

# SKRIPSI

## **DINAMIKA *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* DAN *LAND COVER (LC)* DI PERAIRAN PELABUHAN BIMA, TELUK BIMA**

Disusun dan diajukan oleh

**NAUFAL MIFTAHUL GHALIB**

**L11116514**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**DINAMIKA *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* DAN *LAND COVER (LC)* DI PERAIRAN PELABUHAN BIMA, TELUK BIMA**

**NAUFAL MIFTAHUL GHALIB**

**L11116514**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Dinamika *Total Suspended Solid (TSS)* Dan *Land Cover (LC)* Di Perairan  
Pelabuhan Bima, Teluk Bima**

Disusun dan diajukan oleh

**NAUFAL MIFTAHUL GHALIB  
L11116514**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Juni 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



**Dr. Nurjannah Nurdin, ST, M.Si.**  
NIP: 19680918 199703 2 001



**Dr. Syafyudin Yusuf, ST, M.Si.**  
NIP: 19690719 199603 1 004

Ketua Departemen,



**Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si.**  
-NIP: 19750727 200112 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Naufal Miftahul Ghalib  
NIM : L11116514  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

*Dinamika Total Suspended Solid (TSS) dan Land Cover (LC) di Perairan Pelabuhan  
Bima, Teluk Bima*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Juni 2021

Yang Menyatakan,



Naufal Miftahul Ghalib

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naufal Miftahul Ghalib

NIM : L1116514

Program Studi : Ilmu Kelautan

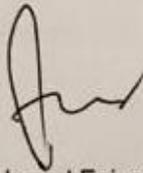
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikan pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

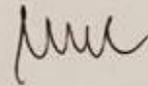
Makassar, 24 Juni 2021

Mengetahui,

Penulis



Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si  
NIP: 19750727 200112 1 003



Naufal Miftahul Ghalib  
NIM: L11116514

## ABSTRAK

**Naufal Miftahul Ghalib.** L11116514. “Dinamika *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Land Cover*(LC) di Perairan Pelabuhan Bima, Teluk Bima”. Dibimbing oleh **Nurjannah Nurdin** sebagai Pembimbing Utama dan **Syafyudin Yusuf** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Teluk Bima terletak di Pulau Sumbawa Nusa Tenggara Barat, letaknya strategis sebagai kawasan yang multifungsi sebagai pelabuhan perdagangan, pertambakan, wisata bahari dan pemukiman pantai. Secara geomorfologi Teluk Bima berbentuk semi tertutup dimana mulut teluk yang sempit kemudian badan air teluk yang besar di bagian dalam. Teluk ini menerima beban material sedimen dari banyak sungai yang bermuara di dalamnya diantaranya Daerah Aliran Sungai (DAS) Malaju dan Padolo yang mengapit Pelabuhan Bima. Akibatnya, kawasan pelabuhan terus mendangkal setiap tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika kandungan TSS dan perubahan lahan pada DAS Malaju dan Padolo, dan menganalisis korelasi antara perubahan tutupan lahan dengan peningkatan dan sebaran sedimen tersuspensi tersebut. Sebaran TSS di perairan selama 1990-2020 dianalisis menggunakan algoritma Parwaty, dan sampel air TSS dari lapangan dianalisis dengan metode gravimetri. Perubahan tutupan lahan dianalisis dengan metode klasifikasi *maksimum likelihood*. Kedua data TSS dan tutupan lahan dianalisis korelasi. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya peningkatan TSS pada kawasan Teluk Bima. Dari tahun 1990 sebaran TSS >80 mg/l sebesar 0,45 Ha, dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 35,89 Ha. Pertanian lahan kering dan pemukiman mengalami peningkatan masing-masing sebesar 9% dan 4%. Peningkatan tutupan pertanian lahan kering dan pemukiman menjadi penyebab meluasnya sebaran TSS di perairan Teluk Bima.

Kata kunci: TSS, tutupan lahan, Teluk Bima

## ABSTRACT

**Naufal Miftahul Ghalib.** L11116514. "*Total Suspended Solid (TSS) Dynamics and Land Cover (LC) In The Waters of Bima Port, Bima Bay*". Supervised by **Nurjannah Nurdin** as principal supervisor and **Syafyudin Yusuf** as co-supervisor.

