

**DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN CITRA
PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
TSUNAMI DI PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**BANGKIT AGUNG PERMADI
NPM 2063034001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN CITRA PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

BANGKIT AGUNG PERMADI

Wilayah pesisir pantai Kota Bandar Lampung mengalami perubahan dari waktu ke waktu yang disebabkan oleh perubahan alam seperti adanya aktivitas gelombang, arus, angin, pasang surut, dan sedimen yang ada di sekitar muara sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *Net Shoreline Movement* (jarak), *End Point Rate* (laju), luas, dan lokasi perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan spasial (keruangan) melalui citra *Landsat* dengan variabel yaitu perubahan garis pantai. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu delineasi dan observasi serta teknik analisis data yang digunakan yaitu *overlay* menggunakan *Digital Shoreline Analysis System*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa garis pantai Kota Bandar Lampung mengalami perubahan yang didominasi oleh akresi atau penambahan massa daratan, dimana hasil analisis statistik dengan menggunakan metode NSM didapatkan nilai tertinggi pada area Kecamatan Panjang yaitu 304,20 m dan nilai terendah pada area Kecamatan Teluk Betung Selatan yaitu -45,60 m.

Kata kunci: garis pantai, penginderaan jauh, tsunami, pesisir

ABSTRACT

DETECTION OF COASTLINE CHANGES USING REMOTE SENSING IMAGERY AS AN EFFORTS TO MITIGATE TSUNAMI DISASTER ON THE COAST OF BANDAR LAMPUNG CITY

By

BANGKIT AGUNG PERMADI

The coastal area of Bandar Lampung City experiences changes from time to time caused by natural changes such as wave activity, currents, wind, tides and sediment around river mouths. This research aims to determine the Net Shoreline Movement (range), End Point Rate (rate), extent, and location of shoreline changes on the coast of Bandar Lampung City. The research method used is quantitative descriptive with a spatial approach through Landsat imagery with a variable that is shoreline change. Data collection techniques used are delineation and observation and data analysis techniques used are overlay using the Digital Shoreline Analysis System. The results showed that the coastline of Bandar Lampung City have changed, which dominated by accretion or addition of land mass, where the results of statistical analysis using the NSM method obtained the highest value in the Panjang District area, 304.20 m and the lowest value in the South Teluk Betung District area, namely -45.60 m.

Keywords: Shoreline, remote sensing, tsunami, coastal

**DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN CITRA
PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
TSUNAMI DI PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG**

Oleh

BANGKIT AGUNG PERMADI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Geografi
Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul skripsi : **DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI
DENGAN CITRA PENGINDERAAN JAUH
SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
TSUNAMI DI PESISIR KOTA BANDAR
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Bangkit Agung Permadi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2063034001**

Program Studi : **Pendidikan Geografi**

Jurusan : **Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd.
NIP. 19741108 200501 1 003

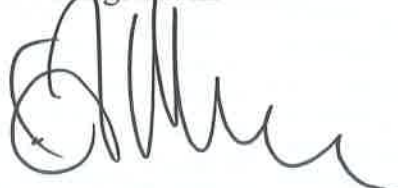
Pembimbing Pembantu



Dr. Irma Lusi N, S.Pd., M.Si.
NIP. 19800727 200604 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan
Ilmu Pengetahuan Sosial



Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd.
NIP 19741108 200501 1 003

Ketua Program Studi
Pendidikan Geografi



Dr. Sugeng Widodo, M.Pd.
NIP. 19750517 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd.**



Sekretaris : **Dr. Irma Lusi Nugraheni, S.Pd., M.Si.**



Penguji : **Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **07 Agustus 2024**

SURAT PERNYATAAN

Judul skripsi : **DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI
DENGAN CITRA PENGINDERAAN JAUH
SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
TSUNAMI DI PESISIR KOTA BANDAR
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Bangkit Agung Permadi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2063034001**

Program Studi : **Pendidikan Geografi**

Jurusan : **Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Deteksi Perubahan Garis Pantai Dengan Penginderaan Jauh Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami di Pesisir Kota Bandar Lampung**” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2024
Pemberi Pernyataan



Bangkit Agung Permadi
NPM 2063034001

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis yaitu Bangkit Agung Permadi, lahir di Kutoarjo, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada hari Jum'at tanggal 07 Desember 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Sriyadi dan Ibu Asih.

Pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu Taman Kanak-kanak di TK Kenari pada tahun 2007-2008. Setelah itu penulis melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Dasar di SDN 2 Kutoarjo pada tahun 2008-2014, kemudian melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Gadingrejo pada tahun 2014-2017. Lalu menempuh Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Gadingrejo pada tahun 2017-2020.

Pada tahun 2020 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa baru Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, melalui jalur Prestasi Khusus. Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar aktif sebagai Anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan Ikatan Mahasiswa Geografi (Image) pada tahun 2021-2022 dan Anggota Departemen Dana Usaha Unit Kegiatan Mahasiswa Universitas (UKM-U) Sains dan Teknologi (SAINTEK) Universitas Lampung pada tahun 2021.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmannirahiim

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah*, segala puji untuk – Mu ya Rabb atas segala kemudahan, kenikmatan, rahmat, rezeki, karunia serta hidayah yang telah Engkau berikan selama ini. Shalawat beriring salam semoga selalu tercurahkan kepada bimbingan kita Nabi Muhammad SAW. Teriring doa, rasa syukur dan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya ini sebagai tanda bakti, cinta dan kasih sayangku untuk orang – orang yang sangat istimewa dalam hidupku.

Bapak (Sriyadi) dan Ibu (Asih)

Untuk dua orang paling berjasa dan berpengaruh dalam hidup penulis, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya atas usaha dan pengorbananmu dalam mendidik dan membesarkan penulis. Terima kasih telah menjadi orang tua hebat yang selalu mendoakan, menyayangi, menjaga, mengarahkan, memberikan nasihat, dan mendukung semua keputusan penulis.

Adik (Greas Sinta Safa Maharani)

Untuk adik tercinta, terimakasih karena sudah menjadi sosok yang selalu menghibur dan mendengarkan keluh kesah penulis, semoga kelak kamu menjadi sosok yang hebat sehingga dapat mengangkat derajat orang tua.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا, إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

fa inna ma'al-'usri yusrā, inna ma'al-'usri yusrā

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Dreams without goals are just dreams”

(Denzel Washington)

“Genius adalah orang yang bisa melakukan hal yang biasa ketika semua orang lain di sekelilingnya kehilangan akal”

(Napoleon Bonaparte)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya skripsi dapat terselesaikan. Skripsi dengan judul **“Deteksi Perubahan Garis Pantai Dengan Citra Penginderaan Jauh Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami Di Pesisir Kota Bandar Lampung”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pengetahuan dan kemampuan penulis dalam menyusun skripsi ini sangatlah terbatas, namun atas bimbingan Bapak Dr. Dedy Miswar S.Si., M.Pd. selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar telah membimbing serta memberikan saran dan kritik dalam penyusunan skripsi ini. Ibu Dr. Irma Lusi Nugraheni, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing II serta pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis, memberi motivasi, saran dan kritik dalam menyusun skripsi ini. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah membimbing, menyumbangkan banyak ilmu, kritik dan saran selama penyusunan skripsi ini, pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini diucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

2. Bapak Dr. Riswandi, M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerjasama Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Bapak Hermi Yanzi, S.Pd., M.Pd., selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Keguruan dan ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Sugeng Widodo, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Geografi Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
7. Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung khususnya Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Geografi, yang telah mendidik dan membimbing penulis selama menyelesaikan studi.
8. Pemerintah Kota Bandar Lampung yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian di Kota Bandar Lampung.
9. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sriyadi dan Ibu Asih yang selalu memberikan kasih sayang dan perhatiannya kepada penulis, memberikan bimbingan, didikan dan dukungan baik secara material dan emosional serta tak hentinya mendokan dan mengusahakan keberhasilan penulis.
10. Adik penulis Greas Sinta Safa Maharani yang selalu menghibur, mendukung, mendengarkan, dan memberikan motivasi penulis dalam menyelesaikan proses perkuliahan dari awal hingga akhir.
11. Sahabat-sahabat terbaik penulis, Quartet Otomo yaitu Muhammad Akbar Hidayat, Muhammad Daffa dan Nanda Diki Saputra.
12. Teman-teman terbaik penulis, Mantai Squad yaitu Dios Yuceka, Riyan Firdaus, Mario, Ghaly Raihan Atsil, Decky Ramandha, Muhammad Faturrahman, Muhammad Satria Akbar, Rafif Afriansyah, Delfiera Adithia, Mitha Oktaviana, dan Anti Agustina.

13. Rekan-rekan seperjuangan Pendidikan Geografi Angkatan 2020 yang telah menemani dan kebersamaan penulis dalam menempuh pendidikan.
14. Bapak Aris Munandar, S.Pd., selaku guru geografi SMAN 1 Gadingrejo yang selalu menginspirasi dan sangat penulis hormati.
15. Bapak Oeda Wahidin, selaku mentor yang membantu penulis dalam mengerjakan skripsi.
16. Adik-adik tingkat terbaik penulis, Salsabila Ardila Zahra dan Chalista Effendy, yang selalu menghibur dan menyemangati penulis dalam mengerjakan skripsi.
17. Semua pihak yang telah membantu, memberi doa dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis. Semoga amal dan ibadah dari semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan imbalan pahala dari Allah SWT. Aamiin.
18. Terakhir untuk diri sendiri, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena mampu berjuang, bertahan, dan tak pernah menyerah dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena selalu percaya dan meyakini kemampuan yang ada pada diri sendiri untuk mengambil keputusan dan menghadapi semua keadaan. Pencapaian satu ini merupakan pencapaian yang patut untuk dibanggakan dan dipersembahkan kepada diri sendiri.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dalam penyajiannya. Akhir kata penulis berharap semoga dengan kesederhanaanya skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2024

Penulis

Bangkit Agung Permadi

NPM. 2063034001

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Identifikasi Masalah	8
1.3.Rumusan Masalah	9
1.4.Tujuan Penelitian	9
1.5.Manfaat Penelitian	10
1.6.Ruang Lingkup Penelitian.....	11
II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1.Geografi.....	13
2.2.Garis Pantai	14
2.3.Penginderaan Jauh.....	17
2.4.Citra Satelit	19
2.5.Tsunami.....	22
2.6.Mitigasi Bencana.....	24
2.7.Mitigasi Bencana Tsunami.....	25
2.8.Penelitian yang Relevan.....	27
2.9.Kerangka Berpikir	35
III. METODE PENELITIAN	36
3.1.Metode Penelitian.....	36
3.2.Waktu dan Lokasi Penelitian	37
3.3.Objek Penelitian	40
3.4.Desain Penelitian.....	40

3.5. Definisi Operasional Variabel.....	44
3.6. Instrumen Penelitian.....	45
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	48
3.8. Teknik Analisis Data.....	49
3.9. Diagram Alir Penelitian	50
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	51
4.2. Hasil dan Pembahasan.....	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1. Kesimpulan	100
5.2. Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN	107

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perubahan Panjang Garis Pantai Kota Bandar Lampung.....	3
2. Potensi Luas Bahaya Tsunami di Kota Bandar Lampung.....	6
3. Daftar <i>Band</i> Sensor OLI.....	20
4. Daftar <i>Band</i> Sensor TIRS.....	21
5. Penelitian yang relevan	28
6. Definisi Operasional Variabel (DOV).....	44
7. Data Citra Penginderaan Jauh	46
8. Luas Daerah Menurut Kelurahan di Kecamatan Teluk Betung Timur.	52
9. Luas Daerah Menurut Kelurahan di Kecamatan Teluk Betung Selatan	53
10. Luas Daerah Menurut Kelurahan di Kecamatan Bumi Waras	54
11. Luas Daerah Menurut Kelurahan di Kecamatan Panjang	55
12. Persebaran Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Bandar Lampung, 2022.	58
13. Perhitungan DSAS.	75
14. Luas Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2013-2023.	80
15. Perubahan Panjang Garis Pantai Kota Bandar Lampung.....	82
16. Lokasi Perubahan Garis Pantai Berdasarkan Wilayah Administrasi.	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Rawan Bahaya Tsunami Kota Bandar Lampung.	5
2. Profil Pantai.....	15
3. Kerangka Berpikir.	35
4. Peta Administrasi Kota Bandar Lampung.....	38
5. Peta Lokasi Penelitian	39
6. Parameter dalam DSAS.....	43
7. Diagram Alir Penelitian.	50
8. Peta Kemiringan Lereng Kota Bandar Lampung.	57
9. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2013-2015.	62
10. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2015-2017.	64
11. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2017-2019.	66
12. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2019-2021.	68
13. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2021-2023.	70
14. Peta Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2013-2023.	72
15. Diagram Batang Jarak Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung.....	73
16. Diagram Batang Laju Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung.....	74
17. Peta Perubahan Luas Garis Pantai Kota Bandar Lampung.	79
18. Diagram Batang Luas Perubahan Garis Pantai Tahun 2013-2023.....	81
19. Grafik Perubahan Panjang Garis Pantai Kota Bandar Lampung.	83
20. Peta Garis Pantai Kota Bandar Lampung Tahun 2013-2023.	85
21. Citra Pesisir Teluk Betung Timur Tahun 2013.	87
22. Citra Pesisir Teluk Betung Timur Tahun 2023.	87
23. Citra Pesisir Teluk Betung Selatan Tahun 2013.	88
24. Citra Pesisir Teluk Betung Selatan Tahun 2023.	88

25. Citra Pesisir Bumi Waras Tahun 2013.	89
26. Citra Pesisir Bumi Waras Tahun 2023.	89
27. Citra Pesisir Panjang Tahun 2013.	90
28. Citra Pesisir Panjang Tahun 2023.	90
29. Peta Lokasi Perubahan Garis Pantai Kota Bandar Lampung.	92
30. Akresi di Kecamatan Bumi Waras.	94
31. Akresi di Kecamatan Panjang.	95
32. Kawasan <i>Mangrove</i> di Kecamatan Teluk Betung Timur.	96

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau mencapai 17.508 pulau dengan panjang garis pantai mencapai sekitar 95.181 km. Indonesia menempati urutan ke empat dari 182 negara setelahnya Kanada, Amerika Serikat, dan Federasi Rusia (Luijendijk, dkk., 2018). Sebanyak dua pertiga wilayah negara Indonesia merupakan lautan dengan luas 5,8 juta per km². Dengan wilayahnya yang sebagian besar adalah lautan, kegiatan penduduk Indonesia tidak dapat dijauhkan dari daerah pesisir. Wilayah pesisir merupakan pertemuan antara wilayah daratan dan laut, yang memiliki luas permukaan sekitar 5% dari luas permukaan bumi (Hossain, 2020). Wilayah pesisir yang mengarah ke laut dibatasi oleh pengaruh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sementara ke arah darat dibatasi oleh pengaruh proses alami dan kegiatan manusia terhadap lingkungan darat. Wilayah pesisir Indonesia memiliki potensi yang sangat beragam, mulai dari potensi wisata, perikanan, energi dan lain-lain.

