

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KECAMATAN LABUHAN
MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
PERIODE 2014 - 2024**

(Skripsi)

**Oleh
Nito Nur Hatta
2015071021**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KECAMATAN LABUHAN
MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
PERIODE 2014 – 2024**

**Oleh
Nito Nur Hatta**

**Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

**Pada
Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRAK

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR PERIODE 2014 - 2024

Oleh

Nito Nur Hatta

Indonesia diperkirakan memiliki wilayah garis pantai sepanjang 108.000 kilometer. Keadaan pesisir pantai berubah seiring dengan waktu dan perubahan kondisi alam. Di sekitar kawasan Labuhan Maringgai, terjadi abrasi yang cukup parah, diduga disebabkan oleh pengaruh gelombang laut dan pertumbuhan *mangrove*. Pemantauan perubahan garis pantai dilakukan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. Metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung perubahan garis pantai yaitu NSM (*Net Shoreline Movement*), untuk menghitung laju perubahan garis pantai menggunakan metode EPR (*End Point Rate*), dan metode perhitungan untuk prediksi perubahan garis pantai yaitu LRR (*Linear Regression Rate*). Berdasarkan hasil penelitian, perubahan abrasi tertinggi terjadi di Desa Srimosari Kecamatan Labuhan Maringgai dengan rata-rata perubahan mencapai 817,4 m dalam waktu 10 tahun dengan rata-rata laju perubahan 80,94 m/tahun. Sedangkan untuk tingkat akresi tertinggi terjadi juga di Desa Srimosari Kecamatan Labuhan Maringgai dengan rata-rata perubahan mencapai 808,6 meter dalam waktu 10 tahun dengan rata-rata laju perubahan sebesar 80,08 m/tahun. Faktor utama penyebab abrasi yaitu pasang surut air laut sedangkan akresi terjadi karena pertumbuhan tanaman *mangrove*.

Kata kunci : DSAS, perubahan garis pantai, NSM, EPR, LRR.

ABSTRACT

ANALYSIS OF COASTLINE CHANGES IN LABUHAN MARINGGAI DISTRICT, EAST LAMPUNG REGENCY PERIOD 2014 – 2024

By

Nito Nur Hatta

Indonesia is estimated to have a coastline area of 108,000 kilometers. The condition of the coast changes with time and changes in natural conditions. Around the Labuhan Maringgai area, there was quite severe abrasion, allegedly caused by the influence of sea waves and mangrove growth. Monitoring of coastline changes is carried out using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method. The calculation method used to calculate coastline change is NSM (Net Shoreline Movement), to calculate the rate of coastline change using the EPR (End Point Rate) method, and the calculation method for predicting coastline change is LRR (Linear Regression Rate). Based on the results of the study, the highest abrasion change occurred in Srimosari Village, Labuhan Maringgai District with an average change of 817.4 m within 10 years with an average change rate of 80.94 m/year. Meanwhile, the highest level of appreciation also occurred in Srimosari Village, Labuhan Maringgai District with an average change of 808.6 meters within 10 years with an average rate of change of 80.08 m/year. The main factor causing abrasion is the tides of seawater, while accretion occurs due to the growth of mangrove plants.

Keywords : DSAS, shoreline change, NSM, EPR, LRR.

Judul skripsi : ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI
KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI
LAMPUNG TIMUR PERIODE 2014-2024.

Nama Mahasiswa : Nito Nur Hatta

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015071021

Program Studi : Teknik Geodesi

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 1



Ir. Ahmad Zakaria, M. T., Ph.D.
NIP. 196705141993031002



Dr. Suyadi, S.T., M. T.
NIP. 197412252005011003

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

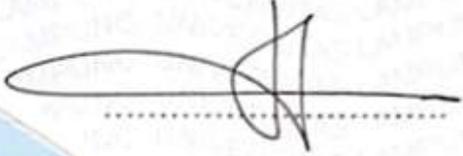


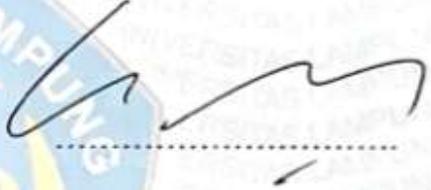
Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM
NIP. 196410121992031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Ahmad Zakaria, M. T., Ph.D. 

Sekretaris : Dr. Suyadi, S.T., M. T. 

Anggota : Eko Rahmadi, S.T., M.T. 



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ing. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. ✓
NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 03 Februari 2025

PERNYATAAN MAHASISWA

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Labuhan Meringgai Lampung Timur Periode 2014-2024” ini adalah hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi tentang karya yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis sebagai kutipan atau acuan dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah pada umumnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dalam tekanan maupun keterpaksaan dan saya bersedia menanggung segala akibat yang ada, apabila pernyataan ini tidak benar.

Bandar Lampung, Januari 2025



Nito Nur Hatta
NPM. 2015071021

RIWAYAT HIDUP



Nito Nur Hatta dilahirkan di GPM pada tanggal 12 Agustus 2002 anak kedua dari dua bersaudara sebagai buah kasih dari pasangan Ayahanda Yudarto dengan Ibunda Samsiyah. Jenjang akademis penulis dimulai dengan menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak – Kanak pada TK GPM pada tahun 2008, Sekolah Dasar (SD) Swasta 1 Gula Putih Mataram Kec. Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Gula Putih Mataram Kec. Bandar Mataram Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2017 dan menamatkan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Punggur Kec. Punggur tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) Universitas Lampung dengan jalur SNMPTN dan dinyatakan lulus pada Prodi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Semasa menjadi mahasiswa penulis menjadi anggota aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (Himages) fakultas Teknik. Pada bulan Januari 2023 penulis melaksanakan kegiatan Kemah Kerja di Natar Induk Kec. Natar selama 20 hari. Kemudian pada bulan Juni 2023 penulis Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sridadi, Kec. Kalirejo. Masih pada tahun yang sama pada bulan Agustus 2023 penulis juga melaksanakan Kerja Praktik di PT. Nindya Karya pada proyek Pembangunan Jalan Tol Bayung Lencir-Tempino Seksi 2 Yang berlokasi di perbatasan Palembang-Jambi selama tiga bulan. Kemudian pada bulan Juni 2024 penulis melaksanakan Tugas akhir.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan begitu banyak nikmat, rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga aku bisa menyelesaikan karya kecil ini dengan penuh perjuangan serta pengorbanan. Aku persembahkan karya ini dengan tulus dari hati yang paling dalam kepada orang-orang spesial di hidupku.

“Orang Tuaku yang tanpa lelah dengan penuh kasih sayang memanjatkan doa yang luar biasa untuk anaknya agar mencapai keberhasilan dan kesuksesan, serta memberikan dukungan yang tiada hentinya. Terimakasih atas pengorbanan dan kerja keras dalam mendidik dan membesarkanku.”

“Kepada kakak yang selalu memberi nasehat dan doa. Terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepadaku.”

“Bapak Ibu Dosen Pembimbing, Penguji, Pengajar, dan Staff yang telah meluangkan waktunya, memberikan arahan, motivasi, serta dukungan kepada penulis dengan ikhlas.”

MOTO

وَالَّذِينَ جَاهَدُوا فِينَا لَنَهْدِيَنَّهُمْ سُبُلَنَا وَإِنَّ اللَّهَ لَمَعَ الْمُحْسِنِينَ

"Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh (berjuang) di jalan Kami, pasti akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami.

Dan sungguh, Allah beserta orang-orang yang berbuat baik."

{ Surah Al-Ankabut (29:69) }

"Tidak ada dua hal yang digabungkan lebih baik daripada pengetahuan dan kesabaran."

(Nabi Muhammad SAW)

“Kedermawanan adalah kunci untuk kebahagiaan sejati”

(Al-Khawarizmi)

“Tetaplah bersujud sebelum meskipun keinginanmu belum terwujud,
tetaplah Sholat walaupun kamu pendosa hebat”

SANWACANA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang memberikan nikmat, anugerah, dan bimbingan-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur Periode 2014 - 2024”**. Skripsi yang disusun ini memiliki tujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir Program Strata 1 di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, diantaranya:

1. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, IR., M.T., PH.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, ilmu, serta masukan dan saran yang telah bapak berikan.
3. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah mengarahkan dan membimbing, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan selama penelitian berlangsung hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T. M.T. selaku dosen penguji skripsi, terima kasih atas kritik dan saran yang bapak sampaikan, sehingga dapat menjadi masukan serta membantu saya guna menyelesaikan penelitian laporan dan skripsi ini.

5. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan penelitian ini baik dalam proses pengambilan data maupun pengolahan data penelitian ini.
6. Kepada orang tua, Ibuku Samsiyah yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun material dan selalu memberikan dorongan dari awal perkuliahan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada Kakakku Hydra dan Syahrul yang selalu memotivasiku serta selalu memberi dukungan materil dan moral dari awal hingga akhir perkuliahan ini.
8. Pemilik NPM 2051020384 yang selalu kebersamai di masa perkuliahan, selalu menjadi teman cerita dan menemani dalam berbagai kondisi baik dalam keadaan susah maupun senang.
9. Mabes Ceria, Ijri, Nikolas, Bima, Vickri, Agung, Aldi, Tomy, Wiqsal, Gilang, Qoys, Zein, dan Ardani yang menjadi tempat diskusi dan selalu menginfokan kegiatan di masa-masa akhir perkuliahan.
10. Teman-teman seperjuangan, angkatan 2020 yang lainnya tidak dapat disebutkan satu persatu. Sukses selalu untuk kita angkatan 2020.
11. Almamater tercinta yang telah mendewasakanku dalam berfikir bertindak untuk hal apapun, dan semua pihak yang mungkin tidak disebutkan dan telah membantu sampai titik ini.

Semoga Skripsi ini dapat menjadi sumber referensi untuk meningkatkan pengetahuan bagi pembaca. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam pelaksanaan dan penulisan laporan.

Bandar Lampung, Januari 2025

Nito Nur Hatta

201507102

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Parameter Perubahan Garis Pantai	8
2.3 Landasan Konseptual	13
2.3.1 Pantai.....	14
2.3.2 Abrasi	15
2.3.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)	16
2.3.4 Citra Landsat-8.....	19
2.3.5 <i>Composite Band</i> Untuk Digitasi Garis Pantai	22
2.3.6 Koreksi Radiometrik dan Koreksi Atmosferik.....	22
2.3.7 Kerangka Konseptual	23
III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Pelaksanaan Penelitian	25

3.3.1 Tahap Persiapan.....	27
3.3.2 Tahap Pengolahan	30
3.3.3 Tahap Analisis	41
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Perubahan Garis Pantai.....	47
4.2 Analisis Perubahan Garis Pantai	49
4.2.1 <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM)	49
4.2.2 <i>End Point Rate</i> (EPR)	54
4.2.3 <i>Linear Regression Rate</i> (LRR).....	59
4.3 Pasang Surut Air Laut	64
4.4 Hutan <i>Mangrove</i>	70
4.5 Validasi Model Garis Pantai Dengan Data <i>Existing</i>	76
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan formzahl.....	10
2. Band pada instrumen OLI.....	20
3. Band pada instrumen TIRS.....	21
4. Data pasang surut air laut tahun 2014.....	29
5. Data pasang surut air laut tahun 2016.....	30
6. Hasil perhitungan pada DSAS.....	40
7. Luas perubahan tahun 2014-2024.....	44
8. Nilai LR2 dan LRR.....	44
9. Perbandingan data model dengan data <i>existing</i>	46
10. Hasil perhitungan NSM garis pantai tahun 2014 dengan 2024.....	49
11. Nilai rata-rata perhitungan NSM.....	54
12. Hasil Perhitungan EPR garis pantai tahun 2014 hingga 2024.....	54
13. Nilai rata-rata perhitungan EPR.....	59
14. Hasil perhitungan LRR garis pantai tahun 2014 hingga 2024.....	59
15. Nilai rata-rata perhitungan LRR.....	64
16. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Agustus 2014.....	64
17. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Juni 2016.....	65
18. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Maret 2018.....	66
19. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Oktober 2020.....	67
20. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan Juni 2022.....	68
21. Hasil perhitungan <i>admiralty</i> bulan September 2024.....	69
22. Validasi data model dengan data <i>existing</i>	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hutan mangrove di Desa Margasari.....	11
2. Definisi Pantai Secara Teknis.....	14
3. <i>Baseline, Shoreline, Transect</i>	17
4. Tampilan Web <i>Earthexplorer</i> (USGS).....	20
5. Kerangka Konseptual.....	23
6. Lokasi penelitian.....	24
7. Diagram Alir Penelitian.....	27
8. Citra Landsat-8 tahun 2014.....	28
9. Citra Landsat-8 tahun 2016.....	29
10. Citra sebelum dikoreksi.....	31
11. Citra setelah dikoreksi.....	31
12. Proses koreksi radiometrik pada citra.....	32
13. Proses koreksi atmosferik pada citra.....	33
14. Citra sebelum dan sesudah <i>composite</i>	34
15. Hasil digitasi garis pantai tahun 2014.....	34
16. Membuat <i>shapefile</i> baru.....	35
17. <i>Create feature</i> digitasi garis pantai.....	36
18. Membuat <i>personal geodatabase</i>	37
19. Penambahan atribut pada <i>feature class baseline</i>	37
20. <i>Merge</i> garis pantai.....	38
21. Mengatur jarak transek pada DSAS.....	40
22. Grafik pasang surut harian bulan Agustus tahun 2014.....	41
23. <i>Query</i> nilai NSM.....	42
24. Perbandingan antara data model dengan data <i>existing</i>	45
25. Perubahan garis pantai bagian 1.....	47
26. Perubahan garis pantai bagian 2.....	48

27. Perubahan garis pantai bagian 3.....	48
28. Peta hasil perhitungan NSM	51
29. Peta hasil perhitungan NSM bagian 2.....	52
30. Peta hasil perhitungan NSM bagian 3.....	53
31. Peta hasil perhitungan EPR.....	56
32. Peta hasil perhitungan EPR bagian 2	57
33. Peta hasil perhitungan EPR bagian 3	58
34. Peta hasil perhitungan LRR	61
35. Peta hasil perhitungan LRR bagian 2.....	62
36. Peta hasil perhitungan LRR bagian 3.....	63
37. Grafik pasang surut Agustus 2014	65
38. Grafik pasang surut Juni 2016	66
39. Grafik pasang surut maret 2018	66
40. Grafik pasang surut Oktober 2020	67
41. Grafik pasang surut Juni 2022	68
42. Grafik pasang surut September 2024	69
43. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2014.....	71
44. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2016.....	72
45. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2018.....	73
46. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2020.....	74
47. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2022.....	75
48. Area hutan <i>mangrove</i> tahun 2024.....	76
49. Grafik luas kawasan <i>mangrove</i>	77

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia diperkirakan memiliki wilayah garis pantai sepanjang 108.000 kilometer (Ginting & Faristyawan, 2020). Keadaan pesisir pantai berubah seiring dengan waktu dan perubahan kondisi alam. Ini terutama berlaku untuk garis pantai yang semakin mendekati pemukiman (Mariana, 2018). Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti erosi pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai atau tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai.