---

Bima Bay is located on Sumbawa Island, West Nusa Tenggara, strategically as a multifunctional area as a trading port, aquaculture, marine tourism and coastal settlements. Geomorphologically, Bima Bay is semi-enclosed, where the mouth of this bay is narrow, then there is a large body of water in the bay. This bay receives a load of sedimentary material from many rivers that empties into it, including the Malaju and Padolo Watersheds that flank Bima Harbor. As a result, the port area continues to become shallow every year. This study aims to determine the dynamics of TSS content and land change in the Malaju and Padolo watersheds and to analyze the correlation between land cover changes and the increase and distribution of suspended sediments. The distribution of TSS in the waters during 1990-2020 was analyzed using the Parwaty algorithm, and samples of TSS water from the field were analyzed using the gravimetric method. Land cover changes were analyzed using the maximum likelihood classification method. Both TSS and land cover data were analyzed for correlation. The results of this study indicate an increase in TSS in the Bima Bay area. From 1990 the distribution of TSS >80 mg/l was 0.45 Ha, and in 2020 it increased to 35.89 Ha. Dryland agriculture and settlements increased by 9% and 4%, respectively. The increase in dryland agricultural cover and settlements is the cause of the widespread distribution of TSS in the waters of Bima Bay.

Keywords: TSS, land cover, Bima Bay

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah, segala puji Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “**Dinamika Total Suspended Solid (TSS) dan Land Cover (LC) di Perairan Pelabuhan Bima, Teluk Bima**” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah SWT membalas segala budi baik, serta dapat menjadi suatu ibadah amal jariah.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Suwedi dan Emilya yang telah mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Kepada saudariku Farahdina Diana Putri yang telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Kepada yang terhormat Ibu Dr. Nurjannah Nurdin, ST., M.Si. selaku pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.Si. selaku dosen penasehat akademik dan selaku pembimbing pendamping yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si. dan bapak Dr. Muh. Banda Selamat, S.Pi., MT. Selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Kepada Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Kepada Kak Akbar, Kak Agus, dan Kak Fitrah yang telah memberikan bantuan dan masukan selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada seluruh sahabat seperjuangan CNS Dicky Darmawan, Agung Putra Perdana, Marzuki, Septian Fakhruwahid Masykur, Ahmad Sahlan Ridwan, Akmal Hidayat, Muhammad Nabil Akbar, Rizky madjid, Triyono Rosevel Jimmy, Ichsan Ahsari Ahmad, Andi Fitrah Pawawoi, dan Aidil Fitriadi yang menjadi sahabat penulis, menjadi teman diskusi, serta memberi dukungan semangat doa kepada penulis.
9. Kepada Muh Alauddin, Fajriansyah Nadir, Hasna, Dwi Nining Lestari, Kasnita, Farahdiba, Lely Nur Wijaya, Delfiana, Andi Auliatul Muslimah, dan Dyah yang telah membantu untuk terlaksananya penelitian dan penulisan skripsi ini.
10. Kepada teman-teman Se-Angkatan ATHENA 16 yang selalu kebersamai dan senantiasa memberikan motivasi, bantuan, semangat, dan canda tawa kepada penulis.
11. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH), Keluarga besar IWA Mbojo Unhas Makassar, dan Keluarga besar *Triangle Diving Club* (TRIDC).
12. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Terima Kasih

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Makassar, 24 Juni 2021



Naufal Miftahul Ghalib

## BIODATA PENULIS



Naufal Miftahul Ghalib, anak pertama dari dua bersaudara lahir di Bima 3 Oktober 1997, dari pasangan Suwedi dan Emilyya. Pada tahun 2009 penulis lulus di SD Inpres Sangia, Kecamatan Sape, Kabupaten Bima. Tahun 2012 lulus di SMP Negeri 4 Sape, Kabupaten Bima. Tahun 2015 lulus di SMK Telkom Makassar, Kota Makassar. Pada Tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Jalur Non-Subsidi (PM-JNS).

