

LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PERUBAHAN TUTUPAN
LAHAN AKIBAT BADAI SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN
JAUH**

(Studi Kasus: Kota Kupang)



Disusun Oleh :

BEATRIZ MARIA ELSYENORA MAMO

17.25.068

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PERUBAHAN TUTUPAN
LAHAN AKIBAT BADAI SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN
JAUH**

(Studi Kasus: Kota Kupang)

Skripsi

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana
Teknik (ST) Strata Satu (S1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

Oleh:

Beatriz Maria Elsyenora Mamo

NIM 17.25.068

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Silvester Sari Sai, ST., MT)
NIP.Y. 1030600413

Dosen Pembimbing II



(Feny Arafah, ST., MT)
NIP.P. 1031500516

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



(Silvester Sari Sai, ST., MT)
NIP.Y. 1030600413



P.T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : Beatriz Maria Elsyenora Mamo
NIM : 17.25.068
PROGRAM STUDI : Teknik Geodesi
JUDUL : ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN
PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN AKIBAT BADAI
SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kota Kupang)

Telah Dipertahankan Di Hadapan Penguji Ujian Skripsi Jenjang

Strata Satu (S-1)


Pada Hari : Senin
Tanggal : 5 September 2022
Dengan Nilai :
Panitia Ujian Skripsi
Ketua


(Adkha Yuliananda M. ST., MT)
NIP.P. 1031700526


Penguji I


(Alifah Noraini, ST., MT)
NIP.P. 1031500478

Dosen Pendamping


(Feny Arafah, ST., MT)
NIP.P. 1031500516

Penguji II


(Silvester Sari Sai, ST., MT)
NIP.Y. 1030600413

x

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PERUBAHAN TUTUPAN
LAHAN AKIBAT BADAI SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN
JAUH**

(Studi Kasus: Kota Kupang)

Oleh: Beatriz Maria Elsyenora Mamo
Dosen Pembimbing 1: Silvester Sari Sai, ST., MT
Dosen Pembimbing 2: Feny Arafah, ST., MT

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang memiliki intensitas bencana alam yang cukup tinggi di antaranya adalah badai. Seperti kasus yang baru saja terjadi yaitu siklon tropis seroja. Bencana alam ini melanda Nusa Tenggara Timur pada bulan April 2021 dan meluluhlantakan setidaknya 10 kabupaten dan 1 kota. Salah satu wilayah terdampak terjadinya badai seroja adalah Kota Kupang. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk menganalisis perubahan garis pantai dan tutupan lahan akibat badai seroja.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini ada dua metode. Metode yang pertama adalah *Normalized Difference Wetness Index*, Sedangkan untuk perubahan tutupan lahan menggunakan metode *Supervised Clasification*. karena metode ini adalah metode terbaik walaupun membutuhkan waktu yang cukup lama. Sedangkan untuk perubahan tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Clasification*). Untuk data citra satelit menggunakan satelit sentinel-2 karena resolusi spasialnya bisa mencapai 10 meter sehingga dapat menunjukkan sebaran suatu objek di atas permukaan bumi dengan jelas (Rosyidy, 2019). Dari permasalahan akibat badai seroja yakni angin kencang, hujan lebat, banjir, tanah longsor, dan gelombang pasang, yang mengakibatkan rusaknya infrastruktur serta membawa fenomena baru yaitu munculnya pulau berbatu dan danau baru sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi perubahan tutupan lahan dan garis pantai di Kota Kupang.

Hasil dari penelitian ini adalah, perubahan tutupan lahan terjadi perubahan luasan pada kelas-kelas tutupan lahan yang telah diinterpretasi dan kelas tutupan lahan yang paling terpengaruh adalah embung dengan luasan 4,831 ha menjadi 9,221 ha. Berdasarkan presentase kelas tutupan lahan diatas pada tahun 2020 dan tahun 2021 dapat kita analisis perubahan tutupan lahan terjadi perubahan luasan pada kelas-kelas tutupan lahan yang telah diinterpretasi yaitu embung dengan luasan 4,831 ha menjadi 9,221 ha, hutan dengan luasan 2278,12 ha menjadi 1331,98 ha, hutan mangrove dengan luasan 26,309 ha menjadi 17,843 ha, lahan terbangun dengan luasan 3072,25 ha menjadi 3865,76 ha, padang rumput dengan luasan 874,661 ha menjadi 812,468 ha, sawah dengan luasan 3369,5 ha menjadi 2314,42 ha, semak-semak dengan luasan 2611,66 ha menjadi 4072,64 ha, dan tanah kosong dengan luasan 1812,36 ha menjadi 2835,54 ha, sedangkan perubahan garis pantai akibat badai seroja di Kota yaitu perubahan terbanyak adalah akresi dengan luasan 13167,511 m² dan abrasi hanya 81,066 m² serta perubahan panjang garis pantai pada tahun 2020 adalah 21529,155 m dan pada tahun 2021 adalah 21460,579 m.