Perubahan garis pantai merupakan suatu proses terus-menerus melalui berbagai proses alami di pantai yang meliputi pergerakan sedimen, arus menyusur pantai (*longshore current*), aksi gelombang permukaan laut dan penggunaan lahan (Yudistira et al., 2023). Kerusakan lingkungan yang terjadi di pantai adalah abrasi suatu proses pelepasan energi balik gelombang laut kearah daratan, menghempas daerah pinggir pantai, kemudian menghanyutkan “rombakan tanah” sepanjang lereng pantai dan akhirnya di endapkan di laut. Kejadian ini telah terjadi pada wilayah Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.

Menurut Mulia Purba, (2003) wilayah pesisir Lampung Timur merupakan pantai yang memiliki material berupa pasir berlumpur. Daerah ini memiliki perairan

dangkal dengan dasar laut yang berlereng landai, serta terdapat banyak sungai yang bermuara, membawa sedimen yang mengalir ke pantai. Akibat dari kondisi tersebut, wilayah pantai timur mengalami pertambahan ke arah laut dalam kurun waktu geologi yang terbaru. Garis pantai di Lampung Timur mengalami perubahan akibat proses abrasi dan akresi (Mulia Purba, 2003).

Menurut Pariwono, n.d. (1999) Di sekitar kawasan Labuhan Maringgai, terjadi abrasi yang cukup parah, diduga disebabkan oleh pengaruh gelombang laut serta musim yang berlangsung di wilayah Lampung Timur. Informasi mengenai perubahan garis pantai sangat krusial, terutama dalam penyusunan rencana pengelolaan wilayah pesisir, upaya mitigasi bencana, penelitian tentang abrasi dan akresi, serta dalam melakukan analisis dan pemodelan morfodinamik pantai. Pemantauan perubahan garis pantai dapat dilakukan melalui analisis penginderaan jauh menggunakan data citra satelit, salah satunya adalah citra satelit Landsat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terjadi perubahan garis pantai yang signifikan di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur?
2. Bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi selama kurun waktu 10 tahun terakhir di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur?
3. Bagaimana dampak perubahan garis pantai yang terjadi pada garis pantai di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Menganalisis perubahan garis pantai akibat abrasi dan akresi di Pantai Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur dari tahun 2014 - 2024.

2. Menganalisis perubahan garis pantai yang akan terjadi dari tahun 2024 sampai dengan tahun 2034 berdasarkan data garis pantai 10 tahun sebelumnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan garis pantai di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.
2. Dapat dijadikan referensi sebagai wawasan bahaya abrasi jika tidak adanya penanganan yang dilakukan, dan menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dimasa yang akan datang pada bidang analisis perubahan garis pantai.

1.5 Batasan Masalah

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan dalam penelitian ini adalah memprediksi perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Labuhan Maringgai dari tahun 2024 hingga 2034.
2. Data garis pantai yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari citra Landsat 8 yang bersumber dari United States Geological Service (USGS).
3. *Software* QGIS digunakan untuk koreksi radiometrik dan atmosferik citra Landsat 8.
4. Data pasang surut yang digunakan sebagai parameter bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
5. *Shapefile* (SHP) yang digunakan merupakan SHP Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur tahun 2023 yang bersumber dari BIG (Badan Informasi Geospasial).
6. *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) adalah metode yang digunakan dalam analisis perubahan garis pantai dengan *add-in Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).
7. *Linear Regression Rate* (LRR) adalah metode yang digunakan dalam prediksi perubahan garis pantai dengan *add-in Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).

8. Dalam penelitian ini, data diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 dan *Plugin Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* untuk menghitung perubahan garis pantai.

1.6 Hipotesis

Pada daerah pesisir pantai Kecamatan Labuhan Maringgai yang mempunyai frekuensi pasang surut tinggi akan menyebabkan perubahan garis pantai yang besar di Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilaksanakan tidak terlepas dari penelitian terdahulu yang berkaitan. Dengan penelitian terdahulu, penulis dapat memahami dan menggunakan penelitian sebagai referensi. Beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini adalah :

1. Pemantauan Perubahan Garis Pantai Jangka Panjang Dengan Teknologi Geo-Spasial Di Pesisir Bagian Barat Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Peneliti M. Arif Zainul Fuad, Nena Yunita, Rarasrum D. Kasitowati, Nurin Hidayati, Aida Sartimbul yang menggunakan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS), dengan objek penelitian perubahan garis pantai jangka Panjang kurang lebih 43 tahun pada rentang waktu tahun 1973-2017 dan melakukan prediksi perubahan garis pantai pada tahun mendatang. Hasil analisis menunjukkan bahwa Desa Remen mengalami akresi yang signifikan dengan rata-rata jarak akresi sebesar 323,89 meter dan rata-rata laju akresi sebesar 7,32 meter per tahun, hal tersebut terjadi karena adanya proses distribusi sedimen pada lokasi tersebut. Sebaliknya, Desa Mentosa mengalami abrasi yang cukup parah dengan rata-rata jarak abrasi sebesar 181,90 meter dan rata-rata laju abrasi sebesar 4,11 meter per tahun, abrasi terjadi disebabkan oleh gelombang pasang dan surut air laut yang berhadapan langsung dengan pantai. Prediksi perubahan garis pantai Tahun 2029 mengindikasikan akresi terbesar akan terjadi di Desa Glodonggede dengan perkiraan rata-rata laju akresi sebesar 2,25 m/tahun. Sebaliknya abrasi terbesar akan terjadi di Desa Mentosa dengan perkiraan rata-rata laju abrasi sebesar -4,63 m/tahun.

2. Studi Perubahan Garis Pantai Perairan Teluk Awur Kabupaten Jepara Menggunakan DSAS (Digital Shoreline Analysis System) dari Tahun 2012 Sampai 2021. Peneliti Muh. Lintang Galih Ibrahim, Warsito Atmodjo dan Sugeng Widodo yang menggunakan metode overlay atau tumpang susun, dengan objek penelitian menganalisis perubahan garis pantai Teluk Awur Kabupaten Jepara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa erosi pantai di Teluk Awur masih menjadi masalah utama. Pada kurun waktu 2015-2018, erosi mencapai tingkat terparah dengan nilai NSM negatif sebesar 49,44 meter, yang setara dengan hilangnya daratan seluas 3,435 hektar, hal tersebut dikarenakan terjadinya pasang surut air laut. Di sisi lain, sedimentasi hanya memberikan dampak yang sangat kecil dengan nilai NSM positif maksimal 7,45 meter dan luas area yang sangat terbatas.
3. Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Peneliti Yualita Prasida Ramadhani, Ibnu Praktiko, Chrisna Adhi Suryono yang menggunakan metode *overlay* atau tumpang susun, dengan objek menganalisis tingkat perubahan garis pantai di pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa garis pantai di Kecamatan Sayung mengalami erosi yang signifikan selama periode 2013-2020. Sebanyak 82% dari total perubahan garis pantai merupakan hasil dari proses erosi, sedangkan sisanya (18%) adalah hasil dari sedimentasi. Desa Bedono mengalami erosi terparah dengan total garis pantai yang hilang mencapai 142,81 meter dalam tujuh tahun. Laju erosi rata-rata di wilayah ini cukup tinggi, yaitu 13,08 meter per tahun, sementara laju sedimentasi hanya 8,22 meter per tahun. Kondisi ini mengindikasikan bahwa garis pantai di Kecamatan Sayung semakin terkikis dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat sekitar, seperti kerusakan ekosistem pantai, intrusi air laut, dan ancaman terhadap pemukiman penduduk.
4. Tiga Dekade Laju Perubahan Garis Pantai di Kota Dumai. Peneliti Aras Mulyadi, Rasoel Hamidy, Musrifin, Efriyeldi, Romie Jhonnerie, yang menggunakan metode *Squared Error Clustering Method* (SECM), dengan objek penelitian upaya mengidentifikasi dan menghitung laju perubahan garis

pantai Kota Dumai dari tahun 1990 hingga 2020. Selama periode 1990-2008, garis pantai Kota Dumai mengalami perubahan yang cukup signifikan, baik penambahan maupun pengurangan. Namun, pada dekade terakhir (2008-2020), pengurangan garis pantai atau abrasi menjadi lebih dominan. Rata-rata, Kota Dumai mengalami penambahan daratan (akresi) sebesar 1,17 meter per tahun akibat penggenangan air laut dan transpor sedimen di sepanjang pantai. dan pengurangan daratan (abrasi) sebesar 2,04 meter per tahun akibat naik turunnya muka air laut secara teratur yang mempengaruhi arus di sekitar pantai dan geomorfologi pantai. Secara keseluruhan, Kota Dumai kehilangan daratan seluas 760,20 hektar dan hanya bertambah 60,82 hektar selama periode pengamatan.

5. Studi Perubahan Garis Pantai 2017 – 2021 di Pesisir Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Peneliti Hajar Shofwatul Islam, Agus Anugroho Dwi Suryoputro, Gentur Handoyo, yang menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), dengan objek penelitian memetakan perubahan garis pantai. Kabupaten Batang mengalami perubahan garis pantai yang dinamis, dengan laju abrasi maksimum mencapai 58,22 meter per tahun pada periode 2017-2019 dan 30,74 meter per tahun pada periode 2019-2021, Penyebab abrasi pantai di wilayah ini diasumsikan dari proses alami yaitu gelombang laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut.. Sedangkan penambahan garis pantai atau akresi maksimum dengan jarak perubahan sebesar 40.9 m dan laju perubahan sebesar 20.31 m/tahun. Angin yang cukup kuat dari arah barat laut membuat daerah di sekitar Kecamatan Subah mengalami akresi akibat pola gelombang dan dugaan adanya arus, berperan dalam pengangkutan sedimen mengarah ke Pantai. Meskipun terjadi penambahan luas area akresi sebesar 5.952 hektar pada tahun 2017-2019, namun luas area yang terdampak abrasi jauh lebih besar, yakni 11,453 hektar pada tahun 2019-2021.

2.2 Parameter Perubahan Garis Pantai

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari berbagai faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perubahan garis pantai. Pasang surut air laut merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap dinamika garis pantai.

1. Pasang Surut Air Laut

Gerakan naik turunnya permukaan laut yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara bumi, bulan, dan matahari disebut pasang surut laut. Untuk memahami sifat dan karakteristik pasang surut dibutuhkan data pasang surut yang lengkap, akurat dan bahkan diperlukan pengamatan yang cukup lama. Selain itu, sifat pasang surut yang periodik maka dapat diramalkan dengan mendapatkan nilai - nilai dari komponen - komponen pembentuknya (Dina 'Amalina et al., 2019). Menurut Triadmodjo yang disebutkan dalam (Sasongko, 2014), gaya-gaya pembangkit pasang surut ditimbulkan oleh gaya tarik menarik bumi, bulan dan matahari. Gaya tarik menarik antara bumi dan bulan menjadi satu sistem kesatuan yang berevolusi bersama-sama sekeliling sumbu perputaran bersama (*common axis of revolution*). Gerakan utama matahari dan bulan sangat memengaruhi pembentukan pasang surut air laut, (Sasongko, 2014), yaitu:

- a. Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan memerlukan periode untuk menyelesaikan revolusi itu selama 29,5 hari.
- b. Revolusi bumi terhadap matahari dengan orbitnya berbentuk elips, periode yang diperlukan adalah 365,25 hari.
- c. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri, periode yang diperlukan untuk gerakan ini adalah 24 jam.

Referensi data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari stasiun pasang surut terdekat yang dioperasikan oleh instansi pemerintah seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Metode Admiralty merupakan teknik analisis data pasang surut yang melibatkan pengamatan tinggi muka air laut secara berkelanjutan selama periode waktu 15 atau 29 hari. Data yang diperoleh kemudian diolah secara matematis untuk mendapatkan nilai-nilai

konstanta harmonik pasang surut. Nilai-nilai konstanta ini digunakan untuk menggambarkan pola pasang surut di suatu wilayah dan memprediksi tinggi muka air laut pada waktu yang akan datang (Setyowati & Zahrina W., 2024). Amplitudo konstanta harmonik pasang surut M_2 , S_2 , K_1 , dan O_1 dihitung berdasarkan data pengukuran pasang surut, Dalam metode Admiralty, pasang surut dihitung menggunakan sembilan komponen harmonik, yaitu :

M_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi bulan

S_2 = Komponen harmonik pasang surut yang merepresentasikan kontribusi gaya tarik Matahari

N_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak bulan

K_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak matahari

K_1 = Deklinasi sistem bulan dan matahari

O_1 = Deklinasi bulan

P_1 = Deklinasi matahari

M_4 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda M_2

MS_4 = Interaksi M_2 dan S_2

Setelah perhitungan *admiralty* dilakukan, maka didapatlah nilai amplitudo yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai bilangan *formzahl* dengan persamaan berikut (Syahputra & Rahma, 2023):

$$F = \frac{(k_1 + O_1)}{(M_2 + S_2)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

F : bilangan *formzahl*

O_1 : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

K_1 : amplitudo komponen pasut tunggal utama yang diakibatkan oleh gaya tarik bulan dan matahari

M_2 : amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

S_2 : amplitudo komponen pasit ganda utama yang diakibatkan oleh gaya tarik matahari

Bilangan *formzahl* memiliki *range* tertentu untuk menentukan tipe pasang surut suatu wilayah yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan formzahl (Zahro & W, 2024)

Nilai <i>Formzahl</i>	Tipe pasang surut	Keterangan
$0,00 < F \leq 0,25$	Setengah Harian (Semidiurnal / Ganda)	- Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut - Bentuk gelombang simetris
$0,025 < F \leq 1,50$	Campuran dengan tipe ganda lebih menonjol (Condong ganda)	- Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut - Bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris) dengan bentuk condong semidiurnal
$1,50 < F \leq 3,00$	Campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol (Condong tunggal)	- Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut - Bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (asimetris) dengan bentuk condong diurnal
$F > 3,00$	Harian (Tunggal)	- Dalam sehari terjadi sekali pasang dan sekali surut

Menurut Wibisono (2005) yang disebut oleh Surinati (2007) menyatakan bahwasannya terdapat tiga tipe dasar pasang surut yang dibedakan berdasarkan periode dan keteraturannya.

- a. *Diurnal tides*, atau pasang surut harian tunggal adalah fenomena pasang surut di mana permukaan air laut hanya mencapai titik tertinggi (pasang) dan terendah (surut) satu kali dalam periode waktu sekitar 24 jam.
- b. *Semidiurnal tides*, merupakan jenis pasang surut di mana permukaan air laut mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam kurun waktu sekitar 24 jam.

- c. *Mixed tides*, jenis pasang surut yang merupakan gabungan antara pasang surut harian tunggal dan harian ganda. Jadi, dalam satu hari, bisa terjadi dua kali pasang-surut atau hanya sekali pasang-surut.