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan kemahasiswaan sebagai upaya pengembangan diri. Penulis menjabat sebagai Koordinator Hubungan Masyarakat IWA Mbojo UNHAS Makassar 2018-2019, Anggota Hubungan Masyarakat KEMA JIK FIKP-UH 2018-2019. Dan Anggota Bidang Pariwisata Triangle Diving Club (TRIDC) 2018-2020. Penulis aktif menjadi asisten di beberapa mata kuliah yaitu Dasar-dasar Komputasi, Pemetaan Sumberdaya Hayati Laut, Planktonologi Laut, Akustik Kelautan, Penginderaan Jauh Kelautan, Sistem Informasi Geografis (SIG), dan Penataan Ruang Pesisir dan laut. Selain itu, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Kelurahan Biringere, Kecamatan Sinjai Utara, Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 102 pada bulan Juli-Agustus 2019.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjan kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Dinamika *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Land Cover* (LC) di Perairan Pelabuhan Bima, Teluk Bima” pada tahun 2020 yang di bimbing oleh Dr. Nurjannah Nurdin, ST, M.Si selaku pembimbing utama dan Dr. Syafyudin Yusuf, ST, M.Si selaku pembimbing pendamping.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN AUTHORSHIP</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
A. <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	3
B. <i>Land Use / Land Cover (LU/LC)</i> .....	4
C. Penginderaan Jauh .....	6
1. Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk TSS.....	7
2. Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Perubahan Lahan .....	7
D. Landsat.....	8
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	10
A. Waktu dan Tempat.....	10
B. Alat dan Bahan.....	11
C. Prosedur Penelitian .....	12
1. Tahap Persiapan .....	12
2. Pengambilan Data Lapangan .....	12
3. Prapengolahan Citra .....	13
4. Pengolahan Citra .....	15
5. Analisis Data .....	16
6. Bagan Alir .....	18
<b>IV. HASIL</b> .....	19
A. Gambaran Umum Lokasi .....	19
B. Pengolahan Citra .....	19

1.	Koreksi Radiometrik dan Atmosferik.....	19
2.	Koreksi Geometrik.....	19
3.	Pemotongan Citra .....	20
4.	Pemisahan Daratan .....	20
5.	Kombinasi Band dan Training Area .....	21
C.	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	21
1.	Ekstraksi nilai TSS .....	21
2.	Konsentrasi TSS selama 30 tahun .....	22
3.	Sebaran TSS selama 30 tahun.....	23
D.	<i>Land Cover (LC)</i> .....	25
1.	Interpretasi tutupan lahan dari citra Landsat .....	25
2.	Klasifikasi Tutupan Lahan.....	25
3.	Uji Akurasi .....	27
4.	Dinamika perubahan tutupan lahan.....	28
E.	Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap konsentrasi TSS di teluk Bima... .....	32
<b>V.</b>	<b>PEMBAHASAN</b> .....	33
A.	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	33
1.	Ekstraksi nilai TSS .....	33
2.	Konsentrasi TSS selama 30 tahun .....	33
3.	Sebaran TSS selama 30 tahun.....	34
B.	<i>Land Cover (LC)</i> .....	35
1.	Interpretasi tutupan lahan dari citra Landsat .....	35
2.	Klasifikasi tutupan lahan .....	35
3.	Uji akurasi.....	36
4.	Dinamika perubahan tutupan lahan.....	36
C.	Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap konsentrasi TSS di Teluk Bima . .....	37
<b>VI.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	39
A.	Kesimpulan.....	39
B.	Saran.....	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40
	<b>LAMPIRAN</b> .....	44

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Sistem klasifikasi tutupan lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (SNI-7645, 2010) .....	5
2. Kelas tutupan lahan kota Bima sumber: peta tutupan lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2011 .....	5
3. Karakteristik Sensor Landsat (NASA., 2019).....	9
4. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini .....	11
5. Matriks kesalahan ( <i>confusion matrix</i> ).....	16
6. Nilai TSS citra tahun 1990 sampai tahun 2020.....	22
7. Interpretasi tutupan lahan dari citra Landsat.....	25
8. Hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan tahun 2020 .....	28
9. Luasan tutupan lahan tahun 1990-2020 .....	28
10. Matriks perubahan tutupan lahan tahun 1990-2020 .....	32
11. Hasil korelasi perubahan tutupan lahan dengan konsentrasi TSS.....	32
12. Luasan sebaran TSS tahun 1990-2020 .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Proses perolehan data penginderaan jauh (Nurdin, 2018).....	7
2. Waktu perekaman berbagai jenis satelit Landsat (NASA., 2019). ....	8
3. Peta Lokasi Penelitian, Teluk Bima, Kota Bima, Nusa Tenggara Barat.....	10
4. Peta titik pengambilan sampel air dan <i>ground truth</i> .....	11
5. Bagan alir penelitian dinamika dinamika TSS ( <i>total suspended solid</i> ) dan LC ( <i>land cover</i> ) di perairan Pelabuhan Bima teluk Bima.....	18
6. Daerah pemotongan citra. ....	20
7. a) Band hasil masking, b) Citra yang termasking .....	20
8. Hasil komposit band, a) Landsat 5 tahun 1990, b) Landsat 7 tahun 2010, c) Landsat 8 tahun 2020 .....	21
9. Grafik konsentrasi nilai TSS Lapangan hasil uji gravimetri dan nilai TSS pengolahan citra Landsat 2020. ....	22
10. Grafik hubungan antara TSS lapangan hasil uji gravimetri dengan TSS pengolahan citra Landsat 2020. ....	22
11. Grafik konsentrasi TSS di muara Padolo selama 30 tahun.....	23
12. Grafik konsentrasi TSS di muara Malaju selama 30 tahun. ....	23
13. Peta sebaran TSS di perairan Pelabuhan Bima, teluk Bima tahun 1990, 2000, 2010, 2020. ....	24
14. Hasil klasifikasi tutupan lahan kota Bima tahun 1990.....	26
15. Hasil klasifikasi tutupan lahan kota Bima tahun 2000.....	26
16. Hasil klasifikasi tutupan lahan kota Bima tahun 2010.....	27
17. Hasil klasifikasi tutupan lahan kota Bima tahun 2020.....	27
18. Grafik dinamika luasan tutupan lahan.....	29
19. Grafik luasan tutupan lahan belukar. ....	29
20. Grafik luasan tutupan lahan hutan. ....	30
21. Grafik luasan tutupan lahan pemukiman.....	30
22. Grafik luasan tutupan lahan pertanian lahan kering. ....	31
23. Grafik luasan tutupan lahan sawah.....	31
24. Grafik luasan tutupan lahan tambak. ....	32
25. a) Tutupan belukar, b) Tutupan pertanian lahan kering.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Uji Korelasi TSS Gravimetri dan TSS Citra.....	44
2. Konversi <i>Digital Number</i> (DN) ke Nilai Reflektan.....	44
3. Hasil Koreksi Geometrik .....	44
4. Analisis Gravimetri.....	45
5. Konsentrasi TSS citra tahu 1990 sampai 2020.....	46
6. Dokumentasi penelitian .....	47

