



TUGAS AKHIR - RG 141536

**STUDI PERUBAHAN HABITAT PADANG LAMUN
BERDASARKAN KUALITAS PERAIRAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8
(Studi Kasus : Pantai Sanur, Bali)**

**MUHAMMAD WAHYU TRI PAMUNGKAS
NRP 3512 100 070**

**Dosen Pembimbing
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**STUDY OF CHANGES IN SEAGRASS BED
HABITAT BASED ON WATER QUALITY
USING LANDSAT 8 IMAGE
(Case Study : Sanur Beach, Bali)**

**MUHAMMAD WAHYU TRI PAMUNGKAS
NRP 3512 100 070**

**Supervisor
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**STUDI PERUBAHAN HABITAT PADANG LAMUN
BERDASARKAN KUALITAS PERAIRAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8
(Studi Kasus : Pantai Sanur, Bali)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHAMMAD WAHYU TRI PAMUNGKAS
NRP. 3512 100 8700

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Lalu Muhamad Jaclani, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19801221 2003 12 1 00 1



SURABAYA, JUNI 2016

**STUDI PERUBAHAN HABITAT PADANG LAMUN
BERDASARKAN KUALITAS PERAIRAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8
(Studi Kasus : Pantai Sanur, Bali)**

Nama Mahasiswa : Muhammad Wahyu Tri Pamungkas
NRP : 3512 100 070
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP - ITS
Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani S.T.,M.Sc.,Ph.D.

ABSTRAK

Padang lamun adalah salah satu jenis vegetasi yang berperan penting di ekosistem laut dangkal, karena merupakan habitat bagi ikan dan biota laut lain, serta sebagai penyerap karbon. Namun, ekosistem ini kurang mendapat perhatian dan terus mengalami kerusakan, salah satunya yaitu ekosistem lamun di pantai Sanur yang merupakan daerah wisata, dimana kerusakannya mencapai sekitar 15%. Sehingga perlu dilakukan pengamatan perubahan habitat lamun secara temporal untuk memantau kerusakan yang terjadi.

Pengamatan perubahan habitat lamun dilakukan menggunakan persamaan hubungan antara kualitas perairan, yang meliputi suhu, salinitas, kecerahan, dan kedalaman perairan terhadap keberadaan padang lamun yang didasarkan pada rentang nilai kualitas perairan yang sesuai bagi habitat lamun menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Data kualitas perairan didapatkan dari pengolahan citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan 2015 menggunakan algoritma pengolah citra yang telah ada.

Berdasarkan hasil pengolahan citra pada tahun 2014 dan 2015, didapat nilai kisaran suhu antara 23-29 °C, salinitas antara 26-35 psu, dan kecerahan perairan antara 0-37 meter. Sementara berdasarkan data lapangan, diperoleh koefisien pengaruh suhu terhadap keberadaan lamun sebesar -0,04574,

koefisien salinitas sebesar 0,40224, koefisien kecerahan sebesar - 0,44463, dan koefisien kedalaman sebesar 0,61788.

Dengan memasukkan data kualitas perairan ke dalam persamaan hubungan tersebut, diperoleh perubahan habitat padang lamun. Pada musim penghujan, diperoleh luas 393,62 Ha pada tahun 2014 yang sesuai bagi habitat lamun, kemudian berkurang 39,11 Ha menjadi 354,51 Ha pada tahun 2015. Sementara pada musim kemarau, terjadi pengurangan seluas 116,16, dari 588,74 Ha pada tahun 2014 menjadi 472,58 Ha pada tahun 2015.

Kata kunci : Padang Lamun, Pantai Sanur, Kualitas Perairan, Landsat 8

**STUDY OF CHANGES IN SEAGRASS BED
HABITAT BASED ON WATER QUALITY
USING LANDSAT 8 IMAGE
(Case Study : Sanur Beach, Bali)**

Student Name : Muhammad Wahyu Tri Pamungkas
NRP : 3512 100 070
Department : Geomatics Engineering FTSP - ITS
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani S.T.,M.Sc.,Ph.D.

ABSTRACT

Seagrass bed is one of the types of vegetation that plays an important role in the ecosystem of the shallow sea, as it is a habitat for fish and other marine life, as well as carbon sinks. However, these ecosystems are less attention and keeps damaged, one of them i.e. seagrass ecosystems in Sanur beach which is the tourist area, where the damage reach about 15%. So needs to be done an temporal observation in seagrass habitats change to monitor the damage that occurred.

The observations of seagrass habitat changes made using the equation relationship between the quality of the waters, which include temperature, salinity, transparency, and the depth of the waters of the seagrass bed to the existence of which is based on the range of value from the quality of aquatic habitat for seagrass according to Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Quality waters data obtained from processing of Landsat 8 satellite imagery from 2014 to 2015 using image processing algorithms.

Based on the results of image processing in 2014 to 2015, obtained the values for the temperature range between 23-29 °C, salinity between 26-35 psu, and the transparency of the waters between 0-37 meters. While based on the field data, obtained the coefficient of temperature influence to the existence of seagrass is

-0.04574, salinity coefficient is 0.40224, transparency coefficient is -0.44463, and depth coefficient is 0.61788.

By entering the data quality of the waters into the equation relationships, seagrass bed habitat changes are obtained. In rainy season, obtained the appropriate extents for seagrass habitat of 393.62 Ha in 2014, then decreased 39.11 Ha be 354.51 Ha in 2015. While in the dry season, there was a reduction in the amount of 116.16 Ha, from 588.74 Ha in 2014 into 472.58 Ha in 2015.

Keywords : Landsat 8, Quality of the Waters, Sanur Beach, Seagrass Bed

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Studi Perubahan Habitat Padang Lamun Berdasarkan Kualitas Perairan Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Pantai Sanur, Bali)”** ini dengan baik.

Selama pelaksanaan penyelesaian tugas akhir, banyak pihak yang telah membantu penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Lalu Muhamad Jaelani ST., M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam melakukan penelitian dan menyusun laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku dosen wali penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Geomatika ITS yang turut membimbing dan memberikan saran.
3. Orang tua penulis atas doa dan kasih sayang yang tiada hentinya.
4. Mbak Siti sekeluarga, Mas Imam sekeluarga, dan Dik Rika atas semua doa, bantuan, dan dorongan dalam menempuh kuliah dan melakukan penelitian tugas akhir ini.
5. Tim S9.2 dalam memberikan semangat, diskusi, dan bantuan selama melakukan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Iva Nurwauziyah, teman-teman GEOID angkatan 2012, dan keluarga besar HIMAGE-ITS untuk semua kebersamaan dan bantuan selama menuntut ilmu di kampus perjuangan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui beasiswa bidikmisi mulai tahun 2012 hingga 2016.

8. Serta semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dalam teknis penulisan maupun materi yang tercantum di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, dan menjadi salah satu kontribusi penulis bagi kemajuan dunia geodesi dan *water remote sensing* Indonesia.

Surabaya, 6 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	5
2.2 Padang Lamun	6
2.2.1 Pengertian	6
2.2.2 Karakteristik	7
2.2.3 Fungsi dan Manfaat	9
2.2.4 Faktor Pembatas	10
2.2.5 Lamun di Indonesia	13
2.3 Kualitas Perairan	14
2.3.1 Suhu Permukaan Laut	14
2.3.2 Salinitas Perairan	15
2.2.3 Kecerahan Perairan	15
2.2.4 Kedalaman Perairan	15
2.4 Penginderaan Jauh	16
2.4.1 Pengertian dan Konsep Dasar	16
2.4.2 Penginderaan Jauh untuk Perairan	18
2.5 Landsat 8	19

2.6	Perbaikan Citra Satelit.....	21
2.6.1	Koreksi Geometrik.....	22
2.6.2	Koreksi Radiometrik.....	22
2.7	Penggunaan Algoritma.....	28
2.7.1	Algoritma Suhu Permukaan Laut.....	28
2.7.2	Algoritma Kecerahan Perairan.....	28
2.7.3	Algoritma Salinitas Perairan.....	28
2.8	Interpolasi Data.....	29
2.9	Uji Akurasi Data.....	30
2.10	Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III METODOLOGI.....		33
3.1	Lokasi Penelitian.....	33
3.2	Data dan Peralatan.....	34
3.2.1	Data.....	34
3.2.2	Peralatan.....	34
3.3	Metodologi Penelitian.....	35
3.3.1	Tahap Pelaksanaan.....	35
3.3.2	Tahap Pengolahan Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Data.....	41
4.1.1	Data Lapangan.....	41
4.1.2	Data Citra.....	42
4.2	Pengolahan Data Lapangan.....	43
4.2.1	Pembuatan Hubungan Persamaan.....	43
4.2.2	Interpolasi Data Lapangan.....	45
4.3	Koreksi Radiometrik.....	47
4.3.1	Kalibrasi Radiometrik.....	47
4.3.2	Koreksi Atmosfer.....	50
4.4	Pengolahan Algoritma.....	53
4.4.1	Pengolahan Algoritma Suhu Permukaan Laut.....	53
4.4.2	Pengolahan Algoritma Kecerahan Perairan.....	57
4.4.3	Pengolahan Algoritma Salinitas Perairan.....	60
4.5	Uji Akurasi Hasil Pengolahan Algoritma.....	64
4.6	Perubahan Kesesuaian Habitat Padang Lamun.....	67
4.7	Uji Akurasi Kesesuaian Habitat Padang Lamun.....	71

BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN	79
BIODATA PENULIS.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Lamun di Indonesia.....	13
Tabel 2.2 Karakteristik Spektral Landsat 8	20
Tabel 2.3 Nilai Esun Tiap Kanal Citra Landsat 8	26
Tabel 3.1 Data Citra Landsat 8.....	34
Tabel 4.1 Parameter Kualitas Perairan	44
Tabel 4.2 Nilai Data Hasil Interpolasi.....	47
Tabel 4.3 Parameter Metode 6S	50
Tabel 4.4 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2014.....	51
Tabel 4.5 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2015.....	51
Tabel 4.6 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2016.....	51
Tabel 4.7 Perubahan Suhu Permukaan Laut.....	53
Tabel 4.8 Perubahan Kecerahan Perairan.....	57
Tabel 4.9 Perubahan Salinitas Perairan	60
Tabel 4.10 Nilai <i>NMAE</i> Parameter Kualitas Perairan	65
Tabel 4.11 Perubahan Luas Habitat Padang Lamun	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administrasi Kota Denpasar.....	5
Gambar 2.2 Morfologi Lamun	9
Gambar 2.3 Konsep Penginderaan Jauh.....	16
Gambar 2.4 Pantulan Spektral Satelit Sesuai Objeknya.....	18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan Penelitian	35
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	37
Gambar 4.1 Sebaran Data Lapangan di Wilayah Pantai Sanur ...	41
Gambar 4.2 Citra Landsat 8 Tahun 2014	42
Gambar 4.3 Citra Landsat 8 Tahun 2015	43
Gambar 4.4 Citra Landsat 8 Tanggal 16 Maret 2016.....	43
Gambar 4.5 Sebaran Kualitas Perairan dari Data Lapangan	46
Gambar 4.6 Posisi Titik untuk Tampilan Grafik.....	47
Gambar 4.7 Nilai Radian Citra Tanggal 27 Maret 2014	48
Gambar 4.8 Nilai Radian Citra Tanggal 30 Mei 2014	48
Gambar 4.9 Nilai Radian Citra Tanggal 10 Februari 2015	49
Gambar 4.10 Nilai Radian Citra Tanggal 21 Agustus 2015.....	49
Gambar 4.11 Nilai Radian Citra Tanggal 16 Maret 2016	49
Gambar 4.12 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 27 Maret 2014.....	51
Gambar 4.13 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 30 Mei 2014.....	52
Gambar 4.14 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 10 Februari 2015.....	52
Gambar 4.15 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 21 Agustus 2015	52
Gambar 4.16 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 16 Maret 2016.....	53
Gambar 4.17 Sebaran Suhu Musim Kemarau 2014	54
Gambar 4.18 Sebaran Suhu Musim Kemarau 2015	55
Gambar 4.19 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2014.....	55
Gambar 4.20 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2015.....	56
Gambar 4.21 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2016.....	56
Gambar 4.22 Kecerahan Perairan Musim Kemarau 2014.....	58
Gambar 4.23 Kecerahan Perairan Musim Kemarau 2015.....	58
Gambar 4.24 Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2014.....	59

Gambar 4.25	Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2015.....	59
Gambar 4.26	Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2016.....	60
Gambar 4.27	Sebaran Salinitas Musim Kemarau 2014.....	61
Gambar 4.28	Sebaran Salinitas Musim Kemarau 2015.....	61
Gambar 4.29	Sebaran Salinitas Musim Penghujan 2014	62
Gambar 4.30	Sebaran Salinitas Musim Penghujan 2015	63
Gambar 4.31	Salinitas Perairan Musim Penghujan 2016.....	63
Gambar 4.32	Titik Lapangan untuk Uji akurasi Data	64
Gambar 4.33	Grafik Korelasi Data Suhu Permukaan Laut	66
Gambar 4.34	Grafik Korelasi Data Kecerahan Perairan	66
Gambar 4.35	Grafik Korelasi Data Salinitas Perairan.....	66
Gambar 4.36	Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2014	67
Gambar 4.37	Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2015	68
Gambar 4.38	Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2014 ...	69
Gambar 4.39	Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2015 ...	69
Gambar 4.40	Habitat Padang Lamun dari Data Lapangan.....	71
Gambar 4.41	Habitat Padang Lamun dari Data Citra.....	71
Gambar 4.42	Grafik Hubungan Kesesuaian Habitat Lamun	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut, dimana wilayah ini mencakup sumber daya hayati, sumber daya nonhayati, sumber daya buatan, dan jasa-jasa lingkungan, salah satunya yaitu ekosistem padang lamun (UU No.1 Tahun 2014). Padang lamun di Indonesia memiliki luas sekitar 30.000 km² dan berperan penting di ekosistem laut dangkal, karena merupakan habitat bagi ikan dan biota perairan lainnya (Nontji, 2009 dalam Oktavianti dkk., 2014). Lamun merupakan sumber pakan bagi invertebrata (*feeding ground*), tempat tinggal, dan tempat asuhan biota perairan agar tidak tersapu arus laut (*nursery ground*), serta tempat memijah (*spawning ground*) yang melindunginya dari serangan predator. Lamun juga menyokong rantai makanan dan penting dalam proses siklus nutrien, serta sebagai pelindung pantai dari ancaman erosi ataupun abrasi (Nontji, 2009 dalam Simanjuntak, 2015).

Selain berperan penting bagi ekosistem pesisir, padang lamun juga memiliki peran sebagai rosot karbon (*carbon sinks*). Fourqurean dkk., (2012) dalam Graha (2015) menyatakan bahwa ekosistem padang lamun mampu menyimpan 83.000 metrik ton karbon dalam setiap kilometer persegi. Angka ini adalah hampir tiga kali lipat dari kemampuan hutan menyerap karbon, yang hanya sekitar 30.000 metrik ton dalam setiap kilometer persegi. Dengan kemampuan menyimpan karbon di bagian tanah, para peneliti menyatakan bahwa hamparan lamun menyimpan 10 persen dari kandungan karbon di lautan di seluruh dunia.

Tidak seperti ekosistem terumbu karang, rumput laut, dan mangrove, ekosistem lamun sampai saat ini masih kurang mendapat perhatian (Bengen, 2000 dalam Hartati dkk., 2012). Hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat tentang

fungsi ekosistem lamun dan dikarenakan masyarakat belum dapat mengambil manfaat langsung dari lamun. Akibatnya, upaya masyarakat dalam menjaga kelestarian ekosistem ini sangat minim bahkan terkadang dianggap sebagai tanaman pengganggu, sehingga akhirnya diabaikan atau dimusnahkan (Hartati dkk., 2012). Saat ini, diperkirakan kerusakan padang lamun di Indonesia telah mencapai 30–40%, dimana sekitar 60% padang lamun di perairan pesisir Pulau Jawa telah mengalami gangguan berupa kerusakan dan pengurangan luas yang diduga akibat pengaruh aktivitas manusia (Nontji, 2009 dalam Setiawan dkk., 2012).

Selain aktivitas manusia, kerusakan padang lamun juga diakibatkan oleh perubahan kualitas perairan tempat habitat hidupnya. Faktor lingkungan yang berpengaruh langsung bagi kelangsungan hidup lamun diantaranya yaitu salinitas, suhu, kecerahan, dan kedalaman perairan (Menteri Lingkungan Hidup, 2004). Sehingga, bila kualitas perairan lingkungan hidupnya mengalami perubahan, akan mengakibatkan perubahan atau bahkan kerusakan terhadap tumbuhan lamun itu sendiri.

Salah satu lokasi yang mengalami kerusakan padang lamun yaitu di pantai Sanur, Bali. Kerusakan dan hilangnya padang lamun di pantai Sanur mencapai sekitar 15%. Padang lamun di kawasan pantai Sanur termasuk dalam kawasan pariwisata dan sebagian arealnya dijadikan lokasi penambatan kapal atau perahu. Kerusakan lamun tersebut terjadi karena pada saat air laut surut, dasar kapal atau perahu langsung menutupi lamun dan mematikan lamun yang cukup luas karena posisi kapal selalu berpindah-pindah mengikuti pasang surut (Sudiarta dan Sudiarta, 2011 dalam Graha, 2015).

Untuk mengetahui perubahan pada habitat padang lamun, perlu dilakukan pengamatan secara temporal, terutama terkait masalah perubahan komposisi jenis, kerapatan, persen penutupan, luas tutupan lamun, dan kualitas perairan agar dapat diketahui luas perubahan serta dapat dilakukan perencanaan rehabilitasi. Laporan perubahan luas lamun secara temporal tidak

mudah untuk diperoleh, dibutuhkan banyak data dengan penggunaan biaya yang tidak sedikit, sehingga diperlukan suatu metode yang lebih efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (Simanjuntak, 2015).

Menurut Lillesand dan Kiefer (1997) dalam Simanjuntak (2015), penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah seni atau ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area, atau fenomena melalui analisis terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji. Alat yang dimaksud pada penginderaan jauh ini adalah alat pengindera atau sensor. Susanto (1986) dalam Simanjuntak (2015) mengatakan bahwa pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa pesawat, balon udara, satelit, maupun jenis wahana yang lainnya.

Kelebihan penginderaan jauh adalah mampu merekam area yang luas dan yang sulit dijangkau sekalipun, serta secara temporal merekam objek atau fenomena pada suatu wilayah (Lillesand dan Kiefer, 1994 dalam Simanjuntak, 2015). Hasil dari pengolahan data citra akan ditumpangtindihkan sehingga diperoleh data temporal yang dapat memberikan informasi mengenai habitat padang lamun dari waktu ke waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Bagaimana perubahan habitat padang lamun di kawasan pantai Sanur, Bali pada tahun 2014 dan 2015.
- b. Bagaimana hubungan antara perubahan habitat padang lamun terhadap kualitas perairan yang sesuai bagi habitat hidupnya, yang meliputi salinitas, suhu, kecerahan, dan kedalaman perairan di kawasan pantai Sanur, Bali menggunakan citra Landsat 8 tahun 2014 dan 2015.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan 2015.
- b. Wilayah penelitian yang digunakan adalah sepanjang kawasan wisata pantai Sanur, Bali.
- c. Kualitas perairan yang diteliti meliputi salinitas, suhu, kecerahan, dan kedalaman perairan yang sesuai bagi habitat padang lamun dengan pengolahan dari citra Landsat 8.
- d. Analisa perubahan habitat padang lamun dilakukan dengan menggunakan data kualitas perairan hasil pengukuran lapangan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Menganalisa hubungan perubahan habitat padang lamun dengan kualitas perairan yang mempengaruhinya, meliputi salinitas, suhu, kecerahan, dan kedalaman perairan.
- b. Menghitung perubahan habitat padang lamun di kawasan pantai Sanur, Bali dengan menggunakan citra Landsat 8 pada tahun 2014 dan 2015.
- c. Membuat peta kesesuaian habitat padang lamun di kawasan pantai Sanur, Bali dengan menggunakan citra Landsat 8 pada tahun 2014 dan 2015.