2. Hutan *Mangrove*

Mangrove adalah vegetasi hutan yang tumbuh diantara garis pasang surut, sehingga hutan *mangrove* dinamakan juga hutan pasang. Meskipun identik dengan lingkungan berlumpur, *mangrove* juga mampu bertumbuh di area pantai berkarang, terutama pada bagian-bagian karang yang telah tertutup oleh sedimen tipis (Majid et al., 2016). Pada pesisir Kecamatan Labuhan Maringgai tepatnya di desa Srimonosari, hutan *mangrove* bertumbuh sangat masif sehingga akresi yang terjadi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir sangat besar sekali. Tentunya hal itu membawa dampak positif seperti menjaga stabilitas garis pantai di Kecamatan Labuhan Maringgai, mencegah terjadinya abrasi, melindungi daerah pesisir, dan menjaga keanekaragaman hayati.



Gambar 1. Hutan *mangrove* di Desa Margasari
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Dermawan et al.) pada tahun 2024, mangrove yang berlokasi di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai didominasi oleh jenis *avicennia marina* dengan populasi mencapai 75,56%, kemudian sisanya merupakan jenis *rhizophora apiculata* dengan populasi sebesar

24,44%. Kedua jenis *mangrove* tersebut tentunya memiliki karakteristik yang berbeda. *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata* adalah dua spesies *mangrove* yang menunjukkan perbedaan yang jelas dalam aspek habitat, morfologi, dan adaptasi terhadap lingkungan. *Avicennia marina* biasanya ditemukan di zona intertidal atas, sementara *Rhizophora apiculata* berkembang di zona intertidal bawah yang lebih sering terendam oleh air. Dalam hal morfologi, *Avicennia marina* memiliki akar pneumatofor yang berfungsi untuk proses respirasi, sedangkan *Rhizophora apiculata* memiliki akar tunjang yang memberikan dukungan stabilitas di substrat berlumpur. Selain itu, daun *Avicennia marina* umumnya lebih sempit dan halus, sementara daun *Rhizophora apiculata* lebih lebar dan tebal.

3. Curah Hujan

Data iklim dari stasiun meteorologi dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik iklim, khususnya perilaku curah hujan di Pulau Sumatera. Saat musim hujan tiba, curah hujan akan meningkatkan massa tanah gambut melalui peningkatan kadar air. Hal ini akan mengurangi kestabilan lereng gambut yang akan menyebabkan kegagalan gambut (Hermawan, 2010).

4. Perubahan Iklim

Salah satu penyebab perubahan garis pantai adalah perubahan iklim. Pola gelombang dapat berubah karena perubahan iklim, yang dapat memengaruhi laju akresi dan erosi di sekitar pantai. Sebagai contoh, perubahan pola angin dapat mengubah arah dan intensitas gelombang, yang dapat berdampak pada laju erosi dan akresi (Manu, 2023). Perubahan iklim dapat menyebabkan badai yang lebih sering dan lebih kuat, yang dapat menyebabkan erosi dan kerusakan besar di garis pantai. Pola gelombang juga dapat berubah sebagai akibat dari perubahan iklim, ini dapat berdampak pada tingkat akresi dan erosi di sepanjang garis pantai. Sebagai contoh, perubahan pola angin dapat mengubah arah dan intensitas gelombang, yang dapat berdampak pada laju erosi dan akresi (Manu, 2023).

5. Kondisi Geologi dan Geomorfologi

Ketahanan pantai terhadap erosi sangat dipengaruhi oleh jenis material yang membentuknya. Dibandingkan dengan pantai yang berbatu atau berkarang, pantai yang terdiri dari pasir dan kerikil lebih rentan terhadap abrasi. Gelombang dan arus laut lebih mudah mengangkut benda-benda yang lebih lepas. Selain itu, kemiringan pada pantai yang berbeda akan bereaksi berbeda pula terhadap arus gelombang laut. Pantai dengan kondisi geologi yang curam cenderung lebih rentan terkena abrasi karena gelombang memiliki lebih banyak energi untuk mengikis material.

6. Tektonik dan Aktivitas Seismik

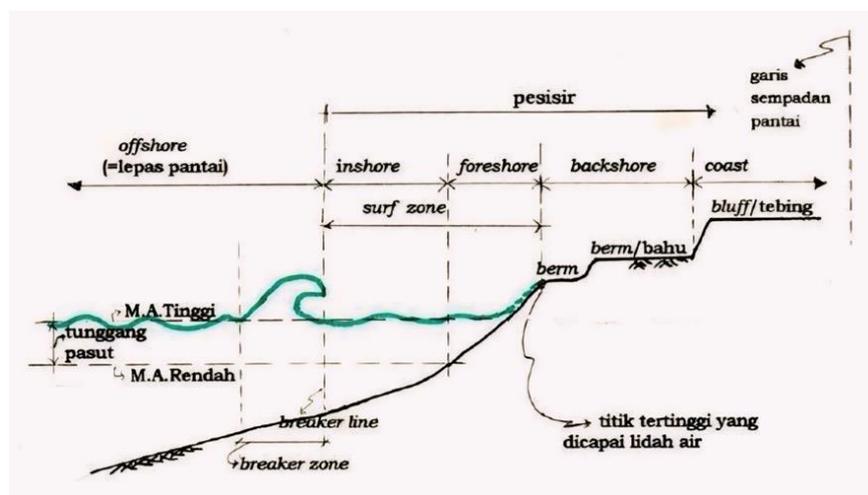
Indonesia memiliki aktivitas tektonik yang tinggi karena berada di batas tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia, serta satu lempeng mikro, lempeng mikro Filipina (Alfaris et al., 2020). Dari aktivitas tektonik yang tinggi, proses penurunan tanah di wilayah Indonesia menjadi sangat signifikan. Penurunan tanah oleh aktivitas tektonik dapat mempercepat abrasi karena mengurangi ketinggian tanah dibandingkan dengan permukaan laut. Penurunan ini membuat daerah pantai lebih rentan terhadap kenaikan permukaan laut dan gelombang, yang dapat menyebabkan perubahan garis pantai.

2.3 Landasan Konseptual

Penelitian tidak dapat dilakukan tanpa studi kepustakaan yang mengandung teori-teori yang dapat membantu menjelaskan konsep penelitian. Konsep tersebut tidak hanya memiliki definisi tetapi juga esensi yang diharapkan dapat membantu menyederhanakan bahasa penelitian. Penulis menggunakan teori-teori yang dicantumkan untuk memberikan penjelasan yang berkaitan atau relevan dengan jalan penelitian yang akan dilakukan. Landasan konseptual yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

2.3.1 Pantai

Kawasan pantai adalah batas antara daerah daratan dan daerah lautan. Daerah daratan terdiri dari area yang terletak di atas dan di bawah garis pasang tertinggi. Daerah lautan, di sisi lain, adalah area di atas dan di bawah permukaan laut, dimulai dari sisi laut hingga garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya (Jayantri & Ridlo, 2022). Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Garis pertemuan antara pantai (daratan) dan air (lautan) (Yulia Reza Putri et al., 2023). Secara teknis, garis pantai didefinisikan dengan sketsa seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 2. Definisi pantai secara teknis
(Sumber : Muliati 2008)

Secara alami, pantai berfungsi sebagai pembatas antara darat dan laut, tempat hidup biota pantai, dan tempat sungai bermuara. Dalam perkembangannya, fungsi pantai dapat berubah / bertambah sesuai dengan kebutuhan manusia seperti tempat saluran bermuara (saluran untuk tambak), tempat peralihan kegiatan hidup di darat dan di laut (pelabuhan, pelayaran), tempat hunian nelayan, tempat wisata, tempat usaha (pelelangan), tempat budidaya pantai (tambak), dan sumber bahan bangunan (pasir dan batukarang) (Muliati, 2008).

2.3.2 Abrasi

Abrasi adalah proses erosi yang diikuti oleh longsoran, atau runtuhannya, pada batu yang besar, seperti tebing pantai (Muliati, 2008). Pada umumnya abrasi pantai dibagi menjadi dua jenis utama, abrasi teratur dan abrasi tidak teratur.

1. Abrasi Teratur

Abrasi pantai yang dapat diprediksi dan terjadi secara konsisten disebut abrasi teratur. Faktor-faktor berikut dapat menyebabkan abrasi teratur:

- a. Aktifitas gelombang dan arus, aktifitas gelombang dan arus yang terus-menerus menghantam pantai akan menyebabkan garis pantai menjadi rusak secara bertahap.
- b. Kenaikan permukaan laut, perubahan iklim menyebabkan abrasi yang terus-menerus karena kenaikan permukaan laut secara bertahap.
- c. Struktur geologi pantai, pantai dengan struktur geologi yang lunak cenderung mengalami abrasi teratur dikarenakan materialnya lebih mudah tererosi oleh aktivitas laut.

2. Abrasi Tidak Teratur

Abrasi tidak teratur adalah erosi pantai yang terjadi sesekali dan sulit diprediksi. Faktor-faktor ini meliputi:

- a. Bencana alam, situasi seperti badai besar, tsunami, atau angin topan dapat menyebabkan abrasi pantai yang besar.
- b. Perubahan iklim ekstrim, variabilitas cuaca ekstrim, seperti kekeringan atau curah hujan tinggi, dapat mempercepat proses abrasi.
- c. Kegiatan manusia, aktivitas manusia seperti pembangunan di dekat pantai, penambangan pasir, atau deforestasi hutan bakau dapat mengubah dinamika pantai dan menyebabkan abrasi yang tidak teratur.

Selain itu, pemanasan global semakin memperburuk kondisi perairan pantai karena kenaikan permukaan air laut (Elya Kartika Rinjani et al., 2022). Adapun dari kejadian abrasi, dapat menimbulkan dampak negatif baik dari segi lingkungan, dan sosial-ekonomi seperti:

1. Kehilangan tempat alami, hutan bakau dan terumbu karang menjadi objek yang terdampak akibat abrasi yang terus terjadi, jika hal ini terus terjadi, maka ekosistem alami pun akan hilang seiring berjalannya waktu
2. Penurunan kualitas lingkungan, sedimentasi di perairan sekitar pantai, yang dapat mengganggu ekosistem laut akibat abrasi.
3. Kerusakan infrastruktur di wilayah terdampak, Kehidupan masyarakat pesisir pantai sangat berbahaya karena abrasi dapat menggerus daratan dan mengganggu pemukiman penduduk pesisir juga.

2.3.3 Sistem Informasi Geodrafis (SIG)

Sistem informasi yang baik dirancang untuk mengkoordinasikan setiap bagian perusahaan, meningkatkan produktivitas, menghilangkan kegiatan yang tidak berguna, meningkatkan layanan, dan meningkatkan kualitas kebijakan manajemen (Feri Fariyanto & Suaidah, 2021). Perkembangan teknologi informasi sangat berperan penting untuk khalayak umum karena dapat mempermudah dalam pemanfaatan teknologi. Teknologi informasi mencakup pengolahan data, perancangan, pengembangan, dan pembuatan sistem melalui penggunaan perangkat komputer (Dewi et al., 2022).

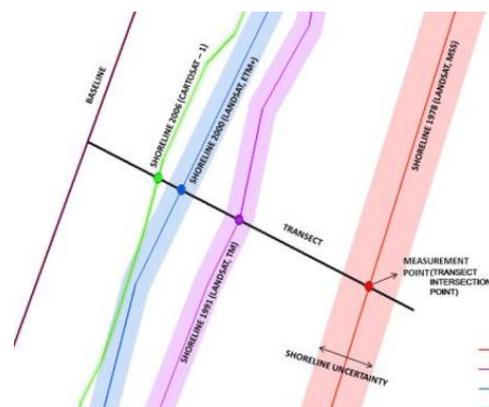
1. ArcGIS

Ada banyak program software yang dapat digunakan saat merancang pemetaan wilayah. Seperti perancang sistem informasi lainnya yang menggunakan metode SDLC untuk menyelesaikan permasalahannya. Demikian juga berlaku untuk aplikasi ArcGIS ini. ArcGIS adalah salah satu program ESRI (*Environment Science & Research Institute*) yang menggabungkan fitur dari berbagai program GIS, seperti GIS desktop, server, dan berbasis web (Widharma et al., 2019).

Menggunakan perangkat lunak ArcGIS pengguna dapat memanfaatkan komponen utama yang memberikan fungsionalitas lengkap seperti *ArcMap*, *ArcCatalog* dan *ArcToolbox*. Dalam konteks perubahan garis pantai, *software* ini mampu melacak perubahan garis pantai dari waktu ke waktu dengan data satelit dan peta historis dengan tools yang tersedia didalamnya.

2. *Tools Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

Suatu perangkat lunak tambahan pada Software ArcGIS, *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, bekerja pada perangkat lunak ArcGIS yang dikembangkan oleh ESRI dan USGS dan tersedia secara gratis. *Digital Shoreline Analysis System* digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial (Istiqomah et al., 2016). Plugin *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* bukanlah AI. DSAS adalah alat tambahan untuk ArcGIS yang memungkinkan analisis perubahan garis pantai dengan metode geospasial dan statistik. DSAS sangat penting untuk menunjang penulis dalam melakukan penelitian ini. Ada tiga parameter utama yang diperlukan dalam DSAS, yaitu terdiri dari *baseline*, *shorelines* dan *transect*.