Salah satu wilayah yang memiliki potensi area pesisir pantai yang cukup baik adalah daerah pesisir Kota Bandar Lampung. Kota Bandar Lampung merupakan Ibu Kota Provinsi Lampung yang terletak di Pulau Sumatra di mana wilayah pesisir Kota Bandar Lampung memiliki luas sekitar 0,05% dari luas keseluruhan Kota Bandar Lampung. Kota ini memiliki luas wilayah sebesar 197,22 km² dengan luas perairan laut sekitar 48,72 km² dan memiliki panjang garis pantai 27,01 km (Atmojo, dkk., 2018).

Wilayah pesisir Kota Bandar Lampung memiliki banyak permasalahan, salah satunya yaitu permukiman kumuh (*slum area*) baik yang berada disepanjang garis

pantai maupun yang berada di atas laut. Saat ini hampir di sepanjang garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung sudah tertutup oleh sampah dari permukiman di sepanjang pantai yang tersebar di Kecamatan Panjang, Bumi Waras, Teluk Betung Timur dan Teluk Betung Selatan. Permukiman-permukiman tersebut tentu tidak sesuai dengan aturan tentang batas sempadan pantai. Sempadan pantai menurut Peraturan Presiden Nomor 51 Tahun 2016 adalah daratan sepanjang tepian pantai, yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi ke arah darat. Penetapan batas sempadan pantai dilakukan dengan tujuan untuk melindungi dan menjaga salah satunya kehidupan masyarakat di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dari ancaman bencana alam. Batas sempadan pantai dapat berubah-ubah seiring dengan berubahnya garis pantai. Pemerintah atau pihak terkait seharusnya melakukan deteksi atau pemantauan di wilayah pesisir khususnya di sepanjang garis pantai Kota Bandar Lampung agar kondisi daerah sempadan pantai tetap steril dan bebas dari permukiman kumuh yang rentan terhadap bencana.

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang sangat dinamis dan memiliki sistem geomorfologi kompleks yang berkembang di bawah tekanan perubahan iklim dan aktivitas manusia, yang memiliki dampak langsung atau tidak langsung terhadap lingkungan pesisir (Di Paola, 2023). Wilayah pesisir khususnya garis pantai mengalami perubahan dari waktu ke waktu sejalan dengan perubahan alam seperti adanya aktivitas gelombang, arus, angin, pasang surut, dan sedimen yang ada di sekitar muara sungai. Selain karena peristiwa alam, perubahan garis pantai juga disebabkan oleh aktivitas manusia yang mengubah ekosistem pantai. Perubahan ekosistem pantai seperti halnya kawasan hutan *mangrove* yang diubah menjadi tempat permukiman penduduk, tambak, industri, serta adanya reklamasi pantai membuat terjadinya perubahan garis pantai.

Proses perubahan garis pantai dapat terjadi secara lambat maupun cepat tergantung pada laju pertumbuhan faktor yang mempengaruhi perubahan tersebut. Dengan adanya dinamika perubahan garis pantai tersebut diperlukan adanya *updating* dan pemantauan perubahan garis pantai untuk mengetahui jarak, laju, luas dan lokasi perubahan garis pantai. Garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung sendiri telah

mengalami perubahan yang fluktuatif dari tahun ke tahun. Berikut disajikan tabel perubahan panjang garis pantai Kota Bandar Lampung:

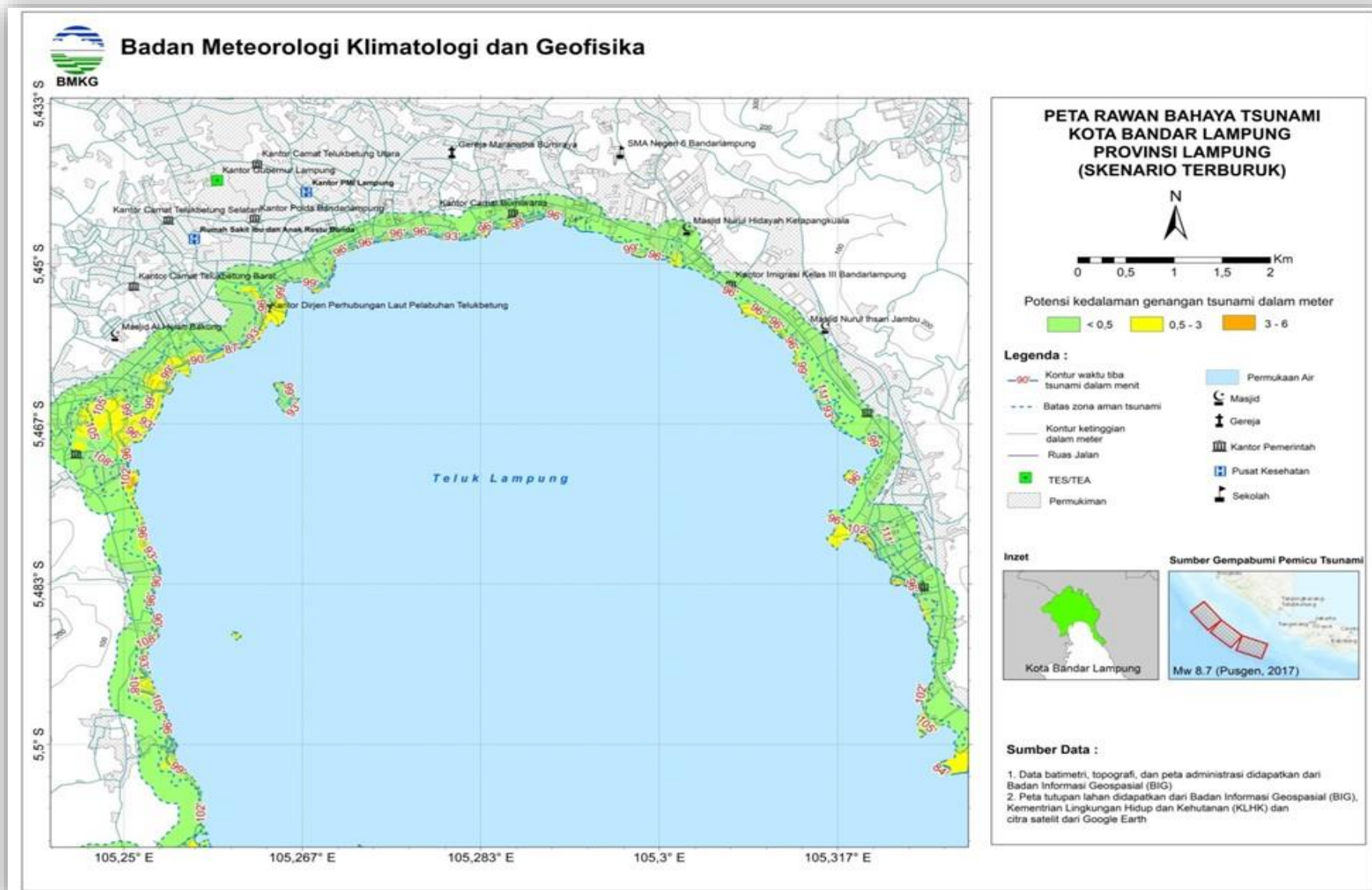
Tabel 1. Perubahan Panjang Garis Pantai Kota Bandar Lampung

Tahun	Perubahan Panjang Garis Pantai (km)
1977	55,812
1988	53,831
1990	64,109
1991	63,779
1994	63,029
1996	62,408
1998	63,009
2000	75,790
2002	67,796
2004	71,567
2010	66,009
2012	60,906
2014	67,194
2016	63,451
2018	66,377

Sumber: Atmojo, 2021

Perubahan garis pantai memiliki keterkaitan yang signifikan dengan bencana alam seperti banjir, gelombang badai, dan intrusi air laut yang merupakan beberapa potensi bencana alam yang dapat dipengaruhi oleh perubahan garis pantai. Selain itu, Perubahan garis pantai juga dapat mempengaruhi dampak tsunami. Kerentanan wilayah pesisir meningkat karena erosi yang dapat membahayakan aktivitas manusia sepanjang pantai. Selain itu, meningkatnya jumlah bencana pesisir membuat pesisir sangat rentan (Saxena, dkk, 2013). Abrasi garis pantai yang signifikan dapat menghilangkan atau merusak fitur alami seperti karang, terumbu karang, atau hutan bakau yang seharusnya berfungsi sebagai penghalang alami terhadap gelombang tsunami. Tanpa perlindungan tersebut, daerah pesisir menjadi lebih rentan terhadap dampak serangan bencana tsunami.

Tsunami merupakan rangkaian gelombang laut yang menjalar dengan kecepatan tinggi. Tsunami dapat terjadi jika pusat gempa kurang dari 30 km di bawah permukaan laut, gempa minimal berkekuatan 6,5 Mw, dan pola gempa adalah pola sesar naik atau turun. Kota Bandar Lampung memiliki potensi bahaya tsunami dengan kelas bahaya yang dikategorikan tinggi, hal ini tidak terlepas dari letak geografis kota yang berada di pesisir Teluk Lampung dan juga diatas lempeng tektonik aktif yang sewaktu-waktu dapat bergerak dan menimbulkan gelombang gempa bumi di dasar laut. Berikut disajikan peta rawan bahaya tsunami Kota Bandar Lampung dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG, 2017):



Gambar 1. Peta Rawan Bahaya Tsunami Kota Bandar Lampung.

Terdapat empat kecamatan yang memiliki potensi terkena dampak tsunami dikarenakan letak wilayahnya yang berada di pesisir Kota Bandar Lampung yaitu Kecamatan Teluk Betung Timur, Teluk Betung Selatan, Bumi Waras dan Kecamatan Panjang. Berikut disajikan tabel potensi luas bahaya tsunami di Kota Bandar Lampung:

Tabel 2. Potensi Luas Bahaya Tsunami di Kota Bandar Lampung

No	Kecamatan	Bahaya	
		Luas (Ha)	Kelas
1.	Teluk Betung Timur	34	Tinggi
2.	Teluk Betung Selatan	27	Tinggi
3.	Bumi Waras	33	Tinggi
4.	Panjang	79	Tinggi
Kota Bandar Lampung		171	Tinggi

Sumber: Kajian Risiko Bencana Kota Bandar Lampung 2016-2020

Berdasarkan data pada tabel 2 diatas semua kecamatan yang berada di pesisir Kota Bandar Lampung memiliki potensi luas bahaya tsunami dengan kelas yang tinggi. Maka dari itu diperlukan persiapan maupun kesiapsiagaan Kota Bandar Lampung dalam menghadapi potensi bencana alam tsunami yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi. Upaya mitigasi tersebut dapat dilakukan dengan cara melakukan *updating* dan pemantauan perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung. Secara tradisional, metode konvensional seperti survei lapangan serta foto udara digunakan untuk pemetaan dan pemantauan perubahan garis pantai. Belakangan ini data penginderaan jauh telah banyak digunakan dalam studi perubahan garis pantai karena cakupannya yang sinoptik (pada waktu yang sama) dan berulang, memiliki resolusi tinggi, kemampuan multispektral dan efektivitas biaya dibandingkan dengan teknik konvensional (Cendrero, 1989). Perubahan garis pantai di area pesisir mudah dideteksi dan dihitung menggunakan teknik geospasial dan perhitungan otomatis oleh *extended tools ArcGIS* seperti DSAS. (Nassar dkk. 2019).

Deteksi perubahan garis pantai memiliki peran penting dalam upaya mitigasi bencana tsunami. Beberapa manfaat atau peran utama deteksi perubahan garis pantai terhadap mitigasi bencana tsunami adalah sebagai identifikasi risiko bencana, melalui deteksi perubahan garis pantai dapat diidentifikasi wilayah yang rentan terhadap risiko bencana tsunami. Dengan memantau perubahan garis pantai, dapat diketahui daerah-daerah yang mengalami erosi, tebing pantai yang longsor, atau penurunan garis pantai yang signifikan. Informasi ini membantu dalam mengidentifikasi wilayah yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam upaya mitigasi bencana tsunami. Deteksi perubahan garis pantai juga memberikan *output* berupa pemetaan yang lebih akurat dan terbaru dari wilayah pesisir. Informasi ini dapat digunakan dalam pengembangan rencana tata ruang wilayah yang berkelanjutan. Dengan memperhitungkan perubahan garis pantai, dapat dirancang penggunaan lahan yang lebih baik, termasuk menghindari pembangunan di daerah rawan bencana tsunami. Selain itu, deteksi perubahan garis pantai juga dapat memberikan informasi penting dalam perencanaan evakuasi dan peringatan dini. Jarak dari garis pantai menjadi parameter penentu dalam menentukan zona rawan tsunami (Subardjo, dkk., 2015). Dengan mengetahui perubahan garis pantai, dapat ditentukan wilayah yang rawan terhadap tsunami. Informasi ini membantu dalam mengembangkan sistem peringatan dini yang lebih efektif dan merencanakan jalur evakuasi yang tepat untuk mengurangi risiko bagi masyarakat yang tinggal di sekitar pantai.

Penelitian terkait deteksi perubahan garis pantai di Kota Bandar Lampung menggunakan citra penginderaan jauh sebelumnya sudah pernah dilakukan dengan judul Studi Perubahan Garis Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh (Atmojo, 2021). Penelitian tersebut tidak terkait dengan mitigasi bencana tsunami di daerah pesisir Kota Bandar Lampung. Padahal, deteksi perubahan garis pantai dapat menjadi salah satu langkah awal dalam upaya mitigasi bencana tsunami. Dengan mengidentifikasi perubahan garis pantai yang terjadi, dapat dilakukan tindakan preventif untuk mengurangi risiko bencana alam seperti tsunami. Selain itu, metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya menggunakan *Unsupervised Classification Isodata* dengan membagi menjadi dua kelas yaitu daratan dan lautan untuk mendapatkan data digital dalam format

shapefile (shp) baru lalu ditumpang susun (*overlay*) dengan data garis pantai RBI dan Peta Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) sebagai verifikasi hasil sehingga informasi yang didapat hanya laju perubahan garis pantai saja. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil perbandingan hasil pengolahan citra penginderaan jauh dengan peta RBI skala 1:150.000 dimana menghasilkan nilai abrasi dan akresi dengan nilai abrasi maksimum yaitu 596,60 ha dan abrasi minimum 172,72 ha, akresi minimum senilai 52,29 ha, serta akresi maksimum senilai 151,61 ha. Perbandingan hasil pengolahan citra penginderaan jauh dengan peta ZEE-06 menghasilkan nilai abrasi maksimum yaitu 735,04 ha, dan abrasi minimum senilai 344,53 ha, akresi maksimum senilai 214,58 ha dan akresi minimumnya senilai 29,56 ha. Perbedaan dengan penelitian ini adalah dalam penggunaan metode atau teknik. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) dan dianalisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Dengan menggunakan *tools* ini dapat dilakukan perhitungan laju perubahan garis pantai dan jarak perubahan garis pantai bahkan dapat memprediksi perubahan garis pantai secara otomatis. Perhitungan garis pantai merupakan salah satu parameter penting dalam mendeteksi abrasi dan akresi sebaik studi morfodinamika pesisir pantai (Armenio dkk. 2019).

