

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir merupakan wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang masih dipengaruhi oleh pergantian di laut serta darat, sehingga merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang dinamis begitupun garis pantainya. Perubahan garis pantai merupakan salah satu proses yang cukup dinamis dalam dinamika pesisir. Perubahan garis pantai dapat disebabkan oleh faktor alami maupun antropogenik (aktivitas manusia). Faktor alami berupa akresi, erosi, pemadatan sedimen pantai, kenaikan muka laut dan kondisi geologi. Faktor manusia berupa penanggulangan pantai, penggalian sedimen pantai, penimbunan pantai, pembabatan tumbuhan pelindung pantai, pembuatan kanal banjir dan pengaturan pola daerah aliran sungai. Perubahan garis pantai dapat terjadi dari waktu ke waktu dalam skala musiman maupun tahunan, tergantung pada daya tahan kondisi pantai dalam bentuk topografi, batuan dan sifat-sifatnya dengan gelombang laut, pasang surut (pasut), dan angin (Darmiati et al., 2020).

Kabupaten Takalar merupakan salah satu kabupaten di Sulawesi Selatan yang berada di wilayah pesisir pantai berbatasan dengan Laut Flores sebelah Selatan dan Selat Makassar sebelah Barat dengan garis pantai sepanjang 74 km. Sebagai kabupaten penyangga Kota Makassar yang merupakan ibu kota sekaligus pusat ekonomi Sulawesi Selatan, Kabupaten Takalar perlu memperhatikan beberapa aspek, khususnya aspek kebencanaan yang dapat mempengaruhi perekonomian wilayahnya. Kerentanan pantai Takalar menunjukkan bahwa 18 km panjang pantai Takalar memiliki tingkat kerentanan pesisir yang sangat tinggi dan parameter yang paling mempengaruhi kerentanan pesisir Takalar tersebut adalah perubahan garis pantai (Sakka et al., 2014).

Studi di Kabupaten Takalar menunjukkan bahwa terdapat kerusakan yang mempengaruhi perubahan garis pantai di sepanjang pantai kawasan pesisir. Beberapa kerusakan yang terjadi di sepanjang pantai Kabupaten Takalar yang mempengaruhi perubahan garis pantai seperti erosi dan kerusakan bangunan pantai yang ditandai dengan terdapat kerusakan pantai yang terbesar terjadi di beberapa lokasi, termasuk erosi dan kerusakan bangunan pantai (Prasetyo et al., 2020). Selain itu terdapat faktor hidro-oseanografi, seperti arus laut, pasang surut, dan aktivitas manusia yang mempengaruhi perubahan garis pantai. Aktivitas pembukaan lahan, eksploitasi sumber daya alam, dan pemanfaatan wilayah pantai sebagai kawasan pemukiman, industri, dan pariwisata memberikan dampak yang serius terhadap bentuk garis pantai (Siregar et al., 2014). Dengan adanya kerusakan yang terjadi di sepanjang pantai Kabupaten Takalar, pemantauan perubahan garis pantai dari tahun ke tahun menjadi perlu dilakukan dalam upaya pengelolaan pesisir yang berkelanjutan.

