



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS DAN KERAPATAN  
MANGROVE AKIBAT PERUBAHAN MUKA AIR LAUT  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL  
(STUDI KASUS : KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN  
DEMAK )**

**ANANDA AYU FEBRI ANGGREYNI**  
NRP 0331164000004

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

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya 2020





**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS DAN KERAPATAN  
MANGROVE AKIBAT PERUBAHAN MUKA AIR LAUT  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL  
(STUDI KASUS : KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN  
DEMAK)**

**ANANDA AYU FEBRI ANGGREYNI  
NRP 0331164000004**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL PROJECT - RG 141536**

**ANALYSIS OF MANGROVE AREA AND DENSITY  
CHANGES DUE TO CHANGES IN SEA LEVEL USING  
MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY (CASE  
STUDY : SAYUNG SUBDISTRICT, DEMAK REGENCY)**

**ANANDA AYU FEBRI ANGGREYNI  
NRP 0331164000004**

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

**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING  
Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS DAN KERAPATAN  
MANGROVE AKIBAT PERUBAHAN MUKA AIR LAUT  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL  
(STUDI KASUS : KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN  
DEMAK)**

**Nama Mahasiswa** : Ananda Ayu Febri Anggreyni  
**NRP** : 0331164000004  
**Departemen** : Teknik Geomatika FTSPK – ITS  
**Dosen pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,  
DEA.,DESS

**ABSTRAK**

*Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang khas di wilayah pesisir. Mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan biologis ekosistem pesisir. Adanya faktor-faktor dinamis lingkungan menjadi salah satu penyebab hutan mangrove mengalami kerusakan. Perubahan muka air laut, terjadinya abrasi maupun adanya kegiatan alih fungsi lahan, secara tidak langsung mempengaruhi kondisi lahan mangrove.*

*Untuk mengetahui perubahan kondisi lahan mangrove dilakukan indentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit yang semakin berkembang. Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan luas dan kerapatan lahan mangrove di wilayah Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak menggunakan data citra satelit multitemporal Sentinel 2 Level 1C. Perhitungan perubahan luas menggunakan metode maximum likelihood serta indentifikasi indeks kerapatan mangrove menggunakan algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), dan perubahan muka air laut direpresentasikan menggunakan nilai Mean Sea Level..*

*Nilai Overall Accuracy tutupan lahan sebesar 81,2% dengan kappa koefisien sebesar 81,04%. Nilai luas lahan*

*mangrove berdasarkan bulan akuisisi citra ditahun 2016-2019 sebesar 413,343, 480,616, 550,249 dan 331,189 ha. Dengan total perubahan luas lahan mangrove sebesar -82,15 ha. Kerapatan mangrove dibagi menjadi 5 kategori dan sebagian besar termasuk kategori kerapatan baik dengan nilai NDVI antara 0,42 – 0,72. Uji korelasi dilakukan untuk menganalisis hubungan antara tutupan lahan mangrove dengan perubahan muka air laut dan sampel dilapangan. Nilai korelasi luas lahan dengan Mean Sea sebesar -0,98. Nilai korelasi NDVI Citra dengan NDVI Foto sebesar 0,97. Nilai korelasi NDVI Citra dengan pH air -0,43. Sedangkan korelasi nilai NDVI Citra dengan salinitas sebesar 0,20 serta korelasi NDVI citra dengan jenis tanah sebesar 0,13.*

***Kata Kunci – Mangrove, NDVI, Luas, Kerapatan, MSL***

**ANALYSIS OF MANGROVE AREA AND DENSITY  
CHANGES DUE TO CHANGES IN SEA LEVEL USING  
MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY (CASE  
STUDY : SAYUNG SUBDISTRICT, DEMAK REGENCY)**

**Name** : Ananda Ayu Febri Anggreyni  
**ID** : 03311640000004  
**Department** : Teknik Geomatika FTSPK – ITS  
**Supervisor** : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,  
DEA.,DESS

**ABSTRACT**

*Mangrove is one of the typical ecosystem in the coastal area. Mangrove has an important role in maintaining the biological balance of coastal ecosystem. The dynamic environmental factor is one of the causes mangrove forest damage. The changes of sea water level, abrasion or land conversion activities, indirectly affects the condition of mangrove land.*

*To identify the changes of mangrove land condition is done using remote sensing technology by utilizing satellite imagery that are increasingly developing. This Research aims to determine the changes in the area and density of mangrove land Sayung Subdistrict, Demak Regency using multitemporal Sentinel 2 Level 1c satellite imagery data. The calculation of the changes area using the maximum likelihood method, identification of mangrove density index using the normalized Difference Vegetation Index (NDVI) algorithm, and sea level changes are represented by using the Mean sea level value..*

*Overall Accuracy Value of land cover is 81.2% with kappa coefficient by 81.04%. The total area of mangrove land based on the time of image acquisition in 2016-2019 is 413.343, 480.616, 550.249 and 331.189 ha. With a total change of mangrove land area -82.15 ha. The mangrove density is divided into 5 categories and most of them include a good density category with NDVI value*

*between 0.42 – 0.72. Correlation test was conducted to analyze the relationship between mangrove cover with sea level change and sample area. The correlation value of land area with Mean Sea Level was -0.98. The correlation value of NdVI image and NDVI photos is 0.97. Then the correlation of NDVI image with pH water is -0.43. While the NDVI value of the image with salinity amounted to 0.20 and the NDVI value of image with soil type is 0.13.*

***Keywords – Mangrove, NDVI, Area, Density, MSL***

**ANALISIS PERUBAHAN LUAS DAN KERAPATAN  
MANGROVE AKIBAT PERUBAHAN MUKA AIR LAUT  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL  
(STUDI KASUS : KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN  
DEMAK)**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :

**ANANDA AYU FEBRI ANGGREYNI**  
NRP. 0331164000004

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

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



**SURABAYA, JULI 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Perubahan Luas Dan Kerapatan Mangrove Akibat Perubahan Muka Air Laut Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus : Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)”**.

Penelitian tugas akhir ini tidak dapat terwujud tanpa dukungan, kritik, saran dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan motivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika, Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, masukan dan saran.
4. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan serata ilmu yang diajarkan selama ini serta Bapak Ibu Tata Usaha yang telah membantu kelancaran proses akademis dan administrasi.
5. Sahabat serta teman-teman G18, HIMAGE-ITS atas bantuan, semangat dan motivasinya.
6. Dan seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap, penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat kepada banyak pihak serta sebagai literature untuk penelitian-penelitian selanjutnya pada masa mendatang.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari

pembaca bagi kesempurnaan penelitian selanjutnya. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Terimakasih.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.2 Citra Sentinel – 2.....	7
2.3 Kamera Inframerah (IR).....	10
2.4 Drone.....	12
2.5 Koreksi Citra.....	14
2.5.1. Koreksi Atmosfer.....	14
2.6 Klasifikasi Citra.....	15
2.6.1 Uji Klasifikasi.....	16
2.7 Mangrove.....	17
2.7.1 Fungsi Mangrove.....	18
2.7.2 Faktor-Faktor Ekosistem Mangrove.....	18
2.8 Indeks Vegetasi.....	20
2.8.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....	20
2.9 Pasang Surut.....	21
2.10 Analisa Korelasi.....	23
2.11 Penelitian Terdahulu.....	24
BAB III METODOLOGI.....	27
3.1 Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Data dan Peralatan.....	28
3.2.1 Data.....	28

3.2.2 Peralatan .....	28
3.3. Metode Penelitian.....	29
3.3.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian .....	29
3.3.2 Tahap Pengolahan Data.....	32
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISA.....</b>	<b>39</b>
4.1 Data .....	39
4.1.1 Data Citra .....	39
4.1.2 Data Pasang Surut .....	39
4.1.2 Data Lapangan.....	40
4.2 Klasifikasi <i>Supervised</i> .....	41
4.3 Uji Klasifikasi .....	42
4.4 Perhitungan Indeks Vegetasi .....	43
4.5 Korelasi NDVI Citra dengan NDVI Foto.....	45
4.6 Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Air.....	47
4.7 Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Tanah .....	49
4.8 Klasifikasi <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI) .....	51
4.9 Perhitungan Perubahan Muka Air Laut.....	55
4.10 Korelasi Luas Lahan Mangrove dengan Nilai MSL.....	57
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Penginderaan Jauh .....	5
Gambar 2. 2 Satellite Sentinel – 2 .....	7
Gambar 2. 3 Kamera Mapir Survey3 .....	10
Gambar 2. 4 DJI Phantom 4 Pro.....	12
Gambar 2. 5 Mangrove, Taman konservasi mangrove Sayung, 2020 .....	17
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pelaksanaan .....	29
Gambar 3. 3 Diagram alir pengolahan data.....	33
Gambar 4. 1 Peta Klasifikasi Tutupan Lahan.....	42
Gambar 4. 2 Hasil Korelasi NDVI Citra Dan NDVI Foto .....	46
Gambar 4. 3 Hubungan Korelasi Nilai NDVI Citra Dengan pH.....	48
Gambar 4. 4 Hubungan Kolerasi Nilai NDVI Citra Dengan Salinitas .....	48
Gambar 4. 5 Hubungan NDVI Citra Dengan Jenis Tanah Pasir ..	50
Gambar 4. 6 Hubungan NDVI Citra Dengan Jenis Tanah Lanau	50
Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Kerapatan Mangrove .....	52
Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Luas Lahan Mangrove.....	53
Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Mangrove Desa Bedono, 2018 .....	54
Gambar 4. 10 Peta Kerapatan Mangrove Desa Bedono, 2019 ....	54
Gambar 4. 11 Perubahan Tinggi Muka Air Laut Rata-Rata.....	56
Gambar 4. 12 Hubungan Mean Sea Level dengan Luas Lahan Mangrove.....	57

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik band Sentinel-2.....	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Kamera Mapir Survey3.....	10
Tabel 2. 3 Spesifikasi DJI Phantom 4 Pro.....	13
Tabel 2. 4 Nilai NDVI dengan Kerapatan Vegetasi .....	21
Tabel 2. 5 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	23
Tabel 4. 1 Data Lapangan.....	40
Tabel 4. 2 Matriks Kesalahan.....	43
Tabel 4. 3 Nilai NDVI Pada Citra Sentinel 2 .....	44
Tabel 4. 4 Nilai NDVI Pada Data Foto Udara Kamera IR .....	44
Tabel 4. 5 Nilai NDVI Mangrove Pada Citra Sentinel 2.....	45
Tabel 4. 6 Data NDVI Citra Sentinel-2 Dan NDVI Foto Udara .....	46
Tabel 4. 7 Data Sampel Salinitas dan pH.....	47
Tabel 4. 8 Data Sampel Jenis Tanah .....	49
Tabel 4. 9 Hasil Klasifikasi Kerapatan Mangrove .....	51
Tabel 4. 10 Nilai Tinggi Muka Air Laut Rata-Rata (MSL) .....	56
Tabel 4. 11 Nilai Mean Sea Level Dengan Luas Lahan Mangrove .....	57

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem wilayah pesisir yang hidup di antara daratan dan lautan. Kawasan hutan mangrove umumnya terdapat di seluruh pantai Indonesia khususnya di lokasi-lokasi yang mempunyai hubungan pengaruh pasang surut yang menggenangi aliran sungai yang terdapat di sepanjang pesisir pantai (Tarigan, 2008). Sebagai ekosistem yang khas di wilayah pesisir, hutan mangrove memiliki berbagai manfaat dan fungsi penting bagi kehidupan disekitarnya. Hutan mangrove berperan penting dalam menstabilkan garis pantai dan membantu mengurangi dampak bencana alam seperti tsunami dan angin topan (Nurdin, 2015).

Wilayah pesisir memiliki kandungan unsur hara atau nutrisi penting bagi perkembangan mangrove yang dapat diperoleh dari daratan melalui aliran sungai maupun ekosistemnya. Faktor yang mempengaruhi ekosistem mangrove dapat meliputi jenis tanah, pH, dan salinitas (Soeroyo dalam Nisa, 2018., Indica, 2010). Umumnya tanah yang ditumbuhi mangrove adalah tanah yang bertekstur halus, mempunyai tingkat kematangan rendah, mempunyai kandungan salinitas tinggi (Mardiana, 2005).

Kabupaten Demak merupakan dataran rendah yang berada di pesisir utara Pulau Jawa yang rawan terjadi banjir rob, kenaikan muka air laut, maupun abrasi. Kecamatan Sayung Kabupaten Demak merupakan salah satu wilayah pesisir yang kaya akan ekosistem mangrove. Namun, ekosistem mangrove di wilayah kecamatan Sayung mengalami kerusakan. Kerusakan mangrove banyak disebabkan oleh beberapa faktor meliputi kenaikan muka air laut, penurunan tanah dan erosi (Rohman, 2012). Mangrove yang terdegradasi atau rusak tidak akan mampu mempertahankan ketinggian permukaan relatifnya terhadap ketinggian air laut sehingga meningkatkan tingkat kerentanan di wilayah pesisir (Agustin, 2018).

Pemantauan lahan mangrove yang mengalami kerusakan dapat dipantau menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi vegetasi karena dilengkapi oleh banyak sensor untuk mengidentifikasi obyek-obyek di permukaan bumi. Selain itu, teknologi penginderaan jauh dapat mencakup daerah yang luas serta memberikan banyak pilihan jenis satelit penginderaan jauh yang mempunyai keakuratan yang cukup baik (Purwadhi, 2008). Jenis citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Sentinel-2 Level 1C. Citra Sentinel-2 Level 1C merupakan produk yang sudah dilakukan koreksi geometrik (termasuk orthorektifikasi atau *ortho-rectified*) dan koreksi radiometrik. Selain itu, penggunaan Sentinel-2 digunakan karena memiliki resolusi temporal dan banyak dimanfaatkan untuk monitoring lahan. Pada penelitian ini, proses indentifikasi mangrove menggunakan *algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*.

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui perubahan luas dan kerapatan hutan mangrove berdasarkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* yang memanfaatkan teknik penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2 Level 1C pada tahun 2016 hingga 2019. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan pengambilan data lapangan yang berupa citra foto dari Kamera *Inframerah (IR)*, sampel air dan sampel tanah. Adapun perubahan muka air laut pada penelitian tugas akhir ini direpresentasikan dengan perubahan nilai rata-rata tinggi muka air laut yang diperoleh dari data pasang surut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah dalam penelitian yang akan dilakukan, antara lain :

- a. Bagaimana kesesuaian yang diperoleh antara nilai algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dari citra satelit dengan data foto kamera IR, sampel air dan sampel tanah di lapangan?

- b. Bagaimana kesesuaian yang diperoleh antara nilai perubahan luas lahan mangrove dengan perubahan muka air laut di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019 ?
- c. Berapa nilai perubahan luas lahan mangrove di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019?
- d. Bagaimana tingkat kerapatan vegetasi mangrove di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019?

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan adanya beberapa batasan pada masalah yang diangkat, antara lain:

- a. Daerah studi kasus penelitian dikawasan pesisir Kecamatan Sayung Kabupaten Demak.
- b. Data citra yang digunakan adalah data Sentinel 2 Level 1C berdasarkan bulan akuisis citra ditahun 2016-2019 dan data foto kamera IR tahun 2019.
- c. Penentuan indeks vegetasi menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*.
- d. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi vegetasi mangrove adalah klasifikasi terbimbing dengan metode *Maximum Likelihood*.
- e. Data yang digunakan untuk menganalisa perubahan muka laut adalah data pasang surut stasiun semarang berdasarkan bulan akuisisi citra.
- f. Sampel parameter yang diambil meliputi jenis tanah, pH dan salinitas.

### **1.4 Tujuan**

Berikut adalah tujuan yang akan dicapai dari penelitian tugas akhir, antara lain :

- a. Menganalisis korelasi yang diperoleh antara nilai algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dari citra satelit dengan data foto kamera IR, sampel air dan sampel tanah di lapangan.