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kondisi perairan mengalami perubahan secara fisika, kimia, dan biologi, yang terjadi secara alami atau dipengaruhi oleh kegiatan antropogenik. Secara fisika adanya penambahan zat padat organik dan anorganik yang tersuspensi dapat meningkatkan kekeruhan perairan. Partikel tersuspensi dalam perairan ini disebut *Total Suspended Solid (TSS)* (Rinawati et al., 2016). Menurut Maulana et al. (2015) *Total Suspended Solid (TSS)* merupakan material tersuspensi (diameter > 1  $\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0,45 m. Pada umumnya TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Distribusi *Total Suspended Solid* yang ada di perairan dipengaruhi oleh jenis dan keberadaan material sedimen dan proses yang terjadi selama material sedimen ini terbawa (Maulana et al., 2015). Peningkatan TSS secara terus menerus akan berpengaruh terhadap perubahan garis pantai yang terkena endapan sedimen tersuspensi. Daerah yang memiliki nilai TSS tinggi dan berlangsung terus-menerus akan menimbulkan sedimentasi dan terbentuknya daratan yang berakibat pada penambahan luas daratan (Fegie and Sukojo, 2013).

Jumlah konsentrasi TSS di laut dapat diketahui dengan penggunaan data dari penginderaan jauh yang dapat menyediakan informasi yang berguna untuk memetakan, memonitor dan mengevaluasi wilayah pesisir dan laut yang luas secara berulang dan pada waktu yang bersamaan (*near real time*), terutama pada daerah yang sulit dicapai dalam pengambilan data secara langsung (Kusuardini, 2011). Menurut Li et al. (2003) mengemukakan bahwa pada beberapa band citra, dapat memberikan respon terhadap kondisi kekeruhan air dan sedimentasi. Pada saat ini telah banyak algoritma yang dibuat untuk mengekstraksi nilai TSS dari citra satelit salah satunya adalah Parwati et al. (2014) yang memanfaatkan kanal band merah atau kanal band 4 pada citra Landsat. Penggunaan data satelit penginderaan jauh mempunyai beberapa kelebihan diantaranya: cakupan wilayah yang luas, dan perulangan data pada waktu tertentu.

Kota Bima memiliki julukan kota tepian air yang memiliki wilayah pesisir pantai sepanjang 26 km. Kota Bima memiliki nilai strategis sebagai pintu perdagangan dan transportasi laut maupun darat. Untuk memperlancar kegiatan tersebut melibatkan Teluk Bima sebagai objek pembangunan. Teluk Bima termasuk kawasan laut semi tertutup seperti kantong, dimana mulut teluk yang sempit kemudian badan air teluk yang besar di bagian dalam. Teluk ini multifungsi sesuai dengan peruntukan penduduk suku Bima. Ada yang dimanfaatkan sebagai pelabuhan, tambak, lokasi wisata dan