1.2 Teori

1.2.1 Penelitian Terdahulu

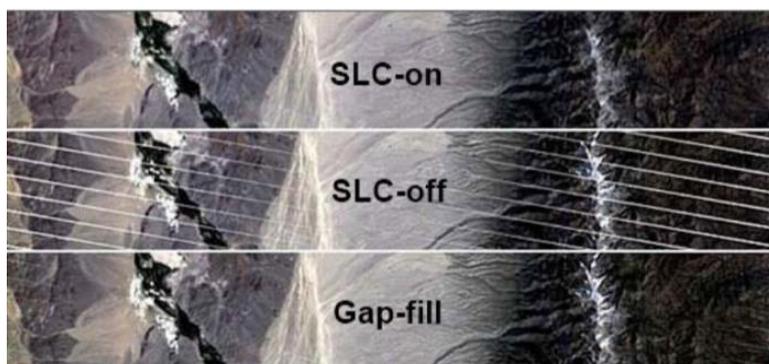
Perubahan garis pantai dapat dipantau secara efektif menggunakan citra satelit dan teknik analitik canggih seperti *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Studi telah menunjukkan kegunaan data satelit dari sumber-sumber seperti Landsat dan Sentinel untuk menilai dinamika garis pantai dari waktu ke waktu dengan mengukur perubahan secara akurat melalui metode seperti *End Point Rate* (EPR) dan *Net Shoreline Movement* (NSM). Studi telah menunjukkan bahwa citra satelit memungkinkan analisis posisi garis pantai historis, identifikasi pola erosi dan akresi di berbagai pesisir dapat dilakukan (Kazi & Karabulut, 2023; Sekar et al., 2024). Misalnya, penelitian di sepanjang pantai selatan Rio de Janeiro menggunakan citra satelit dari tahun 1972 hingga 2022 untuk menghitung tingkat perubahan dan memprediksi posisi garis pantai di masa depan, mengidentifikasi pola akresi dan erosi yang signifikan (Palanisamy et al., 2024). Penelitian lain di India telah menggunakan data citra satelit multi-resolusi untuk mendokumentasikan perubahan garis pantai secara sistematis, menunjukkan sifat dinamis garis pantai yang dipengaruhi oleh berbagai faktor alam dan faktor antropogenik (aktivitas manusia) (Pattipawaej & Oktaviani, 2023; Sekar et al., 2024). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang pengaruh alam dan antropogenik di garis pantai tetapi juga membantu dalam strategi pengelolaan pesisir yang efektif, serta dapat memastikan perlindungan daerah yang rentan. Sehingga metode ini menggarisbawahi pentingnya penginderaan jauh dalam memahami dan mengelola lingkungan pesisir (Palanisamy et al., 2024; Pattipawaej & Oktaviani, 2023).

Di Takalar, perubahan garis pantai yang signifikan telah diamati, ditandai dengan akresi dan erosi. Penelitian menunjukkan bahwa garis pantai mengalami perubahan yang tidak menentu, dengan volume sedimen yang diproyeksikan bertambah 3,73 m³ sepanjang bentangan 150 meter dari 2023 hingga 2024 (Tasri & Pratiwi, 2024). Selain itu, sebuah penelitian yang menggunakan metode *One-Line Model* mengungkapkan bahwa transportasi sedimen di sepanjang pantai sebagian besar ke selatan, dipengaruhi oleh dinamika gelombang. Model ini juga menyoroti bahwa sementara akresi terjadi di daerah tertentu, erosi juga terjadi di daerah lain, terutama di tanjung, yang menunjukkan interaksi kompleks antara kekuatan alam dan morfologi pesisir (Awaliah et al., 2016). Secara keseluruhan, temuan ini menggarisbawahi sifat dinamis garis pantai Pantai Galesong, yang dibentuk oleh proses alami dan pola transportasi sedimen.

1.2.2 Citra Landsat

Citra Landsat 7 dan Landsat 8 sangat berguna dalam analisis perubahan garis pantai karena kemampuannya untuk memberikan data dengan resolusi spasial yang cukup baik, yaitu 30 meter, serta resolusi temporal yang memungkinkan pemantauan setiap 16 hari sekali. Resolusi ini cocok untuk melihat perubahan garis pantai pada skala yang luas, meskipun untuk detail yang lebih kecil mungkin dibutuhkan data dari sensor dengan resolusi lebih tinggi. Meskipun Landsat 7 mengalami masalah pada *scan line corrector* (SLC-off) sejak 2003, yang menyebabkan sebagian citra