- b. Menganalisis korelasi yang diperoleh antara nilai perubahan luas lahan mangrove dengan perubahan muka air laut di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019.
- c. Mengetahui perubahan luas lahan mangrove di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019.
- d. Mengetahui tingkat kerapatan vegetasi mangrove di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2016 hingga tahun 2019.

### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

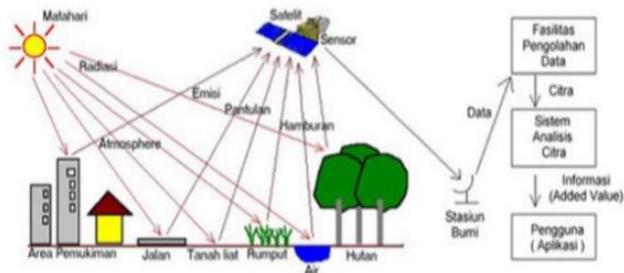
- a. Memberikan informasi mengenai perubahan luas dan kerapatan vegetasi mangrove di kawasan pesisir Kecamatan Sayung.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai kondisi ekosistem mangrove sehingga dapat pengambilan kebijakan terutama dibidang konservasi dan pengembangan ekosistem mangrove yang ada di kawasan pesisir Kecamatan Sayung.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. (Lillesand dan Kiefer, 1990). Alat yang dimaksud adalah alat pengindera atau sensor yang dipasang pada wahana, biasanya berupa balon udara, pesawat terbang, pesawat ulang alik, atau satelit (Sutanto, 1994). Dengan adanya teknologi penginderaan jauh kita dapat memperoleh informasi mengenai objek dipermukaan bumi tanpa harus mendatangi objek tersebut.

Sistem penginderaan jauh sendiri terdiri dari berbagai komponen yang saling terintegrasi. Komponen-komponen tersebut meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor, dan pengguna (user).



Gambar 2. 1 Komponen Penginderaan Jauh

Sumber : Kusumowidagdo dkk, 2007.

Menurut Soenarmo mengemukakan bahwa konsep dasar penginderaan jauh didasarkan pada 5 (lima) unsur utama yaitu (Soenarmo , 2009):

- Sumber energi (transmitter)  
Sumber energi utama berasal dari energi radiasi matahari, dengan panjang gelombang yang berbeda-beda (spektrum elektromagnetik). Sumber energi radiasi matahari ada yang ditangkap langsung secara alami, ada yang melalui penapisan untuk memperoleh panjang gelombang yang sesuai dengan sifat dan karakteristik objek.
- Gelombang elektromagnetik datang  
Gelombang elektromagnetik datang, merambat menembus atmosfer, merupakan perantara yang menyampaikan energi ke objek, dengan panjang gelombang yang unik untuk setiap objek.
- Objek atau target  
Objek atau target adalah benda, fenomena atau yang akan diindera dengan sensor jauh.
- Gelombang elektromagnetik pantul dan hambur (emisi)  
Gelombang elektromagnetik pantul dan hambur (emisi) terjadi setelah gelombang elektromagnetik datang mengenai objek, sebagian diserap dan ditransmisikan, sebagian lagi dipantulkan dan dihamburkan. Gelombang elektromagnetik yang dipantulkan dan dihamburkan kemudian dicover oleh sensor. Informasi yang diperoleh sesuai dengan sifat fisik atau karakteristik objek.
- Sensor (receiver)  
Sensor merupakan materi yang sesuai dengan sifat fisik atau karakteristik objek yang diindera. Tipe sensor sesuai dengan tipe gelombang elektromagnetik.  
Karakter utama suatu citra dalam pemanfaatan penginderaan jauh adalah adanya rentang panjang gelombang (*wavelength band*) yang dimiliki oleh sensor satelit. Berdasarkan resolusi yang digunakan, citra hasil penginderaan jarak jauh bisa dibedakan atas (Jaya, 2002):
  - Resolusi spasial  
Resolusi spasial adalah ukuran terkecil suatu obyek permukaan bumi yang dapat direkam oleh sensor satelit.

- Resolusi spasial sendiri merupakan luas suatu objek di bumi yang diukur dalam satuan piksel.
- Resolusi spektral  
Merupakan dimensi dan jumlah daerah panjang gelombang yang sensitif terhadap sensor. Keunggulan citra multispectral yaitu meningkatkan kemampuan dalam mengenali suatu objek karena perbedaan nilai spectral.
  - Resolusi radiometrik  
Merupakan ukuran sensitifitas sensor untuk membedakan aliran radiasi (radiation flux) yang dipantulkan atau diemisikan suatu objek oleh permukaan bumi.
  - Resolusi Temporal  
Resolusi temporal adalah frekuensi perekaman ulang atas daerah yang sama. Seperti contohnya Landsat TM yang mempunyai ulangan setiap 16 hari, SPOT 26 hari dan lain sebagainya

## **2.2 Citra Sentinel – 2**



Gambar 2. 2 Satellite Sentinel – 2  
(sumber: ESA,2015)

Sentinel 2A diorbitkan pada bulan Juni 2015, dimana satelit ini memiliki siklus pengulangan setiap 10 hari dengan luas perekaman lebih dari 290 km (Drusch et al., dalam Zhang et al., 2018). Sentinel 2 adalah satelit polar yang dirancang memberikan informasi tentang keadaan dan keamanan suatu lingkungan. Satelit ini memiliki resolusi citra yang tinggi dengan operasional yang berkelanjutan untuk pemantauan bumi seperti daratan dan daerah perairan.

Sistem Sentinel-2 didasarkan pada operasi dari dua satelit identik yang tergabung di satu orbit tunggal namun

bertahap pada 1800, masing-masing menampung data MultiSpectral Instrumen (MSI) yang terdiri dari jangkauan spektral gelombang inframerah pendek yang terlihat dan spasial yang tinggi. Sentinel-2 tersusun atas 12 detektor optik yang terletak pada masing-masing kanal, yaitu kanal band VNIR dan SWIR. Kanal band pada sentinel-2 terdiri dari 13 band dengan panjang gelombang yang berbeda-beda.. Sentinel-2 melakukan perekaman suatu wilayah yang sama dalam kurun waktu 5 hari sekali. Resolusi spsial pada Sentinel-2 terbagi atas kanal band yang disesuaikan dengan panjang gelombang masing – masing kanal (ESA, 2015).

Tabel 2. 1 Karakteristik band Sentinel-2

Band	Panjang Gelombang Tengah (nm)	Resolusi Spasial (m)
Band 1 - <i>Coastal aerosol</i>	442,7	60
Band 2 - <i>Blue</i>	492,4	10
Band 3 - <i>Green</i>	559,8	10
Band 4 - <i>Red</i>	664,6	10
Band 5 - <i>Vegetation red edge</i>	704,1	20
Band 6 - <i>Vegetation red edge</i>	740,5	20
Band 7 - <i>Vegetation red edge</i>	782,8	20
Band 8 - <i>Near infared (NIR)</i>	832,8	10
Band 8a - <i>Vegetation red edge</i>	864,7	20
Band 9 - <i>Water Vapor</i>	945,1	60
Band 10 - <i>Shortwave infrared / Cirrus</i>	1373,5	60
Band 11 - <i>Shortwave infrared 1 (SWIR1)</i>	1613,7	20
Band 12 - <i>Shortwave infrared 2 (SWIR2)</i>	2202,4	20

Sumber : ESA,2015

Data Sentinel-2 merupakan kombinasi data dari beberapa citra satelit seperti citra Landsat dan SPOT (Fletcher, 2012). Kanal dari sentinel-2 menyediakan beberapa data yang terdapat pada citra Landsat dan SPOT. Sentinel 2 menghasilkan citra satelit yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna ,meliputi:

- perencanaan tata ruang
- pemantauan agro-lingkungan
- pemantauan air
- pemantauan hutan dan vegetasi

Citra sentinel-2 yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk Level 1C. Dimana Sentinel-2 Level 1C merupakan produk yang diproses dari Level-1B yang mana sudah dilakukan koreksi geometrik (termasuk orthorektifikasi atau *ortho-rectified*) dan koreksi radiometrik. Koordinat yang dihasilkan menggunakan datum WGS84 dengan sistem proyeksi UTM. Produk Level-1C dihasilkan dari penggunaan *Digital Elevation Model* (DEM). Produk Level 1C sudah disediakan dalam reflektansi *Top Of Atmosphere* (TOA). Produk Sentinel 2 level 1C apabila diproses akan menghasilkan produk Level-2A dalam format *Bottom Of Atmosphere* (BOA) *reflectance* (ESA, 2015). Berikut beberapa jenis data produk Sentinel-2 :

Tabel 2. 2 Jenis produk Sentinel-2 Level 1C dan Level 2A

Name	High-Level Description	Production & Distribution	Data Volume
Level-1C	Top-Of-Atmosphere reflectances in cartographic geometry	Systematic generation and online distribution	~600 MB (each 100km x 100km <sup>2</sup> )
Level-2A	Bottom-Of-Atmosphere reflectances in cartographic geometry	Systematic and on-User side (using Sentinel-2 Toolbox)	~800 MB (each 100km x 100km <sup>2</sup> )

Sumber : ESA, 2015.

### 2.3 Kamera Inframerah (IR)

Kamera inframerah (IR) merupakan kamera survei yang dilengkapi dengan kanal merah (red), hijau (green) dan near infrared (NIR). Kamera IR juga dilengkapi dengan GPS eksternal yang secara otomatis memberi penandaan geografis pada setiap gambar yang diambil. Kamera IR berukuran mirip dengan kamera GoPro dan kamera IR ini dapat dipasang ke platform aerial drone. Hasil dari foto udara inframerah dapat digunakan untuk studi vegetasi (Hadi dalam Nisa, 2018).



Gambar 2. 3 Kamera Mapir Survey3  
(Sumber: Mapir,2020)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Kamera Mapir Survey3

<i>Image Resolution</i>	12 MegaPixel (4,000 x 3,000 px)
<i>Image Format</i>	RAW+JPG, JPG (RAW is 12bit per channel, JPG is 8bit per channel)
<i>Video Resolution</i>	2160p24, 1440p30, 1080p60, 720p60
<i>Video Format</i>	MP4 (H.264 Codec)
<i>Filter Transmission Options</i>	OCN (Orange+Cyan+NIR): 490nm/615nm/808nm RGN (Red+Green+NIR): 550nm/660nm/850nm

	NGB (NIR+Green+Blue): 475nm/550nm/850nm
<i>Ground Sample Distance (GSD)</i>	Survey3W: 5.5 cm/px (2.17in/px) at 120 m (~400 ft) AGL
	Survey3N: 2.3 cm/px (0.9in/px) at 120 m (~400 ft) AGL
<i>Sensor</i>	Sony Exmor R IMX117 12MP (Bayer RGB)
<i>GPS/GNSS (External)</i>	Standard: u-blox UBX-G7020-KT
	Advanced: u-blox NEO-M8
<i>Capture Speed</i>	RAW+JPG: 2.75 Seconds / Photo. JPG: 1.5 Seconds / Photo
<i>Battery</i>	Removable Li-ion (1200mAh) (Not Required When USB Powered)
<i>Dimensions</i>	59 x 41.5 x 36mm (Length x Height x Depth)
<i>Memory Storage</i>	Micro SD (Up To 128GB Card) (64GB Card $\approx$ 15,000 JPG, 2,200 RAW+JPG)
<i>White Balance</i>	Auto / Daylight / Cloudy / Tungsten / Fluorescent / Blue / Light Blue / Red / Light Red / Custom*
<i>Capture Interval</i>	0.5sec, 1sec, 2sec, 5sec, 10sec, 30sec, 1min, 5min, 10min, 30min, 1hour, 2hours, 6hours, 12hours, 24hours
<i>ISO</i>	50 / 100 / 200 / 400, Auto
<i>Metering</i>	Average / Center / Spot
<i>Color</i>	Normal / Black and White / Sepia / Vivid
<i>Sharpness</i>	Strong / Medium / Soft

<i>Capture Mode</i>	Single / 3 Sequence / 10 Sequence
<i>LCD</i>	2.0" Ultra Bright Color LCD Touch Screen
<i>Video Out</i>	HD 1080p (HDMI Micro), SD 480p (Optional USB FPV Cable)
<i>Included Accessories</i>	USB GPS Receiver, Battery, Lens Cap, USB Charge Cable, Manual

Sumber : Mapir, 2010

## **2.4 Drone**

Drone merupakan pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh dari pilot menggunakan *remote control* atau dikendalikan secara otomatis melalui program. Drone, yang lebih dikenal *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* yang awalnya dikembangkan untuk kebutuhan militer (Anjani,2015) . Drone banyak dimanfaatkan untuk studi maupun penelitian. Drone digunakan untuk fotografi dan banyak dimanfaatkan untuk memantau kondisi suatu area yang tidak mudah dijangkau. Penggunaan drone semakin berkembang dengan banyak dimanfaatkan dalam bidang pemetaan, pertanian, dan lain sebagainya. (Hadi dalam Nisa, 2018).



Gambar 2. 4 DJI Phantom 4 Pro

(Sumber: DJI, 2020)

Tabel 2. 4 Spesifikasi DJI Phantom 4 Pro

<i>Weight (Battery &amp; Propellers)</i>	1388 g
<i>Max Ascent Speed</i>	S-mode: 6 m/s P-mode: 5 m/s
<i>Max Descent Speed</i>	S-mode: 4 m/s P-mode: 3 m/s
<i>Max Speed</i>	S-mode: 45 mph (72 kph) A-mode: 36 mph (58 kph) P-mode: 31 mph (50 kph)
<i>Max Tilt Angle</i>	S-mode: 42° A-mode: 35° P-mode: 25°
<i>Max Angular Speed</i>	S-mode: 250°/s A-mode: 150°/s
<i>Max Wind Speed Resistance</i>	10 m/s
<i>Max Flight Time</i>	Approx. 30 minutes
<i>Satellite Positioning Systems</i>	GPS/GLONASS
<i>Hover Accuracy Range</i>	Vertical: ±0.1 m (with Vision Positioning) ±0.5 m (with GPS Positioning) Horizontal: ±0.3 m (with Vision Positioning) ±1.5 m (with GPS Positioning)
<i>Sensor</i>	1-inch CMOS Effective pixels : 20M
<i>Photo</i>	JPEG, DNG(RAW), JPEG + DNG
<i>Video</i>	MP4/MOV
<i>Supported SD Card</i>	MicroSD Max Capacity: 128 GB

Sumber : DJI, 2020

## **2.5 Koreksi Citra**

Koreksi citra dilakukan sebelum proses ekstraksi informasi citra. Koreksi citra digunakan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan pada citra sehingga diperoleh suatu informasi yang akurat. Koreksi citra pada penelitian ini meliputi koreksi radiometrik.

Banyak faktor yang mempengaruhi data citra satelit sehingga perlu adanya koreksi sebelum proses pengolahan citra. Koreksi radiometrik merupakan perbaikan kualitas citra menjadi lebih baik. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya biasanya mempertimbangkan factor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama (Soenarmo, 2009). Atmosfer sendiri menyebabkan nilai pantulan objek yang direkam oleh sensor berbeda dengan nilai yang sebenarnya. Nilai pantulan objek menjadi lebih besar atau lebih kecil karena adanya hamburan atmosfer serta adanya proses penyerapan. Pada dasarnya koreksi ini untuk memperbaiki nilai piksel yang lebih besar dari 0, hal ini terjadi karena adanya gangguan atmosfer (Kartini, 1999). Koreksi radiometrik terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer.

