikan dan mengamati biota habitat dasar yang terbentang di bawah (menyinggung) rol meter sepanjang 100 m.
- c. Setelah rol meter dibentangkan, pengambilan data bergerak perlahan dari titik nol untuk mencatat transisi dan *lifecycle* (kategori) yang berada tepat di bawah transek pada lembar data (*data sheet*).
- d. Pengambilan data harus mencatat kode *lifecycle* biota habitat dasar dan transisi tempat pergantian *lifecycle*. Kemudian pencatatan dituliskan dalam lembar data sesuai dengan format tercantum.

Besar persentase tutupan karang mati, karang hidup, dan jenis *lifecycle* lainnya dihitung dengan rumus 2.23 dibawah ini (LAPAN 2015):

$$C = \frac{a}{A} \times 100\% \quad (2.23)$$

Dimana:

C = Nilai presentase penutupan *lifecycle*.

a = Panjang transek *lifecycle* (tiap kategori) (cm).

A = Panjang total transek (cm).

Pemilihan metode pemantauan kondisi terumbu karang disesuaikan dengan tujuan dan kebutuhan pemantauan itu

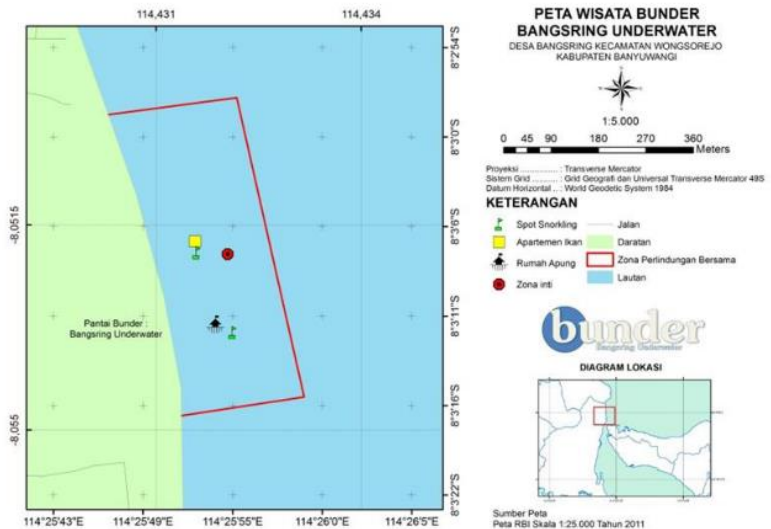
sendiri. Metode LIT memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan seperti berikut (Johan 2003):

Tabel 2.7 Kelebihan dan Kekurangan Metode LIT (Johan 2003)

Kelebihan	Kekurangan
Akurasi data dapat diperoleh dengan baik.	Membutuhkan tenaga peneliti yang banyak.
Pengelompokkan biota ke dalam beberapa kategori mempermudah peneliti atau orang dengan kemampuan terbatas untuk identifikasi terumbu karang.	Survei membutuhkan waktu yang lama
Struktur komunitas biota yang berasosiasi dengan terumbu karang juga dapat disajikan dengan baik.	Peneliti dituntut sebagai penyelam yang baik.
Penyajian struktur komunitas seperti persentase tutupan karang hidup/karang mati, kekayaan jenis, dominasi, frekuensi kehadiran, ukuran koloni dan keanekaragaman jenis dapat disajikan secara lebih menyeluruh.	Dituntut keahlian peneliti dalam identifikasi karang, minimal <i>life form</i> dan sebaliknya genus atau <i>species</i> .
Hanya memerlukan sedikit peralatan dan relatif sederhana dalam penerapannya.	Biaya yang dibutuhkan juga relatif lebih besar.

2.16 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Bangsring *Underwater* adalah kawasan pantai yang terletak di Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pantai ini terletak tepat diantara Selat Bali dan Laut Jawa. Pantai Bangsring memiliki garis pantai sepanjang 596 meter dimulai dari $8^{\circ}2'58.6''$ - $8^{\circ}3'17.09''$ LS dan $114^{\circ}25'48.8''$ - $114^{\circ}25'51.91''$ BT.



Gambar 2.5 Peta Wisata Pantai Bangsring (Asadi dan Andrimida 2017)

Keanekaragaman sumber daya ikan di Pantai Bangsring menjadi daya tarik wisata tersendiri bagi wisatawan yang mengunjungi pantai ini. Pantai Bangsring memiliki ekosistem terumbu karang dengan kondisi yang cukup baik, dimana hasil monitoring bulan Januari 2015 menunjukkan penutupan karang hidup di Pantai Bangsring mencapai 38,33% (30% karang keras dan 8,33% karang lunak) (Asadi dan Andrimida 2017). Ekosistem ini memberikan rumah bagi berbagai jenis biota laut yang beraneka ragam. Pantai Bangsring menjadi

kawasan dengan fungsi ganda, yakni sebagai kawasan konservasi perairan sekaligus merupakan kawasan pariwisata (Bangsring *Underwater*). Pantai Bangsring juga kaya akan keanekaragaman jenis ikan karang, invertebrata laut, dan penyu. Disamping itu, Pantai Bangsring juga seringkali disinggahi oleh bermacam jenis burung laut.

Kawasan yang memiliki fungsi ganda, baik secara langsung atau tidak langsung dapat mengakibatkan permasalahan. Beberapa tempat di Selat Bali terkenal dengan kerusakan terumbu karang diantaranya adalah Kayu Aking, Teluk Biru, Senggong, dan Kapal Pecah. Pada beberapa tempat yang mengalami kerusakan, sekitar 80% dikategorikan dalam rusak parah (Suwarno 2016).

Ekosistem Laut Bangsring mengalami kerusakan hingga mencapai 82% pada tahun 2008. Penyebab dari kerusakan ekosistem Laut Bangsring salah satunya yaitu dari kegiatan penangkapan ikan yang salah. Penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak merupakan cara yang sering dilakukan oleh nelayan dalam memanfaatkan sumberdaya perikanan khususnya dalam melakukan penangkapan ikan-ikan karang. Selain menggunakan bahan peledak, nelayan juga sering menggunakan bahan beracun seperti potasium sianida. Hal ini tentu dapat menyebabkan rusaknya terumbu karang yang ada di sekitar lokasi peledakan, juga dapat menyebabkan kematian biota lain yang bukan merupakan sasaran penangkapan.

Kegiatan pemulihan terumbu karang kemudian dilakukan dan dapat mengembalikan sedikit demi sedikit karang yang rusak hingga mencapai 80%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aini dkk. (2018), Ekowisata Bangsring *Underwater* memiliki banyak kegiatan edukasi konservasi laut, yaitu penanaman terumbu karang, penanaman cemara, pelepasan tukik, pembuatan terumbu karang, pemanfaatan limbah kelapa muda sebagai media penanaman cemara, pelepasan hiu, *restocking* benih lobster,

memonitoring terumbu karang setiap dua bulan sekali, pembersihan pantai setiap pagi oleh petugas ekowisata.

2.16.1 Karakteristik Fisik Perairan

Bangsring *Underwater* terletak tepat diantara Selat Bali dan Laut Jawa. Perairan Selat Bali yang menghubungkan dua perairan besar yakni massa air Laut Jawa dan Samudra Hindia, menjadikan Selat Bali memiliki wilayah perairan yang dinamis terhadap perubahan musim.

Secara oseanografi perairan Indonesia, termasuk Selat Bali dipengaruhi oleh siklus musim yaitu musim timur (*southeast monsoon*) dan musim barat (*northwest monsoon*). Musim timur terjadi pada bulan Juni–September, sedangkan musim barat terjadi pada bulan Desember–Maret (Susilo 2015). Saat musim timur Perairan Selat Bali bagian selatan pada lapisan permukaannya lebih didominasi oleh suhu permukaan yang rendah dan salinitas tinggi akibat pasokan massa air dari Samudra Hindia (Hernomo dkk. 2015)

Kondisi oseanografi Selat Bali juga mendapatkan pengaruh dari ENSO dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Kondisi ini mengakibatkan perairan Selat Bali merupakan daerah *upwelling* (Susilo 2015). *Upwelling* akan mengangkat massa air dari dasar perairan ke permukaan untuk mengisi kekosongan akibat berpindahnya massa air permukaan ikut membawa nutrisi dalam jumlah yang besar. Secara fisis daerah *upwelling* ditandai dengan massa air dengan suhu yang lebih dingin, dan salinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Secara kimiawi ditandai dengan tingginya zat hara (fosfat dan nitrat) dan secara biologis umumnya ditandai dengan tingginya kandungan plankton atau klorofil-a (Rintaka dkk. 2014).

2.17 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai persebaran terumbu karang telah banyak dilakukan. Namun umumnya penelitian hanya dilakukan di beberapa wilayah saja, tidak menyeluruh di seluruh Indonesia. Sedangkan untuk perairan kecil yang memiliki potensi terumbu karang seperti Pantai Bangsring masih sangat jarang dilakukan. Tabel 2.8 berikut menunjukkan beberapa penelitian yang berkaitan dengan terumbu karang:

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Lokasi	Citra	Metode	Hasil
1.	Muzani Ali Shodiqin	Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo	Worldview -2	Menggunakan algoritma TSS dan transparansi kecerahan.	Konsentrasi TSS di perairan persebarannya merata pada kisaran 5-20 mg/L. Sedangkan konsentrasi nilai transparansi tinggi (cerah), dimana transparansiny a mencapai kisaran 15 sampai 25 m.
2.	Nurahida Laili	Perairan Utara PLTU Paiton Kabupaten Probolinggo	Worldview -2	Membandingkan penggunaan algoritma Lyzenga dan/atau tidak dan pengukuran LIT.	Citra dengan algoritma Lyzenga memiliki kenampakan dasar perairan

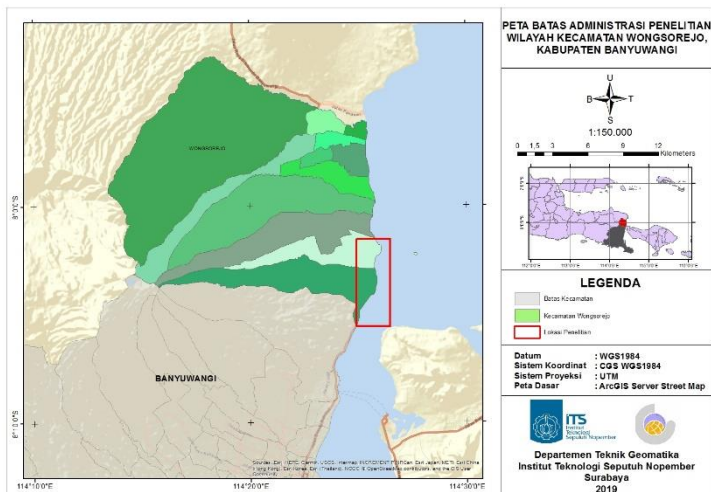
No.	Nama Peneliti	Lokasi	Citra	Metode	Hasil
					yang lebih baik. Hasil perhitungan luasan terumbu karang yaitu 8,26 Ha.
3.	Zulfahmi Afifi	Perairan PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur	Worldview -2	Menggunakan algoritma Lyzenga untuk mendeteksi adanya fenomena pemutihan karang dan pengukuran LIT.	Terdapat luas daerah yang diduga terjadi pemutihan karang sebesar $\pm 726 \text{ m}^2$ yang didapat dari 5 titik pengamatan.
4.	Anggita Sherly Trifany	Pulau Menjangan, Taman Nasional Bali Barat	Google Earth	Pengukuran parameter kesesuaian wisata selam menurut Yulianda (2007)	Kesesuaian kawasan selam Pulau Menjangan masuk dalam kategori sesuai hingga sangat sesuai untuk kegiatan ekowisata selam dengan persentase sebesar 64,81% hingga 79,63%.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini berada di Pantai Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Secara geografis Pantai Bangsring terletak di $8^{\circ}2'58.6''$ - $8^{\circ}3'17.09''$ LS dan $114^{\circ}25'48.8''$ - $114^{\circ}25'51.91''$ BT.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Data dan Peralatan

Bagian ini menjelaskan mengenai data dan peralatan yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian.

3.2.1 Data

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa data untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. Citra Satelit SPOT-6 akuisisi 25 Agustus 2018.
- b. Data pengukuran koordinat GCP dan ICP di lapangan.
- c. Data pemantauan kondisi terumbu karang Pantai Bangsring tahun 2019.
- d. Peta batas administrasi kecamatan Kabupaten Banyuwangi skala 1:25.000.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa perangkat lunak dan keras:

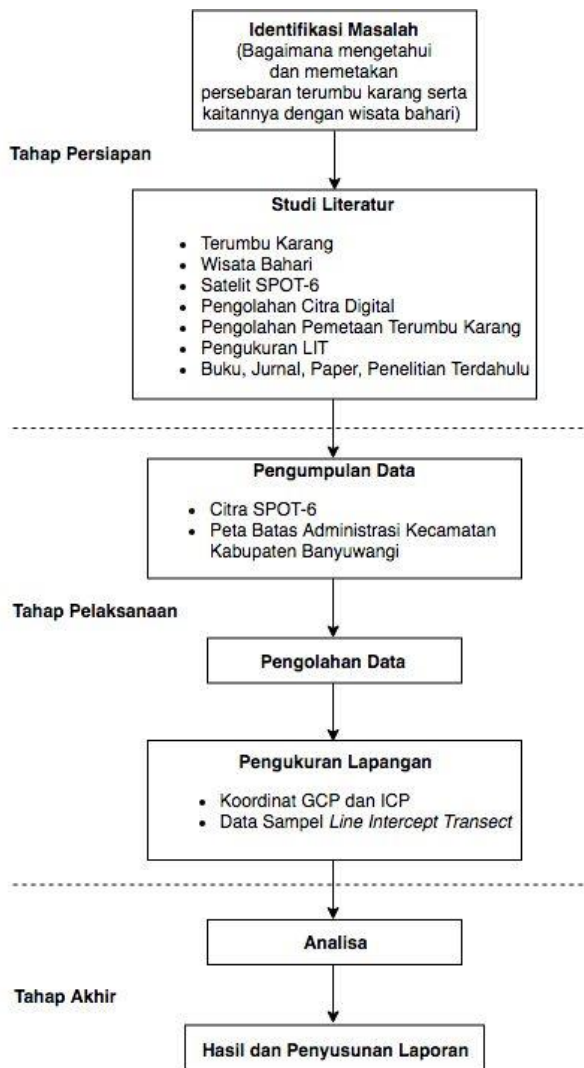
- i.) Perangkat Lunak
 - a. Perangkat lunak pengolah data spasial.
 - b. Perangkat lunak pengolah citra.
 - c. Perangkat lunak pengolah GPS.
 - d. Perangkat lunak pengolah kata.
- ii.) Perangkat Keras
 - a. GPS Geodetik.
 - b. Pita ukur.
 - c. Kamera *underwater* untuk dokumentasi.

3.3 Metodologi Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas mengenai metodologi yang akan dilaksanakan pada penelitian.