Dari penjelasan diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dengan tujuan untuk mengetahui laju perubahan garis pantai dan jarak perubahan garis pantai sebagai bentuk upaya mitigasi bencana alam tsunami di daerah pesisir Kota Bandar Lampung tahun 2024.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Belum adanya *updating* atau pemantauan perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung sejak tahun 2018.

2. Belum adanya penelitian mengenai deteksi perubahan garis pantai sebagai upaya mitigasi bencana alam tsunami di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.
3. Terdapat permukiman kumuh di sepanjang daerah sempadan pantai yang rentan terhadap bencana tsunami.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dikemukakan di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023?
2. Berapakah luas perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023?
3. Dimanakah titik lokasi terjadinya perubahan garis pantai Kota Bandar Lampung?
4. Apakah citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan garis pantai secara efektif dan efisien dibandingkan dengan survei lapangan?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah terdapat perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023.
2. Untuk mengetahui luas perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023.
3. Untuk mengetahui titik lokasi terjadinya perubahan garis pantai Kota Bandar Lampung.

4. Untuk mengetahui apakah citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan garis pantai secara efektif dan efisien dibandingkan dengan survei lapangan.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat khusus bagi diri peneliti dan umumnya bagi yang berkepentingan dalam bidang Penginderaan Jauh. Adapun manfaat yang diharapkan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menjadi pendukung teori untuk kegiatan penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pemetaan dan penginderaan jauh, khususnya bagi studi mengenai deteksi perubahan garis pantai dengan menggunakan citra penginderaan jauh.

2. Manfaat Praktis

Selain manfaat teoritis, penelitian ini memiliki manfaat secara praktis. Adapun manfaat secara praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagi Peneliti

- a. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan, Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- b. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang nyata bagi peneliti khususnya terkait dengan deteksi perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.

2) Bagi Masyarakat

- a. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang nyata bagi masyarakat terkait dengan perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.
- b. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang nyata bagi masyarakat terkait dengan upaya mitigasi bencana alam tsunami di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.

3) Bagi Pemerintah

- a. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang nyata bagi pemerintah terkait dengan perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi bagi pemerintah dalam melakukan upaya mitigasi bencana alam tsunami di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.

4) Bagi Siswa dan Guru

- a. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran geografi bagi siswa Sekolah Menengah Atas (SMA).
- b. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi atau bahan ajar bagi guru dalam pembelajaran geografi pada materi peta, penginderaan jauh, sistem informasi geografis dan mitigasi bencana.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari terjadinya kesalahan penelitian, maka peneliti perlu memberikan ruang lingkup penelitian. Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kota Bandar Lampung.
2. Ruang lingkup wilayah dalam penelitian ini adalah Pesisir Kota Bandar Lampung.

3. Ruang lingkup waktu dalam penelitian ini adalah tahun 2023.
4. Ruang lingkup ilmu dalam penelitian ini adalah Geografi Pesisir, Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geografi

Secara etimologis, kata “geografi” berasal dari Bahasa Yunani kuno, yaitu “*geo*” yang berarti bumi dan “*graphein*” yang berarti lukisan, tulisan, atau deskripsi. Secara sederhana geografi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang menggambarkan atau mendeskripsikan tentang bumi. Definisi geografi secara luas adalah ilmu yang mempelajari atau mengkaji segala fenomena yang ada di permukaan bumi, seperti penduduk, flora, fauna, batuan, iklim, tanah, air, dan interaksi yang terjadi antara fenomena-fenomena tersebut. Geografi juga dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mencitra, menerangkan sifat bumi, menganalisis gejala alam dan penduduk, serta mempelajari corak khas mengenai kehidupan dan berusaha mencari fungsi dari unsur bumi dalam ruang dan waktu (Bintarto, 1977).

Berdasarkan Hasil Seminar Semarang Ikatan Ahli Geografi Indonesia (1988) menyepakati rumusan, bahwa geografi adalah ilmu yang mempelajari persamaan dan perbedaan fenomena geosfer dengan sudut pandang kewilayahan atau kelingkungan dalam konteks keruangan. Berdasarkan pengertian geografi tersebut dapat disimpulkan Geografi merupakan studi tentang bentuk lingkungan dengan manusia dimana bentuk tersebut tersusun atas komponen objektif dan subjektif.

Setiap disiplin ilmu memiliki objek yang menjadi bidang kajiannya. Objek bidang ilmu tersebut berupa objek material dan objek formal. Objek material berkaitan dengan substansi materi yang dikaji, sedangkan objek formal berkaitan dengan pendekatan (cara pandang) yang digunakan dalam menganalisis substansi (objek material). Objek kajian ilmu geografi sangatlah luas dan beragam, hal ini dikarena-

kan geografi mempelajari segala fenomena yang terjadi di permukaan bumi. Dalam ilmu geografi, objek formal geografi berupa pendekatan (cara pandang) yang digunakan dalam memahami objek material. Sedangkan objek material adalah objek yang dipahami atau dipelajari dalam ilmu geografi. Objek material geografi adalah geosfer. Geosfer merupakan lapisan yang mencakup seluruh komponen fisik dan nonfisik di permukaan bumi, dengan unsur yaitu atmosfer, litosfer, hidrosfer, biosfer, dan antroposfer.

Dalam mengkaji masalah yang berkaitan dengan objek material, geografi memiliki pendekatan spesifik yang membedakan dengan ilmu-ilmu lain. Terdapat tiga pendekatan dalam geografi yaitu sebagai berikut:

a. Pendekatan keruangan

Pendekatan keruangan (*spatial approach*) adalah suatu metode analisis untuk mempelajari eksistensi ruang (*space*) sebagai wadah mengakomodasi kegiatan manusia dalam menjelaskan fenomena geosfer. Pendekatan keruangan mendasarkan sudut pandangnya pada persamaan dan perbedaan struktur, pola, dan proses dalam suatu ruang. Berkaitan dengan unsur pembentuk ruang yaitu kenampakan titik, garis, dan area.

b. Pendekatan kelingkungan

Pendekatan kelingkungan menekankan kajiannya pada hubungan antara organisme hidup dan lingkungannya. Terdapat dua pengaruh yaitu pengaruh kegiatan manusia terhadap lingkungan dan pengaruh fenomena alam terhadap lingkungan.

c. Pendekatan kewilayahan

Pendekatan Kewilayahan adalah kombinasi antara analisa keruangan dan analisa ekologi. Pendekatan kompleks kewilayahan ini mengkaji bahwa fenomena geografi yang terjadi di setiap wilayah berbeda-beda, sehingga perbedaan ini membentuk karakteristik wilayah.

Secara umum, geografi terbagi menjadi 4 bidang khusus, yaitu geografi fisik, geografi manusia, geografi regional, dan geografi teknik. Pada penelitian ini bidang ilmu geografi yang digunakan adalah geografi teknik dan geografi fisik. Geografi teknik ini mempelajari cara memvisualisasikan dan menganalisis data

geografis dalam bentuk peta, diagram, foto udara dan citra hasil penginderaan jauh (Effendi, 2020). Geografi teknik terdiri dari cabang-cabang ilmu geografi, yaitu Kartografi, Penginderaan jauh (Inderaja) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Sedangkan geografi fisik adalah salah satu bidang ilmu geografi yang mengkaji mengenai kondisi dan peristiwa yang terjadi di permukaan bumi. Geografi fisik ini berhubungan dengan keadaan lingkungan alam di luar manusia. Geografi fisik memiliki banyak cabang ilmu, salah satunya geografi pesisir. Geografi pesisir merupakan cabang ilmu geografi fisik yang mempelajari hubungan dinamis antara daratan dengan lautan termasuk didalamnya yaitu pemahaman tentang proses pelapukan pesisir, sedimentasi pantai, dan gerakan gelombang.

2.2. Garis Pantai

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai ini diukur mengelilingi seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara (Aryastana, dkk., 2016). Definisi lain dari pantai adalah jalur sempit daratan pada pertemuan dengan laut, meliputi daerah di antara garis air tinggi dan garis air rendah (CERC, 1984). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Pasal 13 ayat 1, garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Sedangkan menurut Robin Davidson-Arnott dalam bukunya *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology* mendefinisikan bagian dari pantai yaitu:

a. Coastal Zone

Kawasan pesisir merupakan area yang dipengaruhi proses fisika kimia pantai dengan batas *onshore* dan *offshore* yang tidak secara pasti dijelaskan.

b. Offshore Zone

Profil pantai yang tidak mendapatkan *transport* sedimen akibat gelombang. Batas daerah *offshore* ditentukan berdasarkan transisi kedalaman lautan yang kurang dari 1.5 panjang gelombang akibat badai.

c. *Littoral Zone*

Profil pantai yang mendapatkan pengaruh *transport* sedimen akibat gelombang. Batas daerah didefinisikan hingga kedalaman lautan pada titik *transport* sedimen berhenti.

d. *Nearshore zone*

Profil pantai yang merupakan perpanjangan batas dari *transport* sedimen yang signifikan akibat gelombang ke batas surut terendah.

e. *Foreshore*

Profil pantai dengan batas atas tinggi gelombang saat gelombang normal (tidak badai).

f. *Backshore*

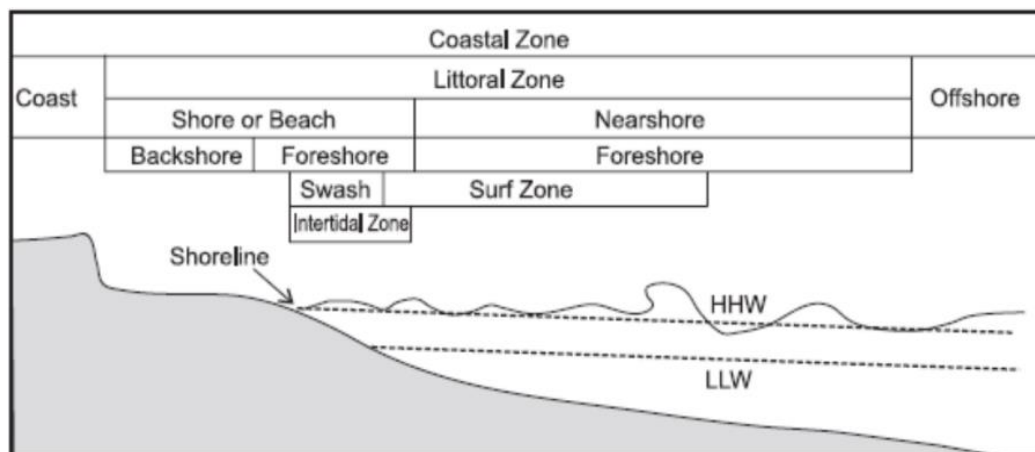
Profil pantai dengan batas atas tinggi gelombang saat terjadi badai.

g. *Surf zone*

Profil pantai dimana gelombang pecah memanjang dari *breaker zone* hingga *foreshore*.

h. *Swash zone*

Zona gelombang menaiki pantai dan kembali dalam bentuk *backwash* yang bervariasi dengan kondisi kemiringan pantai.



Gambar 2. Profil Pantai (Davidson-arnott, 2010).

Pantai merupakan kawasan yang bersifat dinamis karena merupakan tempat pertemuan dan interaksi antara darat, laut, dan udara. Pantai selalu memiliki penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak

yang terjadi sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai merupakan salah satu proses yang cukup dinamis dalam dinamika pesisir, seperti halnya juga perubahan delta dan batimetri perairan pantai (Mills, dkk., 2005).

Perubahan garis pantai adalah suatu proses tanpa henti (terus-menerus) melalui berbagai proses alami di pantai yang meliputi pergerakan sedimen, arus menyusur pantai (*longshore current*), aksi gelombang permukaan laut dan penggunaan lahan. Terdapat dua macam jenis perubahan garis pantai (Sudarsono, 2011), yaitu:

a. Perubahan maju (akresi)

Garis pantai dikatakan maju apabila ada petunjuk adanya pengendapan dan atau pengangkatan daratan (*emerge*). Akresi pantai merupakan perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut.

b. Perubahan mundur (abrasi)

Garis pantai dikatakan mundur apabila ada proses abrasi dan atau penenggelaman daratan (*sub merge*). Abrasi merupakan proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat mengganggu.

Perubahan garis pantai dapat disebabkan oleh faktor alami maupun antropogenik (manusia). Faktor alami berupa sedimentasi, abrasi, pemadatan sedimen pantai, kenaikan muka laut dan kondisi geologi. Faktor manusia berupa penanggulan 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.

Wilayah pantai merupakan wilayah yang dinamis, oleh karena itu pemantauan dan *updating* garis pantai harus dilakukan secara terus menerus untuk mengetahui perubahan garis pantai setiap tahun. Pemantauan dan *updating* perubahan garis pantai secara efektif dan efisien dapat dilakukan dengan memanfaatkan citra

satelit penginderaan jauh, salah satu data satelit penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk deteksi perubahan garis pantai adalah *Landsat 8*.

2.3. Penginderaan Jauh

Remote sensing is the science and art of obtaining information about an object, area, or phenomenon through the analysis of data acquired by a device that is not in contact with the object, area, or phenomenon under investigation. Artinya Penginderaan jauh ialah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang sedang dikaji (Lillesand dan Keifer, 1979).

Sistem penginderaan jauh dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merekam objek di alam. Rekaman data oleh sensor dari objek di bumi berupa data numeris (*digit*) yang dinyatakan sebagai besarnya nilai pantul gelombang elektromagnetik (intensitas spektral), yang dipantulkan oleh objek dalam suatu ukuran tertentu (resolusi spasial). Nilai pantul tersebut besarnya secara visual dinyatakan dalam derajat keabuan (*grey scale*), pada rekaman satelit berupa angka numeris (*digit*) antara 0 sampai dengan 255. Nilai 0 setara dengan derajat keabuan paling rendah (hitam) dan 255 derajat keabuan paling tinggi (putih). Selain dari nilai intensitas spektral, pengenalan suatu objek juga ditentukan dari besarnya resolusi spasial.

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diindera adalah objek yang terletak di permukaan bumi, di atmosfer dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imaginary*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau

diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila proses penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital. Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumberdaya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut sistem penginderaan jauh.

Data penginderaan jauh digital (citra digital) direkam dengan menggunakan sensor non-kamera antara lain *scanner*, *radiometer*, dan *spectrometer*. Sedangkan sensor berdasarkan atas proses perekamannya dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu, sensor fotografik dan sensor elektromagnetik. Sensor fotografik adalah sensor berupa kamera yang bekerja pada spektrum tampak mata dan menghasilkan foto atau citra, sedangkan sensor elektromagnetik adalah sensor bertenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik yang beroperasi pada spektrum yang lebih luas, yaitu dari sinar X sampai gelombang radio dan menghasilkan foto atau citra.