### **2.5.1. Koreksi Atmosfer**

Koreksi atmosfer bertujuan untuk menghilangkan gangguan atmosfer saat perekaman yang mengakibatkan adanya hamburan atmosfer. Gangguan atmosfer dapat berupa serapan, hamburan dan pantulan. Atmosfer sendiri menyebabkan nilai pantulan objek yang direkam oleh sensor berbeda dengan nilai yang sebenarnya. Nilai pantulan objek menjadi lebih besar atau lebih kecil karena adanya hamburan atmosfer serta adanya proses penyerapan. Untuk itu perlu dilakukan adanya koreksi atmosfer.

Koreksi atmosfer untuk citra Sentinel-2 Level 1C menggunakan *tools* Sen2Cor yang sudah disediakan diperangkat lunak SNAP. Sen2Cor adalah prosesor untuk pembuatan dan pemformatan produk Sentinel-2 Level 2A, dengan melakukan koreksi atmosfer, *terrain* dan *cirrus* menggunakan data input Level 1C yang berupa *Top Of Atmosphere* (ESA, 2015). Koreksi atmosfer yang dilakukan tersebut akan mengubah nilai piksel pantulan permukaan *Bottom of Atmospheric Reflectance* (BoA) menjadi *Top of Atmospheric Reflectance* (BoA) (Yanuar, 2018).

## **2.6 Klasifikasi Citra**

Klasifikasi merupakan tahap mengelompokkan piksel-piksel dari suatu citra ke dalam kategori-kategori yang ditetapkan dengan melihat nilai kecerahan (*Digital Number*) dari citra tersebut (Jaya,2010).

Tujuan dari klasifikasi citra secara digital adalah untuk mengelompokkan secara otomatis setiap piksel ke kelas tertentu. Klasifikasi citra multispektral dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*). Pada penelitian kali ini saya menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*).

Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) merupakan suatu metode tahapan yang diperlukan guna mentransformasikan data citra satelit multispektral ke dalam kelas-kelas unsur spasial (Prahasta,2008). Klasifikasi terbimbing memerlukan training area atau daerah contoh. Dalam klasifikasi terbimbing dibagi menjadi dua metode yaitu *Maximum Likelihood Classification (MLC)* dan *Minimum Distance Classification (MDC)*. Metode *Maximum Likelihood Classification* didasarkan pada nilai piksel yang sama pada citra. Satu karakteristik dengan sebaran normal dapat mewakili setiap pixel dalam kelasnya. Tingkat ketelitian dari teknik metode *Maximum Likelihood Classification* memiliki nilai yang cukup tinggi.

**2.6.1 Uji Klasifikasi**

Dalam penelitian menggunakan data dan metode tertentu maka perlu dilakukan uji ketelitian. Uji ketelitian klasifikasi dilakukan untuk mengetahui kesalahan klasifikasi dan memperoleh presentase akurasi. Uji klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *confusion matrix* atau sering disebut dengan matriks kesalahan. Matriks kesalahan dilakukan dengan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data *ground truth* dengan hasil dari klasifikasi digital (Marwati, 2018). Beberapa persamaan fungsi menurut Arisonang sebagai berikut :

Tabel 2. 5 Bentuk Mantriks Kesalahan (Arisodang dalam Marwati, 2018)

Kelas referensi	Data Sampel					Jumlah Pixel	Akurasi pembuat
	A	B	C	D	E		
A	X11	X12	X13	X14	X15	X+1	X11/ X+1
B	X21	X22	X23	X24	X25	X+2	X22/ X+2
C	X31	X32	X33	X34	X35	X+3	X33/ X+3
D	X41	X42	X43	X44	X45	X+4	X44/ X+4
E	X51	X52	X53	X54	X55	X+5	X55/ X+5
Total pixel	X1+	X2+	X3+	X4+	X5+	N	
Akurasi Pengguna	X11/ X1+	X2/ X2+	X3/ X3+	X4/ X4+	X55/ X5+	Xii	
Overall Accuracy	$\sum_i^r \frac{X_{ii}}{N} \times 100\%$						

Nilai *overall accuracy* diperoleh =  $\sum_i^r \frac{X_{ii}}{N} \times 100\%$ .....(2.1)

Nilai *kappa accuracy* diperoleh =  $[(N\sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{+1} + X_{1+}) / (N^2 - \sum_i^r X_{+1} + X_{1+})] \times 100\%$  .....(2.2)

Keterangan :

- N : Banyaknya pixel  
 X1+ : jumlah piksel dalam baris ke 1  
 X+1 : jumlah piksel dalam kolom ke 1  
 Xii : Nilai diagonal matriks

Nilai *overall accuracy* menurut pedoman pengolahan digital klasifikasi penutup lahan menggunakan penginderaan jauh yang disusun oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional tahun 2014 menyatakan bahwa klasifikasi citra dianggap benar apabila hasil perhitungan *Confusion Matrix*  $\geq 75\%$ .

## 2.7 Mangrove



Gambar 2. 5 Mangrove, Taman konservasi mangrove Sayung, 2020  
 (sumber : dokumen pribadi)

Hutan mangrove merupakan ekosistem komunitas pantai tropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh di daerah pasang surut baik pantai berlumpur atau berpasir (Bengen, 1999). Ekosistem mangrove (bakau) adalah ekosistem yang berada di daerah tepi pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut sehingga lantainya selalu tergenang air. Lokasi ekosistem mangrove berada di antara level pasang naik tertinggi sampai level di sekitar atau di atas permukaan laut rata – rata pada daerah pantai yang

terlindungi, selain itu juga mendukung berbagai jasa ekosistem di sepanjang garis pantai di kawasan tropis.

Ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungannya di dalam suatu habitat mangrove. Mangrove merupakan ekosistem hutan yang unik karena merupakan perpaduan antara ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem mangrove merupakan penghasil detritus, sumber nutrisi, dan bahan organik yang dibawa ke ekosistem padang lamun oleh arus kuat (Kawamuna, 2017)

### **2.7.1 Fungsi Mangrove**

Hutan mangrove memiliki manfaat yang sangat penting bagi wilayah pesisir. Secara umum, fungsi hutan mangrove antara lain (Bengen, 1999) :

- a. Sebagai peredam gelombang dan angin badai, pelindung dari abrasi, penahan intrusi air laut ke darat, penahan lumpur dan perangkap sedimen.
- b. Penghasil sejumlah besar *detritus* (hara) dari daun dan pohon mangrove.
- c. Daerah asuhan (*nursery grounds*), tempat mencari makan (*feeding ground*), dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan, udang dan biota laut lainnya.
- d. Penghasil kayu konstruksi, kayu bakar, bahan baku arang dan kertas.
- e. Pemasok nutrisi ikan, udang dan biota laut lainnya.

### **2.7.2 Faktor-Faktor Ekosistem Mangrove**

Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan ekosistem mangrove, baik faktor alam maupun faktor lingkungan. Faktor lingkungan biasanya meliputi peralihan fungsi lahan dan kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Sedangkan faktor alam dapat meliputi banjir, abrasi maupun tsunami. Menurut beberapa peneliti ada banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan mangrove, diantaranya adalah :

- a. Iklim (Suhu Udara)  
Iklim menjadi faktor yang penting antara lain mempengaruhi distribusi mangrove secara geografis. mangrove tumbuh dengan subur di daerah tropis pada suhu udara lebih dari 20° C (Walsh dalam Indica, 2010)
- b. Jenis Tanah  
Tanah yang berada di hutan mangrove memiliki ciri-ciri yang selalu basah, mengandung garam, oksigen sedikit, berbentuk butir-butir dan kaya bahan organik (Soeroyo, dalam Nisa,2018). Tanah tempat tumbuh mangrove terbentuk dari susunan sedimen yang berasal dari sungai, pantai atau erosi yang terbawa dari dataran tinggi sepanjang sungai (Aksornkoe, 1993).
- c. Salinitas  
Mangrove mendiami daerah pantai biasanya hidup dengan kadar salinitas yang besar. Mangrove dapat bertahan hidup dengan kadar salinitas lebih dari 90% dan salinitas kurang dari 10% (ndica, 2010). Contohnya seperti jenis *Avicennia*.
- d. Substrat  
Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat berupa pasir, lumpur, batu karang. Tetapi yang paling banyak ditemukan pada substrat berlumpur (Indica, 2010).
- e. Pasang Surut  
Pasang surut juga berpengaruh terhadap perkembangan mangrove. Gerakan pasang surut akan membawa benih mangrove serta membawa nutrien bagi perkembangan mangrove (Chapman dalam Indica, 2010).
- f. Arus Laut dan Gelombang  
Distribusi mangrove dipengaruhi oleh arus laut yang berperan membawa benih atau semaian mangrove. Aksi gelombang yang besar dapat merusak benih-benih mangrove yang akar-akarnya belum kuat tertanam. Oleh sebab itu mangrove hanya dapat tumbuh dengan baik di pantai-pantai yang terlindung dari aksi gelombang (Indica, 2010).

g. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air (Aksornkae, 1993 dalam Indica, 2010). Faktor kimia yang berpengaruh terhadap ekosistem mangrove, antara lain : Salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat (Indica, 2010). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, nilai pH pada ekosistem mangrove berkisar antara 7-8,5.

## **2.8 Indeks Vegetasi**

Indeks vegetasi adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisa keadaan vegetasi dari suatu wilayah, dan merupakan metode transformasi citra berbasis data spektral (Purwanto, 2015). Indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro, 2012). Secara sederhana indeks vegetasi merupakan suatu perhitungan matematis yang memanfaatkan beberapa panjang gelombang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*.

### **2.8.1 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan metode analisa indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI merupakan kombinasi antara teknik pemisahan dengan teknik pengurangan citra (Danoedoro, 2012). NDVI menggunakan perhitungan matematis antara band *red* dan band *NIR* yang telah lama digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi. Hasil nilai dari algoritma NDVI berkisar antara -1,0 hingga +1,0 (Ginting, 2004)

Persamaan yang digunakan untuk menentukan indeks vegetasi dapat dilihat pada rumus berikut (Ratnasari, 2017) :

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{Red})} \quad (2.3)$$

Dimana :

$\rho_{NIR}$  : Reflektan permukaan kanal NIR

$\rho_{Red}$  : Reflektan permukaan kanal Red

Tabel 2. 6 Nilai NDVI Dengan Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi	Nilai NDVI
Sangat baik	0,72 – 0,92
Baik	0,42 – 0,72
Normal	0,22 – 0,42
Buruk	0,12 – 0,22
Sangat buruk	-0,1 - 0,22

Sumber : (Franklin dalam Putra, 2017)

## 2.9 Pasang Surut

Pasang surut atau pasut merupakan fenomena pergerakan naik-turun permukaan air laut secara berkala yang disebabkan adanya pergerakan matahari dan bulan. Menurut Poerbandono, pasang surut adalah fenomena naik turunnya permukaan air laut yang faktor utamanya disebabkan oleh gravitasi bulan dan matahari (1999). Semakin dekat arah putar bulan pada permukaan bumi, maka gravitasi terhadap laut akan meningkat sehingga menyebabkan air laut pasang, sebaliknya apabila arah putar bulan semakin menjauhi bumi maka gravitasi terhadap laut akan menurun dan menyebabkan air laut menjadi surut (Murtidjo, dalam Ginanjar, 2019).

Periode pasang surut terjadi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Setiawan, 2006). Perubahan secara periodik fenomena pasang surut dapat mengakibatkan adanya fenomena perubahan tinggi muka air laut. Pengamatan pasang surut dilakukan untuk memperoleh titik nol dari permukaan laut, yang nantinya titik ke dalam perairan pada permukaan laut dianggap sebagai bidang referensi atau *chart datum*. Berikut ini

adalah beberapa *chart datum* berdasarkan NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) dan posisi vertikal dari *chart datum* tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.3:

- a. HAT (*Highest Astronomical Tide*)  
Ketinggian pasang astronomi tertinggi yang diperkirakan akan terjadi pada stasiun pasang tertentu selama periode 18,6 tahun.
- b. MHHW (*Mean Higher High Water*)  
Rata-rata ketinggian air tinggi yang lebih tinggi dari pasang surut yang diamati setiap hari selama periode 18,6 tahun.
- c. MHW (*Mean High Water*)  
Rata-rata dari semua ketinggian air tinggi yang diamati selama periode 18,6 tahun.
- d. MSL (*Mean Sea Level*)  
Rata-rata aritmatika dari ketinggian per jam yang diamati selama 18,6 tahun.
- e. MLW (*Mean Low Water*)  
Rata-rata dari semua ketinggian air rendah yang diamati selama 18,6 tahun.

Pada penelitian ini, perubahan muka air laut direpresentasikan dengan perubahan nilai MSL tiap tahunnya. Menurut Emery, MSL atau muka air laut rata-rata adalah permukaan yang dihitung dengan mencari rata-rata hasil pengamatan pasut, tetapi sebelum nilai rata-rata tersebut dihitung harus diterapkan metode lain terlebih dahulu yang mencakup aplikasi filter *low-pass* untuk mengeliminasi pengaruh pasut (Emery dalam Perbani, 2013). Idealnya periode pengamatan MSL dilakukan selama 18,6 tahun karena kedudukan Matahari, Bulan, dan Bumi akan kembali seperti semula setelah 18,6 tahun.

## 2.10 Analisa Korelasi

Analisa korelasi merupakan suatu teknik untuk analisis data. Analisis korelasi yang diperoleh adalah koefisien korelasi, yang mana korelasi digunakan untuk menyatakan suatu kedekatan data atau kekuatan suatu hubungan antara variable. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Menurut Sugiyono rumus untuk koefisien korelasi (r) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.4)$$

Dimana :

r = korelasi antara variable

x = variable bebas

y = variabel tak bebas

n = jumlah pengamatan

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif sebagai berikut :

1. Jika,  $r = 1$ , hubungan variabel X dan Y dianggap sempurna dan positif (hubungannya sangat kuat dan positif)
2. Jika,  $r = -1$ , hubungan variabel X dan Y dianggap sempurna dan negative (hubungannya sangat kuat dan positif)
3. Jika,  $r = 0$ , hubungan variabel X dan Y dianggap sangat lemah atau tidak ada hubungannya.

Tabel 2. 7 Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0 – 0,199	Sangat Rendah
0,2 – 0,399	Rendah
0,4 – 0,599	Sedang
0,6 – 0,799	Kuat
0,8 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber : Sugiyono, 2007

### **2.11 Penelitian Terdahulu**

Penelitian oleh Hendrawan (2018) yang berjudul Studi Kerapatan Dan Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. Indeks vegetasi yang digunakan ialah metode NDVI sebagai indikator kerapatan tutupan lahan mangrove dan klasifikasi tutupan lahan dalam penelitian ini menggunakan klasifikasi terbimbing dengan algoritma Maximum Likelihood. Dengan menggunakan data citra Landsat 8 dan SPOT 6 dari tahun 2005 sampai 2016. Koefisien korelasi antara persentase tutupan kanopi dan NDVI pada citra Landsat 8 sebesar  $r = 0,82$  dan pada citra SPOT 6 sebesar  $r = 0,85$ . Hubungan tutupan kanopi dan NDVI memiliki hubungan yang positif dan berkorelasi kuat. Akurasi klasifikasi tutupan lahan pada daerah penelitian sebesar 83% untuk citra Landsat 8 dan 90% untuk citra SPOT 6. Berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan, luas total mangrove di Pulau Sebatik antara tahun 2005 dan 2016 mengalami peningkatan sebesar 45,51%.

Penelitian oleh Noviantoro (2017) berjudul Analisis Perubahan Kerapatan Hutan Menggunakan Metode NDVI Dan EVI Pada Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013 Dan 2016 (Area Studi : Kabupaten Semarang). Penelitian ini menggunakan algoritma NDVI (Normalize Difference Vegetation Index) dan EVI (Enhanced Vegetation Index) untuk melakukan pemantauan perubahan hutan di Kabupaten Semarang. Klasifikasikan kawasan hutan yang ada di Kabupaten Semarang dengan menggunakan metode supervised dengan algoritma maximum likelihood. Pada penelitian tersebut diperoleh ketelitian pada metode algoritma NDVI sebesar 53,33% dan EVI sebesar 80%. Dari hasil survey tersebut dapat disimpulkan bahwa persentase EVI

lebih besar dan mengindikasikan bahwa Metode EVI lebih teliti.

