PEMETAAN TINGKAT KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI KECAMATAN GENDING, KABUPATEN PROBOLINGGO

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh :

SILVY ANA DWI FALLAHIYAH
NIM : H74217059

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Silvy Ana Dwi Fallahiyah
NIM	: H74217059
Program Studi	: Ilmu Kelautan
Angkatan	: 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PEMETAAN TINGKAT KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI KECAMATAN GENDING, KABUPATEN PROBOLINGGO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2021
Yang menyatakan,

(Silvy Ana Dwi Fallahiyah)
NIM. H7427059

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : SILVY ANA DWI FALLAHIYAH

NIM : H74217059

JUDUL : PEMETAAN TINGKAT KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI KECAMATAN GENDING, KABUPATEN PROBOLINGGO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk disajikan.

Surabaya, 05 Agustus 2021

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Asri Sawiji, M.T	Noverma, M.Eng
NIP. 19876262014032003	NIP. 198111182014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Silvy Ana Dwi Fallahiyah ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 11 Agustus 2021

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
Asri Sawiji, M.T	Noverma, M.Eng
NIP. 19876262014032003	NIP. 198111182014032002

Penguji III	Penguji IV
Fajar Setiawan, M.T	Abdul Halim, M.H.I
NIP. 198405062014031001	NIP. 197012082006041001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

(Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag.)
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Silvy Ana Dwi Fallahiyah
NIM : H74217059
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / ILMU KELAUTAN
E-mail address : fallahiyahsilvy@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain
(……)

yang berjudul : Pemetaan Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir terhadap Perubahan Iklim di Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2021
Penulis

(Silvy Ana Dwi Fallahiyah)

ABSTRAK

PEMETAAN TINGKAT KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI KECAMATAN GENDING, KABUPATEN PROBOLINGGO

Padatnya aktivitas manusia dan kegiatan industri wilayah pesisir yang terjadi di Kecamatan Gending dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan seperti perubahan iklim. Perubahan iklim yang yang terjadi terus-menerus dapat menimbulkan berbagai kondisi ataupun bencana yang apabila terjadi dapat mengakibatkan berbagai kerentanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kecamatan Gending terhadap perubahan iklim serta menganalisis parameter yang memiliki nilai bobot tertinggi dan terendah dalam penilaian indeks CVI. Kajian kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dilakukan dengan menggunakan metode CVI dari Gornitz (1991) yang telah dimodifikasi. CVI (*Coastal Vulnerability Index*) merupakan metode pembobotan relatif berbasis skala indeks dari parameter fisik. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi parameter pasang surut, tinggi gelombang, kemiringan pantai, perubahan garis pantai, kenaikan muka air laut, ketinggian permukaan tanah dan geomorfologi (tutupan lahan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman memiliki tingkat kerentanan yang sedang dengan nilai CVI berturut-turut yaitu 18,51, 20,70, 20,70, 20,70 dan 21,38. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa parameter dengan bobot tertinggi yaitu kenaikan muka air laut, sedangkan parameter dengan bobot terendah adalah tinggi gelombang.

Kata Kunci : CVI, Kerentanan Pesisir, Perubahan Iklim

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

MAPPING THE VULNERABILITY OF COASTAL AREAS TO CLIMATE CHANGE IN GENDING DISTRICT, PROBOLINGGO REGENCY

The density of human activities and industrial activities in coastal areas that occur in Gending District can cause various environmental problems such as climate change. Climate change that occurs continuously can lead to various conditions or disasters which if it occurs can lead to various vulnerabilities. This study aims to assess the level of vulnerability in the coastal area of Gending District to climate change and analyze the parameters that have the highest and lowest weight values in the CVI index assessment. The vulnerability study of the coastal area of Gending District was carried out using the modified CVI method from Gornitz (1991). CVI (Coastal Vulnerability Index) is a relative weighting method based on an index scale of physical parameters. The parameters used in this study include tidal range, significant wave height, beach slope, shoreline changes, sea-level rise, land surface elevation, and geomorphology (land cover). The results showed that Curahsawo Village, Pajurangan Village, Gending Village, Coastal Village, and Klaseman Village had a moderate level of vulnerability with CVI values respectively 18.51, 20.70, 20.70, 20.70, and 21.38. Based on the analysis results show that the parameter with the highest weight is sea-level rise, while the lowest weight parameter is wave height.

