

**ANALISIS KERENTANAN, DAMPAK DAN ADAPTASI PERUBAHAN  
IKLIM WILAYAH PESISIR KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW  
SULAWESI UTARA**

*ANALYSIS OF VULNERABILITY, IMPACT AND ADAPTATION TO CLIMATE  
CHANGE IN COASTAL AREAS OF BOLAANG MONGONDOW REGENCY,  
NORTH SULAWESI*



**HARDIANTO PAPUTUNGAN**

**P032221013**



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**ANALISIS KERENTANAN, DAMPAK DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM  
WILAYAH PESISIR KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW SULAWESI UTARA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

**HARDIANTO PAPUTUNGAN  
P032221013**



Kepada

**PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

# TESIS

ANALISIS KERENTANAN, DAMPAK DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI  
WILAYAH PESISIR KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW SULAWESI UTARA

**HARDIANTO PAPUTUNGAN**  
**P032221013**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 19 Agustus 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup  
Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Rijal M. Idrus, M.Sc.  
NIP. 19651219 199002 1 001



Prof. Dr. Mahatma Lanuru, M.Sc.  
NIP. 19701029 199503 1 001

Ketua Program Studi  
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin,



Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si.  
NIP. 19650810 199103 1 006



Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed.  
NIP. 19661231 199503 1 009

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan demikian, saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul “Analisis Kerentanan, Dampak dan Adaptasi Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara” adalah karya saya sendiri, dengan dukungan dari tim pembimbing yang terdiri dari Dr. Ir. Rijal M. Idrus, M.Sc dan Prof. Dr. Mahatma Lanuru., M.Sc. Karya ilmiah ini belum diajukan ke perguruan tinggi mana pun dan tidak akan diajukan. Dalam teks dan dalam Daftar Pustaka tesis ini, sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan atau tidak diterbitkan dari penulis lain disebutkan. “Assessment of Coastal Physical Vulnerability to Climate Change Impacts along the Coast of Bolaang Mongondow Regency (North Sulawesi, Indonesia)” adalah artikel yang dipublikasikan dalam jurnal (Ecological Engineering & Environmental Technology). Jika di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini dibuat oleh orang lain, saya bersedia menerima sanksi atau perbuatan tersebut sesuai dengan aturan yang berlaku.

Dengan ini, saya memberikan Universitas Hasanuddin hak cipta atas tesis saya.

Makassar, 19 Agustus 2024



Hardianto Papatungan

NIM. P032221013

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis bersyukur kepada Allah SWT atas segala berkah dan rahmat-Nya yang telah memungkinkan penulis menyusun tesis berjudul “Analisis Kerentanan, Dampak dan Adaptasi Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara”. Tesis ini juga merupakan syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Magister Lingkungan di Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Khalayak ramai mendapatkan informasi penting tentang penilaian dan evaluasi dampak perubahan iklim di wilayah pesisir Indonesia. Hal ini terutama berlaku pada masyarakat di sepanjang pantai Bolaang Mongondow. Sangat diharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak untuk membantu tesis dan penelitian ini menjadi lebih baik karena masih banyak kekurangan. Dami strategi mitigasi dan pencegahan yang optimal bahaya perubahan iklim, penelitian ini harus terus dilanjutkan.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua tercinta, Harim Paputungan dan Ibu Roslini Dilapanga, yang telah mendukung dan mendoakan penulis hingga saat ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada saudara perempuan dan laki-laki penulis, Nun Hasri Paputungan, Ramlan Paputungan dan Sukarno Mokodongan yang telah memberi semangat untuk menyelesaikan studi ini. Ucapan terimakasih pula kepada Kinanti Ajima, yang telah memberi suport kepada penulis. Banyak terima kasih kepada semua orang yang telah membantu penelitian ini dan penyusunan tesis ini dengan doa, bimbingan, arahan, dan dukungan.

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd., Ketua Prodi, Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si. dan Bapak/Ibu Dosen S2 Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan staf Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah membantu, membimbing, dan memfasilitasi studi program Magister.
2. Penulis telah diberikan bimbingan, bantuan, dan dukungan oleh pembimbing, Dr. Ir. Rijal M. Idrus, M.Sc., dan Prof. Dr. Mahatma Lanuru., M.Sc., dan Prof. Dr. Didi Rukmana., MS., dan Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Sc., sebagai dosen penguji.
3. Bapak Erniss Tungkgagi, Bapak Iswadi Mokodompit, Bapak Supriyadi Aguntu, Bapak Umin Damogalad, selaku pimpinan dinas terkait Kabupaten Bolaang Mongondow, dan seluruh masyarakat, baik pemerintah desa, nelayan dan pengusaha, yang telah mengizinkan, memfasilitasi, dan membimbing pelaksanaan penelitian di pesisir Bolaang Mongondow.
4. Kakak-kakak dan teman seperjuangan PLH 2022 yang luar biasa selama perkuliahan hingga saat ini.
5. Yasin Septian., ST., Fajri K. Mamonto, ST., anggota pengkajian peta penelitian, telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penelitian ini
6. Angga Riski, MH., Andri Simbala, SH., Dandi Gonibala, S.Sos., Amat Larita, S.Pd., Ayi Mareks, S.Pd., anggota tim lapangan penelitian, telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penelitian ini.
6. Semua orang yang berkontribusi pada kelancaran penelitian, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>PENGAJUAN TESIS.....</b>  | <b>ii</b>   |
| <b>PERSETUJUAN TESIS.....</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....</b>                                  | <b>iv</b>   |
| <b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>                                       | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>   | <b>x</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>  | <b>xi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>xii</b>  |
| <br>   |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang Kajian.....   | 1           |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....   | 3           |
| 1.3 Rumusan Masalah .....  | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....  | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....   | 4           |
| 1.6 Ruang Lingkup.....   | 4           |
| 1.7 Kerangka Pemikiran.....  | 5           |
| <br>   |             |
| <b>BAB II METODE PENELITIAN .....</b>                                  | <b>6</b>    |
| 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....                                  | 6           |
| 2.3 Alat dan Bahan .....   | 7           |
| 2.4 Jenis dan Sumber Data .....  | 7           |
| 2.5 Prosedur Pengumpulan Data .....                                    | 8           |
| 2.5.1 Teknik pengumpulan data kerentanan pesisir .....                 | 8           |
| 2.5.2 Teknik pengumpulan data dampak dan adaptasi pesisir .....        | 11          |
| 2.6 Prosedur Analisis Data .....                                       | 11          |
| 2.6.1 Teknik analisis data kerentanan pesisir .....                    | 11          |
| 2.6.2 Teknik analisis data dampak dan adaptasi .....                   | 13          |
| <br>   |             |
| <b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                              | <b>14</b>   |
| 3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....                              | 14          |
| 3.2 Hasil Analisis Penelitian.....                                     | 16          |
| 3.2.1 Analisis Kerentanan Wilayah Pesisir Kab. Bolaang Mongondow ..... | 16          |
| 3.2.2 Analisis Dampak dan Adaptasi Perubahan Iklim Pesisir .....       | 18          |
| 3.3 Pembahasan.....  | 22          |
| 3.3.1 Indeks Kerentanan Pesisir Bolaang Mongondow .....                | 22          |
| 3.3.2 Dampak Perubahan Iklim Pesisir .....                             | 27          |
| 3.3.3 Adaptasi Prubahan Iklim Pesisir.....                             | 32          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB IV_KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>36</b> |
| 4.1. Kesimpulan .....                    | 36        |
| 4.2. Saran.....                          | 36        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              | <b>37</b> |