pemukiman pantai. Teluk yang semi tertutup ini sebagai tempat bermuaranya sungai yang mengalirkan air dari semua pegunungan yang meliputinya. Terdapat minimal tujuh sungai besar dan belasan sungai kecil yang mengalir dan bermuara di Teluk Bima, diantaranya dari arah timur terdapat muara Sungai Malaju, muara Sungai Padolo, dan muara sungai Pandai. Dari arah barat terdapat Sungai Daru, Sungai Nggembe dan sungai-sungai kecil dari arah Gunung Soro Mandi, muara-muara sungai tersebut membawa sedimen dan material tersuspensi yang sangat banyak masuk ke perairan Teluk Bima (Yusuf, 2016). DAS Rontu yang terdiri dari sub-DAS Malaju dan sub-DAS Padolo dari tahun 1996 sampai 2016 telah mengalami perubahan penggunaan lahan yaitu pengurangan kawasan hutan sebesar 28,68%, peningkatan pemukiman 3,10%, peningkatan lading tegalan 26,83%, peningkatan lahan terbuka 5,82%, peningkatan pemukiman 3,62%. Akibat perubahan ini, pada musim hujan terjadi peningkatan debit air pada sub-DAS malaju dan sub-DAS Padolo (Ismoyojati et al., 2019).

Perubahan yang signifikan terjadi di area pegunungan menjadi area pertanian tadah hujan pada lereng-lereng gunung sepanjang Daerah Aliran Sungai Malaju dan Sungai Padolo di Kota Bima. Adanya aktivitas di kawasan sub-DAS Malaju dan sub-DAS Padolo memberikan pengaruh terhadap sebaran dan konsentrasi TSS maupun perubahan lahan. Teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk melihat perubahan tersebut dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memetakan konsentrasi kandungan dan sebaran TSS di perairan Pelabuhan Bima, Teluk Bima selama 30 tahun (1990-2020)
2. Memetakan dinamika perubahan tutupan lahan di Kota Bima selama 30 tahun (1990 – 2020)
3. Menganalisa pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap perubahan konsentrasi kandungan TSS dan sebarannya di Teluk Bima.

Kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap konsentrasi TSS di Teluk Bima dan menjadi acuan pemerintah daerah dalam mengelola Teluk Bima.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total suspended solid* dapat didefinisikan sebagai semua zat padat yang berupa pasir, lumpur, maupun tanah liat ataupun semua partikel tersuspensi dalam air yang berupa biotik seperti *fitoplankton*, *zooplankton*, bakteri, fungi dan juga berupa abiotik seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (Tarigan and Edward, 2003). Effendi (2003) menyatakan bahwa TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke perairan dengan diameter  $>1 \mu\text{m}$  atau yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori  $0,45 \mu\text{m}$ .

Keberadaan TSS yang cukup banyak dapat mengurangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan dan tidak berlangsung efektif sehingga dapat menghambat terjadinya proses fotosintesis. TSS juga merupakan tempat terjadinya reaksi kimia dengan berbagai unsur dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Tarigan and Edward, 2003). Keberadaan TSS di perairan dapat mempengaruhi kualitas perairan dan juga organisme air secara langsung maupun tidak langsung seperti kematian dan terjadi penurunan produksi dari produktivitas primer. Partikel tersuspensi dalam perairan dapat membatasi nilai produktivitas primer perairan akibat dari terhambatnya penetrasi cahaya ke kolom air (Ristanti, 2018).

TSS sangat berpengaruh terhadap kualitas suatu perairan terutama tingkat kesuburan perairan. Kandungan padatan terlarut yang tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air dan tidak dapat mengendap langsung. Kandungan TSS yang tinggi di perairan dapat menyebabkan terhambatnya proses biologis bagi biota perairan seperti ikan. kandungan sedimen tersuspensi yang tinggi dapat menyumbat insang ikan dan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan ataupun kematian. Kekeruhan juga dapat menyebabkan kurangnya penetrasi cahaya yang masuk sehingga proses fotosintesis oleh produsen primer menjadi terhambat (Huang, 2011).

Selain menyebabkan gangguan pada biota maupun pada produsen primer TSS yang tinggi pada suatu perairan juga dapat menyebabkan terjadinya perubahan kedalaman suatu perairan apabila terjadi secara terus menerus dengan waktu yang lama. Salah satu faktor yang menyebabkan adanya transport sedimen yaitu pada muatan tersuspensi dengan mekanisme kekuatan arus dari air atau udara dapat menyebabkan partikel – partikel sedimen halus seperti lanau, lempung dan ukuran pasir kemudian memindahkannya ke perairan (Suharianto, 2016).