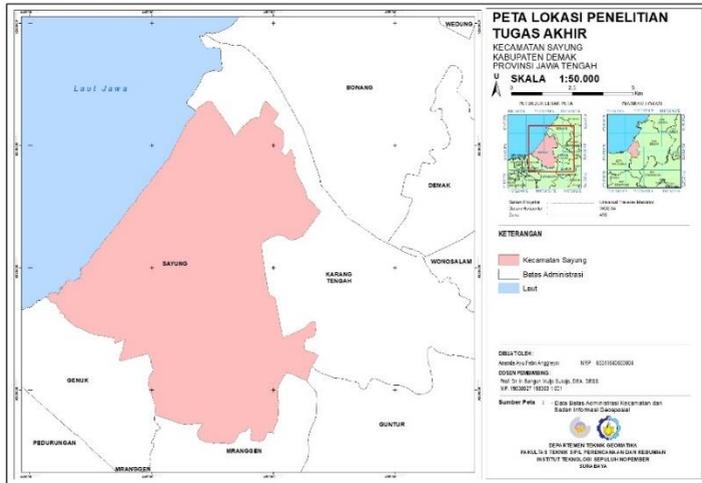
Penelitian oleh Nisa (2018) yang berjudul Analisis Perubahan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya). Penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 8 dari tahun 2015 hingga tahun 2018. Metode yang digunakan untuk mengetahui kerapatan indeks vegetasi adalah NDVI dan SAVI. Uji klasifikasi dari algoritma NDVI menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 94,12%. Sedangkan *Overall Accuracy* yang dihasilkan SAVI sebesar 88,24%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi (R) antara NDVI dengan kerapatan jenis menghasilkan nilai korelasi yang lebih baik yakni 0,80 dibandingkan SAVI yang berkorelasi sebesar 0,78. Sedangkan hubungan korelasi indeks vegetasi dengan spectral ground tertinggi adalah algoritma NDVI yakni sebesar 0,89 dan SAVI sebesar 0,56. Hal tersebut menunjukkan bahwa transformasi indeks vegetasi NDVI merupakan indeks vegetasi yang sesuai dalam penelitian ini.

Berdasarkan pertimbangan penelitian terdahulu, penelitian tugas akhir ini menggunakan citra Sentinel-2 Level 1C. Metode penentuan kerapatan vegetasi menggunakan algoritma NDVI dengan pertimbangan bahwa algoritma NDVI banyak digunakan oleh para peneliti dalam menentukan indeks vegetasi. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan uji korelasi terhadap hasil pengolahan citra satelit dengan data lapangan yang meliputi citra foto kamera IR, sampel air dan sampel tanah. Serta melakukan analisa perubahan luasan mangrove berdasarkan perubahan muka air laut.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian  
(Sumber : Pengolahan Data)

Lokasi penelitian untuk tugas akhir ini adalah Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah secara geografis terletak pada  $6^{\circ}56'31,4''$  -  $6^{\circ}57'08,2''$  LS dan  $110^{\circ}29'26,4''$  -  $110^{\circ}31'33,2''$  BT. Batas wilayah Kecamatan Sayung Kabupaten Demak sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Karangtengah
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Karangtengah, Kecamatan Guntur dan Kecamatan Mranggen
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Mranggen dan Kota Semarang
- Sebelah Barat berbatasan dengan Laut Jawa

### **3.2 Data dan Peralatan**

Adapun data dan peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

#### **3.2.1 Data**

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain :

##### a. Data sekunder

- Citra satelit Sentinel 2 Level 1C tahun 2016,2017,2018 dan 2019 yang diunduh melalui *website* USGS dengan alamat <https://earthexplorer.usgs.gov>.
- Batas administrasi Kecamatan Sayung, Demak yang diunduh melalui *website* BIG dengan alamat <https://tanahair.indonesia.go.id>.
- Data pasang surut di perairan Semarang Agustus 2016, Agustus 2017, September 2018 dan Oktober 2019 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial

##### b. Data primer

- Data foto udara yang diperoleh dari pengambilan kamera IR di lapangan.
- Data sampel parameter meliputi salinitas, pH dan jenis tanah yang diperoleh dari pengambilan data di lapangan.
- Data koordinat titik sampel *ground truth* yang diperoleh dari Google Earth.

#### **3.2.2 Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### a. Perangkat keras (*Hardware*)

- Laptop
- GPS *Handheld*
- Drone
- Kamera IR Mapir Survey 3

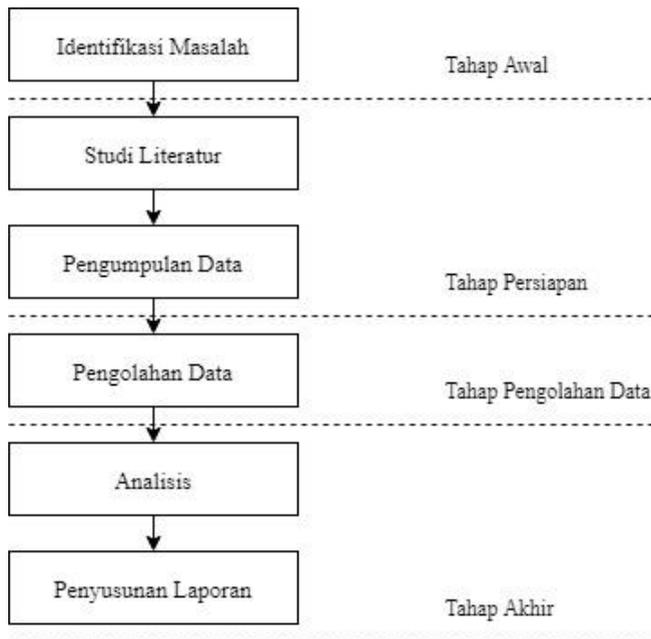
- b. Perangkat lunak (*Software*)
- *Software* Microsoft Office 2013
  - *Software* Mapir Camera Control
  - *Software* ESA SNAP 7.0
  - Perangkat lunak pengolah data citra satelit
  - Perangkat lunak pengolahan data spasial

### **3.3. Metode Penelitian**

Berikut tahapan pekerjaan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir :

#### **3.3.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3. 2 Diagram Alir Pelaksanaan

Penjelasan diagram alir penelitian pada tahap diatas adalah sebagai berikut :

1. Tahap awal

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah. Kajian awal ini berupa perumusan masalah, tujuan yang akan dicapai, manfaat dari dilakukannya penelitian dan faktor-faktor melakukan penelitian. Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luas, kerapatan dan kondisi mangrove diwilayah pesisir Kec. Sayung Kab. Demak akibat perubahan muka air laut yang menyebabkan ekosistem mangrove terganggu.

2. Tahap persiapan

- a. Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk memperoleh referensi terkait dengan teori dan metode yang sesuai dengan permasalahan yang ada. Langkah ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang berasal dari buku, jurnal, media masa, internet, dan sumber lainnya sehingga menunjang kelancaran pengolahan sampai pada proses analisa. Referensi yang digunakan berhubungan dengan penginderaan jauh, citra satelit, ekosistem mangrove, NDVI, indeks kerapatan, pH, salinitas, jenis tanah dan literatur lainnya.

- b. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data-data yang akan digunakan dalam penelitian. Data tersebut meliputi data citra Sentinel 2 Level 1C di tahun 2016-2019 berdasarkan bulan akuisis data citra, data pasang surut di perairan Semarang Agustus 2016, Agustus 2017, September 2018 dan Oktober 2019, data batas administrasi Kec.Sayung dan data lapangan yang meliputi sampel air dan sampel tanah.

3. Tahap Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan proses pengolahan citra dan uji laboratorium untuk sampel air dan tanah. Pada pengolahan

data citra Sentinel-2 Level 1C dilakukan koreksi atmosfer, pemotongan citra, perhitungan algoritma NDVI, klasifikasi NDVI, dan klasifikasi *Supervised*. Pengolahan data pasang surut dengan menggunakan metode *Least Square*. Pengolahan data foto udara Kamera Mapir meliputi kalibrasi foto, orthomosaic, perhitungan NDVI dan klasifikasi NDVI. Pengolahan sampel air dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan ITS dan untuk sampel tanah dilakukan uji di laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan, Departemen Teknik Sipil ITS.

#### 4. Tahap Akhir

##### a. Tahap Analisis Data

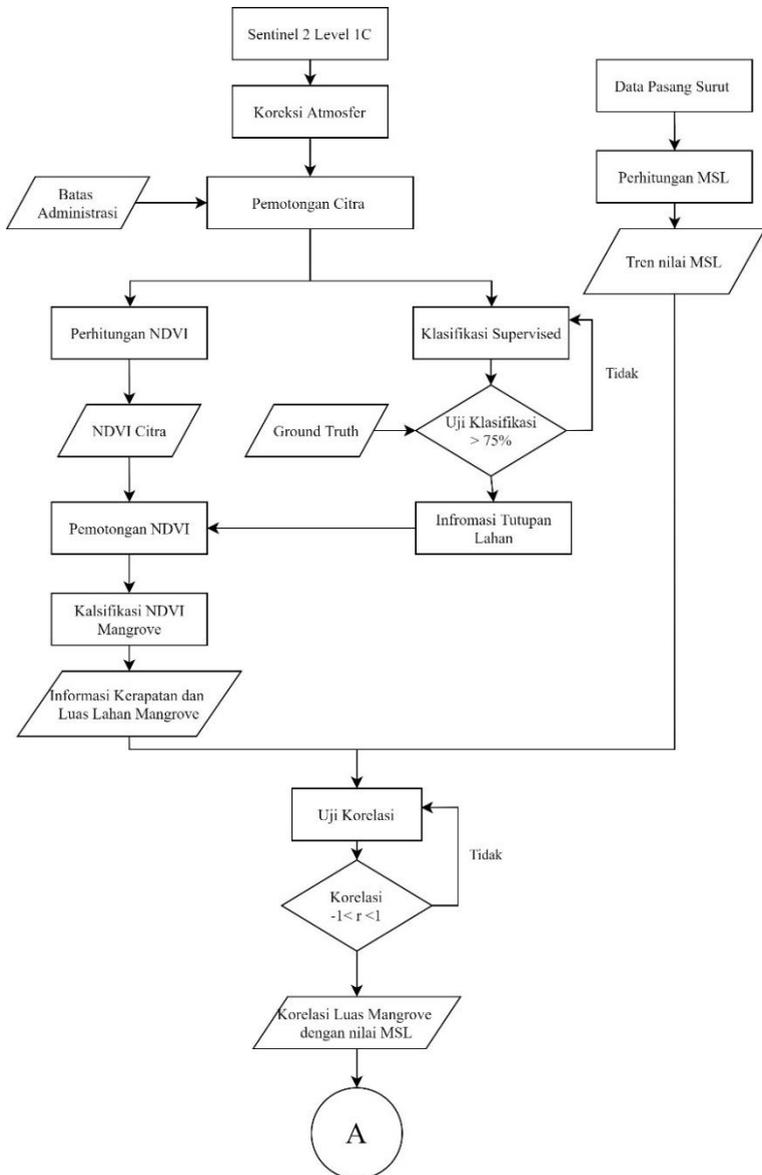
Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data-data yang telah diolah. Analisis yang dilakukan meliputi perhitungan luas lahan mangrove, uji akurasi hasil klasifikasi *Supervised*, melakukan uji korelasi nilai NDVI citra satelit dengan citra foto udara, korelasi nilai NDVI citra satelit dengan sampel air dan tanah, korelasi nilai perubahan muka air laut dengan perubahan luas lahan mangrove.

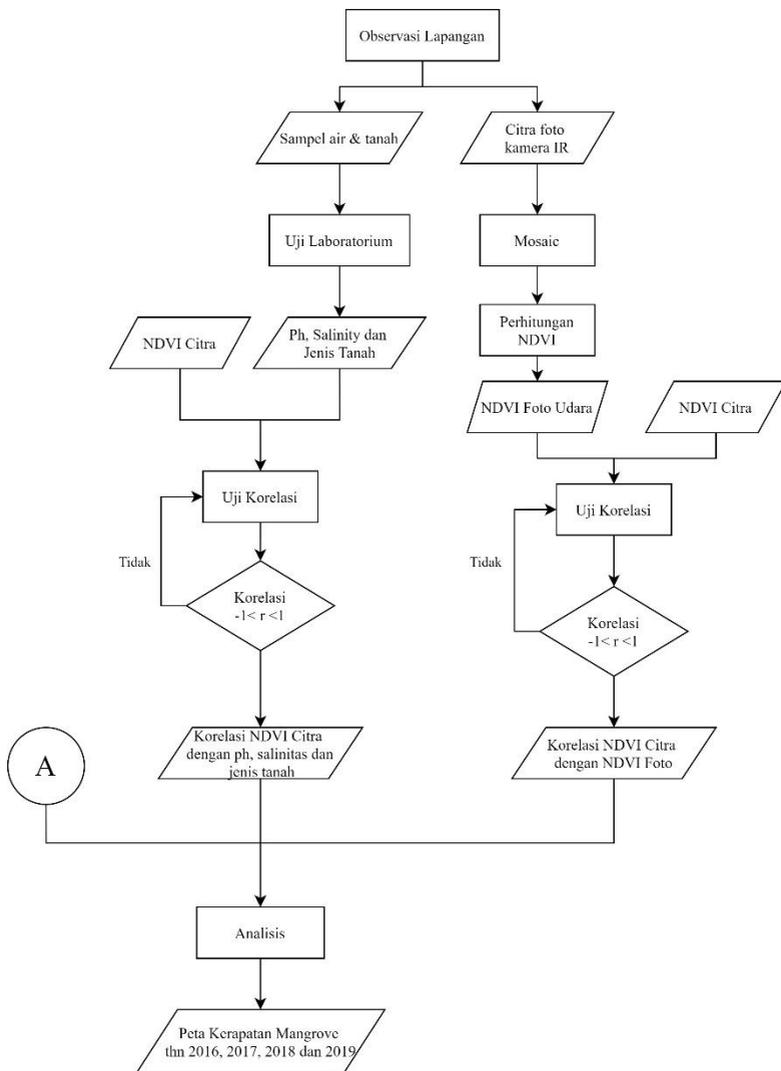
##### b. Penyusunan laporan

Seluruh hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis data, kemudian dilakukan penyusunan laporan sebagai hasil akhir penelitian yang telah dikerjakan.

### 3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir dibawah ini :





Gambar 3. 3 Diagram alir pengolahan data

Berikut adalah penjelasan diagram alir diatas :

- a. Koreksi Atmosfer  
Tahap koreksi atmosfer untuk citra Sentinel 2 level 1C dilakukan dengan menggunakan *tools* Sen2Cor yang ada pada perangkat lunak SNAP. *Tools* Sen2Cor ini berfungsi untuk mengubah nilai *reflectance Top Of Atmosfe (TOA)* pada data Sentinel 2 Level 1C menjadi *reflectance Bottom Of Atmosfer (BOA)* yang mana menghasilkan produk Sentinel 2 Level 2A.
- b. Pemotongan Citra  
Tahap pemotongan citra ini dilakukan untuk memfokuskan daerah yang digunakan dalam penelitian. Pemotongan citra menggunakan citra Sentinel 2 Level 2A yang diperoleh dari hasil koreksi atmosfer. Pemotongan citra dilakukan agar saat proses pengolahan citra lebih efektif dan lebih ringan. Pemotongan citra dilakukan berdasarkan data vektor batas administrasi Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Hasil dari pemotongan citra berupa data citra wilayah Kecamatan Sayung.
- c. Klasifikasi *Supervised*  
Klasifikasi tutupan lahan yang digunakan adalah kalsifikasi *supervised* dengan metode *Maximum Likelihood*. Klasifikasi *Maximum Likelihood* menggunakan hasil pemotongan citra Sentinel 2 Level 2A. Proses klasifikasi dilakukan dengan membuat *training area* terlebih dahulu. Hasil yang diperoleh dari klasifikasi digital berupa informasi mengenai tutupan lahan di kecamatan Sayung.
- d. *Ground Truth*  
Data *ground truth* bertujuan untuk melakukan validasi antara data lapangan dengan data citra hasil klasifikasi tutupan lahan.. Pada roses ini data *ground truth* diambil melalui Google Earth, hal ini dikarenakan kondisi yang tidak memungkinkan untuk survey lapangan secara langsung.