**DAFTAR TABEL****Tabel**

|  |    |
|--|----|
| 1. Alat dan Bahan serta Kegunaannya .....                                | 7  |
| 2. Jenis dan Sumber Data .....   | 7  |
| 3. Penentuan Skor untuk Analisis Coastal Vulnerability Index (CVI) ..... | 12 |
| 4. Kategori Kelas Coastal Vulnerability Index (CVI).....                 | 12 |
| 5. Data Iklim Curah Hujan Kab. Bolaang Mongondow .....                   | 15 |
| 6. Data Iklim Temperature,Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin .....     | 15 |
| 7. Hasil Scoring Variable CVI .....                                      | 16 |
| 8. Karakteristik Pesisir dan Nilai Rill Variabel CVI .....               | 17 |
| 9. Komposisi Vegetasi Mangrove.....                                      | 19 |



**DAFTAR GAMBAR****Gambar**

|  |    |
|--|----|
| 1. Studi CCVIA dan Persebarannya di Indonesia .....                      | 2  |
| 2. Kerangka Berpikir Penelitian.....                                     | 5  |
| 3. Peta lokasi penelitian .....  | 6  |
| 4. Teknik Analisis Dampak dan Adaptasi .....                             | 13 |
| 5. Tutupan Lahan Vegetasi Mangrove .....                                 | 19 |
| 6. Karakteristik Umur Informan .....                                     | 20 |
| 7. Karakteristik Pekerjaan Informan.....                                 | 20 |
| 8. Karakteristik Pendidikan Informan .....                               | 21 |
| 9. Data Produksi Perikanan Tangkap.....                                  | 21 |
| 10. Daratan Aluvial di peisir Kab. Bolaang Mongondow .....               | 24 |
| 11. Abrasi Pantai Pesisir Kab. Bolaang Mongondow .....                   | 24 |
| 12. Dataran Tinggi Pesisir Kac. Poigar & Sangtombolang .....             | 25 |
| 13. Kenaikan Rata-rata Muka Air Laut di Perairan Indonesia & Global..... | 26 |
| 14. Kenaikan Muka Air Laut Rata-rata Pesisir Bolaang Mongondow .....     | 26 |
| 15. Kawasan Konservasi Mangrove & Kegiatan Alih Fungsi Lahan .....       | 28 |
| 16. Kerusakan Fasilitas Pariwisata Akibat Dampak Perubahan Iklim .....   | 30 |
| 17. Aktivitas Bongkar Muat Ikan Hasil Tangkapan .....                    | 31 |
| 18. Tanggul Penahan Ombak Desa Sauk.....                                 | 34 |
| 19. Tanggul Penahan Ombak Desa Lolak .....                               | 34 |

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran


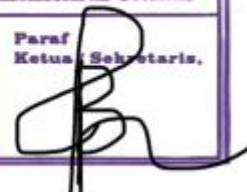
|   |    |
|---|----|
| 1. Peta Kerentanan Geomorfologi .....                   | 42 |
| 2. Peta Kerentanan Garis Pantai .....                   | 43 |
| 3. Peta Kerentanan Elevasi .....                        | 44 |
| 4. Peta Kerentanan Kemiringan Pantai.....               | 45 |
| 5. Peta Kerentanan Kenaikan Muka Air Laut .....         | 46 |
| 6. Peta Kerentanan Pasang Surut Air Laut .....          | 47 |
| 7. Peta Kerentanan Tinggi Gelombang Signifikan .....    | 48 |
| 8. Peta Coastal Vulnerability Index .....               | 49 |
| 9. Data Produksi Perikanan Tangkap.....                 | 50 |
| 10. Data Rata-rata Kenaikan Muka Air Laut .....         | 50 |
| 11. Data Nilai Tunggang Pasang Surut (Tidal Renge)..... | 51 |
| 12. Data Tinggi Gelombang Signifikan.....               | 51 |
| 13. Dokumentasi Kegiatan Wawancara .....                | 52 |

## ABSTRAK

**HARDIANTO PAPUTUNGAN. Analisis Kerentanan, Dampak dan Adaptasi Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara** (dibimbing oleh Rijal idrus dan Mahatma Lanuru).

Perubahan iklim merupakan masalah lingkungan global yang memiliki efek signifikan terhadap wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk analisis kerentanan, dampak dan adaptasi perubahan iklim di sepanjang pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow. Metode umum penelitian menggunakan *Mixed Method Research* dengan pendekatan *Eksplanatoris Sekuensial*. Strategi pengumpulan data kerentanan dilakukan dengan interpretasi data satelit yang disajikan secara spasial, kemudian dianalisis lewat *Coastal Vulnerability Index (CVI)*. Sedangkan data dampak dan adaptasi perubahan iklim dikumpulkan melalui kegiatan observasi, wawancara dan dokumentasi, selanjutnya dianalisis dengan cara pereduksian informasi, penyajian serta penarikan kesimpulan. Seluruh rangkaian penelitian dilakukan secara bertahap dari prosedur kuantitatif ke kualitatif sebagai syarat korelasi metode. Hasil kajian menemukan kondisi kerentanan pesisir Bolaang Mongondow secara umum tidak cukup berisiko terhadap dampak perubahan iklim, tetapi masih memiliki ancaman serius dari beberapa aspek fisik. Nilai CVI setiap titik pengamatan menunjukkan Kecamatan Poigar sebesar 5,86, Bolaang Timur dan Bolaang berturut-turut 13,1, Kecamatan Lolak 14,6; dan Sangtombolang dengan nilai 6,55. Indikator kerentanan yang cukup tinggi ditemukan pada variable geomofologi, perubahan garis pantai, elevasi, dan tinggi gelombang signifikan, bobot sedang pada pasang surut serta bobot tidak rentan pada kemiringan pantai, kenaikan muka air laut dan elevasi. Fenomena dampak perubahan iklim pada aspek biofisik dan sosial-ekonomi nelayan tidak begitu berarti. Hutan mangrove tidak banyak berubah baik luas dan strukturnya, sementara aktifitas nelayan cenderung normal pada batasan-batasan tertentu. Keadaan sebaliknya terjadi pada sektor pariwisata yang mengalami banyak kerusakan fasilitas rekreasi. Upaya adaptasi telah dilakukan oleh masyarakat pesisir baik individu maupun kolektif. Kemampuan antisipatif dan reaktif dengan kapasitas merespon secara otonom maupun terencana terlihat dari inisiatif perorangan yang menggerakkan kelompok dan mendapat dukungan dari pemangku kepentingan. Studi ini secara keseluruhan memberikan gambaran komprehensif mengenai kerentanan fisik, dampak dan adaptasi perubahan iklim dan dapat menjadi dasar dalam perencanaan mitigasi serta pembangunan wilayah pesisir Bolaang Mongondow secara tepat sasaran.