1.5 Manfaat

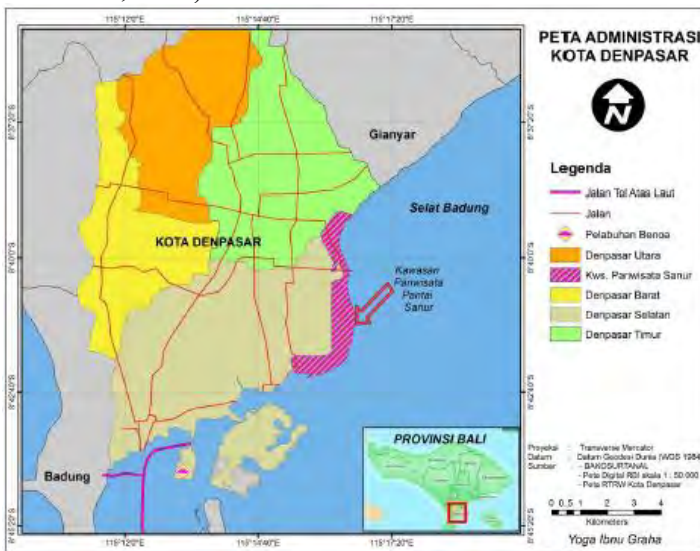
Manfaat dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Memberikan informasi mengenai perubahan habitat padang lamun di kawasan pantai Sanur, Bali pada tahun 2014 dan 2015.
- b. Memberikan informasi awal untuk usaha perbaikan kualitas lingkungan dan rencana pengelolaan ekosistem di kawasan pantai Sanur, Bali.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Pantai Sanur terletak diantara koordinat 08°38'00" LS - 08°42'30" LS dan 115°14'30" BT - 115°16'30" BT. Luas wilayah kawasan pariwisata pantai Sanur adalah 1.548,27 Ha. Secara administratif, pantai Sanur terletak di Kecamatan Denpasar Selatan dan Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar. Kawasan pantai Sanur di Denpasar Selatan meliputi wilayah Kelurahan Sanur, Desa Sanur Kaja, dan Desa Sanur Kauh, serta di Kecamatan Denpasar Timur meliputi wilayah Desa Kesiman Petilan dan Desa Kesiman Kertalangu (Astuti, 2002 dalam Graha, 2015).



Gambar 2.1 Peta Administrasi Kota Denpasar
(Sumber: Graha, 2015)

Kawasan pariwisata Sanur memiliki garis pantai dengan panjang ± 7 km, merupakan pantai di sebelah timur Pulau Bali

yang membentang dari utara ke selatan (Astuti, 2002 dalam Graha, 2015). Kawasan pariwisata Sanur berada pada ketinggian antara 0–6 meter, dengan kemiringan lereng antara 0–2 %, sementara di beberapa wilayah merupakan daerah bergelombang dan berombak dengan kemiringan lereng antara 3–8 % (Gautama, 2011 dalam Graha, 2015).

Ekosistem lamun di wilayah Sanur tersebar dari pantai Matahari Terbit sampai pantai Mertasari (Dinas Peternakan Perikanan dan Kelautan Kota Denpasar, 2014 dalam Graha, 2015). Habitat padang lamun di pantai Sanur dicirikan oleh habitat laguna, yaitu wilayah perairan dangkal antara pantai dan tubir karang dimana pasang surut terjadi. Lebar sebaran padang lamun bervariasi tergantung lebar laguna. Jangkauan pertumbuhan padang lamun paling lebar terdapat di pantai Semawang yaitu mencapai 820 meter, disusul pantai Mertasari mencapai 750 meter, serta di kawasan pantai Inna Grand Bali mencapai 180 meter (Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Denpasar, 2013 dalam Graha, 2015).

2.2 Padang Lamun

2.2.1 Pengertian

Lamun (*seagrass*) merupakan tumbuhan air yang hidup di lingkungan air laut. Tumbuhan ini berpembuluh, berbunga, berimpang, berakar, berdaun sejati, serta berkembangbiak secara biji dan tunas. Rimpangnya merupakan batang yang beruas-ruas yang tumbuh terbenam dan menjalar dalam substrat pasir, lumpur, dan pecahan karang (Mann, 2000 dalam Arthana, 2005).

Menurut tipe vegetasinya, padang lamun dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu sebagai berikut (Makwin, 2010 dalam Nusi, 2013):

a. Padang lamun vegetasi tunggal

Hanya terdiri dari 1 spesies saja. Contoh jenis lamun yang dapat membentuk vegetasi tunggal

yaitu *Enhalus accoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, dan *Thalassia hemprichii*.

- b. Padang lamun asosiasi 2 atau 3 spesies
Merupakan komunitas lamun yang terdiri dari 2 sampai 3 spesies saja. Dan lebih sering dijumpai dibandingkan padang lamun tunggal.
- c. Padang lamun vegetasi campuran
Padang lamun campuran umumnya terdiri dari sedikitnya 4 dari 7 spesies lamun, yakni *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Thalassia hemprichii*. Tetapi dalam kerangka struktur komunitas padang lamun campuran ini, selalu terdapat asosiasi antara spesies *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* (sebagai spesies lamun yang dominan) dengan kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan spesies lamun yang lain.

2.2.2 Karakteristik

Secara morfologis, tumbuhan lamun mempunyai bentuk yang hampir sama, terdiri dari akar, batang, dan daun. Daun umumnya memanjang, kecuali jenis *Halophila* yang memiliki bentuk daun lonjong. Adapun morfologi tumbuhan lamun secara lebih lengkap yaitu sebagai berikut (Nusi, 2013):

- a. Daun
Sebagaimana tumbuhan monokotil lainnya, daun lamun berkembang dari meristem basal yang terletak pada rhizoma. Secara morfologis, daun mudah dikenali dari bentuk ujung daun serta keberadaan ligula atau lidah daun. Ujung daun *Cymodocea serrulata* berbentuk lingkaran dan berserat, sedangkan ujung daun *Cymodocea rotundata* datar dan halus. Daun lamun terdiri atas dua bagian yang berbeda, yaitu pelepah dan

daun. Pelepah daun menutupi rhizoma yang baru tumbuh, dan melindungi daun muda. Pada genus *Halophila* yang memiliki bentuk daun *petiolate* (oval) tidak memiliki pelepah daun. Ciri anatomi yang khas dari daun lamun adalah ketiadaan stomata dan keberadaan kutikel yang tipis. Kutikel daun yang tipis tidak dapat menahan pergerakan ion dan difusi karbon, sehingga daun dapat menyerap nutrisi langsung dari air laut.

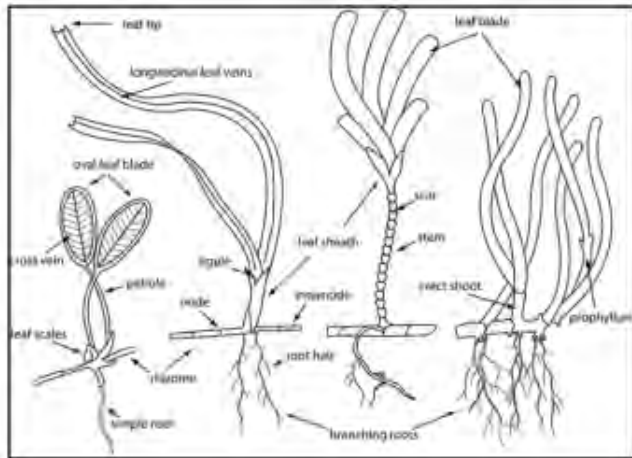
b. Akar

Secara morfologi dan anatomi, akar lamun memiliki perbedaan yang jelas. Pada jenis *Halophila* dan *Halodule*, akar menyerupai rambut berdiameter kecil. Sedangkan pada jenis *Thalassodendron*, lamun memiliki akar yang kuat berkayu. Jika dibandingkan dengan tumbuhan darat, maka baik akar maupun akar rambut pada tumbuhan lamun tidak berkembang sebaik tanaman darat. Namun demikian, akar dan rhizoma lamun memiliki fungsi yang sama dengan tumbuhan darat. Akar-akar halus yang tumbuh pada rhizoma memiliki adaptasi khusus perairan, dimana akar memiliki pusat *stele* yang dikelilingi oleh endodermis. *Stele* mengandung floem atau jaringan transportasi nutrisi dan xilem atau jaringan yang menyalurkan air. Karena xilem yang sangat tipis, maka akar lamun tidak berkembang baik untuk menyalurkan air, sehingga tidak berperan penting dalam penyaluran air.

c. Rhizoma dan batang

Tumbuhan lamun memiliki rhizoma atau rimpang yang dapat menstabilkan dasar perairan. Jenis tertentu memiliki rhizoma berkayu, misalnya *Thalassodendrum ciliatum*. Rhizoma berkayu memungkinkan jenis ini dapat hidup berkoloni di

terumbu karang. Rhizoma dan akar lamun menancap kuat ke dalam dasar perairan atau substrat. Rhizoma terbenam dalam substrat secara luas. Rhizoma berperan penting dalam proses reproduksi secara vegetatif.



Gambar 2.2 Morfologi Lamun
(Sumber: Tuwo, 2011 dalam Nusi, 2013)

2.2.3 Fungsi dan Manfaat

Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem di laut dangkal yang produktif. Di samping itu, ekosistem lamun mempunyai peranan penting dalam menunjang kehidupan dan perkembangan makhluk hidup di laut dangkal. Menurut hasil penelitian, diketahui bahwa peranan lamun di lingkungan perairan laut dangkal adalah sebagai berikut (Bengen, 2001 dalam Nur, 2011):

a. Produsen primer

Lamun mempunyai tingkat produktivitas primer tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya yang ada di laut dangkal seperti ekosistem terumbu karang.

b. Habitat biota

Lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan (alga). Di samping itu, padang lamun juga merupakan daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah pengembalaan (*nursery ground*), dan mencari makan (*feeding ground*) bagi berbagai jenis ikan herbivora dan ikan-ikan karang (*coral fishes*).

c. Pendaaur zat hara

Lamun memegang peranan penting dalam pendauran berbagai zat hara dan elemen-elemen yang langka di lingkungan laut.

d. Penangkap sedimen

Daun lamun yang lebat akan memperlambat air yang disebabkan oleh arus dan ombak sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang. Rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan permukaan substrat. Jadi, padang lamun berfungsi sebagai penangkap sedimen dan dapat mencegah erosi.

Di samping peranan ekologis tersebut, lamun juga mempunyai manfaat ekonomis, seperti dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan ternak, bahan baku kertas, bahan kerajinan, pupuk, dan bahan obat-obatan (Ferianita, 2007 dalam Nur, 2011).

2.2.4 Faktor Pembatas

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap keberadaan ekosistem padang lamun, antara lain kecerahan dan kedalaman, arus, suhu, salinitas, dan substrat. Adapun deskripsi mengenai faktor pembatas padang lamun menurut Tuwo (2011) dalam Nusi (2013) sebagai berikut:

- a. **Kecerahan dan kedalaman**

Sebagai tumbuhan, lamun membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Kedalaman perairan dimana lamun dapat tumbuh sangat bergantung pada kecerahan, semakin jernih perairan, maka semakin dalam daerah yang ditumbuhi lamun. Kemampuan tumbuh lamun pada kedalaman tertentu sangat dipengaruhi oleh saturasi cahaya. Kekeruhan yang disebabkan oleh suspensi sedimen dapat menghambat penetrasi cahaya, dan secara otomatis kondisi ini akan mempengaruhi pertumbuhan lamun. Selain itu, kekeruhan juga dapat disebabkan oleh fitoplankton, limbah domestik, dan limbah organik, yang semuanya dapat menurunkan keberadaan energi cahaya untuk pertumbuhan lamun.
- b. **Arus**

Tumbuhan lamun hidup pada perairan yang dangkal dan jernih, dengan sirkulasi air yang baik. Air yang bersirkulasi dengan baik diperlukan untuk membawa zat hara dari luar ekosistem lamun, dan membawa hasil metabolisme lamun ke luar ekosistem padang lamun. Arus atau pergerakan air dapat membantu suplai unsur hara dan gas-gas terlarut kepada tumbuhan lamun. Produktivitas ekosistem padang lamun sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus perairan.
- c. **Suhu**

Ekosistem padang lamun dapat hidup pada daerah dingin dan tropis karena memiliki toleransi yang cukup luas terhadap perubahan suhu. Lamun yang hidup di daerah tropis dapat tumbuh optimal pada suhu 28°C sampai 30°C. Hal ini berkaitan dengan kemampuan proses fotosintesis lamun yang dapat menurun jika temperatur berada di luar kisaran

optimal tersebut. Lamun yang tumbuh pada kondisi mendekati level kompensasi atau kekurangan cahaya akan mencapai pertumbuhan optimal pada suhu rendah, tetapi pada suhu tinggi akan membutuhkan cahaya yang cukup banyak untuk mengatasi pengaruh respirasi dalam rangka menjaga keseimbangan karbon.

d. Salinitas

Tumbuhan lamun dapat tumbuh dan hidup pada perairan dengan kisaran salinitas yang tinggi. Dimana penurunan salinitas perairan akan menurunkan kemampuan lamun untuk melakukan fotosintesis. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi menurut jenis dan umur. Lamun yang tua dapat mentoleransi fluktuasi salinitas yang besar. Salinitas juga berpengaruh terhadap biomassa, produktivitas, kerapatan, lebar daun, dan kecepatan pulih.

e. Substrat

Hampir semua substrat dapat ditumbuhi oleh lamun, dari substrat berlumpur sampai berbatu, namun ekosistem padang lamun yang luas umumnya dijumpai pada substrat lumpur berpasir yang tebal, substrat seperti ini umumnya berada di antara ekosistem mangrove dan terumbu karang. Tumbuhan lamun dapat hidup pada berbagai sedimen, mulai dari berlumpur sampai karang. Syarat utama dari substrat yang dikehendaki oleh lamun adalah kedalaman sedimen atau substrat yang cukup dalam. Ada dua manfaat dari sedimen yang dalam, yaitu dasar perairan lebih stabil dan dapat menjamin pasokan nutrisi ke tumbuhan lamun.

2.2.5 Lamun di Indonesia

Terdapat 12 jenis lamun di Indonesia yang tergolong ke dalam dua suku, yaitu *Hydrocharitaceae* dan *Cymodoceaceae* atau *Potamogetonaceae*. Lamun termasuk kedalam divisi *Magnoliophyta* dan merupakan kelas *Angiospermae*.

Tabel 2.1 Klasifikasi Lamun di Indonesia
(Sumber: Philips dan Menez, 1988 dalam Simanjuntak, 2015)

Divisi	<i>Magnoliophyta</i>			
Kelas	<i>Angiosperma</i>			
Sub kelas	<i>Monocotyledonae</i>			
Bangsa	<i>Helobiae</i>			
Suku (1)	<i>Hydrocharitaceae</i>			
Marga	<i>Enhalus</i>	<i>Thalassia</i>	<i>Halophila</i>	
Jenis	<i>Enhalus acoroides</i>	<i>Thalassia hemprichii</i>	<i>Halophila decipiens</i> <i>Halophila ovalis</i> <i>Halophila minor</i> <i>Halophila spinulosa</i>	
Suku (2)	<i>Cymodoceaceae</i> atau <i>Potamogetonaceae</i>			
Marga	<i>Cymodocea</i>	<i>Halodule</i>	<i>Syringodium</i>	<i>Thalassodendron</i>
Jenis	<i>Cymodocea rotundata</i> <i>Cymodocea serrulata</i>	<i>Halodule pinifolia</i> <i>Halodule uninervis</i>	<i>Syringodium isoetifolium</i>	<i>Thalassodendron ciliatum</i>

Tabel 2.1 menunjukkan klasifikasi jenis lamun di Indonesia secara lengkap. Sebagian besar lamun berumah dua, yang artinya hanya terdapat satu jantan dan satu betina saja dalam satu individu. Sistem perkembangbiakannya tergolong khas karena melalui penyerbukan dalam air (*hydrophillous pollination*) (Kawaroe, 2009 dalam Simanjuntak, 2015).

2.3 Kualitas Perairan

Kualitas perairan adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter–parameter dan metode tertentu. Kualitas perairan sangat berperan penting untuk kelangsungan kehidupan biota laut yang hidup di dalamnya, sehingga identifikasi kerusakan suatu biota laut salah satunya dapat diidentifikasi dengan mengukur kualitas perairannya. Kualitas perairan yang sesuai bagi habitat padang lamun dapat dinyatakan berdasarkan beberapa parameter, yaitu salinitas, suhu, kecerahan, dan kedalaman perairan.

2.3.1 Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting karena mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme baik di wilayah darat maupun perairan, karena suhu mempengaruhi aktivitas maupun perkembangbiakan dari organisme tersebut. Suhu menjadi salah satu faktor utama penggerak siklus musim baik di daerah tropis maupun subtropis dimana suhu permukaan laut akan mempengaruhi kondisi atmosfer, cuaca, dan musim (Ghazali, 2010 dalam Surya dan Pamungkas, 2015).

Nontji (2002) dalam Surya dan Pamungkas (2015) menyatakan bahwa suhu merupakan parameter oseanografi yang mempunyai pengaruh sangat dominan terhadap kehidupan ikan khususnya dan sumber daya hayati laut pada umumnya. Menurut Menteri Lingkungan Hidup (2004), kisaran suhu optimal bagi habitat padang lamun yaitu sekitar 28°C sampai 30°C.

2.3.2 Salinitas Perairan

Salinitas menunjukkan semua konsentrasi ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam miligram perliter air yang dinyatakan dalam satuan psu (*practical salinity units*). Perubahan salinitas lebih sering terjadi di perairan pesisir dari pada perairan lepas pantai, hal ini disebabkan perairan pesisir lebih banyak menerima masukan air tawar melalui sungai dan air hujan. Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 psu, perairan payau antara 0,5-30 psu, dan perairan laut antara 30-40 psu (Yanti, 2015). Menurut Menteri Lingkungan Hidup (2004), kisaran salinitas optimal bagi habitat padang lamun yaitu sekitar 33 psu sampai 34 psu.

2.2.3 Kecerahan Perairan

Kecerahan perairan menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami, kecerahan sangat penting karena erat dengan proses fotosintesis. Semakin tinggi nilai kecerahan maka akan tinggi pula tingkat penetrasi cahaya ke kolom perairan. Penetrasi cahaya matahari atau kecerahan sangat penting bagi tumbuhan lamun. Hal ini terlihat dari sebaran lamun yang terbatas pada daerah yang masih menerima cahaya matahari (Supriharyono, 2009; Nainggolan, 2011 dalam Yanti, 2015). Menurut Menteri Lingkungan Hidup (2004), kisaran kecerahan yang optimal bagi habitat padang lamun yaitu lebih dari 3 meter.