Gambar 3. *Baseline, Shoreline, Transect*
(Sumber: Kankara et al., 2014)

Baseline adalah garis acuan yang digunakan sebagai titik awal untuk mengukur perubahan posisi garis pantai dari waktu ke waktu. *Baseline* sangat penting karena berfungsi sebagai referensi utama yang membantu menentukan seberapa jauh

garis pantai telah bergerak. Agar tetap konsisten sebagai titik acuan, *baseline* biasanya ditempatkan di area darat yang stabil, jauh dari pengaruh perubahan garis pantai. *Shoreline* adalah garis pantai yang digunakan DSAS untuk menganalisis perubahan posisi garis pantai dari waktu ke waktu. Dan yang terakhir, garis-garis yang memotong garis pantai pada interval tertentu untuk mengukur perubahan posisi garis pantai relatif terhadap dasar disebut *transect*. Dalam DSAS, titik dibuat dari perpotongan antara garis transek pengguna dengan garis pantai berdasarkan waktu (Istiqomah et al., 2016). DSAS dapat melakukan perhitungan berikut ini:

- a. *Shoreline Change Envelope* (SCE), mengukur total perubahan garis pantai, mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan memberikan laporan jaraknya, tanpa mengacu pada tanggal tertentu.
- b. *Net Shoreline Movement* (NSM), menghitung dan mengukur jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terbaru. Metode NSM hanya menggunakan garis pantai tahun terlama dan terbaru. DSAS menghasilkan transek tegak lurus terhadap *baseline* yang berulang kali memotong garis pantai. Setiap transek memiliki serangkaian titik yang menunjukkan posisi garis pantai pada dua waktu yang berbeda. DSAS menghitung dua kali setiap transek jarak antara posisi garis pantai. Jarak ini dihitung dari posisi awal ke posisi akhir garis pantai selama transek. Nilai yang positif menunjukkan akresi (penambahan daratan) dan nilai yang negatif menunjukkan erosi (pengurangan daratan).
- c. *End Point Rate* (EPR), menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai yang paling lama dan paling baru dengan waktunya. DSAS menghasilkan transek tegak lurus terhadap *baseline* yang memotong garis pantai pada dua titik yang mewakili posisi garis pantai pada dua waktu yang berbeda. DSAS mengukur jarak antara posisi garis pantai setiap transek. EPR dihitung dengan membagi jarak antara dua pengukuran dengan interval waktu. Rumus EPR yaitu :

$$EPR \frac{\text{Jarak antara dua posisi garis pantai}}{\text{Interval Waktu}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana biasanya EPR dinyatakan dalam meter (m) per tahun

- d. *Linear Regression Rate* (LRR), analisis statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square* terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek. Metode regresi linier digunakan oleh DSAS untuk mengubah garis lurus berdasarkan data posisi garis pantai. Persamaan yang digunakan untuk regresi linier adalah :

$$y = mx + b \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

y adalah posisi garis pantai

m adalah kemiringan garis (laju perubahan)

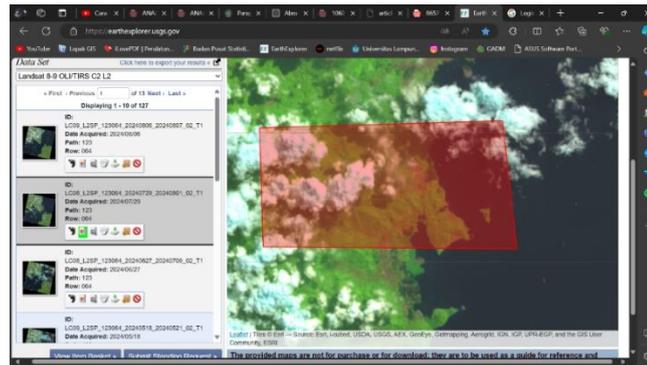
x adalah waktu

b adalah *intercept* (posisi garis pantai pada waktu nol)

Kemiringan garis regresi linier (m) menunjukkan laju perubahan garis pantai per unit waktu. Nilai yang positif menunjukkan akresi (penambahan daratan) dan nilai yang negatif menunjukkan erosi.

2.3.4 Citra Landsat 8

Satelit Landsat-8 pertama kali diluncurkan pada 11 Februari 2013 yang hingga saat ini telah merekam secara konsisten hampir seluruh luas Bumi (Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2016). Landsat 8 menawarkan data citra bumi resolusi tinggi untuk berbagai tujuan ilmiah, lingkungan, dan manajemen sumber daya. *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) adalah dua instrumen utama yang dibawa di Landsat 8.



Gambar 4. Tampilan Web *Earthexplorer* (USGS)
(Sumber: Web USGS)

a. *Operational Land Imager* (OLI)

OLI adalah instrumen pencitraan utama pada Landsat 8 yang memberikan data spektral dalam sembilan band. Tujuannya adalah untuk membuat gambar bumi dengan resolusi spasial tinggi dan akurasi radiometrik yang lebih baik.

Tabel 2. Band pada instrumen OLI

Band	Nama	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (Meter)
1	Coastal/Aerosol	0.43 – 0.45	30
2	Blue	0.45 – 0.51	30
3	Green	0.53 – 0.59	30
4	Red	0.64 – 0.67	30
5	Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
6	SWIR 1	1.57 – 1.65	30
7	SWIR 2	2.11 – 2.29	30
8	Panchromatic	0.50 – 0.68	15
9	Cirrus	1.36 – 1.38	30

1. Band 1 (Coastal/Aerosol): Berfungsi untuk memantau kualitas air di area pesisir dan mendeteksi vegetasi di wilayah pesisir.
2. Band 2 (Blue): Berguna untuk pemetaan bathymetri di perairan dangkal, menganalisis lahan basah, dan memantau tumbuhan akuatik.
3. Band 3 (Green): Membantu menganalisis kesehatan vegetasi, memetakan zona pesisir, dan mendeteksi perubahan lahan.
4. Band 4 (Red): Digunakan untuk menilai kesehatan vegetasi, memetakan penggunaan lahan, dan mengidentifikasi fitur lahan.

5. Band 5 (Near Infrared - NIR): Berguna untuk memantau kelembaban tanah, menganalisis vegetasi, dan memetakan batas perairan dan daratan.
6. Band 6 (SWIR 1): Digunakan untuk memantau kelembaban tanaman, mendeteksi kebakaran hutan, dan menganalisis komposisi tanah.
7. Band 7 (SWIR 2): Berguna untuk analisis mineralogi, pemetaan kebakaran, dan pengelolaan sumber daya alam.
8. Band 8 (Panchromatic): Memiliki resolusi spasial lebih tinggi (15 meter) dan digunakan untuk meningkatkan detail citra serta menggabungkan data multispektral.
9. Band 9 (Cirrus): Digunakan untuk mendeteksi awan cirrus dan memantau kondisi atmosfer serta kualitas udara.

b. *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*

Pada Landsat 8, instrumen kedua yang berguna untuk analisis suhu permukaan adalah TIRS, yang mengukur radiasi inframerah termal.

Tabel 3. Band pada instrumen TIRS

Band	Nama	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (Meter)
10	TIRS 1	10.60 – 11.19	100
11	TIRS 2	11.50 – 12.51	100

1. Band 10 (TIRS 1): Band ini berguna untuk pengukuran suhu permukaan tanah, memantau suhu di area perkotaan, dan mengevaluasi kelembaban tanah.
2. Band 11 (TIRS 2): Band ini digunakan untuk mengamati suhu di wilayah perkotaan, menganalisis kelembaban tanah, dan melakukan studi terkait hidrologi.

Data citra dari Landsat 8 dapat diakses secara gratis oleh publik melalui situs web USGS *Earth Explorer*. Kemudahan dan kebebasan akses ini memungkinkan penggunaan data Landsat secara luas oleh peneliti, akademisi, pemerintah, dan sektor swasta di seluruh dunia.

2.3.5 *Composite Band* untuk Digitasi Garis Pantai

Dalam analisis citra satelit, teknik *composite band* menggabungkan beberapa band spektral untuk menghasilkan gambar yang lebih informatif secara visual. Dalam konteks penginderaan wilayah pesisir, penerapan *composite band* membantu membedakan daratan dari perairan, sehingga memungkinkan proses digitasi garis pantai dilakukan dengan lebih presisi. Metode ini memanfaatkan data dari berbagai panjang gelombang, seperti band 4 (*Red*), band 5 (*Near Infrared/NIR*), dan band 6 (*Shortwave Infrared/SWIR 1*), yang masing-masing memberikan informasi berbeda mengenai kondisi permukaan bumi. Kombinasi band yang sesuai, seperti pada citra satelit Landsat, mampu mempertegas perbedaan reflektansi antara air dan daratan.

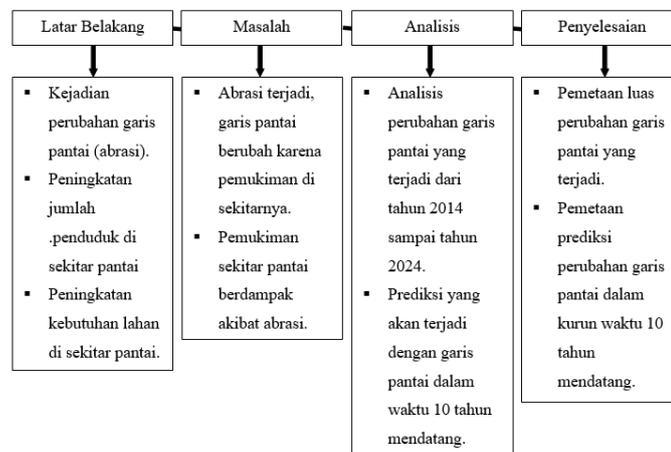
- a. Band 4 (*Red*), band ini peka terhadap kandungan klorofil pada vegetasi serta perbedaan reflektansi antara daratan dan air. Daratan, terutama vegetasi, memantulkan cahaya merah dengan cukup kuat, sedangkan air memiliki pantulan yang lebih rendah pada panjang gelombang ini.
- b. Band 5 (*Near Infrared/NIR*), band ini sangat peka terhadap perbedaan antara air dan daratan. Air hampir tidak memantulkan cahaya pada spektrum NIR, sedangkan vegetasi di daratan memantulkan cahaya dengan intensitas yang sangat tinggi. Hal ini menjadikan band ini sangat efektif untuk membedakan wilayah darat dan perairan.
- c. Band 6 (*Shortwave Infrared/SWIR 1*), band ini berfungsi untuk mengukur kelembapan di permukaan tanah, perairan, serta kondisi vegetasi. Band ini mampu membedakan berbagai jenis tanah dan vegetasi berdasarkan kadar airnya, sehingga sangat berguna dalam analisis morfologi pantai.

2.3.6 Koreksi Radiometrik dan Koreksi Atmosferik

Dalam pengolahan citra satelit, koreksi radiometrik dan atmosferik adalah dua langkah kunci untuk memastikan bahwa data citra yang dihasilkan akurat (Sari & Lubis, 2017). Koreksi radiometrik adalah proses untuk mengkalibrasi citra satelit agar nilai pikselnya mencerminkan kondisi sebenarnya di permukaan bumi.

Proses ini mengatasi berbagai kesalahan dan distorsi yang muncul selama perekaman citra oleh sensor. Koreksi atmosferik bertujuan untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra akibat hamburan atmosfer (path radiance). Karena hamburan atmosfer bervariasi sesuai dengan panjang gelombang, nilai koreksi atmosferik berbeda-beda untuk setiap band citra. Langkah koreksi ini sangat penting sebagai langkah awal dalam melakukan penginderaan jauh pada *water-color* (Akbari, 2016).

2.3.7 Kerangka Konseptual



Gambar 5. Kerangka konseptual

Kecamatan Labuhan Maringgai yang berada di pesisir laut membuatnya rentan terhadap gelombang dan arus laut yang kuat, terutama saat musim hujan atau badai. Abrasi telah menjadi masalah besar bagi penduduk Kecamatan Labuhan mringgai, Lampung. Penanggulangan harus segera dilakukan guna meminimalisir terjadinya abrasi. Untuk itu diperlukan analisis terhadap perubahan garis pantai yang terjadi dalam kurun 10 waktu yang kemudian dari hasil analisis tersebut dapat memprediksi perubahan yang akan terjadi 10 tahun mendatang. Dari hasil analisis yang didapat, diperlukan pemecahan masalah seperti pemetaan luas perubahan garis pantai yang terjadi, hal ini ditujukan agar masyarakat yang memiliki tempat tinggal disekitar pesisir pantai khususnya di Kecamatan Labuhan Maringgai dapat mempertimbangkan kemungkinan abrasi yang akan terjadi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir Kecamatan Labuhan Maringgai Provinsi Lampung. Penelitian akan dilaksanakan terhitung dari bulan Juli-November. Lokasi penelitian didasarkan oleh perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah pesisir Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.



Gambar 6. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Untuk menyelesaikan penulisan ini dengan baik, diperlukan beberapa alat dan bahan. Berikut ini adalah alat dan data spasial yang digunakan.

1. Alat

Untuk perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Laptop Asus Vivobook M4.
- b. GPS *Handheld* guna mengambil data existing

Untuk perangkat lunak (*Software*) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Perangkat lunak pengolah data spasial *Arcgis* 10.8.
- b. Perangkat Lunak QGIS guna mengoreksi radiometrik dan atmosferik pada citra Landsat 8
- c. Perangkat lunak *Microsoft Office Word* guna penulisan skripsi.
- d. Perangkat lunak *Excel* guna menghitung data pasang surut air laut.