**Kata Kunci:** Kerentanan, Dampak, Adaptasi, Perubahan Iklim, Pesisir, Kabupaten Bolaang Mongondow.

|   |  |
|---|--|
|  <b>GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM)<br/>SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS</b> |  |
| Abstrak ini telah dipertkua.  | Paraf<br>Ketua Sekretaris.   |
| Tanggal : _____   |  |

## ABSTRACT

HARDIANTO PAPUTUNGAN. **Vulnerability Analysis of Climate Change Impacts and Adaptation in the Coastal Area of Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi** (supervised by Rijal Idrus and Mahatma Lanuru).

Climate change is a global environmental issue that has significant effects on coastal areas. This research aims to analyze the vulnerability, impact and adaptation of climate change along the coast of Bolaang Mongondow Regency. The general method of research utilizes *Mixed Method Research* with a *Sequential Explanatory* approach. The vulnerability data collection strategy was carried out by interpreting satellite data presented spatially, then analyzed through the *Coastal Vulnerability Index (CVI)*. Meanwhile, data on climate change impacts and adaptation were collected through observation, interviews and documentation, then analyzed by reducing information, presenting and drawing conclusions. The whole series of research was carried out in stages from quantitative to qualitative procedures as a condition of method correlation. The results of the study found that the condition of Bolaang Mongondow's coastal vulnerability is generally not sufficiently risky to the impacts of climate change, but still has serious threats from several physical aspects. The CVI value for each observation point shows Poigar sub-district with 5.86, East Bolaang and Bolaang sub-districts with 13.1, Lolak sub-district with 14.6, and Sangtombolang with 6.55. High indicators of vulnerability are found in geomorphological variables, changes in coastline, elevation, and significant wave height, moderate weight on tides and non-vulnerable weight on coastal slope, sea level rise and elevation. The phenomenon of climate change impacts on the biophysical and socio-economic aspects of fishermen is not significant. Mangrove forests have not changed much in terms of area and structure, while fishermen's activities tend to be normal within certain limits. The opposite situation occurs in the tourism sector which experiences a lot of damage to recreational facilities. Adaptation efforts have been made by coastal communities both individually and collectively. Anticipatory and reactive capabilities with the capacity to respond autonomously and planned can be seen from individual initiatives that mobilize groups and receive support from stakeholders. The study as a whole provides a comprehensive picture of the physical vulnerability, impacts and adaptation to climate change and can serve as a basis for mitigation planning and targeted development of Bolaang Mongondow's coastal areas.

Keywords: Vulnerability, Impact, Adaptation, Climate Change, Coastal, Bolaang Mongondow Regency.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Perubahan iklim memiliki arti berubahnya siklus iklim yang disebabkan baik secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia sehingga mengubah komposisi dari atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode waktu yang dapat diperbandingkan (BMKG, 2016; IPCC, 2007; UNFCCC, 1997). Berdasarkan definisi tersebut dapat diasumsikan bahwa apa yang dimaksud dengan perubahan iklim merupakan kondisi rata-rata cuaca suatu wilayah yang berubah signifikan menurut periode yang ditentukan sebagai sebab aktivitas manusia (antropogenik) maupun oleh factor alam.

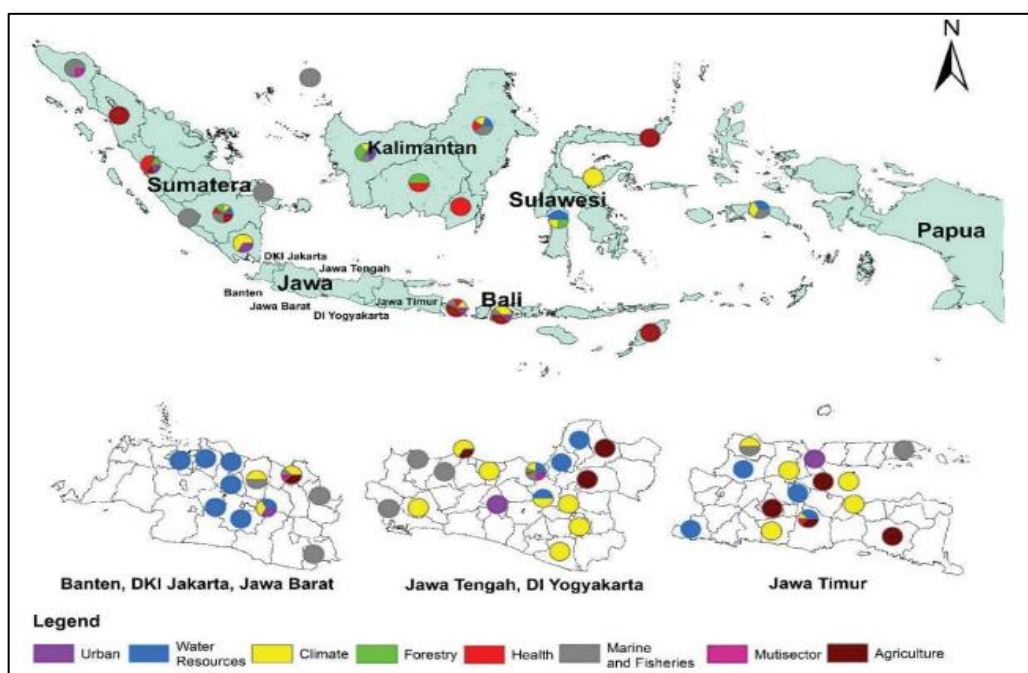
Pengamatan temperature sejak abad-19 menunjukkan adanya perubahan rata-rata suhu global yang menjadi indikator terjadinya perubahan iklim. Temperatur global diproyeksikan akan terus meningkat sekitar 1.8 hingga 6.0°C di abad sekarang (IPCC, 2009; Mackay, 2008). Penelitian dari pakar iklim menemukan fakta bahwa aktivitas manusia seperti konsumsi bahan bakar fosil, kegiatan industry dan deforestasi secara eksploitatif telah berkontribusi besar pada peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) yakni; karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan lainnya seperti methane (CH<sub>4</sub>), nitrousoxide (N<sub>2</sub>O), hydro fluorocarbons (HFCs), per fluorocarbons (PFCs), serta sulfur hexafluoride (Gerden, 2018; B. D. Solomon, 2023). Berdasarkan pengaruhnya di atmosfer, gas-gas rumah kaca tersebut memeiliki kecenderungan untuk meningkatkan suhu bumi secara kontinu.