Keywords: Climate Change, Coastal Vulnerability, CVI

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iv
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Manfaat Penelitian 3
1.5. Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Karakteristik Wilayah Pesisir 5
2.2. Bencana 8
2.3. Perubahan Iklim 10
2.4. Kerentanan Wilayah Pesisir 13
2.5. Penentuan Tingkat Kerentanan dengan Metode CVI 13
2.6. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam Penelitian Kerentanan .. 20
2.7. Integrasi Keislaman 21
2.8. Penelitian Terdahulu 23
BAB III METODE PENELITIAN 29
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian 29
3.2. Alat dan Bahan 30
3.3. Tahapan Penelitian 31
3.3.1. Studi Pendahuluan 33
3.3.2. Pengambilan Data 33

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.3. Pengolahan Data 34
3.3.4. Analisis Data 49
3.3.5. Validasi Data 51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 52
4.1. Kondisi Wilayah Pesisir Kecamatan Gending Akibat Perubahan Iklim ... 52
4.1.1. Pola Curah Hujan 52
4.1.2. Tren Suhu Udara 53
4.1.3. Tren Suhu Permukaan Air Laut 55
4.1.4. Data Kejadian Bencana di Kecamatan Gending 56
4.2. Parameter Kerentanan Pesisir 58
4.2.1. Tunggang Pasang Surut Rata-Rata 58
4.2.2. Tinggi Gelombang Signifikan 62
4.2.3. Kemiringan Pantai 65
4.2.4. Perubahan Garis Pantai 69
4.2.5. Kenaikan Muka Air Laut 75
4.2.6. Geomorfologi 78
4.2.7. Ketinggian Permukaan Tanah 88
4.3. Kerentanan Pesisir di Kecamatan Gending 91
BAB V PENUTUP 96
5.1. Kesimpulan 96
5.2. Saran 96
DAFTAR PUSTAKA 97

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstantan Harmonik Pasang Surut 15
Tabel 2.2 Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Formzahl 16
Tabel 2.3 Klasifikasi Lereng 18
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu 23
Tabel 3.1 Alat untuk mengolah data 30
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian 30
Tabel 3.3 Ketentuan Pembobotan masing-masing variabel CVI 49
Tabel 3.4 Klasifikasi Kategori Kerentanan 51
Tabel 4.1 Data Kejadian Bencana di Wilayah Pesisir Kecamatan Gending 56
Tabel 4.2 Konstanta Harmonik Pasang surut 58
Tabel 4.3 Nilai Penting Pasang Surut 60
Tabel 4.4 Nilai Tinggi Gelombang Rata-rata 62
Tabel 4.5 Nilai Kemiringan Pantai Rata-Rata 65
Tabel 4.6 Perhitungan Laju dan Jarak Rata-Rata 69
Tabel 4.7 Nilai Akresi dan Abrasi Masing-Masing Desa 69
Tabel 4.8 Nilai Mean Sea Level (m) 75
Tabel 4.9 Nilai MSL Rata-Rata Per Tahun (m) 75
Tabel 4.10 Luas Guna Lahan Masing-masing Desa 80
Tabel 4.11 Uji Akurasi Guna Lahan 80
Tabel 4.12 Nilai Ketinggian Permukaan Tanah 88
Tabel 4.13 Nilai Indeks Kerentanan Masing-Masing Parameter 91
Tabel 4.14 Nilai CVI Pesisir Kecamatan Gending 93