2.2.4 Kedalaman Perairan

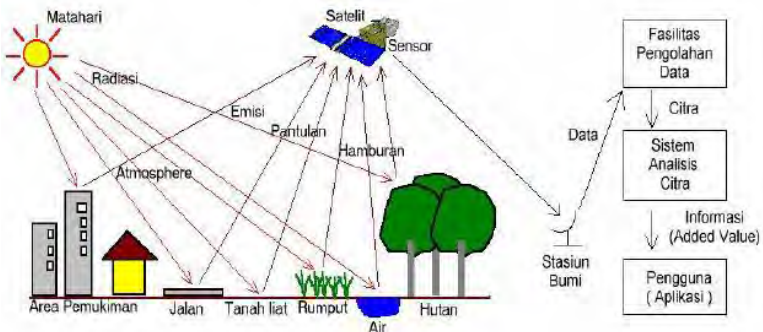
Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap biota laut yang hidup pada wilayah tersebut. Hal ini berhubungan dengan tekanan yang diterima biota di dalam air, sebab tekanan yang disebabkan oleh air laut bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Nybakken, 1992 dalam Khasanah, 2013). Selain itu, kedalaman suatu perairan juga berhubungan erat dengan produktivitas, suhu vertikal,

penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen, dan unsur hara pada perairan tersebut (Hutabarat dan Evans, 2008 dalam Khasanah, 2013). Berdasarkan pengamatan pada saat pengambilan data, padang lamun di wilayah perairan pantai Sanur tumbuh pada kedalaman yang kurang dari 4 meter.

2.4 Penginderaan Jauh

2.4.1 Pengertian dan Konsep Dasar

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang sedang dikaji. Alat yang dimaksud pada bahasan ini adalah pengindera atau sensor yang pada umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang alik, dan sebagainya. Objek yang ingin diketahui dapat berupa objek di permukaan bumi, di atas permukaan bumi, maupun di antariksa (Lillesand dan Kiefer, 1997 dalam Silfiani, 2011).



Gambar 2.3 Konsep Penginderaan Jauh
(Sumber: Sutanto, 1994 dalam Surya dan Pamungkas, 2015)

Secara umum, penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi fenomena alam pada obyek (permukaan bumi) yang diperoleh tanpa kontak langsung

dengan objek di permukaan bumi melalui pengukuran pantulan (*reflection*) ataupun pancaran (*emission*) dengan media gelombang elektromagnetik yang kemudian energi tersebut direkam oleh sensor (Sutanto, 1994 dalam Surya dan Pamungkas, 2015).

Sumber energi dalam penginderaan jauh adalah radiasi elektromagnetik yang secara umum berasal dari energi matahari. Dibentuk sekaligus oleh dua komponen, yaitu komponen listrik dan magnetik yang keduanya berjalan dengan fase yang sama, tegak lurus satu sama lain, dan tegak lurus dengan arah rambatnya. Empat komponen yang sangat penting dalam sistem ini menurut Sutanto (1994) dalam Surya dan Pamungkas (2015) adalah:

- a. Matahari sebagai sumber energi yang berupa radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik merupakan suatu bentuk energi yang hanya dapat diobservasikan melalui interaksinya dengan objek.
- b. Atmosfer merupakan lintasan dari radiasi elektromagnetik, karena semua energi yang dideteksi dengan sistem ini melalui atmosfer dengan jarak dan panjang jalur tertentu.
- c. Sensor merupakan alat yang mendeteksi radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dari objek dan kemudian mengubahnya dalam bentuk sinyal yang dapat direkam dan ditampilkan sebagai citra.
- d. Target atau objek, yaitu fenomena yang terdeteksi sensor.

Teknik penginderaan jauh dibagi menjadi 2 bagian, yaitu secara pasif dan aktif (Laili, 2015):

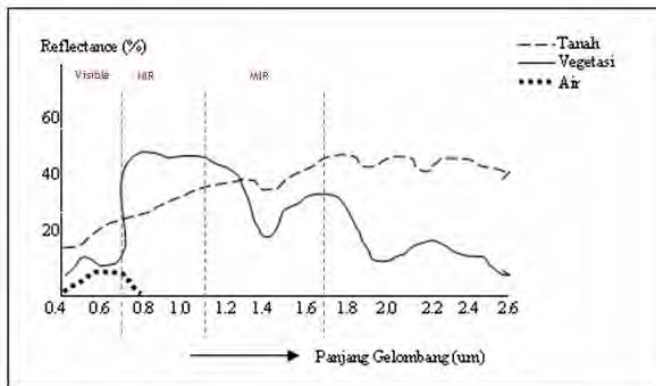
- a. Secara pasif, yaitu dengan merekam pantulan radiasi matahari dari benda-benda di permukaan bumi. Sensor pasif biasanya menggunakan panjang gelombang sinar tampak hingga infra merah.

- b. Secara aktif, yaitu sensor memantulkan radiasi di panjang gelombang mikro ke permukaan bumi dan merekam pantulannya.

Secara umum, dapat dikatakan bahwa penginderaan jauh dapat berperan dalam mengurangi secara signifikan kegiatan survei terestrial dalam inventarisasi dan monitoring sumberdaya alam. Kegiatan survei terestris dengan adanya teknologi ini hanya dilakukan untuk membuktikan suatu jenis obyek atau fenomena yang ada di lapangan, yang kemudian disesuaikan dengan hasil analisa data (Laili, 2015).

2.4.2 Penginderaan Jauh untuk Perairan

Saat ini, teknologi penginderaan jauh tidak hanya digunakan untuk daerah daratan, tapi juga telah digunakan untuk memetakan wilayah kelautan. Parameter biologi laut yang dapat dideteksi antara lain kandungan klorofil-a, produktivitas primer, dan *dissolved organic*. Parameter fisika laut mencakup profil dasar perairan, endapan terlarut, suhu permukaan laut, gelombang permukaan, modulasi gelombang permukaan, serta tinggi muka laut atau *sea surface height* (SSH) (Laili, 2015).



Gambar 2.4 Pantulan Spektral Satelit Sesuai Objeknya
(Sumber: <http://www.tropenbos.org> dalam Afifi, 2015)

Pada prinsipnya, penginderaan jauh pada bidang kelautan mengacu pada fenomena alam yang menunjukkan adanya karakteristik obyek di bumi yang sangat spesifik dalam merespon energi matahari (yang berada pada spektrum elektromagnetik) (Paulus, 2007 dalam Afifi, 2015). Spektrum tampak mata (*visible spectrum*) mempunyai panjang gelombang berkisar antara 450–900 nm, yang terdiri dari spektrum tampak biru (*visible blue*) dengan panjang gelombang 450–520 nm, spektrum tampak hijau (*visible green*) dengan panjang gelombang 520–600 nm, dan spektrum tampak merah (*visible red*) dengan panjang gelombang 630–690 nm. Kemampuan perambatan (*propagation*) di dalam kolom air dari ketiga spektrum tampak tersebut serta reaksi spektralnya sangatlah beragam. Gelombang tampak biru mempunyai kemampuan rambat yang sangat tinggi, dimana gelombang ini dapat menembus lapisan air sampai ke dalam 100 m (Nybakken dan James, 1992 dalam Afifi, 2015). Gelombang tampak hijau mempunyai kemampuan rambat yang lebih pendek di dalam tubuh air dibandingkan dengan gelombang tampak mata biru. Sedangkan gelombang tampak merah merupakan gelombang yang terpendek dalam menembus lapisan kolom air (Afifi, 2015).

2.5 Landsat 8

Satelit Landsat 8 atau *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan satelit sumber daya milik Amerika Serikat yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit ini dibuat oleh Orbital Science Corporation, yang menjabat sebagai kontraktor utama untuk misi instrumen pesawat ruang angkasa yang dibangun oleh Ball Aerospace dan NASA Goddard Space Flight Center, dan peluncurannya dikontrak oleh United Launch Alliance. Sebenarnya, Landsat 8 lebih cocok disebut sebagai satelit dengan misi melanjutkan Landsat 7 daripada disebut sebagai satelit baru, karena hampir seluruh spesifikasi yang

dimiliki Landsat 8 sama dengan yang dimiliki Landsat 7 (NASA, 2011 dalam Mentari, 2013).

Satelit ini membawa dua sensor, yaitu sensor *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*. Sensor *OLI* mempunyai tujuh kanal dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat 7 yaitu sebesar 30 meter. Untuk kanal 8 berbeda nilai resolusi spasialnya yaitu 15 meter. Sensor *OLI* dilengkapi dengan dua kanal baru yaitu kanal 1 dengan panjang gelombang 0,43–0,45 m dan kanal 9 dengan panjang gelombang 1,36-1,38 m. Sedangkan untuk sensor *TIRS* dilengkapi dengan dua kanal dengan resolusi spasial sebesar 100 m untuk menghasilkan kanal suhu inframerah (USGS, 2014 dalam Rahayu dan Candra, 2014).

Tabel 2.2 Karakteristik Spektral Landsat 8
(Sumber: USGS, 2015)

NO KANAL	NAMA	PANJANG SPEKTRAL (μm)	RESOLUSI SPASIAL (m)
1	<i>Coastal/Aerosol</i>	0,433 – 0,453	30
2	Biru	0,450 – 0,515	30
3	Hijau	0,525 – 0,600	30
4	Merah	0,630 – 0,680	30
5	Inframerah	0,845 – 0,885	30
6	<i>SWIR-1</i>	1,560 – 1,660	30
7	<i>SWIR-2</i>	2,100 – 2,300	30
8	Pankromatik	0,500 – 0,680	15
9	<i>Cirrus</i>	1,360 – 1,390	30
10	<i>LWIR-1</i>	10,30 – 11,30	100
11	<i>LWIR-2</i>	11,50 – 12,50	100

Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan, khususnya terkait spesifikasi-spesifikasi kanal yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Kanal 1 merupakan kanal baru yang terdapat pada satelit Landsat 8, yaitu *coastal* yang memiliki panjang gelombang 0,43 sampai dengan 0,45 μm yang berguna untuk mendeteksi wilayah peisisir. Kanal lainnya merupakan kanal yang sebelumnya terdapat pada satelit Landsat generasi sebelumnya. Pada kanal 2 dengan panjang gelombang 0,45 sampai dengan 0,51 μm dirancang untuk penetrasi tubuh air, sehingga bermanfaat untuk pemetaan perairan pantai, selain itu kanal ini juga berguna untuk membedakan antara tanah dengan vegetasi. Pada kanal 3 dengan panjang gelombang 0,53 sampai dengan 0,59 μm dirancang untuk mengukur puncak pantulan hijau bagi vegetasi. Pada kanal 4 dengan panjang gelombang 0,64 sampai dengan 0,67 μm berguna untuk mengetahui penyerapan klorofil yang penting untuk deskriminasi vegetasi. Pada kanal 5 dengan panjang gelombang 0,85 sampai dengan 0,88 μm bermanfaat untuk menentukan kandungan biomassa dan untuk deliniasi tubuh air. Pada kanal 6 dengan panjang gelombang 1,57 sampai dengan 1,65 μm menunjukkan kandungan kelembapan vegetasi dan kelembapan tanah. Pada kanal 7 dengan panjang gelombang 2,11 sampai dengan 2,29 μm berguna untuk membedakan formasi batuan dan untuk pemetaan hidrotermal. Pada kanal 9 merupakan salah satu kanal terbaru dari Landsat 8 yaitu *cirrus* dengan panjang gelombang 1,36 sampai dengan 1,38 μm untuk mendeteksi awan halus (Mentari, 2013).

2.6 Perbaikan Citra Satelit

Sebelum citra satelit yang diperoleh siap digunakan, perlu dilakukan koreksi untuk meminimalkan kesalahan yang ada pada citra tersebut. Cara untuk melakukan perbaikan citra yaitu (Jensen, 1986 dalam Afifi, 2015):

2.6.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik atau rektifikasi merupakan tahapan agar data citra dapat diproyeksikan sesuai dengan sistem koordinat yang digunakan. Penyebab kesalahan geometrik antara lain:

- a. Distorsi sistematis, antara lain disebabkan distorsi panoramik, kecepatan platform, rotasi bumi, dan perspektif.
- b. Distorsi nonsistematis, biasanya disebabkan karena ketinggian dan posisi satelit yang berubah-ubah pada saat merekam data di permukaan bumi.

Ada beberapa cara untuk melakukan koreksi geometrik, yaitu rektifikasi dan registrasi geometrik (Jensen, 1986 dalam Afifi, 2015). Rektifikasi adalah proses dimana citra dibuat planimetrik berdasarkan rujukan pada peta yang mempunyai proyeksi standar, cara ini dikenal dengan rektifikasi citra ke peta (*image to map rectification*). Cara yang kedua adalah registrasi geometrik citra, yaitu registrasi citra ke citra (*image to image registration*) dengan menggunakan citra lain pada daerah yang sama yang telah dikoreksi terlebih dahulu. Pada proses ini, dibutuhkan beberapa titik kontrol tanah atau *Ground Control Point (GCP)* yang dapat diidentifikasi pada citra dan peta. Apabila persamaan transformasi koordinat diterapkan pada titik-titik kontrol, maka diperoleh residual x dan residual y . Residual adalah penyimpangan posisi titik yang bersangkutan terhadap posisi yang diperoleh melalui transformasi koordinat yang kemudian dinyatakan sebagai nilai *Residual Means Square Error* atau (*RMSerror*) (Afifi, 2015).

2.6.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual dan memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Kesalahan radiometrik ini adalah kesalahan

perekaman nilai pantulan sinar matahari akibat faktor atmosfer, kerusakan sensor, arah dan intensitas cahaya matahari, pengaruh topografi, dan lain-lain. Efek dari kesalahan ini yaitu membuat nilai piksel yang ditampilkan oleh citra satelit bukanlah nilai murni pantulan yang sebenarnya, akan tetapi nilai pantulan yang dipengaruhi kesalahan radiometrik (Dewi dkk., 2009). Koreksi ini meliputi 2 tahap pengerjaan, yaitu:

a. Kalibrasi radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan perhitungan ulang nilai *DN* (*Digital Number*) pada gambar atau citra berdasarkan beberapa faktor, seperti waktu perekaman citra, nilai yang diketahui dari bayangan sensor kamera pada bidang datar perekaman, daerah gelap pada citra, dan faktor lainnya yang berhubungan dengan karakteristik sistem pencitraan.

Tujuan dari kalibrasi radiometrik adalah untuk mengubah nilai *DN* kedalam nilai satuan *output* yang lain, supaya nilai tersebut dapat diproses pada pengolahan citra selanjutnya. Adapun proses konversi nilai *DN* yaitu:

– Konversi nilai *DN* ke radian *ToA* (*Top of Atmospheric*)

Radian merupakan satuan energi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu objek di permukaan bumi. Pada satelit Landsat 8, cara untuk mengubah nilai *DN* ke radian *ToA* dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (2.1)$$

dimana, L_{λ} = *Radiance Top of Atmospheric* ($W/(m^2 \times sr \times \mu m)$)

M_L = *Radiance_Mult_Band_n*,
dimana n adalah nomor
kanal

Q_{cal} = Nilai *Digital Number*

A_L = *Radiance_Add_Band_n*,
dimana n adalah nomor
kanal

Nilai *Radiance_Mult_Band_n* dan *Radiance_Add_Band_n* didapat dari file metadata citranya.

- Konversi nilai *DN* ke reflektan *ToA*

Reflektan merupakan rasio pantulan energi suatu obyek dari energi yang dipancarkan ke obyek tersebut (*irradiance* atau *fluks*). Sebuah energi reflektan akan bernilai 1 untuk 100% *reflector* yang ideal, dimana pada saat perekaman, citra matahari dan kamera berada tegak lurus pada permukaan obyek di bumi (Afifi, 2015). Pada satelit Landsat 8, cara untuk mengubah nilai *DN* ke reflektan *ToA* dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$\rho_{\lambda}' = M_p \times Q_{cal} + A_p \quad (2.2)$$

dimana, ρ_{λ}' = *Reflectance Top of Atmospheric* (tanpa satuan), belum dilakukan koreksi sudut matahari

M_p = *Reflectancew_Mult_Band_n*,
 n , dimana n adalah nomor
kanal

Q_{cal} = Nilai *Digital Number*

A_p = *Reflectance_Add_Band_n*,
dimana n adalah nomor kanal

Kemudian, dilakukan koreksi sudut matahari untuk mendapatkan nilai reflektan ToA (ρ_{ToA}) yang benar dengan menggunakan persamaan:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda}'}{\sin(\theta)} \quad (2.3)$$

dimana, ρ_{λ} = *Reflectance Top of Atmospheric* (tanpa satuan)
 ρ_{λ}' = *Reflectance Top of Atmospheric* (tanpa satuan), belum dilakukan koreksi sudut matahari
 θ = Sudut ketinggian matahari (*sun elevation*)

Nilai *Reflectancew_Mult_Band_n*, *Reflectance_Add_Band_n*, dan θ didapat dari file metadata citranya.

- Konversi nilai radian ke reflektan
 Beberapa algoritma pengolah citra memerlukan data awal dalam nilai reflektan, sehingga perlu untuk merubah nilai data ke bentuk reflektan. Untuk merubah nilai refletan ke radian dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\rho_{\lambda} = \frac{L_{\lambda} \times d_{ES}^2 \times \pi}{E_{sun\lambda} \times \cos(\theta_s)} \quad (2.4)$$

dimana, ρ_{λ} = Reflektan (tanpa satuan)
 L_{λ} = Radian ($W/(m^2 \times sr \times \mu m)$)
 d_{ES} = Jarak matahari dan bumi (satuan astronomi)
 π = 3,14159
 $E_{sun\lambda}$ = Nilai rata-rata spektral *irradiance* ($W/(m^2 \times \mu m)$)
 θ_s = Sudut *zenith* matahari

Untuk nilai E_{sun} masing-masing kanal citra Landsat 8 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Nilai E_{sun} Tiap Kanal Citra Landsat 8

Kanal	$E_{sun} (W/(m^2 \times \mu m))$
Biru	2067
Hijau	1893
Merah	1603
Inframerah	972,6
<i>SWIR-1</i>	245
<i>SWIR-2</i>	79,72
<i>Cirrus</i>	399,7

Sementara untuk mendapatkan nilai d_{ES} dapat menggunakan persamaan berikut:

$$d_{ES} = 1,00014 - 0,01671 \times \cos(g) - 0,00014 \times \cos(2g) \quad (2.5)$$

Dimana nilai g diperoleh dengan persamaan berikut:

$$g = 357,529 + 0,98560028 \times D \quad (2.6)$$

Nilai D didapat dengan persamaan berikut:

$$D = JD - 2451545,0 \quad (2.7)$$

Dimana JD adalah nilai *Julian Date* dari tanggal perekaman citra.