kehilangan data, hal ini bisa diperbaiki melalui interpolasi, sehingga citra tersebut tetap dapat digunakan untuk analisis historis. *Gap Fill* merupakan proses memperbaiki citra yang mengalami kerusakan yang pada SLC, yang ditandai dengan adanya garis-garis hitam yang disebut dengan *SLC-off*. Adapun cara yang dilakukan untuk memperbaiki citra ini dengan menggunakan data citra Landsat 7 dan *Gap Mask* untuk mengisi celah dalam *SLC-off* untuk mengganti bagian yang hilang di gambar lain. Data *Gap Mask* semua *band* disertakan dengan setiap produk data Landsat 7 *SLC-off* Level-1. Data tambahan ini mengidentifikasi lokasi semua piksel yang terpengaruh oleh *gap data* asli dalam *SLC-on*. Dalam hal akurasi, Landsat 8 lebih unggul dengan teknologi sensor yang lebih baru dan akurasi geometrik yang lebih baik, sehingga posisi garis pantai dapat ditentukan dengan lebih presisi.



Gambar 1. SLC-on, SCL-off dan Gap-Fill pada citra Landsat 7 (Eros, 2024)

Selain itu, kemampuan spektral dari kedua satelit ini sangat bermanfaat dalam mendeteksi perbedaan antara perairan dan daratan. Band-band seperti Red dan Near-Infrared membantu membedakan area vegetasi dan garis pantai, sementara Shortwave Infrared digunakan untuk memisahkan daratan basah dan kering, mempermudah identifikasi batas air. Penggunaan indeks air seperti NDWI dan MNDWI lebih lanjut memfasilitasi deteksi garis pantai dengan lebih akurat, terutama pada wilayah pesisir yang basah atau memiliki air permukaan.

Citra Landsat memiliki arsip data yang panjang, dengan Landsat 7 beroperasi sejak 1999 dan Landsat 8 sejak 2013, sehingga memungkinkan analisis jangka panjang perubahan garis pantai selama lebih dari dua dekade, sehingga citra ini penting untuk memahami tren erosi atau akresi dalam periode waktu yang lebih luas. Namun, tantangan dalam penggunaan citra satelit ini adalah keberadaan awan yang sering mengganggu citra wilayah pesisir. Oleh karena itu, citra yang digunakan harus dipilih dengan kondisi awan yang minimal atau memanfaatkan teknik *Cloud Masking* untuk menghilangkan gangguan tersebut. Dengan segala keunggulan yang dimiliki, Landsat 7 dan Landsat 8 menjadi pilihan yang andal untuk memantau perubahan garis pantai dan proses dinamika pesisir lainnya (Eros, 2024).

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Menentukan jarak, laju dan luas perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Galesong, Kabupaten Takalar selama 2000-2023.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam pengembangan penelitian dalam bidang perubahan garis pantai. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang penting bagi pemerintah Kabupaten Takalar dalam menentukan kebijakan dalam pengelolaan wilayah pesisir dalam pengembangan kawasan wisata dan pemukiman.