Dilihat dari sumber energinya satelit Penginderaan Jauh dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu:

a. Satelit Penginderaan Jauh Aktif

Sistem satelit aktif menggunakan sumber energi buatan yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah berupa kamera sensor elektromagnetik. Contoh satelit yang menggunakan sistem ini adalah *Radar (Radio Detection Ranging)*, *SAR (Synthetic Aperture Radar)*, dan *LIDAR* contohnya Satelit *Radarsat* (Kanada), *ERS* (Eropa), *JERS-1* (Jepang), *ALOS PALSAR* (Jepang), *TerraSAR X* dan sebagainya.

b. Satelit Penginderaan Jauh Pasif

Sistem satelit pasif menggunakan sumber energi alam (matahari) yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah sensor fotografik. Contoh satelit yang digunakan sistem ini adalah *Landsat (Land Satellite)*, *SPOT*, *MOS*, *Ikonos*, *Quick Bird* dan sebagainya.

2.4. Citra Satelit

Seperti yang disebutkan sebelumnya, salah satu data hasil dari penginderaan jauh adalah citra (*image*). Citra merupakan hasil gambaran yang terekam oleh alat penginderaan jauh yang dapat berupa kamera atau sensor lainnya (Miswar dan Halengkara, 2016). Citra penginderaan jauh saat ini lebih banyak disebarluaskan dalam bentuk atau format digital. Citra digital adalah citra yang diperoleh, disimpan, dimanipulasi, dan ditampilkan dengan basis logika *biner*. Lebih lanjut citra digital ini juga didefinisikan sebagai citra yang menggambarkan kenampakan permukaan bumi, dan yang diperoleh melalui proses perekaman pantulan, pancaran, ataupun hamburan balik gelombang elektromagnetik dengan sensor optik-elektronik yang terpasang pada suatu wahana, baik itu wahana di menara, pesawat udara, maupun wahana ruang angkasa seperti satelit.

Landsat merupakan salah satu satelit sumberdaya yang menghasilkan citra multispektral. Keunggulan satelit ini terletak pada jumlah saluran yang digunakan sebanyak 7 saluran (*band*) serta digunakannya 3 saluran panjang gelombang tampak, 3 saluran panjang gelombang infra merah dekat dan 1 saluran panjang gelombang infra merah termal. *Landsat* adalah salah satu wahana penginderaan jauh yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1972. Berikut adalah tipenya:

- a. *Landsat 1* diluncurkan 23 Juli 1972, operasi berakhir tahun 1978.
- b. *Landsat 2* diluncurkan 22 Januari 1975, operasi berakhir tahun 1981.
- c. *Landsat 3* diluncurkan 5 Maret 1978, operasi berakhir tahun 1983.
- d. *Landsat 4* diluncurkan 16 Juli 1982, operasi berakhir tahun 1993.

- e. *Landsat 5* diluncurkan 1 Maret 1984, masih berfungsi.
- f. *Landsat 6* diluncurkan 5 Oktober 1993, gagal mencapai orbit.
- g. *Landsat 7* diluncurkan 15 April 1999, masih berfungsi (sekarang sensor bermasalah).
- h. *Landsat 8* diluncurkan 11 Februari 2013, masih beroperasi sampai sekarang.

Satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah satelit *Landsat 8* serta menggunakan *band 3* dan *band 6* yang cocok digunakan dalam proses deliniasi daratan dan perairan dengan menggunakan metode *Modified Normalised Difference Water Index* (MNDWI). Satelit *Landsat 8* memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band 1-9*) berada pada *OLI* dan 2 lainnya (*band 10 dan 11*) pada *TIRS*. Berikut tabel daftar *band* satelit *landsat 8*:

Tabel 3. Daftar *Band* Sensor *OLI*

Band Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
<i>Band 1-Coastal/Aerosol</i>	0,433-0,453 mikrometer	30 m
<i>Band 2-Blue</i>	0,450-0,515 mikrometer	30 m
<i>Band 3-Green</i>	0,525-0,600 mikrometer	30 m
<i>Band 4-Red</i>	0,630-0,680 mikrometer	30 m
<i>Band 5-Near Infra Red</i>	0,845-0,885 mikrometer	30 m
<i>Band 6-Short Wavelength Infra Red</i>	1,560-1,660 mikrometer	30 m
<i>Band 7-Short Wavelength Infra Red</i>	2,100-2,300 mikrometer	30 m
<i>Band 8-Panchromatic</i>	0,500-0,680 mikrometer	15 m

Band Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
<i>Band 9-Cirrus</i>	1,360-1,390 mikrometer	30 m

Sumber : USGS, 2013

Tabel 4. Daftar *Band* Sensor *TIRS*

Band Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
<i>Band 10-Long Wavelength Infra Red</i>	10,30-11,30 mikrometer	100 m
<i>Band 11-Long Wavelength Infra Red</i>	11,50-12,50 mikrometer	100 m

Sumber : USGS, 2013.

Sensor pencitra *OLI* mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan *Landsat* pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor *TIRS* mempunyai dua *band thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat. Dibandingkan dengan *Landsat* versi sebelumnya, *Landsat 8* memiliki beberapa keunggulan khususnya spesifikasi *band-band* yang dimiliki maupun panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (RGB). Dengan makin banyaknya *band 12* sebagai penyusun *RGB* komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi (USGS, 2013).

Selain itu, data citra *Landsat 8* yang dilepas ke publik berupa produk L1 T (*level-one terrain-corrected*) telah terbebas dari kesalahan akibat sensor, satelit dan bumi. Data citra *Landsat 8* yang dilepas untuk publik telah melalui proses penyesuaian dengan menggunakan data sensor dan ephemeris (untuk mengoreksi kesalahan internalnya), sekaligus menggunakan data *Ground Control Point* (GCP) dan *digital elevation models* (DEM), sehingga data citra *Landsat 8* tidak perlu dikoreksi geometrik lagi. Koreksi geometrik sendiri bertujuan untuk

menyesuaikan koordinat *pixel* pada citra dengan koordinat bumi di bidang datar. Citra yang belum dikoreksi akan memiliki kesalahan geometris. Kesalahan geometri ini terdapat dua macam, yaitu kesalahan sistematis (*systematic geometric errors*), utamanya disebabkan oleh kesalahan pada sensor dan kesalahan acak (*non-systematic geometric errors*), utamanya disebabkan oleh orbit dan perilaku satelit serta efek rotasi bumi.

2.5. Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang ombak lautan ("*tsu*" berarti lautan, "*nami*" berarti gelombang ombak). Tsunami adalah serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena adanya pergeseran di dasar laut akibat gempa bumi, gempa laut, gunung api meletus, atau hantaman meteor di laut. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), tsunami adalah gelombang laut dahsyat (gelombang pasang) yang terjadi karena gempa bumi atau letusan gunung api dasar laut.

Gelombang tsunami menjalar dari sumbernya ke semua arah, misalnya dari lokasi sebuah gempa bumi. Gelombang tersebut sangat panjang dan dapat merambat keseluruh lautan hanya dengan sedikit energi yang hilang. Di lautan dalam, gelombang tsunami dapat merambat pada kecepatan 500 hingga 1.000 km/jam, setara dengan kecepatan pesawat terbang. Namun saat mendekati wilayah pantai gelombang tsunami akan berkurang hingga menjadi beberapa puluh km/jam saja. Kecepatan ini masih tetap melebihi kemampuan manusia untuk berlari. Ketinggian awal hanya mencapai 1 meter di laut dalam, tsunami dapat mencapai ketinggian hingga puluhan meter ketika mendekati perairan yang dangkal, sehingga membanjiri daerah pesisir yang rendah dan menyebabkan kerusakan yang besar serta menimbulkan korban jiwa.

Tsunami disebabkan oleh berpindahnya sejumlah massa air dengan tiba-tiba. Di Indonesia, seperti halnya diseluruh dunia, gempa bumi bawah laut yang memicu pergeseran dasar laut secara vertikal dan tiba-tiba merupakan penyebab paling

umum terjadinya tsunami. Kebanyakan gempa bumi disebabkan oleh lempeng tektonik. Para ahli geologi telah mengamati bahwa lempeng benua dan lempeng samudera tidaklah diam namun selalu bergerak. Lempeng-lempeng tersebut bergerak dalam keterkaitan satu sama lain di salah satu jenis batas lempeng baik itu batas konvergen, batas divergen, ataupun transform. Batas lempeng yang menjadi penyebab terjadinya tsunami adalah batas lempeng konvergen, dimana dua lempeng saling menunjam dan salah satunya menyisip di bawahnya. Wilayah Indonesia sendiri terletak diatas tiga lempeng tektonik atau lebih tepatnya menjadi tempat pertemuan ketiga lempeng tersebut. ketiga lempeng tersebut adalah lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Posisi Indonesia yang terletak di dekat zona-zona penunjaman ini memberi arti bahwa Indonesia mempunyai salah satu garis pantai yang paling rawan tsunami di seluruh dunia.

Zona penunjaman yang paling aktif di Indonesia adalah Palung Sunda. Palung ini berada di sepanjang pantai barat dan selatan kepulauan Indonesia. Zona penunjaman ini berada dekat di bawah laut di lepas pantai Pulau Sumatra, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Tsunami di Indonesia hampir selalu terjadi di daerah yang berhadapan dengan pertemuan lempeng, salah satunya di sepanjang pantai barat Sumatra dari Aceh sampai Lampung.

Sepertinya yang dijelaskan diatas bahwasanya Provinsi Lampung yang terletak di pantai barat Sumatra merupakan daerah yang rawan terhadap bencana tsunami, tidak terkecuali Kota Bandar Lampung yang letak geografisnya berada di Teluk Lampung. Tsunami di daerah teluk sendiri lebih berbahaya dibandingkan dengan tsunami di kawasan pesisir terbuka. Hal ini dikarenakan tsunami yang masuk ke teluk, energinya akan terakumulasi dan gelombangnya berkumpul dan terjebak sehingga tinggi tsunami makin meningkat. Oleh karena letaknya yang berada di daerah yang mempunyai tingkat kerawanan tsunami yang tinggi, maka diperlukan sebuah langkah mitigasi bencana tsunami agar setidaknya dapat mengurangi kerusakan maupun korban jiwa.

2.6. Mitigasi Bencana

Dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, mitigasi didefinisikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana. Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Pasal 1 ayat 6 PP Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana). Secara umum pengertian mitigasi adalah usaha untuk mengurangi dan/atau meniadakan korban dan kerugian yang mungkin timbul, maka titik berat perlu diberikan pada tahap sebelum terjadinya bencana, yaitu kegiatan penjinakkan/peredaman atau dikenal dengan istilah mitigasi.

Mitigasi pada prinsipnya harus dilakukan untuk segala jenis bencana, baik yang termasuk bencana alam (*natural disaster*) maupun bencana sebagai akibat dari perbuatan manusia (*man-made disaster*). Mitigasi merupakan tahap awal dari siklus penanganan bencana sebelum kesiapsiagaan, *respons*, dan pemulihan. Mitigasi ditunjukkan untuk mengurangi dan memperkecil dampak bencana. Berikut adalah beberapa tujuan utama mitigasi bencana, yaitu:

1. Mengurangi risiko bencana bagi penduduk dalam bentuk korban jiwa, kerugian ekonomi, dan kerusakan sumber daya alam.
2. Menjadi landasan pembangunan
3. Meningkatkan kepedulian masyarakat untuk menghadapi serta mengurangi dampak dan risiko bencana sehingga masyarakat dapat hidup aman

Untuk melakukan penanggulangan bencana, diperlukan informasi sebagai dasar perencanaan penanganan bencana yang meliputi:

1. Lokasi dan kondisi geografis wilayah bencana serta perkiraan jumlah penduduk yang terkena bencana
2. Jalur transportasi dan sistem telekomunikasi
3. Ketersediaan air bersih, bahan makanan, fasilitas sanitasi, tempat penampungan dan jumlah korban

4. Tingkat kesehatan, ketersediaan obat-obatan, peralatan, media serta tenaga kesehatan.
5. Lokasi pengungsian dan jumlah penduduk yang mengungsi
6. Perkiraan jumlah korban yang meninggal dan hilang
7. Ketersediaan relawan dalam berbagai bidang keahlian

Dalam mitigasi dan penanggulangan bencana terdapat empat komponen utama yaitu:

1. Bahaya (*hazard*) adalah suatu kejadian yang jarang terjadi atau kejadian yang ekstrem dalam lingkungan alam maupun lingkungan buatan yang merugikan kehidupan manusia, harta benda atau aktivitas manusia, yang bila meluas atau membesar akan menyebabkan bencana.
2. Bencana (*disaster*) adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, manusia, dan atau keduanya yang mengakibatkan korban dan penderitaan manusia, kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, kerusakan sarana, prasarana, dan utilitas umum serta menimbulkan gangguan terhadap tata kehidupan dan masyarakat.
3. Risiko (*risk*) adalah perkiraan kehilangan/kerugian akibat bencana. Risiko merupakan hasil dari bahaya dan kerentanan.
4. Kerawanan/kerentanan (*vulnerability*) adalah tingkat atau derajat kehilangan atau kerugian yang dihasilkan dari suatu fenomena yang potensial rusak.

2.7. Mitigasi Bencana Tsunami

Sebagian besar wilayah negara Indonesia adalah perairan dengan potensi bencana alam pesisir yang beragam salah satunya adalah tsunami. Dengan segala potensi bencana alam di wilayah pesisir yang beragam diperlukan berbagai macam upaya dan kebijakan mitigasi bencana alam di wilayah pesisir, salah satunya mitigasi bencana tsunami. Mitigasi bencana tsunami secara umum terbagi menjadi dua jenis (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2004), yaitu:

a. Mitigasi struktural

Upaya struktural dalam menangani masalah bencana tsunami adalah upaya teknis yang bertujuan untuk meredam/mengurangi energi gelombang tsunami yang menjalar ke kawasan pantai. Mengingat tsunami menjalar secara frontal dengan arah tegak lurus terhadap bidang subduksi, sedangkan secara garis besar teluk-teluk dan pelabuhan-pelabuhan yang potensial terhadap bahaya tsunami (yaitu yang mengandung langsung ke zona subduksi) dapat ditetapkan, dan trayek penjalaran tsunami ke teluk-teluk atau pelabuhan-pelabuhan tersebut dapat diperkirakan. Berdasarkan pemahaman atas mekanisme terjadinya tsunami, karakteristik gelombang tsunami, inventarisasi dan identifikasi kerusakan struktur bangunan, maka upaya struktural tersebut dapat dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu:

1. Alami, seperti penanaman *green belt* (hutan pantai atau *mangrove*), di sepanjang kawasan pantai dan perlindungan terumbu karang.
2. Buatan, seperti pembangunan *breakwater*, *seawall*, pemecah gelombang sejajar pantai untuk menahan tsunami dan memperkuat desain bangunan serta infrastruktur lainnya dengan kaidah teknik bangunan tahan bencana tsunami dan tata ruang akrab bencana, dengan mengembangkan beberapa insentif, antara lain *retrofitting* agar kondisi bangunan permukiman memenuhi kaidah teknik bangunan tahan tsunami, serta relokasi atau memindahkan sebagian permukiman ke lokasi lain, dan menata kembali permukiman yang ada yang mengacu kepada konsep kawasan permukiman yang akrab bencana.

b. Mitigasi nonstruktural

Upaya non struktural merupakan upaya non teknis yang menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi struktural maupun upaya lainnya. Upaya non struktural tersebut meliputi antara lain:

1. Peraturan perundangan yang mengatur tentang bencana alam
2. Kebijakan tentang tata guna lahan / tata ruang/ zonasi kawasan pantai yang aman bencana

3. Kebijakan tentang standarisasi bangunan (permukiman maupun bangunan lainnya) serta infrastruktur sarana dan prasarana
4. Mikrozonasi daerah rawan bencana dalam skala lokal
5. Pembuatan Peta Potensi Bencana Tsunami, Peta Tingkat Kerentanan dan Peta Tingkat Ketahanan serta Peta Perubahan Garis Pantai.
6. Kebijakan tentang eksplorasi dan kegiatan perekonomian masyarakat kawasan pantai
7. Pelatihan dan simulasi mitigasi bencana tsunami
8. Penyuluhan dan sosialisasi upaya mitigasi bencana tsunami
9. Pengembangan sistem peringatan dini adanya bahaya tsunami.