Kenaikan suhu rata-rata global (*global warming*) telah menjadi momok munculnya masalah lingkungan lain yang tidak kalah penting. Adalah berubahnya siklus hidrologi, musim kemarau panjang, banjir, badai ekstrim akibat fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan kenaikan suhu lautan diikuti mencairnya es kutub serta peningkatan permukaan air laut (Vinet & Zhedanov, 2011; Agency, 2021). Masalah ini secara khusus memberikan alarm kerentanan dan risiko bagi negara-negara kepualaan dengan kawasan pesisir yang cukup luas seperti Indonesia, Marshal, Maladewa, Filipina dan lain sebagainya. Dalam konteks Indonesia, potensi besar terpapar dampak perubahan iklim tempat berada di wilayah pesisir. Panel antarpemerintah tentang perubahan iklim melaporkan kenaikan muka air laut rata-rata (MLR) Indonesia cukup bervariasi dari tahun 1992 hingga 2018, dan cenderung meningkat kurang lebih setinggi 4 mm/tahun. Sehingga diperkirakan kenaikan muka air laut pada tahun 2100 adalah 0,4 meter (IPCC, 2014; NOAA, 2018). Kenaikan muka air laut berpotensi memperparah abrasi pantai dan genangan/pelumpuran permanen di kawasan berpenduduk, misalnya yang terjadi di pantai Lyok Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (Potabuga et al., 2023).

Menyeret peristiwa perubahan iklim ke wilayah pesisir menghadapkan kita pada masalah yang kompleks. Komponen fisik, ekosistem dan social ekonomi adalah gambaran dari system pesisir yang saling terintegrasi dan sangat rentan terhadap perubahan iklim. Misalnya kenaikan temperature muka air laut yang memiliki implikasi negative perubahan garis pantai (abrasi dan akresi) yang secara tidak langsung juga mempengaruhi kondisi ekosistem mangrove dan terumbu karang karena erosi sedimen

(Bram, 2016). Berikut pada sisi social-ekonomi, sejumlah penelitian memiliki pandangan pesimis soal produksi dan jumlah tangkapan ikan nelayan di masa depan karena perubahan iklim. Menurut Cheung *et al.* (2010) dalam risetnya memprediksi penurunan potensi penangkapan ikan di daerah tropis sekitar 40% pada rentan waktu 2005 hingga 2055. Factor yang mempengaruhi masalah tersebut salah satunya intensitas badai dan hujan yang tinggi sehingga menyulitkan nelayan menentukan waktu melaut (Cheung *et al.* 2010,2016; Hsieh *et al.* 2008). Walaupun klaim ini sifatnya prediksi, bukan berarti kemungkinan benarnya tertutup rapat, sehingga perlu upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim sedini mungkin.

Selain itu, evaluasi terhadap berbagai studi perubahan iklim menunjukkan tingkat kerentanan, dampak dan adaptasi yang berbeda pada berbagai sektor baik di tingkat regional maupun lokasi tertentu yang spesifik . Sehingga memperbaharui data dan informasi terkait perubahan iklim merupakan faktor krusial. Menurut laporan analisis KLHK tentang perkembangan studi kerentanan, dampak dan adaptasi perubahan iklim di Indonesia periode 2010-2015, terdapat variasi publikasi artikel yang berfokus pada berbagai sektor, antara lain: sumberdaya air, pesisir, pertanian, perkotaan/pedesaan dan kehutanan. Persebarannya sebagian besar dilakukan di Pulau Jawa, diikuti Pulau Bali dan Lombok (KLHK, 2017). Berikut lokasi kajian *Climate Change Vulnerability, Impacts and Adaptation* (CCVIA) di Indonesia dengan focus sector.



**Gambar 1.** Studi CCVIA dan Persebarannya di Indonesia dengan Focus Sektor

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar wilayah Indonesia masih minim terhadap riset CCVIA, terutama di bagian timur Indonesia. Beberapa studi yang ditemukan saat ini pun masih cukup terbatas pada wilayah local. dengan kata lain, kebanyakan kajian selalu dilakukan dalam cakupan nasional. Hal ini dinilai sebagai celah yang masih perlu diisi demi optimalnya upaya mitigasi.

Kabupaten Bolaang Mongondow adalah sebuah kawasan yang berada di semenanjung utara pulau Sulawesi. Berdasarkan data geografis, wilayah cukup luas dari Kabupaten Bolaang Mongondow terletak di bibir pantai dengan *cover* lima kecamatan (Poigar, Bolaang, Bolaang Timur, Lolak, dan Sangtombolang). Panjang garis pantai sekitar 150,79 km yang berhadapan langsung dengan Laut Sulawesi (Samudra Pacific) (BPS, 2019; Mokoginta et al., 2023). Dengan kata lain, beberapa kecamatan tersebut merupakan daerah pesisir yang berpotensi terpapar dampak perubahan iklim. Menurut kajian oleh para ahli, tinggi gelombang diperairan ini telah mengalami peningkatan hingga 1 m akibat perubahan iklim dan lebih mendekati area pantai dibandingkan kondisi historisnya, sehingga perlu meningkatkan kewaspadaan [Bappenas, 2018]. Lebih jauh lagi, dalam dokumen ringkasan eksklusif kebijakan pembangunan berketahanan iklim nasional, menempatkan pesisir Bolaang Mongondow pada kategori top prioritas, atau merupakan wilayah yang memiliki potensi bahaya tinggi dengan salah satu diantara kerentanan atau risikonya yang tinggi terhadap dampak perubahan iklim [Bappenas, 2021]. Hal ini tidak lepas kaitannya dengan aktivitas pariwisata, pelabuhan dan bandara udara yang menjadi roda penggerak ekonomi daerah. Oleh sebab alasan-alasan tersebut di atas, peneliti berinisiatif melakukan penilaian dan evaluasi dalam bentuk kajian ilmiah berjudul “Analisis Kerentanan, Dampak dan Adaptasi Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara”.

Pengkajian ini sangat penting untuk dilakukan. Arti pentingnya tidak hanya pada kebutuhan akademik peneliti atau penyegaran isu perubahan iklim itu sendiri, tetapi lebih kepada kehidupan riil masyarakat yang saat ini sedang 'dikepung' oleh berbagai krisis lingkungan termasuk perubahan iklim. Setidaknya dengan adanya penilaian dan evaluasi dari penelitian ini masyarakat Pesisir Kab. Bolaang Mongondow dapat menemukan petunjuk dan informasi mengenai situasi yang sedang dihadapi.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat dilihat bahwa perubahan iklim merupakan masalah global dengan berbagai dampak pada lintas wilayah dan sektoral. Wilayah pesisir sangat rawan terhadap kenaikan permukaan air laut serta variasi dampak turunannya. Pesisir Kab. Bolaang Mongondow adalah wilayah Indonesia Timur yang rentan terhadap fenomena perubahan iklim.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Sejauh mana kerentanan wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow terkait risiko perubahan iklim?
2. Apa saja dampak perubahan iklim pada kondisi biofisik dan social ekonomi di wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow?
3. Apa saja upaya adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis tingkat kerentanan wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow terkait risiko perubahan iklim.
2. Menganalisis dampak perubahan iklim pada kondisi biofisik dan social ekonomi di wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow.
3. Menganalisis upaya adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini ditujukan pada tiga unsur prioritas, sebagai berikut:

1. Untuk peneliti Sebagai sumber data dan informasi bagi civitas akademik Pascasarjana Unhas secara umum, dan Program Studi Pengelolaan Hidup pada khususnya dalam mengkaji kerentanan, dampak dan adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir.
2. Untuk masyarakat sebagai sumber informasi dan petunjuk dalam melakukan proses adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.
3. Untuk instansi terkait sebagai sumber informasi dan data bagi instansi khususnya Dinas Kehutanan dan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bolaang Mongondow serta instansi lain yang relevan. Kemudian sebagai sumber informasi dalam mengkaji tingkat kerentanan, dampak dan mitigasi sekaligus hasil dari penelitian ini dapat dijadikan perumusan kebijakan dalam rekomendasi mitigasi perubahan iklim.