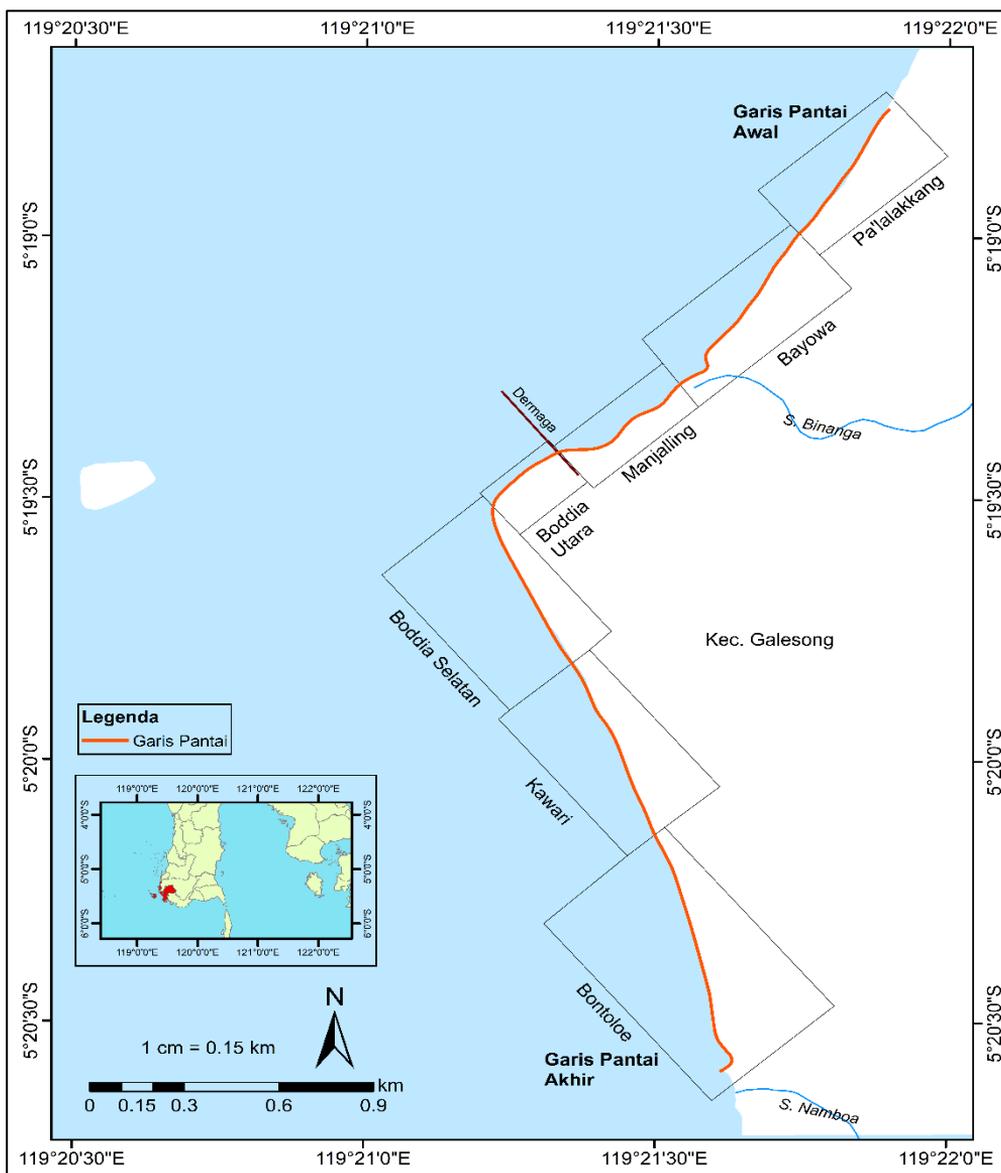
1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi dengan menggunakan data sekunder berupa data batimetri, dan citra Landsat 7 dan 8 selama 24 tahun terakhir (2000-2023) yang difokuskan pada wilayah pesisir di Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar. Dengan memanfaatkan alat DSAS 6.0 untuk memperoleh jarak maksimum dan laju perubahan garis pantai, serta membagi wilayah penelitian menjadi tujuh lokasi berbeda untuk analisis terperinci mengenai perubahan garis pantai terkait erosi dan akresi.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Secara geografis, lokasi penelitian terletak antara $5^{\circ}18'38,402''$ sampai $5^{\circ}20'42,989''$ LS dan $119^{\circ}20'27,537''$ sampai $119^{\circ}22'3,209''$ BT. Panjang garis pantai yang telah diidentifikasi kurang lebih 4 km yang terbentang dari pesisir Dusun Pallakkang hingga pesisir Dusun Bontoloe, di Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Adapun data yang digunakan yaitu data sekunder yang dapat diperoleh dari web instansi terkait.