Sedangkan untuk nilai θ_s dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\theta_s = 90^\circ - \text{sun elevation} \quad (2.8)$$

Dimana nilai *sun elevation* dapat diperoleh melalui file metadata citranya.

b. Koreksi atmosfer

Koreksi atmosfer merupakan langkah untuk menghilangkan kesalahan yang disebabkan oleh

efek dari adanya partikel dan molekul di atmosfer. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Oleh karena itu, perlu dilakukan koreksi sehingga nilai reflektan yang terekam pada citra merupakan hasil dari objek di permukaan bumi, tanpa ada pengaruh dari keberadaan atmosfer. Pada citra Landsat 8, salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode 6S (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum*), yaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Rrs(\lambda) = \frac{\rho_{BoA}}{Y^{\pi}} \quad (2.9)$$

$$\rho_{BoA} = \frac{Y}{(1+(X_C \times Y))} \quad (2.10)$$

$$Y = (X_A \times L) - X_B \quad (2.11)$$

dimana: $Rrs(\lambda)$ = *Remote Sensing Reflectance* (sr^{-1})
 ρ_{BoA} = reflektan BoA (*Bottom of Atmospheric*) (tanpa satuan)
 L = radian *ToA* ($W/(m^2 \times sr \times \mu m)$)
 X_A, X_B, X_C = parameter 6S
 π = 3,14159

Nilai yang dimasukkan dalam koreksi atmosfer ini yaitu dalam bentuk radian *ToA*, dan hasilnya berupa nilai ρ_{BoA} , kemudian dirubah ke dalam bentuk $Rrs(\lambda)$. Parameter 6S tersebut didapat dengan menjalankan perangkat lunak 6S berbasis *website* yang ada di <http://6s.ltdri.org/>.

2.7 Penggunaan Algoritma

2.7.1 Algoritma Suhu Permukaan Laut

Dengan menggunakan citra satelit Landsat, dapat dilakukan identifikasi suhu perairan menggunakan algoritma tertentu, seperti algoritma hasil pengolahan Syariz dkk. (2015). Algoritma ini dikembangkan dengan menggunakan data lapangan hasil pengukuran di perairan Pulau Poteran, Madura. Algoritma yang dihasilkan yaitu:

$$T = -0,0197 \times (X)^2 + (0,2881 \times X) + 29,004 \quad (2.12)$$

Dimana X merupakan nilai radian kanal 11 (*LWIR-2*) pada citra Landsat 8.

2.7.2 Algoritma Kecerahan Perairan

Dengan menggunakan citra satelit Landsat, dapat dilakukan identifikasi tingkat kecerahan perairan menggunakan algoritma tertentu, seperti algoritma hasil pengolahan yang dilakukan Shodiqin (2016). Algoritma ini dikembangkan dengan menggunakan data lapangan di perairan PLTU Paiton, Probolinggo. Algoritma yang dihasilkan yaitu:

$$\text{Kecerahan} = 100000000 \times e^{-24,93X} \quad (2.13)$$

Dimana nilai X dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$X = \frac{\log Rrs(\lambda)_{\text{kanal biru}}}{\log Rrs(\lambda)_{\text{kanal merah}}} \quad (2.14)$$

2.7.3 Algoritma Salinitas Perairan

Dengan menggunakan citra satelit Landsat, dapat dilakukan identifikasi tingkat salinitas perairan menggunakan algoritma tertentu, seperti algoritma salinitas hasil pengolahan (Son dkk., 2012). Algoritma ini dikembangkan dengan menggunakan data lapangan hasil pengukuran di timur laut teluk Meksiko. Persamaannya yaitu:

$$\text{Salinitas} = 10^{(-0,141 \times c_p) + 1,45} \quad (2.15)$$

Dimana nilai c_p (*surface water beam attenuation coefficient*) diperoleh melalui persamaan berikut:

$$c_p = (0,70 \times \text{MNDCI}^3) + (0,96 \times \text{MNDCI}^2) + (1,14 \times \text{MNDCI}) - 0,25 \quad (2.16)$$

Dimana MNDCI (*Maximum Normalized Difference Carbon Index*) dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\text{MNDCI} = \frac{L_{BoA} \text{ kanal hijau} - L_{BoA} \text{ kanal biru}}{L_{BoA} \text{ kanal hijau} + L_{BoA} \text{ kanal biru}} \quad (2.17)$$

2.8 Interpolasi Data

Sistem Informasi Geografis (SIG) biasa digunakan untuk mengolah dan menganalisa data secara spasial. Di dalam analisa spasial baik dalam format vektor maupun raster, diperlukan data yang meliputi seluruh studi area. Sementara itu, data hasil pengukuran lapangan hanya dilakukan dengan mengambil beberapa titik sampel pengamatan dikarenakan kondisi alam yang terkadang buruk, wilayah cakupan yang luas, dan keterbatasan waktu serta dana. Oleh sebab itu, proses interpolasi perlu dilaksanakan untuk mendapatkan nilai diantara titik sampel. Hal ini bertujuan agar dalam perbandingan nilai dari titik observasi dan titik model bisa berimbang (Pramono, 2008).

Interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematika yang menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengasumsikan bahwa atribut data bersifat kontinu di dalam ruang (*space*) dan atribut ini saling berhubungan (*dependence*) secara spasial (Anderson, 2001 dalam Graha, 2015). Logika dalam interpolasi spasial adalah bahwa nilai titik observasi yang berdekatan akan memiliki nilai yang sama (mendekati) dibandingkan dengan nilai di titik yang lebih jauh (Christanto dkk., 2005 dalam Graha, 2015).

Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk melakukan interpolasi antara lain *Trend*, *Spline*, *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan *Kriging*. Dalam penelitian ini digunakan metode *IDW*, dikarenakan metode ini cocok digunakan untuk

melakukan interpolasi pada data fisik wilayah pesisir karena tidak menghasilkan nilai melebihi rata-ratanya (Pramono, 2008).

Metode *IDW* merupakan metode deterministik sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya (NCGIA, 1997 dalam Graha, 2015). Asumsi dari metode ini adalah bahwa nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat dari pada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Kerugian dari metode *IDW* adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel (Graha, 2015).

2.9 Uji Akurasi Data

Uji akurasi dilakukan pada data citra hasil pengolahan terhadap data lapangan dengan menggunakan indeks *NMAE* (*Normalized Mean Absolute Error*). *NMAE* adalah indeks untuk mengetahui kesalahan normal yang terjadi saat mengekstrak informasi menggunakan metode penginderaan jauh (Shodiqin, 2016). Nilai *NMAE* dinyatakan dalam satuan persen (%) dan memiliki batas toleransi sebesar 30 %. Artinya, data dinyatakan bagus bila memiliki nilai dibawah 30 %. Rumus dari *NMAE* tersebut adalah (Jaelani dkk., 2015):

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\text{nilai estimasi} - \text{nilai ukuran}}{\text{nilai ukuran}} \right| \times 100 \quad (2.18)$$

dimana: nilai estimasi = Nilai hasil pengolahan data citra
 nilai ukuran = nilai data lapangan
 N = Banyak data yang digunakan

Selain menggunakan *NMAE* untuk mengetahui kesalahan hasil pengolahan, dicari pula R^2 (*Determination Coefficient*) untuk mengetahui hubungan antara data hasil pengolahan pada citra dengan data lapangan. Nilai R^2 berkisar antara $0 < R^2 < 1$, dimana bila semakin mendekati 1, maka hubungan antar data

semakin bagus, sementara bila nilai R^2 mendekati 0, maka hubungan antar data semakin rendah (Shodiqin, 2016).

2.10 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dkk. (2012) didapat hasil bahwa terjadi penurunan luas padang lamun di perairan Teluk Banten sekitar 1,4 Ha (2,9%). Pada tahun 2008, luas padang lamun di Teluk Banten adalah sebesar 45,2 Ha. Sedangkan pada tahun 2010, luas padang lamun yaitu 43,8 ha. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra ALOS-AVNIR 2 dan dengan algoritma Lyzenga.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Silfiani (2011) di wilayah perairan Pulau Pari, didapat luas padang lamun sebesar 1,95 km² pada tahun 2008. Dan 3 tahun berikutnya, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shofa (2014), terjadi penurunan luas padang lamun menjadi 1,373 km². Kedua penelitian tersebut menggunakan data citra ALOS-AVNIR 2 dan dengan algoritma Lyzenga.

Sementara itu, penelitian mengenai kualitas perairan bagi habitat padang lamun pernah dilakukan oleh Patang (2009) di Kabupaten Pangkep. Dari hasil penelitian ini, didapat nilai suhu permukaan laut yang berkisar antara 28,9-33,9 °C, salinitas berkisar antara 30-34 ppt, dan kekeruhan perairan berkisar antara 15-210 NTU.

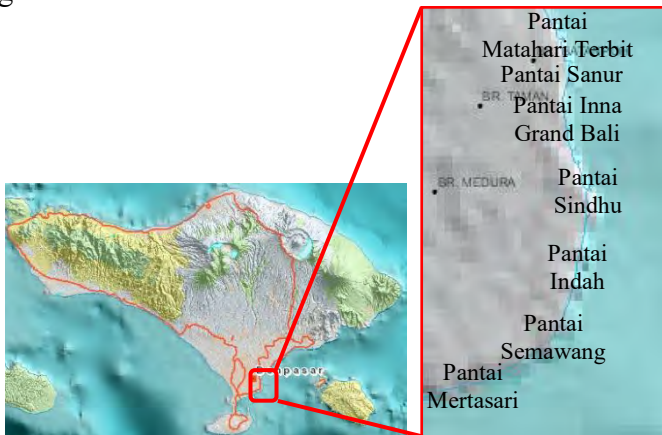
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Pantai Sanur terletak diantara koordinat $08^{\circ}38'00''$ LS - $08^{\circ}42'30''$ LS dan $115^{\circ}14'30''$ BT - $115^{\circ}16'30''$ BT. Luas wilayah kawasan pariwisata Pantai Sanur adalah 1.548,27 Ha. Kawasan pariwisata Sanur memiliki garis pantai dengan panjang ± 7 km, merupakan pantai di sebelah timur Bali yang membentang dari utara ke selatan (Astuti, 2002 dalam Graha, 2015). Kawasan ini meliputi beberapa pantai, yaitu:

- a. Pantai Mertasari
- b. Pantai Semawang
- c. Pantai Indah
- d. Pantai Sindhu
- e. Pantai Inna Grand Bali
- f. Pantai Sanur
- g. Pantai Matahari Terbit



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber: <http://tanahair.indonesia.go.id>, 2016)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data lapangan berupa koordinat persebaran padang lamun serta parameter kualitas perairan, yang meliputi suhu permukaan laut, salinitas, dan kecerahan perairan.
- b. Data kedalaman laut dari peta hipsografi digital BIG skala 1:50.000.
- c. Data citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan 2015 pada musim penghujan dan kemarau, dan tahun 2016 di wilayah pantai Sanur, Bali.

Tabel 3.1 Data Citra Landsat 8

No	Tanggal	Nama File
1	27 Maret 2014	LC81160662014086LGN00
2	30 Mei 2014	LC81160662014150LGN00
3	10 Februari 2015	LC81160662015041LGN00
4	21 Agustus 2015	LC81160662015233LGN00
5	16 Maret 2016	LC81160662016076LGN00

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

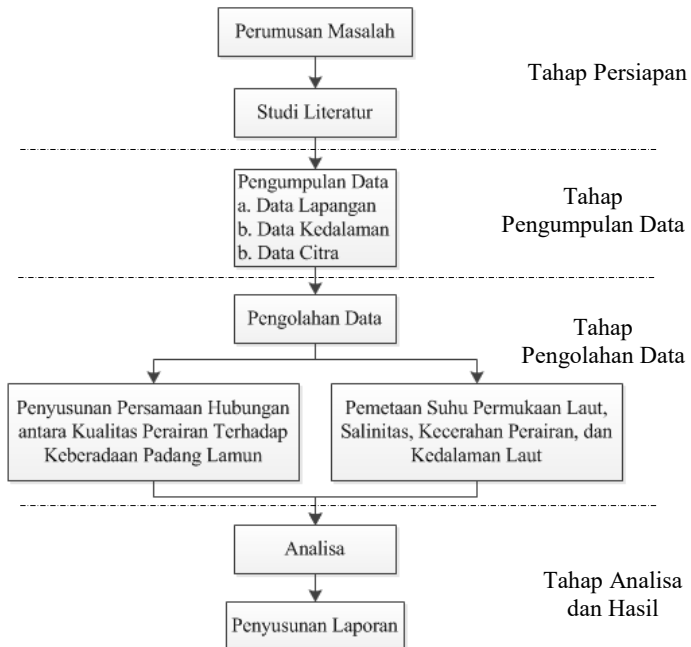
- a. Perangkat keras
 - 1 unit laptop
 - 1 unit GPS
 - 1 unit *secchi disc*
 - 1 unit *infrared thermometer*
 - 1 unit *refracto salinometer*
- b. Perangkat lunak
 - Visat 5.0
 - ArcGIS 10.2.2 *Trial*
 - Matlab R2015a *Trial*

3.3 Metodologi Penelitian

Langkah–langkah pelaksanaan penelitian dalam pemantauan perubahan habitat padang lamun dan kualitas perairan di wilayah pantai Sanur yaitu:

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahap pelaksanaan penelitian tugas akhir:

a. Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini yaitu perubahan habitat padang lamun yang dihubungkan dengan perubahan kualitas perairan pada habitat hidupnya,

yang meliputi suhu permukaan laut, salinitas, dan kecerahan perairan.

b. Studi Literatur

Merupakan tahap mengumpulkan dan mempelajari referensi terkait permasalahan yang diteliti, di antaranya yaitu studi karakteristik padang lamun, citra satelit Landsat 8, dan algoritma untuk mendapatkan nilai kualitas perairan.

c. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang akan digunakan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan seperti lapangan, data citra, dan data kedalaman.

d. Pengolahan Data

Merupakan tahap dimana data-data yang telah dikumpulkan diolah sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Diantaranya yaitu data lapangan diolah untuk mendapatkan persamaan hubungan antara kualitas perairan dan keberadaan lamun, serta pengolahan data citra untuk mendapatkan nilai kualitas perairan.

e. Analisa

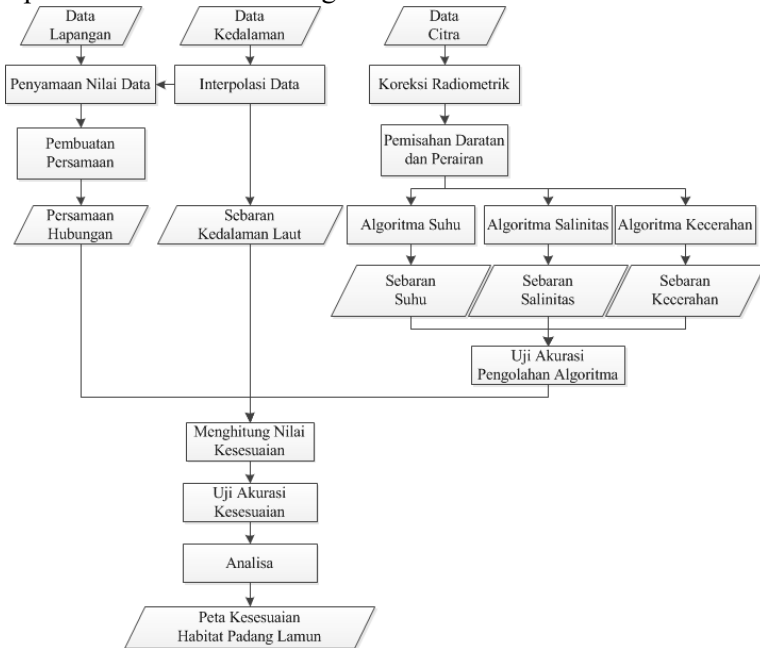
Pada tahap ini dilakukan analisa pengaruh kualitas perairan terhadap keberadaan lamun, serta bagaimana perubahan kesesuaian habitat padang lamun dari tahun ke tahun.

f. Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari kegiatan penelitian ini yaitu membuat laporan yang sesuai dengan aturan penyusunan laporan tugas akhir yang berlaku. Hasil akhir dari penelitian akan dilaporkan sebagai bentuk pertanggung jawaban atas penelitian yang telah dilaksanakan.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahap pelaksanaan penelitian tugas akhir:

a. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data lapangan yang meliputi kualitas perairan dan koordinat keberadaan padang lamun, data kedalaman perairan, serta data citra Landsat 8 tahun 2014, 2015, dan 2016.

b. Penyamaan Nilai Data

Merubah nilai data kualitas perairan hasil pengukuran lapangan dan data kedalaman ke dalam

nilai rentang yang sama berdasarkan standar baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup.

c. Pembuatan Persamaan

Membuat persamaan hubungan pengaruh kualitas perairan yang terdapat pada habitat padang lamun, sehingga diketahui pengaruh dari masing-masing parameter kualitas perairan terhadap keberadaan lamun.

d. Interpolasi Data

Melakukan interpolasi terhadap data kedalaman sehingga didapat nilai data kedalaman pada seluruh wilayah penelitian.

e. Koreksi Radiometrik

Merubah nilai DN pada citra ke dalam nilai radian atau reflektan sesuai dengan algoritma yang digunakan, serta dilakukan koreksi untuk mengurangi pengaruh atmosfer terhadap nilai data citra.

f. Pemisahan Daratan dan Perairan

Dilakukan pemisahan antara wilayah daratan dan perairan, untuk memudahkan proses selanjutnya, karena yang diteliti hanya berfokus ke wilayah perairan saja.

g. Algoritma Suhu

Memetakan suhu perairan dengan menggunakan algoritma Syariz. Algoritma ini menggunakan data dalam nilai radian ToA kanal 11 ($LWIR-2$) pada citra Landsat 8. Dari hasil penggunaan algoritma ini, maka didapatkan citra sebaran suhu di wilayah yang diteliti.

h. Algoritma Kecerahan

Memetakan kecerahan perairan dengan menggunakan algoritma Shodiqin. Algoritma ini menggunakan data dalam nilai $Rrs(\lambda)$ kanal 2 (biru) dan 4 (merah) pada citra Landsat 8. Dari hasil

penggunaan algoritma ini, maka didapatkan citra sebaran kecerahan perairan di wilayah yang diteliti.

- i. Algoritma Salinitas
Memetakan salinitas perairan dengan menggunakan algoritma Young Baek Son. Algoritma ini menggunakan data dalam nilai radian *BoA* kanal 2 (biru) dan 3 (hijau) pada citra Landsat 8. Dari hasil penggunaan algoritma ini, maka didapatkan citra sebaran salinitas di wilayah yang diteliti.
- j. Uji Akurasi Pengolahan Algoritma
Melakukan uji akurasi terhadap data hasil pengolahan dari citra, sehingga diketahui besarnya kesalahan data dan korelasi antara data hasil pengolahan terhadap data lapangan.
- k. Menghitung Nilai Kesesuaian
Menghitung nilai kesesuaian habitat padang lamun berdasarkan persamaan yang telah dibuat menggunakan data citra sebaran suhu, salinitas, kecerahan, dan kedalaman.
- l. Uji Akurasi Kesesuaian
Melakukan uji akurasi terhadap data kesesuaian habitat padang lamun hasil pengolahan dari citra, sehingga diketahui besarnya korelasi dengan kesesuaian habitat yang didapat dari data lapangan.
- m. Analisa
Analisa dilakukan terhadap perubahan kesesuaian habitat padang lamun dari tahun ke tahun berdasarkan hasil yang telah didapat.
- n. Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun
Tahap terakhir dari pengolahan data ini yaitu dihasilkannya peta kesesuaian habitat padang lamun berdasarkan kualitas perairan.