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini secara garis besar akan digambarkan pada Gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian pada tahap pelaksanaan diatas adalah sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan.

i.) Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa parumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperoleh melalui penelitian yang dilakukan. Permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana memetakan atau mengidentifikasi sebaran terumbu karang guna menunjang wisata bahari di Pantai Bangsring, Banyuwangi.

ii.) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempersiapkan tahap berikutnya yaitu dengan mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan sampai pada analisa. Referensi yang digunakan berhubungan dengan penginderaan jauh, citra satelit, pemetaan terumbu karang, wisata bahari, dan literatur lainnya yang berasal dari buku, jurnal, media massa, internet, dan sumber lainnya.

b. Tahap Pelaksanaan.

i.) Pengambilan dan Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data yang harus dikumpulkan dalam proses pembuatan peta sebaran terumbu karang pengembangan potensi wisata bahari Pantai Bangsring, Banyuwangi yaitu citra Satelit SPOT-6, peta batas administrasi kecamatan kabupaten Banyuwangi. Sedangkan data yang diambil adalah data koordinat GCP dan ICP, data LIT terumbu karang untuk kepentingan *ground truth*. Semua

data yang diambil dilakukan langsung di lapangan.

ii.) Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada citra Satelit SPOT-6 yang meliputi *pansharpening*, koreksi radiometrik, koreksi geometric, *cropping*. Kemudian untuk menampilkan interpretasi terumbu karang digunakan algoritma Lyzenga dan kecerahan yang berfungsi untuk menampilkan objek perairan dangkal. Setelah itu dilakukan klasifikasi data.

iii.) Pengukuran Lapangan

Pada survei lapangan dilakukan untuk mengambil data insitu, yang meliputi pengukuran LIT dengan rol meter serta pengukuran GCP dan ICP dengan GPS geodetik. Semua data tersebut digunakan sebagai bahan validasi dari proses pengolahan citra.

iv.) Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan membandingkan tutupan terumbu karang citra dengan LIT. Kemudian data hasil uji akurasi tutupan terumbu karang dianalisis dengan nilai kecerahan perairan sehingga dihasilkan kesesuaian potensi wisata bahari.

c. Tahap Akhir.

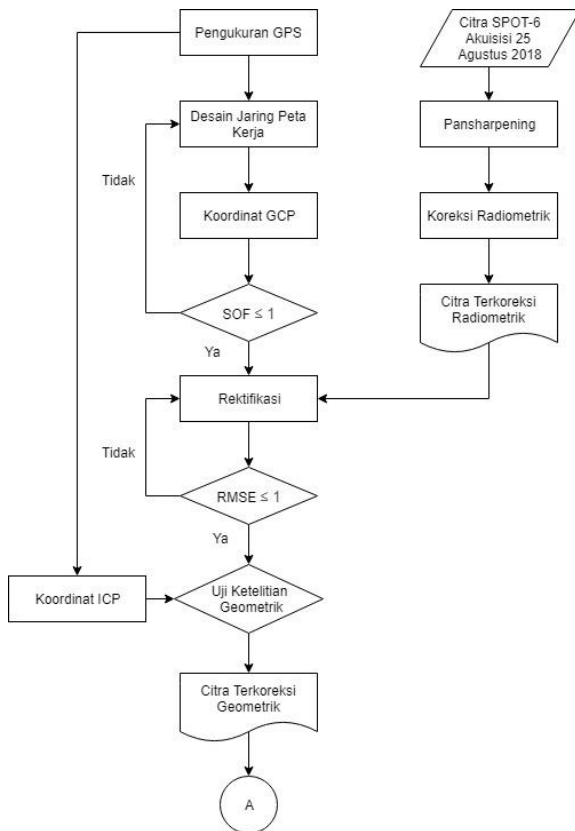
i.) Hasil dan Penyusunan Laporan

Seluruh hasil yang didapatkan dalam tahapan sebelumnya kemudian disajikan dalam penyusunan peta sebaran terumbu karang pengembangan potensi wisata bahari dengan skala 1:10.000 dan penulisan laporan Tugas Akhir sesuai dengan sistematika yang ditentukan. Penyusunan laporan merupakan

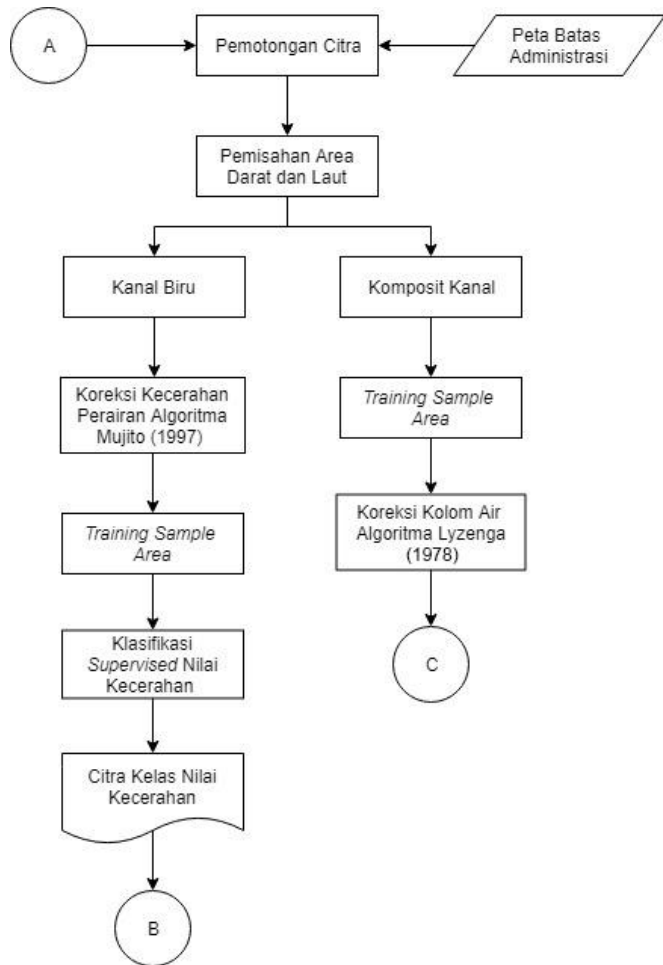
tahap terakhir dari penelitian ini agar penelitian ini bermanfaat bagi orang lain.

3.3.2 Tahap Pengolahan

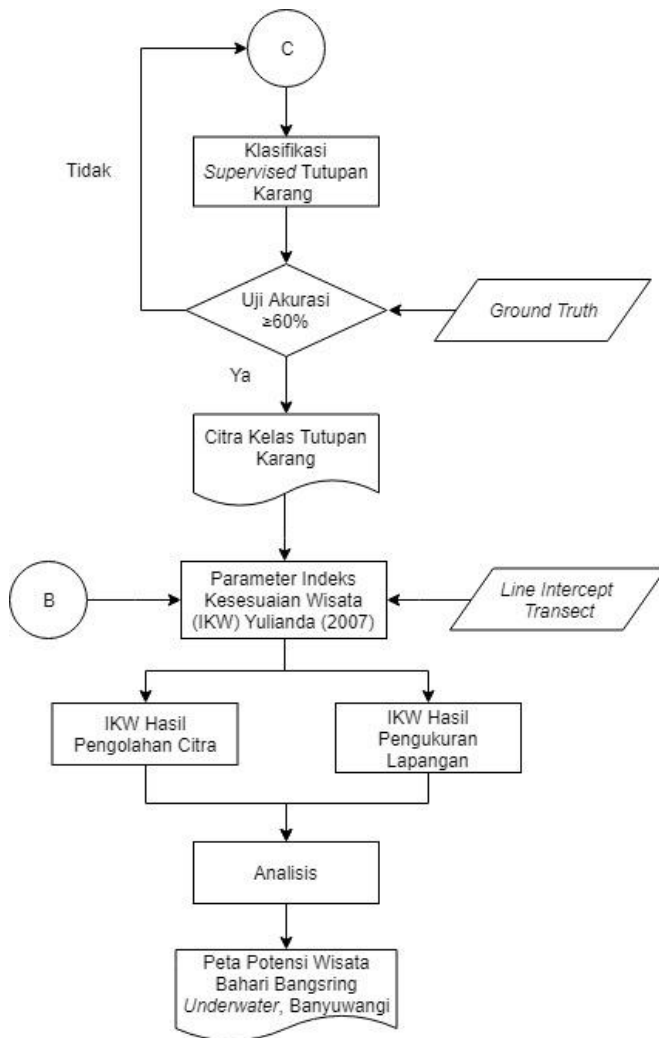
Tahapan pengolahan data pada penelitian ini akan digambarkan pada Gambar 3.3, 3.4, dan 3.5 berikut ini:



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data



Gambar 3.4 Lanjutan Diagram Alir Pengolahan Data



Gambar 3.5 Lanjutan Diagram Alir Pengolahan Data

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3, 3.4, dan 3.5. Penjelasan diagram alir tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

a. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan dataset yang diperlukan untuk melakukan penelitian, yaitu data Citra Satelit SPOT-6 tahun 2018 dan Peta Batas Administrasi Desa Bangsring.

b. Tahap Pengolahan Data

a) *Pansharpening*

Langkah pertama adalah melakukan penajaman citra dengan fusi data (*pansharpening*) yang bertujuan untuk mempertajam tampilan citra dan menutupi informasi yang hilang. Proses ini menggunakan dua data citra yaitu citra pankromatik dan citra multispektral agar diperoleh citra berwarna dengan resolusi spasial yang sama dengan kanal pankromatiknya.

b) Koreksi Radiometrik

Pada tahap ini dilakukan proses koreksi radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Terdiri dari dua proses yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dilakukan pada citra untuk mengkonversi nilai DN (*Digital Number*) citra ke nilai radian TOA (*Top of Atmosphere*). Sedangkan koreksi atmosfer 6SV dilakukan untuk menghilangkan pengaruh aerosol permukaan pada daerah penelitian dengan mengubah nilai radian

TOA ke reflektan BOA (*Bottom of Atmosphere*).

c) Koreksi Geometrik

Langkah ketiga dilakukan proses koreksi geometrik untuk menghilangkan bias atau kesalahan yang diakibatkan oleh kelengkungan bumi dengan mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi. Dalam koreksi geometrik dilakukan proses pembuatan desain jaring, perhitungan SoF, rektifikasi citra, dan uji ketelitian geometrik.

d) Pemotongan Citra

Tahap ini adalah pemotongan citra untuk memfokuskan daerah penelitian.

e) Pemisahan Area Darat dan Laut

Pada tahap ini dilakukan pemisahan area darat dan laut untuk membatasi wilayah penelitian. Selanjutnya nilai pada area lautan yang akan diproses.

f) Pengambilan *Training Sample Area*

Pengambilan *training sample area* digunakan untuk mendapatkan nilai k_i/k_j yang nantinya akan diaplikasikan pada algoritma Lyzenga. Selain untuk diaplikasikan pada algoritma Lyzenga, proses pengambilan sampel juga digunakan untuk mendapat nilai kecerahan.

g) Koreksi Kolom Air dengan Algoritma Lyzenga

Pada tahap ini dilakukan proses koreksi kolom air dengan menggunakan algoritma Lyzenga untuk menghilangkan efek kedalaman air. Algoritma diaplikasikan pada tiga komposit kanal. Dengan

memperhitungkan nilai koefisien atenuasi dari tiap kanal yang dapat ditembus air, sehingga dapat menampilkan objek perairan dangkal termasuk terumbu karang.

h) Koreksi Kecerahan Perairan

Pada tahap ini dilakukan proses koreksi kecerahan perairan dengan menggunakan algoritma kecerahan oleh Mujito dkk. (1997). Kanal yang digunakan yaitu kanal biru. Hal ini dimaksudkan karena kecerahan atau kejernihan perairan merupakan faktor utama yang mempengaruhi pembatas pertumbuhan terumbu karang.

i) Klasifikasi

Pada tahap ini dilakukan proses pengklasifikasian terbimbing hasil koreksi Lyzenga yang membedakan tutupan terumbu karang berdasarkan kelas-kelas tertentu yaitu objek karang hidup, karang mati, pasir, lamun, dan substrat. Selain itu dilakukan juga klasifikasi terbimbing untuk membedakan nilai kecerahan berdasarkan kelas cerah, sedang, rendah, dan keruh.

j) Uji Akurasi

Data hasil pengolahan citra diuji dengan *confusion matrix*. Hasil akurasi minimal sebesar $\geq 60\%$ untuk hasil interpretasi tutupan habitat dasar perairan laut dangkal LAPAN (2015).

k) Indeks Kesesuaian Wisata Bahari

Pada tahap ini data hasil uji akurasi tutupan terumbu karang diolah (*overlay*) dengan nilai kecerahan perairan menurut Mujito (1997). Selain itu parameter IKW juga didapatkan dari pengukuran di lapangan

dan menghasilkan empat parameter yaitu kecerahan perairan, tutupan karang, jumlah jenis *lifeform*, dan kedalaman terumbu karang.

1) Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan membandingkan tutupan terumbu karang citra dengan data insitu. Selain itu dilakukan validasi dengan metode LIT. Kemudian data hasil uji akurasi tutupan terumbu karang dianalisis dengan nilai kecerahan perairan sehingga dihasilkan kesesuaian potensi wisata bahari. Hasil kesesuaian wisata bahari divalidasi dengan data insitu dan didapatkan nilai Indeks Kesesuaian Wisata (IKW).

c. Tahap Penyajian Data

Peta citra yang telah terklasifikasi dan teruji ketelitiannya kemudian diolah agar sesuai dengan kaidah kartografis peta. Hasil akhir dari penelitian ini akan dilaporkan sesuai dengan aturan penyusunan yang berlaku dan sebagai bentuk pertanggung jawaban atas penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pansharpening

Proses ini menggunakan dua data citra yaitu citra pankromatik dan citra multispektral agar diperoleh citra berwarna dengan resolusi spasial yang sama dengan kanal pankromatiknya.



Gambar 4.1 Hasil *Pansharpening* (*Zooming*)

4.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik yang dilakukan pada citra satelit SPOT-6 meliputi tahap kalibrasi radiometrik yang digunakan untuk mengkonversi nilai yang disimpan oleh satelit dalam format DN (*Digital Number*) menjadi nilai radian sensor atau sering disebut dengan radian *Top of Atmosphere*.

Sedangkan koreksi atmosfer dilakukan untuk mereduksi gangguan yang ada di atmosfer dengan mengubah radian sensor (*Top of Atmosphere*) menjadi reflektan permukaan atau *Bottom of Atmosphere*. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode 6SV (*Second Simulation of a*

Satellite Signal in the Solar Spectrum – Vekto). Koreksi citra dengan metode 6SV dilakukan melalui situs resmi 6S yakni www.6s.ltdri.org. Parameter yang digunakan dalam metode 6SV antara lain: (1) Tanggal Perekaman Data, (2) *Solar Zenithal Angle*, (3) *Solar Azimuthal Angle*, (4) *Sensor Zenithal Angle*, (5) *Sensor Azimuthal Angle*, (6) Jarak Pandang (*Visibility*), dan (7) Panjang Gelombang Tiap Kanal. Semua data tersebut dapat diperoleh dari metadata citra satelit. Nilai dari parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4. 1 Parameter Koreksi Atmosfer Metode 6SV

Parameter		
Tanggal Perekaman Data	25 Agustus 2018	
<i>Solar Zenithal Angle (degrees)</i>	37,75	
<i>Solar Azimuthal Angle (degrees)</i>	59,63	
<i>Sensor Zenithal Angle (degrees)</i>	16,87	
<i>Sensor Azimuthal Angle (degrees)</i>	159,99	
<i>Visibility (km)</i>	30	
Panjang Gelombang (nm)	<i>Blue</i>	455-525
	<i>Green</i>	530-590
	<i>Red</i>	625-695
	<i>NIR</i>	760-890

Selain parameter diatas, dibutuhkan pula nilai parameter untuk memproses keadaan aerosol di daerah penelitian pada saat waktu perekaman dilakukan. Semua parameter keadaan atmosfer yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari stasiun pengamatan cuaca yang terdekat dari lokasi penelitian.