1. Data Citra Landsat

Data citra satelit *Landsat* diperoleh melalui internet yang diunduh di situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Citra satelit *Landsat* yang digunakan adalah citra *Landsat 7* dan *8* pada tahun 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 dan 2023.

Tabel 1. Informasi data citra *Landsat*

Tahun	Sensor	Tanggal	Waktu (WITA)	Resolusi Spasial (m)
2000	Landsat 7 ETM+	20/07/2000	10:02:01	30
2005	Landsat 7 ETM+	16/06/2005	09:59:42	30
2010	Landsat 7 ETM+	02/09/2010	10:02:55	30
2015	Landsat 8 OLI	08/09/2015	10:10:30	30
2020	Landsat 8 OLI	20/08/2020	10:10:42	30
2023	Landsat 8 OLI	16/10/2023	10:10:48	30

2. Data Kemiringan Dasar Pantai

Data kemiringan dasar pantai diperoleh dari data Batimetri yang diunduh di situs resmi Badan Informasi Geospasial yang memuat data Batimetri Nasional perwilayah pada <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas>. Data batimetri ini memuat informasi kedalaman perairan lokasi penelitian.

3. Data Pasang Surut

Data Pasang Surut sangat penting dalam penentuan garis pantai karena secara langsung mempengaruhi keakuratan garis pantai. Data pasang surut diperoleh dari prediksi program *NaoTide* yang memuat informasi mengenai konstanta harmonik, elevasi pasang surut, dan *Mean Sea Level* (MSL). *NaoTide* merupakan aplikasi berbasis fortran yang digunakan untuk meramalkan pasang surut yang menggabungkan antar data elevasi muka air laut dunia yang direkam sehingga dapat menghasilkan komponen pasang surut (Hirmawan et al., 2021).

2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data mencakup beberapa tahapan, diantaranya:

1. Melakukan pengolahan data Batimetri
2. Melakukan analisis citra *Landsat*
3. Melakukan analisis pasang surut
4. Melakukan analisis perubahan garis pantai

2.3.1 Pengolahan Data Batimetri

Pengolahan data batimetri dilakukan menggunakan *software* ArcGis 10.8 yang bertujuan untuk memperoleh nilai kontur kedalaman di lokasi penelitian. Nilai kontur kedalaman yang digunakan pada kedalaman 1 m hingga kedalaman sekitar 10 m

dengan interval kontur 1 m. Nilai kedalaman yang diperoleh digunakan untuk menentukan kemiringan dasar pantai.

2.3.2 Analisis Citra Landsat

Pengolahan citra Landsat dilakukan dengan menggunakan *software ArcGis* dan *QGIS* dengan tahapan sebagai berikut.

1. Pra-pemrosesan Citra

Pra-pemrosesan citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas data citra sebelum dianalisis perubahan garis pantainya. Khusus untuk data Citra Landsat 7 tahun 2005 dan 2010, dilakukan proses *Gap-fill*. Adapun cara yang dilakukan untuk memperbaiki citra ini dengan menggunakan data citra Landsat 7 dan *Gap Mask* untuk mengisi celah dalam *SLC-off* untuk mengganti bagian yang hilang di gambar lain. Proses ini dilakukan pada perangkat lunak QGIS dengan fitur analisis raster berupa *fill no data*.

Tahap selanjutnya yaitu koreksi geometrik yang dilakukan dengan menyelaraskan masing-masing data citra Landsat 7 dan 8 dengan sistem koordinat tertentu, seperti UTM. Selain itu perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk meningkatkan akurasi citra dengan mengkalibrasi nilai piksel untuk memperhitungkan kesalahan sensor. *Semi-automatic Classification Plugin* (SCP) di QGIS digunakan untuk melakukan koreksi yang diperlukan radiometrik dengan memasukkan data citra dan file *Metadata* (MTL) dari masing masing citra.