2.8. Penelitian yang Relevan

Berikut merupakan beberapa penelitian yang relevan yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis:

Tabel 5. Penelitian yang relevan

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	1. Aulia Try Atmojo 2. Tri Kies Welly 3. Karti Simbolon 4. Zulfikar A. N	2021	Studi Perubahan Garis Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh	Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh dengan <i>Unsupervised Classification Isodata</i> dengan membagi menjadi dua kelas yaitu daratan dan lautan untuk mendapatkan <i>shape file</i> (shp) baru dan melakukan digitasi ataupun tumpang susun (<i>overlay</i>) data citra dengan menggunakan <i>software ArcGis</i> sehingga diperoleh data perubahan garis pantai, serta membandingkan dengan data garis pantai RBI dan Peta ZEE-06 sebagai verifikasi hasil.	Dari penelitian ini diperoleh hasil perbandingan hasil pengolahan citra penginderaan jauh dengan peta RBI skala 1:150.000 dimana menghasilkan nilai abrasi dan akresi dengan nilai abrasi maksimum yaitu 596,60 ha dan abrasi minimum 172,72 ha, akresi minimum senilai 52,29 ha, serta akresi maksimum senilai 151,61 ha. Perbandingan hasil pengolahan citra penginderaan jauh dengan peta ZEE-06 menghasilkan nilai abrasi maksimum yaitu 735,04 ha, dan abrasi minimum senilai 344,53 ha, akresi maksimum senilai 214,58 ha dan akresi minimumnya senilai 29,56 ha.
2.	1. Darmiati 2. I Wayan Nurjaya 3. Agus S. Atmadipoera	2020	Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan	Pengolahan dan analisis data mencakup beberapa tahapan, seperti koreksi citra, dan pemotongan citra. Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan program <i>ArcGIS</i> . Tahapan pengolahan data citra terdiri dari koreksi geometrik, pemotongan citra, analisis citra untuk perubahan garis pantai, koreksi garis pantai hasil citra	Hasil penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut dari analisis citra <i>Landsat</i> tahun 2003 dan 2016 berupa abrasi dan akresi. Faktor yang menimbulkan abrasi utamanya adalah gelombang laut yang terjadi dalam periode musim Barat, sedangkan faktor akresi adalah suplai sedimen dari limpasan sistem daerah aliran sungai Barito. Secara keseluruhan garis pantai

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				terhadap pasang surut dan tumpang-susun.	Kabupaten Tanah Laut mengalami akresi sepanjang 168,85 km dengan luas 2.371,23 ha dan abrasi hanya sepanjang 9,28 km dengan luas 28,02 ha. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa garis pantai di sepanjang Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut lebih banyak terjadi akresi dibandingkan dengan abrasi.
3.	Rihadatul Rifda	2022	Kajian Prioritas Pengelolaan Pesisir Berdasarkan Bahaya Perubahan Garis Pantai Pada Pesisir Kecamatan Bantan	Metode yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif, metode kuantitatif digunakan untuk menjelaskan perubahan garis pantai pada tahun 2010, 2015, dan 2020 dengan teknik analisis deskriptif. Pengolahan data perubahan garis pantai dilakukan dengan penginderaan jauh yang diolah dengan tools <i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS). Untuk penentuan prioritas pengelolaan pesisir menggunakan metode deskriptif.	Hasil dari penelitian ini adalah prioritas pengelolaan di pesisir Kecamatan Bantan perubahan garis pantai di pesisir Kecamatan Bantan yang termasuk kategori (amat sangat diutamakan) A adalah Desa Deluk, Desa Mentayan, dan Desa Bantan Timur. Selanjutnya, pada prioritas B (sangat diutamakan) terdapat pada Desa Teluk Tapal, Desa Muntai Barat, Desa Muntai, Desa Teluk Pambang. Dan prioritas C (diutamakan) terdapat pada Desa Jangkung, Desa Selat Baru, Desa Bantan Sari, Desa Pambang Pesisir, Kembung Luar, dan Desa Teluk Lancar.
4.	1. Bandi Sasmito 2. Bagus Dewo Pratomo 3. Nurhadi Bashit	2021	Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM) di Wilayah Kabupaten	Metode dalam pengolahan perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM). Penelitian ini menggunakan citra <i>Landsat 7</i> dan <i>8</i> dengan menerapkan	Hasil penelitian ini adalah laju perubahan garis pantai tahun 2010 hingga 2020 menggunakan metode NSM pada DSAS. Pada hasil pengolahan memperlihatkan perubahan garis pantai yang didominasi oleh

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			Kulonprogo, Yogyakarta	metode <i>Normalized Difference Water Index</i> (NDWI) dan <i>Thresholding</i> untuk mengekstraksi garis pantainya. Penelitian ini menggunakan data citra <i>Landsat 7</i> dan 8 pada tahun 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, dan 2020 sehingga dapat mengetahui laju perubahan dari garis pantai pada wilayah tersebut.	abrasi. Abrasi yang terjadi memiliki jarak sejauh 18,04 m pada Kecamatan Temon, lalu pada Kecamatan Panjatan mengalami abrasi dengan jarak sejauh 12,96 m dan Kecamatan Galur mengalami abrasi sejauh 16,80 meter. Tidak hanya terjadi abrasi namun ada juga kecamatan yang mengalami akresi dengan jarak sejauh 11,64 m pada Kecamatan Wates. Dari hasil pengolahan <i>NSM</i> pada Kabupaten Kulonprogo didapatkan hasil rata-rata abrasi sejauh 9,04 m dari tahun 2010 hingga 2020.
5.	1. M. Arif Zainul Fuad 2. Nena Yunita 3. Rarasrum D. Kasitowati 4. Nurin Hidayati 5. Aida Sartimbul	2019	Pemantauan Perubahan Garis Pantai Jangka Panjang dengan Teknologi Geo-Spasial di Pesisir Bagian Barat Kabupaten Tuban, Jawa Timur	Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi <i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS) dengan menggunakan metode <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM) dan <i>End Point Rate</i> (EPR) untuk menganalisis perubahan garis pantai yang telah terjadi, sedangkan metode <i>Linear Regression Rate</i> (LRR) digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai pada 10 tahun mendatang.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Pantai Tuban bagian barat akresi terbesar terjadi di Desa Remen yaitu sejauh 323 m dengan laju akresi sebesar 7,32 m/tahun. Sebaliknya abrasi tertinggi dialami oleh Desa Mentosa dengan rata-rata jarak abrasi sebesar 181,90 m dan rata-rata laju abrasi sejauh 4,11 m/tahun. Prediksi perubahan garis pantai untuk 10 tahun kedepan mengindikasikan terjadinya akresi di Desa Glodonggede dan abrasi di Desa Mentosa.
6.	Mutia Kamalia Mukhtar	2018	Evaluasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra	Metode yang digunakan adalah menggunakan <i>band ratio</i> pada kanal <i>SWIR</i> dan hijau pada citra <i>Landsat 7</i>	Hasil analisis tumpang susun identifikasi garis pantai di Kabupaten Gianyar menunjukkan luas pesisir pada

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)	dan <i>Landsat</i> 8 ditambah dengan melakukan klasifikasi, dapat dilakukan untuk mengidentifikasi garis pantai beserta menganalisis besarnya perubahan yang terjadi.	tahun 2002 sebesar 42,441 km ² dan pada tahun 2017 sebesar 42,285 km ² dimana terjadi abrasi sebesar 0,195 km ² yang diakibatkan oleh faktor alam yaitu pesisir Kabupaten Gianyar berada di zona laut lepas.
7.	1. Millary Agung Widiawaty 2. Nandi 3. Hendro Murtianto	2020	<i>Physical and Social Factors of Shoreline Change in Gebang, Cirebon Regency 1915 – 2019</i>	Penelitian ini menggunakan metode tumpang susun (<i>overlay</i>) untuk mengetahui perubahan garis pantai dari 1915-2019 dan regresi linier berganda untuk menentukan beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai	Garis pantai meningkat sebesar 992,99 m yang disebabkan oleh akresi. Faktor fisik yang mempengaruhi perubahan garis pantai meliputi total padatan tersuspensi (<i>sedimentasi</i>), batimetri, angin, dan pasang surut, sedangkan faktor sosial meliputi keberadaan bangunan disekitar pantai, kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, dan jarak dari kawasan terbangun. Faktor yang paling berpengaruh dalam peningkatan garis pantai adalah batimetri. Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa faktor fisik dan sosial tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap dinamika perubahan garis pantai. Korelasi antara nilai aktual dan prediksi mencapai 0,97 dengan <i>p-value</i> 0,001.
8.	1. Abdoulie Bojang 2. Temitope D. Timothy Oyedotun	2023	<i>Spatio-temporal coastline dynamics of the Gambia littoral</i>	<i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS) digunakan untuk menganalisis variasi spasial-temporal di garis pantai dari 1989	Analisis spasial-temporal periode 1989 hingga 2019 menemukan bahwa Sel 1 memiliki <i>End Point Rate</i> (EPR) sebesar $-3,5 \pm 3,0$ m/th. Sel 2, 3, 4 dan 5 memiliki <i>EPR</i> $-4,7 \pm 3,3$ m/th. Sel yang

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	3. B.A. Sawa 4. M. Isma'i		<i>zone from 1989 to 2019</i>	hingga 2019 dan laju erosi dan akresi	tersisa 5, 6, 7 dan 8 dibagikan Laju <i>EPR</i> sebesar $-1,2 \pm 1,1$ m/th. Laju erosi di seluruh garis pantai mencapai puncaknya pada -2,7 m/th dan dominan di Sel 1, 2, 3, 4 dan 5, masing-masing. Pertambahan juga di seluruh garis pantai mencapai klimaks lebih dari +4,5 m/th dan sebagian besar dominan di beberapa bagian Sel 2. Migrasi garis pantai yang tidak konsisten telah menyebabkan runtuhnya beberapa infrastruktur di Kawasan Pengembangan Wisata (TDA), hilangnya pertanian tanah melalui intrusi garam dan pendangkalan di <i>The Gambia Ports Authority</i>
9.	1. S. Chrisben Sam 2. B. Gurugnanam	2022	<i>Coastal transgression and regression from 1980 to 2020 and shoreline forecasting for 2030 and 2040, using DSAS along the southern coastal tip of Peninsular India</i>	Perubahan garis pantai dianalisis dan diperkirakan menggunakan DSAS versi 5.0 yang disediakan oleh USGS. Komputasi laju perubahan garis pantai dilakukan melalui ekstraksi garis pantai, pembuatan baseline, dan transect	Dengan estimasi <i>End Point Rate</i> (EPR) dan <i>Linear Regression Rate</i> (LRR), dihitung erosi maksimum sebesar 5,01 m/th (EPR) dan 6,13 m/th (LRR) secara konsisten dengan pertambahan maksimum 3,77 m/th (EPR) dan 3,11 m/th (LRR) sepanjang seluruh bentangan pantai sepanjang 77 km.
10.	1. Santosh Kumar Das 2. Bhartendu Sajan	2021	<i>Shoreline change behavior study of Jambudwip island of</i>	<i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS) digunakan untuk menilai perubahan garis pantai sepanjang rentang waktu. Selain itu, <i>Linear</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian barat pulau merupakan zona yang paling erosif dan bagian timur adalah zona paling akresi. Secara

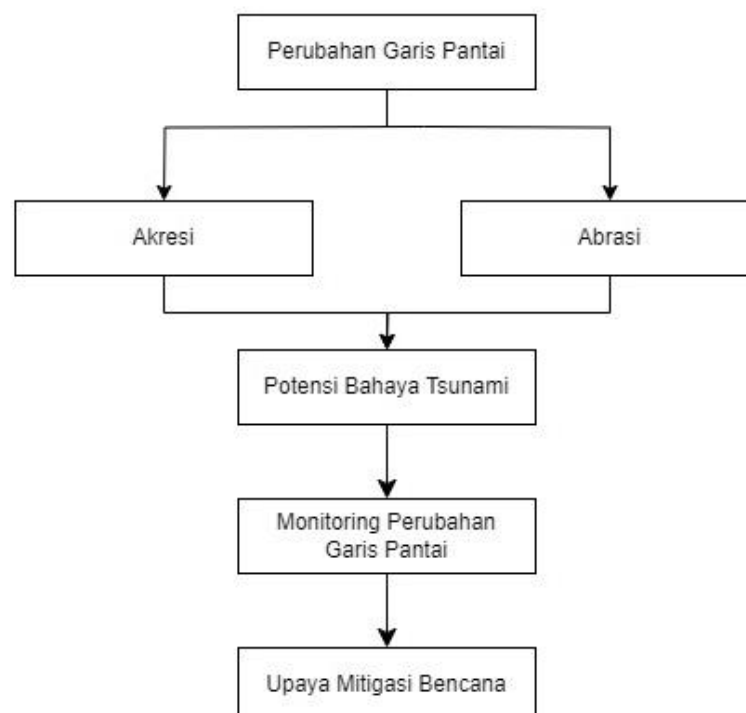
No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Chandrakanta Ojha		<i>Indian Sundarban using DSAS model</i>	<i>Regression Rate</i> (LRR) dan <i>End Point Rate</i> (EPR) digunakan untuk analisis statistik mengukur laju perubahan garis pantai selama tahun 2011, 2013, 2015, dan 2017. Metode <i>NDVI</i> dan <i>single-band threshold (IR band)</i> telah diterapkan pada data <i>Landsat-7</i> dan <i>OLI</i> untuk mengidentifikasi posisi garis pantai.	keseluruhan, laju erosi maksimum adalah 49,08 m/tahun dan akresi 122,4 m/tahun. Kesimpulannya panjang garis pantai juga berubah antara 2011 dan 2017, dari kira-kira 11.879,91 m hingga 10.374,42 m.
4.	Sabita Soren				
11.	Najeeb S. Aladwani	2022	<i>Shoreline change rate dynamics analysis and prediction of future positions using satellite imagery for the southern coast of Kuwait: A case study</i>	Garis pantai historis diekstrak menggunakan <i>Normalized Difference Water Index</i> (NDWI). Kemudian, tingkat perubahan garis pantai dikuantifikasi secara statistik menggunakan <i>End Point Rate</i> (EPR) dan <i>Linear Regression Rate</i> (LRR) dengan menggunakan <i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS) di <i>ArcMap</i> .	Telah ditemukan bahwa tingkat erosi maksimum adalah -9,73 m/tahun, dan akresi tertinggi 10,88 m/tahun. Posisi garis pantai ditahun 2030 dan 2050 telah diprediksi dan dipetakan, dengan pemetaan keuntungan dan permukaan kerugian. Hasilnya menentukan area yang paling stabil untuk pengembangan di masa depan dan area tersebut membutuhkan perlindungan ketat. Telah ditemukan bahwa model yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh perubahan topografi pantai akibat ulah manusia, dimana pantai disekitar Proyek Al-Khiran akan tergerus dan bertambah kurang dari yang diperkirakan karena keberadaan fasilitas perlindungan.
12.	Bangkit Agung Permadi	2023	Deteksi Perubahan Garis Pantai Dengan Citra Penginderaan	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif dengan	-

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			Jauh Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami di Pesisir Kota Bandar Lampung	pendekatan <i>spatial</i> (keruangan) menggunakan citra penginderaan jauh. Selain itu penelitian ini juga menggunakan metode <i>Modified Normalized Difference Water Index</i> (MNDWI) dan <i>Digital Shoreline Analysis System</i> (DSAS) serta menggunakan teknik analisis <i>overlay</i> dan analisis <i>DSAS</i> yaitu menggunakan <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM) untuk perhitungan jarak perubahan garis pantai dan <i>End Point Rate</i> (EPR) untuk perhitungan laju perubahan garis pantai.	