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkembangan Aktivitas di Wilayah Pesisir 6
Gambar 2.2 Tipe Pasang Surut..... 15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 29
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian..... 32
Gambar 3. 3 Flowchart Pengolahan Data Pasang Surut 35
Gambar 3.4 Flowchart Pengolahan Data Tinggi Gelombang 37
Gambar 3.5 Flowchart Pengolahan Data Kemiringan Pantai 39
Gambar 3.6 *Buffer Area* yang telah diubah menjadi *point*..... 40
Gambar 3.7 Flowchart Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai 41
Gambar 3.8 Flowchart Pengolahan Data Kenaikan Muka Air Laut 44
Gambar 3.9 Flowchart Pengolahan Data Ketinggian Permukaan Tanah..... 45
Gambar 3.10 Flowchart Pengolahan Data Geomorfologi..... 47
Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan Bulanan dalam Satuan mm di wilayah pesisir Kecamatan Gending 52
Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Harian dari Tahun 2011-2021 53
Gambar 4. 3 Grafik Suhu Rata-Rata Per Tahun (2011-2020)..... 54
Gambar 4. 4 Grafik Suhu Permukaan Air Laut Rata-Rata Per Tahun (2011-2020) 55
Gambar 4.5 Grafik Saat Pasang dan Surut Tertinggi 60
Gambar 4.6 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Pasang Surut 61
Gambar 4.7 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Tinggi Gelombang..... 64
Gambar 4.8 (a) Bangunan Jembatan di Wisata Pantai Bentar (b) Hutan Mangrove di Pantai Bentar 66
Gambar 4.9 Peta Bathimetri Perairan Kecamatan Gending..... 67
Gambar 4.10 Peta Keretanan Terhadap Parameter Kemiringan Pantai 68
Gambar 4.11 (a) Wilayah Pesisir Desa Gending dan (b) Wilayah Pesisir di Desa Pesisir 70
Gambar 4.12 Peta Perubahan Garis Pantai 2011, 2016, dan 2021..... 72
Gambar 4.13 Peta Transek Abrasi Akresi Tahun 2011 hingga Tahun 2021 73
Gambar 4.14 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Perubahan Garis Pantai..... 74

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.15 Grafik Kenaikan Muka Air Laut 76
Gambar 4.16 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Kenaikan Muka Air Laut 77
Gambar 4.17 Wilayah Pesisir Kecamatan Gending (a) Desa Curahsawo, (b) Desa Pajurangan, (c) Desa Gending, (d) Desa Pesisir) dan (e) Desa Klaseman..... 78
Gambar 4.18 Beberapa sungai yang bermuara di Wilayah Kecamatan Gending (a) Kali Bujel, (b) Sungai Banyubiru, (c) *Afvour* Glintongan, dan (d) Sungai Klaseman..... 79
Gambar 4.19 Peta Geomorfologi Masing-masing Desa 86
Gambar 4.20 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Geomorfologi..... 87
Gambar 4.21 Peta Ketinggian Permukaan Tanah Masing-Masing Desa..... 89
Gambar 4.22 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Ketinggian Permukaan Tanah 90
Gambar 4.23 Peta Nilai Kerentanan Pesisir Kecamatan Gending 95

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lingkungan pesisir adalah suatu lingkungan yang sangat dinamis yang memiliki beberapa macam penggunaan lahan yang begitu kompleks. Indonesia memiliki daerah pesisir yang strategis karena Indonesia merupakan negara kepulauan sehingga dapat membantu kegiatan pembangunan (Marfai et al., 2013). Wilayah pesisir dijadikan sebagai *prime mover* pembangunan ekonomi nasional sebagai upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan potensial sumber daya, sehingga dibutuhkan upaya laju percepatan dan inovasi dalam pembangunan di sektor kelautan dan perikanan yang didukung oleh adanya kebijakan politik dan ekonomi serta kondisi sosial yang kondusif. Akan tetapi wilayah pesisir juga merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap adanya bencana terkait dengan perubahan iklim di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (Putra et al., 2015).

Perubahan iklim dapat terjadi disebabkan oleh adanya pemanasan global yang dapat memberikan dampak negatif yang paling kompleks pada wilayah pesisir, karena dampak dari perubahan iklim sulit untuk diprediksi dengan akurat serta sangat berpengaruh terhadap lingkungan alam dan sosial (Ulfa, 2018). Apabila terdapat kerusakan lingkungan baik secara alami ataupun campur tangan manusia, dapat memperparah dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim. Kerusakan lingkungan (misalnya abrasi pantai, kemunduran garis pantai, konflik penggunaan lahan, kerusakan fisik habitat pesisir, dan lainnya) umumnya terjadi pada wilayah pesisir yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi disertai tingginya intensitas pembangunan (Rifai et al., 2020).

Kondisi geografis wilayah pesisir di Indonesia umumnya merupakan dataran rendah yang diperparah oleh adanya perubahan iklim dan penurunan muka tanah seperti pernyataan Kepala Pusat Informasi Perubahan Iklim Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu Dodo Gunawan yang mengatakan bahwa kondisi geografis wilayah pesisir di Indonesia rentan terhadap perubahan iklim karena disebabkan oleh kondisi daerah pesisir dan pulau-pulau kecil kebanyakan merupakan daerah dataran rendah, seperti halnya kota-kota besar di Pulau Jawa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang biasanya terletak pada wilayah pesisir (Amindoni, 2020 dalam Rifai et al., 2020).