2. Pemotongan Citra

Hasil dari tahapan pra-pemrosesan citra ini berupa data citra yang telah terkoreksi yang digunakan untuk tahapan selanjutnya, yaitu pemotongan citra. Tahapan ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Arcgis 10.8 untuk membatasi semua citra yang akan dianalisis hanya pada daerah penelitian dengan menggunakan batas lokasi penelitian (Darmiati et al., 2020).

3. Delineasi Garis Pantai

Tahap selanjutnya adalah delineasi garis pantai dengan menggunakan metode *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) untuk data citra Landsat 7 dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) pada data citra Landsat 8. Indeks NDWI dan MNDWI masing-masing dihitung menggunakan ArcGis 10.8 dengan memanfaatkan *raster calculator*. Indeks ini menghasilkan nilai piksel positif untuk fitur air dan nilai negatif atau nol untuk fitur vegetasi dan tanah.

Normalized Difference Water Index (NDWI) merupakan indeks penginderaan jauh yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis air dan darat yang efektif digunakan dalam citra satelit Landsat 8. Untuk memisahkan darat dan air, NDWI dihitung menggunakan rumus berikut:

$$NDWI = \frac{B_{Green} - B_{NIR}}{B_{Green} + B_{NIR}} \quad (1)$$

dimana, B_{Green} adalah Band Hijau sedangkan B_{NIR} adalah Band inframerah dekat. Pada Landsat 8 Band Hijau merupakan Band 2 dan Band inframerah dekat merupakan Band 5.

Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) merupakan indeks penginderaan jauh yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis air dan darat yang efektif digunakan pada citra satelit Landsat 7. Untuk memisahkan darat dan air, MNDWI dihitung menggunakan rumus berikut:

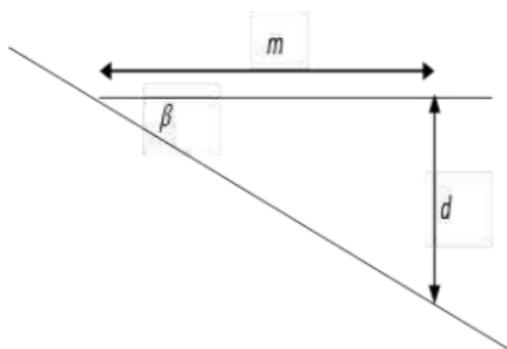
$$MNDWI = \frac{B_{Green} - B_{SWIR}}{B_{Green} + B_{SWIR}} \quad (2)$$

dimana, B_{Green} adalah Band Hijau sedangkan B_{SWIR} adalah Band inframerah dekat. Pada Landsat 7 Band Hijau merupakan Band 3 dan Band inframerah pendek merupakan Band 5 (Kazi & Karabulut, 2023; Rahbani & Ghaderi, 2024).

Hasil deliniasi garis pantai tahun 2000-2023 kemudian diekstraksi diubah menjadi data vektor, dan batas darat-air ditentukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Ekstraksi garis pantai citra dilakukan dengan digitasi manual citra setiap tahunnya.

2.3.3 Koreksi Pasang Surut

Koreksi pasang surut dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui selisih muka air pada saat perekaman citra, karena pada saat perekaman citra tidak diketahui nilai dari pasang dan surutnya. Tahap awal dilakukan dengan menghitung kemiringan dasar pantai yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Kemiringan dasar pantai (Darmiati et al., 2020)

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh persamaan kemiringan dasar pantai, yakni:

$$\tan \beta = \frac{d}{m} \quad (3)$$

Keterangan:

$\tan \beta$ = Kemiringan dasar pantai

d = kedalaman perairan (m)

m = jarak mendatar dari garis pantai sampai titik kedalaman (m)

Koreksi garis pantai hasil ekstraksi terhadap pasang surut dilakukan dengan menggunakan data pasang surut dan data kemiringan dasar pantai yang telah dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