Tabel 4.2 Parameter Reflektan Permukaan

Parameter	
<i>Wind Speed (m/s)</i>	3
<i>Azimuth Wind (degrees)</i>	170

Parameter	
Salinitas (ppt)	22,8
Konsentrasi Klorofil (mg/m ³)	0,49

Koreksi atmosfer 6SV dilakukan pada *website* <http://6s.ltdri.org/pages/run6SV.html> dengan memasukkan parameter yang telah ditentukan. Dibawah ini menunjukkan *input* parameter konfigurasi untuk pengolahan 6SV:

```

0 (User defined)
37.75 59.63 16.87 159.99 08 25 (geometrical conditions)
1 (Tropical)
3 Urban Model
30 visibility or aot
-0.05 (target level, negative value)
-1000 (sensor level)
0 constant filter function
0.455 0.525
0 Homogeneous surface
0 No directional effects
2 (mean spectral value)
1 BRDF
0 reflectance (negative value)

```

Gambar 4.2 *Input* Parameter Konfigurasi 6SV

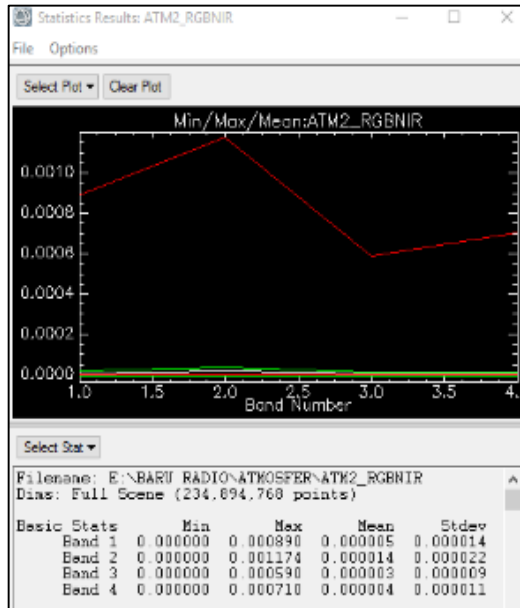
Hasil dari proses 6SV diatas berupa koefisien X_a , X_b , dan X_c yang digunakan untuk persamaan koreksi atmosfer. Untuk nilai koefisien X_a , X_b , dan X_c dari proses 6SV dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Tabel Nilai Koefisien 6SV

Kanal	X_a	X_b	X_c
<i>Blue</i>	0,00322	0,11390	0,13265
<i>Green</i>	0,00316	0,06229	0,09601
<i>Red</i>	0,00348	0,03343	0,06695
NIR	0,00487	0,01611	0,04165

Berdasarkan parameter nilai koefisien koreksi atmosfer yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, nilai-nilai tersebut

kemudian dihitung menggunakan persamaan 6SV. Hasil akhir proses koreksi atmosfer berupa reflektan permukaan. Hasil dari koreksi radiometrik dapat terlihat dari nilai piksel yang berubah. Setelah dikoreksi radiometrik hasil akhir berupa reflektan permukaan dengan rentang nilai 0 sampai 1.



Gambar 4.3 Grafik Nilai Reflektan Hasil Koreksi Radiometrik

Dari hasil grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai spektral pada kanal biru dan hijau lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan sifat dari kedua gelombang spektral ini adalah memantul ketika berada di perairan laut. Sedangkan untuk kanal merah dan NIR yang memiliki panjang gelombang yang lebih tinggi dari kanal biru dan hijau, memiliki nilai reflektan permukaan yang rendah karena banyak dari gelombang tersebut terserap oleh air.

4.3 Koreksi Geometrik

Citra satelit SPOT-6 dikoreksi menggunakan *GCP* (*Ground Control Point*) yang didapat dari pengukuran lapangan menggunakan GPS geodetik dengan metode statik diferensial. Waktu pengamatan setiap *baseline* adalah 60 menit. Proses rektifikasi menggunakan metode *image to map*. Sistem proyeksi yang digunakan yaitu *Universal Transverse Mercator* (UTM) zona 50 S, dengan datum *World Geodetic System* (WGS) 1984.

Pada penelitian ini, GCP yang digunakan untuk pembuatan desain jaring berjumlah 7 titik dengan salah satu titiknya merupakan titik SRGI (CNYU). *Baseline* yang didapat dari pembuatan desain jaring berjumlah 12 buah. Nilai SoF dari desain jaring yang dibuat pada citra SPOT-6 sebesar 0,3045 dan telah masuk toleransi syarat kurang dari 1, sehingga desain jaring SoF dianggap kuat (Abidin 2002). Hasil perhitungan SoF pada penelitian ini yaitu:

Jumlah *Baseline* : 12

Jumlah Titik : 7

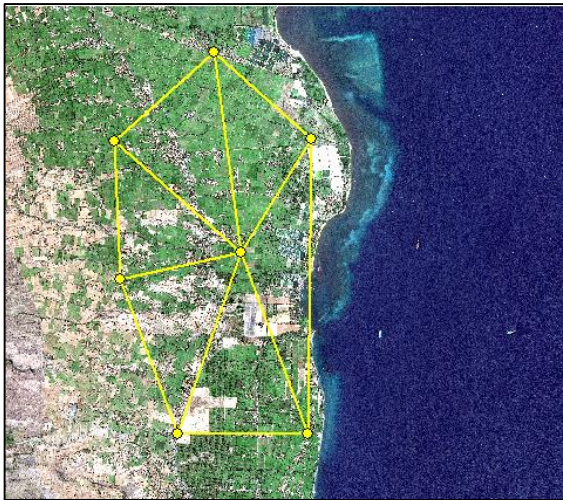
N Ukuran : Jumlah *Baseline* x 3 = 36

N Parameter : Jumlah Titik x 3 = 21

U : N Ukuran – N Parameter = 15

Strength of Figure = $[Trace(A^T A)^{-1}] / U$
= 0,3045

Gambar 4.4 dibawah ini merupakan desain jaring yang dibuat pada citra SPOT-6.



Gambar 4.4 Desain Jaringan

Tabel 4.4 Nilai RMSE Citra SPOT-6 (Hasil Pengolahan)

Titik	Map (m)		Residual (m)
	X	Y	
CNYU	210825,548	9091301,259	0,000
GCP1	216180,158	9109239,003	0,001
GCP2	215427,038	9110164,405	0,138
GCP3	216151,028	9110453,291	0,145
GCP4	216501,230	9109747,312	0,428
GCP5	216746,961	9108661,096	0,307
GCP6	215450,627	9108695,187	0,335
GCP7	215415,733	9109486,052	0,000
TOTAL RMSE (m)			0,411

Berdasarkan Tabel 4.4, didapatkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) pada koreksi geometrik Citra SPOT-6 sebesar 0,411 meter. Batas toleransi kesalahan nilai RMSE adalah ≤ 1 meter (Purwadhi 2001), sehingga dari hasil RMSE

yang didapat tersebut diterima dan tidak melebihi batas toleransi.

4.4 Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian geometrik diperoleh dengan mencari residu dari selisih koordinat hasil pengukuran *Independent Control Point* (ICP) dan titik koordinat dari lokasi ICP tersebut pada citra satelit hasil rektifikasi. ICP yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 12 buah, dimana tiap titiknya diukur selama 15 menit dengan metode radial menggunakan GPS geodetik. Tabel 4.5 berikut ini merupakan hasil dari uji ketelitian geometrik.

Tabel 4.5 Hasil Uji Ketelitian Geometrik (Hasil Pengolahan)

Titik	Koordinat ICP Pengukuran (m)		Koordinat ICP Citra (m)		Residual (m)
	X	Y	X	Y	
ICP1	210825,548	9091301,259	210825,396	9091301,000	0,090
ICP2	216180,158	9109239,003	216180,952	9109239,028	0,631
ICP3	215427,038	9110164,405	215426,810	9110164,341	0,056
ICP4	216151,028	9110453,291	216150,646	9110453,379	0,154
ICP5	216501,230	9109747,312	216501,339	9109747,892	0,348
ICP6	216746,961	9108661,096	216746,564	9108660,715	0,303
ICP7	215450,627	9108695,187	215450,279	9108694,610	0,454
ICP8	215909,690	9108673,887	215909,441	9108673,590	0,150
ICP9	215502,749	9108897,439	215503,236	9108897,783	0,356
ICP10	215414,488	9109200,102	215414,651	9109199,475	0,420
ICP11	215717,700	9109509,109	215717,790	9109509,377	0,080
ICP12	215605,943	9109720,457	215605,951	9109720,083	0,140
TOTAL RMSE (m)					0,515

Nilai RMSE yang didapat pada uji ketelitian geometrik ini sebesar 0,515 meter. Nilai RMSE tersebut telah memenuhi toleransi berdasarkan pada peraturan yang digunakan untuk pembuatan peta skala 1:10.000 pada kelas 1 dengan syarat ketelitian horizontal sebesar <2 meter, seperti yang

ditampilkan pada Tabel 4.5. Berikut ini perhitungan dari ketelitian horisontal pada penelitian ini:

$$\begin{aligned} \text{CE90} &= 1,1575 \times \text{RMSE} \\ &= 1,1575 \times 0,515 \\ &= 0,781 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tabel diatas, nilai RMSE terbesar berada pada titik 2 yaitu sebesar 0,631 meter. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan lokasi pada titik 2 berada dekat dengan perkebunan. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya *cycle slip*, dimana *receiver* terputus dalam pengamatan sinyal.

4.5 Pemotongan Citra

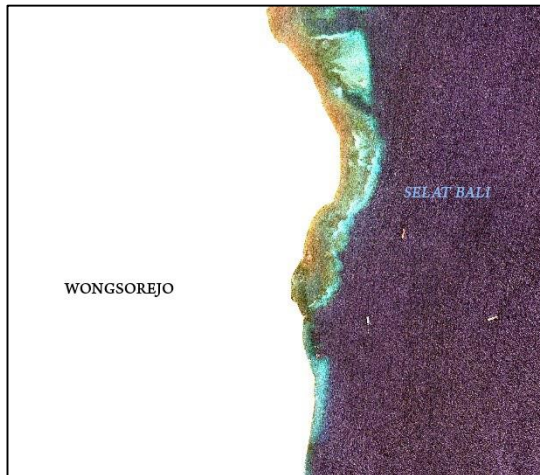
Pemotongan citra bertujuan untuk mendapatkan daerah pada citra yang sesuai dengan daerah penelitian, sehingga pada saat proses pengolahan citra lebih efektif. Hasil pemotongan citra seperti pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra

4.6 Pemisahan Region Darat dan Laut

Untuk memudahkan proses koreksi dan klasifikasi, maka perlu dilakukan pemisahan antara region darat dan region laut. Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan digitasi pada citra.



Gambar 4.6 Hasil Pemisahan Region Darat Dan Laut

Setelah dilakukan digitasi, maka wilayah laut dibiarkan tetap membawa nilai reflektan permukaan sedangkan wilayah darat dihapus (*null*). Dengan pemisahan ini, maka proses yang akan dilakukan pada tahap-tahap selanjutnya hanya akan terjadi pada area lautan saja.

4.7 Koreksi Kolom Air dengan Algoritma Lyzenga

Identifikasi objek yang berada di dasar perairan memiliki konsekuensi mengalami gangguan dari kolom air yang berada di atasnya, semakin dalam dan semakin keruh kondisi kolom air maka proses identifikasi akan semakin susah dilakukan. Lyzenga mengembangkan suatu metode koreksi kolom air dengan memperhitungkan rasio koefisien atenuasi yang terjadi di perairan, kemudian hasil tersebut

dikalkulasikan dengan algoritma *water depth-invariant bottom index* atau yang dikenal dengan metode Lyzenga untuk mendapatkan citra bebas kedalaman.

4.7.1 Pembuatan Training Area

Training area dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil beberapa sampel piksel pada citra sebagai data *input* dalam koreksi kolom air Lyzenga. Sampel piksel yang diambil merupakan objek homogen yang berada pada kedalaman yang berbeda-beda, variasi perbedaan kedalaman tersebut digunakan sebagai acuan dalam perhitungan algoritma Lyzenga untuk menyamakan nilai spektral objek yang sama pada kedalaman yang berbeda. Lyzenga (1978) menjelaskan bahwa untuk mendapatkan korelasi linear yang benar, maka perlu dilakukan *training sample* pada substrat dasar perairan yang homogen pada kedalaman yang berbeda. Pembuatan *training area* dilakukan dengan membuat ROI dalam bentuk poligon-poligon.

Nilai k_i/k_j diperoleh dari nilai *varian* dan *covarian* antara 2 kanal seperti yang dijelaskan pada bab 2. Perhitungan k_i/k_j dilakukan dengan 3 kombinasi kanal, yaitu kanal12, kanal23, dan kanal34. Hasil dari perhitungan dengan persamaan Lyzenga menghasilkan nilai k_i/k_j sebagai berikut:

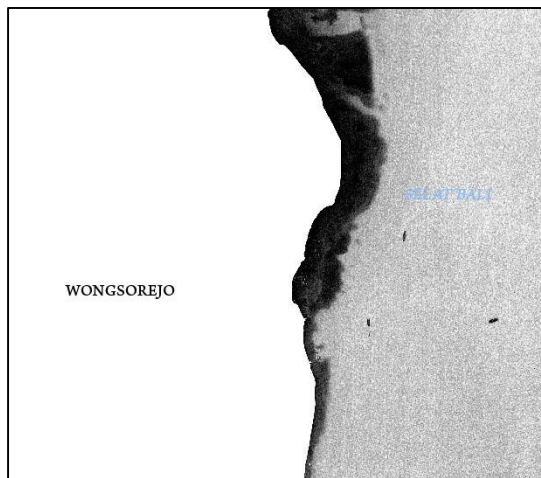
Tabel 4.6 Nilai Hasil *Training Area*

Kanal12	Var Kanal 1	$4,69407 \times 10^{-11}$
	Var Kanal 2	$8,11369 \times 10^{-11}$
	Covar Kanal12	$6,13900 \times 10^{-11}$
	a	$-2,7852 \times 10^{-1}$
	Ki/kj	$7,5955 \times 10^{-1}$
Kanal14	Var Kanal 1	$4,69407 \times 10^{-11}$
	Var Kanal 4	$1,47338 \times 10^{-10}$
	Covar Kanal14	$8,27361 \times 10^{-11}$

	a	$-6,0673 \times 10^{-1}$
	Ki/kj	$5,6294 \times 10^{-1}$
Kanal24	Var Kanal 2	$8,11369 \times 10^{-11}$
	Var Kanal 4	$1,47338 \times 10^{-10}$
	Covar Kanal24	$1,08821 \times 10^{-10}$
	a	$-3,0417 \times 10^{-1}$
	Ki/kj	$7,4106 \times 10^{-1}$

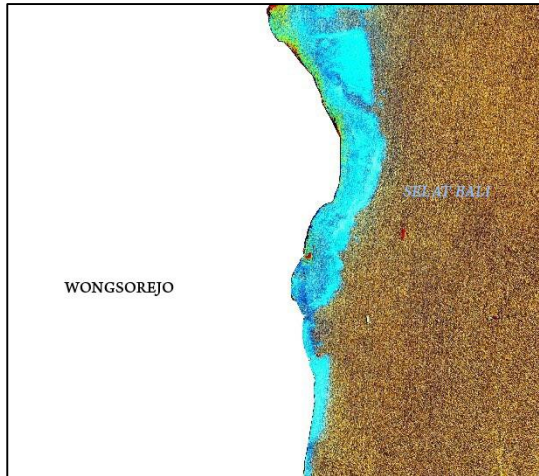
4.7.2 Penerapan Algoritma Lyzenga

Dari nilai ki/kj pada tahap sebelumnya maka dilakukan perhitungan dengan algoritma Lyzenga seperti ditunjukkan pada persamaan 2.18.