Kecamatan Gending merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Probolinggo yang terus berkembang pesat akhir-akhir ini sejalan dengan meningkatnya perkembangan dan perubahan sosial dan ekonomi. Sebagian besar wilayah Kecamatan Gending merupakan wilayah pesisir yang memanjang dari Desa Curahsawo, Pajurangan, Gending, Pesisir dan Klaseman. Ditinjau dari segi ketinggian diatas permukaan laut, Kecamatan Gending memiliki ketinggian 0 hingga 250 meter (BPS Kabupaten Probolinggo, 2020). Sebagaimana Kecamatan lain di bagian utara Kabupaten Probolinggo merupakan dataran-dataran rendah dan sering terjadi banjir air pasang (KOMINFO SETDA PEMKAB Probolinggo, 2016 dalam Budiman & Supriadi, 2019). Disisi lain, kegiatan pembangunan wilayah dapat menimbulkan peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sehingga dapat memicu perubahan iklim di Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo (Widodo et al., 2015).

Padatnya aktivitas manusia dan kegiatan industri wilayah pesisir yang terjadi di Kecamatan Gending dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan seperti timbulnya gas berbahaya salah satunya yaitu karbondioksida (CO_2). Peningkatan konsentrasi karbondioksida (CO_2) di udara dapat menimbulkan terjadinya perubahan iklim (Cahyaningtyas et al., 2018). Dampak perubahan iklim di Kecamatan Gending yaitu adanya kenaikan muka air laut (banjir rob dan abrasi), perubahan curah hujan dan kenaikan suhu udara (Widodo et al., 2015). Perubahan iklim yang yang terjadi terus-menerus dapat menimbulkan berbagai kondisi ataupun bencana yang apabila terjadi dapat mengakibatkan berbagai kerentanan (Ramli, 2017). Kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending membutuhkan pemikiran yang lebih mendalam untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim skala global yang dapat berpengaruh pada skala lokal yang sesuai dengan karakteristik di Kecamatan Gending.

Kajian kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dengan menggunakan metode CVI (*Coastal Vulnerability Index*) untuk mengetahui kondisi kerentanan wilayah pesisir. CVI merupakan salah satu metode yang mengembangkan penilaian tingkat kerentanan wilayah pesisir yang disebabkan oleh perubahan iklim (Wahyudi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

et al., 2014). Metode ini menggunakan proses yang sederhana dalam penyediaan data perangkingan variabel-variabel untuk mengetahui tingkat kerentanan adanya perubahan iklim di Kecamatan Gending yang akan ditampilkan dengan informasi spasial.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti memfokuskan permasalahan digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana zonasi tingkat kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending terhadap perubahan iklim ?
2. Parameter apa yang memiliki nilai bobot paling besar dan paling kecil dalam penilaian nilai indeks CVI (*Coastal Vulnerability Index*) di wilayah pesisir di Kecamatan Gending ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui zonasi tingkat kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending terhadap perubahan iklim
2. Mengetahui parameter yang memiliki nilai bobot paling besar dan paling kecil dalam penilaian nilai indeks CVI (*Coastal Vulnerability Index*) di wilayah pesisir di Kecamatan Gending

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa didapatkan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi manfaat akademik dan bagi pemerintah daerah. Masing-masing manfaat dalam bidang tersebut yaitu :

1. Manfaat bagi akademik : diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadikan substansi ilmu pengetahuan dan sebagai bahan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya yang mengkaji kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan iklim
2. Manfaat bagi pemerintah daerah : dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran kepada Pemerintah Kabupaten Probolinggo khususnya Kecamatan Gending sebagai bahan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rekomendasi dan pertimbangan dalam penyusunan perencanaan pengelolaan dan pembangunan wilayah pesisir

1.5. Batasan Masalah

Batasan wilayah yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Analisa data dalam penelitian ini merupakan hasil perhitungan CVI (*Coastal Vulnerability Index*) yang diintegrasikan dengan *software* ArcGIS 10.3 untuk mengetahui tingkat kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan iklim di Kecamatan Gending.
2. Penelitian ini menggunakan parameter yang dimodifikasi dari penelitian Gornitz (1991) yang meliputi parameter pasang surut, tinggi gelombang, kemiringan pantai, perubahan garis pantai, kenaikan muka air laut, ketinggian permukaan tanah dan geomorfologi (tutupan lahan).
3. Penelitian ini menggunakan parameter yang berkaitan dengan perubahan iklim yang berdampak pada tingginya genangan air, banjir dan adanya air rob