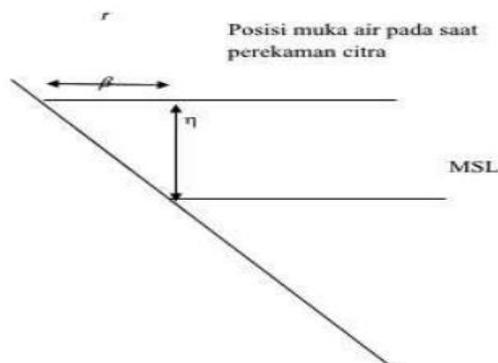
$$r = \frac{\eta}{\tan \beta} \quad (4)$$

dimana:

r = jarak pergeseran garis pantai (m)

η = selisih posisi muka air pada saat perekaman citra terhadap MSL (m)

$\tan \beta$ = Kemiringan pantai



Gambar 4. Posisi muka air laut saat perekaman citra (Darmiati et al., 2020).

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat jika perekaman citra dilakukan pada saat air laut pasang maka setiap fitur garis pantai yang telah didapatkan digeser ke arah laut sejauh r , sebaliknya jika air laut surut maka setiap fitur garis pantai yang telah didapatkan digeser ke arah darat sejauh r (Darmiati et al., 2020).

Pada penelitian ini, perhitungan mengenai koreksi perubahan garis pantai citra terhadap pasang surut dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.3.4 Analisis Perubahan Garis Pantai

Pada penelitian ini dilakukan pemantauan perubahan garis pantai yang diperkirakan mengalami dinamika pesisir yang berbeda baik itu erosi maupun akresi dengan membagi wilayah penelitian menjadi 7 wilayah. Hasil koreksi garis pantai terhadap pasang surut kemudian di *overlay* untuk menampilkan perubahan garis pantai selama tahun 2000-2023. Hasil ini kemudian dipilah berupa perubahan erosi dan akresi. Perhitungan luas perubahan garis pantai dilakukan pada perangkat lunak ArcGis 10.8 dengan memanfaatkan *calculate geometry*, sedangkan untuk jarak dan laju perubahan garis pantai dianalisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) 6.0*.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) 6.0 adalah aplikasi mandiri yang menghitung statistik perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. Perhitungan jarak

perubahan garis pantai menggunakan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) antara posisi garis pantai dalam dua set data dari tahun yang berbeda. Hasil dari perhitungan ini adalah nilai yang menunjukkan seberapa jauh garis pantai telah bergerak, baik menuju laut (akresi) atau menjauh dari laut (erosi). Sedangkan perhitungan laju perubahan garis pantai metode *End Point Rate* (EPR) antara posisi garis pantai dalam dua set data dari tahun yang berbeda kemudian dibagi dengan selang waktu antara dua set data tersebut. Hasil dari perhitungan EPR memberikan informasi tentang laju erosi atau akresi garis pantai, yang penting untuk pengelolaan kawasan pesisir dan perencanaan penggunaan lahan (Colak, 2024; Palanisamy et al., 2024; Sekar et al., 2024).

Adapun Persamaan yang digunakan pada metode NSM dan EPR sebagai berikut:

$$NSM = d_2 - d_1 \quad (5)$$

$$EPR = \frac{NSM}{t_2 - t_1} \quad (6)$$

dimana:

d_1 = jarak garis awal (m)

d_2 = jarak garis akhir (m)

t_1 = waktu awal (tahun)