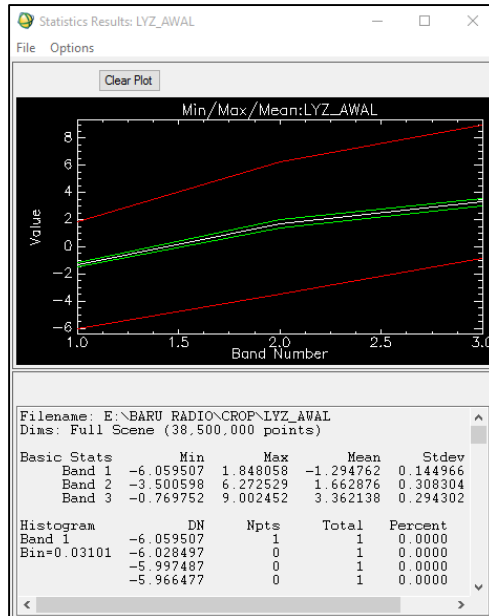
Gambar 4.7 Hasil Lyzenga Sebelum *Stacking*

Hasil penerapan algoritma Lyzenga kemudian dilakukan *layer stacking* dan menghasilkan Gambar 4.8. Terdapat beberapa warna pada citra hasil koreksi tersebut.



Gambar 4.8 Tampilan Hasil Algoritma Lyzenga

Rentang nilai indeks Y yang ditunjukkan oleh hasil algoritma tersebut berkisar antara -6,059 sampai 9,002. Hal ini dapat ditunjukkan pada grafik Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Hasil dari Nilai Lyzenga

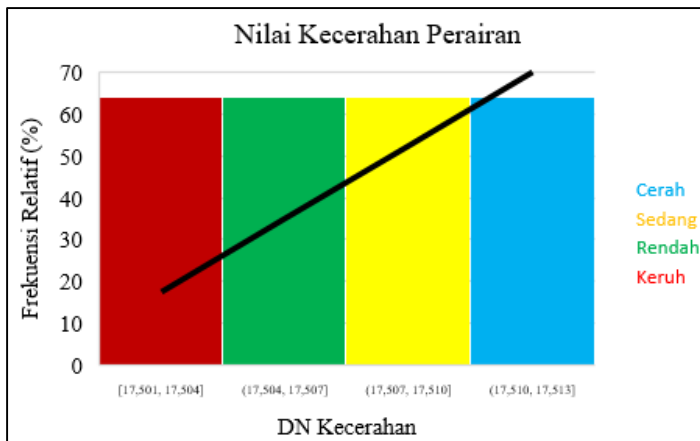
4.8 Koreksi Kecerahan Perairan

Pada tahap ini dilakukan proses koreksi kecerahan perairan dengan menggunakan algoritma kecerahan oleh Mujito dkk. (1997). Hal ini dimaksudkan karena kecerahan atau kejernihan perairan merupakan faktor pembatas utama yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang.



Gambar 4.10 Tampilan Hasil Algoritma Kecerahan

Dari hasil koreksi kecerahan perairan pada Gambar 4.12, kemudian dilakukan *training sample* untuk mendapatkan nilai DN maksimum dan minimum yang kemudian dijadikan tolak ukur penilaian nilai kecerahan. Grafik berikut menunjukkan nilai kecerahan perairan Bangsring *Underwater*.



Gambar 4.11 Grafik Nilai Kecerdahan

Tabel 4.7 Nilai Kecerahan

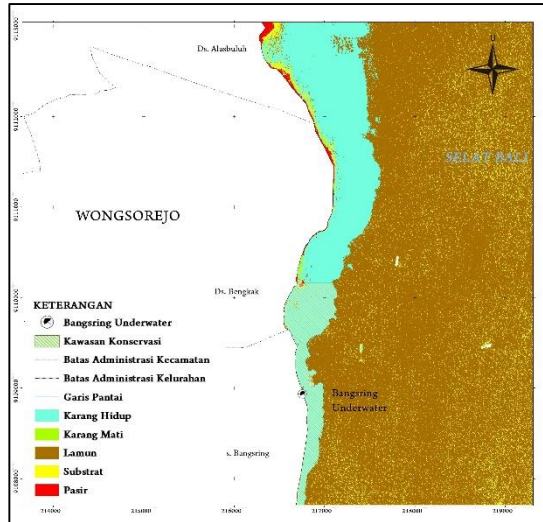
Nilai Kecerahan (DN)	Kategori
17,510 - 17,513	Cerah
17,507 -17,510	Sedang
17,504 - 17,507	Rendah
17,501 - 17,504	Keruh

4.9 Klasifikasi

Setelah melalui tahap koreksi Lyzenga dan kecerahan perairan, selanjutnya dilakukan tahap klasifikasi. Klasifikasi dilakukan secara digital, dimana piksel-piksel dengan karakteristik spektral yang sama diasumsikan sebagai kelas yang sama, diidentifikasi dan ditetapkan dalam suatu warna. Klasifikasi ditentukan oleh pengambilan *training area* (ROI) pada citra hasil koreksi.

4.9.1 Klasifikasi Hasil Koreksi Lyzenga

Adapun metode klasifikasi yang disarankan dalam pengolahan data ini adalah metode klasifikasi *supervised* yang terbagi atas beberapa kelas yaitu terumbu karang hidup, terumbu karang mati, substrat, pasir, dan lamun. Penentuan training area berdasarkan kesamaan rona, warna, dan tekstur pada citra koreksi Lyzenga. Sementara, dalam pengklasifikasian mengacu pada kunci interpretasi Coremap (2001).



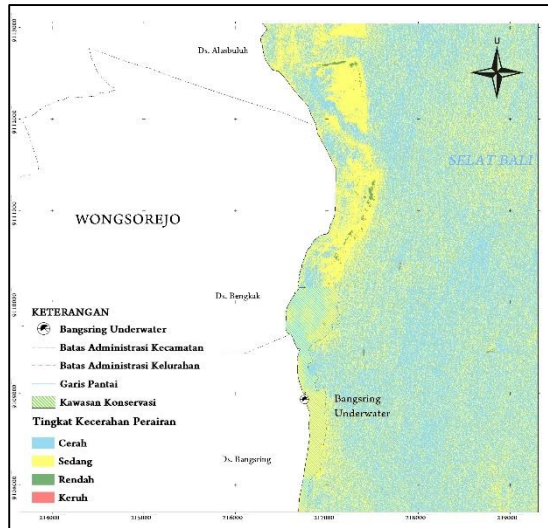
Gambar 4.12 Hasil Klasifikasi Lyzenga

Tabel 4.8 Klasifikasi Tutupan Lahan

No	Kelas	Perairan Keseluruhan Bangsring	Bangsring Underwater
		Luas (Ha)	Luas (Ha)
1	Karang Hidup	196,7	100
2	Karang Mati	5,8	0
3	Substrat	111,2	60,5
4	Pasir	1,4	0,5
5	Lamun	991,1	548,1

4.9.2 Klasifikasi Hasil Kecerahan Perairan

Adapun metode klasifikasi yang disarankan dalam pengolahan data ini adalah metode klasifikasi *supervised* yang terbagi atas beberapa kelas yaitu cerah, sedang, rendah, dan keruh yang didapatkan dari nilai DN maksimum dan minimum pada proses pengkoreksian.



Gambar 4.13 Hasil Klasifikasi Kecerahan

4.10 Uji Akurasi

Tahap ini merupakan tahap untuk menguji keakurasian terhadap hasil klasifikasi citra yang disusun dalam sebuah matrik dua dimensi (*confusion matrix*). Pada sebuah penelitian yang menggunakan data dan metode tertentu, sangat diperlukan uji ketelitian karena hasil uji ketelitian tersebut dapat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya (Purwadhi 2001). Hasil *overall accuracy* pada penelitian ini adalah 92,50%.

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Akurasi Lyzenga Citra SPOT-6 Tahun 2018

	KH	KM	S	L	P	Total	Omisi	MA (%)
KH	36	0	0	0	0	36	0	90,00
KM	4	15	1	0	0	20	5	71,43
S	0	1	10	0	0	11	1	83,33
L	0	0	0	8	0	8	0	100,00
P	0	0	0	0	5	5	0	100,00
Total	40	16	11	8	5	80		
Komisi	4	1	1	0	0	7,50%		
<i>Overall Accuracy (%)</i>					92,50%			
<i>Kappa Accuracy</i>					0,892			

Keterangan:

KH : Karang Hidup.

KM : Karang Mati.

S : Substrat.

L : Lamun.

P : Pasir.

4.11 Analisa

4.11.1 Analisa Sebaran Terumbu Karang

Variasi kedalaman yang telah dihilangkan menyebabkan hasil koreksi kolom air menggunakan algoritma Lyzenga lebih mempertegas batasan jenis substrat dasar perairan. Keberagaman penentuan pengambilan sampel terhadap variasi kedalaman akan meningkatkan hasil koreksi kolom air. Dalam

penelitian kali ini penggunaan data kedalaman perairan yang digunakan hanya sebatas kedalaman relatif dimana semakin jauh dari garis pantai maka angka kedalaman perairan cenderung bertambah.

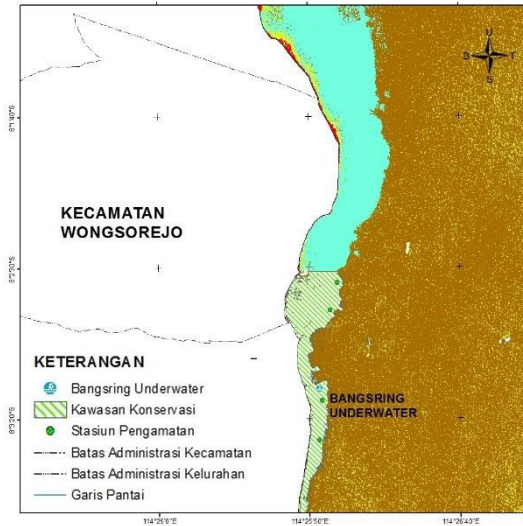
Dari citra hasil penerapan algoritma Lyzenga yang kemudian dilakukan proses klasifikasi citra, maka karakteristik dasar perairan Bangsring *Underwater* di bentuk menjadi lima kelas dominan. Kelas-kelas tersebut yaitu: (1) karang hidup, (2) karang mati, (3) lamun, (4) substrat, dan (5) pasir. Kelas karang hidup mewakili daerah yang didominasi oleh terumbu karang yang masih tumbuh dan berkembang dengan penutupan yang masih baik. Kelas karang mati mewakili daerah yang didominasi oleh terumbu karang yang telah rusak dan sudah mati serta karang mati yang ditumbuhi alga. Kelas lamun mewakili daerah yang didominasi lamun. Substrat didominasi patahan karang mati. Sedangkan pasir mewakili daerah yang didominasi oleh pasir baik pasir kasar, pasir halus maupun pasir berlumpur. Klasifikasi *supervised* akan mengenali objek berdasarkan *training area* yang ditentukan berdasarkan piksel demi piksel citra. Secara otomatis luasan tersebut akan dikenali sebagai satu atau suatu objek homogen meskipun keadaan di lapangan mungkin akan berbeda.

Bangsring *Underwater* merupakan perairan yang masih cukup kaya akan terumbu karang. Terumbu karang pada wilayah penelitian tersebar di beberapa lokasi. Dilihat dari area persebarannya, kebanyakan terumbu karang hidup tidak jauh dari daratan. Tipe terumbu karang di daerah pengamatan merupakan tipe terumbu karang tepi atau *fringing reef* yang berada pada pesisir pantai hingga laut lepas. Namun masih ditemukan cukup banyak terumbu karang mati pada beberapa lokasi tertentu. Terumbu karang yang berada

dekat dengan daerah pemukiman penduduk memang merupakan daerah yang sangat rentan terhadap segala aktivitas manusia seperti karang terinjak, jangkar kapal nelayan, dan pencemaran perairan oleh limbah bahan kimiawi maupun limbah domestik.

Setelah dilakukan pengolahan citra dan klasifikasi, maka selanjutnya dapat dihitung luas dari area terumbu karang yang terbaca pada citra. Hasil yang didapat yakni luas terumbu karang hidup pada wilayah penelitian sebesar 196,7 Ha, namun untuk kawasan Bangsring *Underwater* sendiri memiliki luasan 100 Ha. Luas ini merupakan luas perkiraan dari keseluruhan terumbu karang yang mampu teridentifikasi pada citra.

Hasil dari pengolahan citra kemudian di proses lebih lanjut dan dianalisa menggunakan metode LIT (*Line Intercept Transect*). Sebaran terumbu karang merupakan faktor penting yang berpengaruh pada lokasi utama kesesuaian aktivitas selam. Pada penelitian ini lokasi penelitian berada pada 4 titik stasiun yang dianggap mewakili komunitas terumbu karang disepanjang perairan Bangsring *Underwater*.

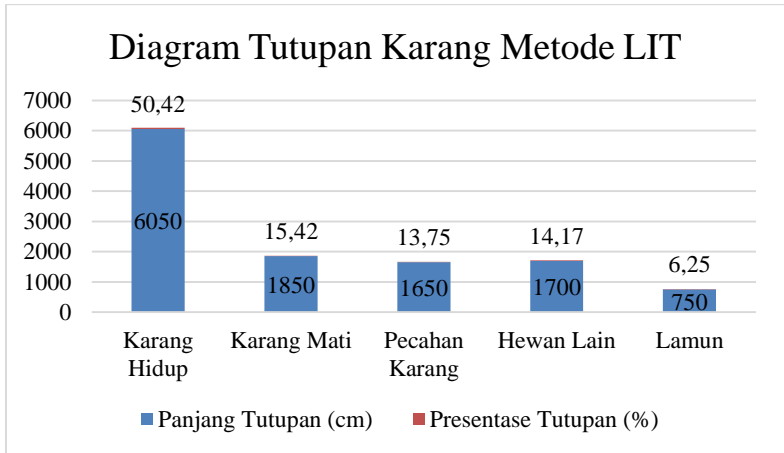


Gambar 4.14 Lokasi Titik Transek

Tabel 4.10 Lokasi Titik Transek

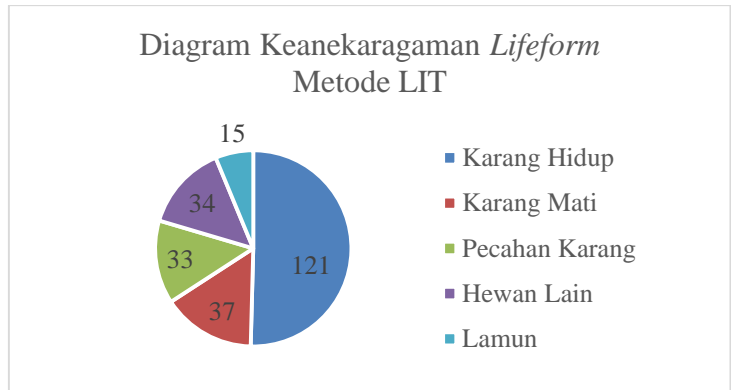
Stasiun	Koordinat	
	<i>Latitude (LS)</i>	<i>Longitude (BT)</i>
I	217081,277	9110068,228
II	217008,826	9109772,383
III	216930,336	9108854,660
IV	216900,148	9108462,213

Garis transek dimulai dari titik kedalaman yang masih dapat ditemukannya terumbu karang dan diseragamkan pada seluruh stasiun. Penarikan garis transek dilakukan pada kedalaman 3 meter dan 5 meter dengan panjang transek 30 m. Gambar 4.15 adalah hasil yang diberikan dari metode LIT.



Gambar 4.15 Diagram Tutupan Karang Metode LIT

Hasil pengamatan menunjukkan dimana tutupan karang hidup yang diperoleh menghasilkan nilai tutupan karang sebesar 50,42%. Nilai tutupan ini termasuk pada rentang tutupan karang baik (50% - 74,90%). Sedangkan sisanya berupa karang mati, pecahan karang, hewan lain, serta lamun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan persentase dan kondisi tutupan karang di perairan Bangsring *Underwater*. Menurut hasil penelitian dari Asadi dan Andrimida (2017), kondisi terumbu karang di perairan pantai Bangsring termasuk dalam kategori sedang dengan tutupan karang hidup sebesar 38,33%. Pada analisa keanekaragaman *lifeform* diperoleh nilai dengan persebaran sebagai berikut.