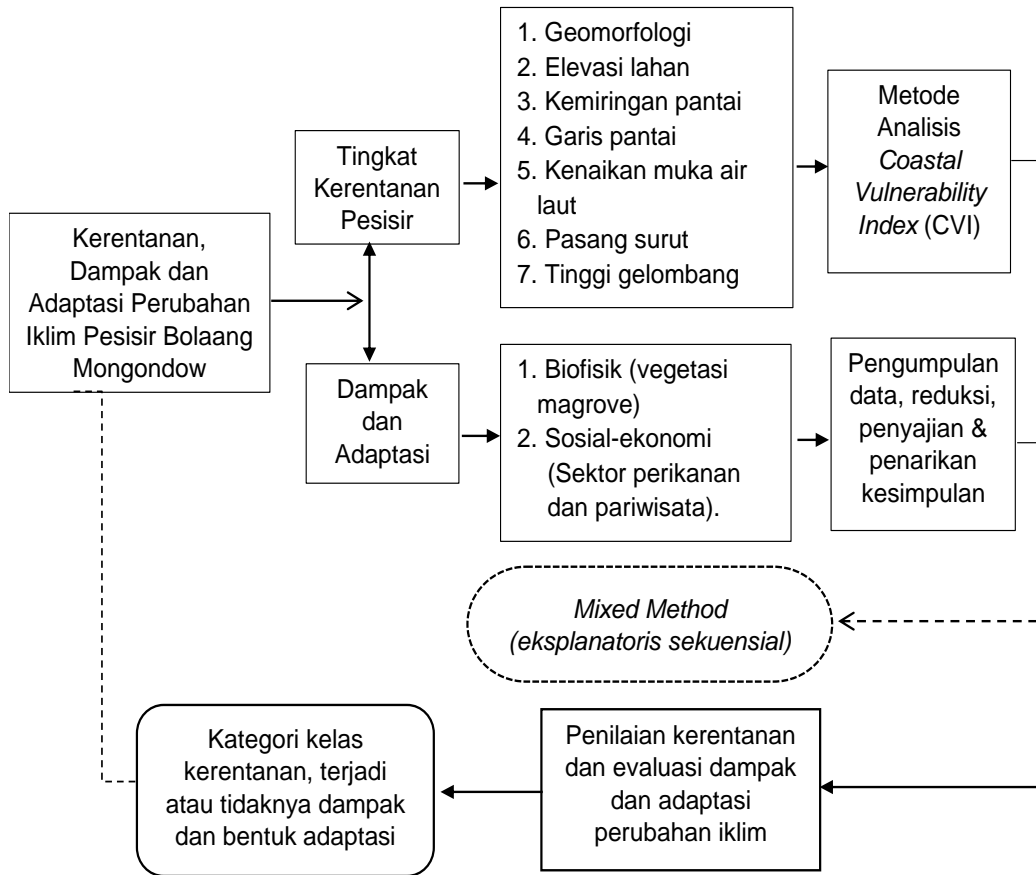
### **1.6 Ruang Lingkup**

Berikut beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Melakukan penilaian kerentanan fisik pesisir terhadap dampak perubahan iklim di sepanjang wilayah pantai Kab. Bolaang Mongondow. Kajian dilakukan dengan penerjemahan data spasial (rens 10 tahun terakhir yaitu 2014 sampai 2024).
2. Mengidentifikasi dampak perubahan iklim wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow berdasarkan aspek biofisik (vegetasi mangrove) dan sosial ekonomi (aktivitas nelayan dan pariwisata).
3. Mengidentifikasi bentuk atau upaya adaptasi perubahan iklim wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow dari aspek pengalaman dan teknis.



## 1.7 Kerangka Pemikiran

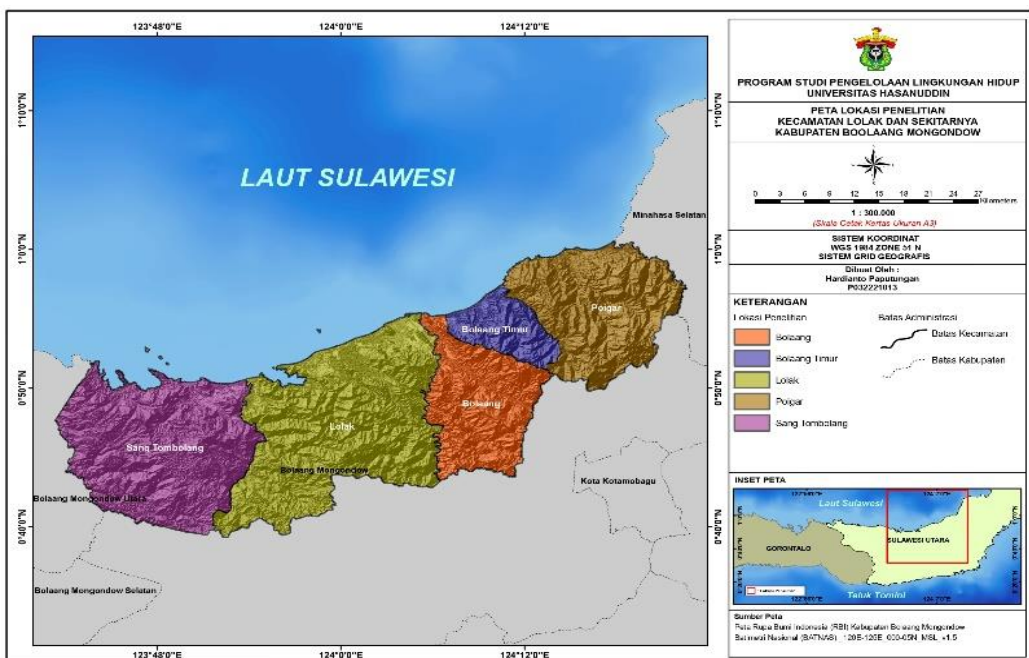


**Gambar 2.** Kerangka Berpikir Penelitian

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara. Waktu penelitian dilakukan pada Bulan Mei sampai dengan Juli 2024. Penelitian melewati beberapa tahap, diantaranya studi literatur, observasi langsung ke lokasi penelitian guna pengumpulan data lapangan, analisis data dan penyusunan naskah tesis. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara purposif yang melingkup wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Peta lokasi penelitian

### 2.2. Metode Penelitian

Pendekatan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Mixed Method Research*. Cresswell dan Clark (2007) mendefinisikan bahwa mixed method research adalah rancangan penelitian dengan asumsi filosofis yang membimbing arah dan metode pengumpulan data yang menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Sebagai metode penelitian, mixed method berfokus untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menggabungkan data kualitatif dan kuantitatif dalam satu penelitian atau rangkaian penelitian.