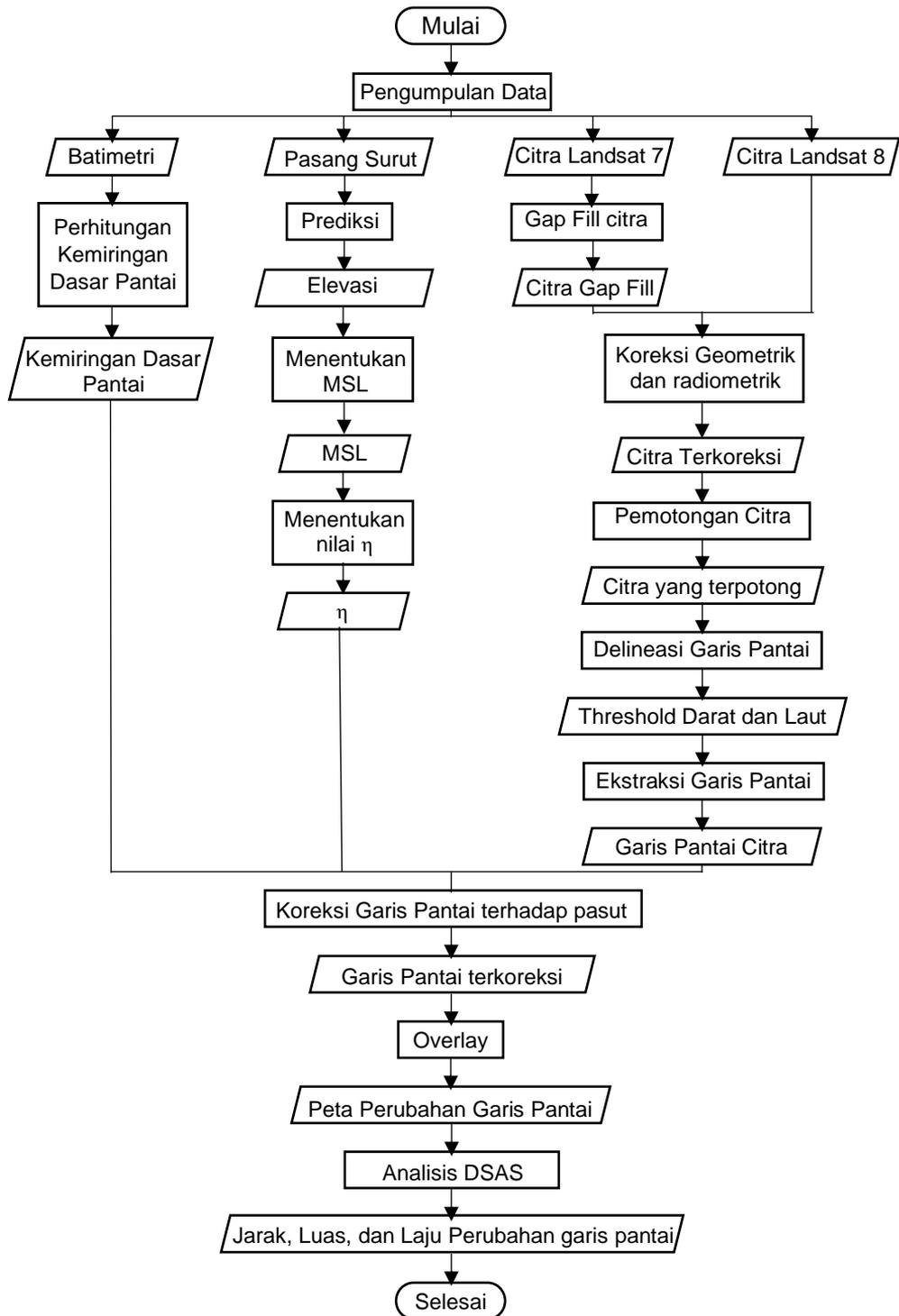
t_2 = waktu akhir (tahun)

NSM = jarak perubahan garis pantai (m)

EPR = laju perubahan Garis Pantai (m/tahun)

Adapun analisis perubahan yang dilakukan yaitu menganalisis perubahan 2 garis pantai, khususnya pada tahun 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015, 2015-2020, dan 2020-2023. Informasi perubahan yang didapatkan dari analisis yang dilakukan menggunakan persamaan (6) dan (7) berupa jarak dan laju akresi yang bernilai positif serta jarak dan laju erosi bernilai negatif, serta luas perubahan garis pantai selama periode perubahan.

2.4 Diagram Alir



Gambar 5. Diagram alir