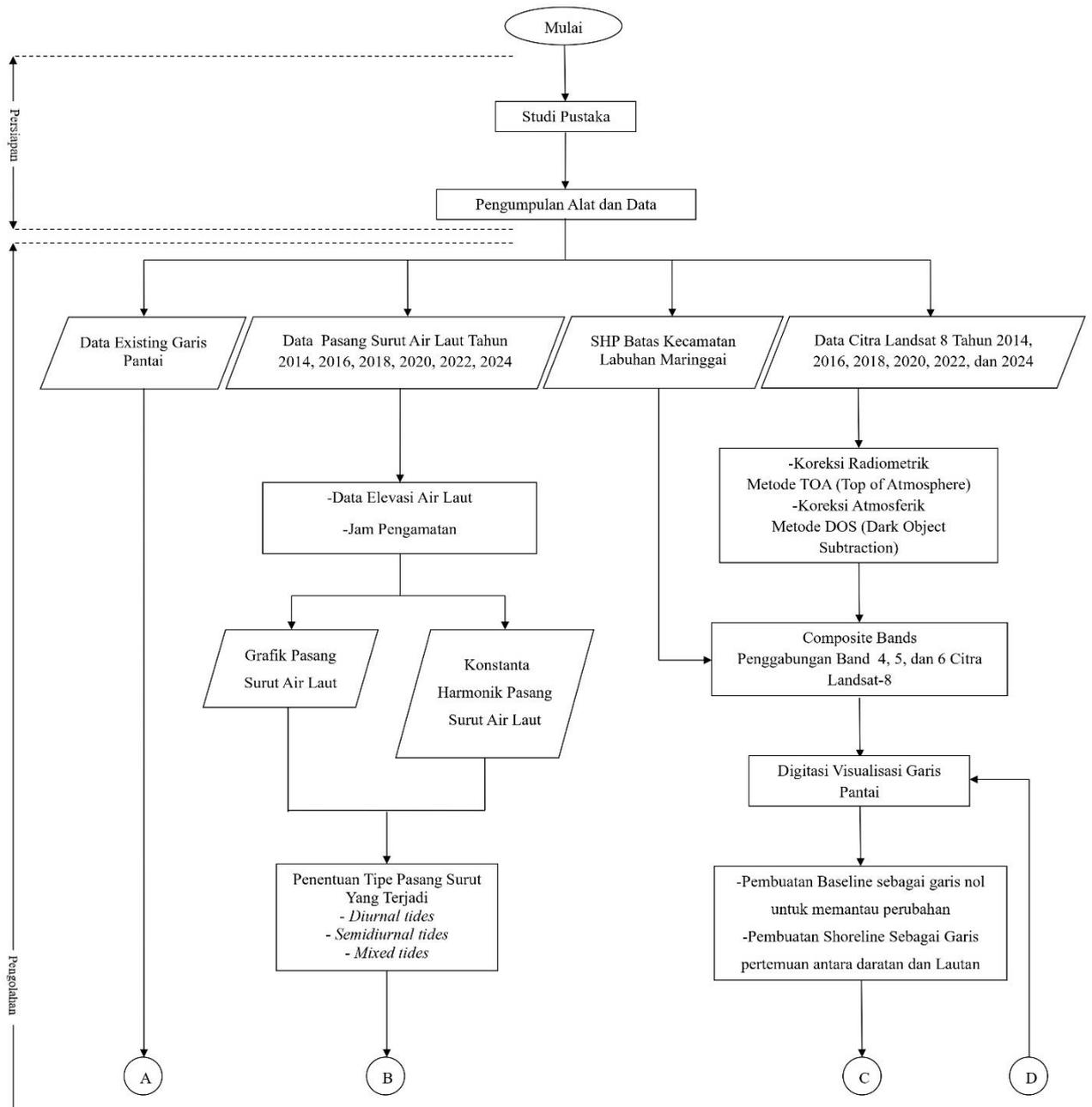
2. Bahan

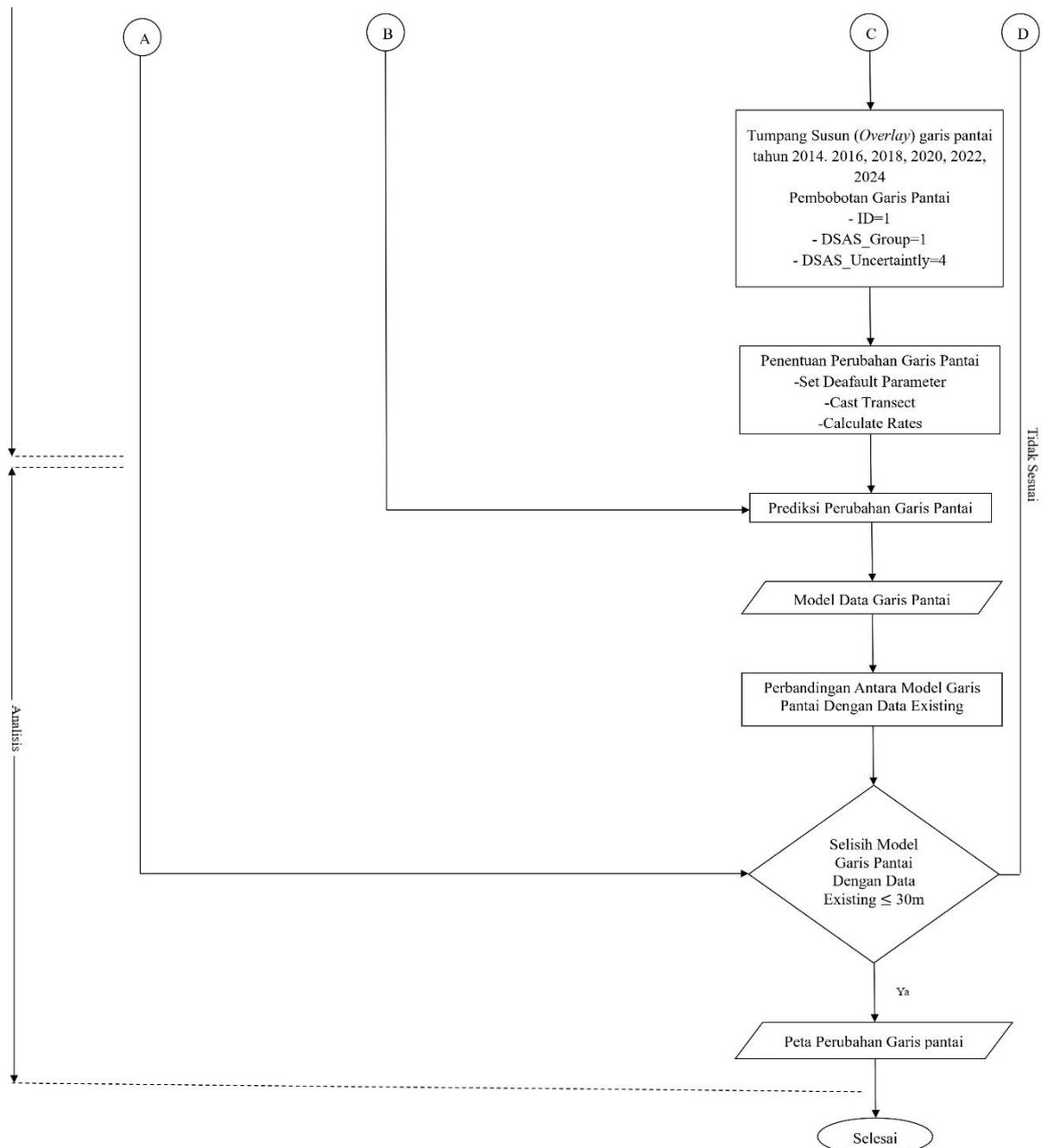
Untuk bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Citra satelit Landsat 8 tahun 2014, 2016, 2018, 2020, 2022 dan 2024.
- b. Data pasang surut air laut Kecamatan Labuhan Maringgai tahun 2014, 2016, 2018, 2020, 2022 dan 2024.
- c. *Shapefile* Kecamatan Labuhan Maringgai.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Proses penelitian ini dilakukan melalui berbagai tahapan, seperti yang ditunjukkan pada diagram alir berikut:





Gambar 7. Diagram alir penelitian

3.3.1 Tahap Persiapan

Dalam penelitian ini, tahap persiapan adalah tahap pertama. Pada tahap ini, dibagi menjadi dua prosedur, yakni studi pustaka dan pengumpulan data.

1. Studi pustaka

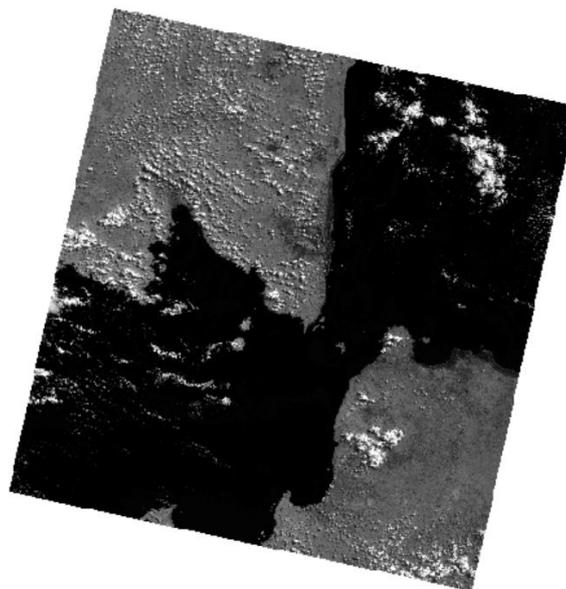
Proses pertama yang harus dilakukan untuk mendukung penelitian ini adalah melakukan studi pustaka. Jurnal, *website*, dan buku adalah beberapa sumber yang digunakan dalam studi pustaka ini. Pada tahap ini, data yang diperoleh akan digunakan untuk mendukung penulisan latar belakang, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, dan penelitian terkait lainnya.

2. Pengumpulan data

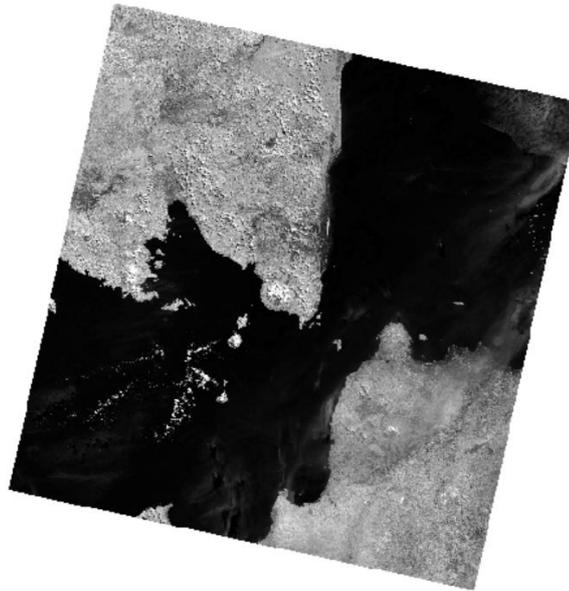
Pada tahap ini merupakan proses dimana data-data primer maupun sekunder dikumpulkan, data-data tersebut berasal dari berbagai instansi maupun sumber lainnya. Data- data yg dibutuhkan seperti citra Landsat 8, *Shapefile* lokasi penelitian, dan data pasang surut air laut.

a. Data citra *landsat-8*

Analisis perubahan garis pantai dalam penelitian ini mengandalkan data citra Landsat 8 tahun 2014, 2016, 2018, 2020, 2022, dan 2024. Citra Landsat 8 dipilih karena memiliki karakteristik spektral yang sesuai untuk memetakan batas antara daratan dan perairan.



Gambar 8. Citra *Landsat-8* tahun 2014



Gambar 9. Citra *Landsat-8* tahun 2016

b. Pasang surut air laut

Pasang surut air laut berperan penting dalam mempengaruhi dinamika garis pantai. Perubahan posisi dan bentuk garis pantai terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung akibat pasang surut, dan memahami proses ini adalah kunci untuk pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan.

Tabel 4. Data pasang surut air laut tahun 2014

Lat	Lon	dd-mm-yyyy	hh:mm:ss	z(m)
-5.3063	105.8363	01/04/2014	00.00.00	-0.088
-5.3063	105.8363	01/04/2014	01.00.00	-0.019
-5.3063	105.8363	01/04/2014	02.00.00	0.037
-5.3063	105.8363	01/04/2014	03.00.00	0.06
-5.3063	105.8363	01/04/2014	04.00.00	0.044
-5.3063	105.8363	01/04/2014	05.00.00	-0.01
-5.3063	105.8363	01/04/2014	06.00.00	-0.085
-5.3063	105.8363	01/04/2014	07.00.00	-0.16
-5.3063	105.8363	01/04/2014	08.00.00	-0.21
-5.3063	105.8363	01/04/2014	09.00.00	-0.216
-5.3063	105.8363	01/04/2014	10.00.00	-0.172

Tabel 5. Data pasang surut air laut tahun 2016

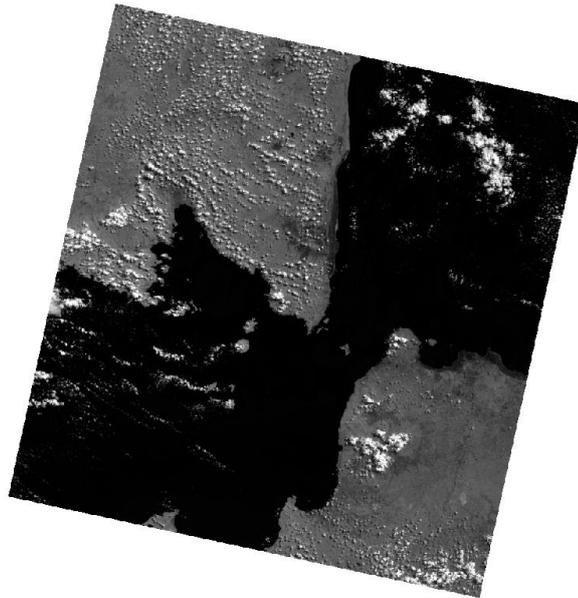
Lat	Lon	dd-mm-yyyy	hh:mm:ss	z(m)
-53,065	1,058,361	01/06/2016	00.00.00	-0.085
-53,065	1,058,361	01/06/2016	01.00.00	-0.088
-53,065	1,058,361	01/06/2016	02.00.00	-0.098
-53,065	1,058,361	01/06/2016	03.00.00	-0.115
-53,065	1,058,361	01/06/2016	04.00.00	-0.136
-53,065	1,058,361	01/06/2016	05.00.00	-0.15
-53,065	1,058,361	01/06/2016	06.00.00	-0.151
-53,065	1,058,361	01/06/2016	07.00.00	-0.129
-53,065	1,058,361	01/06/2016	08.00.00	-0.082
-53,065	1,058,361	01/06/2016	09.00.00	-0.012
-53,065	1,058,361	01/06/2016	10.00.00	0.07

3.3.2 Tahap Pengolahan

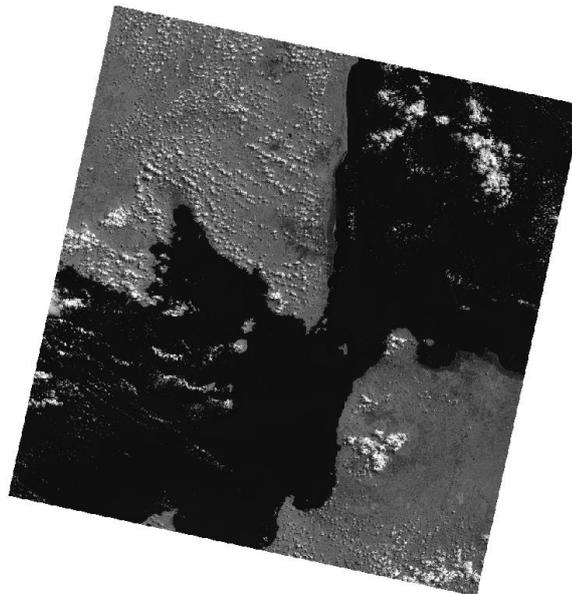
Adapun tahapan pengolahan meliputi koreksi Citra Landsat 8 menggunakan QGIS, digitasi visualisasi garis pantai di-enam tahun yang berbeda pada citra Landsat 8, pembuatan garis *baseline* dan *shorline*, *overlay* data garis enam tahun yang berbeda.

1. Koreksi Citra Menggunakan QGIS (Quantum GIS)

QGIS merupakan salah satu *software remote sensing*, memberikan banyak pilihan dalam melakukan berbagai macam jenis penajaman dan filter spasial. QGIS adalah perangkat lunak SIG *open-source* yang sangat fleksibel untuk menganalisis dan mengelola data spasial, termasuk gambar penginderaan jauh. Proses penajaman citra melibatkan manipulasi kontras untuk memperjelas batas-batas objek dalam gambar. Hal ini dilakukan dengan cara mengubah perbedaan tingkat kecerahan antara objek dan latar belakangnya (Ra'ad Assidiqy, 2015). Tiga metode perubahan kontras yang paling umum digunakan adalah penentuan ambang kecerahan (*grey-level thresholding*), pemilihan tingka kecerahan (*level slicing*), dan perentangan kontras (*contras stretching*) (Ra'ad Assidiqy, 2015).