Pendekatan *Mixed Method Research* dalam hal ini menggunakan strategi *eksplanatoris sekuensial*. Strategi bertahap dengan mengumpulkan/menganalisis data kuantitatif kemudian diikuti oleh pengumpulan dan analisis data kualitatif untuk mengetahui dan menjelaskan tujuan penelitian. Terkait penelitian yang dilakukan yaitu

melakukan analisis kuantitatif *Coastal Vulnerability Index* (CVI) untuk melihat indeks kerentanan pesisir dalam bentuk angka-angka (numerik), berikut analisis kualitatif dengan metode wawancara mendalam dan observasi lapangan guna menyerap informasi dan dampak perubahan iklim serta upaya adaptasi.

### 2.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengambilan data lapangan dan analisis data serta memiliki fungsi tertentu yang berkaitan dengan kebutuhan penelitian. Alat dan bahan yang digunakan serta kegunaannya dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

**Table 1.** Alat dan Bahan serta Kegunaannya

| No | Alat dan Bahan   | Kegunaan                                    |
|----|--|---|
| 1. | GPS ( <i>Global Positioning System</i> )               | Tracing stasiun penelitian                  |
| 2. | Alat tulis   | Mencatat hasil pengamatan                   |
| 3. | <i>Software</i> ArcGIS 10.5 dan <i>Microsoft Excel</i> | Pengolahan data spasial                     |
| 4. | Kamera Digital atau Handphone                          | Dokumentasi penelitian                      |
| 5. | Panduan wawancara                                      | Menggali informasi                          |
| 6. | Literatur lainnya yang relevan                         | Sebagian data sekunder mendukung penelitian |

### 2.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan kondisi lingkungan fisik dan biofisik, data citra satelit dan data aktivitas masyarakat terkait perubahan iklim di wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow. Daftar jenis data yang digunakan berserta sumbernya sebagai berikut:

**Table 2.** Jenis dan Sumber Data

| No | Komponen Data                                | Jenis Data          | Teknik Pengumpulan Data/Sumber   |
|----|--|---------------------|--|
| 1. | <b>Kerentanan</b>                            |                     |  |
|    | Geomorfologi pantai                          | Primer dan Sekunder | Observasi lapangan dan data Citra satelit landsat-8 tahun 2024   |
|    | Elevasi (ketinggian lahan)                   | Sekunder            | Data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)   |
|    | Kemiringa pantai                             | Sekunder            | Data Batrimetri Nasional (BATNAS)  |
|    | Perubahan Garis Pantai                       | Sekunder            | Data Citra landsat-8   |
|    | Pasang surut air laut ( <i>Tidal Range</i> ) | Sekunder            | Hasil analisis ulang global ERA5 dan 4 Model Iklim Global (GCM) dari kumpulan data proyeksi iklim global Coupled Model |

|           |  |                     |   |
|-----------|--|---------------------|---|
|           |  |                     | Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) resolusi tinggi dari ensembel multi-model High Resolution Model Intercomparison Project (HighResMIP), dari laman Copernicus.                    |
|           | Data gelombang signifikan                          | Sekunder            | Laman Copernicus, analisis ulang atmosfer global ERA5 lengkap dalam rentang waktu yang disesuaikan.   |
|           | Kenaikan muka air laut                             | Sekunder            | Data pantauan citra satelit altimetry multimisi Data Unification and Altimeter Combination System (DUACS) dengan periode disesuaikan, diperoleh dari laman Marine Copernicus dan Aviso+ |
| <b>2.</b> | <b>Dampak</b>                                      |                     |   |
|           | Biofisik (Vegetasi Mangrove)                       | Primer dan sekunder | Observasi lapangan, dokumentasi dan wawancara   |
|           | Sosial-ekonomi (aktivitas nelayan dan pariwisata ) | Primer dan sekunder | Observasi lapangan, wawancara mendalam dan dokumentasi  |
| <b>3.</b> | <b>Adaptasi</b>                                    |                     |   |
|           | Upaya adaptasi                                     | Primer dan sekunder | Observasi lapangan, wawancara mendalam dan dokumentasi  |

## 2.5 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan menggunakan survei eksploratif untuk memperoleh data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari lokasi penelitian berupa kondisi fisik, biofisik mangrove serta informasi dan kegiatan masyarakat. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen instansi terkait dan data penelitian relevan yang berasal dari media cetak maupun elektronik. Adapun prosedur dan teknik pengambilan data sebagai berikut:

### 2.5.1 Teknik pengumpulan data kerentanan pesisir

#### 1). Geomorfologi

Geomorfologi diperoleh melalui bentuk lahan dari interpretasi data citra dan pengamatan langsung lapangan sebagai validasi. Proses awal ialah mengunjungi situs web <https://earthexplorer.usgs.gov/> , dan memilih lokasi sesuai studi untuk diunduh. Kemudian melakukan pra-pemrosesan data menggunakan perangkat lunak *Normalized*

*Difference Vegetation Index* (NDVI). dengan tahapan kalibrasi radiometric, koreksi atmosferik dan koreksi geometric. Masing-masing pemrosesan tersebut bertujuan untuk, *pertama*, memperbaiki nilai-nilai piksel untuk reflektansi permukaan. *Kedua*, menghilangkan pengaruh atmosfer seperti awan dan partikel debu hasil perekaman citra. *Ketiga*, menyesuaikan perekaman citra dengan koordinat peta yang sesuai dengan posisi di lapangan. Kemudian melakukan klasifikasi terawasi untuk mengidentifikasi berbagai fitur geomorfologi dilanjutkan dengan identifikasi bentuk lahan, misalnya sungai, sawah dan bukit dengan melihat pola dan warna pada citra. Selanjutnya mengekstraksi fitur geomorfologi supaya terpisah dengan vegetasi menggunakan algoritma NDVI. Disini data *Digital Elevation Model* (DEM) dengan Citra Landsat-8 dilakukan kombinasi untuk mendapatkan gambaran rinci topografi dan bentuk lahan. Terakhir melakukan tinjauan langsung lapangan untuk validasi tingkat akurasi.

## 2). Elevasi

Elevasi pesisir diperoleh dari *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS) dan dikombinasikan dengan topografi peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:300.000 yang diunduh lewat laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>. setelah sebelumnya melakukan registrasi. Data *Digital Elevation Model* (DEM) diunduh harus melingkup keseluruhan lokasi studi. Selanjutnya Impor data DEMNAS dan Peta RBI ke dalam proyek ArcGIS. Lakukan overlay data topografi peta RBI di atas data DEMNAS untuk mengetahui informasi detail lokasi. Setelah itu, gunakan alat raster reclassify untuk klasifikasi nilai elevasi sesuai kelas yang ditentukan. Konversi raster ke polygon dan buat warna ketinggian lalu identifikasi ketinggian daratan.