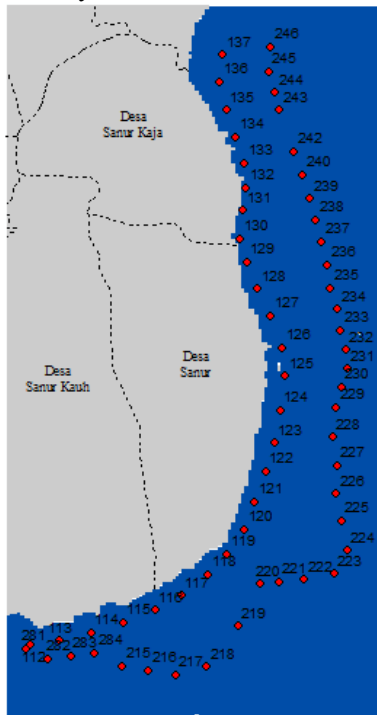
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

4.1.1 Data Lapangan

Data lapangan yang diambil adalah data keberadaan lamun dan data parameter air laut yang mempengaruhi habitat padang lamun, berupa suhu permukaan laut, salinitas perairan, dan kecerahan perairan. Data ini merupakan data survei lapangan yang dilakukan secara langsung di wilayah pantai Sanur pada tanggal 29 Februari dan 16 Maret 2016 mulai pukul 09.30-14.00 WITA. Data lapangan yang diperoleh yaitu sebanyak 61 titik.



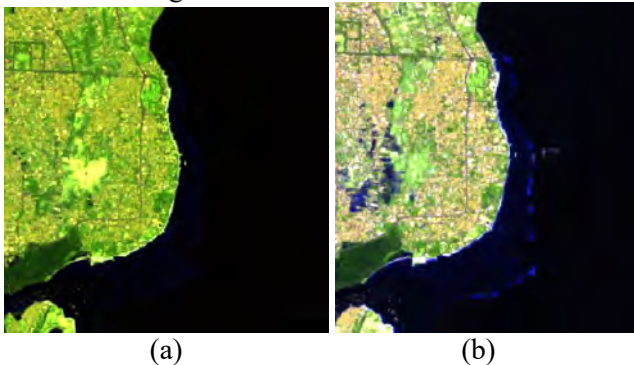
Gambar 4.1 Sebaran Data Lapangan di Wilayah Pantai Sanur

Data lapangan ini digunakan untuk pembuatan persamaan hubungan antara kualitas perairan terhadap keberadaan padang lamun.

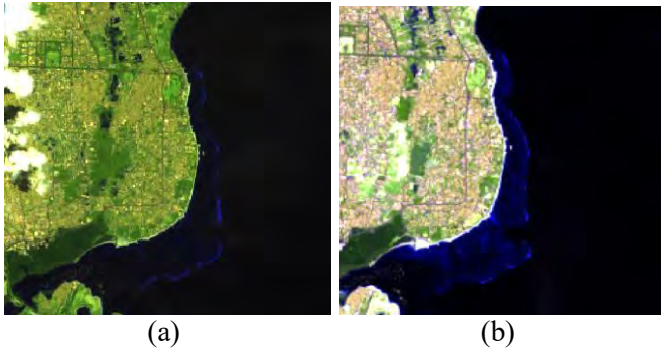
Selain data hasil survei langsung di lapangan, digunakan pula data kedalaman perairan yang didapat dari peta hipsografi skala 1:50.000 yang dikeluarkan melalui *website: <http://tanahair.indonesia.go.id>* oleh Badan Informasi Geospasial (BIG).

4.1.2 Data Citra

Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit sistem pasif multi temporal Landsat 8 tahun 2014-2015 yang diambil pada 2 musim, yaitu musim penghujan dan kemarau serta citra tahun 2016 pada musim penghujan. Data citra yang digunakan yaitu level 1T (*terrain corrected*) yang terletak pada *Path/Row* 116/066. Citra pada level tersebut telah terkoreksi secara geometrik sehingga tidak diperlukan koreksi geometrik.



Gambar 4.2 Citra Landsat 8 Tahun 2014;
(a) 27 Maret, (b) 30 Mei



(a) (b)
Gambar 4.3 Citra Landsat 8 Tahun 2015;
(a) 10 Februari, (b) 21 Agustus



Gambar 4.4 Citra Landsat 8 Tanggal 16 Maret 2016

Data citra tahun 2014 dan 2015 digunakan untuk mengetahui perubahan habitat padang lamun, sedangkan karena wilayah penelitian pada data citra tahun 2016 tertutup awan, maka citra tahun 2016 hanya digunakan untuk uji akurasi hasil penggunaan algoritma sesuai dengan data lapangan.

4.2 Pengolahan Data Lapangan

4.2.1 Pembuatan Hubungan Persamaan

Data hasil survei lapangan dan data kedalaman dibuat ke dalam rentang nilai yang sama, yaitu 0 dan 1. Pembagian

tersebut mengacu pada kondisi perairan yang sesuai bagi habitat padang lamun. Bila kondisinya sesuai bagi habitat padang lamun, maka data bernilai 1, namun bila kondisinya tidak sesuai, maka data bernilai 0.

Tabel 4.1 Parameter Kualitas Perairan

Parameter	1	0
Suhu	28-30 °C	< 28°C atau > 30°C
Salinitas	33-34 psu	< 33 psu atau > 34 psu
Kecerahan	> 3 meter	< 3 meter
Kedalaman	< 4 meter	> 4 meter

Pembagian rentang suhu, salinitas, dan kecerahan perairan diatas yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, sedangkan pembagian rentang data kedalaman yaitu berdasarkan hasil pengamatan di lapangan.

Setelah nilai data kualitas perairan berada pada rentang yang sama, kemudian dihitung pengaruh hubungan kualitas perairan terhadap keberadaan padang lamun berdasarkan persamaan:

$$Y = aw + bx + cy + dz \quad (4.1)$$

dimana, Y = Keberadaan lamun, bernilai 1 bila terdapat lamun, dan 0 bila tidak ada
 w, x, y, z = Nilai kualitas perairan
 a, b, c, d = Koefisien pengaruh kualitas perairan terhadap habitat padang lamun

Nilai a, b, c, dan d diperoleh melalui penghitungan matriks berdasarkan persamaan berikut:

$$X = A^T A \times A^T L \quad (4.2)$$

dimana, X = Matriks koefisien

- A = Matriks kualitas perairan (suhu, salinitas, kecerahan, dan kedalaman)
 L = Matriks keberadaan padang lamun (bernilai 0 atau 1)

Hasil dari penghitungan diatas yaitu didapat persamaan hubungan antara kualitas perairan terhadap habitat padang lamun sebagai berikut:

$$\text{Habitat lamun} = -0,04574 \times W + 0,40224 \times X - 0,44463 \times Y + 0,61788 \times Z \quad (4.3)$$

- dimana, W = Suhu (bernilai 0 atau 1)
 X = Salinitas (bernilai 0 atau 1)
 Y = Kecerahan (bernilai 0 atau 1)
 Z = Kedalaman (bernilai 0 atau 1)

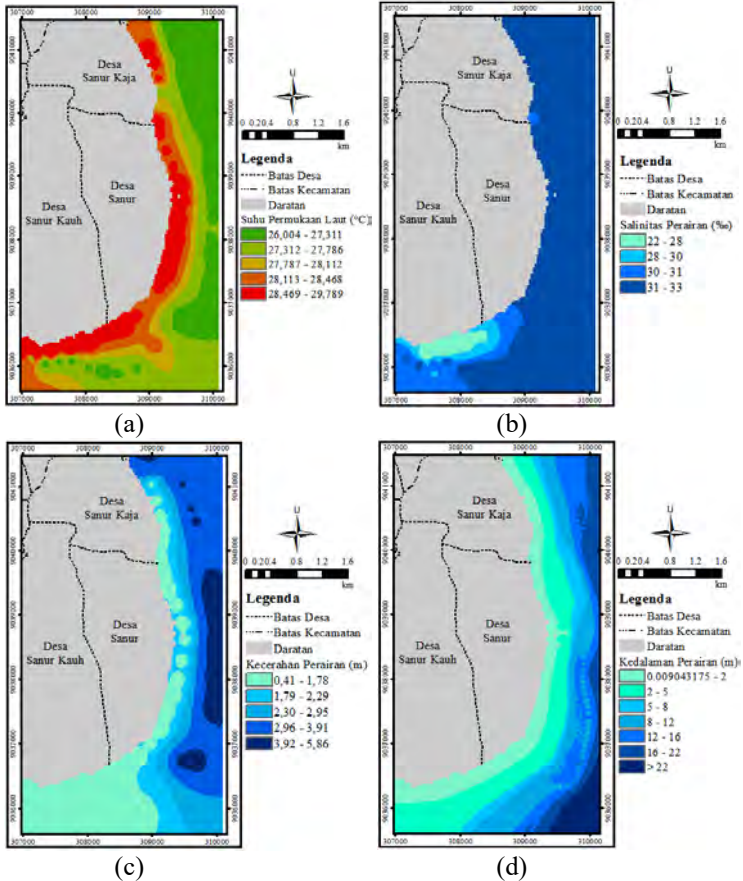
Dari persamaan 4.3, dapat diketahui bahwa parameter yang paling berpengaruh terhadap keberadaan padang lamun yaitu kedalaman perairan karena memiliki nilai koefisien yang paling besar. Kemudian salinitas dan kecerahan perairan memiliki nilai koefisien yang hampir sama, sehingga kedua parameter tersebut memiliki pengaruh yang hampir sama. Sementara itu, suhu permukaan laut memiliki pengaruh yang paling kecil terhadap keberadaan lamun dibandingkan parameter kualitas perairan yang lain.

Persamaan diatas kemudian digunakan untuk pembuatan peta kesesuaian habitat lamun, dengan parameter suhu, salinitas, dan kecerahan didapat melalui pengolahan citra satelit, serta kedalaman perairan melalui interpolasi data.

4.2.2 Interpolasi Data Lapangan

Data lapangan dan data kedalaman hanya berupa titik-titik sampel, sehingga dilakukan interpolasi data sampel untuk mendapatkan nilai data diseluruh wilayah penelitian.

Interpolasi data ini dilakukan dengan menggunakan metode *IDW* di *software* ArcGIS.



Gambar 4.5 Sebaran Kualitas Perairan dari Data Lapangan;
 (a) Sebaran Suhu, (b) Sebaran Salinitas,
 (c) Sebaran Kecerahan, (d) Sebaran Kedalaman

Hasil interpolasi data untuk masing-masing parameter ini memiliki nilai minimal dan maksimal yang paling mendekati dengan data sampel (lampiran 1), artinya tidak ada

nilai data yang berada diluar rentang nilai data sampel. Hasil dari data hasil interpolasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Nilai Data Hasil Interpolasi

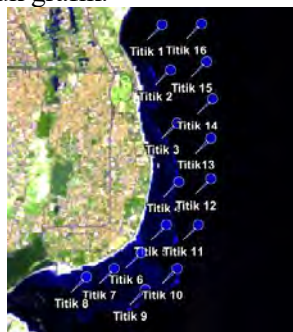
Parameter	Minimal	Maksimal	Rata-rata
Suhu (°C)	26,004	29,789	27,983
Salinitas (psu)	22,005	32,999	31,190
Kecerahan (m)	0,411	5,856	2,345
Kedalaman (m)	0,009	34,999	11,491

Menurut data lapangan yang diukur pada bulan Februari dan Maret tahun 2016 tersebut, hanya sebagian daerah yang memiliki suhu dan salinitas yang sesuai standar baku mutu padang lamun menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Sementara pada nilai kecerahan yang sesuai standar baku mutu, justru tidak ditemukan keberadaan lamun, hal ini disebabkan karena kedalaman dan arus di wilayah tersebut yang relatif tinggi.

4.3 Koreksi Radiometrik

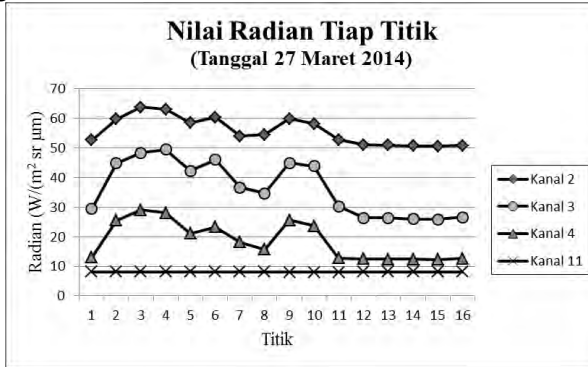
4.3.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan dengan cara merubah nilai data citra dari *DN* ke nilai radian *ToA*. Untuk mempermudah dalam melihat hasil dari kalibrasi radiometrik, maka dibuat titik sampel pada citra untuk menampilkan nilai radian dalam bentuk grafik.

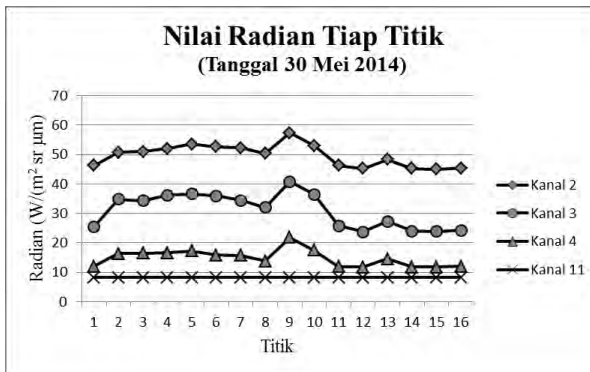


Gambar 4.6 Posisi Titik untuk Tampilan Grafik

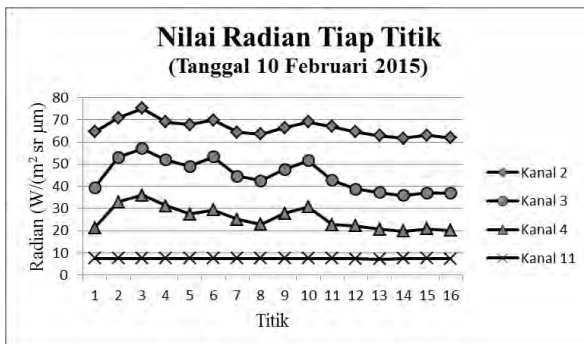
Gambar 4.6 menunjukkan posisi titik untuk melihat nilai radian ToA dalam bentuk grafik. Karena kanal pada citra yang digunakan pada penelitian ini hanya kanal 2, 3, 4, dan 11, maka grafik hanya menampilkan nilai pada kanal tersebut saja. Untuk nilai grafik masing-masing kanal dapat dilihat pada gambar berikut:



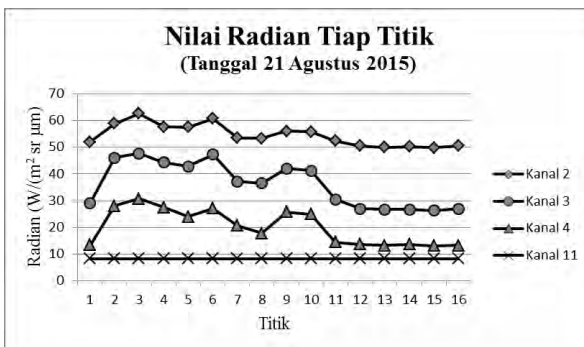
Gambar 4.7 Nilai Radian Citra Tanggal 27 Maret 2014



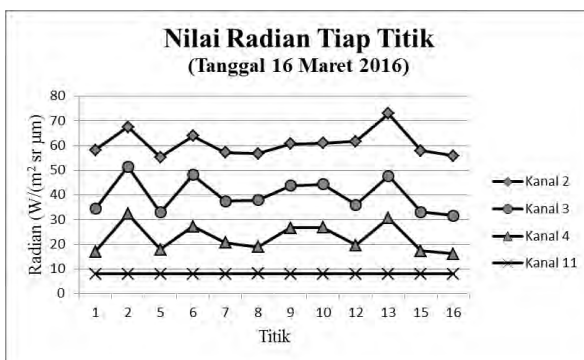
Gambar 4.8 Nilai Radian Citra Tanggal 30 Mei 2014



Gambar 4.9 Nilai Radian Citra Tanggal 10 Februari 2015



Gambar 4.10 Nilai Radian Citra Tanggal 21 Agustus 2015



Gambar 4.11 Nilai Radian Citra Tanggal 16 Maret 2016

Dari hasil proses kalibrasi radiometrik yang telah dilakukan, nilai radian titik-titik stasiun pengamatan pada keseluruhan kanal citra tahun 2014-2016 memiliki pola yang beraturan dan hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa data citra yang digunakan mempunyai nilai radian yang cukup bagus pada area disekitar stasiun pengamatan.