Sumber: Hasil Analisis.

2.9. Kerangka Berpikir

Wilayah pantai merupakan wilayah yang dinamis dikarenakan garis pantai yang mengalami perubahan setiap waktu. Perubahan garis pantai ini disebabkan oleh berbagai faktor baik itu faktor alam maupun faktor campur tangan manusia. Perubahan pada garis pantai tersebut harus selalu dilakukan pemantauan maupun *updating* secara berkala sebagai upaya mitigasi bencana tsunami yang sewaktu-waktu dapat mengancam daerah pesisir. Pesisir Kota Bandar Lampung merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana tsunami maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan garis pantai sebagai upaya mitigasi bencana tsunami di pesisir Kota Bandar Lampung. Selain itu, pada penelitian ini juga akan diuraikan perubahan garis pantai baik itu akresi maupun abrasi. Dengan demikian penelitian ini dapat digambarkan dengan kerangka pikir sebagai berikut:



Gambar 3. Kerangka Berpikir.

III. METODE PENELITIAN

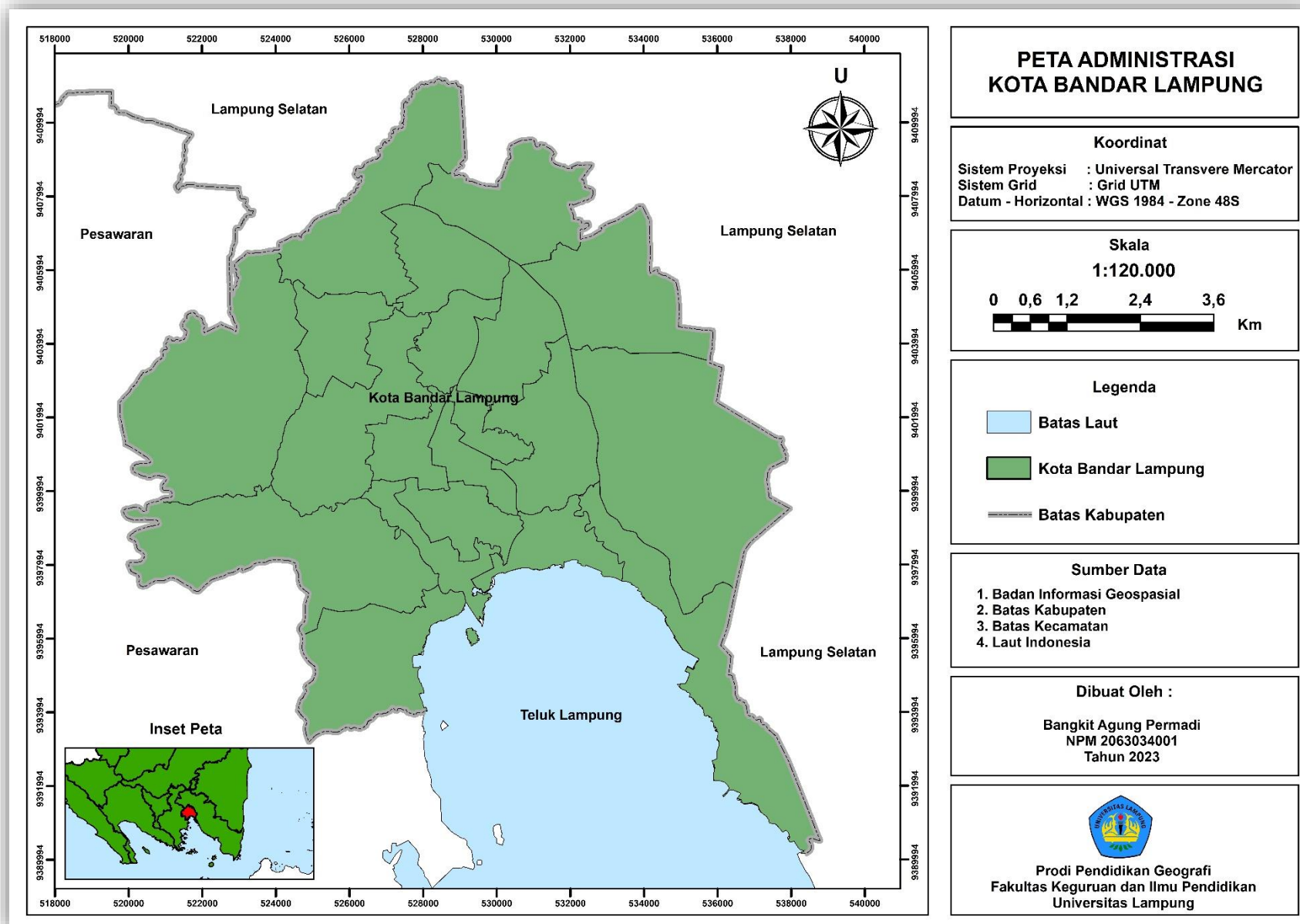
3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan serangkaian kegiatan dalam mencari kebenaran suatu studi penelitian, yang diawali dengan suatu pemikiran yang membentuk rumusan masalah sehingga menimbulkan hipotesis awal, dengan dibantu dan persepsi penelitian terdahulu, sehingga penelitian bisa diolah dan dianalisis yang akhirnya membentuk suatu kesimpulan (Syafrida Hafni Sahir, 2021). Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian ilmiah yang terstruktur terhadap fenomena serta hubungannya (Hardani, 2020). Sedangkan, metode dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan spasial (keruangan) melalui citra penginderaan jauh.

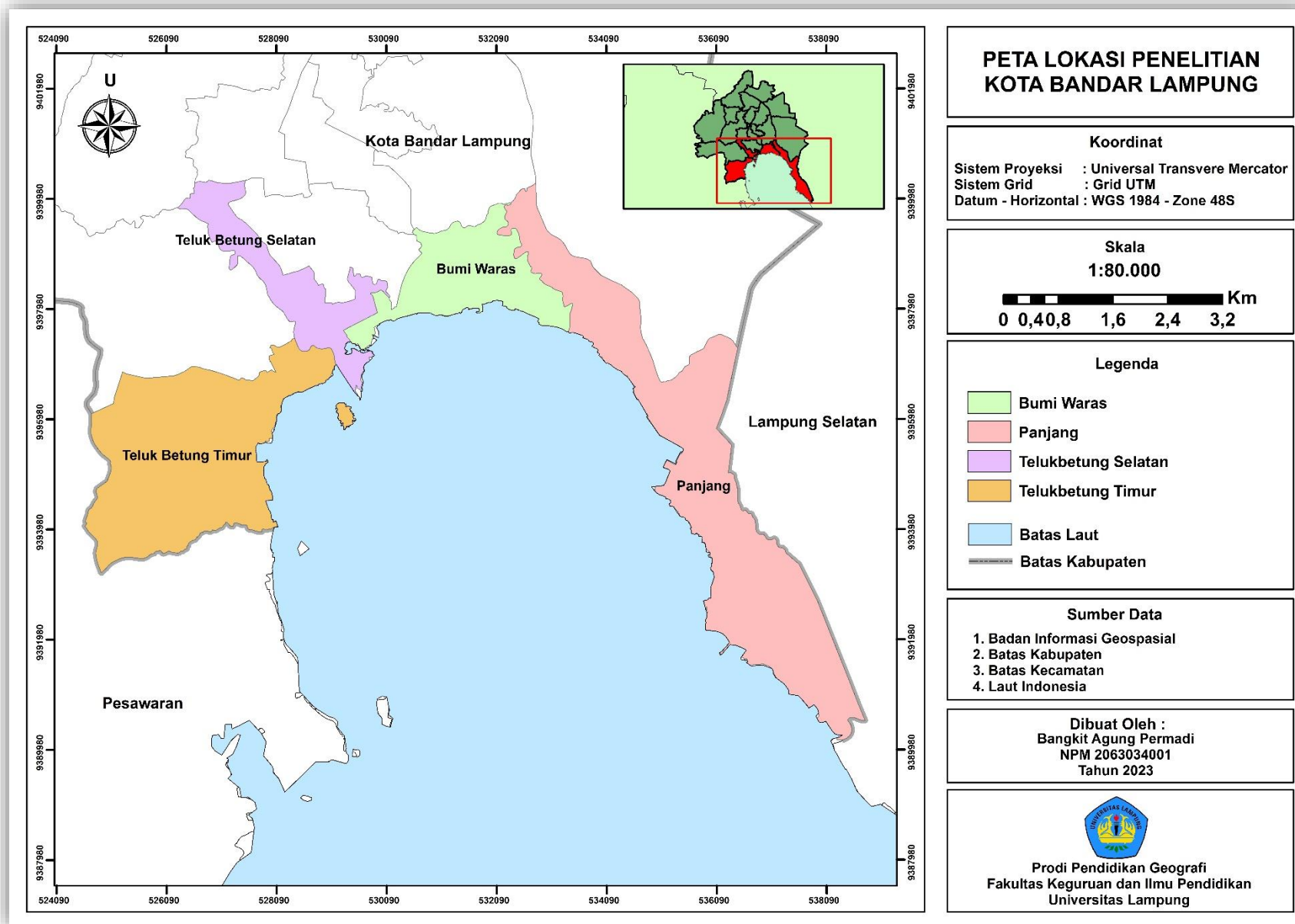
Penelitian ini juga menggunakan metode deliniasi dengan menggunakan rumus *Modified Normalised Difference Water Index* (MNDWI) untuk memisahkan daratan dan perairan, lalu dilakukan proses *smoothing* dengan *output* berupa *shapefile* (shp) garis pantai. Selanjutnya dilakukan proses tumpang susun (*overlay*) data citra dengan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang merupakan *tools add-in* yang disambungkan ke *software ArcGIS/ArcMap*. Metode analisis DSAS yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) sehingga dapat diperoleh data perubahan garis pantai Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 hingga tahun 2023.

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian “Deteksi Perubahan Garis Pantai dengan Citra Penginderaan Jauh Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami di Pesisir Kota Bandar Lampung” ini dilaksanakan tahun 2023. Lokasi pada penelitian ini adalah pesisir Kota Bandar Lampung yang meliputi Kecamatan Teluk Betung Timur, Teluk Betung Selatan, Bumi Waras dan Panjang. Berikut merupakan peta lokasi penelitian:



Gambar 4. Peta Administrasi Kota Bandar Lampung.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian.

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sasaran ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu tentang suatu hal objektif, valid, dan *reliable* tentang suatu hal atau variabel tertentu (Sugiyono, 2017). Adapun objek dari penelitian ini yaitu perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung. Pemantauan dan *updating* perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh. Objek penelitian ini akan menjadi fokus dalam penelitian, dimana akan diketahui apakah terjadi perubahan garis pantai baik itu akresi maupun abrasi di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 sampai tahun 2023.

3.4. Desain Penelitian

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam penelitian ini:

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini meliputi identifikasi dan perumusan masalah, studi kepustakaan/literatur, pemilihan lokasi penelitian, dan pengumpulan data yang dibutuhkan seperti mengunduh serta memilih citra satelit. Adapun masalah yang peneliti angkat dalam penelitian ini adalah tentang perubahan garis pantai dengan lokasi penelitian terdapat di pesisir Kota Bandar Lampung. Untuk data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini berupa data garis pantai yang berasal dari hasil pengolahan citra yang diunduh melalui *United States Geological Survey* (USGS). Adapun citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit *Landsat 8* dengan hanya *band 3* dan *band 6* yang digunakan. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini berupa peta digital dengan format data *shapefile* (shp) Kota Bandar Lampung dan hasil observasi berupa foto keadaan garis pantai secara nyata dilapangan yang diambil di beberapa titik lokasi di empat kecamatan yang memiliki wilayah garis pantai.

2. Tahap pengolahan data

Pada tahap pengolahan data ini meliputi:

1) Koreksi radiometrik dan koreksi atmosferik

Koreksi radiometrik dilakukan karena hasil rekaman satelit mengalami kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Gangguan atmosfer menyebabkan nilai pantulan yang diterima oleh sensor mengalami penyimpangan. Besarnya penyimpangan dipengaruhi oleh besar kecilnya gangguan atmosfer pada waktu perekaman. Koreksi radiometrik dimaksudkan untuk menyusun kembali nilai pantulan yang direkam oleh sensor mendekati atau mempunyai pola seperti pantulan obyek yang sebenarnya sesuai dengan panjang gelombang perekamannya.

Sedangkan koreksi atmosferik merupakan proses untuk menghilangkan kesalahan yang disebabkan adanya pengaruh atmosfer pada citra. Koreksi atmosfer perlu dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer dan mengembalikan nilai reflektansi sesuai dengan nilai reflektansi objek sebenarnya di permukaan bumi.