Kata kunci: badai seroja, *Normalized Difference Wetness Index (NDWI)*, *Supervised Clasification*, tutupan lahan, garis pantai.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Beatriz Maria Elsyenora Mamo

NIM : 17.25.068

Program Studi : Teknik Geodesi

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan Yang Sesungguhnya Bahwa Skripsi Saya Yang Berjudul:

**“ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PERUBAHAN TUTUPAN
LAHAN AKIBAT BADAI SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN
JAUH (*Studi Kasus: Kota Kupang*)”**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak dan menduplikat serta tidak mengutip hasil karya orang lain kecuali disebut sumbernya.

Malang, September 2022

**Beatriz Maria Elsyenora Mamo
NIM 17.25.068**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan kepada Bunda Maria atas terkabulnya novena 3x Salam Maria sehingga telah diselesaikannya penyusunan skripsi ini dengan semua perjalanan panjang dalam penyusunannya penulis mempersembahkannya kepada kedua orangtua Bapak Yacobus Mamo dan Mama Regina Lodo yang selalu memberi semangat, doa dan cinta bagi penulis. Kaka Alvin, Adik Widia dan Adik Christin yang juga memberikan semangat dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan di Malang. Serta kepada Om Hendrik yang telah bersusah payah membantu mencari data skripsi saya.

Penulis juga ingin berterimakasih kepada teman-teman dan saudara-saudara yang penulis temui di Malang, terkhususnya kepada saudari Yuni yang mau berjuang bersama-sama menyelesaikan skripsi walau banyak masalah yang datang, kepada saudari Nadira yang selalu ada dari maba, sodara Mesak dan Vandri yang sama-sama dari KP, sodara/i Fani, Godlif, dan Erson yang yang selalu berikan semangat dengan janji ke bedengan, bantuan, dan dukungan selama skripsi, untuk Kopi Studio yang menjadi tempat kita sama-sama kerja skripsi. Untuk teman-teman saya yang di Kupang (untuk grup BF dan grup GC), untuk Angel yang telah membantu dan menemani saat pengambilan data di Kupang. Untuk teman-teman kosan Ibu Darmi, teman-teman angkatan 17, dan teman-teman Avengers terimakasih selalu kasih semangat dan mendengar keluh kesah penulis saat menyusun skripsi.

Terimakasih juga kepada bapak dan ibu dosen pembimbing saya pak Silvester Sari Sai dan ibu Feni Arafah yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi penulis, baik dukungan dan bibimbingan dalam menyelesaikan skripsi. Terimakasih juga untuk mas hery yang banyak membantu selama skripsi ini.

Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I recive.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat penyertaannya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi dengan Judul “ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN AKIBAT BADAI SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH (Studi Kasus: Kota Kupang)”. Penulisan skripsi ini dimaksudkan dengan tujuan memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Jenjang Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan adanya dukungan dan bantuan dari pihak-pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang serta selaku sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membantu mengarahkan dan memberikan masukan serta semangat dalam proses penyusunan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik..
2. Ibu Feny Arafah, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu, mngarahkan, memberi semangat dan dukungan serta motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai dengan baik.
3. Bapak dan ibu staf pengajar serta staf karyawan di Program Studi Teknik Geodesi atas bimbingan serta bantuan yang diberikan selama masa pendidikan.
4. Orang tua, kaka, adik dan keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan semangat serta doa bagi penulis selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman Teknik Geodesi angkatan 2017 yang selalu kompak dan selalu memberikan dukungan dan semangat.