4.3.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer dilakukan dengan cara mengkonversi nilai radian ToA ke nilai $Rrs(\lambda)$. Untuk mendapatkan nilai reflektan permukaan tersebut, digunakan cara 6S sebagai koreksi atmosfer. Model ini adalah salah satu model koreksi atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit. Model ini memprediksi nilai reflektan objek (ρ) pada nilai BoA menggunakan informasi parameter reflektan permukaan dan kondisi atmosfer pada saat citra tersebut direkam. Beberapa parameter yang diperlukan untuk melakukan metode 6S ini yaitu:

Tabel 4.3 Parameter Metode 6S

No	Jenis Data
1	Tanggal perekaman data
2	<i>Solar zenithal angle</i>
3	<i>Solar azimuthal angle</i>
4	<i>Sensor zenithal angle</i>
5	<i>Sensor azimuthal angle</i>
6	Jarak Pandang
7	Panjang gelombang tiap kanal

Karena kanal pada citra yang digunakan pada penelitian ini hanya kanal 2, 3, dan 4, maka proses koreksi atmosfer hanya dilakukan pada kanal tersebut saja. Berikut ini merupakan koefisien parameter koreksi atmosfer (X_A , X_B , dan X_C) yang didapat menggunakan program 6S:

Tabel 4.4 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2014

Kanal	Citra Tanggal 27 Maret			Citra Tanggal 30 Mei		
	X_A	X_B	X_C	X_A	X_B	X_C
2	0,00298	0,12716	0,13749	0,00359	0,13556	0,13749
3	0,00292	0,06606	0,09933	0,00349	0,07031	0,09933
4	0,00316	0,03662	0,07219	0,00376	0,03899	0,07219

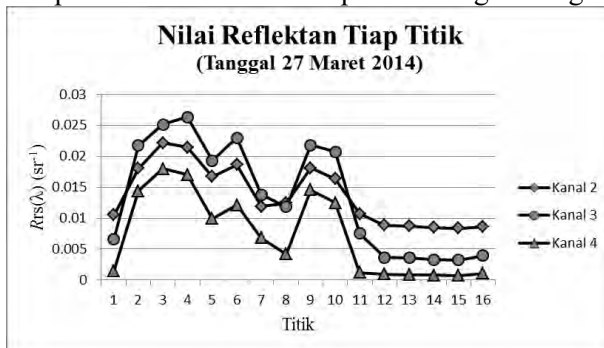
Tabel 4.5 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2015

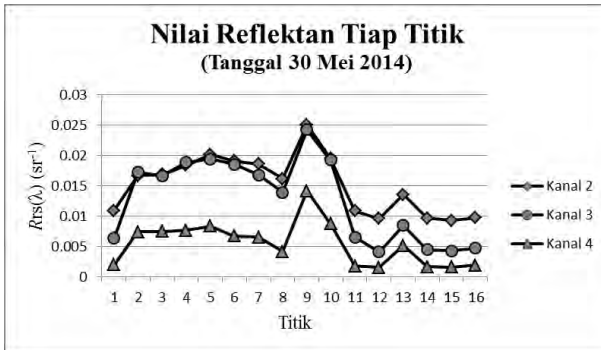
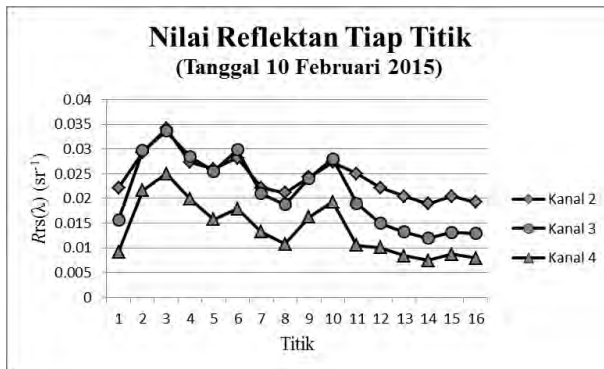
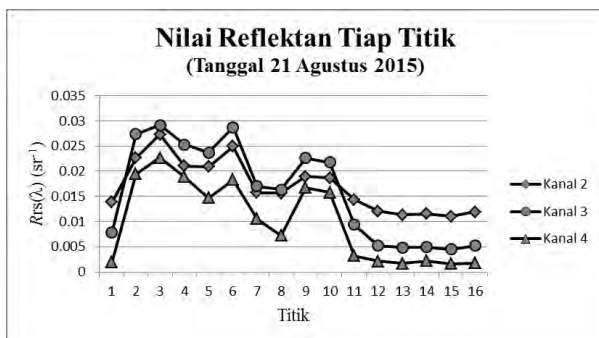
Kanal	Citra Tanggal 10 Februari			Citra Tanggal 21 Agustus		
	X_A	X_B	X_C	X_A	X_B	X_C
2	0,00317	0,14264	0,13817	0,00263	0,11688	0,18722
3	0,00243	0,06992	0,13888	0,00270	0,06769	0,13888
4	0,00327	0,04192	0,07750	0,00303	0,04404	0,10896

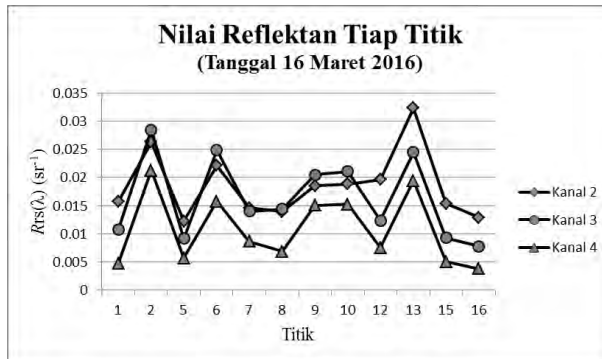
Tabel 4.6 Koefisien Koreksi Atmosfer Citra Tahun 2016

Kanal	Citra Tanggal 16 Maret		
	X_A	X_B	X_C
2	0,00317	0,14264	0,13817
3	0,00243	0,06992	0,13888
4	0,00327	0,04192	0,07750

Untuk mempermudah dalam melihat hasil dari koreksi atmosfer, maka diambil sampel nilai $Rrs(\lambda)$ di titik pengamatan sesuai gambar 4.6. Berikut ini adalah nilai $Rrs(\lambda)$ hasil dari proses koreksi atmosfer pada masing-masing citra:

Gambar 4.12 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 27 Maret 2014

Gambar 4.13 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 30 Mei 2014Gambar 4.14 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 10 Februari 2015Gambar 4.15 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 21 Agustus 2015



Gambar 4.16 Nilai $Rrs(\lambda)$ Citra Tanggal 16 Maret 2016

Hasil grafik diatas menunjukkan bahwa nilai reflektan padal kanal biru dan hijau lebih tinggi karena sifat dari kedua gelombang spektral ini adalah memantul ketika berada di perairan. Sedangkan untuk kanal merah yang memiliki panjang gelombang yang lebih tinggi dari kanal biru dan hijau memiliki nilai reflektan yang lebih rendah karena banyak dari gelombang tersebut yang terserap oleh air.

4.4 Pengolahan Algoritma

4.4.1 Pengolahan Algoritma Suhu Permukaan Laut

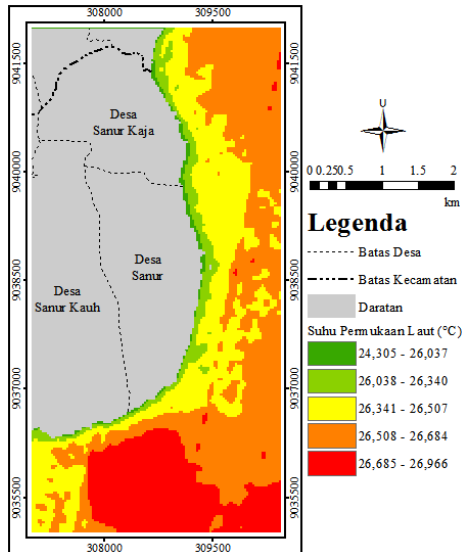
Dari hasil pengolahan suhu permukaan laut pada citra, didapatkan nilai data suhu yang berbeda dari waktu ke waktu. Perubahan nilai suhu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Perubahan Suhu Permukaan Laut

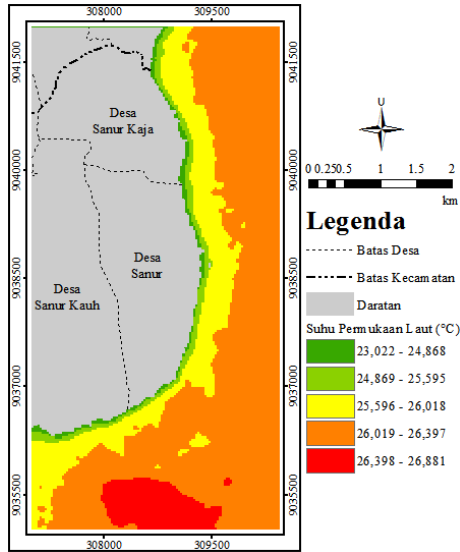
Tanggal	Minimal (°C)	Maksimal (°C)	Rata-rata (°C)
27 Maret	24,830	27,219	26,948
30 Mei	24,305	26,966	26,546
10 Februari	27,783	29,682	29,097
21 Agustus	23,022	26,881	26,069
16 Maret	26,527	28,799	27,431

Pada musim kemarau, suhu permukaan laut kurang sesuai bagi habitat padang lamun. Dimana pada tahun 2014, suhu yang dominan berkisar antara 26-27 °C, sedangkan pada tahun 2015, kisaran suhu yang dominan justru menurun antara 25-26 °C. Rentang suhu tersebut berada di bawah rentang yang sesuai bagi habitat padang lamun menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup yang berkisar antara 28-30 °C.

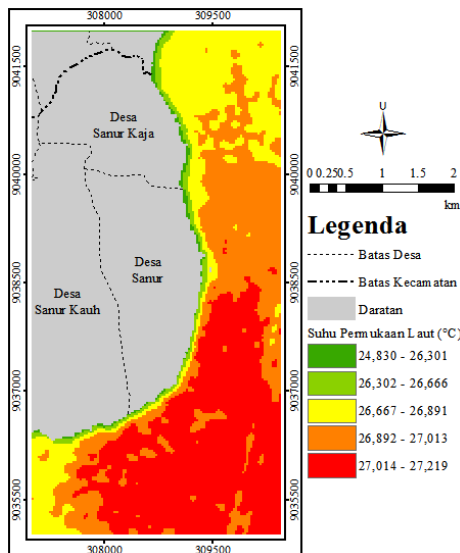
Pada musim penghujan, suhu permukaan laut yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu pada data citra tahun 2015, sementara pada data citra tahun 2016 hanya sebagian daerah yang sesuai, dan pada data citra tahun 2014 tidak terdapat daerah yang sesuai. Dimana pada tahun 2014, suhu yang dominan berkisar antara 26-27 °C, kemudian kisaran suhu yang dominan meningkat antara 28-29 °C pada tahun 2015, dan pada tahun 2016, suhu yang dominan yaitu pada kisaran 27° C.



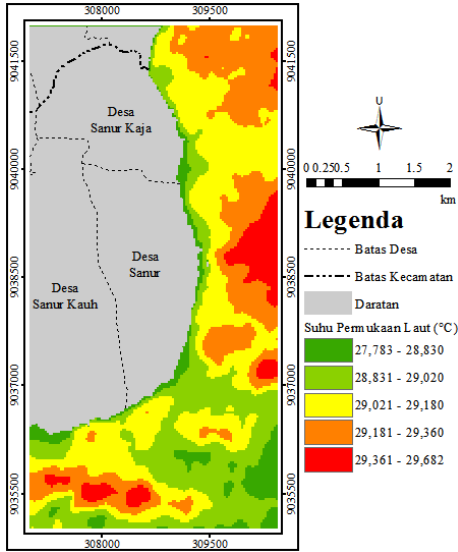
Gambar 4.17 Sebaran Suhu Musim Kemarau 2014



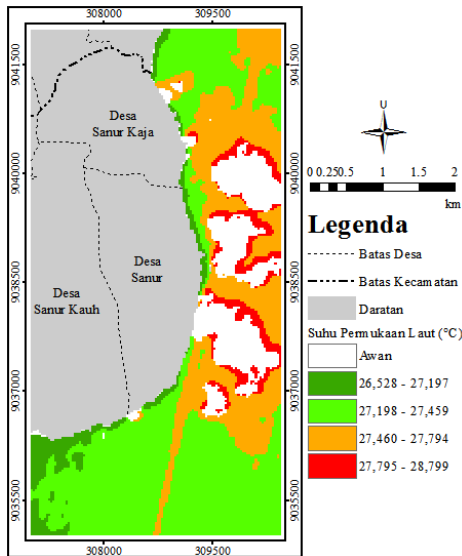
Gambar 4.18 Sebaran Suhu Musim Kemarau 2015



Gambar 4.19 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2014



Gambar 4.20 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2015



Gambar 4.21 Sebaran Suhu Musim Penghujan 2016

4.4.2 Pengolahan Algoritma Kecerahan Perairan

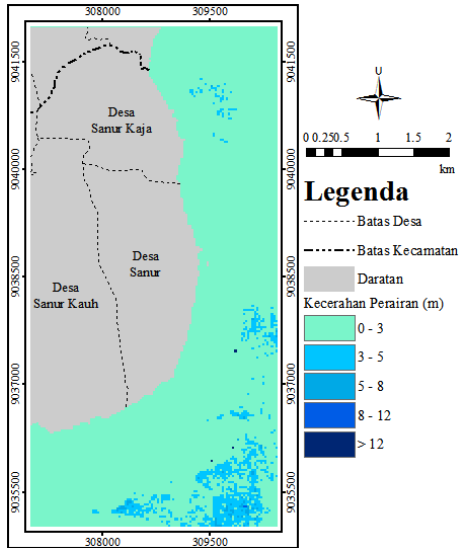
Dari hasil pengolahan kecerahan perairan pada citra, didapatkan nilai data kecerahan yang berbeda dari waktu ke waktu. Perubahan nilai kecerahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Perubahan Kecerahan Perairan

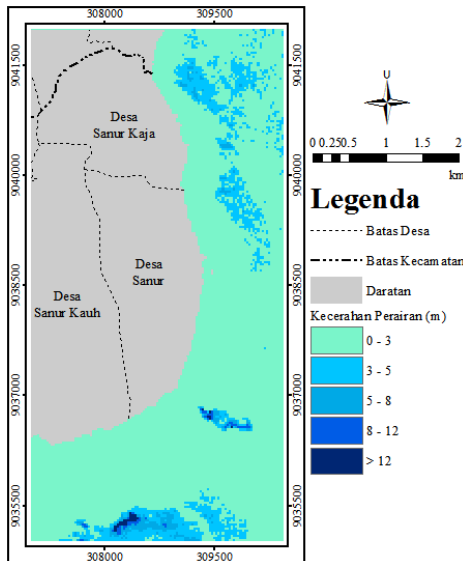
Tanggal	Minimal (m)	Maksimal (m)	Rata-rata (m)
27 Maret	0	37,160	1,656
30 Mei	0	22,806	1,625
10 Februari	0	15,342	1,383
21 Agustus	0	24,101	1,382
16 Maret	0	65,560	2,407

Pada musim kemarau baik di tahun 2014 maupun 2015, kecerahan perairan didominasi pada rentang 0-3 meter. Rentang kecerahan tersebut kurang sesuai bagi habitat padang lamun menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, yaitu yang bernilai lebih dari 3 meter. Rendahnya nilai kecerahan perairan ini disebabkan oleh wilayah perairan pantai Sanur yang dangkal, dimana lamun tumbuh pada kedalaman yang kurang dari 4 meter.

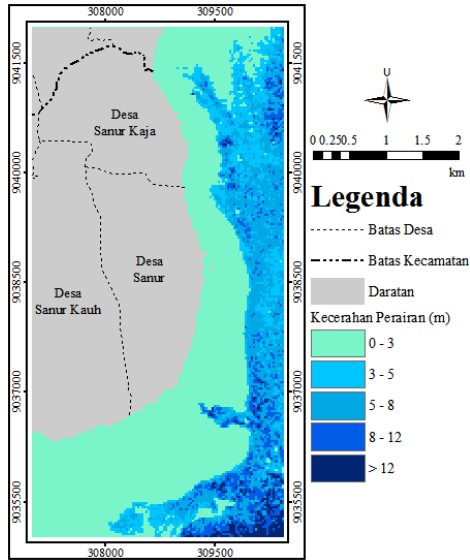
Pada musim penghujan di tahun 2014 dan 2016, kecerahan perairan cukup tinggi hingga 8 meter, meskipun nilai kecerahan yang dominan tetap antara 0-3 meter. Sementara pada tahun 2015, kecerahan hanya berkisar antara 0-3 meter. Rentang kecerahan pada tahun 2014 dan 2016 pada sebagian wilayah tersebut sesuai bagi habitat padang lamun menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, yaitu yang kecerahannya lebih dari 3 meter.



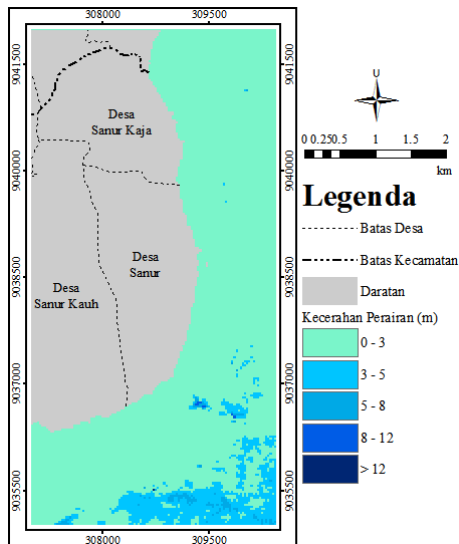
Gambar 4.22 Kecerahan Perairan Musim Kemarau 2014



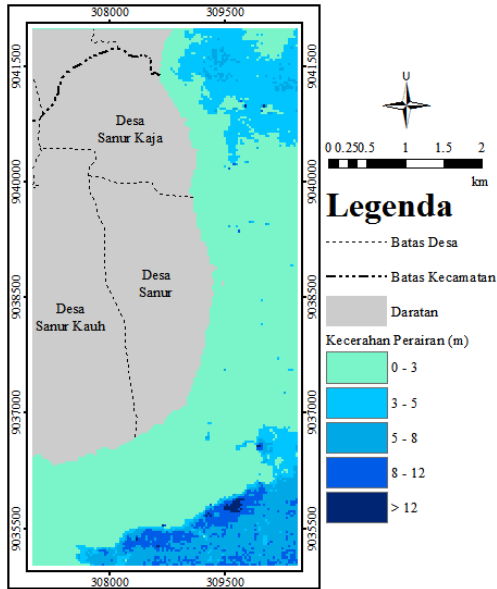
Gambar 4.23 Kecerahan Perairan Musim Kemarau 2015



Gambar 4.24 Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2014



Gambar 4.25 Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2015



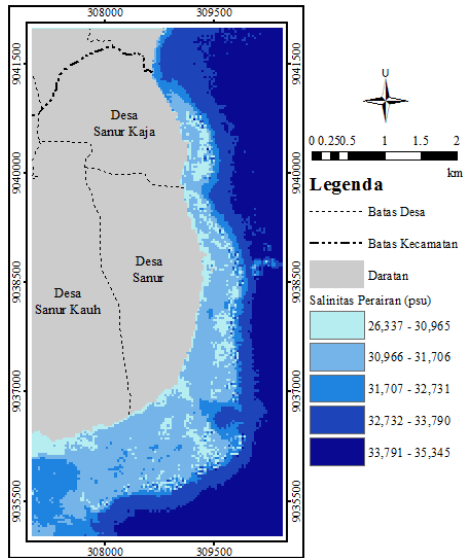
Gambar 4.26 Kecerahan Perairan Musim Penghujan 2016

4.4.3 Pengolahan Algoritma Salinitas Perairan

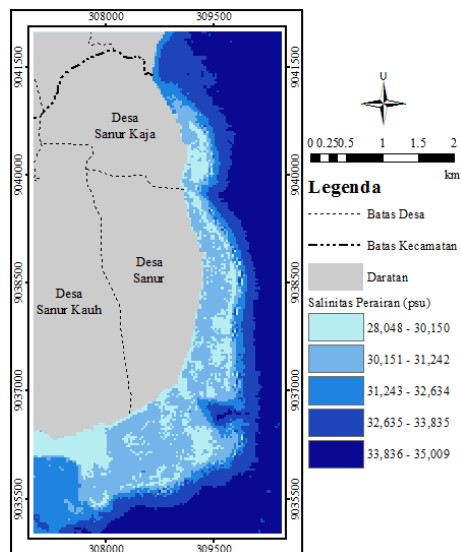
Dari hasil pengolahan salinitas pada citra, didapatkan nilai data salinitas yang berbeda dari waktu ke waktu. Perubahan nilai salinitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Perubahan Salinitas Perairan

Tanggal	Minimal (psu)	Maksimal (psu)	Rata-rata (psu)
27 Maret	28,408	35,461	32,351
30 Mei	26,337	35,345	32,772
10 Februari	29,250	34,063	32,140
21 Agustus	28,048	35,009	32,522
16 Maret	27,240	34,487	32,178

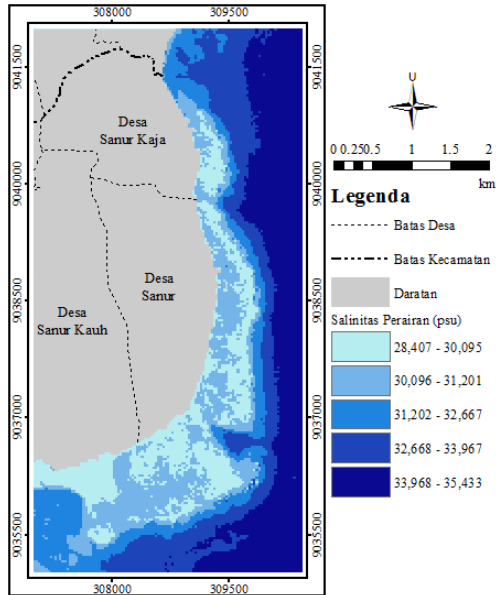


Gambar 4.27 Sebaran Salinitas Musim Kemarau 2014

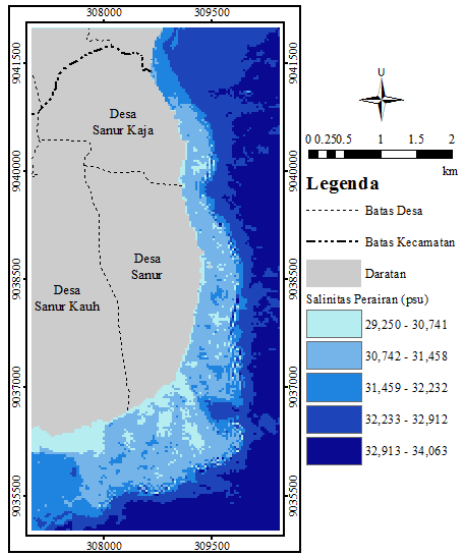


Gambar 4.28 Sebaran Salinitas Musim Kemarau 2015

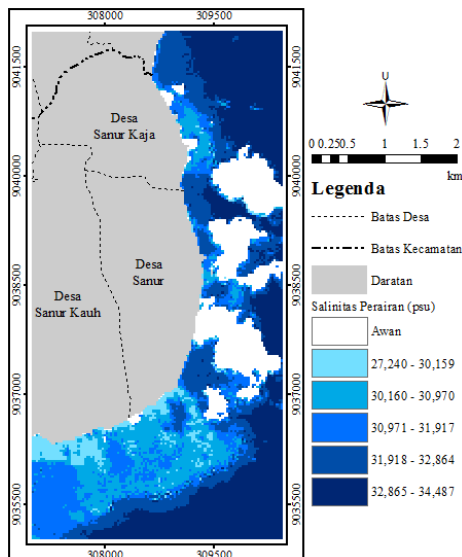
Pada seluruh data baik musim kemarau maupun penghujan tahun 2014, 2015, dan 2016, wilayah dengan salinitas perairan yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu berada di daerah lepas pantainya. Sementara pada daerah pesisir pantai, memiliki nilai salinitas yang lebih rendah dibawah nilai yang sesuai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Terjadi perubahan nilai rentang salinitas pada setiap data, namun sebagian besar wilayah masih memiliki nilai salinitas yang sesuai. Rentang salinitas yang sesuai bagi habitat padang lamun tersebut yaitu menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup berkisar antara 33-34 psu.