## 3). Kemiringan Pantai

Penilaian kemiringan pantai memanfaatkan data Batimetri Nasional (BATNAS) yang diunduh lewat laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>. Batimetri merupakan elevasi bawah permukaan. Data diunduh sesuai cakupan wilayah studi dengan dalam format GeoTIFF. Proses analisis menggunakan teknik buffer zone pada software ArcGis ke arah laut sejauh 2 km dengan baseline garis pantai 2022 yang telah didigitasi sebelumnya dari citra landsat-8. Buffer ini digunakan untuk mengevaluasi kemiringan pantai dari garis pantai. langkah berikutnya adalah mengekstraksi data batimetri yang berada dalam buffer zone tersebut. Gunakan alat Clip pada toolbox Data Management Tools untuk memotong data batimetri sesuai dengan buffer zone yang telah dibuat. Pilih layer batimetri sebagai input raster dan buffer zone sebagai mask untuk clip. Kemudian gunakan alat Slope yang terdapat dalam toolbox Spatial Analyst Tools untuk menghitung kemiringan. Pilih raster hasil clip sebagai input raster. Selanjutnya gunakan alat Zonal Statistics untuk menghitung statistik kemiringan dalam setiap buffer zone. Pilih buffer zone sebagai input zone data dan kemiringan raster sebagai input value raster. Hasil kemiringan pantai divisualisasikan dengan peta yang menunjukkan buffer zone dan distribusi kemiringan.

## 4). Garis Pantai

Perubahan garis pantai diperoleh dari data citra landsat-8 tahun 2014 dan 2024 yang sudah melewati proses koreksi dan klasifikasi sama seperti sebelumnya. Data citra kemudian digunakan sebagai imput untuk menentukan garis pantai dengan melakukan digitasi pada setiap citra. Hasil digitasi akan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Langkah awal DSAS dengan menentukan baseline yang mengacu pada garis pantai tahun 2014. Selanjutnya membuat transek

dengan panjang yang sama atau lebih untuk melingkup keseluruhan garis pantai, sekaligus mengatur jarak transek sekitar 20 m dari baseline. Tambahkan baseline panjang garis pantai tahun 2024, kemudian jalankan metode perhitungan statistic *End Point Rate* (EPR) untuk analisis laju perubahan garis pantai yang dihitung berdasarkan dua titik waktu (awal dan akhir). Hasil statistik akan disimpan dalam tabel atribut transek, yang selanjutnya divisualisasi pada ArcGis untuk menampilkan perubahan garis pantai dalam bentuk peta.

#### 5). Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut didapat melalui data pantauan citra satelit altimetry multimisi DUACS periode waktu 2015 hingga 2024 lewat laman <https://doi.org/10.48670/moi-00149> dan [10.24381/cds.4c328c78](https://doi.org/10.24381/cds.4c328c78). Kombinasi data dilakukan untuk cakupan temporal. Pusat data asal didistribusikan oleh Aviso+ tanpa perubahan dalam konten ilmiah. Laman tersebut menyediakan data permukaan laur secara global, sehingga dataset dalam format NetCDF harus diunduh terlebih dahulu, dengan pemilihan variable ketinggian muka air laut di atas permukaan air laut. Langkah selanjutnya pemrosesan data lewat software ArcGis dilakukan hal yang sama dengan sebelumnya atau prosedur interpretasi data tinggi gelombang signifikan.

#### 6). Pasang Surut

Pasang surut air laut diperoleh dari laman [10.24381/cds.6edf04e0](https://doi.org/10.24381/cds.6edf04e0). Setelah sebelumnya melakukan registrasi dan melakukan pencarian dengan kata kunci 'tidal range'. Selanjutnya pilih menu unduh data dan lakukan pengisian filter item sesuai kebutuhan data. Pilih kedua variabel indicator lever air dan lonjakan. Indikator pasang surut adalah tidal range dengan variable turunan nilai mutlak. Tipe produk merupakan analisis ulang ERA5 dan statistic sepuluh tahun. Kepercayaan interval adalah paling cocok dan interval keyakinan batas tinggi. Kemudian ketentuan eksperimen dengan memilih historis dan future. Periode waktu yang dipilih adalah tahun 2015-2024. Selanjutnya mengunduh dataset dalam format GeoTIFF. Data kemudian diraster dan dipotong sesuai batas wilayah lokasi studi yang sudah dikoreksi sebelumnya dengan konfigurasi extract by mask pada software ArcGis. Terakhir lakukan analisis statistic zonal untuk mengetahui perbandingan data dalam beberapa periode yang ditentukan.

#### 7). Gelombang

Data tinggi gelombang diperoleh dari laman [10.24381/cds.adbb2d47](https://doi.org/10.24381/cds.adbb2d47), yang merupakan hasil *reanalysis* ERA5 dengan rentang waktu dipilih tahun 2014 sampai 2024. Proses sama seperti sebelumnya dengan hanya mengganti kata kunci menjadi "tinggi gelombang signifikan". Tipe produk yang dipilih adalah analisis ulang dengan variable tinggi gabungan gelombang angin dan gelombang besar signifikan. Selanjutnya melakukan pemilihan tahun, bulan, hari dan jam sesuai kebutuhan penelitian kali ini. Tahap lebih lanjut menjadi lebih mudah dengan bisa langsung memasukkan koordinat sesuai lokasi penelitian pada halaman web. Kemudian mengunduh data set dengan format NetCDF. Analisis dilanjutkan pada software ArcGis dengan mengimput data NetCDF. Pilih data variable gelombang signifikan dan sesuaikan dimensi seperti waktu, latitude dan longitude, lanjut dengan menambahkan layer ke peta sehingga membentuk raster. Kemudian tampilkan data sebagai feature layer. Ubah simbolisasi untuk menampilkan data dengan cara yang informatif dengan gradasi warna. Selanjutnya setel interval waktu untuk melihat perubahan data gelombang signifikan dari waktu ke waktu.

### 2.5.2 Teknik pengumpulan data dampak dan adaptasi pesisir

Pengumpulan data dampak dan adaptasi perubahan iklim dilakukan dengan kombinasi teknik wawancara mendalam, observasi dan dokumentasi. Pengumpulan data didasarkan pada aspek social ekonomi (aktivitas nelayan dan pariwisata) dan komponen biofisik (vegetasi mangrove).

#### 1). Wawancara

Teknik wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah semiterstruktur (*semistructure interview*), dimana wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara bebas namun masih tetap berada pada pedoman wawancara yang sudah dibuat sebelumnya. Penentuan pemilihan informan dilakukan secara purposiv dan selanjutnya dilakukan langkah *snowball*. Informan yang diperlukan dalam hal ini adalah kalangan nelayan, pengumpul, pengusaha perikanan dan pelaku usaha mikro kecil menengah (UMKM), kemudian sejumlah Instansi/Dinas pemerintah Kab. Bolaang Mongondow yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini.

#### 2). Observasi

Kegiatan observasi yang dilakukan adalah pengamatan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya terkait dampak dan adaptasi perubahan iklim. Dalam hal ini peneliti mendengar dan melihat langsung perihal yang menjadi objek penelitian.

#### 3). Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dokumentasi merupakan bagian yang melekat dari dua proses di atas. Dokumentasi dilakukan untuk memuat data-data penelitian sebagai upaya menafsir dan membuktikan segala hal penting menyangkut penelitian.