6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan saran masukan serta motivasi hingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penyusunan Skripsi ini yang jauh dari kata sempurna. Olehkarena itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran dan masukan yang membangun kedepannya. Akhir kata penulis sangat berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat secara khusus bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Malang, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI..... | ii |
| BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | vi |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xviii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Rumusan Masalah | 2 |
| I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian..... | 3 |
| I.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| I.5. Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II..... | 5 |
| DASAR TEORI | 5 |
| II.1. Badai Seroja | 5 |
| II.2. Tutupan Lahan..... | 8 |
| II.3. Garis Pantai | 11 |
| II.5.1. Definisi Garis Pantai | 11 |
| II.5.2. Penentuan Garis Pantai Menggunakan Penginderaan Jauh | 14 |
| II.5.3. Pasang surut | 15 |
| II.4. Tata Cara Penentuan Garis Pantai | 18 |
| II.5. Datum Vertikal | 19 |
| II.5.1. Permukaan Laut Rata – rata atau <i>Mean Sea Level</i> (MSL) | 20 |
| II.5.2. Interpolasi Kontur | 20 |

| | | |
|----------------------------|---|----|
| II.6. | Penginderaan Jauh | 22 |
| II.7. | Citra Sentinel-2..... | 24 |
| II.8. | Koreksi Atmosferik | 27 |
| II.9. | Koreksi Garis Pantai..... | 28 |
| II.10. | Klasifikasi multispektral (<i>Image Classification</i>) | 28 |
| II.11. | Algoritma NDWI (<i>Normalized Difference Water Index</i>) | 30 |
| II.12. | Uji Akurasi Tutupan Lahan | 32 |
| II.13. | <i>Crooping</i> / Pemotongan Citra..... | 34 |
| II.14. | Mosaik / Pengabungan Citra..... | 35 |
| II.15. | Peta..... | 35 |
| II.16. | Penelitian Terdahulu | 39 |
| BAB III | | 42 |
| METODOLOGI PENELITIAN..... | | 42 |
| III.1. | Lokasi Penelitian..... | 42 |
| III.2. | Bahan dan Peralatan Penelitan..... | 43 |
| III.2.1 | Bahan penelitian..... | 43 |
| III.2.2 | Peralatan penelitian | 43 |
| III.3. | Diagram Alir | 45 |
| III.4. | Pengolahan Data | 49 |
| III.5.1. | Pengolahan data citra Sentinel-2..... | 49 |
| III.5.2. | Pengolahan data pasang surut | 62 |
| III.5.3. | Pengolahan Data Garis Pantai..... | 64 |
| III.5.4. | Analisis <i>Digital Shoreline Analysis System (DSAS)</i> | 80 |
| BAB IV | | 85 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 85 |
| IV.1. | Hasil Tutupan Lahan..... | 85 |
| IV.1.1. | Tutupan lahan Kota Kupang Tahun 2020 | 85 |
| IV.1.2. | Tutupan lahan Kota Kupang tahun 2021 | 87 |
| IV.1.3. | Hasil tutupan lahan per Kecamatan tahun 2020..... | 88 |
| IV.1.4. | Hasil tutupan lahan tahun 2021 | 98 |