2) Pemotongan citra (*cropping area of interest*)

Cropping berarti melakukan pemotongan citra sesuai dengan daerah yang dikehendaki. Pemotongan dilakukan karena setiap satu *scene* citra mengcover daerah seluas 185 km x 185 km, sehingga memerlukan pemotongan sesuai dengan daerah yang diteliti agar menjadi lebih sempit dan hal ini akan lebih meringankan beban komputer dalam mengolah citra. Pemotongan citra dalam penelitian ini menggunakan *software* QGIS 3.28.7.

3) Delineasi daratan dan perairan

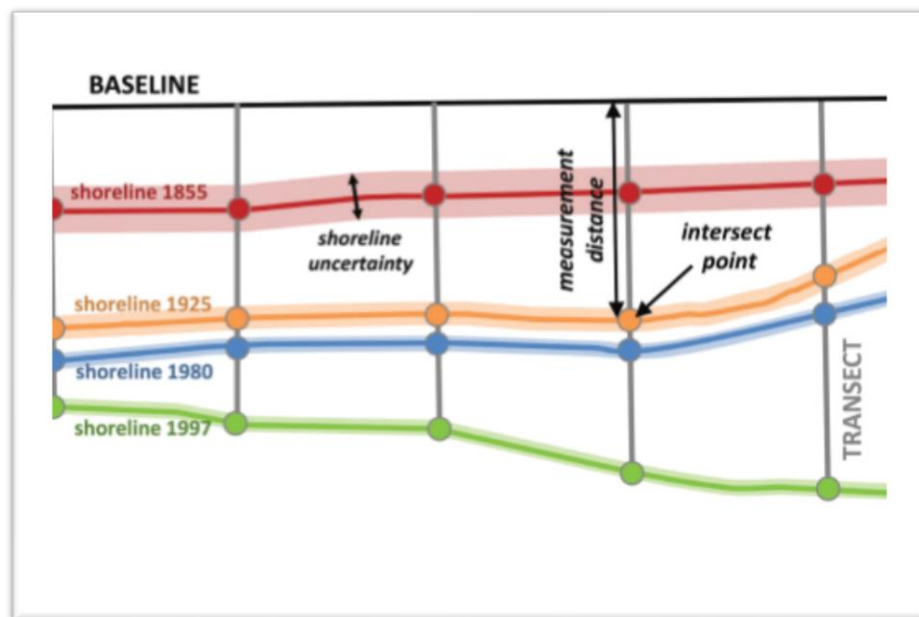
Deliniasi daratan dan perairan dilakukan dengan tujuan untuk menggambarkan dengan jelas batas antara daratan dan perairan yang digunakan untuk memperjelas posisi garis pantai pada citra. Deliniasi daratan dan perairan dilakukan menggunakan metode *Modified Normalised Difference Water Index* (MNDWI). Proses deliniasi daratan dan laut untuk *Landsat 8 OLI/TIRS* menggunakan rumus dari Ko dkk. (2015), yaitu:

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR 1}{Green + SWIR 1} \dots \dots \dots (1)$$

MNDWI merupakan suatu metode yang cukup efisien untuk mempertegas perbedaan antara perairan dan *urban area*, karena rumus ini merupakan modifikasi dari rumus NDWI terdahulu yang memiliki keterbatasan hanya dapat memisahkan antara perairan dan vegetasi namun memiliki keterbatasan untuk mendeteksi tanah dan bangunan. *Band* yang digunakan pada rumus MNDWI ialah *band* dengan panjang gelombang 0,52 sampai dengan 0,60 mikrometer dan *band* dengan panjang gelombang 1,55 sampai dengan 1,75 mikrometer (Gautam dkk., 2015). MNDWI memiliki tingkat akurasi 99,85% dalam mengekstrak informasi perairan (Xu, 2006). Nilai panjang gelombang *band* digunakan sebagai acuan dalam penentuan *band* yang digunakan. Selanjutnya hasil deliniasi diolah menjadi bentuk *shapefile* (shp) garis pantai.

4) *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS)

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan sebuah *tools add-in* untuk *ArcGIS* yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung perubahan garis pantai di suatu wilayah secara otomatis. Parameter yang diperlukan dalam DSAS terdiri dari *baseline* yaitu garis acuan titik nol yang digunakan sebagai garis acuan untuk mengukur perubahan garis pantai dan garis ini tidak termasuk dalam garis pantai, *shorelines* yaitu garis pantai yang akan diukur perubahannya, *transects* yaitu garis tegak lurus dengan *baseline* yang membagi lajur pada garis pantai.



Gambar 6. Parameter dalam DSAS (USGS, 2013).

Penelitian ini menggunakan *baseline* yang diletakkan pada wilayah lautan (*Offshore*) karena bentuk garis pantai Kota Bandar Lampung yang tidak lurus. *Transect* dibuat mengarah ke arah laut dengan jarak antar *transect* yang digunakan yaitu 100 m dan panjang *transect* 1 km. Jarak 100 m digunakan mengingat data yang digunakan sebagian besar merupakan data citra satelit yang berbasis *pixel* dan dianggap sudah cukup detail untuk diterapkan pada garis pantai yang memiliki panjang ± 25 km. Data garis pantai tahun 2013 sampai dengan 2023 akan dijadikan sebagai *shorelines* atau garis pantai yang akan dihitung perubahan garis pantainya. Pembuatan *baseline* menggunakan metode *buffer*. DSAS dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS 10.7.1 untuk menghitung perubahan garis pantai secara otomatis.

3. Tahap analisis dan verifikasi

Pada tahap ini teknik yang digunakan dalam menganalisis perubahan garis pantai adalah teknik atau metode tumpang susun (*overlay*). *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan *layer* yang berbeda. *Shapefile* garis pantai yang dibuat dari tahun 2013 sampai dengan 2023 ditumpang

tindih untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi pada kurun waktu tersebut. Selain itu juga dilakukan analisis menggunakan metode analisis DSAS yaitu menggunakan *Net Shoreline Movement* (NSM) untuk perhitungan jarak perubahan garis pantai dan *End Point Rate* (EPR) untuk perhitungan laju perubahan garis pantai. Hasil pengukuran perubahan garis pantai dengan DSAS menunjukkan nilai positif (+) apabila mengalami akresi dan nilai negatif (-) apabila mengalami abrasi. Setelah proses analisis perubahan garis pantai selesai tahap berikutnya adalah melakukan verifikasi secara langsung di beberapa titik lokasi penelitian dan melakukan *overlay* dengan *shapefile* Kota Bandar Lampung untuk mengetahuinya.

3.5. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah suatu atribut ataupun sifat ataupun nilai dari orang, objek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2017). Adapun definisi operasional variabel dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Definisi Operasional Variabel (DOV)

Variabel	Definisi	Indikator	Pengukuran
Perubahan Garis Pantai	Perubahan garis pantai adalah suatu proses tanpa henti (terus-menerus) melalui berbagai proses alami di pantai yang meliputi pergerakan sedimen, arus menyusur pantai (<i>longshore current</i>), aksi	Akresi terjadi apabila sedimen masuk lebih tinggi dari pada keluar maka pantai akan mengalami akresi yaitu penambahan luasan wilayah pantai Abrasi terjadi apabila sedimen yang keluar lebih	Perhitungan jarak perubahan tiap garis pantai dianalisis menggunakan metode <i>Net Shoreline Movement</i> (NSM) dan <i>End Point Rate</i> (EPR). Hasil perhitungan komputasi tersebut akan menghasilkan nilai negatif (-) ataupun positif (+). Nilai positif (+) menandakan pantai maju atau terjadi akresi

Variabel	Definisi	Indikator	Pengukuran
	gelombang permukaan laut dan penggunaan lahan (Arief, dkk., 2011).	tinggi dari pada sedimen yang masuk, maka pantai akan mengalami abrasi sehingga menyebabkan pengurangan luasan wilayah pantai	sedangkan nilai negatif (-) yang berarti pantai mundur atau mengalami abrasi.

Sumber: Hasil Analisis.

3.6. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan informasi kuantitatif tentang variasi karakteristik variabel secara objektif (Hardani, 2020). Instrumen penelitian dibutuhkan sebagai alat bantu untuk mendapatkan data penelitian. Instrumen penelitian dapat berupa alat dan bahan. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perangkat keras (*hardware*)

- 1) Seperangkat komputer/laptop yang digunakan sebagai alat atau media dalam pengoperasian perangkat lunak (*software*).
- 2) *Handphone/smartphone* yang digunakan sebagai alat dokumentasi lokasi penelitian.
- 3) *Mouse* dan *flashdisk* yang digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah peneliti dalam melakukan pengumpulan dan analisis data.

b. Perangkat lunak (*software*)

- 1) *Software ArcMap 10.7.1* yang digunakan sebagai alat untuk memperoleh data citra melalui proses deliniasi, *overlay* dan menyajikan data yang telah diperoleh dan diolah kedalam bentuk peta.

- 2) *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) 5.1 yang digunakan sebagai alat untuk mendeteksi dan menghitung perubahan garis pantai di suatu wilayah secara otomatis.
- 3) *Software QGIS* 3.28.7 yang digunakan sebagai alat untuk memproses dan mengolah citra seperti koreksi radiometrik dan atmosferik, serta memotong citra dengan tujuan untuk memperoleh wilayah fokus penelitian yaitu wilayah pesisir Kota Bandar Lampung.

2. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Citra penginderaan jauh yang digunakan berupa citra *Landsat* 8 dengan sensor *OLI/TIRS* yang digunakan untuk mendapatkan data citra pesisir Kota Bandar Lampung. Data citra tersebut didapat dan diunduh dari <https://earthexplorer.USGS.gov/>.

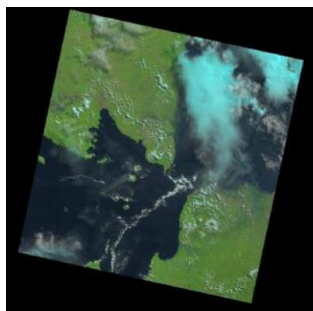
Tabel 7. Data Citra Penginderaan Jauh

Citra satelit	Tanggal akuisisi	Path/Row	Resolusi (m)
LC08_L1TP_123064_20131019_20200912_02_T1	2013/10/19	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20140531_20200911_02_T1	2014/05/31	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20150227_20200909_02_T1	2015/02/27	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20160621_20200906_02_T1	2016/06/21	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20170827_20200903_02_T1	2017/08/27	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20181017_20200830_02_T1	2018/10/17	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20190817_20200827_02_T1	2019/08/17	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20201225_20210310_02_T1	2020/12/25	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20211009_20211019_02_T1	2021/10/09	123/064	30
LC09_L1TP_123064_20220411_20230422_02_T1	2022/04/11	123/064	30
LC08_L1TP_123064_20231116_20231122_02_T1	2023/11/16	123/064	30

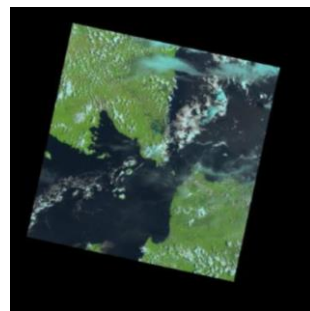
Sumber : USGS, 2023.



2013/10/19



2014/05/31



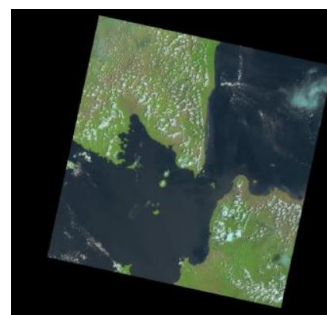
2015/02/27



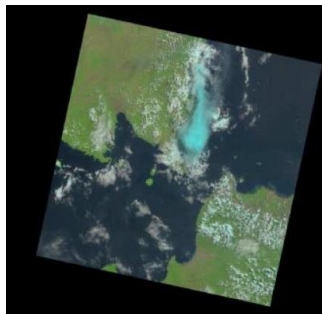
2016/06/21



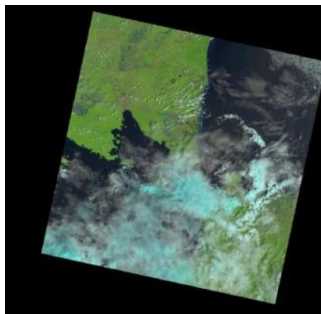
2017/08/27



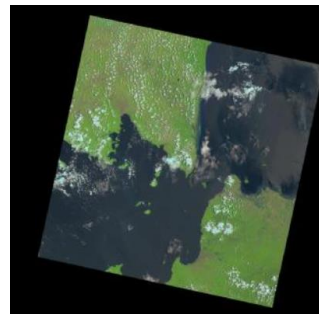
2018/10/17



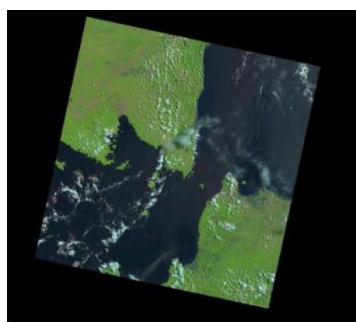
2019/08/17



2020/12/25



2021/10/09



2022/04/11



2023/11/16

- b. *Shapefile* (shp) Kota Bandar Lampung. Nantinya data garis pantai yang didapat dari hasil pengolahan citra menggunakan teknik *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) akan di *overlay* dengan *shapefile* (shp) Kota Bandar Lampung tahun 2023.
- c. Dokumentasi foto keadaan garis pantai yang sebenarnya di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung.

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan salah satu metode yang ada di dalam pengumpulan data dengan menggunakan teknik atau cara yang digunakan oleh para peneliti untuk mengumpulkan data. Tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, maka peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan (Hardani, 2020). Adapun dalam penelitian ini digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Delineasi

Dalam konteks pemetaan, delineasi mengacu pada proses menentukan dan menandai batas-batas atau tepi suatu objek atau area di peta. Proses delineasi dalam pemetaan sangat penting karena membantu dalam memvisualisasikan dan memahami ruang geografis, seperti wilayah administratif, batas properti, fitur geografis, atau area khusus lainnya. Dalam praktik pemetaan modern, delineasi dapat dilakukan menggunakan teknologi GIS (Sistem Informasi Geografis) yang memungkinkan pengolahan data spasial untuk menghasilkan batas-batas yang presisi dan mudah diinterpretasikan.

2. Observasi

Observasi yaitu teknik pengumpulan data dengan peneliti turun langsung ke lapangan, kemudian mengamati gejala yang sedang diteliti setelah itu peneliti bisa menggambarkan masalah yang terjadi yang bisa dihubungkan dengan teknik pengumpulan data yang lain seperti kuesioner atau wawancara dan hasil yang diperoleh dihubungkan dengan teori dan penelitian terdahulu kesimpulan (Sahir, 2021). Observasi sebagai teknik pengumpulan data mempunyai ciri

husus yang spesifik jika dibandingkan dengan teknik pengumpulan data lainnya seperti wawancara dan kuesioner (Sugiyono, 2017). Pada penelitian ini teknik observasi digunakan sebagai verifikasi dari hasil penelitian. Observasi dilakukan dengan mengunjungi beberapa titik lokasi di pesisir Kota Bandar Lampung untuk melihat keadaan garis pantai secara nyata di lapangan.