Gambar 4.16 Diagram Keanekaragaman *Lifeform* Metode LIT

Hasil dari metode LIT menunjukkan keanekaragaman jenis *lifeform*, dimana didominasi oleh karang hidup dengan jumlah sampel yang didapat yaitu 121 sampel. Secara umum karang hidup yang terukur didominasi oleh golongan *Non Acropora* dan *Acropora*. Terumbu karang tumbuh dengan baik pada substrat pasir kasar, sebaliknya pada substrat perairan yang berlumpur terumbu karang akan terganggu pertumbuhannya. Untuk rincian tutupan karang tiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Persentase Tutupan Karang Tiap Stasiun Pengamatan

Jenis	Persentase Tutupan Tiap Stasiun (%)			
	I	II	III	IV
Karang Hidup	56,67	50,00	46,67	48,33
Karang Mati	21,67	11,67	18,33	10,00
Pecahan Karang	11,66	15,00	13,33	15,00

Jenis	Persentase Tutupan Tiap Stasiun (%)			
	I	II	III	IV
Hewan Lain	10,00	15,00	15,00	16,67
Lamun	0,00	8,33	6,67	10,00

Persentase tutupan terumbu karang hidup tertinggi terletak pada Stasiun I yakni 56,67% termasuk dalam kategori baik. Disusul dengan Stasiun II dengan persentase 50% dengan kategori baik. Sedangkan untuk tutupan terumbu karang hidup pada Stasiun III dan IV tergolong dalam kategori sedang (25-49,9%). Data LIT yang didapat di lapangan tidak dapat menunjukkan luasan terumbu karang karena data diambil pada titik-titik pengamatan saja. Namun dari data ini dapat dikatakan bahwa Perairan Bangsring *Underwater* mengalami peningkatan ekosistem terumbu karang yang pesat mengingat kondisi perairan mengalami kerusakan hingga mencapai 82% pada tahun 2008 yang disebabkan oleh praktik penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak. Hal ini pula didukung dengan adanya Zona Perlindungan Bersama yang secara rutin melakukan kegiatan transplantasi karang guna mengembalikan fungsi terumbu karang sebagaimana mestinya.

4.11.2 Analisa Akurasi Klasifikasi Tutupan Karang

Tiap penelitian yang menggunakan data atau metode tertentu perlu melakukan uji akurasi karena sangat mempengaruhi tingkat kepercayaan pengguna terhadap data dan metode yang digunakan. Uji ketelitian yang disarankan Short (1982) dapat dilakukan dengan membuat matriks kesalahan pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil

interpretasi. Hasil uji akurasi ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Berdasarkan hasil uji akurasi menggunakan *confusion matrix*, maka diketahui bahwa penelitian ini menghasilkan kesalahan interpretasi sebesar 7,50% dan tingkat kepercayaan data sebesar 92,50%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat piksel tidak murni dalam *training area* kelas tertentu sehingga tingkat ketelitian pengolahan data pada citra belum mencapai 100%. Akurasi terbaik klasifikasi digital citra SPOT-6 adalah kelas lamun dan pasir yaitu 100%. Sedangkan nilai akurasi yang lebih rendah yaitu kelas karang mati sebesar 71,43%.

Jumlah piksel murni dalam suatu kelas penutupan lahan sangat mempengaruhi tingkat kepercayaan data, dimana hal ini berpengaruh langsung terhadap pengenalan objek suatu kelas dan/atau pemisahan antar kelas. Semakin banyak piksel murni yang digunakan, maka semakin kecil kesalahan dan semakin jelas pemisahan kelas yang dilakukan.

Berdasarkan hasil ketelitian seluruh klasifikasi pada penelitian ini yaitu 92,50%, maka dapat terima sebagai sumber tematik yang dapat dipercaya karena sudah melebihi minimal batas nilai keakurasian. Maka penggunaan data citra satelit SPOT-6 untuk pengkoreksian kolom air dengan algoritma Lyzenga untuk pemetaan terumbu karang cukup akurat dan baik serta cukup mewakili keadaan dilapangan dalam memberikan data informasi terkait sebaran maupun luasan terumbu karang yang selanjutnya dapat digunakan untuk analisis dan dipercaya keakuratannya. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dasar yang dipakai sebagai acuan keakurasian hasil interpretasi yakni minimal sebesar 60% untuk hasil interpretasi tutupan habitat dasar perairan laut dangkal (LAPAN 2015).

4.11.3 Analisa Klasifikasi Kecerahan Perairan

Kecerahan perairan juga merupakan parameter yang sangat penting dalam penentuan kesesuaian aktivitas selam. Tingkat kecerahan sangat dipengaruhi oleh kekeruhan perairan. Semakin tinggi kekeruhan perairan, maka akan semakin rendah penetrasi cahaya yang menembus kolom air, sehingga tingkat kecerahan semakin rendah (Mujito dkk. 1997). Kecerahan yang tinggi mengartikan bahwa padatan tersuspensi di perairan tersebut sangat minim, sehingga partikel-partikel yang menempel di terumbu karang pun sangat minim. Keadaan ini membuat karang dengan leluasa melakukan proses fotosintesis untuk menunjang keberlangsungan hidupnya. Hal inilah yang akan menarik minat wisatawan karena dengan begitu akan mudah untuk menikmati dan mengagumi keindahan di bawah laut seperti keindahan terumbu karang, ikan karang, dan biota-biota laut lainnya.

Berdasarkan gambaran spasial tingkat kecerahan perairan tersebut, terlihat bahwa perairan Bangsring *Underwater* memiliki potensi yang sangat besar sebagai objek wisata selam. Dari citra dapat diketahui bahwa semakin jauh dari daratan maka kecerahan perairan semakin tinggi. Hal ini dapat terlihat bahwa hingga jarak ± 1000 m dari daratan hingga mengarah ke laut masih memiliki nilai kecerahan yang termasuk kategori cerah, sehingga dapat diartikan bahwa cahaya masih mampu menembus kolom perairan hingga ke dasar perairan seperti yang terlihat pada Gambar 4.13.

Nilai kecerahan perairan untuk daerah yang dekat darat akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut merupakan daerah pelayaran sehingga sering kali kapal yang melintas menyebabkan perairan menjadi lebih keruh.

Dalam melakukan analisis citra untuk nilai kecerahan diperlukan suatu algoritma yang sesuai untuk perairan Bangsring *Underwater*. Estimasi dari data penginderaan jauh umumnya tergantung pada keakuratan koreksi atmosfer dan model yang menghubungkan antara data reflektan penginderaan jauh dengan parameter kecerahan yang akan diekstrak. Hal ini dikarenakan perairan Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga tidak semua algoritma dapat sesuai untuk analisis kecerahan perairan. Algoritma baru akan diperoleh berdasarkan pada regresi algoritma yang terbentuk dari perbandingan antara kecerahan citra dan kecerahan insitu, sehingga data yang diperoleh sesuai dengan situasi yang sebenarnya.

Sedangkan dari data yang didapatkan dari instansi setempat menunjukkan nilai kecerahan perairan di Perairan Bangsring dan sekitarnya mencapai 60%. Namun data masih perlu diuji kembali dengan pengambilan sampel data insitu menggunakan alat *secchi disk* yang tersebar secara merata di sepanjang daerah studi agar data yang diperoleh lebih akurat. Hasilnya kemudian dilakukan uji validasi untuk mengetahui apakah algoritma yang digunakan sesuai atau tidak. Secara umum, algoritma ini sudah bisa digunakan untuk pemetaan kecerahan perairan namun belum divalidasi dengan citra lain dengan waktu yang berbeda, sehingga dalam hal ini algoritma dalam penelitian ini hanya untuk wilayah perairan Bangsring *Underwater* pada tanggal 25 Agustus 2018.

4.11.4 Analisa Kesesuaian Wisata

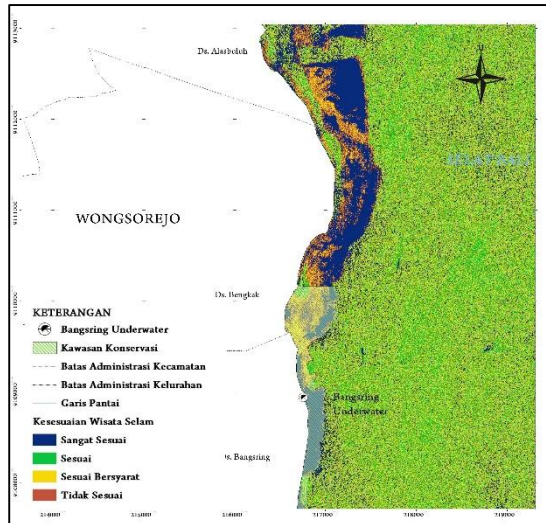
Suatu kawasan yang akan atau telah menggunakan sumber daya alam sebagai modal untuk suatu kegiatan pemanfaatan, tentunya harus diketahui seberapa besar kawasan tersebut mampu mendukung

aktivitas yang direncanakan atau dikembangkan. Hal ini dimaksudkan agar penggunaannya tidak menyebabkan suatu penurunan dalam kualitas kawasan wisata bahari terutama dalam aktivitas selam.

Dalam penelitian ini, kesesuaian wisata bahari untuk kategori selam memperhitungkan dua parameter, seperti kecerahan perairan dan tutupan komunitas karang. Hal ini ditinjau dari cukup lebar dan luasnya hamparan karang yang merupakan faktor penting yang berpengaruh pada lokasi utama kesesuaian aktivitas selam dan dapat mempengaruhi kenyamanan dan kepuasan wisatawan dalam beraktivitas selam.

Pesisir Pantai Bangsring (*Bangsring Underwater*) ini cukup luas serta terdapat ekosistem terumbu karang yang baik sehingga akan menjadi daya tarik wisatawan. Batasan kedalaman perairan yang digunakan sebagai lokasi wisata selam adalah 15 m, sedangkan untuk kedalaman 3-5 m masih dapat dilakukan aktivitas berupa *tuckdive* dan melihat pemandangan bawah air berupa hamparan karang, ikan-ikan karang, dan ditambah dengan adanya beberapa vegetasi bawah air dan biota laut lainnya.

Penentuan kesesuaian kawasan dibagi atas empat kelas yaitu Sangat Sesuai (S1) yang ditunjukkan dengan warna biru, Sesuai (S2) dengan warna hijau, Sesuai Bersyarat (S3) dengan warna kuning, dan Tidak Sesuai dengan warna merah (N) dengan mengacu pada Yulianda (2007).



Gambar 4.17 Tampilan Hasil Kesesuaian Wisata Citra SPOT-6

Untuk mengevaluasi suatu area dari beberapa parameter yang digabung maka dilakukan tumpang susun (*overlay*). Hasil *overlay* kedua parameter yaitu tutupan karang dan kecerahan pada citra menunjukkan hampir keseluruhan perairan Bangsring *Underwater* dan sekitarnya tergolong kategori Sesuai (S2) untuk wisata selam.

Wilayah-wilayah kesesuaian wisata diperoleh berdasarkan jumlah dari hasil pengkalian masing-masing parameter kesesuaian selam dengan melakukan *skoring* masing-masing parameter dengan *skor* antara 0-3 seperti yang dilakukan oleh Yulianda (2007). *Skoring* dilakukan secara subjektif yang berdasarkan pertimbangan tertentu dan dilandasi pemahaman tentang proses tersebut. Pertimbangan yang dilakukan diantaranya adanya kelas karang yang berada pada tutupan kelas lain, sebagai contoh masih adanya kelas

karang pada tutupan lamun. Dimana hal ini beracuan pada kesesuaian selam yang menunjukkan ada atau tidaknya karang pada suatu tutupan. Hal inilah yang menyebabkan kelas pasir tidak dilibatkan dalam proses *skoring*, dikarenakan tidak ditemukannya kelas karang baik itu karang hidup maupun karang mati. Sehingga, total nilai untuk kesesuaian wisata bahari selam dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$([\text{Karang Hidup}]^*3) + ([\text{Lamun}]^*2) + ([\text{Karang Mati}]^*1) + ([\text{Substrat}]^*0) + ([\text{Cerah}]^*3) + ([\text{Sedang}]^*2) + ([\text{Rendah}]^*1) + ([\text{Keruh}]^*0)$$

Dari nilai ini menunjukkan pentingnya kegiatan selam ditengah keberagaman kegiatan-kegiatan lain yang dapat dilakukan di Bangsring *Underwater*. Namun hasil yang diharapkan cukup berbeda, dimana untuk kategori Sesuai (S2) lebih besar berada pada perairan lepas pantai dan didominasi oleh padang lamun daripada karang hidup. Hal ini dilihat pula berdasarkan hasil klasifikasi citra koreksi Lyzenga bahwa sebagian besar karang hidup berada tidak jauh dari daratan. Selain itu, jika dilihat di lapangan wilayah tersebut seringkali terlihat kapal lalu lalang dan dapat dikatakan tidak memungkinkan untuk kegiatan selam. Sehingga masih bisa dimungkinkan wilayah tersebut tergolong kategori Sesuai Bersyarat (S3) dan perlu dilakukan peninjauan pada lokasi penelitian. Kondisi tersebut menandakan bahwa analisis kesesuaian wisata berdasarkan interpretasi citra sudah menghasilkan kesesuaian meskipun keadaan di lapangan mungkin akan berbeda.

Pada daerah yang merupakan kategori Sangat Sesuai (S1) untuk wisata selam memiliki jarak rata-rata yang lebih dekat dengan pantai. Kategori sangat sesuai menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki tutupan terumbu karang hidup yang luas dengan kecerahan

sedang sampai dengan tinggi sehingga sangat direkomendasikan kepada wisatawan yang hendak melakukan aktivitas menyelam. Hal ini didukung pula oleh potensi bawah laut Bangsring *Underwater* juga sangat beragam dan sangat terjaga karena Bangsring *Underwater* merupakan Zona Perlindungan Bersama (ZPB) dan kawasan konservasi. Dengan begitu, hasil ini dapat menjadi saran pengelolaan agar pengelola di Bangsring *Underwater* dapat tetap menjaga kelestarian sumber daya alam berupa terumbu karang pada kawasan tersebut untuk menunjang kegiatan wisata yang menjadi titik tumpu kegiatan ekonomi di kawasan perairan Bangsring *Underwater*. Jika sumber daya terumbu karang menurun tentu akan berdampak negatif terhadap kegiatan wisata.

Selain itu, dari hasil penelitian ini didapatkan lokasi-lokasi yang berpotensi untuk dilakukan kegiatan wisata selam, mengingat selama ini wisatawan hanya boleh melakukan kegiatan menyelam di zona inti pantai yang memiliki fungsi sebagai tempat pelestarian terumbu karang dan ikan hias. Dengan adanya lokasi-lokasi baru yang teridentifikasi dalam citra, diharapkan dapat dimanfaatkan lebih baik oleh pihak pengelola wisata. Dalam penelitiannya, Asadi (2017), mengatakan bahwa nilai manfaat keberadaan ekosistem terumbu karang total di kawasan Pantai Bangsring adalah sebesar Rp. 3.862.150.947,- per tahun. Sedangkan untuk total manfaat ekonomi ekosistem terumbu karang di Pantai Bangsring adalah sebesar Rp. 38.206.318.845,- per tahun. Dengan demikian semakin meningkat kegiatan konservasi dilakukan, maka kegiatan wisata bahari selam yang ditawarkan akan meningkat dan secara tidak langsung meningkatkan pendapatan pihak pengelola serta masyarakat sekitar.