| | | |
|----------------------|--|-----|
| IV.2. | Analisis perubahan tutupan lahan | 107 |
| IV.3. | Hasil Peta Tutupan Lahan..... | 109 |
| IV.4. | Hasil Uji Akurasi (Validasi Lapangan) | 110 |
| IV.5. | Analisis Perubahan Garis Pantai..... | 115 |
| IV.5.1 | Perubahan luasan garis pantai | 116 |
| IV.5.2 | Analisis perubahan panjang garis pantai..... | 118 |
| IV.6. | Hasil Peta Garis Pantai | 119 |
| BAB V | | 122 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 122 |
| V.1. | Kesimpulan..... | 122 |
| V.2. | Saran..... | 123 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 124 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Bibit siklon tropis | 6 |
| Gambar 2. 2 Siklon tropis seroja dilihat dari citra satelit | 6 |
| Gambar 2. 3 Contoh penetapan domain dan proksi dalam pengekstrasian | 13 |
| Gambar 2. 4 Variasi kedudukan garis pantai akibat adanya pasang surut | 16 |
| Gambar 2. 5 Sistem Penginderaan Jauh | 23 |
| Gambar 2. 6 Tampilan Skema Pesawat Luar Angkasa Sentinel-2 | 25 |
| Gambar 2. 7 Skema proses koreksi data | 27 |
| Gambar 2. 8 Contoh metode NDWI | 32 |
| Gambar 2. 9 Matriks Kesalahan | 33 |
| Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian | 42 |
| Gambar 3. 2 Rumus koreksi atmosfer di sen2cor | 49 |
| Gambar 3. 3 Proses koreksi atmosfer..... | 49 |
| Gambar 3. 4 Hasil koreksi atmosfer..... | 50 |
| Gambar 3. 5 Citra terkoreksi format tiff | 50 |
| Gambar 3. 6 Pilih data band..... | 51 |
| Gambar 3. 7 Proses <i>layer stacking</i> | 51 |
| Gambar 3. 8 Hasil <i>layer stacking</i> | 51 |
| Gambar 3. 9 ENVI classic..... | 52 |
| Gambar 3. 10 Data <i>layer stacking</i> | 52 |
| Gambar 3. 11 <i>Natural color</i> | 52 |
| Gambar 3. 12 <i>Import vektor files parameters</i> | 53 |
| Gambar 3. 13 Tempat penyimpanan | 53 |
| Gambar 3. 14 Batas administrasi | 54 |
| Gambar 3. 15 <i>Display #1</i> | 54 |
| Gambar 3. 16 <i>Export ke ROIs</i> | 54 |
| Gambar 3. 17 <i>Input file</i> | 55 |
| Gambar 3. 18 Pilih data yang akan di ROI | 55 |
| Gambar 3. 19 Proses ROI..... | 55 |
| Gambar 3. 20 Data hasil ROI..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 21 Hasil <i>Crooping</i> | 56 |
| Gambar 3. 22 <i>Load band 4,3,2</i> | 57 |
| Gambar 3. 23 Interpretasi citra..... | 57 |
| Gambar 3. 24 <i>Maximum likelihood</i> | 58 |
| Gambar 3. 25 Item yang telah di klasifikasi | 58 |
| Gambar 3. 26 Proses pengklasan | 58 |
| Gambar 3. 27 Data hasil klasifikasi | 59 |
| Gambar 3. 28 Hasil klasifikasi | 59 |
| Gambar 3. 29 Citra yang telah diklasifikasi..... | 60 |
| Gambar 3. 30 <i>raster to vector</i> | 60 |
| Gambar 3. 31 Pilih tempat penyimpanan | 61 |
| Gambar 3. 32 Proses | 61 |
| Gambar 3. 33 File EVF | 61 |
| Gambar 3. 34 Mengubah file EVF ke File SHP | 62 |
| Gambar 3. 35 Hasil SHP klasifikasi <i>supervised</i> | 62 |
| Gambar 3. 36 Data pasang surut | 63 |
| Gambar 3. 37 Data dalam Cm..... | 63 |
| Gambar 3. 38 Metode <i>admiralty</i> | 64 |
| Gambar 3. 39 Hasil Pasang Surut | 64 |
| Gambar 3. 40 Min max Citra 2020 | 64 |
| Gambar 3. 41 Min max Citra 2021 | 65 |
| Gambar 3. 42 File <i>layer stacking</i> | 65 |
| Gambar 3. 43 Rumus reflektan | 65 |
| Gambar 3. 44 Pilih file yang akan direflektan | 66 |
| Gambar 3. 45 Proses reflectan | 66 |
| Gambar 3. 46 Hasil min dan max citra 2020 | 66 |