Faktor yang menyebabkan perpindahan sedimen tersuspensi adalah arus sungai, gelombang, arus pasang surut, angin dan penambangan pasir di sekitar pantai. Sedimen yang berasal dari erosi sungai, tebing pantai, dasar laut akan diangkut ke lepas pantai oleh peristiwa arus pecah. Sedimen tersuspensi yang berasal berada di teluk biasanya berasal dari sungai yang mengelilinginya, karena teluk dianggap sebagai suatu unit terpisah yang berbeda dengan lautan lepas. Adanya tanjung pada bagian depan teluk dapat mengakibatkan arus pesisir yang berasal dari luar terhenti sehingga proses sedimentasi didominasi dari sungai (Yugiswara, 2017).

Pemantauan kualitas perairan yang salah satunya adalah TSS bisa dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, dikarenakan banyak satelit yang bisa digunakan selain itu pemantauan bisa dilaksanakan secara efektif dan efisien secara terus menerus. Ada banyak algoritma yang bisa digunakan untuk pemantauan kualitas perairan salah satunya adalah algoritma Parwaty yang dikembangkan pada tahun 2006 dengan memanfaatkan pancaran elektromagnetik dari band merah satelit Landsat (Parwati et al., 2014).

### **B. Land Use / Land Cover (LU/LC)**

Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk di dalamnya adalah akibat-akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi (Hardjowigeno et al., 2001) dalam Haryani (2011).

Definisi mengenai penggunaan lahan (*land use*) dan tutupan lahan (*land cover*) pada hakekatnya berbeda walaupun sama-sama menggambarkan keadaan fisik permukaan bumi. Lillesand dan Kiefer (1993) dalam Haryani (2011), mendefinisikan penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada suatu bidang lahan, sedangkan tutupan lahan lebih merupakan perwujudan fisik obyek-obyek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap obyek-obyek tersebut. Sebagai contoh pada penggunaan lahan untuk permukiman yang terdiri atas permukiman, rerumputan, dan pepohonan.

Menurut Muiz (2009), perubahan penggunaan lahan diartikan sebagai suatu proses perubahan dari penggunaan lahan sebelumnya ke penggunaan lain yang dapat bersifat permanen maupun sementara dan merupakan konsekuensi logis dari adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat yang sedang berkembang baik untuk tujuan komersial maupun industri. Perubahan

penggunaan lahan dan tutupan lahan pada umumnya dapat diamati dengan menggunakan data spasial dari peta penggunaan lahan dan tutupan lahan dari titik tahun yang berbeda. Data penginderaan jauh seperti citra satelit, radar, dan foto udara sangat berguna dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan.

Tabel 1. Sistem klasifikasi tutupan lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (SNI-7645, 2010)

No	Kode	Toponimi	Keterangan
1	2001	Hp	Hutan Lahan Kering Primer
2	2002	Hs	Hutan Lahan Kering Sekunder
3	2004	Hmp	Hutan Mangrove Primer
4	2005	Hrp	Hutan Rawa Primer
5	20041	Hms	Hutan Mangrove Sekunder
6	20051	Hrs	Hutan Rawa Sekunder
7	2006	Ht	Hutan Tanaman
8	2007	B	Belukar
9	2010	Pk	Perkebunan
10	2012	Pm	Pemukiman
11	2014	T	Tanah Terbuka
12	2500	Aw	Awan
13	3000	S	Savana/ Padang rumput
14	5001	A	Badan Air
15	20071	Br	Belukar Rawa
16	20091	Pt	Pertanian Lahan Kering
17	20092	Pc	Pertanian Lahan Kering Campur
18	20093	Sw	Sawah
19	20094	Tm	Tambak
20	20121	Bdr	Bandara/ Pelabuhan
21	20122	Tr	Transmigrasi
22	20141	Pb	Pertambangan
23	50011	Rw	Rawa

Tabel 2. Kelas tutupan lahan kota Bima sumber: peta tutupan lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2011

No	Kode	Toponimi	Keterangan
1	2001	Hp	Hutan Lahan Kering Primer
2	2007	B	Belukar
3	2012	Pm	Pemukiman
4	20091	Pt	Pertanian Lahan Kering
5	20093	Sw	Sawah
6	20094	Tm	Tambak

Untuk membuat sebuah peta penutup lahan dapat menggunakan dua metode klasifikasi yaitu klasifikasi berbasis objek dan klasifikasi berbasis pixel. Klasifikasi berbasis objek pada intinya mengklasifikasi citra berdasarkan segmen-segmen objek hasil segmentasi menjadi kelas-kelas penutup lahan yang sesuai dengan karakteristik objek (Li et al., 2008). Menurut Mori et al. (2004), klasifikasi berbasis objek memiliki istilah lain yaitu *Object Based Image Analysis (OBIA)* adalah proses menentukan objek menjadi kelas dimana setiap objek dianggap satu unit individu.