Gambar 4.29 Sebaran Salinitas Musim Penghujan 2014



Gambar 4.30 Sebaran Salinitas Musim Penghujan 2015

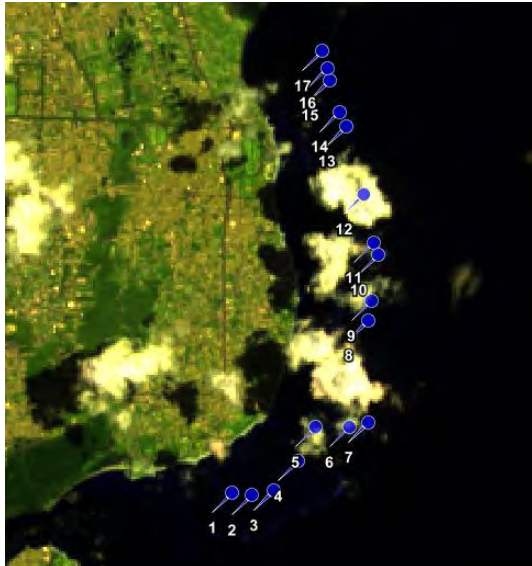


Gambar 4.31 Salinitas Perairan Musim Penghujan 2016

4.5 Uji Akurasi Hasil Pengolahan Algoritma

Setelah mendapatkan nilai parameter kualitas perairan dari pengolahan menggunakan algoritma pada citra, maka dilakukan uji akurasi dengan menggunakan data hasil pengukuran di lapangan. Uji akurasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai kesalahan data hasil pengolahan citra menggunakan indeks *NMAE*.

Data lapangan yang digunakan untuk uji akurasi yaitu sebanyak 17 titik, karena sebagian besar data citra tertutup oleh awan. Berikut adalah sebaran titik data lapangan yang digunakan untuk uji akurasi data:



Gambar 4.32 Titik Lapangan untuk Uji akurasi Data

Berikut ini merupakan hasil perhitungan indeks *NMAE* antara data lapangan dan data estimasi dari citra:

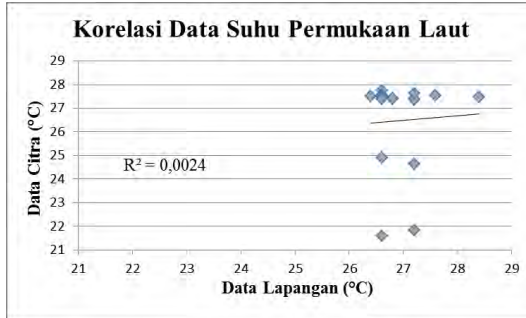
Tabel 4.10 Nilai *NMAE* Parameter Kualitas Perairan

Titik	<i>NMAE</i>	<i>NMAE</i>	<i>NMAE</i>
	Suhu (%)	Kecerahan (%)	Salinitas (%)
1	2,1891	73,3289	5,9444
2	0,6398	56,8862	2,3098
3	0,6496	63,2147	2,1788
4	3,2855	81,7878	1,5384
5	0,2376	58,2920	3,5661
6	18,7896	84,0187	1,8516
7	3,4876	29,6192	2,4166
8	19,7228	83,7263	2,7209
9	1,5638	40,6998	3,1117
10	4,3147	79,5542	3,2340
11	6,3908	84,6939	2,7945
12	9,3697	82,2398	7,0689
13	3,6236	56,5399	3,9588
14	4,2418	7,2618	4,5490
15	3,3253	27,7522	1,4329
16	2,3060	20,2136	0,7629
17	2,9580	22,8152	1,7543
Rata-rata	5,1231	56,0381	3,0114

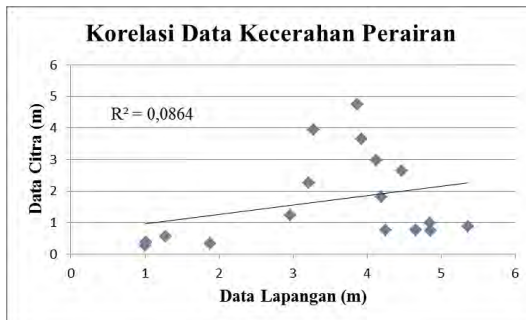
Dari tabel 4.10, dapat diketahui bahwa data suhu dan salinitas hasil pengolahan citra memiliki nilai yang bagus, dimana memiliki nilai *NMAE* sebesar 5,1231 % dan 3,0114 %. Nilai tersebut memenuhi toleransi, yaitu kurang dari 30 %. Sementara data kecerahan memiliki *NMAE* sebesar 56,0381 %, nilai tersebut melebihi dari batas yang ditentukan, yaitu kurang dari 30 %.

Dari hasil nilai *NMAE* tersebut, menunjukkan bahwa algoritma suhu permukaan laut yang dikembangkan oleh Muhammad Aldila Syariz dan algoritma salinitas perairan yang dikembangkan oleh Young Baek Son cocok untuk digunakan pada wilayah pantai Sanur, Bali. Sementara algoritma kecerahan perairan yang dikembangkan oleh Muzani Ali Shodiqin kurang sesuai bila diterapkan di wilayah pantai Sanur, Bali.

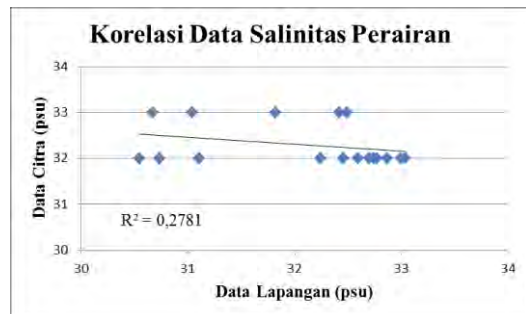
Sementara itu, korelasi antara data lapangan dengan data hasil pengolahan algoritma pada citra dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.33 Grafik Korelasi Data Suhu Permukaan Laut



Gambar 4.34 Grafik Korelasi Data Kecerahan Perairan

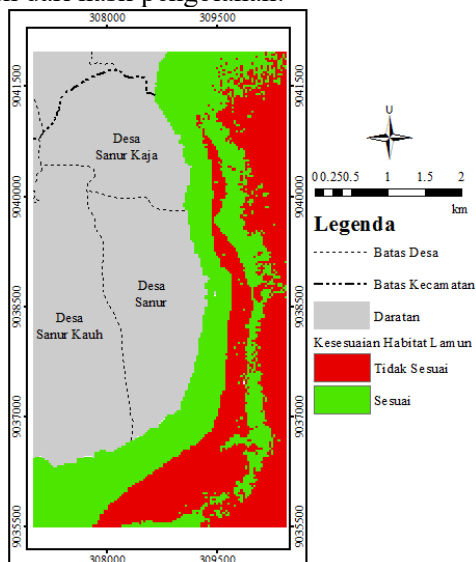


Gambar 4.35 Grafik Korelasi Data Salinitas Perairan

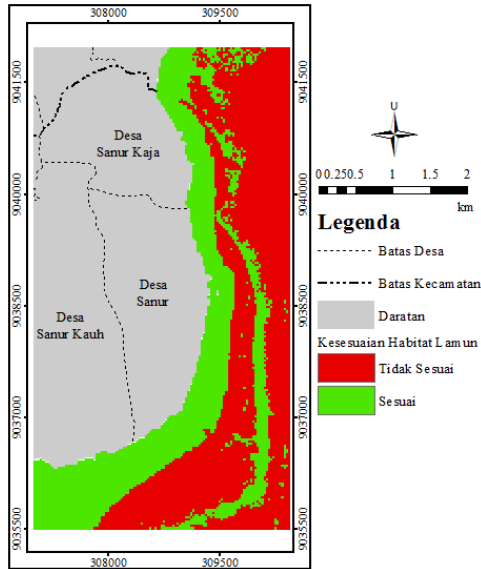
Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa korelasi antara data lapangan dengan data pengolahan pada citra sangat kecil, dimana pada data suhu didapat nilai korelasi sebesar 0,0024, pada data kecerahan didapat korelasi sebesar 0,0864, dan pada data salinitas didapat korelasi sebesar 0,2781. Dari hasil nilai R^2 tersebut, menunjukkan bahwa semua algoritma yang digunakan untuk mendapatkan parameter kualitas perairan di wilayah pantai Sanur memiliki korelasi yang rendah bila dibandingkan dengan data lapangan.

4.6 Perubahan Kesesuaian Habitat Padang Lamun

Habitat kesesuaian adang lamun dibuat menggunakan data sebaran suhu, salinitas, dan kecerahan perairan hasil pengolahan data citra, serta data kedalaman hasil interpolasi. Nilai data tersebut dirubah terlebih dahulu ke dalam nilai 0 dan 1 sesuai tabel 4.1. Setelah nilai data dirubah, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan 4.3. Berikut adalah habitat yang sesuai bagi padang lamun dari hasil pengolahan:

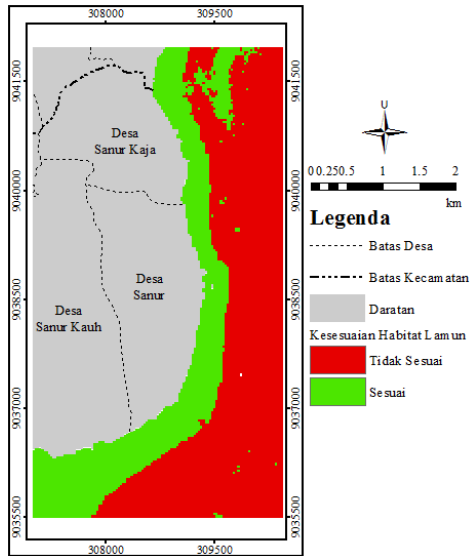


Gambar 4.36 Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2014

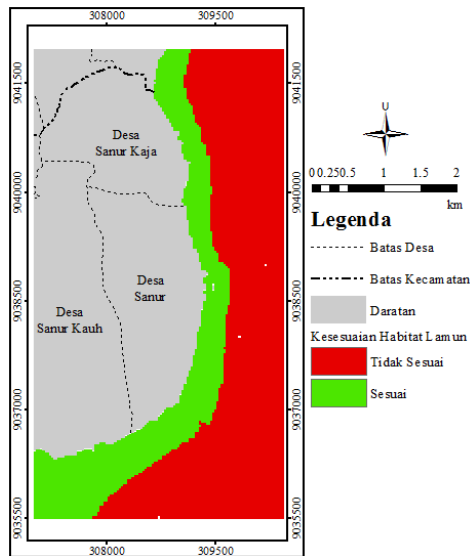


Gambar 4.37 Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2015

Pada musim kemarau tahun 2014, daerah yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu berada di seluruh wilayah pesisir pantai serta sedikit daerah lepas pantainya. Sementara pada musim kemarau tahun 2015, daerah yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu hampir sama seperti tahun 2014, hanya terdapat perbedaan di daerah pantai Matahari Terbit dan daerah lepas pantai.



Gambar 4.38 Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2014



Gambar 4.39 Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2015

Pada musim penghujan tahun 2014, daerah yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu berada di seluruh wilayah pesisir pantai Sanur dan lepas pantai Matahari Terbit. Sementara pada musim penghujan tahun 2015, terdapat perbedaan daerah yang sesuai bagi habitat padang lamun yaitu di wilayah lepas pantai Matahari Terbit.

Perubahan habitat padang lamun ini terutama disebabkan oleh perubahan sebaran salinitas dan kecerahan perairan di wilayah perairan pantai Sanur, sementara peningkatan suhu tidak begitu berpengaruh karena suhu memiliki koefisien yang paling kecil.

Sementara itu, perubahan luas habitat padang lamun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Perubahan Luas Habitat Padang Lamun

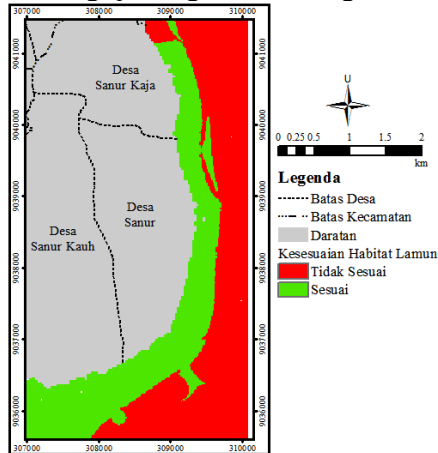
Tanggal	Luas (Ha)
27 Maret	393,62
30 Mei	588,74
10 Februari	354,51
21 Agustus	472,58

Dari tabel 4.11, dapat diketahui bahwa musim juga memiliki pengaruh terhadap habitat yang sesuai bagi padang lamun, dimana habitat padang lamun akan lebih luas pada musim kemarau daripada musim penghujan. Hal ini disebabkan karena perbedaan sebaran suhu permukaan laut, salinitas, dan kecerahan perairan antara musim kemarau dan penghujan.

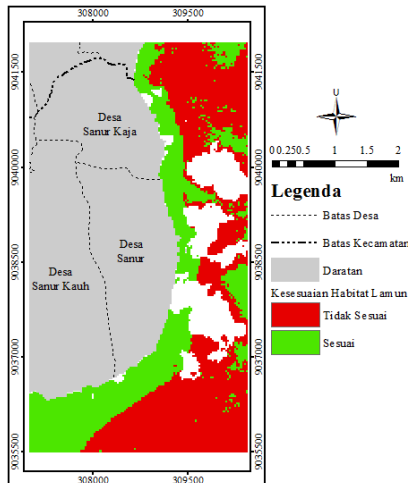
Terjadi pengurangan luasan habitat yang sesuai bagi padang lamun dari tahun ke tahun. Pada musim penghujan tahun 2014, habitat yang sesuai bagi padang lamun yaitu seluas 393,62 Ha, kemudian berkurang 39,11 Ha menjadi 354,51 Ha pada musim penghujan tahun 2015. Sementara pada musim kemarau, terjadi pengurangan seluas 116,16 Ha dari sebelumnya 588,74 Ha pada tahun 2014 menjadi 472,58 Ha pada tahun 2015.

4.7 Uji Akurasi Kesesuaian Habitat Padang Lamun

Hasil interpolasi data lapangan dan hasil pengolahan parameter kualitas perairan dari data citra tanggal 16 Maret 2016 kemudian dimasukkan ke dalam Persamaan 4.3, sehingga didapat habitat yang sesuai bagi padang lamun sebagai berikut:



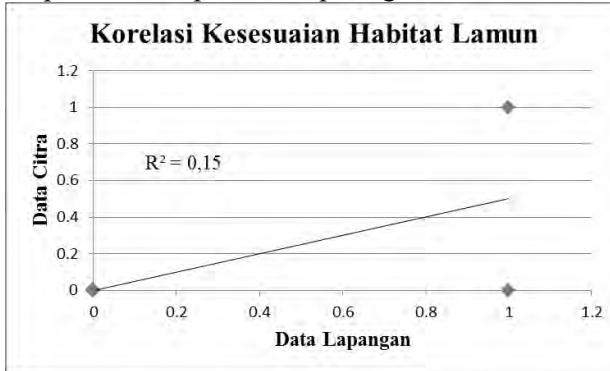
Gambar 4.40 Habitat Padang Lamun dari Data Lapangan



Gambar 4.41 Habitat Padang Lamun dari Data Citra

Uji akurasi ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara data lapangan dengan data hasil pengolahan pada citra. Uji akurasi tersebut dilakukan menggunakan indeks R^2 . Data lapangan yang digunakan untuk uji akurasi yaitu sebanyak 17 titik sesuai Gambar 4.32.

Korelasi antara data lapangan dengan data hasil pengolahan algoritma pada citra dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.42 Grafik Hubungan Kesesuaian Habitat Lamun

Dari gambar 4.42 diatas, didapat nilai R^2 yang cukup kecil, dimana didapat nilai sebesar 0,15. Dari nilai R^2 tersebut, menunjukkan bahwa hasil kesesuaian habitat lamun yang diolah dari data citra dan hasil kesesuaian yang diolah dari data lapangan memiliki korelasi yang rendah.