## 2.6 Prosedur Analisis Data

Setelah semua data terpenuhi sesuai dengan prosedur pengumpulan data masing-masing variable, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data guna menjawab rumusan penelitian. Analisa data kerentanan pesisir menggunakan pendekatan kuantitatif, sementara data dampak dan adaptasi dianalisa melalui pendekatan kualitatif.

### 2.6.1 Teknik analisis data kerentanan pesisir

Teknik analisis menggunakan rumus Indeks Kerentanan Pesisir (*Coastal Vulnerability Index*) (Gornitz et al., 1994). CVI dihitung sebagai akar kuadrat dari variabel yang dipangkatkan dibagi dengan jumlah total variabel. Nilai indeks menunjukkan respon pesisir terhadap jumlah variabel tersebut. Persamaannya sebagai berikut:

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e \times f \times g}{7}} \quad (1).$$

Dimana: Coastal Vulnerability Index (CVI) adalah  $a = \text{geomorfologi}$ ,  $b = \text{laju perubahan garis pantai (m/tahun)}$ ,  $c = \text{elevasi lahan (m)}$ ,  $d = \text{kemiringan pantai (\%)}$ ,  $e = \text{laju kenaikan muka air laut (mm/tahun)}$ ,  $f = \text{tanggung pasut rata-rata (m)}$ ,  $g = \text{tinggi gelombang (m)}$

Sebelum masuk pada analisis CVI, nilai rill setiap variable diklasifikasi pada skala scoring kerentanan diberi bobot skor sesuai ketentuan yang dirumuskan oleh Gornitz *et al*, (1997) dan Pendleton *et al*, (2005), pada table 3 berikut:

**Table 3.** Penentuan Skor untuk Analisis Coastal Vulnerability Index (CVI)

| No | Variabel                       | Tidak Rentan (1) | Kurang Rentan (2)                  | Sedang (3)                        | Rentan (4)                                | Sangat Rentan (5)   |
|----|--------------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1. | Geomorfologi                   | Bertebing tinggi | Bertebing sedang & pantai berlekuk | Bertebing rendah, daratan aluvial | Bangunan pantai, pantai, estuari & laguna | Penghalang pantai, pantai berpasir, berlumpu, mangrove & delta. |
| 2. | Perubahan garis pantai (m/thn) | >2,0 (Akresi)    | 1,0-2,0 (Akresi)                   | +1,0 sampai -1,0 (Stabil)         | -1,1 sampai -2,0 (Abrasi)                 | ≤-2,0 (Abrasi)  |
| 3. | Elevasi (m)                    | >30              | 20,1-30                            | 10,1-20                           | 5,1-10                                    | 0-0,5   |
| 4. | Kemiringan pantai (%)          | >2               | 1,3-1,9                            | 0,9-1,3                           | 0,6-0,9                                   | < 0,6   |
| 5. | Kenaikan muka laut (mm/thn)    | < 1,8            | 1,8-2,5                            | 2,5-3,0                           | 3,0-3,4                                   | > 3,4   |
| 6. | Pasang surut rata-rata (m)     | <1,0             | 1,0-2,0                            | 2,0-4,0                           | 4,0-6,0                                   | >6,0  |
| 7. | Tinggi Gelombang (m)           | <0,55            | 0,55-0,85                          | 0,85-1,05                         | 1,05-1,25                                 | >1,25   |

Sumber: Gornitz *et al*, (1997) dan Pendleton *et al*, (2005)

Selanjutnya dari hasil penentuan skor variable akan dilihat bagian masing-masing sell berdasarkan indeks kerentanan pesisir Kab. Bolaang Mongondow, dengan mengacu pada rumusan Hammar-Klose *et al*, (2003) dan Suhana *et al*, (2020), sebagai berikut:

**Table 4.** Kategori Kelas Coastal Vulnerability Index (CVI)

| Nilai CVI      | Kategori Kerentanan |
|----------------|---------------------|
| 0,38 – 4,28    | Tidak Rentan        |
| 4,29 – 17,68   | Kurang rentan       |
| 17,69 – 48,38  | Sedang              |
| 48,39 – 105,65 | Rentan              |
| 105,64         | Sangat Rentan       |

Sumber: Hammar-Klose *et al*, (2003) dan Suhana *et al*, (2020)



## 2.6.2 Teknik analisis data dampak dan adaptasi

Teknik analisis untuk mengetahui dampak dan adaptasi perubahan iklim wilayah pesisir Kab. Bolaang Mongondow, menggunakan metode kualitatif yang bersifat induktif. Artinya suatu analisis berdasarkan data yang diperoleh kemudian dikembangkan pola tertentu guna menemukan apa yang penting dan dipelajari untuk selanjutnya dinarasikan sebagai informasi dan menarik kesimpulan.

Sehubungan dengan itu, teknik analisis yang digunakan oleh peneliti mengacu pada Miles dan Huberman (1992), dengan bangunan konsep *interactive mode*. Teknik ini memiliki 3 (tiga) komponen analisis yakni; Reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*) dan penarikan kesimpulan serta verifikasi (*drawing and verifying conclusions*).

### 1). Reduksi data (*data reduction*)

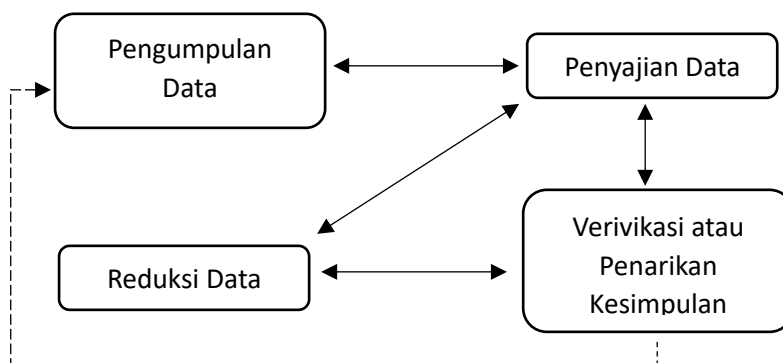
Kegiatan mereduksi data yaitu mengelompokkan data mentah dari hasil observasi, interview, dan dokumentasi kemudian diklasifikasi. Selanjutnya dibuat rangkuman agar mudah dipahami. Reduksi data ini merupakan suatu bentuk analisis yang bertujuan memilih, mempertajam, memfokuskan, menyusun data sedemikian rupa sehingga penarikan kesimpulan menjadi akurat.

### 2). Penyajian data (*data display*)

Kegiatan penyajian data adalah melakukan interpretasi informasi yang telah disampaikan oleh narasumber (informan) terkait masalah yang diteliti. hal ini bersifat naratif dengan memahami kondisi yang terjadi dan biasanya didukung dengan simulasi tabel, matriks, grafik atau bagan.

### 3). Penarikan kesimpulan dan verifikasi (*drawing and verifying conclusions*)

Kegiatan ini merupakan langkah terakhir untuk merampungkan dua analisis data sebelumnya. Konsistensi dari penarikan kesimpulan dan verifikasi berdasar pada bukti-bukti yang valid selama penelitian, sehingga dapat memberikan jawaban kredibel pada masalah penelitian.



**Gambar 4.** Teknik Analisis Dampak dan Adaptasi