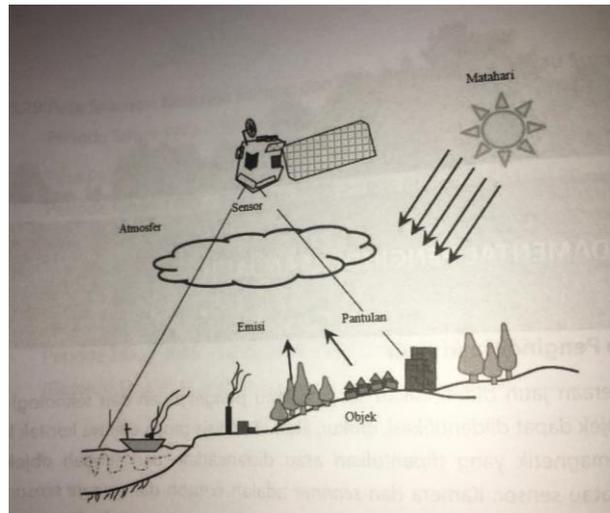
Klasifikasi berbasis piksel adalah proses klasifikasi yang mengkategorikan secara otomatis semua pixel di citra ke dalam kelas tutupan lahan. Klasifikasi berbasis pixel secara umum terbagi menjadi dua yaitu klasifikasi terbimbing dan klasifikasi tidak terbimbing. Klasifikasi terbimbing terbagi menjadi beberapa algoritma salah satunya adalah *maximum likelihood*. Algoritma *maximum likelihood* merupakan metode yang paling ampuh bila dilengkapi dengan *training data* yang akurat dan juga salah satu algoritma yang paling banyak digunakan (Li et al., 2008).

### **C. Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Karakteristik dari objek dapat ditentukan berdasarkan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut dan terekam oleh sensor (Nurdin, 2018).

Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energy elektromagnetik. Yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi (Lo, 1996).

Sistem inderaja memiliki sebuah komponen yang saling terhubung atau terintegrasi yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi/analisis dan pengguna (*user*) (Kusumowidagdo et al., 2007).



Gambar 1. Proses perolehan data penginderaan jauh (Nurdin, 2018).

## 1. Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk TSS

Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk pemantauan kondisi perairan dilakukan dengan membuat algoritma yang divalidasi menggunakan data lapangan yang diukur secara langsung. Penggunaan data penginderaan jauh untuk pemetaan TSS telah dilakukan sejak dulu. Ada banyak citra satelit yang dapat digunakan untuk pemantauan konsentrasi TSS selain itu juga terdapat banyak algoritma yang telah dikembangkan (Parwati and Purwanto, 2017).

Dikutip dari penelitian Lim et al., 2008 yang berjudul *Using satellite remote sensing to monitor the total suspended solids (TSS) over Penang Island, Malaysia*, didapatkan bahwa penggunaan teknologi penginderaan jauh menghasilkan akurasi tinggi dengan nilai R 0,82 dan RMS dengan nilai 6, mg/l. dari penelitian ini telah menunjukkan kelayakan penggunaan citra satelit untuk studi kualitas air berupa ekstraksi nilai TSS (Lim et al., 2008).

Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk pemantauan kualitas perairan salah satunya adalah algoritma Parwaty yang dikembangkan pada tahun 2006 dengan memanfaatkan pancaran elektromagnetik dari band merah satelit Landsat (Parwati et al., 2014).

## 2. Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Perubahan Lahan

Data penginderaan jauh memiliki sejarah panjang yang digunakan untuk mendapatkan peta tutupan lahan, bahkan sebelum peluncuran platform Landsat pertama pada tahun 1972. Fotografi udara berfungsi sebagai sumber utama informasi tutupan lahan sebelum ketersediaan citra satelit, dan tetap menjadi sumber penting informasi tutupan lahan bahkan sampai hari ini. Fotografi udara, yang tersedia sebelum