- e. Uji Akurasi  
Uji akurasi dilakukan pada data hasil klasifikasi tutupan lahan dengan menggunakan data *ground truth*. Proses uji akurasi dilakukan dengan menggunakan tools *Confusion Matrix*. Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan atau akurasi dari citra yang sudah diklasifikasi berdasarkan *training area*. Berdasarkan Pedoman Pengolahan Dijital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh oleh Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Uji akurasi dianggap benar apabila hasil confusion matrix  $>75\%$
- f. Perhitungan Luas  
Pada tahap ini dilakukan perhitungan luas lahan mangrove. Perhitungan luas menggunakan data informasi tutupan lahan mangrove yang sudah melalui proses uji akurasi. Proses ini menggunakan perangkat lunak perhitungan angka. Hasil yang diperoleh berupa nilai luasan lahan mangrove diKecamatan Sayung.
- g. Perhitungan NDVI  
Pada tahap ini algoritma yang digunakan adalah algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Data yang digunakan berupa hasil pemotongan citra Sentinel 2 Level 2A. Hasil dari perhitungan algoritma NDVI dijadikan sebagai acuan dalam klasifikasi tingkat kerapatan mangrove. Proses perhitungan algoritma NDVI ini akan menghasilkan nilai berkisar antara -1 hingga 1.
- h. Pemotongan NDVI  
Pada tahap pemotongan NDVI data yang digunakan adalah data hasil NDVI dan hasil sebaran informasi lahan mangrove. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *tools extract by mask*. Hasil yang diperoleh berupa nilai NDVI dari persebaran vegetasi mangrove.
- i. Klasifikasi NDVI Mangrove  
Proses klasifikasi nilai NDVI bertujuan untuk melakukan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi mangrove. Data yang

digunakan proses ini adalah data nilai NDVI dari sebaran mangrove. Proses ini dilakukan berdasarkan range nilai tiap jenis kerapatan vegetasi. Hasil dari klasifikasi nilai NDVI berupa informasi tingkat kerapatan mangrove yang divisualisasikan berdasarkan range warna yang berbeda-beda.

j. Observasi lapangan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data lapangan yang meliputi pengambilan citra foto mapir, sampel air dan sampel tanah. Data citra foto mapir diambil sesuai dengan koordinat titik sampel air dan tanah. Hasil yang diperoleh berupa data citra foto, sampel air dan sampel tanah.

k. Uji Laboratorium

Proses uji laboratorium dilakukan untuk mengetahui nilai pH, salinitas dan jenis tanah.

l. Perhitungan pasang surut

Perhitungan pasang surut bertujuan untuk memperoleh nilai perubahan muka air laut. Data yang digunakan adalah data pasang surut dari Stasiun Semarang. Metode yang digunakan dalam pengolahan pasang surut adalah *metode Least Square*. Perubahan muka air laut direpresentasikan dari hasil nilai *mean sea level (MSL)*.

m. Uji Korelasi

Pada tahap uji korelasi data-data yang akan dikorelasikan meliputi data perubahan muka air laut, informasi perubahan luas lahan mangrove, informasi kerapatan mangrove citra satelit, informasi kerapatan mangrove citra foto udara, data pH, salinitas dan jenis tanah. Proses uji korelasi dilakukan untuk mengetahui korelasi hubungan antara variabel. Terdapat lima hubungan korelasi yang meliputi : (1) Korelasi antara perubahan muka air laut dengan perubahan luasan mangrove (2) Korelasi antara kerapatan mangrove citra satelit dengan citra foto udara (3) Korelasi antara kerapatan mangrove citra satelit dengan data pH (4) Korelasi antara kerapatan mangrove citra satelit dengan

data salinitas (5) Korelasi antara kerapatan mangrove citra satelit dengan data jenis tanah.

n. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil klasifikasi, perubahan luas lahan mangrove, korelasi NDVI dengan sampel air dan tanah, korelasi perubahan muka air laut dengan perubahan luas lahan mangrove, korelasi NDVI antar citra dengan foto udara.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

### **4.1 Data**

#### **4.1.1 Data Citra**

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data citra Sentinel 2 Level 1C. Citra Sentinel-2 Level 1C memiliki resolusi 10 m dan data citra Sentinel 2 Level 1C sudah terkoreksi geometric dalam format berupa *Top of Atmosfer (ToA) reflectance*. Untuk akuisisi dari citra yang digunakan adalah citra pada 2 Agustus 2016, 7 Agustus 2017, 11 September 2018 dan 21 Oktober 2019. Meta data citra yang digunakan terlampir pada subab lampiran.

Pemilihan data citra dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat pengaruh awan pada citra (*cloud cover*) sekecil mungkin agar memudahkan dalam klasifikasi tingkat kerapatan mangrove dan proses perhitungan luas lahan mangrove

#### **4.1.2 Data Pasang Surut**

Data pasang surut dalam penelitian tugas akhir ini digunakan untuk memperoleh nilai perubahan muka air laut. Data pasang surut yang digunakan berada pada titik stasiun pasang surut Semarang yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial . Data yang digunakan berdasarkan pada bulan akuisisi dari citra satelit , yaitu data pasang surut bulan Agustus 2016, Agustus 2017, September 2018 dan Oktober 2019. Data pasang surut yang digunakan terlampir pada CD Rom Hardcopy Tugas Akhir.

#### 4.1.2 Data Lapangan

Data lapangan yang diambil berupa sampel tanah, sampel air, koordinat titik sampel, dan data foto udara kamera IR. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 24 Desember 2019 dan 1 Februari 2020 di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Pengambilan data lapangan terdiri dari 5 titik pengamatan pada lokasi yang berbeda. Penentuan area pengambilan sampel didasarkan pada kemudahan akses yang dapat ditempuh sesuai dengan rencana kerja yang sudah ditentukan. Berikut hasil pengambilan data lapangan dari 5 titik pengamatan dilapangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Lapangan

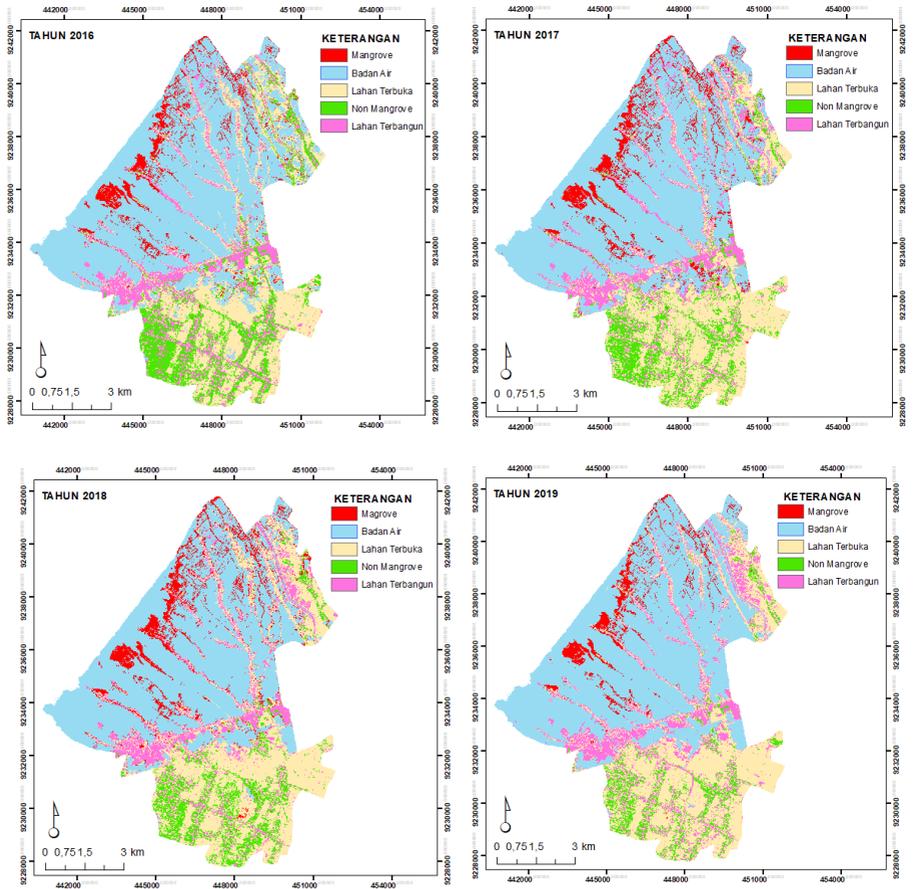
Titik	Koordinat		pH	Salinitas (%)	Jenis Tanah Pasir (%)	Lanau (%)
	Lintang	Bujur				
<b>A</b>	6°55'33,61" LS	110°28'56,45"BT	8,30	2,27	95,33	4,66
<b>B</b>	6°55'50,33" LS	110°30'38,98"BT	6,90	24,10	98,38	1,62
<b>C</b>	6°54'20,40" LS	110°29'57,23"BT	7,80	21,40	96,22	3,76
<b>D</b>	6°53'53,40" LS	110°30'24,67"BT	7,80	24,40	87,77	12,22
<b>E</b>	6°53'29,65" LS	110°30'43,49"BT	8,40	21,70	90,59	9,41

Sumber : Pengolahan Data dan Uji Laboratorium

Dari hasil pengukuran lapangan, didapatkan nilai sanititas air dengan rentang nilai 2,27 – 24,40 ‰. Pada titik A diperoleh nilai salinitas yang rendah, hal tersebut dipengaruhi letak pengambilan sampel yang dekat dengan muara sungai. Sedangkan pada ke 4 titik pengambilan sampel lainnya, diperoleh nilai salinitas yang cukup tinggi. Hal tersebut, letak pengambilan sampel dipengaruhi secara langsung oleh air laut. Semua nilai tersebut masih berada dalam toleransi nilai baku mutu air laut yang diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Kualitas Air yakni s.d 34 ‰. Untuk rentang nilai pH berada pada 6,90 – 8,40. Tingginya nilai pH berkaitan dengan jumlah oksigen terlarut (Indica 2010). Perbedaan nilai salinitas dan pH tersebut dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik lingkungan dan letak pengambilan sampel. Hasil uji jenis tanah diperoleh 2 macam jenis tanah yaitu tanah berpasir dan jenis tanah lanau.

#### **4.2 Klasifikasi Supervised**

Hasil klasifikasi citra multispektral adalah peta tematik tutupan lahan di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Klasifikasi *supervised* menggunakan metode klasifikasi *maximum likelihood*. Klasifikasi tutupan lahan pada citra terbagi menjadi 5 kelas yaitu mangrove, non mangrove, badan air, lahan terbuka dan lahan terbangun. Pada hasil klasifikasi, tutupan lahan mangrove banyak tersebar di wilayah utara pesisir Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Berikut peta klasifikasi tutupan lahan disajikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Peta Klasifikasi Tutupan Lahan  
Sumber : Pengolahan Data

### 4.3 Uji Klasifikasi

Uji akurasi digunakan untuk mengetahui tingkat ketelitian pemetaan pada saat melakukan klasifikasi digital suatu wilayah. Uji akurasi dapat dilakukan melalui beberapa cara, salah satunya menggunakan metode *Confusions Matrix* (matrik kesalahan). Metode ini menghasilkan nilai Overall Accuracy yang diperoleh

dari hasil perbandingan citra yang sudah terklasifikasi dengan titik-titik sampel dilapangan. Matriks kesalahan membandingkan katagori perkatagori hubungan anantara data sebenarnya. Pada penelitian ini, pengambilan titik sampel sebanyak 50 titik tersebar di Kecamatan Sayung. Jumlah titik sampel untuk setiap katagori penutup lahan sejumlah 50 titik (Congalton dan Green dalam Lillesand, 2004). Uji akurasi digambarkan dalam Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Matriks Kesalahan

Kelas	Mangrove	Non Mangrove	Perairan	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Jumlah	Akurasi pembuat
Mangrove	40	0	3	7	0		80%
Non Mangrove	1	37	0	9	3		74%
Perairan	0	1	43	6	0		86%
Lahan Terbuka	0	1	0	46	3	250	92%
Lahan Terbangun	0	0	0	13	37		74%
Total Pikel	41	38	46	81	43		
Akurasi Pengguna	97,56%	97,36%	93,47%	56,79%	86,04%	203	
<i>Overall Accuracy</i>				<b>81,2%</b>			

Sumber : Hasil Perhitungan Data

Dari hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan di daerah penelitian diperoleh nilai *Overall Accuracy* pada citra Sentinel 2 sebesar 81,2% dengan kappa coefisien sebesar 81,04%. Overall akurasi diatas 75% artinya akurasi dari suatu klasifikasi dapat diterima sesuai dengan ketentuan Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh LAPAN. Hasil diatas menunjukkan bahwa hasil klasifikasi citra dapat digunakan untuk proses selanjutnya karena nilai lebih dari 75%.

#### **4.4 Perhitungan Indeks Vegetasi**

Indeks vegetasi merupakan saluran spektral yang menjadi salah satu indikator untuk mengetahui tingkat kehijauan atau kerapatan vegetasi pada suatu wilayah. Metode indeks vegetasi ini merupakan pendekatan yang bersifat sistematis sehingga hasil

perhitungan yang diperoleh dapat mencerminkan kondisi dan kesehatan vegetasi pada saat tertentu. Indeks vegetasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Metode NDVI dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai kerapatan mangrove. Berikut hasil merupakan nilai NDVI pada citra dan foto udara kamera IR yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Nilai NDVI Pada Citra Sentinel 2

Tahun	Nilai NDVI Citra	
	Minimum	Maximum
<b>2016</b>	-0,460	0,504
<b>2017</b>	-0,652	0,873
<b>2018</b>	-0,588	0,853
<b>2019</b>	-0,626	0,851

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 4. 4 Nilai NDVI Pada Data Foto Udara Kamera IR

Titik	Koordinat		Nilai NDVI Foto	
	Lintang	Bujur	Min	Max
<b>A</b>	6°55'33,61" LS	110°28'56,45"BT	-1	1
<b>B</b>	6°55'50,33" LS	110°30'38,98"BT	-1	1
<b>C</b>	6°54'20,40" LS	110°29'57,23"BT	-1	1
<b>D</b>	6°53'53,40" LS	110°30'24,67"BT	-1	0,633
<b>E</b>	6°53'29,65" LS	110°30'43,49"BT	-1	1

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Berikut merupakan nilai NDVI dari vegetasi mangrove yang ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5 Nilai NDVI Mangrove Pada Citra Sentinel 2

Tahun	Nilai NDVI Mangrove	
	Minimum	Maximum
<b>2016</b>	0,047	0,465
<b>2017</b>	-0,498	0,873
<b>2018</b>	-0,512	0,853
<b>2019</b>	-0,288	0,851

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan hasil tabel diatas, diperoleh rentang NDVI yang berbeda-beda disetiap tahunnya. Sedangkan nilai NDVI dari hasil pengolahan foto udara diperoleh nilai yang cukup akurat. Nilai algoritma NDVI sendiri memiliki batas rentan berkisar -1 hingga +1 (Ginting, 2004). Nilai indeks vegetasi bernilai positif apabila permukaan vegetasi lebih banyak memantulkan radiasi pada gelombang panjang inframerah dibandingkan dengan cahaya tampak. Hasil pengolahan dari ke 4 data citra diperoleh nilai NDVI yang tidak melebihi batas nilai NDVI, sehingga perhitungan NDVI pada citra dapat digunakan dalam proses selanjutnya.