Gambar 10. Citra sebelum dikoreksi



Gambar 11. Citra setelah dikoreksi

a. Koreksi radiometrik

Koreksi radiometrik adalah proses memperbaiki data citra satelit *Landsat* agar sesuai dengan kondisi sebenarnya. Metode yang digunakan yaitu TOA (*Top of Atmosphere*), metode ini merupakan langkah awal dalam koreksi radiometrik yang mengonversi *digital number* (DN) menjadi nilai reflektansi di atas atmosfer (Congedo, 2021). Metode ini menggunakan informasi metadata dari file MTL

citra seperti *radiometric rescaling factors*, *solar elevation angle*, dan jarak bumi-matahari.

$$\rho_{TOA} = \frac{M \cdot DN + A}{\cos(\theta_s)} \dots\dots\dots(4)$$

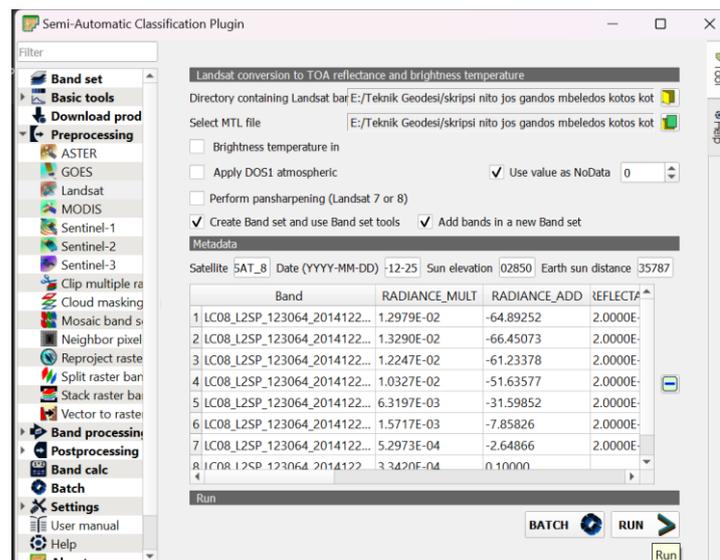
M = Multiplier dari metadata

DN = *Digital Number*

A = *additive value* dari metadata

θ_s = sudut matahari

Proses ini guna mendapatkan nilai reflektansi yang lebih realistis serta informasi yang akurat tentang Bumi dari citra satelit, seperti jenis tanaman, kondisi air, atau perubahan penggunaan lahan.



Gambar 12. Proses koreksi radiometrik pada citra

b. Koreksi atmosferik

Koreksi atmosferik pada citra Landsat merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperoleh nilai reflektansi permukaan yang lebih akurat. Dengan menghilangkan pengaruh atmosfer, seperti hamburan dan penyerapan radiasi elektromagnetik. Metode koreksi yang digunakan adalah DOS (*Dark Object Subtraction*) dimana prinsip utamanya adalah mengidentifikasi piksel gelap yang

seharusnya memiliki nilai reflektansi mendekati nol (misalnya, air dalam bayangan) dan mengurangi efek atmosferik.

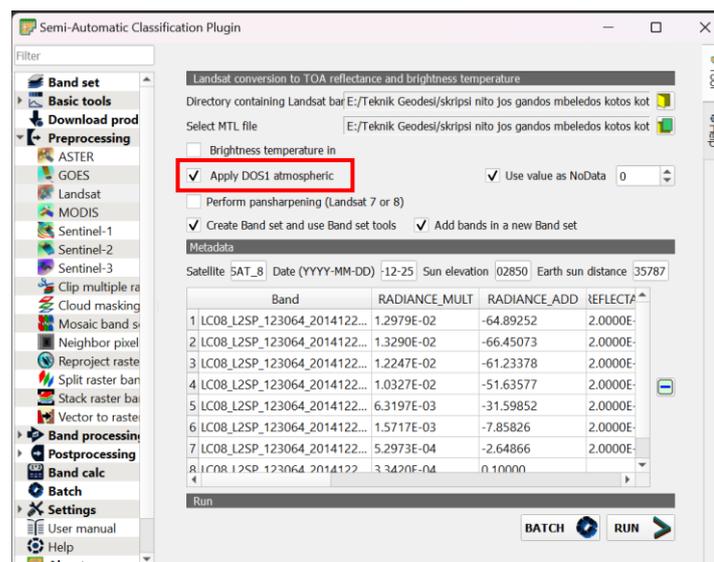
$$L_{Surface} = L_{TOA} - L_{Path} \dots\dots\dots(5)$$

$L_{Surface}$ = Radiansi atau reflektansi permukaan yang sudah terkoreksi

L_{TOA} = Radiansi atau reflektansi di atas atmosfer (*Top-of-Atmosphere*)

L_{Path} = Radiansi hamburan atmosfer atau "path radiance"

DOS menghilangkan kontribusi hamburan atmosfer dari nilai *digital number* (DN) yang direkam (Congedo, 2021). Data penginderaan jauh yang dihasilkan dapat lebih merepresentasikan kondisi aktual permukaan bumi.

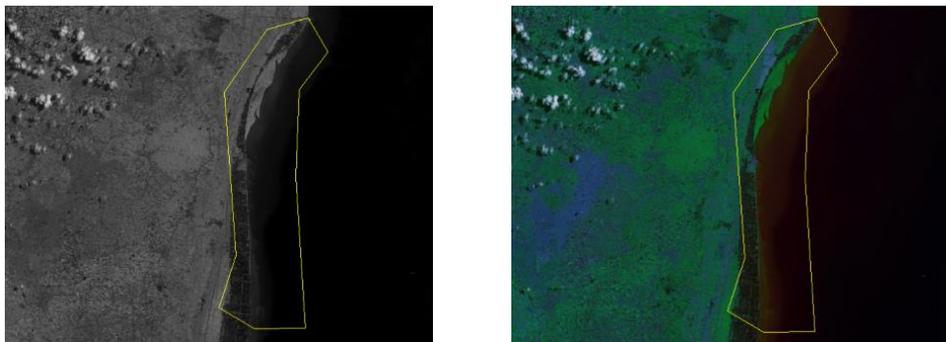


Gambar 13. Proses koreksi atmosferik pada citra

2. Composite Bands

Composite bands dilakukan dalam *software Arcgis* dengan menggabungkan 3 *band* yang berbeda (band 4, band 5, band 6). Kombinasi dari ketiga band tersebut menghasilkan kontras yang sangat jelas antara air dan daratan, sekaligus memberikan informasi tambahan tentang vegetasi, tingkat kelembapan, dan sedimen di sepanjang garis pantai. Pada tahap ini, perlu diperhatikan kondisi citra

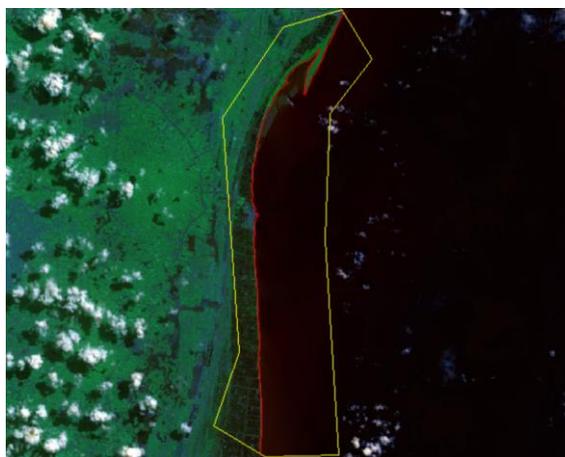
yang digunakan. Citra harus dipastikan bebas dari awan karna hal tersebut dapat menghalangi pandangan terhadap garis pantai yang akan didigitasi nantinya. Dengan penerapan *composite* band yang sesuai, hambatan tersebut dapat dikurangi, sehingga digitasi garis pantai dapat dilakukan dengan lebih akurat.



Gambar 14. Citra sebelum dan sesudah *composite*

3. Digitasi Garis Pantai

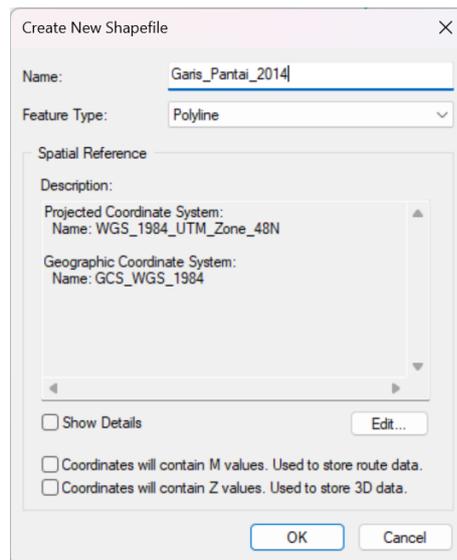
Digitasi garis pantai untuk tahun 2014, 2016, 2018, 2020, 2022, dan 2024 dilakukan secara visual berdasarkan panduan teknis yang tercantum dalam Petunjuk Teknik Pendigitasian Garis Pantai. Panduan ini merujuk pada Peraturan (Badan Informasi Geospasial (BIG), 2018) No. 18 mengenai Tata Cara Penyelenggaraan Informasi Geospasial. Garis pantai dari enam tahun yang berbeda merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk membuat peta perubahan garis pantai. Terdapat beberapa langkah dalam proses digitasi garis pantai sebagai berikut.



Gambar 15. Hasil digitasi garis pantai tahun 2014

a. Membuat *shapefile* (SHP) baru

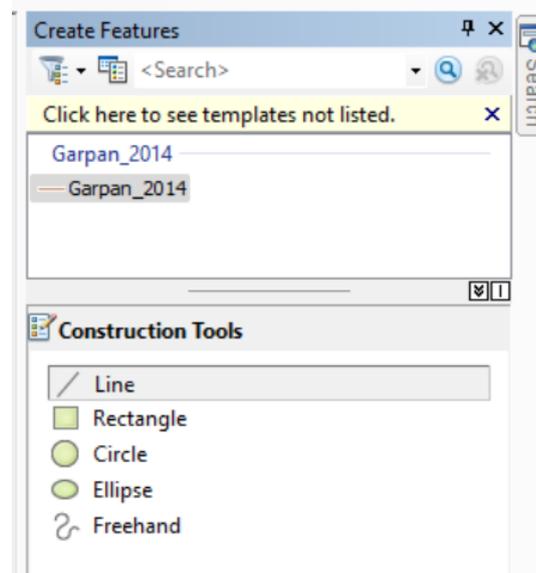
Pembuatan file SHP bertujuan untuk menyimpan data vektor yang mencakup lokasi, bentuk, dan atribut dari fitur geografis. Dalam konteks ini, SHP digunakan untuk menyimpan data garis pantai pada tahun 2014, 2016, 2018, 2020, 2022, dan 2024. Dengan demikian, terdapat enam file SHP yang sesuai dengan jumlah garis pantai yang akan dianalisis.



Gambar 16. Membuat *shapefile* baru

b. *Create feature*

Create feature disini merupakan proses digitasi visual garis pantai, dilakukan mulai dari tahun 2014 sebagai tahun awal, kemudian dilanjutkan dengan tahun 2016, 2018, dan seterusnya hingga digitasi garis pantai terakhir pada tahun 2024.



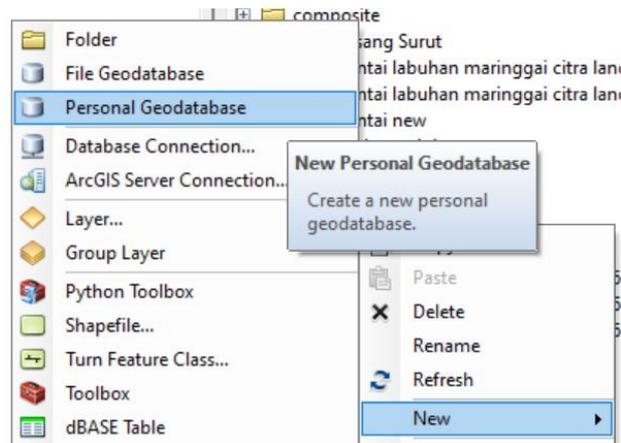
Gambar 17. *Create feature* digitasi garis pantai

4. Pembuatan *baseline* dan *shoreline*

Baseline berfungsi sebagai garis awal untuk menghitung perubahan garis pantai, yang juga dikenal sebagai garis nol untuk memantau perubahan. Terdapat dua teknik dalam pembuatan garis *baseline*, yaitu dengan membuat *buffer* dari garis *shoreline* atau melalui digitasi. Pada penelitian ini, teknik *buffer* digunakan sebagai pembuatan garis *baseline*. *Shoreline* adalah area pertemuan antara daratan dan laut, yang dikenal sebagai garis pantai. *Baseline* dan *shoreline* dibuat untuk menghitung perubahan yang terjadi dari garis awal (*baseline*) guna menganalisis perubahan garis pantai selama 10 tahun terakhir atau perubahan *shoreline*. Proses pembuatan *baseline* dan *shoreline* ini melibatkan beberapa tahapan berikut.

a. *Personal Geodatabase*

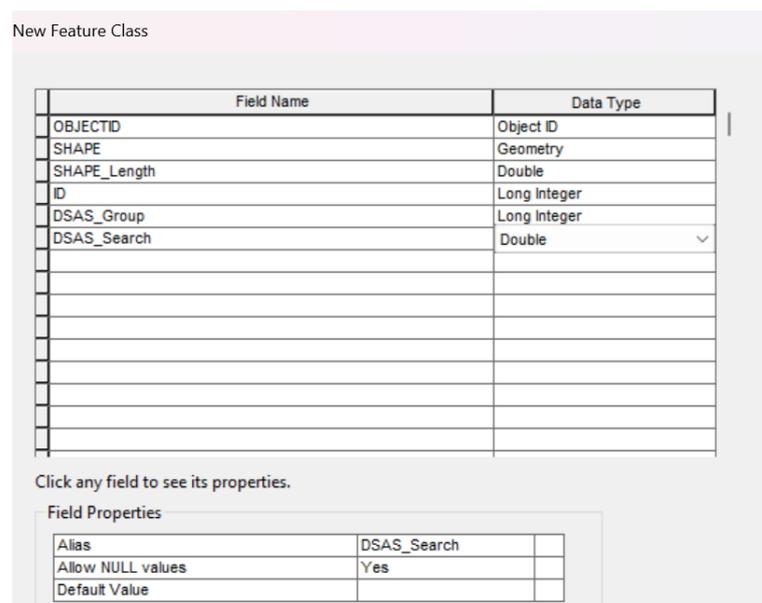
Pembuatan personal geodatabase bertujuan untuk mengumpulkan dataset geografis dan struktur data asli dari ArcGIS, yang memungkinkan hubungan antar data serta meningkatkan integritas data. Manfaat dari pembuatan personal geodatabase meliputi penyimpanan terpusat untuk semua fitur dan atributnya, kemampuan mengelompokkan fitur ke dalam subtype, serta menetapkan aturan validasi spasial dan atribut.



Gambar 18. Membuat *personal geodatabase*

b. *Feature class*

Feature class berfungsi untuk menyimpan garis *baseline* dan garis *shoreline*, di mana setiap *feature class* akan diberikan atribut. garis *shoreline* maupun garis *baseline* memiliki atribut yang berbeda sesuai dengan fungsi masing-masing garis. Ada beberapa atribut yang perlu dibuat dalam *feature class baseline* yaitu *SHAPE_Length* dengan *data type double*, *ID* dengan *data type long integer*, *DSAS_Group* dengan *data type long integer*, dan *DSAS_Search* dengan *data type double*. Sedangkan pada *feature class shorelline* yaitu *SHAPE_Length* dengan *data type double*, *Date_* dengan *data type text*, dan *DSAS_Uncy* dengan *data type double*.