| Gambar 3. 47 Hasil min dan max citra 2021 | 67 |
| Gambar 3. 48 Rumus NDWI..... | 67 |
| Gambar 3. 49 Pilih band 3(<i>green</i>) dan 8(NIR) | 67 |
| Gambar 3. 50 Proses NDWI | 68 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 51 Min dan max citra 2020 | 68 |
| Gambar 3. 52 Min dan max citra 2021 | 68 |
| Gambar 3. 53 Hasil NDWI citra 2020 | 69 |
| Gambar 3. 54 Hasil NDWI citra 2021 | 69 |
| Gambar 3. 55 Citra yang telah diklaskan | 70 |
| Gambar 3. 56 <i>raster to vector</i> | 70 |
| Gambar 3. 57 Pilih tempat penyimpanan | 70 |
| Gambar 3. 58 Proses <i>raster to vector</i> | 71 |
| Gambar 3. 59 File EVF | 71 |
| Gambar 3. 60 Tempat penyimpanan File SHP | 71 |
| Gambar 3. 61 Hasil SHP NDWI | 72 |
| Gambar 3. 62 Peta LPI teretrikasi | 72 |
| Gambar 3. 63 Digitasi kontur | 72 |
| Gambar 3. 64 Hasil digitasi kontur | 73 |
| Gambar 3. 65 Buka file NDWI | 73 |
| Gambar 3. 66 Digitasi batas air dan darat | 73 |
| Gambar 3. 67 Hasil Digitasi batas air dan darat | 74 |
| Gambar 3. 68 Garis NDWI | 74 |
| Gambar 3. 69 <i>Input features</i> | 75 |
| Gambar 3. 70 Hasil <i>generalization</i> | 75 |
| Gambar 3. 71 Tampilan aplikasi <i>surfer</i> | 75 |
| Gambar 3. 72 Data koordinat | 76 |
| Gambar 3. 73 Simpan data | 76 |
| Gambar 3. 74 Buka data | 76 |
| Gambar 3. 75 Pilih metode | 77 |
| Gambar 3. 76 Proses <i>griding</i> | 77 |
| Gambar 3. 77 <i>Grid data report 1</i> | 77 |
| Gambar 3. 78 <i>Grid data report 2</i> | 78 |
| Gambar 3. 79 Hasil <i>interpolasi</i> | 78 |
| Gambar 3. 80 Dimasukkan di <i>Arcgis</i> | 79 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 81 Hasil garis pantai..... | 79 |
| Gambar 3. 82 <i>Geodatabase</i> | 80 |
| Gambar 3. 83 <i>feature class</i> untuk <i>shoreline</i> | 80 |
| Gambar 3. 84 <i>feature class</i> untuk <i>baseline</i> | 80 |
| Gambar 3. 85 <i>Baseline</i> | 81 |
| Gambar 3. 86 <i>Baseline</i> ditarik kearah darat | 81 |
| Gambar 3. 87 <i>Shoreline</i> | 81 |
| Gambar 3. 88 <i>Attribute automator</i> | 82 |
| Gambar 3. 89 <i>Baseline settings</i> | 82 |
| Gambar 3. 90 <i>Shoreline settings</i> | 82 |
| Gambar 3. 91 <i>Metadata settings</i> | 83 |
| Gambar 3. 92 <i>Cast transect</i> | 83 |
| Gambar 3. 93 Hasil transect | 83 |
| Gambar 3. 94 Calculate rates | 84 |
| Gambar 3. 95 DSAS data visualization..... | 84 |
| Gambar 3. 96 Hasil <i>clip</i> | 84 |
| Gambar 4. 1 Klasifikasi tutupan lahan Kota Kupang tahun 2020..... | 85 |
| Gambar 4. 2 Diagram pie Kota Kupang tahun 2020..... | 86 |
| Gambar 4. 3 Klasifikasi tutupan lahan Kota Kupang tahun 2021..... | 87 |
| Gambar 4. 4 Diagram pie Kota Kupang tahun 2021..... | 88 |
| Gambar 4. 5 Hasil klasifikasi Kecamatan Alak tahun 2020 | 89 |
| Gambar 4. 6 Diagram pie Kecamatan Alak tahun 2020 | 90 |
| Gambar 4. 7 Hasil klasifikasi Kecamatan Kelapa Lima tahun 2020 | 90 |
| Gambar 4. 8 Diagram pie Kecamatan Kelapa Lima tahun 2020 | 91 |
| Gambar 4. 9 Hasil klasifikasi Kecamatan Kota Lama tahun 2020 | 92 |
| Gambar 4. 10 Diagram pie Kecamatan Kota Lama tahun 2020 | 93 |
| Gambar 4. 11 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Raja tahun 2020..... | 93 |
| Gambar 4. 12 Diagram pie Kecamatan Kota Raja tahun 2020..... | 94 |
| Gambar 4. 13 Hasil klasifikasi Kecamatan Maulafa tahun 2020..... | 95 |