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1

Tabel Data Sampel Lapangan

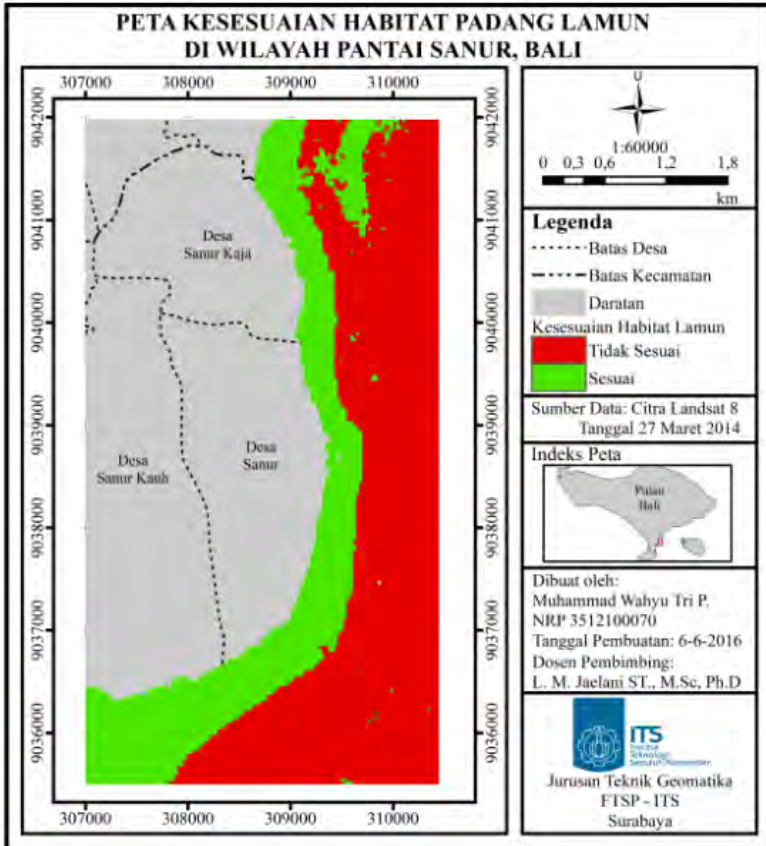
Titik	X (m)	Y (m)	Suhu (°C)	Salinitas (psu)	Kecerahan (m)	Keberadaan Lamun
112	307205	9036165	29,8	30	0,96	Tidak
113	307475	9036202	29,4	22	1,04	Tidak
114	307768	9036270	29,6	22	1,09	Ada
115	308056	9036364	29,4	25	1,02	Ada
116	308346	9036477	28,6	27	1,44	Ada
117	308580	9036612	29,2	30	1,50	Ada
118	308827	9036798	28,6	30	1,47	Ada
119	308999	9036988	28,4	32	1,61	Ada
120	309159	9037211	28,6	32	1,23	Ada
121	309248	9037466	29,4	31	1,40	Ada
122	309349	9037743	29,0	32	1,07	Ada
123	309425	9038000	29,2	32	1,18	Ada
124	309479	9038296	29,0	31	1,23	Ada
125	309524	9038608	29,0	32	1,33	Ada
126	309497	9038869	29,4	32	0,99	Ada
127	309391	9039158	28,6	32	1,28	Ada
128	309278	9039401	28,6	33	1,25	Tidak
129	309175	9039644	28,6	32	1,13	Ada
130	309118	9039858	29,2	30	1,31	Ada
131	309143	9040115	28,0	32	1,23	Ada
132	309170	9040322	27,6	31	1,13	Ada
133	309153	9040543	28,6	31	1,43	Ada
134	309075	9040786	29,0	31	1,43	Tidak
135	308993	9041027	29,2	32	1,61	Tidak
136	308931	9041286	28,4	32	3,83	Tidak

Titik	X (m)	Y (m)	Suhu (°C)	Salinitas (psu)	Kecerahan (m)	Keberadaan Lamun
137	308957	9041531	28,6	32	5,11	Tidak
215	308048	9035967	27,2	32	0,88	Ada
216	308280	9035926	26,8	33	1,00	Ada
217	308526	9035886	27,2	32	1,28	Ada
218	308812	9035961	27,2	32	1,01	Ada
219	309097	9036331	28,4	33	1,88	Ada
220	309300	9036717	27,6	33	2,96	Ada
221	309471	9036733	26,4	33	4,75	Tidak
222	309698	9036756	26,6	32	5,36	Tidak
223	309968	9036808	26,6	32	3,21	Tidak
224	310088	9037019	27,0	32	3,16	Tidak
225	310035	9037290	26,6	32	3,92	Tidak
226	309990	9037536	27,2	32	5,87	Tidak
227	309994	9037796	26,8	32	4,70	Tidak
228	309955	9038052	27,2	32	4,66	Tidak
229	309987	9038320	27,2	32	4,47	Tidak
230	310037	9038505	27,0	32	5,19	Tidak
231	310087	9038673	27,0	32	5,26	Tidak
232	310076	9038846	26,6	32	4,85	Tidak
233	310032	9039025	26,6	32	4,86	Tidak
234	310001	9039217	27,0	32	5,25	Tidak
235	309935	9039405	27,2	32	4,99	Tidak
236	309907	9039619	27,2	33	4,25	Tidak
237	309860	9039835	26,8	33	3,84	Tidak
238	309806	9040033	26,8	33	3,42	Tidak
239	309751	9040221	26,8	32	3,59	Tidak
240	309686	9040438	26,6	32	4,19	Tidak
242	309608	9040650	26,4	32	3,92	Tidak

Titik	X (m)	Y (m)	Suhu (°C)	Salinitas (psu)	Kecerahan (m)	Keberadaan Lamun
243	309474	9041035	26,6	32	4,12	Tidak
244	309434	9041188	26,8	32	3,28	Tidak
245	309373	9041376	26,6	33	3,87	Tidak
246	309395	9041600	26,0	32	3,47	Tidak
281	307165	9036126	27,4	32	0,83	Ada
282	307362	9036037	26,8	32	1,23	Ada
283	307580	9036063	27,0	31	1,00	Ada
284	307795	9036085	27,0	32	1,00	Ada

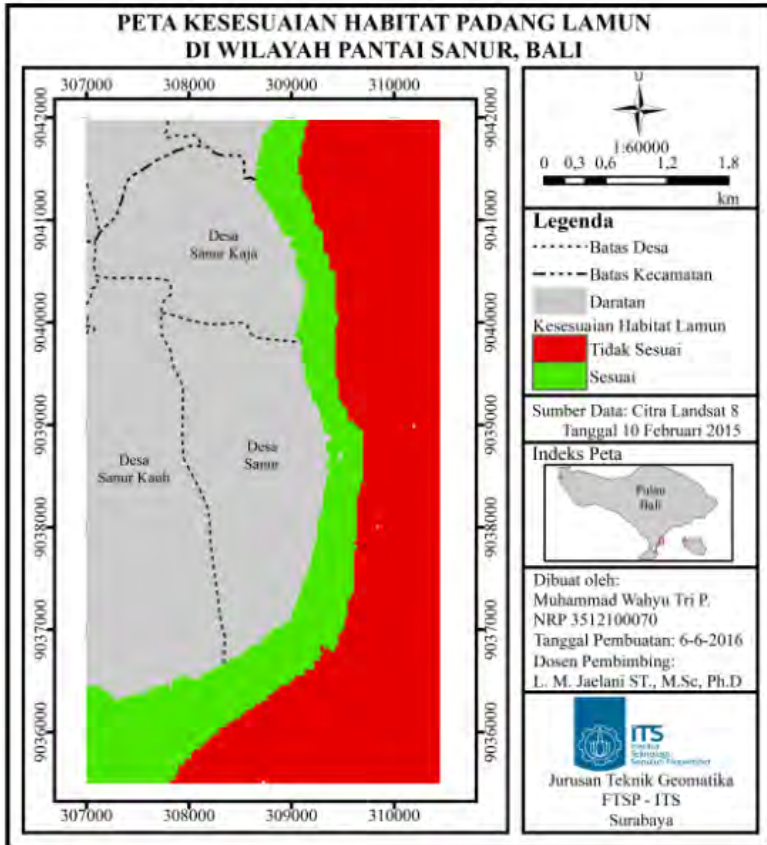
LAMPIRAN 2

Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2014



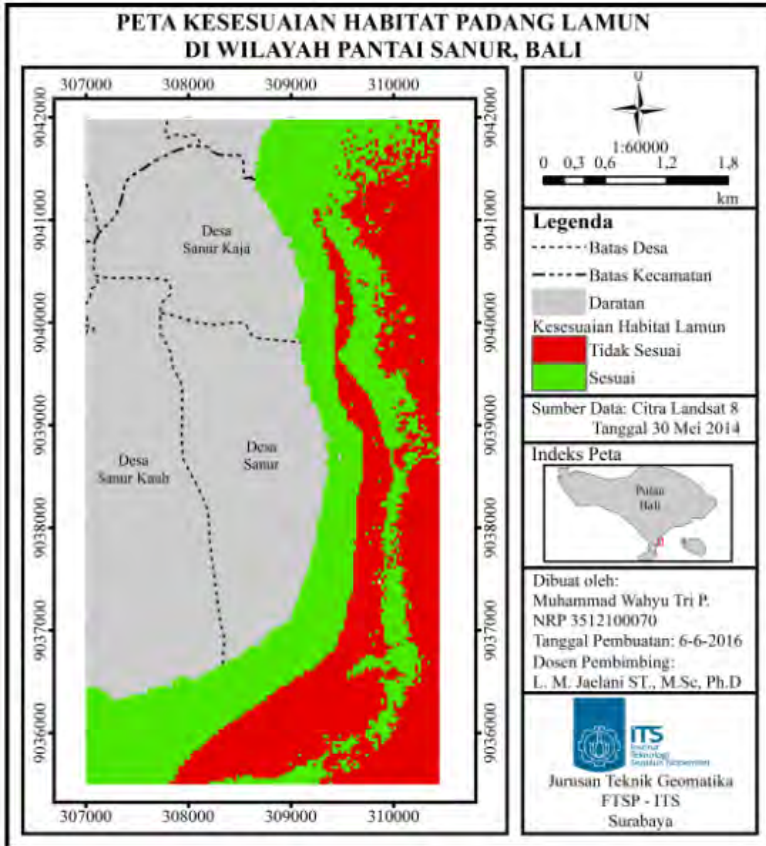
LAMPIRAN 3

Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2015



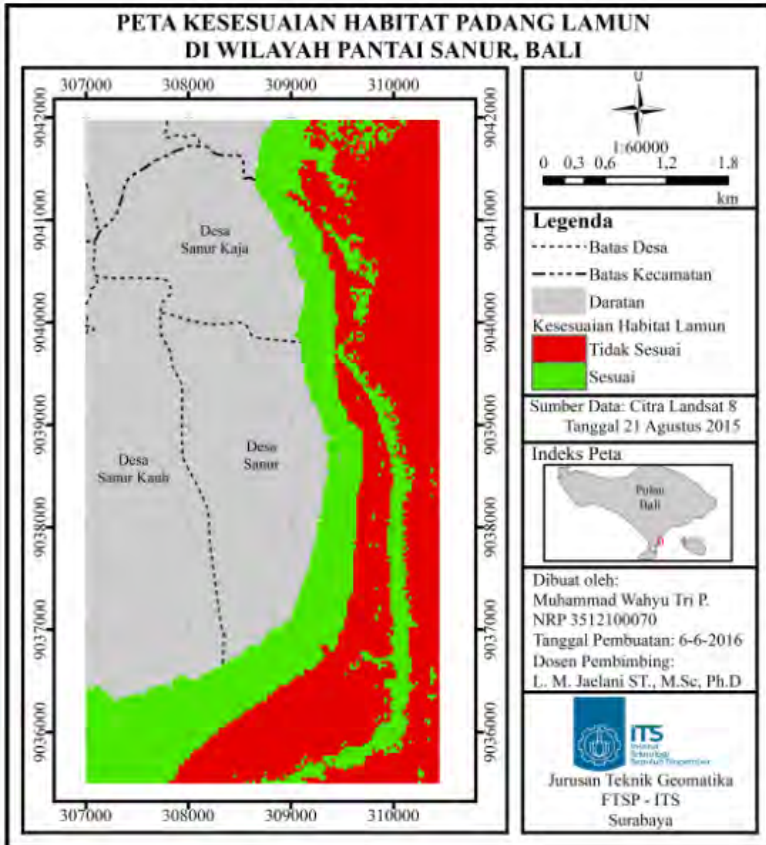
LAMPIRAN 4

Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2014



LAMPIRAN 5

Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2015



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Data Sampel Lapangan	81
Lampiran 2 Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2014.....	84
Lampiran 3 Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Penghujan 2015.....	85
Lampiran 4 Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2014.....	86
Lampiran 5 Peta Kesesuaian Habitat Padang Lamun Musim Kemarau 2015.....	87

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

- a. Parameter kualitas perairan yang paling berpengaruh pada habitat padang lamun yaitu kedalaman, dengan koefisien sebesar 0,61788. Kemudian salinitas dan kecerahan memiliki pengaruh yang hampir sama, dengan koefisien sebesar 0,40224 dan -0,44463. Sementara suhu permukaan laut memiliki pengaruh yang paling kecil, yaitu sebesar -0,04574.
- b. Terjadi penurunan wilayah yang sesuai bagi habitat padang lamun. Dimana pada musim penghujan terjadi pengurangan seluas 39,11 Ha, dari 393,62 Ha pada tahun 2014 menjadi 354,51 Ha pada tahun 2015. Sementara pada musim kemarau terjadi pengurangan seluas 116,16 Ha, dari 588,74 Ha pada tahun 2014 menjadi 472,58 Ha pada tahun 2015.
- c. Diperoleh peta habitat yang sesuai bagi padang lamun pada musim kemarau dan penghujan di tahun 2014 dan 2015, dimana pada daerah pesisir pantai Sanur sesuai bagi habitat padang lamun, sedangkan pada wilayah lepas pantai tidak selalu sesuai bagi habitat padang lamun.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yaitu:

- a. Diperlukan data lapangan keberadaan padang lamun pada musim kemarau, sehingga didapat persamaan hubungan pengaruh kualitas perairan terhadap keberadaan padang lamun yang lebih akurat.
- b. Diperlukan data lapangan untuk uji akurasi hasil pengolahan parameter kualitas perairan pada setiap tanggal dari data citra, sehingga didapat data kualitas perairan yang akurat sesuai dengan kondisi sebenarnya.

- c. Diperlukan analisis dengan parameter-parameter lain yang juga berpengaruh terhadap habitat lamun, seperti kecepatan arus dan jenis substrat, sehingga pemetaan habitat lamun akan mendapatkan hasil yang lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifi, Zulfahmi. 2015. Studi Pemetaan Fenomena Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching) Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 (Studi Kasus: Perairan PLTU Paiton, Jawa Timur). Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arthana, I.W. 2005. Jenis dan Kerapatan Padang Lamun di Pantai Sanur, Bali. *Jurnal Lingkungan Hidup Bumi Lestari*, volume 2: 68–76.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. Geospasial untuk Negeri. <url: <http://tanahair.indonesia.go.id>>. Dikunjungi pada tanggal 16 April 2016, pukul 10.00.
- Dewi, S., Ekadinata, A., dan Johana, F. 2009. Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 2: Analisa Spasial Untuk Perencanaan Wilayah Yang Terintegrasi Menggunakan ILWIS Open Source. Bogor.
- Graha, Yoga I. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. Tesis. Denpasar: Program Pascasarjana, Universitas Udayana.
- Hartati, R., Djunaedi, A., dan Mujiyanto, H. 2012. Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Kelautan*, volume 17(4): 217–225.
- Jaelani, Lalu M., Setiawan, F., dan Matsushita, B. 2015. Uji Akurasi Produk Reflektan Permukaan Landsat Menggunakan Data In Situ di Danau Kasumigaura, Jepang. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XVII*, halaman 9–16. Bogor.
- Khasanah, U. 2013. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Euचेuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. Skripsi. Makassar: Program Studi Ilmu Kelutan, Universitas Hasanuddin.

- Laili, Nurahida. 2015. Studi Persebaran Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi Worldview-2 (Studi Kasus: Perairan Utara PLTU Paiton, Kab. Probolinggo). Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mentari, Bunga. 2013. Identifikasi Karakteristik dan Pemetaan Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 (OLI) di Kabupaten Bogor. Skripsi. Bogor: Departemen Manajemen Hutan, Institut Pertanian Bogor.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. Indonesia.
- Nur, Chandra. 2011. Inventarisasi Jenis Lamun dan Gastropoda yang Berasosiasi di Perairan Pulau Karangpuang, Mamuju. Skripsi. Makassar: Program Studi Ilmu Kelutan, Uversitas Hasanuddin.
- Nusi, Siti Rahmi A.R. 2013. Struktur Vegetasi Lamun di Perairan Pulau Saronde, Kec. Ponelo Kepulauan, Kab. Gorontalo Utara. Skripsi. Gorontalo: Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Negeri Gorontalo.
- Oktavianti, R., Suryanti, dan Frida, P. 2014. Kelimpahan Echinodermata pada Ekosistem Padang Lamun di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Diponegoro Journal of Maquares*, volume 03(04): 243–249.
- Patang. 2009. Kajian Kualitas Air dan Sedimen di Sekitar Padang Lamun Kabupaten Pangkep. *Jurnal Agrisistem*, volume 5(2): 73–82.
- Pramono, G.H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Jurnal Forum Geografi*, volume 22: 145–158.

- Rahayu dan Candra, D.S. 2014. Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top of Atmosphere (ToA) untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan. Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Lapan, halaman 762-767.
- Setiawan, F., Harahap, S.A., Andriani, Y., Hutahaean, A.A. 2012. Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Kaitannya dengan Kemampuan Menyimpan Karbon di Perairan Teluk Banten. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*, volume 3(3): 275–286.
- 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). Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Shofa, M.I. 2014. Pemetaan Padang Lamun dengan Citra Alos dan Citra Aster di Pulau Pari, Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu. Skripsi. Bogor: Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Silfiani, 2011. Pemetaan Lamun dengan Menggunakan Citra Satelit Alos di Perairan Pulau Pari. Skripsi. Bogor: Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Simanjuntak, I.S. 2015. Pengolahan Data Sebaran Padang Lamun Menggunakan Data Citra Landsat 8 di Kawasan Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta. Laporan Kerja Praktek. Indralaya: Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Sriwijaya.
- Son, Young. B., Gardner, W.D., Richardson, Mary J., Ishizaka, Joji., Ryu, J.H., Kim, S.H., Lee, Sang H. 2012. Tracing Offshore Low-Salinity Plumes in the Northeastern Gulf of Mexico During the Summer Season by Use of Multispectral Remote-Sensing Data. *Journal of Oceanography*, volume 68(5): 743–760.

- Surya, R.B. dan Pamungkas, M.W.T. 2015. Pembuatan Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan Menggunakan Citra MODIS Level 2 dan Level 3 (Studi Kasus: Laut Maluku). Laporan Kerja Praktek. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Syariz, M.A., Jaelani, L.M., Subehi, L., Pamungkas, A., Koenhardono, E.S., Sulisetyono, A. 2015. Retrieval of Sea Surface Temperature Over Poteran Island Water of Indonesia with Landsat 8 TIRS Image: A Preliminary Algorithm. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, volume XL-2(W4): 87–90.
- Undang-Undang No. 1 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- USGS. 2015. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook Version 1.0 June 2015.
- Yanti, M., 2015. Struktur Komunitas Lamun Pantai Sakera Kecamatan Bintan Utara, Kabupaten Bintan. Skripsi. Tanjung Pinang: Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

BIODATA PENULIS



Muhammad Wahyu Tri Pamungkas dilahirkan di Ponorogo pada tanggal 9 Maret tahun 1994. Merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK. Kemala Bhayangkari, SD Negeri Jebeng, SMP Negeri 1 Slahung, dan SMA Negeri 2 Ponorogo. Setelah lulus dari jenjang SMA pada tahun 2012, penulis memilih untuk melanjutkan pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan terdaftar dengan NRP 3512 100 070. Selama kuliah, penulis aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE-ITS). Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang Penginderaan Jauh dengan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Perubahan Habitat Padang Lamun Berdasarkan Kualitas Perairan Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Pantai Sanur, Bali)”. Penulis dapat dihubungi melalui *email*: wahyutepe9@gmail.com.