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Wilayah Pesisir

2.1.1. Pertumbuhan dan Perkembangan Wilayah Pesisir

Pengertian wilayah pesisir berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang perubahan atas Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (kemudian disebut dengan Undang-Undang Pesisir) pasal 1 ayat (2) yaitu daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut (Marzuki, 2018). Selain itu wilayah pesisir juga dapat disebut sebagai daerah pertemuan antara darat dan laut, wilayah pesisir yang mengarah ke darat mencakup bagian daratan, baik yang terendam oleh air ataupun tidak terendam air, serta memiliki dampak terhadap adanya sifat-sifat laut seperti pasang surut, perembesan air asin dan angin laut, sedangkan wilayah pesisir yang mengarah ke laut meliputi bagian lautan yang dapat dipengaruhi oleh beberapa proses alami yang terjadi di darat misalnya aliran air tawar dan sedimentasi atau aktivitas manusia di darat yang mengakibatkan terjadinya permasalahan seperti pencemaran dan penggundulan hutan (Ramli, 2017).

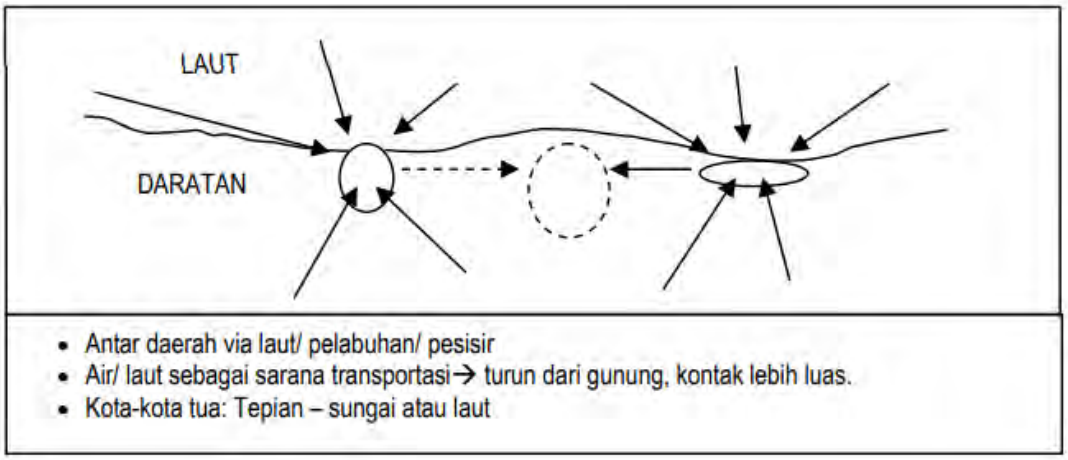
Wilayah pesisir juga termasuk zona strategis karena terdiri dari bermacam-macam ekosistem seperti terumbu karang, lamun, mangrove, pantai berpasir dan lain-lainnya, masing-masing ekosistem tersebut memiliki keterkaitan satu sama lain (Kodoati, 2010 dalam Ramli, 2017). Ekosistem pesisir mempunyai ekosistem yang khas karena pada wilayah ini merupakan titik bertemunya hidrosfir, litosfir dan biosfir (Pallewatta, 2010 dalam Rositasari et al., 2011). Selain itu ciri khas lain dari wilayah ini yaitu adanya berbagai habitat yang sangat produktif seperti laguna, estuari, karang tepi dan lahan basah (Clark, 1995 dalam Rositasari et al., 2011).