#### **4.5 Korelasi NDVI Citra dengan NDVI Foto**

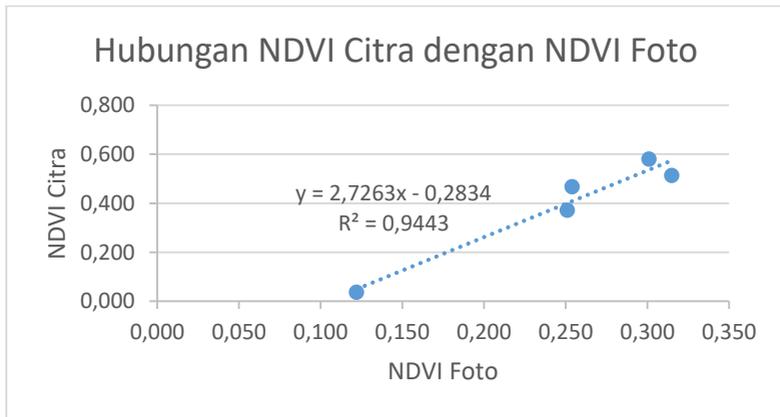
Hubungan korelasi antara nilai NDVI citra dengan data NDVI foto udara dapat diketahui dengan menggunakan uji korelasi. Data foto udara diambil menggunakan kamera IR yang dilengkapi kanal RGNir. Pengambilan foto dilakukan di 5 titik yang berada di Kecamatan Sayung. Hasil perhitungan NDVI citra dan NDVI foto ditunjukkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Data NDVI Citra Sentinel-2 Dan NDVI Foto Udara

Titik	Koordinat		Nilai NDVI	
	Lintang	Bujur	Citra	Foto
A	6°55'33,61" LS	110°28'56,45"BT	0,514	0,315
B	6°55'50,33" LS	110°30'38,98"BT	0,468	0,254
C	6°54'20,40" LS	110°29'57,23"BT	0,372	0,251
D	6°53'53,40" LS	110°30'24,67"BT	0,581	0,301
E	6°53'29,65" LS	110°30'43,49"BT	0,037	0,122

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Hasil korelasi hubungan antara nilai NDVI citra dan foto dilapangan ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Hasil Korelasi NDVI Citra Dan NDVI Foto

Dari hasil uji korelasi antara NDVI Citra dengan NDVI foto dilapangan diperoleh persamaan  $y=2,7263x - 0,2834$  dengan nilai koefisien  $R^2 = 0,9443$  menghasilkan nilai korelasi  $r = 0,97$ . Hasil nilai korelasi tersebut menunjukkan tingkat hubungan korelasi memiliki hubungan yang sangat kuat. Hubungan korelasi sangat kuat memiliki interval koefisien antara 0,8 -1,00 (Sugiono,2007).

Korelasi bertanda positif artinya hubungan nilai NDVI pada citra dengan foto satu arah, sehingga jika nilai NDVI foto semakin tinggi maka nilai NDVI citra juga semakin tinggi dan sebaliknya. Hal tersebut disebabkan oleh pengukuran secara langsung dilapangan memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan pengukuran penginderaan jauh.

#### **4.6 Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Air**

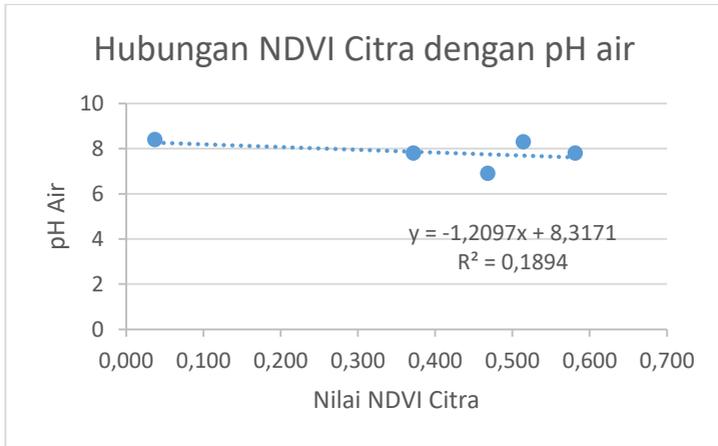
Hubungan korelasi antara nilai NDVI citra dengan sampel parameter dilapangan dapat diketahui melalui analisa korelasi. Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Beberapa faktor yang mempengaruhi kerapatan serta kesehatan mangrove antara lain salinitas dan pH. Berikut merupakan data sampel air dilapangan yang ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 4. 7 Data Sampel Salinitas dan pH

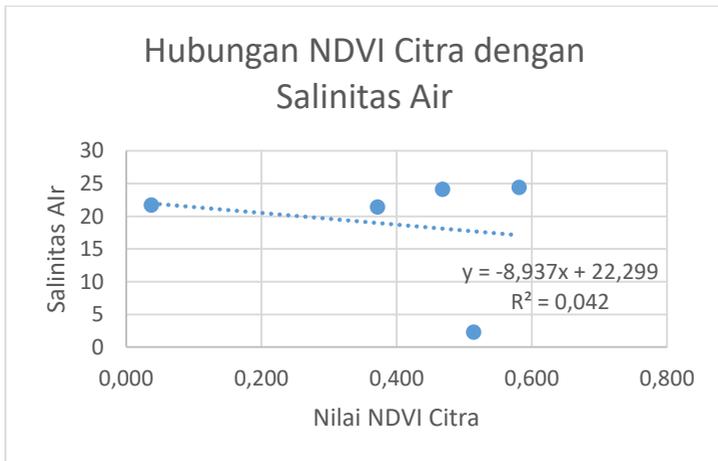
<b>Titik</b>	<b>NDVI Citra</b>	<b>pH</b>	<b>Salinitas (‰)</b>
<b>A</b>	0,514	8,30	2,27
<b>B</b>	0,468	6,90	24,10
<b>C</b>	0,372	7,80	21,40
<b>D</b>	0,581	7,80	24,40
<b>E</b>	0,037	8,40	21,70

Sumber : Hasil Pengolahan Data dan Uji Laboratorium

Hasil uji korelasi nilai NDVI citra dengan sampel air dilapangan ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4. 3 Hubungan Korelasi Nilai NDVI Citra Dengan pH



Gambar 4. 4 Hubungan Kolerasi Nilai NDVI Citra Dengan Salinitas

Hasil uji kolerasi antara NDVI Citra dengan sampel pH memiliki hubungan kategori sedang dengan nilai  $r$  sebesar  $-0,43$ . Hubungan kolerasi tersebut bernilai negatif yang berarti semakin

tinggi nilai NDVI maka nilai pH semakin menurun. Dalam hal ini, apabila nilai pH semakin tinggi maka kerapatan lahan mangrove ditunjukkan dengan nilai NDVI yang semakin rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh karakter lingkungan. Sedangkan hasil uji kolerasi antara NDVI dengan sampel salinitas air memiliki hubungan kolerasi yang rendah, dengan nilai  $r$  sebesar 0,20. Hubungan kolerasi NDVI citra dengan salinitas bernilai positif yang berarti bahwa semakin tinggi nilai NDVI maka semakin tinggi nilai salinitas air. Berdasarkan tingkat hubungan kolerasi yang diperoleh, pH merupakan salah satu parameter yang paling mempengaruhi tingkat kerapatan dan pertumbuhan mangrove di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak.

#### **4.7 Korelasi NDVI Citra dengan Sampel Tanah**

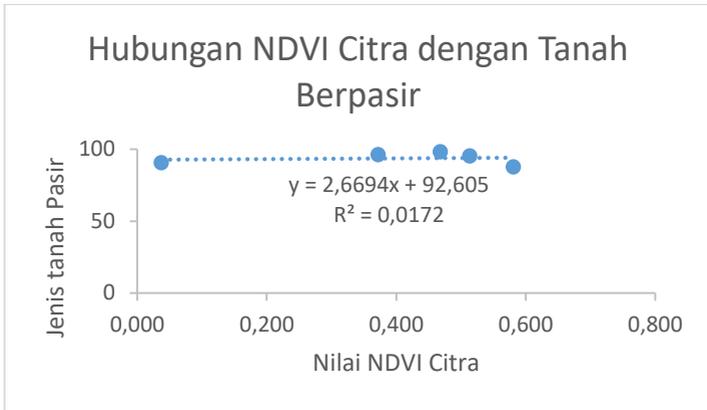
Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove salah satunya adalah jenis tanah. Jenis tanah merupakan salah satu komponen sistem produksi yang penting untuk diperhatikan dan tanah sebagai sumber daya lahan utama untuk produksi pangan bagi mangrove. Berikut hasil sampel tanah yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Data Sampel Jenis Tanah

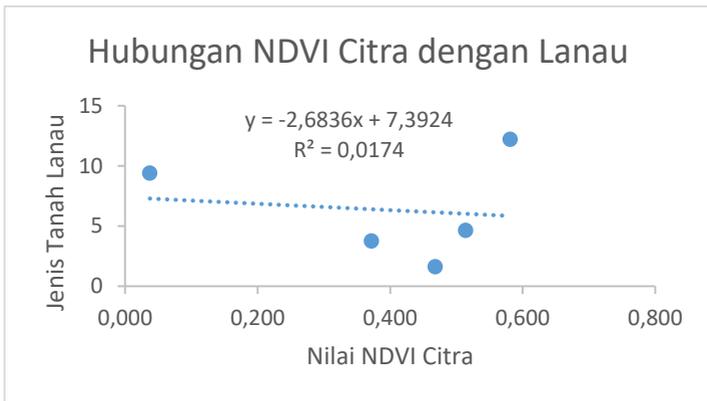
<b>Titik</b>	<b>NDVI Citra</b>	<b>Jenis Tanah Pasir (%)</b>	<b>Lanau (%)</b>
<b>A</b>	0,514	95,33	4,66
<b>B</b>	0,468	98,38	1,62
<b>C</b>	0,372	96,22	3,76
<b>D</b>	0,581	87,77	12,22
<b>E</b>	0,037	90,59	9,41

Sumber : Pengolahan Data dan Uji Laboratorium

Hasil uji korelasi nilai NDVI citra dengan sampel tanah dilapangan ditunjukkan pada gambar grafik berikut :



Gambar 4. 5 Hubungan NDVI Citra Dengan Jenis Tanah Pasir



Gambar 4. 6 Hubungan NDVI Citra Dengan Jenis Tanah Lanau

Hasil uji korelasi NDVI citra dengan jenis tanah pasir dan jenis tanah lanau memiliki hubungan sangat rendah dengan nilai  $r$  yakni 0,13. Pengambilan sampel tanah berada di 5 titik yang berbeda. Dari ke lima tempat pengambilan sampel tanah diperoleh tipe jenis tanah didominasi oleh tanah berpasir.

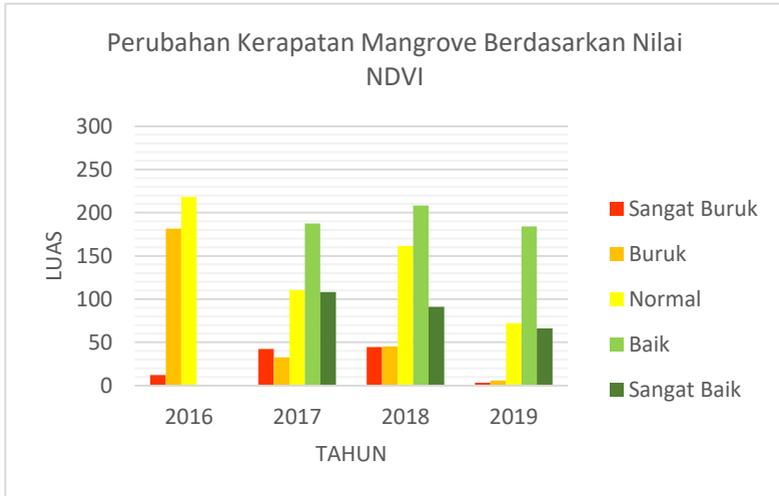
#### 4.8 Klasifikasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Klasifikasi nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) bertujuan untuk memperoleh kerapatan dan laus dari lahan mangrove. Rentang nilai NDVI adalah -1 sampai +1, dari rentang nilai tersebut dilakukan klasifikasi menjadi 5 kelas. Pembagian kelas kerapatan mangrove terbagi menjadi 5 kelas yang terdiri dari kerapatan sangat buruk, kerapatan buruk, kerapatan sedang, kerapatan baik dan kerapatan sangat baik. Hasil klasifikasi kerapatan mangrove berdasarkan nilai algoritma NDVI ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Hasil Klasifikasi Kerapatan Mangrove

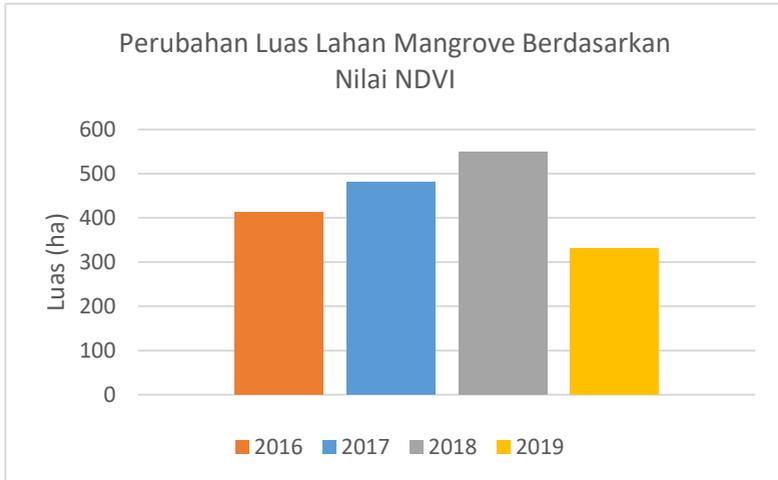
Tahun	Luas Kerapatan (ha)					Luas Total
	Sangat Buruk	Buruk	Normal	Baik	Sangat Baik	
2016	12,256	181,630	218,460	0,997	0,000	413,343
2017	42,201	32,755	110,356	187,296	108,009	480,616
2018	44,342	45,261	161,416	208,114	91,118	550,249
2019	3,071	5,702	72,162	184,007	66,248	331,189

Sumber : Pengolahan Data



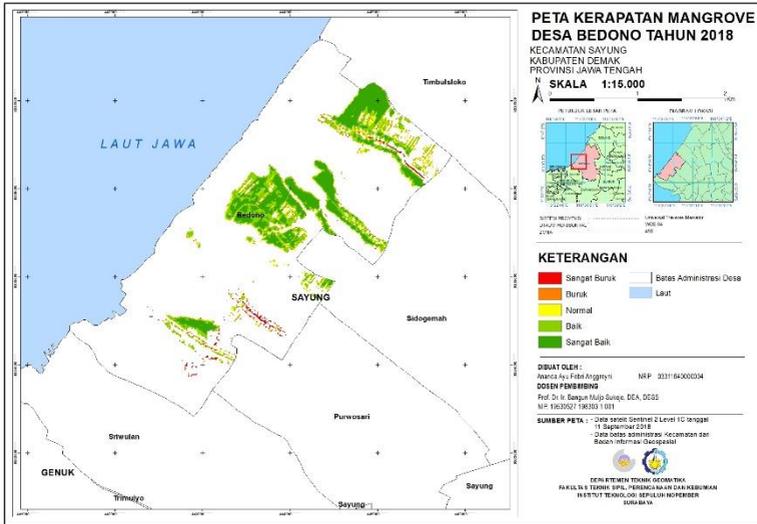
**Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Kerapatan Mangrove**

Berdasarkan grafik perubahan diatas, dapat dilihat bahwa kerapatan mangrove ngalami perubahan. Kerapatan mangrove kategori sangat buruk paling tinggi pada tahun 2018 dengan luas 44,342 hektar dan kerapatan kategori sangat buruk paling rendah berada pada tahun 2019 dengan luas 3,071 hektar. Kerapatan mangrove kategori buruk paling tinggi pada tahun 2016 dengan luas 181,630 hektar dan kerapatan kategori buruk paling rendah berada pada tahun 2019 dengan luas 5,702 hektar. Untuk kerapatan mangrove katagori normal paling tertinggi pada tahun 2016 dengan luas 218,460 hektar dan kerapatan kategori normal terendah berada pada tahun 2019 dengan luas 72,162 hektar. Kerapatan mangrove katagori baik tertinggi pada tahun 2018 dengan luas 208,114 hektar dan kerapatan kategori baik paling rendah berada pada tahun 2016 dengan luas 0,99 hektar. Sedangkan kerapatan mangrove katagori sangat baik tertinggi pada tahun 2017 dengan luas 108,009 hektar dan kerapatan kategori sangat baik paling rendah berada pada tahun 2016 dengan luas 0 hektar.