Suatu kawasan yang akan atau telah menggunakan sumber daya alam sebagai modal untuk suatu kegiatan pemanfaatan, tentunya harus diketahui seberapa besar kawasan tersebut mampu mendukung aktivitas yang direncanakan atau dikembangkan. Sesuai realitanya, bahwa masing-masing lokasi memiliki karakter berbeda-beda, sehingga penunjukan suatu kawasan pun harus memperhatikan karakteristik lokasi yang diinginkan. Kemudian dilakukan kesesuaian lahan untuk mengavaluasi apakah karakteristik tersebut sudah sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan oleh peruntukan lokasi tersebut. Hal ini dikarenakan perairan atau laut bersifat fluida karena sumberdaya dan dinamika oseanografinya tidak dapat disekat atau dikapling (Sunyowati 2010).

Yulianda (2007) merumuskan beberapa parameter yang dapat mempengaruhi kelayakan suatu perairan untuk dijadikan lokasi wisata selam. Parameter tersebut termasuk kondisi ekosistem terumbu karang dan juga kondisi oseanografi perairan. Data yang didapat di lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.12 adalah kriteria persyaratan yang digunakan dalam penelitian yaitu empat dari enam parameter yang meliputi rata-rata kecerahan perairan di lokasi penelitian, luasan tutupan karang, jumlah jenis *lifeform*, serta kedalaman terumbu karang. Modifikasi ini disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian.

Untuk kegiatan wisata selam, persentase kecerahan perairan yang sesuai untuk wisata snorkeling dan selam yang sesuai dengan kecerahan 80 sampai 100%, cukup sesuai 50 sampai 80% kebawah, sesuai bersyarat 20 sampai 50%, dan tidak sesuai kecil dari 20% (Yulianda 2007). Lebar tutupan terumbu karang dimasukkan sebagai salah satu parameter yang menentukan kesesuaian suatu ekosistem terumbu karang

sebagai kawasan wisata. Semakin lebar tutupan terumbu karang akan membuat pengunjung semakin senang dan menjelajahi terumbu karang yang ada sehingga tidak ada rasa bosan karena melihat objek yang sama mengingat kegiatan selama sebagian besar hanya melihat keindahan dari atas terumbu saja (Yulianda 2007).

Kesehatan terumbu karang dapat dilihat dari persentase tutupan komunitas karang, semakin besar persentase tutupan tersebut maka semakin sehat pula ekosistem terumbu karang tersebut. Semakin sehat terumbu karang maka tutupan komunitas karang disuatu perairan semakin padat (English dkk. 1997). Dalam mengidentifikasi terumbu karang tidaklah mudah, peneliti dituntut memiliki keahlian dalam identifikasi karang. Dari hasil pengukuran lapangan didapatkan 7 jenis *lifeform* yang terdiri dari karang keras dan lunak (karang hidup), karang mati, hewan lain dan spons (hewan lain), pecahan karang, serta lamun dimana masing-masing jenis *lifeform* merupakan hasil pengkelasan berbagai macam jenis karang. Pada Bangsring *Underwater*, jenis *Acropora* dan *Non Acropora* sangat mendominasi perairan.

Selain itu, kegiatan penyelaman dibatasi oleh kedalaman terumbu karang, selain karena meningkatnya tekanan atmosfer berbanding lurus dengan bertambahnya kedalaman sehingga akan sangat beresiko pada kegiatan penyelaman, karang dibatasi oleh penetrasi cahaya yang diterimanya sehingga pada kedalaman tertentu tidak lagi ditemukan terumbu karang. Berdasarkan hasil pengukuran LIT, terumbu karang dapat dijumpai mulai dari kedalaman 3 meter hingga mencapai <10 meter.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa kondisi fisik perairan dilokasi penelitian untuk kategori

kegiatan selam masuk dalam kelas S2 (Sesuai) dengan nilai Indeks Kesesuaian Wisata (IKW) yaitu 53,71% yang dapat dilihat pada Tabel 4.12. Pada penelitian ini, IKW yang mengacu pada matriks kesesuaian Yulianda (2007) sudah bisa digunakan untuk perairan Bangsring *Underwater* jika ditinjau dari segi karakteristik perairannya yang berhadapan langsung dengan Selat Bali. Hal ini berdasarkan penelitian dari Trifany (2017), dimana kesesuaian kawasan selam Pulau Menjangan masuk dalam kategori sesuai hingga sangat sesuai untuk kegiatan ekowisata selam dengan persentase sebesar 64,81% hingga 79,63%. Bangsring *Underwater* dan Pulau Menjangan merupakan perairan yang berhadapan langsung dengan Selat Bali sehingga dapat diasumsikan memiliki karakteristik perairan yang sama. Dengan begitu matriks kesesuaian wisata selam oleh Yulianda (2007) dapat digunakan untuk mengkaji kesesuaian di perairan Bangsring.

Tabel 4.12 Parameter Kesesuaian Wisata Kategori Selam

Parameter	Data	Kelas	Bobot	Skor	Ni:BxS
Kecerahan (%)	60%	S2	5	2	10
Tutupan Karang (%)	50,42%	S2	5	2	10
Jumlah Jenis Lifeform	7	S2	3	2	6
Kedalaman Terumbu	<15m	S1	1	3	3
Total					29
Indeks Kesesuaian Wisata					53,71%

Dalam perencanaan pengembangan kawasan baru tersebut sebagai kawasan wisata bahari selam, diperlukan upaya pengamanan tambahan agar terumbu karang yang hidup di kawasan tersebut terlindungi secara berkesinambungan. Salah satu indikator wisata bahari berkelanjutan ditunjukkan melalui lingkungannya. Sehingga nantinya kawasan wisata Bangsring *Underwater* dapat dijadikan percontohan kawasan pesisir di Banyuwangi yang memiliki potensi terumbu karang yang baik tanpa memberikan dampak buruk yang signifikan terhadap ekosistem itu sendiri. Hal penting lain dalam meningkatkan kegiatan wisata bahari adalah memberikan edukasi terhadap wisatawan akan pentingnya sumber daya alam laut, sehingga wisatawan mendapatkan manfaat berupa ilmu pengetahuan dan memiliki kesadaran penuh untuk menjaga sumber daya alam laut. Pengelolaan wisata bahari Bangsring *Underwater* ditekankan pada upaya untuk tetap mempertahankan dan menjaga kualitas ekosistem, potensi, serta daya dukung sumberdaya dan kawasan agar tetap memberikan manfaat dan nilai kepuasan optimal bagi masyarakat setempat maupun wisatawan yang berkunjung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil transformasi Lyzenga dan pengklasifikasian, luas tutupan terumbu karang hidup di perairan mencapai 196,7 Ha berdasarkan citra SPOT-6 bulan Agustus tahun 2018. Sedangkan yang termasuk wilayah Bangsring *Underwater* yakni sekitar 100 Ha. Terumbu karang tersebar disepanjang pesisir tidak jauh dari daratan. Hasil pengukuran tutupan karang menggunakan metode LIT (*Line Intercept Transect*) menunjukkan nilai tutupan karang hidup sebesar 50,42% yang didapat dari empat stasiun pengamat dengan total jumlah sampel 121 buah. Nilai tutupan ini termasuk pada rentang tutupan karang baik (50%-74,90%). Secara umum karang hidup yang terukur didominasi oleh golongan *Non Acropora* dan *Acropora*.
- b. Bangsring *Underwater* secara keseluruhan mencakup area dengan kategori Sesuai (S2) untuk wisata bahari selam yang dinilai dari dua parameter yaitu tutupan karang dan kecerahan perairan yang didapat dari pengolahan citra SPOT-6. Hal ini juga sesuai dengan pengukuran parameter di lapangan dengan menggunakan empat parameter yaitu kecerahan perairan, tutupan karang, jumlah jenis *lifeform*, serta kedalaman terumbu karang yang memiliki nilai Indeks Kesesuaian Wisata (IKW) sebesar 53,71% sehingga tergolong kategori Sesuai (S2). Dengan demikian Bangsring *Underwater* sangat berpotensi untuk wisata bahari dan diperlukan upaya pengamanan tambahan agar terumbu karang yang hidup di kawasan tersebut terlindungi secara berkesinambungan.

5.2 Saran

Berikut saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

- a. Penelitian akan lebih akurat jika data lapangan didukung dengan data lapangan yang diambil dengan cara penyelaman dan mengambil sampel foto terumbu karang yang memiliki nilai digital, sehingga proses klasifikasi lebih mudah dilakukan.
- b. Dalam pengukuran LIT (*Line Intercept Transect*) peneliti harus memahami jenis-jenis karang sehingga lebih mudah dalam pencatatan. Semakin ahli, maka keberagaman jenis terumbu karang didapat semakin banyak. Sehingga parameter IKW yang didapat semakin baik.
- c. Algoritma kecerahan Mujito (1997) berbeda pada setiap pemakaian untuk wilayah lokal. Pengembangan algoritma baru perlu dilakukan di perairan Indonesia, khususnya di Bangsring *Underwater*, Banyuwangi. Data diuji dengan pengambilan sampel data insitu menggunakan alat *secchi disk* yang tersebar secara merata di sepanjang daerah studi dengan minimal 30 titik pengamatan dan diambil 3x pada setiap titiknya agar data yang diperoleh lebih akurat.
- d. Perlu melengkapi data tambahan di lapangan berupa parameter kesesuaian wisata selam lain, yaitu jenis ikan karang, kecepatan arus untuk menambah keakuratan hasil kesesuaian wisata bahari.
- e. Perlu dilakukan kajian penentuan kawasan wisata bahari selam hingga mencakup seluruh Perairan Bangsring.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H, Z. 2006. Survei dengan GPS. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Afifi, Z. 2015. Studi Pemetaan Fenomena Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching) Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 (Studi Kasus: Perairan Pltu Paiton, Probolinggo, Jawa Timur). *Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aini, N. dkk. 2018. Studi dan Strategi Pengembangan Produk Ekowisata Bunder (Bangsring *Underwater*) di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*, 3(3), 46–52.
- Airbus. 2014. SPOT 6 | SPOT 7 High Resolution Broad Coverage. *Airbus Defences and Space*, 1–2.
- Alhadir, L. 2016. Evaluasi Perubahan Luasan Terumbu Karang pada Kawasan Pulau Menjangan (Studi Kasus: Pulau Menjangan, Bali). *Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Amin. 2009. Terumbu Karang; Aset Yang Terancam (Akar Masalah dan Alternatif Solusi Penyelamatannya). *Region, Vol 1 No.*, 4–5.
- Anggarwal, S. 2009. Principles of Remote Sensing. Dehra Dun: Photogrammetry and Remote Sensing Division Indian Institute of Remote Sensing.
- Ardiyanto, R. 2015. Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Metode Klasifikasi Berbasis Objek Pada Citra Quickbird-2 Multispektral Di Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah. *Bumi Indonesia*, 4, 327–335.
- Arifin, A. Z. 2002. Penggunaan Analisa Faktor untuk Klasifikasi Citra Penginderaan jauh Multispektral. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(1), 12–19.
- Asadi, M. A., dan Andrimida, A. 2017. Valuasi Ekonomi

- Ekosistem Terumbu Karang Bangsring, Banyuwangi, Indonesia, 4(156), 144–152.
- BIG. 2017. Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang. Bogor: Badan Informasi Geospasial
- Burke, L. dkk. 2012. Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang. Washington DC: World Resources Institute
- Candra, D. S. 2011. Pengembangan Teknik Normalisasi dan Denormalisasi pada Metode RPC untuk Orthorektifikasi Citra Satelit Penginderaan jauh. *LAPAN*, 118–126.
- Coremap. 2001. Pedoman Laporan Pemantauan Kondisi Terumbu Karang. Laporan 3 BME COREMAP. *Australian Marine Science and Technology Ltd.*, 75pp.
- Damayanti, R. 2012. Pemetaan Terumbu Karang di Perairan Pulau Tabuhan Kab. Banyuwangi Menggunakan Citra Satelit Quickbird. *Seminar Nasional Kedaulatan Pangan Dan Energi Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura*.
- English, S., dkk. 1997. Survey Manual of Tropical Marine Resource. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources. Australia.
- Giyanto dkk. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Jakarta Utara: Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Green, E. P. dkk. 2000. Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. Paris: United Nations Educational
- Hernomo, A. D., dkk. 2014. Pemodelan Distribusi Salinitas dan Suhu Permukaan Laut Perairan Selat Bali Bagian Selatan Pada Musim Timur. *Jurnal Oseanografi*, 4(1), 64-73.
- Jaelani, L. M. 2009. 4 Resolusi Penting dalam Inderaja, 1–8.
- Jaelani, L. M. 2016. Koreksi Atmosfer.
- Jaelani, L. M. dkk. 2015. Pengaruh Algoritma Lyzenga dalam Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Worldview-2, Studi Kasus : Perairan Pltu Paiton Probolinggo. *Jurnal Penginderaan jauh*, 12(2), 123–132.
- Janssen, L. L. F., dan Huurneman, G. C. 2001. Principles of Remote Sensing: An Introductory Textbook. Den Haag: The

- International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)
- Johan, O. 2003. Metode Survei Terumbu Karang Indonesia. *Training Course: Karakteristik Biologi Karang PSK-UI dan Yayasan TERANGI*.
- Kadir, A., dan Susanto, A. 2013. Modul Perkuliahan Pengolahan Citra. Yogyakarta: Universitas Mercubuana.
- KKP. 2018. Buku Panduan Ekowisata Bahari. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Laili, N. 2015. Studi Persebaran Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi Worldview-2 (Studi Kasus: Perairan Utara PLTU Paiton Kab. Probolinggo). *Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- LAPAN. 2015. Pedoman Pengolahan Data Penginderaan untuk Ekosistem Terumbu Karang. Jakarta: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN
- Lyzenga, D. R. 1978. Passive Remote Sensing Techniques For Mapping Water Depth And Bottom Features. *Applied Optics*, 17(3), 379.
- Mujito. 1997. Evaluasi Penginderaan Jauh untuk Studi Dasar Lingkungan Wilayah Kerja UNOCAL Indonesia company Kalimantan Timur. Jakarta: Bidang Litbangtek Eksplorasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, LEMIGAS.
- Nurwauziyah, I. dkk. 2016. Analisis Ketelitian Geometric Citra SPOT-6 untuk Pembuatan Peta Desa (Studi Kasus: Kelurahan Wonorejo, Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A421–A426.
- Pasaribu, R. A. 2008. Studi Perubahan Luasan Terumbu Karang Dengan Menggunakan Data Penginderaan jauh Di Perairan Bagian Barat Daya Pulau Moyo, Sumbawa. *Skripsi*. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Paulus, C. A. 2006. Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut dan

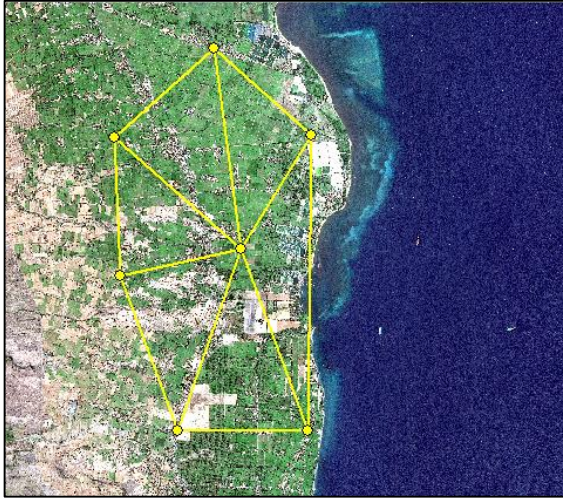
- Kandungan Klorofil-A dengan Menggunakan Data Modis di Perairan Nusa Tenggara Timur. *Skripsi*. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Pramudji. 2002. Pengelolaan Kawasan Pesisir dalam Upaya Pengembangan Wisata Bahari. *Oseana*, XXVII(1), 27–35.
- Putra, A. P. 2013. Studi Kesesuaian dan Daya Dukung Ekosistem Terumbu Karang untuk Wisata Selam dan Snorkeling di Kawasan Saporkren Waigeo Selatan Kabupaten Raja Ampat. *Skripsi*. Makassar: Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin.
- Purwadhi, S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: Grasindo.
- Raazy, A. F. 2018. Monitoring Perubahan Tutupan Habitat Terumbu Karang di Pulau Kapoposang Kepulauan Spermonde. *Skripsi*. Makassar: Departemen Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin.
- Rauf, A., dan Yusuf, M. 2004. Studi Distribusi dan Kondisi Terumbu Karang dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan jauh di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. *Ilmu Kelautan*, 9(2), 74–81.
- Ray, S. S. 2004. Basics of Remote Sensing. India: Department of Agriculture & Cooperation, Krishi Vistar Sadan, Pusa Campus
- Rintaka, W.E., dkk. 2014. Variasi Sebaran Suhu, Salinitas dan Klorofil Terhadap Jumlah Tangkapan Lemuru di Perairan Selat Bali Saat Muson Tenggara. *Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan X ISOI 2013*.
- Saleh, A. 2009. Teknik Pengukuran dan Analisis Kondisi Ekosistem Terumbu Karang.
- Setyawan, I. E. dkk. 2014. Pemetaan Profil Habitat Dasar Perairan Dangkal Berdasarkan Bentuk Topografi: Studi Kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Globè Volume*, 16(2), 125–132.
- Shodiqin, M. A. 2016. Studi *Total Suspended Solid* dan Transparansi Perairan Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 Sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan