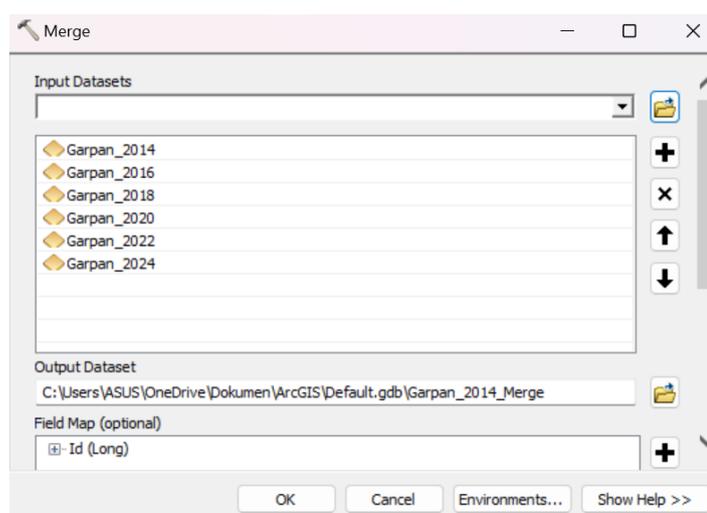
Gambar 19. Penambahan atribut pada *feature class baseline*

5. Tumpang susun (*Overlay*) dan pembobotan

Untuk menggabungkan ke enam data garis pantai, *overlay* data garis pantai dilakukan di enam tahun yang berbeda. Dengan menggunakan *Tools Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, kemudian dapat dihitung perubahan yang terjadi enam tahunnya. Selanjutnya adalah menganalisis perubahan yang terjadi pada *Tools Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. Data *overlay* kemudian dimasukkan ke dalam *personal geodatabase* yang telah dibuat, yakni *shoreline* atau garis pantai. Sebelum melakukan analisis perubahan akresi dan abrasi garis pantai, data yang telah digabungkan diberikan pembobotan pada nilai DSAS_Group dan ID sesuai dengan modul DSAS. Proses *overlay* dan pembobotan melibatkan beberapa tahapan, di antaranya sebagai berikut.

a. *Merge*

Proses penggabungan data garis pantai dilakukan secara bertahap, mulai dari tahun 2014 hingga 2024, dengan menggunakan metode *merge* dalam manajemen data. Tujuannya adalah untuk mendapatkan dataset yang terurut dan konsisten, sehingga analisis menggunakan perangkat lunak DSAS dapat menghasilkan output yang akurat. Dengan cara ini, risiko terjadinya kesalahan perhitungan akibat data yang tidak sinkron dapat dihindari.



Gambar 20. *Merge* garis pantai

b. Pembobotan pada atribut tabel

Sesuai dengan prosedur yang terdefinisi dalam modul DSAS, kelas fitur *baseline* dan *shoreline* diberikan bobot dengan nilai ID=1, DSAS_Group=1, dan DSAS_Uncertainty=4. Data yang telah diberi bobot ini selanjutnya menjadi input pada perangkat lunak DSAS versi 5.0 untuk menjalani tahap pengolahan data. Tahap selanjutnya adalah menginput seluruh parameter yang dibutuhkan untuk menjalankan proses DSAS. Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih spesifik, ditetapkan jarak antar transek sebesar 70 meter. Dengan demikian, kita dapat menghitung laju perubahan garis pantai pada setiap interval 70 meter, sehingga dapat diketahui daerah mana yang mengalami abrasi dan daerah mana yang mengalami akresi.

6. Penentuan perubahan garis pantai

Data abrasi dan akresi yang telah diperoleh dari analisis DSAS, kemudian digabungkan (overlay) dengan geodatabase "*Shoreline*" yang telah ada sebelumnya. Proses penggabungan ini bertujuan untuk memberikan bobot pada data dan memungkinkan perhitungan yang lebih akurat mengenai perubahan garis pantai selama periode 10 tahun terakhir. Proses ini terdiri dari beberapa langkah.

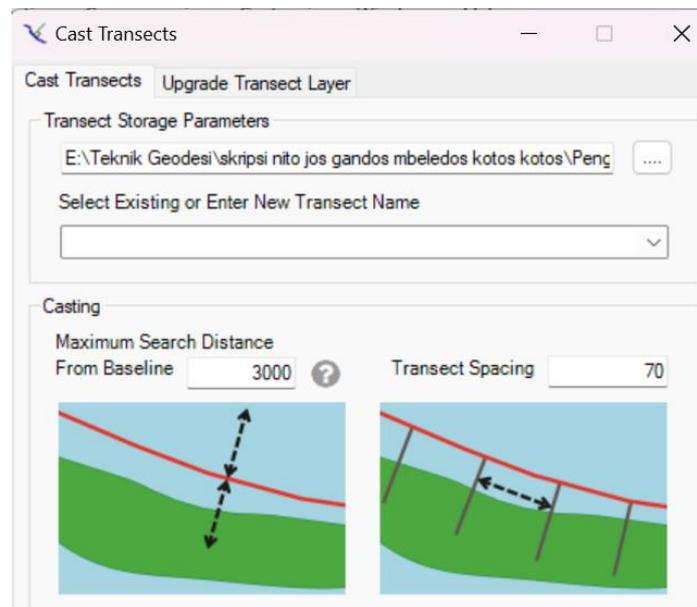
a. *Set default parameters*

Sebelum menjalankan program DSAS, perlu dilakukan pengaturan parameter yang tepat. Salah satu parameter yang sangat penting adalah atribut *baseline* dan *shoreline*. Jika parameter ini tidak diatur dengan benar, maka program tidak akan dapat memproses data dan menghasilkan output yang diinginkan.

b. *Cast transect*

Mengatur Dalam penelitian ini, jarak transek yaitu sebesar 70 meter. Dengan jarak ini, garis pantai akan terbagi menjadi bagian yang sama, masing-masing sepanjang 70 meter. Setiap transek yang terbentuk akan memiliki dua ukuran utama, jarak antara satu transek dengan transek lainnya (lebar) dan jarak dari garis

awal pengukuran (*baseline*) hingga garis pantai terakhir (tahun 2024) yang menunjukkan panjang perubahan garis pantai.



Gambar 21. Mengatur jarak transek pada DSAS

c. *Calculate rates*

Setelah menentukan parameter, langkah selanjutnya adalah memilih metode analisis yang akan digunakan. DSAS menyediakan beberapa metode, namun dalam penelitian akan terfokus pada tiga metode utama, yaitu *Net Shoreline Movement* (NSM) untuk mengukur jarak perubahan garis pantai, *End Point Rate* (EPR) untuk menghitung kecepatan perubahan, dan *Linear Regression Rate* (LRR) untuk menganalisis secara statistik perubahan garis pantai pada setiap titik yang telah ditentukan.

Tabel 6. Hasil perhitungan pada DSAS

object id	TCD	NSM	EPR	EPRunc	LRR	LR2	LSE
1	0	-121,9	-12,07	1,4	-9,3	0,70	25,7
2	70	-117,9	-11,68	1,4	-9,1	0,71	24,4
3	140	-100,5	-9,95	1,4	-8	0,66	24,4
4	210	-9,8	-9,71	1,4	-7,9	0,68	23,1
5	280	-100,3	-9,93	1,4	-8,3	0,72	21,7
6	350	-100,2	-9,92	1,4	-8,5	0,74	21,2
7	420	-99,8	-9,89	1,4	-8,9	0,77	20,6
8	490	-99,5	-9,85	1,4	-9,4	0,80	20

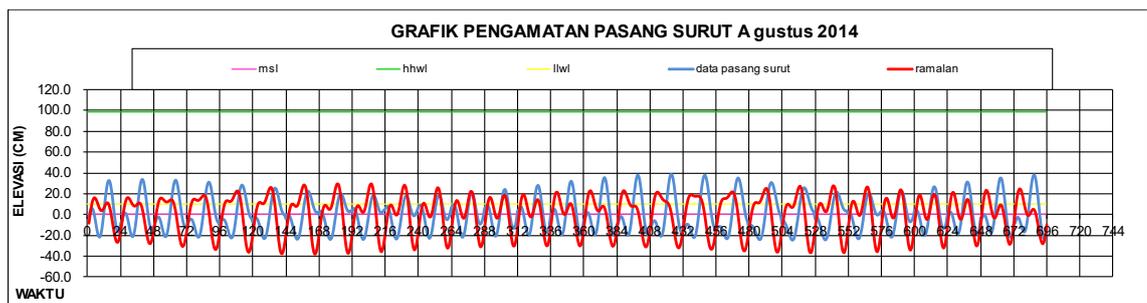
Tabel 6. Hasil perhitungan pada DSAS (lanjutan)

object id	TCD	NSM	EPR	EPRunc	LRR	LR2	LSE
9	560	-93,4	-9,25	1,4	-8,2	0,81	16,8
10	630	-91,1	-9,02	1,4	-7,2	0,74	18,1
11	700	-92,4	-9,15	1,4	-8	0,8	16,9
12	770	-85,8	-8,47	1,4	-8,3	0,85	14,6
13	840	-77,5	-7,68	1,4	-7,6	0,81	15,6
14	910	-34,5	-3,42	1,4	-5,3	0,29	35,6
15	980	-5,1	-0,5	1,4	-1,3	0,21	11

7. Pasang surut air laut

Penelitian ini menggunakan data pasang surut harian yang diunduh dari SRGI-BIG untuk periode 2014-2024. Data mentah tersebut diolah dan dianalisis menggunakan metode *Admiralty* untuk mendapatkan komponen-komponen harmonik pasang surut di area penelitian. Hasil analisis ini akan digunakan sebagai parameter perubahan garis pantai yang terjadi.

Data yang telah didapat dari Sistem Referensi Geospasial Indonesia selanjutnya diolah di excel yang sudah terdapat perhitungan *admiralty*. Perhitungan *admiralty* memanfaatkan analisis komponen-komponen harmonik dari data pasang surut untuk memprediksi tinggi muka air laut di suatu lokasi.



Gambar 22. Grafik pasang surut harian bulan Agustus tahun 2014

3.3.3 Tahap Analisis

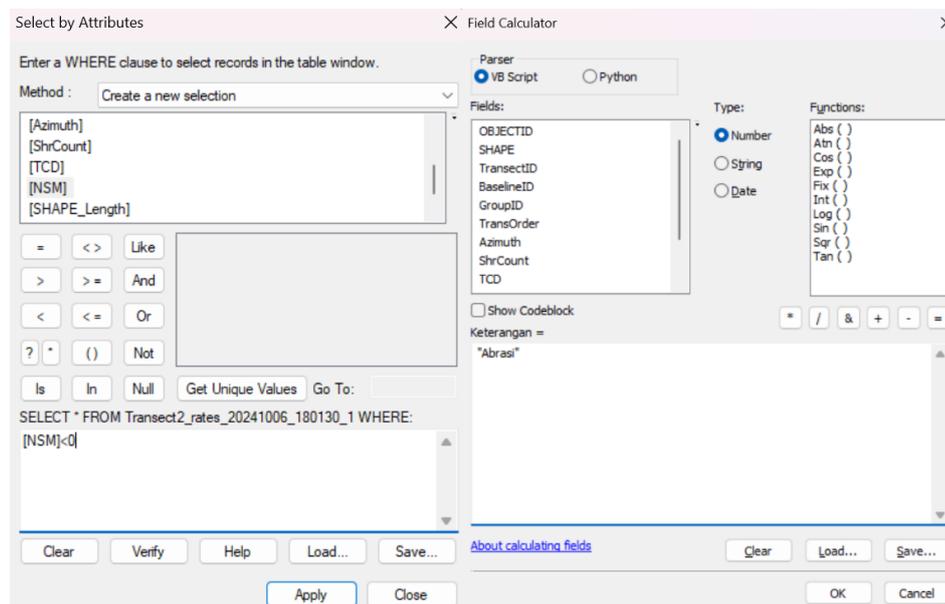
Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, setidaknya ada dua pembagian, yakni perubahan garis pantai selama sepuluh tahun terakhir dan prediksi perubahan garis pantai.

1. Perubahan garis pantai

Metode DSAS digunakan untuk menghitung berapa banyak perubahan yang terjadi pada setiap garis pantai. Hasil pengolahan kemudian dianalisis untuk menghasilkan peta perubahan garis pantai, faktor menyebabkan garis pantai mengalami perubahan melalui serangkaian tahapan.

a. Query nilai NSM

Tujuan utama dari perhitungan NSM adalah untuk mengategorikan wilayah pantai berdasarkan tren perubahannya. Wilayah dengan nilai NSM negatif (<0) mengalami pengikisan pantai/abrasi, sementara wilayah dengan nilai NSM positif (>0) mengalami pengendapan sedimen/akresi.



Gambar 23. Query nilai NSM

b. Konversi *line* menjadi *polygon*

Untuk melakukan analisis perubahan luasan garis pantai, data garis pantai pada setiap tahun pengamatan (2014, 2016, 2018, 2020, 2022, dan 2024) dikonversi menjadi poligon. Proses konversi ini dilakukan dengan menambahkan garis bantu yang menghubungkan titik-titik ujung garis pantai. Poligon yang terbentuk kemudian digunakan untuk menghitung luas area pantai pada setiap tahun.

Dengan membandingkan luas poligon pada tahun yang berbeda, daerah yang mengalami abrasi maupun akresi dapat diidentifikasi luasannya.

c. *Overlay union*

Operasi *overlay union* diterapkan pada data poligon garis pantai yang telah dikonversi untuk menghasilkan sebuah lapisan data baru yang mencakup semua poligon dari tahun yang berbeda. Proses ini akan menghasilkan poligon-poligon baru yang merupakan gabungan dari poligon-poligon yang saling tumpang tindih. Untuk memudahkan analisis, atribut baru ditambahkan pada setiap poligon hasil penggabungan, yaitu atribut 'Tahun'. Atribut ini akan berisi informasi mengenai tahun pengamatan dari mana poligon tersebut berasal. Dengan demikian, *query* dapat dilakukan pada data hasil *overlay* untuk mengidentifikasi perubahan garis pantai.

d. *Query* dan analisis data

Setelah proses *overlay*, data atribut pada poligon hasil penggabungan akan dianalisis. Poligon yang memiliki nilai pada tahun 2014 dan 2024 mengindikasikan wilayah yang mengalami pertumbuhan atau penambahan luas daratan (akresi). Sebaliknya, poligon dengan nilai 0 menandakan wilayah yang mengalami pengurangan luas daratan atau erosi (abrasi). Namun, perlu diperhatikan bahwa interpretasi ini bergantung pada posisi garis baseline. Jika baseline berada di laut, maka interpretasi akan berbalik, yaitu poligon dengan nilai tahun mengindikasikan abrasi dan poligon dengan nilai 0 mengindikasikan akresi.

e. Luas perubahan daratan

Perhitungan luas perubahan daratan akibat berubahnya garis pantai akan dilakukan dengan menggunakan fitur *field calculator* pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Kolom baru bernama 'Luas Perubahan' akan dibuat untuk menyimpan hasil perhitungan selisih luas antara poligon garis pantai tahun 2024 dan 2014. Satuan yang digunakan adalah hektar.