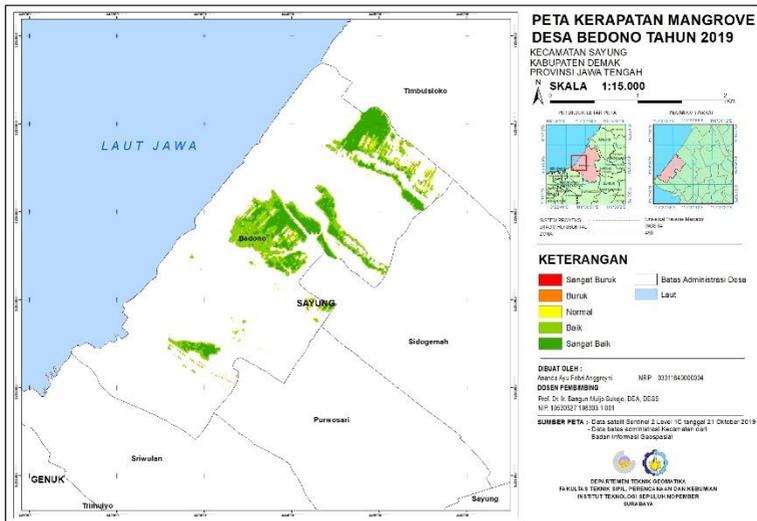


Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Luas Lahan Mangrove

Berdasarkan grafik diatas , luas lahan mangrove mengalami perubahan kenaikan dan penurunan luas. Luas yang diperoleh berdasarkan waktu akuisisi citra ditahun 2016-2019 sebesar 413,343 hektar, 480,616 hektar, 550,249 hektar dan 331,189 hektar. Total perubahan luas mangrove berdasarkan klasifikasi algoritma NDVI sebesar 82,15 hektar. Perubahan luas lahan mangrove ditahun 2016-2017 sebesar 67,27 hektar. Untuk perubahan luas lahan mangrove ditahun 2017-2018 sebesar 69,63 hektar dan perubahan lahan mangrove ditahun 2018-2019 sebesar -219 hektar. Dengan total perubahan luas lahan mangrove sebesar -82,15 ha.



Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Mangrove Desa Bedono, 2018



Gambar 4. 10 Peta Kerapatan Mangrove Desa Bedono, 2019

Dari gambar diatas, merupakan contoh perubahan luas yang terjadi pada tutupan lahan mangrove di Desa Bedono. Berdasarkan gambar diatas mangrove didesa Bedono mengalami perubahan penurunan lahan dari tahun 2018 ke tahun 2019. Luas yang diperoleh tahun 2018 didesa Bedono sebesar 137,85 ha. Sedangkan luas mangrove pada tahun 2019, diperoleh nilai sebesar 114,70 ha. Nilai perubahan luas yang terjadi sebesar 23,15 ha.

Secara garis besar perubahan luas dan kerapatan yang terjadi dapat disebabkan banyak faktor meliputi alih fungsi lahan, abrasi, erosi, penurunan tanah, banjir rob, dsb. Menurut Rohman wilayah pesisir kecamatan Sayung Kota Semarang sering terjadi adanya penurunan tanah, kenaikan muka air laut dan erosi. (2012). Faktor tersebut juga memicu terjadinya perubahan lahan mangrove di Kecamatan Sayung Demak.

Selanjutnya, peta kerapatan mangrove berdasarkan algoritma indeks vegetasi ditahun 2016, 2017, 2018 dan 2019 terlampir pada Lampiran 5.

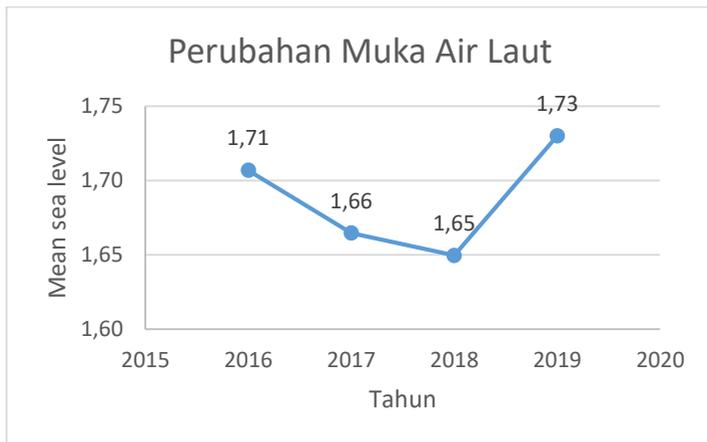
#### **4.9 Perhitungan Perubahan Muka Air Laut**

Perhitungan perubahan muka air laut dilakukan dengan menggunakan data pasang surut pada bulan Agustus 2016, Agustus 2017, September 2017 dan Oktober 2019 sesuai dengan bulan akuisis citra Sentinel 2 yang digunakan dalam penelitian ini. Data pasang surut yang digunakan adalah hasil pengamatan stasiun Pasang Surut Kota Semarang yang diperoleh dari Badan informasi Geospasial. Perubahan muka air laut direpresentasikan dengan tinggi muka laut rata-rata (mean Sea Level/MSL). Nilai MSL diperoleh dari perhitungan data pasang surut dengan metode Least Square. Berikut hasil perhitungan nilai MSL yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4. 10 Nilai Tinggi Muka Air Laut Rata-Rata (MSL)

Tahun	Mean Sea Level (m)
Agustus 2016	1,71
Agustus 2017	1,66
September 2018	1,65
Oktober 2019	1,73

Sumber : Pengolahan Data



Gambar 4. 11 Perubahan Tinggi Muka Air Laut Rata-Rata

Berdasarkan hasil perhitungan, tinggi muka air laut rata-rata mengalami penurunan dan kenaikan. Pada Agustus 2016 tinggi muka air laut sebesar 1,71 m, pada bulan Agustus 2017 tinggi muka air laut mengalami penurunan menjadi 1,66 m dan pada bulan September 2018 menurun menjadi 1,65 m. Tinggi muka air laut pada bulan Oktober 2019 sebesar 1,73 m. Perubahan nilai tinggi muka air laut disebabkan oleh banyak faktor meliputi perubahan iklim maupun tipe pantai.

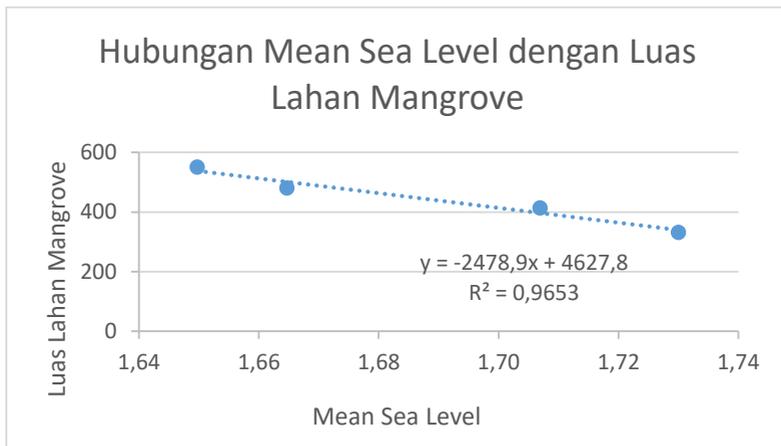
#### 4.10 Korelasi Luas Lahan Mangrove dengan Nilai MSL

Hubungan antara penurunan luas lahan mangrove dan tinggi muka air laut rata-rata dapat diketahui melalui uji korelasi antar 2 variabel. Berikut data dan korelasi antara nilai MSL dengan luas lahan mangrove yang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Nilai Mean Sea Level Dengan Luas Lahan Mangrove

Tahun	Mean Sea Level (m)	Luas Lahan (ha)
2016	1,71	413,343
2017	1,66	480,616
2018	1,65	550,249
2019	1,73	331,189

Sumber: pengolahan data



Gambar 4. 12 Hubungan Mean Sea Level dengan Luas Lahan Mangrove

Hasil korelasi antara perubahan luas lahan mangrove dengan perubahan tinggi muka air laut memiliki hubungan yang sangat kuat yakni dengan  $r$  sebesar  $-0,98$ . Lahan mangrove di Kecamatan Sayung Kab Demak mengalami degradasi yang disebabkan oleh

penurunan tanah, kenaikan muka air laut dan erosi (Rohman,2012). Perubahan muka air laut sendiri merupakan kondisi dimana muka air laut mengalami kenaikan maupun penurunan muka air laut. Dari hasil korelasi, perubahan tinggi muka air laut termasuk salah satu faktor yang berkaitan dengan perubahan lahan mangrove di Kecamatan Sayung, hal ini dibuktikan dengan hubungan korelasi bernilai negatif yang berarti bahwa semakin tinggi muka air laut rata-rata maka luas lahan mangrove semakin menurun.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan penelitian tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil korelasi NDVI citra dan NDVI Foto memiliki nilai korelasi  $r$  sebesar 0,97. Sedangkan hubungan korelasi NDVI citra dengan sampel jenis tanah diperoleh nilai  $r$  sebesar 0,13 dan korelasi nilai NDVI citra dengan sampel air diperoleh korelasi nilai salinitas  $r$  sebesar 0,20 dan korelasi dengan pH nilai  $r$  sebesar -0,43. Hubungan korelasi NDVI citra dengan sampel air menunjukkan bahwa sampel pH berkorelasi lebih baik dibandingkan dengan sampel salinitas.
- b. Hubungan korelasi antara perubahan luas lahan mangrove dengan perubahan tinggi muka air laut rata-rata memiliki hubungan yang sangat kuat dengan berkorelasi  $r$  sebesar -0,98.
- c. Lahan Mangrove di Kecamatan Sayung mengalami perubahan luas. Dari hasil klasifikasi NDVI , diperoleh luas mangrove berdasarkan waktu akuisisi citra ditahun 2016-2019 sebesar 413,343 hektar, 480,616 hektar, 550,249 hektar dan 331,189 hektar.Total perubahan luas lahan mangrove sebesar -82,15 hektar.
- d. Dari hasil klasifikasi kerapatan mangrove, diperoleh kerapatan mangrove kategori sangat buruk paling tinggi di tahun 2018 seluas 44,342 ha dan kerapatan sangat buruk di tahun 2019 seluas 3,071 ha. Kerapatan mangrove kategori buruk paling tinggi ditahun 2016 seluas 181,630 ha dan kerapatan kategori buruk paling rendah berada ditahun 2019 seluas 5,702 ha. Kerapatan mangrove katagori normal paling tertinggi ditahun 2016 seluas 218,460 ha dan kerapatan kategori normal terendah berada ditahun

2019 seluas 72,162 ha. Kerapatan mangrove katagori baik tertinggi ditahun 2018 seluas 208,114 ha dan kerapatan kategori baik paling rendah berada ditahun 2016 seluas 0,99 ha. Sedangkan kerapatan mangrove katagori sangat baik tertinggi ditahun 2017 seluas 108,009 ha dan kerapatan kategori sangat baik paling rendah berada ditahun 2016 seluas 0 hektar.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian tugas akhir ini, antara lain :

- a. Untuk memperoleh hasil klasifikasi kerapatan dan luas yang lebih akurat sebaiknya menggunakan citra resolusi sangat tinggi.
- b. Untuk memperoleh uji akurasi yang akurat terhadap kerapatan mangrove sebaiknya dilakukan pengambilan sampel untuk uji akurasi kerapatan jenis vegetasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T. 2018. Perubahan Luas Lahan Mangrove Dan Pengikisan Pesisir Jepara Menggunakan Analisis Komponen Utama Spektral Penginderaan Jauh. Institut Pertanian Bogor Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika : Vol. 5 No.
- Aksornkoe, S. 1993. Ecology and Management Mangrove. IUCN. Bangkok. Thailand.
- Anjani, I. 2015. Analisis Penggunaan Pesawat Tanpa Awak (Drone) Dalam Kebijakan Kontraterorisme Amerika Serikat Di Pakistan Pasca 9/11. Semarang. Journal of International Relations : Vol 1, No 2, hal. 79-87
- Bengen, D.G. 1999. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Dijital. Yogyakarta : Andi Offset.
- ESA. 2015. 'Sentinel-2 Products Specification Document'. Thales Alenia Space.
- Fletcher, K. 2012. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. Netherland: ESA Communications.
- Ginanjari, S., dkk. 2019. Kajian Kenaikan Muka Air Laut Dan Tinggi Genangan (Rob) Pada Tahun 2023, 2028, Dan 2033 Di Kota Saumlaki, Kabupaten Maluku Tenggara Barat. Semarang. Universitas Diponegoro. Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
- Ginting, Edina E BR. 2004. Pemantauan Liputan Vegetasi Menggunakan Citra Satelit NOAA-AVHRR (Studi Kasus P.jawa dan Madura). Tugas Akhir Fakultas Kehutanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hendrawan et al. 2018. Studi Kerapatan Dan Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol 10 No.1, hlm 99-109.

- Indica, M. 2010. Perubahan Luasan Mangrove dengan Teknik Penginderaan Jauh di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan. Palembang : Teknik Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya
- Jaya, I.N. S. 2002. Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Bogor : Laboratorium Inventarisasi Hutan Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Jaya INS. 2010. *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kartini, C, N.1999. Klasifikasi Digital, Jurusan Teknik Geodesi. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Kawamuna, A. 2017. Analisis Kesehatan Hutan Mangrove Berdasarkan Metode Klasifikasi NDVI Pada Citra Sentinel-2 (Studi kasus: Teluk Pangpang Kab. Banyuwangi). Semarang. Universitas Diponegoro
- Kusumowidagdo, M., Sanjoto, T.B., Banowati, E. dan Setyowati, D.L., 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Jakarta : LAPAN - Universitas Negeri Semarang.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Diterjemahkan oleh Dulbahri. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mardiana, 2005. Perbedaan Kondisi Fisik Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Berbagai Tanaman Mangrove. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian Vol. 3 No. 1, tahun 2005.
- Marwati, Atika, dkk. 2018. Analisis Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan Kombinasi Data Point Cloud Lidar Dan Foto Udara Berbasis Metode Segmentasi Dan Supervised (Studi Kasus : Tanggamus Lampung). Semarang .Universitas Diponegoro. Jurnal Geodesi Undip : Vol 7, Nomor 1.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.