Keunikan dari wilayah pesisir mengakibatkan adanya berbagai sektor yang memiliki nilai komersial tinggi seperti pariwisata, pangan, pemukiman, industri dan perikanan. Perputaran nilai ekonomi dari masing-masing sektor

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengakibatkan adanya penambahan populasi yang sangat pesat di wilayah pesisir. Pada beberapa Negara, wilayah pesisir memiliki perkembangan yang lebih cepat baik dalam segi populasi manusia ataupun segi perekonomian (Rositasari et al., 2011). Kegiatan perekonomian dapat menyebabkan permasalahan pengelolaan sumber daya dan lingkungan wilayah pesisir dan lautan menurut pernyataan Mulyadi (2001) dalam Suryadi (2015) yaitu :

a. Perkapalan dan transportasi (tumpahan minyak, limbah padat dan kecelakaan)
b. Penggalian minyak dan gas (konvensi wilayah pesisir, pembongkaran bahan pencemar)
c. Perikanan (*overfishing*, pencemaran pesisir, pemasaran dan distribusi, modal, keahlian/tenaga)
d. Budidaya perairan (konversi hutan dan ekstensifikasi)
e. Pertambangan (penambangan pasir serta terumbu karang)
f. Kehutanan (konversi hutan dan penebangan)
g. Industri (pengerukan tanah dan reklamasi)
h. Pariwisata (pencemaran air dan pembangunan infrastruktur)



Gambar 2.1 Perkembangan Aktivitas di Wilayah Pesisir
(Sumber : Purboyo (2012) dalam Ramli (2017))

2.1.2. Permasalahan Wilayah Pesisir

Perkembangan wilayah pesisir diikuti dengan meningkatnya aktivitas di daratan / pulau yang dapat menimbulkan permasalahan baru yang rumit. Permasalahan dapat berupa kondisi sosial ekonomi maupun fisik lingkungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pesisir tersebut. Umumnya terdapat dua isu permasalahan utama yaitu permasalahan global dan permasalahan lokal (Ramli, 2017):

a. Permasalahan pesisir dalam lingkup global

Permasalahan global pada kasus ini mengenai dampak eksternalitas dari permasalahan dunia yang mengancam wilayah pesisir. Pada hal ini permasalahan yang cukup menjadi perhatian dunia terkait dengan keberlanjutan wilayah pesisir yaitu perubahan iklim. Perubahan iklim disebabkan oleh terjadinya pemanasan global. Perubahan iklim mengakibatkan adanya berbagai bencana di wilayah pesisir seperti kenaikan muka air laut akibat mencairnya es di kutub, banjir, peningkatan intensitas badai tropis, ataupun gelombang panas di lautan (Ramli, 2017).

b. Permasalahan pesisir dalam lingkungan lokal

Beberapa permasalahan lokal yang dapat mengancam keberlanjutan wilayah pesisir yaitu permasalahan fisik, permasalahan hukum dan permasalahan sumber daya manusia yang dijelaskan secara singkat berikut ini :

1. Permasalahan fisik

Permasalahan fisik pantai seperti erosi pantai, pelindung alami pantai yang semakin berkurang (adanyapenebangan pohon pelindung pantai, penambangan terumbu karang serta pasir), sedimentasi pantai, intrusi air laut, pencemaran pantai, ancaman tsunami/gelombang badai serta ancaman adanya kenaikan muka air laut yang menyebabkan dataran rendah tergenang air. Kenaikan muka air laut diakibatkan oleh efek rumah kaca, perkembangan permukiman pantai yang tidak terstruktur, pemanfaatan daerah pantai yang tidak sesuai dengan potensi pantai serta terbatasnya air baku (Suryadi, 2015).

2. Permasalahan hukum

Permasalahan hukum diakibatkan karena belum adanya perangkat hukum yang sesuai dalam rencana pengelolaan daerah pantai seperti perangkat hukum yang berhubungan dengan batas sempadan pantai, reklamasi pantai, pemanfaatan sempadan pantai, penambangan pasir dan karang serta penebangan tanaman pelindung pantai. Selain itu,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

masih kurangnya pemahaman terhadap hukum oleh masyarakat, seperti membangun usaha tanpa adanya permohonan perizinan yang benar dan membuang limbah ke pantai tanpa diproses (Suryadi, 2015).

3. Permasalahan sumber daya manusia

Masyarakat pesisir umumnya belum memahami tentang pengelolaan daerah pantai dan tidak sadar bahwa perbuatan yang dilakukan mungkin dapat merusak kelestarian ekosistem pantai. Misalnya penambangan pasir dan terumbu karang, mengalihfungsikan lahan pohon mangrove menjadi tambak serta membangun rumah di sempadan pantai (Suryadi, 2015).