Tabel 7. Luas perubahan tahun 2014-2024

FID	Shape	Th_2014	Th_2024	Keterangan	Luasan_Ha
0	Polygon	2014	0	Abrasi	138,96242
1	Polygon	0	2024	akresi	517,71617

Tingkat ancaman perubahan garis pantai akibat pergerakan sedimen di sepanjang pantai dibagi menjadi tiga kategori:

- tinggi, apabila laju kemunduran garis pantai dalam 5 (lima) tahun terakhir lebih dari 2 m (dua meter) per tahun (m/tahun);
- sedang, apabila laju kemunduran garis pantai dalam 5 (lima) tahun terakhir antara 1 (satu) sampai dengan 2 m (dua meter) per tahun (m/tahun); dan
- rendah, apabila laju kemunduran garis pantai dalam 5 (lima) tahun terakhir kurang dari 1 m (satu meter) per tahun (m/tahun).

2. Prediksi perubahan garis pantai

Prediksi perubahan garis pantai dibuat dengan menggunakan model yang menggunakan Software SIG untuk menganalisis perhitungan perubahan garis pantai selama sepuluh tahun terakhir. Kemudian, apabila data yang digunakan dianggap sama untuk sepuluh tahun ke depan dengan parameter dan perubahan yang sama, maka peta perubahan dapat dibuat dari analisis data perubahan selama sepuluh tahun terakhir. Prediksi ini dilakukan dengan tujuan sebagai pandangan kedepan apabila penanggulangan tidak segera dilakukan dan sebagai bahan pertimbangan jarembagi pemerintah untuk mempertimbangkan wilayah yang terdampak abrasi untuk segera dilakukan penanganan bencana abrasi yang semakin meluas.

Tabel 8. Nilai LR2 dan LRR

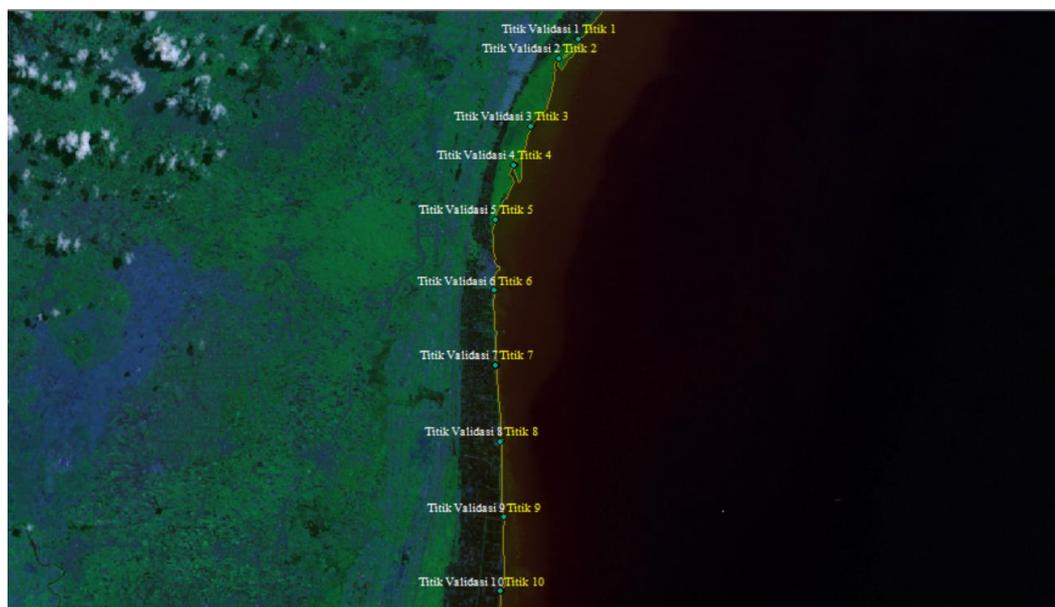
TransectID	LRR	LR2	LSE	SHAPE_Length
1	-9,32	0,70	25,7	524,83
2	-9,13	0,7	24,45	522,29
3	-8	0,66	24,4	520,58
4	-7,96	0,68	23,13	521,68
5	-8,36	0,72	21,74	521,05
6	-8,59	0,74	21,24	518,3

Tabel 8. Nilai LR2 dan LRR (lanjutan)

TransectID	LRR	LR2	LSE	SHAPE_Length
8	-9,48	0,80	20,04	512,98
9	-8,29	0,81	16,85	507,72
10	-7,22	0,74	18,19	512,55
11	-8,08	0,80	16,95	512,9
12	-8,32	0,85	14,65	502,71
13	-7,66	0,81	15,6	494,71

3. Perbandingan antara model garis pantai dengan data *existing*

Hasil perbandingan antara garis pantai hasil interpretasi citra Landsat-8 dengan data garis pantai lapangan menunjukkan tingkat kesesuaian yang cukup baik. Secara umum, kedua data tersebut memiliki korelasi yang kuat, terutama pada area yang tidak mengalami perubahan signifikan. Toleransi selisih maksimum yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 30 meter. Hal tersebut mengacu pada nilai piksel citra yang digunakan yaitu citra Landsat-8.

Gambar 24. Perbandingan antara data model dengan data *existing*

Uji validasi dilakukan dengan mengambil 10 titik sampel di garis pantai Kecamatan Labuhan Maringgai, titik-titik tersebut kemudian dicocokkan dengan model garis pantai yang didigitasi dari citra Landsat-8.

Tabel 9. Perbandingan data model dengan data *existing*

Nama Titik	Koordinat Model	Koordinat Existing	Selisih jarak
Titik 1	X= 105,848781	X= 105,848977	22,19 Meter
	Y= -5,278057	Y= -5,278097	
Titik 2	X= 105,842042	X= 105,84207	11,25 Meter
	Y= -5,285039	Y= -5,284941	
Titik 3	X= 105,832337	X= 105,832427	15,67 Meter
	Y= -5,308956	Y= -5,308847	
Titik 4	X= 105,826371	X= 105,826467	10,58 Meter
	Y= -5,322985	Y= -5,322986	

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Labuhan Maringgai Menggunakan Metode *Digital Shoreline Analysis System*, dapat disimpulkan bahwasannya:

1. Kecamatan Labuhan Maringgai bagian utara mengalami kemajuan garis pantai atau penambahan daratan (akresi) dikarenakan pesatnya pertumbuhan mangrove di daerah tersebut. Kejadian itu tentunya sangat baik dikarenakan dapat menjaga wilayah untuk mobilitas masyarakat sekitar, hutan mangrove juga dapat meminimalisir terjadinya banjir rob akibat air laut yang meluap. Selain itu pada bagian utara juga mengalami abrasi yang cukup besar, hal tersebut disebabkan karna tidak adanya perawatan terhadap hutan mangrove yang sudah ada. Intensitas pasang surut juga menjadi salah satu pengaruh hilangnya hutan mangrove di kawasan tersebut. Sedangkan di wilayah Kecamatan Labuhan Maringgai bagian selatan mengalami abrasi atau mundurnya garis pantai namun tidak terlalu besar, hal itu disebabkan oleh pasang surut tipe semi-diurnal dimana dalam sehari terjadi 2 kali pasang dan dua kali surut. Abrasi terjadi dikarenakan pada wilayah tersebut tidak terdapat pelindung seperti hutan mangrove. Apabila tidak ada mitigasi yang dilakukan, tentunya akan terjadi abrasi yang lebih parah dimana lahan di pesisir akan terkikis sehingga berkurangnya lahan mobilitas masyarakat sekitar.
2. Prediksi garis pantai menggunakan metode LRR menunjukkan dalam 10 tahun mendatang, pengurangan daratan (abrasi) akan terjadi di Kecamatan Labuhan Maringgai bagian selatan. Kegiatan mitigasi bencana harus segera dilakukan jika tidak ingin daratan terkikis terus-menerus seiring berjalannya waktu. Untuk penambahan daratan (akresi) terjadi di wilayah Kecamatan Labuhan

Maringgai bagian utara. Dalam 10 tahun kedepan, diperkirakan akan mengalami penambahan daratan (akresi) karna pesatnya pertumbuhan mangrove di wilayah tersebut.

5.2 Saran

Saran untuk meningkatkan kualitas penelitian adalah dengan menggunakan data penginderaan jauh beresolusi tinggi dan frekuensi pengambilan data yang lebih sering. Hal ini akan memungkinkan untuk mendeteksi perubahan garis pantai yang lebih tepat. Selain itu, penggunaan data terbaru akan memastikan bahwa analisis relevan dengan kondisi terkini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, F. R. (2016). Dalam Algoritma Untuk Perhitungan Total Suspended Solid Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Institut Teknologi Sepuluh November*, hal. 111.
- Alfaris, L., Baswantara, A., & Suhernalis. (2020). Analisa Numerik Tsunami Pangandaran Dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 1(1), 39–45.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial (BIG) Nomor 18 Tahun 2018. *Tata Cara Penyelenggaraan Informasi Geospasial*, 984, 1–189.
- Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172. <https://doi.org/10.21105/joss.03172>
- Department of the Interior U.S. Geological Survey. (2016). Landsat 8 Data Users Handbook. *Nasa*, 8(June), 97.
- Dermawan, O., Aryani, W. D., Mulyasa, E., Yusuf, T. K., & Yanti, R. (2024). Species Composition and Density in the Mangrove Forest Area of Sriminosari Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. *E3S Web of Conferences*, 482, 1–10.
- Dewi, I. A. U., Jaya, I. K. A. N. A., & Digita, I. D. K. L. (2022). Sistem informasi geografis (SIG) sebaran LPD di Kota Denpasar Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPAT)*, 2(3), 224–232.
- Dina ‘Amalina, A., Atmodjo, W., & Setiyo Pranowo, W. (2019). Karakteristik Pasang Surut di Teluk Jakarta Berdasarkan Data 253 Bulan. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 25–36.
- Elya Kartika Rinjani, Nurhidayah, Septi Panbriani, Umami Auliya, Amalina, &

- Artayasa, I. P. (2022). Mitigasi Bencana Abrasi Pantai Melalui Penanaman Mangrove di Desa Seriwe, Jerowaru Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(1), 226–230.
- Feri Fariyanto, & Suaidah, F. U. (2021). Perancangan Aplikasi Pemilihan Kepala Desa Dengan Metode Ux Design Thinking (Studi Kasus: Kampung Kuripan). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 2(2), 52–60.
- Ginting, D. N. B., & Faristyan, R. (2020). Deteksi Tipe Dan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Analisis Digital Citra Penginderaan Jauh. *Geomatika*, 26(1), 17.
- Hasan, M. Z. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Di Pesisir Timur Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7, 662–676.
- Hermawan, E. (2010). Pengelompokan Pola Curah Hujan Yang Terjadi Di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2).
- Istiqomah, F., Sasmito, B., & Amarrohman, F. J. (2016). Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 78–89.
- Jayantri, A. S., & Ridlo, M. A. (2022). Strategi Pengelolaan Sampah Di Kawasan Pantai. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(2), 147.
- Kankara, R. S., Chenthamil Selvan, S., Rajan, B., & Arockiaraj, S. (2014). An adaptive approach to monitor the shoreline changes in ICZM framework: A case study of Chennai coast. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(7), 1266–1271.
- Majid, I., Henie, M., Al, I., Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Konservasi Hutan Mangrove Di Pesisir Pantai Kota. *BIOeduKASI*, 4(2), 1–10.
- Manu, L. (2023). Karakteristik dan Dinamika Pesisir di Kawasan Pantai Jayanti Cianjur: Studi Kasus Perubahan Garis Pantai. *Jurnal Geosains West Science*, 1(02), 119–125.
- Mariana. (2018). Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Pantai Melalui Pendekatan Iczm (Integrated Coastal Zone Management). *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu*, 180, 752–760.

- Mulia Purba, I. J. (2003). *Kabupaten Lampung Timur (Analysis of Coast Line and Land Use Coverage Changes between Way Penet.* 109–121.
- Muliati, Y. (2008). *Rekayasa Pantai Edisi Ke-1.*
- Pariwono, J. I. (n.d.). *Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Lampung.*
- Qinthara, A., S., Abdurrahman Mahfudz, A., Johan, Y., & Zahrina Wulansari, N. (2024). Analisis Tipe Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty (Studi Kasus: Teluk Lampung). *In Prosising Seminar Nasional Hasil Penelitian Kelautan Dan Perikanan, September 2023*, 52–63.
- Ra'ad Assidiqy, M. (2015). Penajaman Citra, Pemfilteran Spasial, Interpretasi Digital Serta Layout. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., November, 22–31.
- Sari, D. P., & Lubis, M. Z. (2017). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Memetakan Persebaran Lamun Di Wilayah Pesisir Pulau Batam. *Jurnal Enggano*, 2(1), 38–45.
- Sasongko, D. P. (2014). *Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty.* 6(1), 1–12.
- Setyowati, R. W. W., & Zahrina W., N. (2024). Analisis Tipe Pasang Surut menggunakan Metode Admiralty (Studi Kasus: Perairan Sorong, Papua Barat). *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 6(1), 15–22.
- Surinati, D. (2007). Oseana, Pasang Surut dan Energinya. *Oseana*, XXXII(1), 15–22.
- Suryani, N. A., Hastuti, E. D., & Budihastuti, R. (2018). Kualitas Air dan Pertumbuhan Semai *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh pada Lebar Saluran tambak Wanamina yang Berbeda. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(2), 207–214.
- Syahputra, T. R., & Rahma, E. A. (2023). Karakteristik Pasang Surut Air Laut di Peairan Belawan Menggunakan Metode Admiralty. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5(1), 7.
- Widharma, I. G. S., Arthadi, I., PP, M. D., & ... (2019). Paket Program Aplikasi ArcGIS Anlysis dan Mapping. *Politeknik Negeri Bali ...*, October.
- Yudistira, A., Agustriani, F., & Fitri. (2023). Pemantauan Perubahan Garis Pantai

- Pesisir Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan Shoreline Changes in the Banyuasin Coast of South Sumatra Province. *Banyuasin Coast In, 1*, 23–31.
- Yulia Reza Putri, Dwi Marsiska Driptufany, Ilham Armi, Dwi Arini, & Defwaldi. (2023). Identifikasi Kawasan Abrasi Dan Akresi Sepanjang Garis Pantai Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. *Journal of Social Sciences, 1*(1), 66–75.
- Yuliasmaya, Darmawan, A., & Hilmanto, R. (2014). Perubahan Tutupan Hutan Mangrove Di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari, 2*(3), 111.
- Zahro, A. A., & W, N. zahrina. (2024). Analisis tipe Pasang Surut Untuk Penentuan Elevasi Muka Air Laut di Perairan Semarang Menggunakan Metode Admiralty. *06*, 1–23.