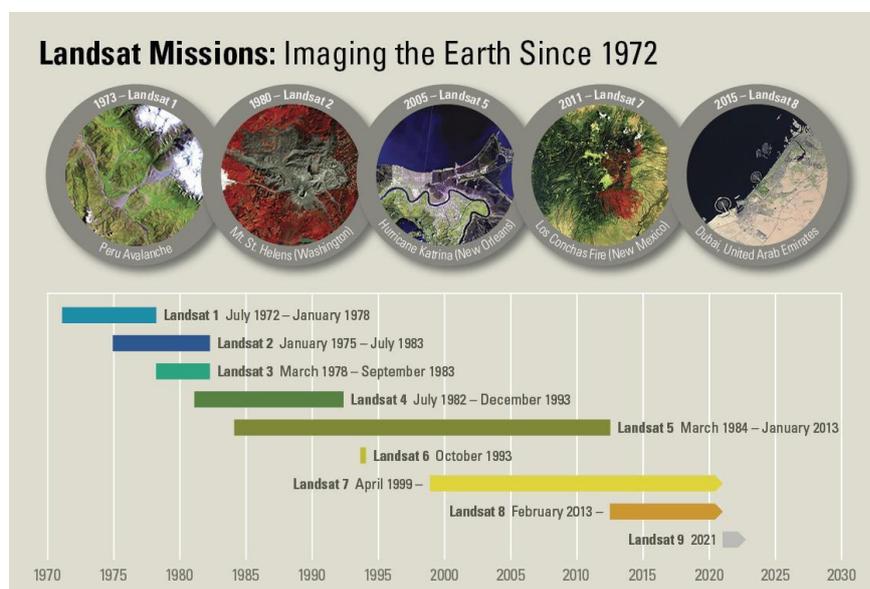
peluncuran Landsat pertama tetap menjadi alat yang berharga untuk menganalisis perubahan LULC historis (Sohl and Sleeter, 2012).

Dengan munculnya Landsat dan satelit penginderaan jauh komersial lainnya, pemetaan tutupan lahan di semua skala telah selesai. Informasi tutupan lahan pada berbagai spasial, tematik, dan resolusi temporal memiliki relevansi langsung dengan pemodelan perkiraan LULC. Data yang konsisten, skala luas, maupun multitemporal ini digunakan sebagai program pemetaan tutupan lahan seperti Database Tutupan Lahan Nasional (NLCD) Amerika Serikat, USGS tren penutupan lahan, proyek-proyek kebakaran hutan dan basis data *Corine Land Cover* (CLC) Eropa (Sohl and Sleeter, 2012).

#### D. Landsat

Landsat merupakan contoh satelit sumberdaya milik Amerika Serikat yang diluncurkan sejak tahun 1972. Landsat 5 dengan sensor TM (Thematic Mapper) dan Landsat 7 dengan sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper plus) adalah satelit generasi kelima dan ketujuh yang diluncurkan. Landsat 5 TM (Thematic Mapper) diluncurkan pada bulan maret 1984. Landsat 7 ETM+ diluncurkan pada Bulan April 1999. Pada Landsat 7 ETM+ terdapat delapan kanal dengan resolusi spasial 30 meter, kecuali pada kanal 8 yang memiliki resolusi spasialnya 15 meter (Wiweka et al., 2012).

Pada bulan April 2008, NASA memilih General Dynamics Advanced Information Systems, Inc. untuk membangun satelit LDCM (Landsat data Continuity Mission). Setelah meluncur di orbitnya, satelit tersebut akan dinamakan sebagai Landsat-8 (Sitanggang, 2010).



Gambar 2. Waktu perekaman berbagai jenis satelit Landsat (NASA., 2019).

Tabel 3. Karakteristik Sensor Landsat (NASA., 2019).

Satelit	Sensor	Band (Wavelength( $\mu\text{m}$ ))	Resolution (m)
Landsat 5	TM	1 (0.45 – 0.52)	30
		2 (0.52 – 0.60)	30
		3 (0.63 – 0.69)	30
		4 (0.76 – 0.90)	30
		5 (1.55 – 1.75)	30
		6 (10.4 – 12.5)	120
		7 (2.08 – 2.35)	30
Landsat 7	ETM+	1 (0.450 – 0.515)	30
		2 (0.525 – 0.605)	30
		3 (0.630 – 0.690)	30
		4 (0.775 – 0.900)	30
		5 (1.550 – 1.750)	30
		6 (10.40 – 12.50)	60
		7 (2.080 – 2.350)	30
		8 (0.520 – 0.900)	15
Landsat 8	OLI	1 (0.435 – 0.451)	30
		2 (0.452 – 0.512)	30
		3 (0.533 – 0.590)	30
		4 (0.636 – 0.673)	30
		5 (0.851 – 0.879)	30
		6 (1.566 – 1.651)	30
		7 (2.107 – 2.294)	30
		8 (0.503 – 0.676)	15
		9 (1.363 – 1.384)	30
	TIRS	10 (10.60 – 11.19)	100
		11 (11.50 – 12.51)	100