2.2. Bencana

2.2.1. Pengertian Bencana

Bencana merupakan suatu peristiwa yang muncul secara tiba-tiba yang diakibatkan oleh faktor non alam, faktor alam ataupun faktor manusia, sehingga mengganggu kehidupan masyarakat dan menyebabkan adanya korban jiwa, kerusakan lingkungan yang melampaui kapasitas masyarakat dalam mengatasinya (Rofifah, 2019). Berdasarkan Pasal 1 Undang-undang No. 24 Tahun 2007 mengenai Penanggulanan Bencana, Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan UU No. 24 Tahun 2007 :

a. Bencana alam : bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
b. Bencana non alam : bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Bencana sosial : bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat dan teror.

2.2.2. Manajemen Bencana

Manajemen penanggulangan bencana adalah rangkaian kegiatan yng terdiri dari penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, tanggap darurat, pencegahan bencana serta rehabilitasi (Rofifah, 2019). Sedangkan menurut *University of Wisconsin* manajemen bencana adalah rangkaian kegiatan yang disusun untuk mengendalikan situasi bencana darurat dan mempersiapkan kerangka untuk membantu masyarakat yang rentan terhadap bencana dalam mengatasi atau menghindari dampak bencana tersebut (Susilawati, 2018).

Tahapan kunci dari kegiatan yang diupayakan dalam manajemen risiko bencana teridiri dari tiga tahap menurut Khan, dkk (2008) dalam Susilawati (2018) yaitu :

a. Sebelum bencana (pra-bencana)

   Kegiatan pra bencana dilakukan untuk meminimalisir korban dan kerugian harta benda yang diakibatkan oleh potensi bahaya, seperti, melakukan kegiatan kampanye, memperkuat struktur yang masih lemah, persiapan rencana penanggulangan bencana di tingkat rumah tangga dan masyarakat dan lainnya. Langkah-langkah pengurangan risiko bencana pada tahap ini disebut dengan kegiatan mitigasi dan kesiapsiagaan.

b. Saat bencana (kejadian bencana)

   Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap kebutuhan dan penentuan korban dapat terpenuhi dan mengurangi dampak penderitaan. Tahap ini disebut dengan kegiatan tanggap darurat.

c. Setelah bencana (pasca bencana)

   Tahap ini dilakukan sebagai tanggapan bencana dengan tujuan untuk pemulihan dan rehabilitasi dini komunitas yang terkena dampak setelah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bencana terjadi. Tahap ini disebut dengan respon dan kegiatan pemulihan.

2.3. Perubahan Iklim

2.3.1. Pengertian Perubahan Iklim

Iklim berasal dari bahasa Yunan kuno *klima* yang artinya kemiringan/*inclinasi*. Biasanya diartikan sebagai cuaca rata-rata dalam periode waktu yang lama dengan periode rata-rata standar 30 tahun (IPCC, 2001 dalam Ramli, 2017). Iklim merupakan data (biasanya rata-rata atau variabilitas) dari cuaca yang memiliki selang waktu 30 tahun (Baede, 2015 dalam Ramli, 2017). Pola iklim menunjukkan peran dasar dalam pembentukan ekosistem alam, ekonomi manusia serta budaya yang bergantung pada mereka (IPCC, 2001 dalam Ramli, 2017).

Berbagai variasi iklim jangka pendek dikatakan normal, sedangkan variasi iklim jangka panjang dapat menunjukkan perubahan iklim. Perubahan iklim merupakan statistik dari pola cuaca saat itu dan perubahan terjadi dalam interval waktu tertentu (puluhan hingga jutaan tahun). Perubahan iklim dapat menunjukkan perubahaan kondisi cuaca rata-rata maupun kondisi ekstrim cuaca dalam kurun waktu yang lama (IPCC, 2007 dalam Ramli, 2017). Perubahan iklim dapat mengakibatkan kerugian bagi kehidupan manusia, seperti terjadinya kenaikan muka air laut, banjir, peningkatan intensitas badai tropis, peningkatan suhu udara, kekeringan dan gelombang panas di kawasan pesisir yang tidak dapat diprediksi dapat mengakibatkan berbagai kerentanan bencana bagi masyarakat ataupun lingkungan (Joesidawati, 2017).