- Terumbu Karang (Studi Kasus: Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo). *Tugas Akhir*. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Somantri, Lili. 2009. *Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- Suharsono. 2008. *Jenis-Jenis Karang di Indonesia*. Jakarta Utara: Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Sukojo, B. M. dkk. 2017. Analisis Ketelitian Horizontal Orthorektifikasi Citra Pleiades untuk Pembuatan Peta Dasar Rdtr Pesisir (Studi Kasus : Kecamatan Semampir, Kota Surabaya). *Jurnal Geoid*, 12(2), 136–142.
- Sukojo, B. M. 2012. *Penginderaan jauh (Dasar Teori dan Terapan)*. Surabaya: ITS Press.
- Sunyowati, Dina. 2010. *Pengaturan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut di Indonesia*. Surabaya: Departemen Hukum Internasional, Universitas Airlangga.
- Susilo, Eko. 2015. Variabilitas Faktor Lingkungan Pada Habitat Ikan Lemuru di Selat Bali Menggunakan Data Oseanografi dan Pengukuran Insitu. *Omni-Akuatika*, 14(20), 13-22.
- Suwargana, N. 2014. Analisis Citra Alos Avnir-2 Untuk Pemetaan Terumbu Karang (Studi Kasus: Banyuputih, Kabupaten Situbondo). *Seminar Nasional Penginderaan jauh*, 1, 588–596.
- Suwarno, J. 2016. ‘Gerakan Muncar Rumahku’ dan Strategi Mobilisasi Sumber Daya Pada Gerakan Sosial Penyelamatan Lingkungan, 3(2), 17–25.
- Syah, A. F. 2010. Penginderaan jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan. *Jurnal Kelautan*, 3(1), 18–28.
- Trifany, A. S. 2017. Pengembangan Wisata Bahari Berbasis Sumberdaya Terumbu Karang di Pulau Menjangan Taman Nasional Bali Barat. *Skripsi*. Bogor: Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Vermote, E. dkk. 2006. Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum - Vector (6SV). *6S User Guide Version 3*, (3), 1–55.

Yulianda, F. 2007. Ekowisata Bahari sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi. *Seminar Sains Departemen MSP FPIK IPB.*

LAMPIRAN

Lampiran 1: Hasil Perhitungan SoF SPOT-6.



Jumlah *Baseline* : 12

Jumlah Titik : 7

N Ukuran : Jumlah *Baseline* x 3 = 36

N Parameter : Jumlah Titik x 3 = 21

U : N Ukuran – N Parameter = 15

Persamaan :

No.	Persamaan
1	$V1 + B1 = X2 - X1$
2	$V2 + B2 = X7 - X2$
3	$V3 + B3 = X7 - X1$
4	$V4 + B4 = X3 - X2$
5	$V5 + B5 = X3 - X7$
6	$V6 + B6 = X4 - X3$
7	$V7 + B7 = X4 - X7$
8	$V8 + B8 = X4 - X5$

9	$V9 + B9 = X5 - X7$
10	$V10 + B10 = X6 - X5$
11	$V11 + B11 = X7 - X6$
12	$V12 + B12 = X6 - X1$

Dari persamaan tersebut diatas, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

No.	Persamaan
1	$V1 = X2 - X1 - B1$
2	$V2 = X7 - X2 - B2$
3	$V3 = X7 - X1 - B3$
4	$V4 = X3 - X2 - B4$
5	$V5 = X3 - X7 - B5$
6	$V6 = X4 - X3 - B6$
7	$V7 = X4 - X7 - B7$
8	$V8 = X4 - X5 - B8$
9	$V9 = X5 - X7 - B9$
10	$V10 = X6 - X5 - B10$
11	$V11 = X7 - X6 - B11$
12	$V12 = X6 - X1 - B12$

Dari persamaan tersebut diatas, maka diperoleh matriks desain A sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Berdasarkan matriks desain A tersebut diatas, maka dapat dihitung nilai *Strength Of Figure* (SoF) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Strength of Figure} &= [\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U \\ &= 0,3045 \end{aligned}$$

Lampiran 2: Hasil Perhitungan 6S

- Kanal Biru

```

***** 6SV version 1.1
*****
*
*          *
*          geometrical conditions identity          *
*          -----*
*          user defined conditions                *
*          *
* month: 8 day : 25                               *
* solar zenith angle: 37.75 deg solar azimuthal angle:
59.63 deg *
* view zenith angle: 16.87 deg view azimuthal angle:
159.99 deg *
* scattering angle: 136.44 deg azimuthal angle difference:
***** deg *
*          *
*          atmospheric model description          *
*          -----*
*          atmospheric model identity :          *
*          tropical      (uh2o=4.12g/cm2,uo3=.247cm-atm)
*
*          aerosols type identity :              *
*          Urban aerosol model                  *
*          optical condition identity :          *
*          visibility : 30.00 km opt. thick. 550 nm : 0.1991
*
*          *
*          spectral condition                    *
*          -----*
*          constant                             *
*          value of filter function :           *
*          wl inf= 0.450 mic wl sup= 0.525 mic *
*          *

```



```

*           Surface polarization parameters           *
*           -----                               *
*                                           *
*                                           *
* Sunlint Model  windspeed,azimuth  3.000 170.000
*
*                                           *
* Surface Polarization Q,U,Rop,Chi  0.00010 0.00016 0.00019
29.07 *
*                                           *
*                                           *
*           target type                           *
*           -----                               *
* homogeneous ground                             *
* ocean model selected                             *
* wind speed [m/s] : 3.0 azimuth of the wind [deg] :
170.00 *
* salinity [ppt] : 22.8 pigment conc. [mg/m3] : 0.49
*
* water reflectance components:                   *
* Foam: 0.00003 Water: 0.01412 Glint: 0.00088
*
*                                           *
* brdf selected                                   *
* rodir robar ropbar albedo                       *
* 0.0150 0.0328 0.0384 0.0792                     *
*                                           *
*           target elevation description           *
*           -----                               *
* ground pressure [mb] 1013.00                       *
* ground altitude [km] 0.000                         *
*                                           *
*           atmospheric correction activated         *
*           -----                               *

```

```

*              BRDF coupling correction              *
*  input measured radiance [w/m2/sr/mic]  0.000
*
*
*
*****
*****

*****
*****

*
*              *
*  integrated values of :              *
*  -----              *
*              *
*  apparent reflectance 0.0902692 appar. rad.(w/m2/sr/mic)
43.405 *
*  total gaseous transmittance 0.988              *
*
*****
*****

*
*              *
*  coupling aerosol -wv :              *
*  -----              *
*  wv above aerosol : 0.090   wv mixed with aerosol :
0.090 *
*  wv under aerosol : 0.090              *
*****
*****

*
*              *
*  integrated values of :              *
*  -----              *
*              *
*  app. polarized refl. 0.0174   app. pol. rad. (w/m2/sr/mic)
0.632 *
*  direction of the plane of polarization 29.45              *
*  total polarization ratio   0.193              *

```

```

*
*****
*****
*
*
*          int. normalized values of :
*          -----
*          % of irradiance at ground level
* % of direct irr.  % of diffuse irr.  % of enviro. irr
*          0.757      0.233      0.011
*          reflectance at satellite level
* atm. intrin. ref.  background ref.  pixel reflectance
*
*          0.074      0.010      0.008
*
*          int. absolute values of
*          -----
*          irr. at ground level (w/m2/mic)
* direct solar irr.  atm. diffuse irr.  environment irr
*          909.027      278.887      12.585
*          rad at satel. level (w/m2/sr/mic)
* atm. intrin. rad.  background rad.  pixel radiance
*
*          35.408      4.980      3.757
*
*
*          int. funct filter (in mic)          int. sol. spect (in w/m2)
*          0.0750000                          143.287
*
*****
*****

```

```

*****
*****
*
*
*          integrated values of :
*          -----
*
*          downward    upward    total
* global gas. trans. :  0.99328    0.99444    0.98778
*
* water " " :  1.00000    1.00000    1.00000
* ozone " " :  0.99328    0.99444    0.98778
* co2 " " :  1.00000    1.00000    1.00000
* oxyg " " :  1.00000    1.00000    1.00000
* no2 " " :  1.00000    1.00000    1.00000
* ch4 " " :  1.00000    1.00000    1.00000
* co " " :  1.00000    1.00000    1.00000
*
*
* rayl. sca. trans. :  0.90558    0.92062    0.83370
*
* aeros. sca. " :  0.88051    0.90460    0.79651
* total sca. " :  0.79179    0.82662    0.65451
*
*
*
*          rayleigh    aerosols    total
*          -----
* spherical albedo :  0.12742    0.04982    0.13265
*
* optical depth total:  0.16468    0.23251    0.39720
*
* optical depth plane:  0.16468    0.23251    0.39720
*
* reflectance I :  0.06401    0.01207    0.07445

```


* coefficients xa xb xc : 0.00322 0.11390 0.13265

*

* $y = xa * (\text{measured radiance}) - xb$; $acr = y / (1 + xc * y)$

*


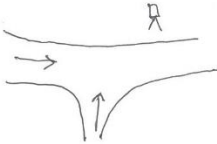

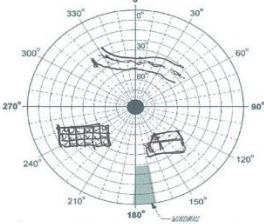
Lampiran 3: Formulir dan Dokumentasi Pengukuran GCP, ICP.

A. Pengukuran GCP

- Foto Dokumentasi Pengukuran GCP di Titik 1



- Form Pengukuran GCP di Titik 1


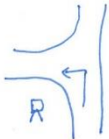
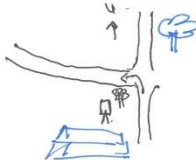
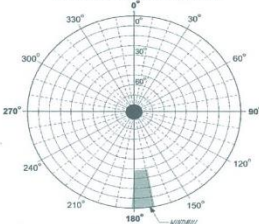
 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember		FORMULIR SURVEI GPS TEKNIK GEOMATIKA FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA TAHUN 2019	
FORMULIR RECONNAISSANCE TITIK			
Nomor Titik : <i>Base</i>		Tanggal Reconnaissance : <i>12 Feb 2019</i>	
Proyek : <i>TA</i>		Baru / Sudah Ada : <i>Baru</i>	
Nama Surveyor : <i>Della Daus</i>		Aman / Tidak Aman : <i>Aman</i>	
Kab. / Kota : <i>Banyuwangi</i>		Dapat Dicapai Mobil (ya / tidak) : Tidak <i>Ya</i>	
Kelurahan : <i>Bangsring</i>		Obstruksi Jalan (ya / tidak) : <i>Ya</i>	
DIAGRAM AKSESIBILITAS		DIAGRAM LOKASI	
			
DIAGRAM OBSTRUKSI		CATATAN	
		<p><i>Titik berada di tengah = pemukiman</i> <i>Disebelah utara tersapat jurang</i></p>	
Dibuat Oleh : <i>Della Daus</i>		Tanggal : <i>12 Feb 2019</i>	

B. Pengukuran ICP

- Foto Dokumentasi Pengukuran ICP di Titik 6



- Form Pengukuran ICP di Titik 6


 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember		FORMULIR SURVEI GPS TEKNIK GEOMATIKA FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA TAHUN 2019	
FORMULIR RECONNAISSANCE TITIK			
Nomor Titik : <u>16</u>		Tanggal Reconnaissance : <u>13 Feb 2019</u>	
Proyek : <u>TA</u>		Baru / Sudah Ada : <u>baru</u>	
Nama Surveyor : <u>Della, Daus</u>		Aman / Tidak Aman : <u>Aman</u>	
Kab. / Kota : <u>Banyuwangi</u>		Dapat Dicapai Mobil (ya / tidak) : <u>tidak</u>	
Kelurahan : <u>Bangsrim</u>		Obstruksi Jalan (ya / tidak) : <u>ya</u>	
DIAGRAM AKSESIBILITAS		DIAGRAM LOKASI	
			
DIAGRAM OBSTRUKSI		CATATAN	
		Titik berada di tengah \Rightarrow pemukiman	
Dibuat Oleh : <u>Della, Daus</u>		Tanggal : <u>13 Feb 2019</u>	

Lampiran 4: Pengukuran LIT dan Hasil Perhitungan *Lifeform***A. Pengukuran LIT**



- Foto Dokumentasi Pengukuran LIT







Stasiun	Koordinat	
	<i>Latitude (LS)</i>	<i>Longitude (BT)</i>
I	217081,277	9110068,228
II	217008,826	9109772,383
III	216930,336	9108854,660
IV	216900, 148	9108462,213


Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
I	 <i>(Acropora hyacinthus)</i>	<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.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
		<ul style="list-style-type: none"> - Biasanya tumbuh di daerah tubir, sering mendominasi suatu lokasi tertentu terutama pada perairan yang jernih dengan ombak yang relatif tidak besar.
	 <p data-bbox="322 783 624 815" style="text-align: center;"><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="356 1190 591 1222" style="text-align: center;"><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.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
		<ul style="list-style-type: none"> - Umumnya pada tempat dangkal dengan perairan yang jernih.
II	<div style="text-align: center;">  <p data-bbox="418 647 602 676"><i>(Porites lichen)</i></p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p data-bbox="400 1190 620 1219"><i>(Acropora aspera)</i></p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni merayap dengan berbagai tonjolan tidak beraturan atau percabangan pendek. Korallit 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. <ul style="list-style-type: none"> - Koloni korimbosa, cabang dengan ukuran yang sedang. Ukuran cabang bervariasi tergantung dari tempat hidupnya. Axial korallit kecil, dan radial, korallit dengan ukuran besar dan kecil, bercampur dengan bentuk seperti sisik ikan. - Memiliki warna coklat gelap atau keabu-abuan.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
	 <p data-bbox="356 619 588 646"><i>(Porites cylindrica)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Biasanya ada di sekitar tubir. - Koloni bercabang dengan bentuk arboresen atau dengan dasar menyatu. Korallit 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	 <p data-bbox="341 1098 602 1125"><i>(Acropora samoensis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni dengan percabangan korimbosa dengan cabang tidak beraturan, Axial korallit berbentuk tabung pendek dan tebal. Radial korallit dengan dua ukuran dinding terlihat tebal. - Memiliki warna kuning kehijauan, coklat, kadang-kadang ungu. - Biasanya tumbuh didaerah tubir atau lereng terumbu.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
	 <p data-bbox="356 544 664 576"><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 data-bbox="356 986 664 1018"><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.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
IV	 <p data-bbox="356 547 589 576"><i>(Platygyra sinensis)</i></p>	<ul 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="356 956 589 984"><i>(Acropora grandis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni arboresen dengan percabangan yang lebih lebar dan panjang, ukuran percabangan lebih besar jika dibandingkan Acropora formosa. 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.