| Gambar 4. 14 Diagram pie Kecamatan Maulafa tahun 2020..... | 96 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 15 Hasil klasifikasi Kecamatan Oebobo tahun 2020 | 96 |
| Gambar 4. 16 Diagram pie Kecamatan Oebobo tahun 2020 | 97 |
| Gambar 4. 17 Hasil klasifikasi Kecamatan Alak tahun 2021 | 98 |
| Gambar 4. 18 Diagram pie Kecamatan Alak tahun 2021 | 99 |
| Gambar 4. 19 Hasil klasifikasi Kecamatan Kelapa Lima tahun 2021 | 99 |
| Gambar 4. 20 Diagram pie Kecamatan Kelapa Lima tahun 2021 | 100 |
| Gambar 4. 21 Hasil klasifikasi Kecamatan Kota Lama tahun 2021 | 101 |
| Gambar 4. 22 Diagram pie Kecamatan Kota Lama tahun 2021 | 102 |
| Gambar 4. 23 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Raja tahun 2021 | 102 |
| Gambar 4. 24 Diagram pie Kecamatan Kota Raja tahun 2021 | 103 |
| Gambar 4. 25 Hasil klasifikasi Kecamatan Maulafa tahun 2021 | 104 |
| Gambar 4. 26 Diagram pie Kecamatan Maulafa tahun 2021 | 105 |
| Gambar 4. 27 Hasil klasifikasi Kecamatan Oebobo tahun 2021 | 105 |
| Gambar 4. 28 Diagram pie Kecamatan Oebobo tahun 2021 | 106 |
| Gambar 4. 29 Diagram perubahan tutupan lahan Kota Kupang | 107 |
| Gambar 4. 30 Hasil Peta Tutupan Lahan tahun 2020 | 109 |
| Gambar 4. 31 Hasil Peta Tutupan Lahan tahun 2021 | 109 |
| Gambar 4. 32 Hasil NDWI citra 2020 | 113 |
| Gambar 4. 33 Hasil NDWI citra 2021 | 114 |
| Gambar 4. 34 Hasil Digitasi batas air dan darat..... | 114 |
| Gambar 4. 35 Analisis DSAS..... | 117 |
| Gambar 4. 36 Peta Garis Pantai tahun 2020 | 119 |
| Gambar 4. 37 Peta Garis Pantai tahun 2021 | 120 |
| Gambar 4. 38 Hasil Peta perubahan garis pantai Kota Kupang Tahun 2020-2021 .. | 120 |
| Gambar 4. 39 Hasil Peta perubahan garis pantai Kota Kupang Tahun 2020-2021 .. | 121 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 2. 1 Kelas Tutupan Lahan Pada Tingkat I dan tingkat II menurut USGS..... | 9 |
| Tabel 4. 1 Klasifikasi tutupan lahan Kota Kupang tahun 2020 | 86 |
| Tabel 4. 2 Klasifikasi tutupan lahan Kota Kupang tahun 2021 | 87 |
| Tabel 4. 3 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Alak tahun 2020..... | 89 |
| Tabel 4. 4 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kelapa Lima tahun 2020..... | 91 |
| Tabel 4. 5 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Lama tahun 2020..... | 92 |
| Tabel 4. 6 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Raja tahun 2020..... | 94 |
| Tabel 4. 7 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Maulafa tahun 2020 | 95 |
| Tabel 4. 8 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Oebobo tahun 2020..... | 97 |
| Tabel 4. 9 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Alak tahun 2021 | 98 |
| Tabel 4. 10 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kelapa Lima tahun 2021 | 100 |
| Tabel 4. 11 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Lama tahun 2021 | 101 |
| Tabel 4. 12 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Kota Raja tahun 2021..... | 103 |
| Tabel 4. 13 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Maulafa tahun 2021 | 104 |
| Tabel 4. 14 Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Oebobo tahun 2021 | 106 |
| Tabel 4. 15 Tabel perubahan luasan..... | 107 |
| Tabel 4. 16 Perubahan luasan embung..... | 108 |
| Tabel 4. 17 Validasi Lapangan..... | 110 |
| Tabel 4. 18 Matriks confusion | 111 |
| Tabel 4. 19 Analisis perubahan garis pantai | 118 |