- Nisa, A.Y. 2018. Analisis Perubahan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya). Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- NOAA. 2017. Tidal Datums. <[https://tidesandcurrents.noaa.gov/datum\\_options.html](https://tidesandcurrents.noaa.gov/datum_options.html)> . Dikunjungi pada 30 Desember 2019.
- Noviantoro, NP, dkk. 2017. berjudul Analisis Perubahan Kerapatan Hutan Menggunakan Metode NDVI Dan EVI Pada Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013 Dan 2016 (Area Studi : Kabupaten Semarang). Jurnal Geodesi Undip, Vol 6, Nomor 3- thn 2017.
- Nurdin, N., dkk. 2015. Dynamic of mangrove cover change with anthropogenic factors on small island, Spermonde Archipelago. Proc. of SPIE, 9638: 1–11
- Perbani, NMRC. 2013. Investigasi Variasi Tahunan Terhadap Mean Sea Level di Benoa, Bali. Bandung. Teknik Geodesi Itenas.
- Poerbandono, Hidrografi Dasar. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi ITB, 1999.
- Purwadhi, S.H. 2008. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Jakarta: LAPAN-Geografi UNNES.
- Purwanto, A., 2015. Pemanfaatan Citra Landsat-8 Untuk Identifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapuas Hulu. Jurnal Edukasi, Vol. 13, No. 1. Program Studi Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Pendidikan dan Pengetahuan Sosial. IKIP PGRI Pontianak
- Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. 2014. Penyusunan Pedoman Pengolahan Digital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Penginderaan Jauh. Jakarta : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- Ratnasari, D dan Sukojo, B.M. 2017. Analisa Kondisi Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Citra Satelit Multitemporal

- dan Multilevel (Studi Kasus : Pesisir Utara Surabaya). Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, ITS.
- Rohman,A,dkk. 2012. Kajian Kondisi Lahan Mangrove di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Setiawan, A. 2006. Energi dari Laut dan Pasang-surut Laut <http://oseanojgrafi.blogspot.com> (diakses pada tanggal 29 Desember 2019).
- Soenarmo, S., H., 2009. Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis Untuk Bidang Ilmu Kebumiaan. Penetbit ITB Bandung.
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid 2. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tarigan, M.S. 2008. Sebaran dan Luas Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Teluk Pising Utara Pulau Kabaena Provinsi Sulawesi Tenggara. Makara, Sains, VOL. 12, NO. 2, November 2008: 108-112.
- Yanuar, R.C., Hanintyo, R., & Muzaki, A.A. 2017. Penentuan Jenis Citra Satelit dalam Interpretasi Luasan Ekosistem Lamun Menggunakan Pengolahan Algoritma Cahaya Tampak. Jurnal Geomatika, 23(2), 75-86

**LAMPIRAN****Lampiran 1. Raw Data Citra Sentinel-2 Level 1C**

Tabel Akuisisi Data Citra

<b>No.</b>	<b>Tanggal Akuisisi</b>	<b>Raw Data</b>
<b>1</b>	02 Agustus 2016	
<b>2</b>	07 Agustus 2017	
<b>3</b>	11 September 2018	



**Lampiran 4. Dokumentasi Pengambilan Titik Sampel**

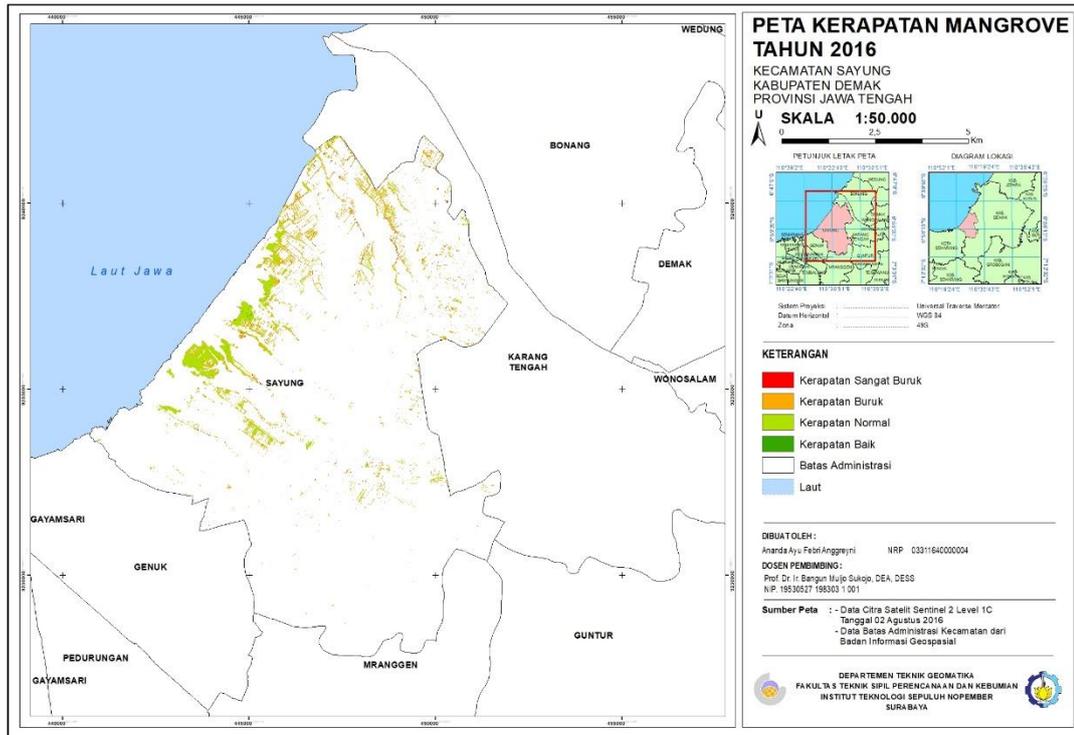
Titik	Koordinat		Dokumentasi	Keterangan
	Lintang	Bujur		
A	6°55'33,61" LS	110°28'56,45"BT		Mangrove tumbuh di pesisir muara sungai , dengan kondisi tanah sedikit berlumpur dengan pH 8,30 dengan salinitas.
B	6°55'50,33" LS	110°30'38,98"BT		Mangrove tumbuh di dekat permukiman warga, dengan kondisi tanah banyak tercampur sampah non organik dari lingkungan sekitar, dengan pH 6,90.

C	$6^{\circ}54'20,40''$ LS	$110^{\circ}29'57,23''$ BT	 A photograph showing a mangrove forest with dense green vegetation and a wooden fence in the foreground. The sky is blue with some clouds.	Mangrove tumbuh dikawasan wisata observasi mangrove desa Bedono, dengan pH 7,80.
D	$6^{\circ}53'53,40''$ LS	$110^{\circ}30'24,67''$ BT	 A photograph showing a mangrove forest with dense green vegetation and a body of water in the background. A person is visible on the right side of the image.	Mangrove tumbuh dikawasan pesisir dengan kondisi tanah cukup berlumpur, dengan pH 7,80.

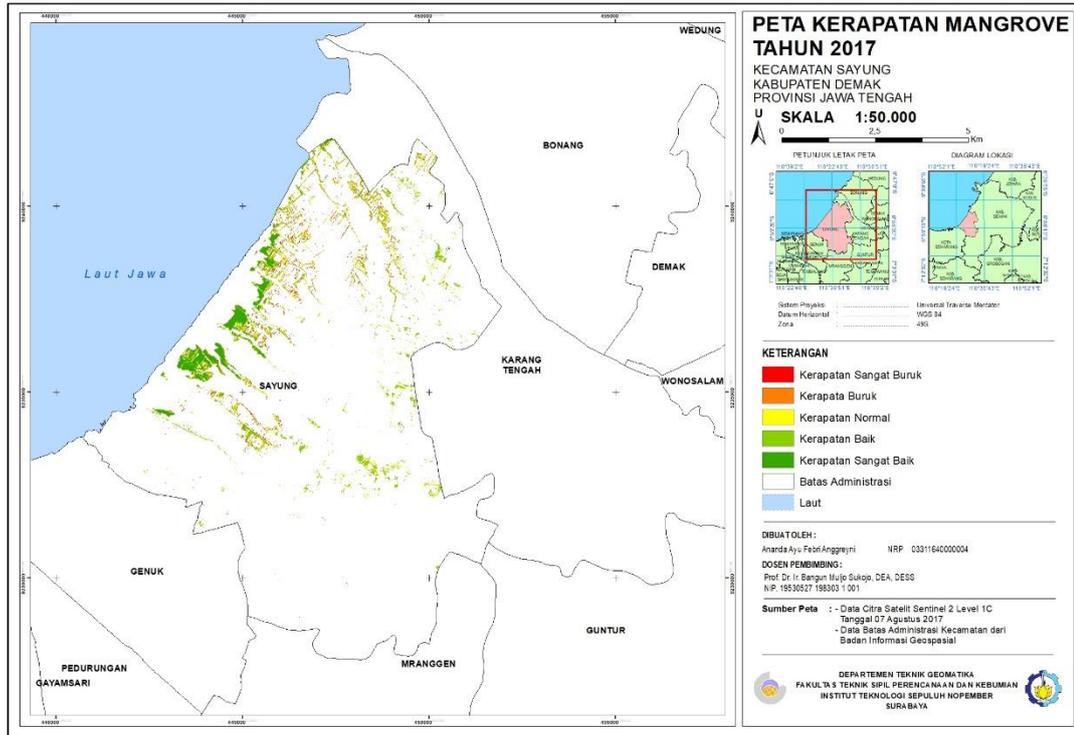
E	6°53'29,65" LS	110°30'43,49"BT		Mangrove tumbuh dikawasan tambak dengan kondisi tanah cukup berlumpur, dengan pH 8,40.
---	----------------	-----------------	--	--

## Lampiran 5. Peta Kerapatan Mangrove

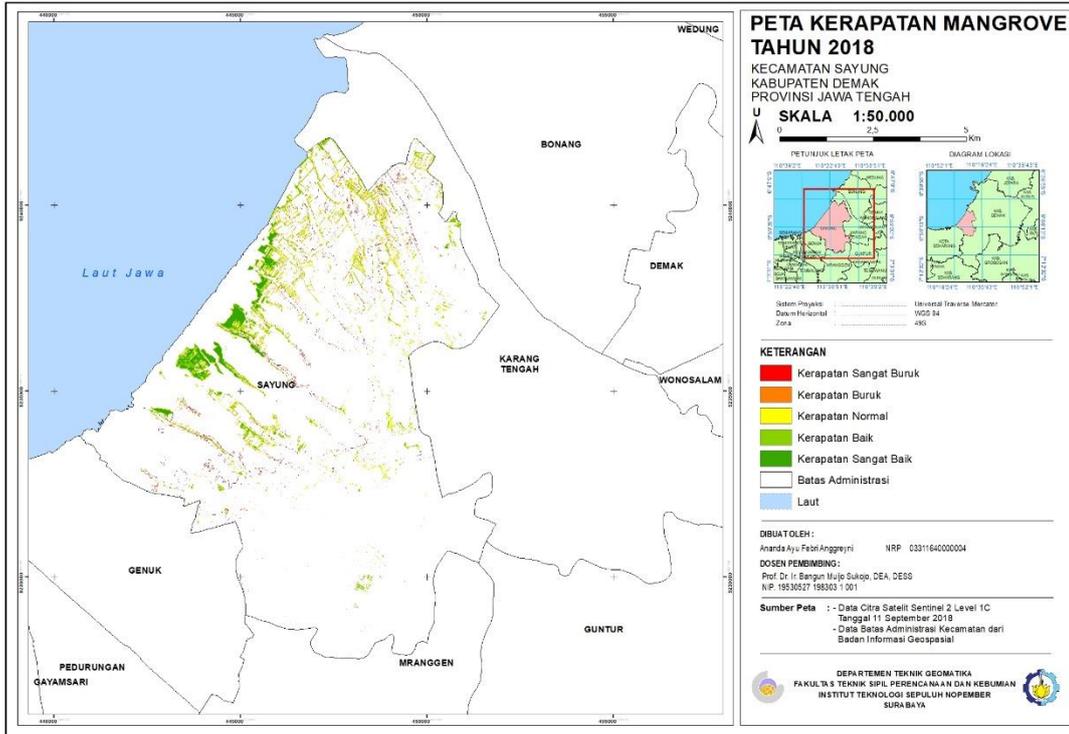
### A. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2016



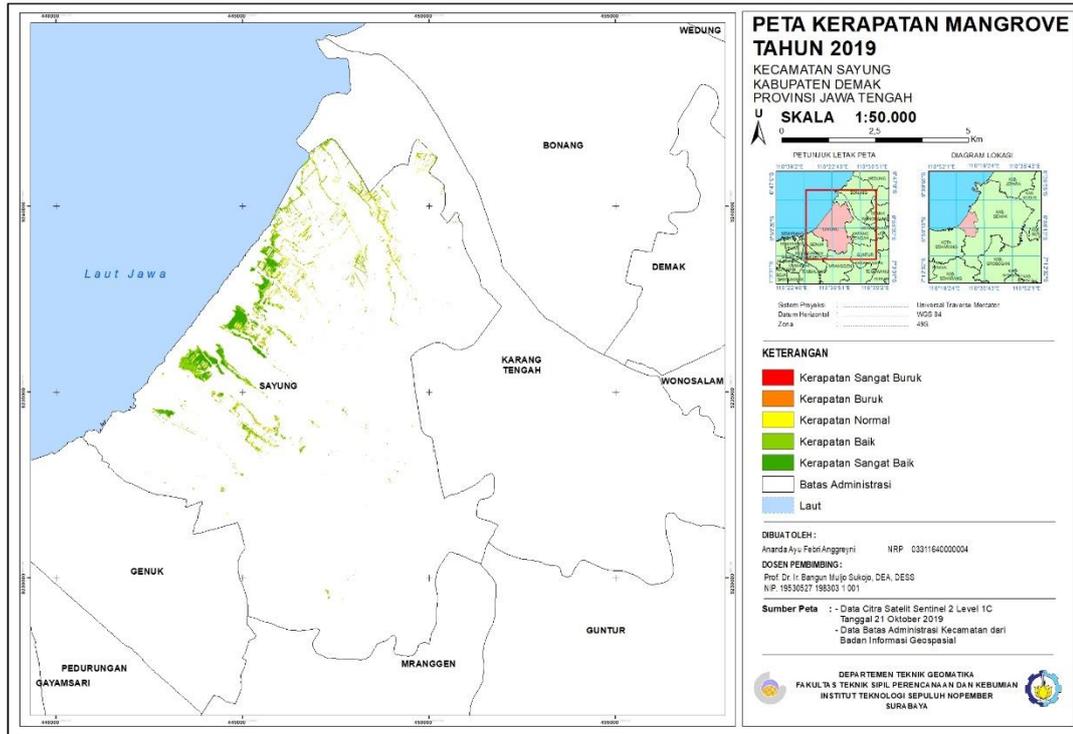
## B. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2017



### C. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2018



## D. Peta Kerapatan Mangrove Tahun 2019



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Ananda Ayu Febri Anggreyni. Penulis dilahirkan di Mojokerto, 23 Februari 1998, yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita 1 Pulorejo, SD Negeri 2 Pulorejo, SMP Negeri 1 Dawarblandong dan SMA Negeri 1 Dawarblandong, Mojokerto. Setelah lulus dari SMA memilih melanjutkan studi S-1 dan diterima di Departemen Teknik Geomatika

FTSPK ITS Surabaya tahun 2016 melalui jalur SNMPTN. Penulis terdaftar dengan NRP 0331164000004. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif diorganisasi dan menjadi staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMAGE-ITS periode 2017/2018 dan Kabiro Pengabdian Departemen Sosial Masyarakat HIMAGE-ITS periode 2018/2019. Penulis juga aktif mengikuti pelatihan Pra-Tingkat Dasar FTSPK-ITS, Pelatihan Tingkat Dasar HIMAGE-ITS, Pelatihan karya tulis ilmiah HIMAGE-ITS. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh : Lapan pada tahun 2019. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan judul Tugas Akhir “Analisis Perubahan Luas Dan Kerapatan Mangrove Akibat Perubahan Muka Air Laut Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus : Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)”.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*