Stasiun	Dokumentasi Titik Sampel	Karakteristik (Suharsono 2008)
	 <p data-bbox="356 544 666 576"><i>(Heliofungia actiniformis)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="725 261 1044 528">- 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. <li data-bbox="725 533 1044 596">- Memiliki warna coklat muda, keputihan. <li data-bbox="725 601 1044 694">- Biasanya ditempat yang relatif tenang dengan dasar yang lunak.

B. Hasil Perhitungan Lifeform

Stasiun I	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	Jenis	Frekuensi	Panjang Tutupan (cm)	Presentase Tutupan (%)
	1	0,5	KK	16	8	HL	31	15,5	KK	46	23	KK	KH (KK+KL)	34	1700	56,67
	2	1	KM	17	8,5	KM	32	16	KM	47	23,5	KK	HL (HL)	6	300	10,00
	3	1,5	KL	18	9	KK	33	16,5	KK	48	24	KK	KM	13	650	21,67
	4	2	KM	19	9,5	KL	34	17	KK	49	24,5	KL	PK	7	350	11,67
	5	2,5	KK	20	10	KM	35	17,5	KM	50	25	PK	Total	60	3000	100
	6	3	KL	21	10,5	KM	36	18	KK	51	25,5	PK				
	7	3,5	PK	22	11	HL	37	18,5	PK	52	26	KK				
	8	4	KL	23	11,5	KL	38	19	PK	53	26,5	KL				
	9	4,5	HL	24	12	KK	39	19,5	KM	54	27	HL				
	10	5	KK	25	12,5	KK	40	20	KK	55	27,5	KM				
	11	5,5	KK	26	13	KK	41	20,5	KK	56	28	KM				
	12	6	KL	27	13,5	KL	42	21	KL	57	28,5	KK				
	13	6,5	PK	28	14	KM	43	21,5	HL	58	29	KL				
	14	7	PK	29	14,5	KL	44	22	KM	59	29,5	KK				
15	7,5	HL	30	15	KM	45	22,5	KL	60	30	KK					

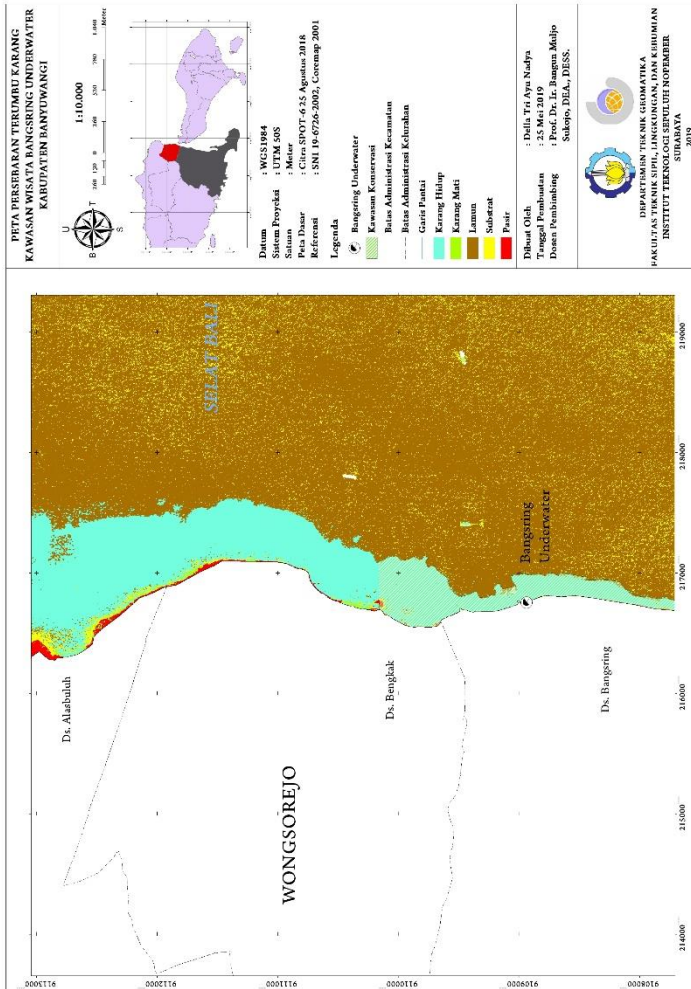
Stasiun II	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	Jenis	Frekuensi	Panjang Tutupan (cm)	Presentase Tutupan (%)
	1	0,5	KK	16	8	KL	31	15,5	PK	46	23	HL	KH (KK+KL)	30	1500	50,00
	2	1	KK	17	8,5	KL	32	16	L	47	23,5	KM	HL (SP + HL)	9	450	15,00
	3	1,5	KK	18	9	SP	33	16,5	KK	48	24	HL	KM	7	350	11,67
	4	2	KL	19	9,5	SP	34	17	KK	49	24,5	KK	PK	9	450	15,00
	5	2,5	KK	20	10	PK	35	17,5	KK	50	25	KK	L	5	250	8,33
	6	3	KK	21	10,5	PK	36	18	KK	51	25,5	KL	Total	60	3000	100
	7	3,5	SP	22	11	PK	37	18,5	KK	52	26	KK				
	8	4	HL	23	11,5	L	38	19	KK	53	26,5	KL				
	9	4,5	KM	24	12	L	39	19,5	KK	54	27	KM				
	10	5	PK	25	12,5	KK	40	20	HL	55	27,5	PK				
	11	5,5	KK	26	13	KK	41	20,5	SP	56	28	PK				
	12	6	KK	27	13,5	KK	42	21	L	57	28,5	PK				
	13	6,5	HL	28	14	KL	43	21,5	KM	58	29	KL				
	14	7	KM	29	14,5	KL	44	22	KK	59	29,5	KL				
15	7,5	KM	30	15	KM	45	22,5	PK	60	30	L					

Stasiun III	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	Jenis	Frekuensi	Panjang Tutupan (cm)	Presentase Tutupan (%)
	1	0,5	KL	16	8	PK	31	15,5	KK	46	23	KM	KH (KK+KL)	28	1400	46,67
	2	1	SP	17	8,5	PK	32	16	KL	47	23,5	SP	HL (SP)	9	450	15,00
	3	1,5	KK	18	9	KL	33	16,5	SP	48	24	KL	KM	11	550	18,33
	4	2	KK	19	9,5	KL	34	17	SP	49	24,5	SP	PK	8	400	13,33
	5	2,5	KM	20	10	L	35	17,5	L	50	25	KM	L	4	200	6,67
	6	3	PK	21	10,5	KK	36	18	KK	51	25,5	KK	Total	60	3000	100
	7	3,5	KM	22	11	PK	37	18,5	PK	52	26	KK				
	8	4	SP	23	11,5	KK	38	19	KM	53	26,5	KK				
	9	4,5	L	24	12	KK	39	19,5	PK	54	27	KL				
	10	5	L	25	12,5	KK	40	20	KL	55	27,5	KM				
	11	5,5	KM	26	13	SP	41	20,5	PK	56	28	SP				
	12	6	KL	27	13,5	KM	42	21	KL	57	28,5	KK				
	13	6,5	KK	28	14	SP	43	21,5	KK	58	29	KL				
	14	7	KM	29	14,5	KK	44	22	KM	59	29,5	KK				
15	7,5	PK	30	15	KM	45	22,5	KK	60	30	KL					

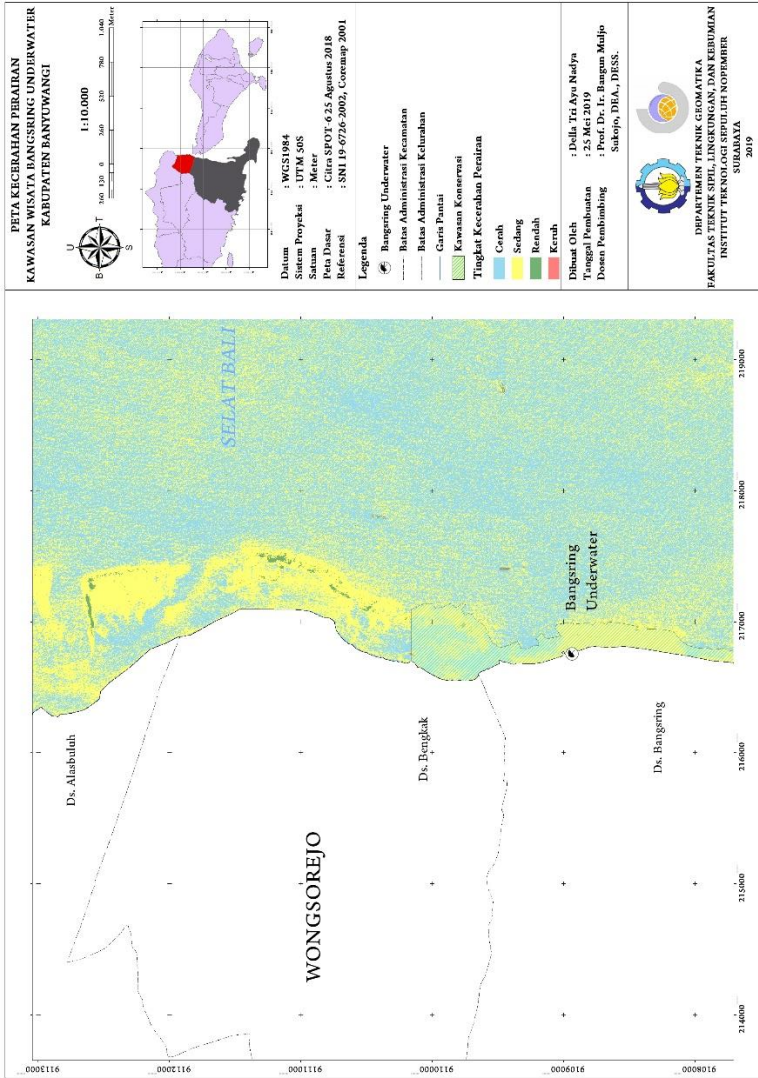
Stasiun IV	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	No	Titik Transek	Kategori	Jenis	Frekuensi	Panjang Tutupan (cm)	Presentase Tutupan (%)
	1	0,5	SP	16	8	KK	31	15,5	KK	46	23	PK	KH (KK+KL)	29	1450	48,33
	2	1	SP	17	8,5	PK	32	16	PK	47	23,5	KM	HL (SP)	10	500	16,67
	3	1,5	KM	18	9	KK	33	16,5	KK	48	24	KL	KM	6	300	10,00
	4	2	KL	19	9,5	KK	34	17	KL	49	24,5	KK	PK	9	450	15,00
	5	2,5	KL	20	10	SP	35	17,5	KK	50	25	KM	L	6	300	10,00
	6	3	PK	21	10,5	KK	36	18	KL	51	25,5	KM	Total	60	3000	100
	7	3,5	PK	22	11	SP	37	18,5	KK	52	26	KL				
	8	4	KL	23	11,5	SP	38	19	SP	53	26,5	KK				
	9	4,5	KK	24	12	KL	39	19,5	L	54	27	KL				
	10	5	KL	25	12,5	L	40	20	SP	55	27,5	PK				
	11	5,5	SP	26	13	KM	41	20,5	KL	56	28	KK				
	12	6	L	27	13,5	KM	42	21	KL	57	28,5	KK				
	13	6,5	L	28	14	KL	43	21,5	PK	58	29	KL				
	14	7	KK	29	14,5	SP	44	22	L	59	29,5	L				
15	7,5	PK	30	15	KK	45	22,5	PK	60	30	SP					

Lampiran 5: Peta Sebaran Terumbu Karang Pengembangan Potensi Wisata Bahari Pantai Bangsring, Banyuwangi.

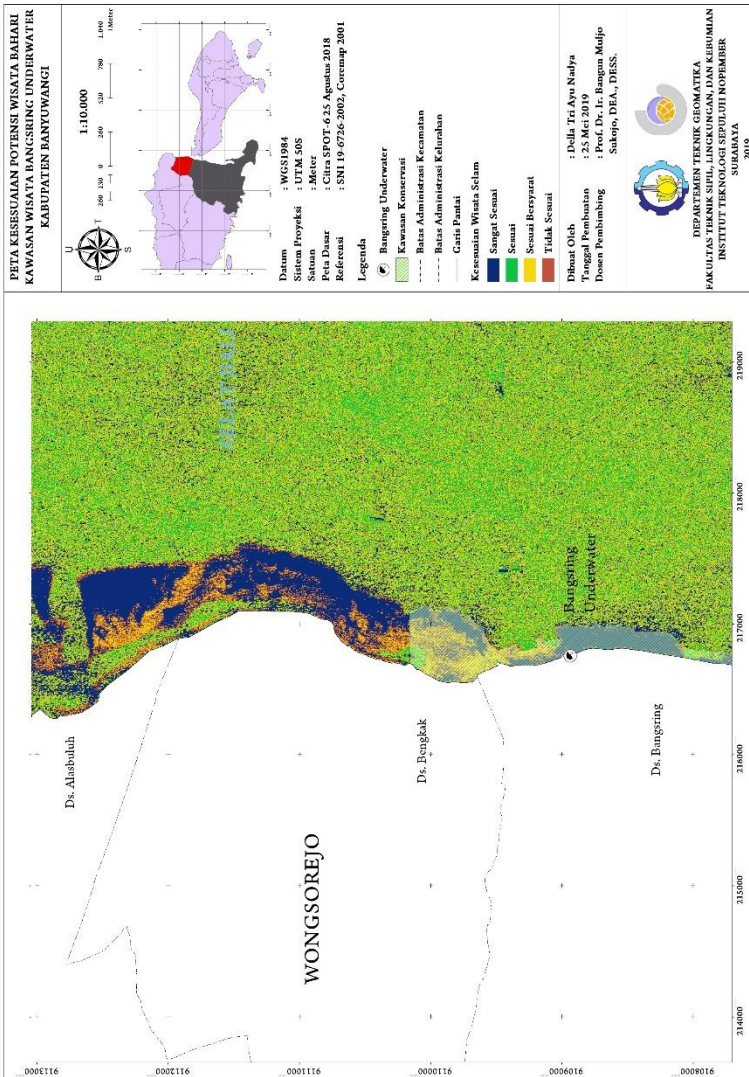
A. Peta Persebaran Terumbu Karang



B. Peta Kecerahan Perairan



C. Peta Kesesuaian Potensi Wisata Bahari Selam



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Della Tri Ayu Nadya lahir di Lumajang pada tanggal 4 November 1996. Anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Hernanadi Hamzah dan ST. Rochaniyah. Penulis telah menempuh pendidikan formal antara lain yaitu SD Al-Ikhlas Lumajang (2003-2009), SMPN 1 Lumajang (2009-2012), dan SMAN 2 Lumajang (2012-2015). Tahun 2015, penulis yang akrab dipanggil Della ini diterima pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika FTSLK-ITS. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga cukup aktif di berbagai organisasi jurusan diantaranya penulis merupakan Staff Departemen Media dan Informasi HIMAGE-ITS periode 2016/2017 serta Ketua Departemen Media dan Informasi HIMAGE-ITS periode 2017/2018. Penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen tingkat Pra-Tingkat Dasar FTSLK-ITS, Pelatihan *Basic Media School*, dan Pelatihan Keterampilan Mahasiswa Usaha. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Balai Riset dan Observasi Laut pada tahun 2018. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis mengambil penelitian Tugas Akhir di bidang keahlian ilmu Geospasial yaitu penginderaan jauh dengan judul “Identifikasi Sebaran Terumbu Karang Menggunakan Algoritma Lyzenga Guna Menunjang Kawasan Wisata Bahari (Studi Kasus: Bangsring *Underwater*, Banyuwangi)”.