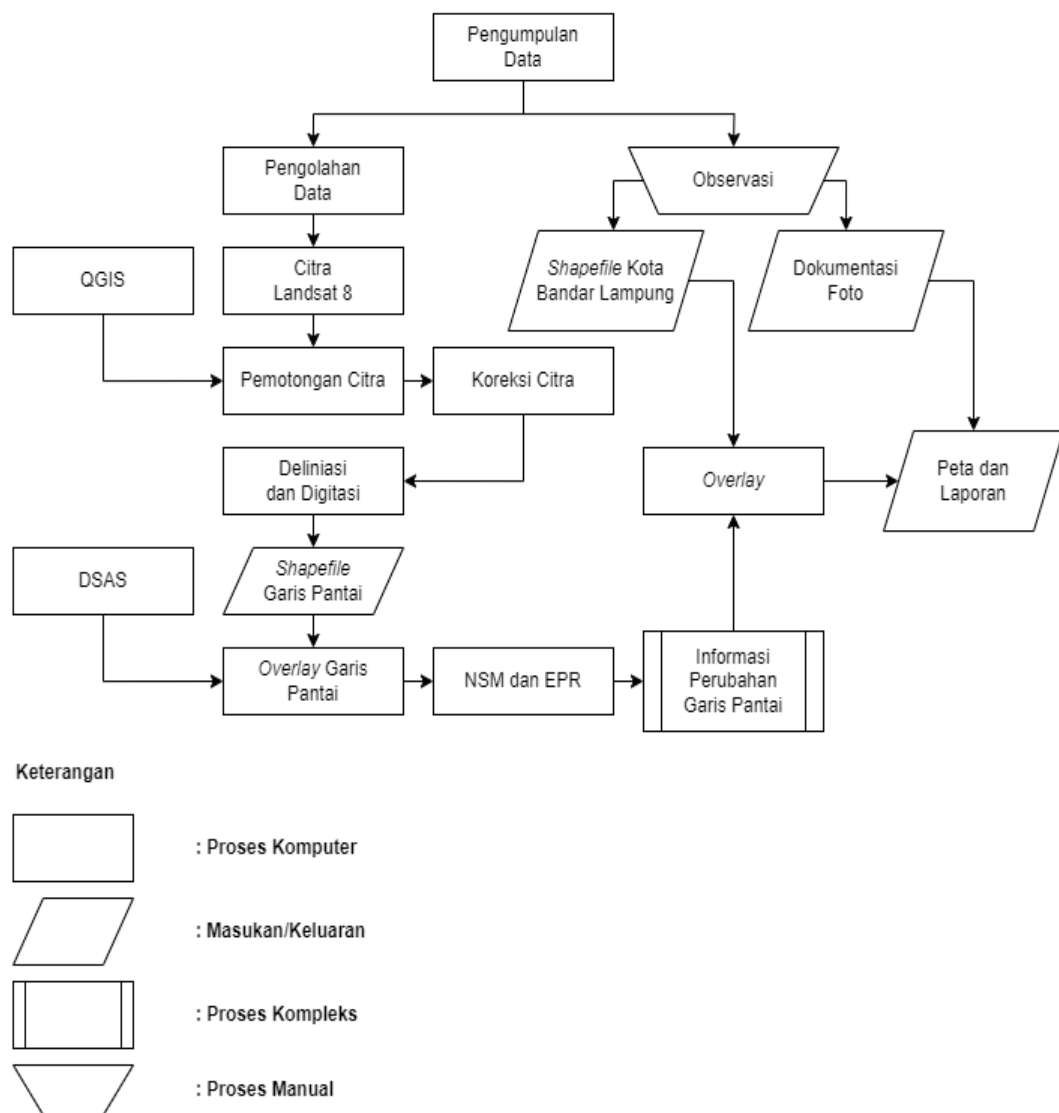
3.8. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan bahan-bahan lain, sehingga dapat mudah dipahami, dan temuannya dapat diinformasikan kepada orang lain (Bogdan dalam Sugiyono, 2017). Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spasial. Analisis spasial merupakan kemampuan umum untuk menyusun atau mengolah data spasial ke dalam berbagai bentuk yang berbeda sedemikian rupa sehingga mampu menambah atau memberikan arti tambahan (Mahendrasari dan Permata, 2016). Sementara metode yang digunakan dalam analisis spasial pada penelitian ini adalah analisis *overlay*. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan *layer* yang berbeda. *Shapefile* garis pantai yang dibuat dari tahun 2013 sampai dengan 2023 ditumpang tindih untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi pada kurun waktu tersebut dengan menggunakan teknik *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* dan melakukan *overlay* pada data garis pantai citra yang didapat dengan data *Shapefile* Kota Bandar Lampung sehingga dapat diketahui perubahan garis pantainya sebagai acuan dalam upaya mitigasi bencana tsunami. Adapun teknik analisis melalui *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* yang digunakan adalah:

1. *Net Shoreline Movement (NSM)* adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru.
2. *End Point Rate (EPR)* adalah menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.

3.9. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian “Deteksi Perubahan Garis Pantai Dengan Citra Penginderaan Jauh Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Tsunami di Pesisir Kota Bandar Lampung”:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan uraian pembahasan penelitian yang telah dilakukan, maka akan diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perubahan garis pantai di pesisir Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 hingga tahun 2023.
2. Perubahan luas garis pantai Kota Bandar Lampung dari tahun 2013 hingga tahun 2023 mencapai angka 51,17 Ha untuk akresi dan abrasi hanya sebesar 5,45 Ha.
3. Titik lokasi terjadinya perubahan garis pantai berdasarkan wilayah administrasinya yaitu terjadi di Kecamatan Teluk Betung Timur, Kecamatan Teluk Betung Selatan, Kecamatan Bumi Waras dan Kecamatan Panjang
4. Efektivitas dan efisiensi deteksi perubahan garis pantai menggunakan citra penginderaan jauh yaitu citra penginderaan jauh dapat memberikan pemantauan garis pantai dengan cakupan yang luas dan kontinu serta citra penginderaan jauh juga dapat mengurangi ketergantungan pada survei lapangan yang mahal dan boros waktu serta sumber daya yang diperlukan untuk mengumpulkan data secara langsung.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang akan diberikan adalah sebagai berikut:

1. Ketelitian dalam proses pengolahan data citra menjadi data garis pantai sangat diperlukan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses analisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*.
2. Pemerintah (BMKG dan BPBD Kota Bandar Lampung) dapat menggunakan hasil pada penelitian ini sebagai acuan untuk meng-*update* peta daerah yang rentan terhadap bencana alam tsunami dan peta sempadan pantai Kota Bandar Lampung.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan pembaruan dengan mengaplikasikan hasil peta menggunakan *webgis* agar lebih memudahkan untuk membaca peta dan mendapatkan informasi yang detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladwani, N. S. 2022. *Shoreline change rate dynamics analysis and prediction of future positions using satellite imagery for the southern coast of Kuwait: A case study*. 64 (3): 417-432.
- Annafiyah, A., Maulidi, A., Kurniadin, N., dan Wilujeng, A. D. 2022. Analisis perubahan garis pantai wilayah pesisir selatan Kabupaten Sampang menggunakan citra landsat. *Sebatik*. 26 (2): 439–445.
- Anonim, 1988. Seminar dan Lokakarya Peningkatan Kualitas Pengajaran Geografi, Semarang.
- Arief, M., Winarso, G., dan Prayogo, T. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit *Landsat* di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 8: 71-80.
- Armenio, E., Serio, F. D., Mossa, M., and Petrillo, A. F. 2019. “Coastline evolution based on statistical analysis and modeling.” *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 19 (9): 1937–1953.
- Aryastana, P., Eryani, I. G. A. P., dan Candrayana, K. W. 2016. Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Kabupaten Gianyar. *Paduraksa*. 5 (2).
- Atmojo, A. T., Welly, T. K., Simbolon, K., dan Zulfikar, A. N. 2021. Studi Perubahan Garis Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Journal of Science, Technology, and Virtual Science*. 1 (3).
- Bintarto, R. 1977. Pengantar Geografi Kota, Spring: Yogyakarta.
- BNPB. 2015. *Kajian Risiko Bencana Kota Bandar Lampung 2016-2020*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana: Bandar Lampung.
- Bojang, A., Oyedotun, T. D. T., Sawa, B. A., and Isma’I, M. 2023. Spatio-temporal coastline dynamics of the Gambia littoral zone from 1989 to 2019. *Geosystems and Geoenvironment*. 2 (4).

- BPS. 2023. Kota Bandar Lampung Dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung: Bandar Lampung.
- Cendrero, A. 1989. "Mapping and evaluation of coastal areas for planning." *Ocean and Shoreline Management*. 12 (5–6): 427–462.
- CERC (Coastal Engineering Research Center). 1984. *Shore Protection Manual*. Dept of Army: Washington DC.
- Darmiati, I Wayan Nurjaya, dan Agus S. Atmadipoera. 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*.
- Das, S. K., Sajan, B., Ojha, C., and Soren, S. 2021. *Shoreline change behavior study of Jambudwip island of Indian Sundarban using DSAS model. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 24 (3): 961-970.
- Davidson-arnott, R., 2010. *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. Cambridge University Press. New York.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2004. *Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Dewi, Citra., Armijon., dan Fadly, R. 2014. Analisis Pembuatan Peta Zona Rawan Bencana Tsunami Pada Daerah Pesisir (Studi Lokasi: Pesisir Kota Bandar Lampung). *Prosiding Seminar Bisnis dan Teknologi*. Lembaga Pengembangan Pembelajaran, Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat. Bandar Lampung, 15 - 16 Desember 2014.
- Di Paola, G., Rodríguez, G., and Roszkopf, C. M. 2023. *Shoreline Dynamics and Beach Erosion. Geosciences*. 13 (3): 74.
- Effendi, R. 2020. *Buku Ajar Geografi Dan Ilmu Sejarah (Deskripsi Geohistori Untuk Ilmu Bantu Sejarah*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Fuad, M. A. Z., Yunita, N., Kasitowati, R. D., Hidayati, N., dan Sartimbul, A. 2019. Pemantauan Perubahan Garis Pantai Jangka Panjang dengan Teknologi Geo-Spasial di Pesisir Bagian Barat Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Geografi*. 11 (1): 48-61.
- Gautam, Vivek Kumar., Palani Murugan., and P. K. G. 2015. *Assessment of Surface Water Dynamicsin Bangalore Using WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and K-T Transformation*. 4: 739–746.
- Hardani. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. CV Pustaka Ilmu: Yogyakarta.

- Hossain, M. S., Gain, A. K., and Rogers, K. G. 2020. *Sustainable coastal social-ecological systems: How do we define "coastal"?*. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 27: 577–582.
- Karminarsih, E. 2007. Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Bagi Minimasi Dampak Bencana di Wilayah Pesisir. *JMHT*. 13(3):182-187.
- Ko, B.C., Kim, H.H., and Nam, J.Y. 2015. *Classification of Potential Water Bodies Using Landsat 8 OLI and a Combination of Two Boosted Random Forest Classifiers*. *Sensors* 15. 13763–13777.
- Lillesand, T.M., dan F.W. Kiefer. 1979. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Luijendijk, A., Hagenaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G. and Aarninkhof, S. 2018. *The State of the World's Beaches*. *Sci. Rep.*, 8, 6641.
- Mahendrasari, Sukendra Dyah dan Permata, Kusuma Agerista. 2016. Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk. *Unnes Journal of Public Health*. 3 (1): 1-10.
- Mills, J. P., Buckley, S.J., Mitchell, H.L., Clarke, P. J. and Edwards, S.J. 2005. *A geomatics data integration technique for coastal change monitoring*. *J. Earth Surface Processes and Landforms*. 30 (6): 651-664.
- Miswar, D., dan Halengkara, L. 2016. *Pengantar Penginderaan Jauh*. Mobius: Yogyakarta.
- Mukhtar, M. K. 2018. Evaluasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nassar, K., Mahmod, W. E., Fath, H., Masria, A., Nadaoka, K., and Negm, A. 2019. *"Shoreline change detection using DSAS technique: case of North Sinai coast, Egypt."* *Marine Georesources & Geotechnology*. 37 (1): 81–95.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2016 Tentang Batas Sempadan Pantai.
- PP No. 21 Tahun 2008 Pasal 1 ayat 6 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Rifda, R. 2022. *Kajian Prioritas Pengelolaan Pesisir Berdasarkan Bahaya Perubahan Garis Pantai Pada Pesisir Kecamatan Bantan*. Universitas Islam Riau.
- Sahir, S. H. 2021. *Metodologi Penelitian*. Penerbit KBM Indonesia: Yogyakarta.
- Sam, S. C., and Gurugnanam, B. 2022. *Coastal transgression and regression from 1980 to 2020 and shoreline forecasting for 2030 and 2040, using DSAS*

along the southern coastal tip of Peninsular India. Geodesy and Geodynamics. 13 (6): 585-594.

Saputri, M. A. P. 2020. Pengaruh Karakteristik Pantai Terhadap Risiko Tsunami di Pesisir Kota Bengkulu.

Sasmito, B., Pratomo, B. D., dan Bashit, N. 2021. Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode *Net Shoreline Movement (NSM)* di Wilayah Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. 1: 269-275.

Saxena, S., Geethalakshmi, V., and Lakshmanan, A. 2013. “*Development of habitation vulnerability assessment framework for coastal hazards: Cuddalore coast in Tamil Nadu, India—a case study.*” *Weather and Climate Extremes.* 2: 48–57.

Subardjo, P dan Ario, R. 2015. Uji Kerawanan Terhadap Tsunami dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Pesisir Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis.* 18 (2): 82–97.

Sudarsono, B. 2011. Inventarisasi Perubahan Wilayah Pantai dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi kasus Kota Semarang). *Jurnal Teknik.* 32 (2): 162-169.

Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Alfabeta: Bandung.

Suniada, K. I. 2015. Deteksi Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Jembrana Bali dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Kelautan Nasional.* 10 (1): 13-19.

Syahza, A. 2021. *Metodologi Penelitian Edisi Revisi Tahun 2021.* UR Press: Pekanbaru.

Undang-Undang Republik Indonesia No. 4 Tahun 2011 Pasal 13 ayat 1 Tentang Informasi Geospasial.

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.

Widiawaty, M. A., dan Nandi, H. M. 2020. *Physical and Social Factors of Shoreline Change in Gebang, Cirebon Regency 1915 – 2019. Journal of Applied Geospatial Information.* 4 (1).

Xu, H. 2006. *Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. International Journal of Remote Sensing.* 27 (14): 10–12.

Yudhicara, Robiana, R., dan Priambodo, I.C. 2014 *The Influence of Coastal Conditions to Tsunami Inundation of Bima Way, West Nusa Tenggara. Bulletin of The Marine Geology*. 29:29-42.