2.3.2. Dampak Perubahan Iklim

a. Naiknya Permukaan Air Laut

Permukaan air laut yang semakin naik dapat menggenangi lahan basah dan lahan dataran rendah lainnya, meningkatkan frekuensi banjir, mengikis pantai, meningkatkan salinitas sungai, air tanah dan teluk (Wacano et al., 2013). Genangan ditimbulkan oleh jumlah curah hujan yang jatuh lebih tinggi dibandingkan nilai laju infiltrasi, apabila laju

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

infiltrasi terpenuhi maka air dapat mengisi cekungan pada permukaan tanah (Hadisusanto, 2010 dalam Wacano et al., 2013)

b. Erosi

Erosi tanah adalah pengangkatan bahan-bahan material tanah yang diakibatkan oleh pergerakan angin maupun air. Percepatan erosi disebabkan karena meningkatnya intensitas hujan yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Adanya erosi dapat mengakibatkan menurunnya kualitas air, kualitas fisik dan kimia tanah (Utami, 2019). Menurut Sudirman et al. (1986) dalam Utami (2019) apabila terjadi pengurangan lapisan atas tanah dapat menyebabkan penurunan kadar bahan organik, penurunan stabilitas agregat tanah, peningkatan pemadatan tanah, penurunan kapasitas tukar kation (KTK) tanah serta peningkatan kejenuhan alumunium.

c. Kekeringan

Perubahan pola hujan dapat menyebabkan musim kemarau semakin panjang. Kekeringan dapat terjadi apabila titik layu tetap lebih besar dibandingan lengas tanah yang diakibatkan oleh tidak tersedianya lengas dari air hujan ataupun irigasi, sedangkan evapotranspirasi tetap berlangsung. Kekeringan dapat berdampak pada pertumbuhan dan produktivitas tanah serta sifat fisik tanah seperti kuat geser tanah (Utami, 2019).

d. Perubahan Pola Angin

Perubahan iklim mengakibatkan adanya perubahan pola angin yang dapat mempengaruhi proses sirkulasi yang berdampak pada kelimpahan ikan di lautan serta sulitnya memprediksi waktu saat melaut karena bergesernya musim angin (Patriana & Satria, 2013).

e. Gelombang Badai (*Storm Surges*)

Perbedaan temperatur permukaan laut dapat mengakibatkan adanya badai akibat pergerakan massa udara (angin) karena perbedaan densitas dari suatu tempat ke tempat lainnya (Pugh, 2004 dalam Ristianto, 2011). Durasi dan besarnya badai bergantung pada beberapa hal misalnya kecepatan angin, topografi, intensitas badai serta pasang surut (Ristianto, 2011).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.3. Penyebab Perubahan Iklim

Beberapa penyebab perubahan iklim menurut *The National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2007 dalam Ramli, 2017) adalah sebagai berikut :

a. Variabilitas Alam

Perubahan iklim merupakan bagian normal dari variabilitas alami bumi yang berhubungan dengan interaksi dengan atmosfer, tanah dan laut serta perubahan jumlah radiasi matahari yang mencapai bumi. Catatan geologi terdiri dari bukti yang relevan terhadap terjadinya perubahan iklim skala besar di masa lalu bumi. Contoh dari perubahan iklim akibat variabilitas ditunjukkan dalam plot bawah data suhu untuk 42.000 tahun terakhir yang berasal dari inti es Antartika (Ramli, 2017).

b. Perubahan yang disebabkan aktivitas manusia

Terjadinya efek rumah kaca disebabkan oleh panas di atmosfer yang diperangkap oleh beberapa gas alami seperti uap air dan karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida di atmosfer dapat meningkat akibat kegiatan pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak dan gas alam. Berdasarkan laporan penilaian keempat panel antar pemerintah mengenai perubahan iklim, disimpulkan bahwa sebagian besar peningkatan diamati dalam suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar diakibatkan oleh peningkatan emisi pada konsentrasi gas rumah kaca antropogenik (Ramli, 2017).

Minimnya penyerapan dan meningkatnya emisi karbon mengakibatkan tingkat gas rumah kaca di atmosfer saat ini lebih tinggi daripada yang pernah terjadi dalam catatan sejarah. Pengamatan selama 157 tahun terakhir menunjukkan bahwa suhu permukaan bumi mengalami peningkatan sebesar 0,05 °C/dekade. Dalam 25 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu yang tajam yaitu sekitar 0,18 °C/dekade (IPCC, 2007 dalam Ramli, 2017). Badan dunia *Intergovernmental Panel on Climate Change* pada tahun 2007 telah memperkirakan bahwa sekitar tahun 1750 – 2005 terjadi peningkatan konsentraasi karbon dioksida di atmosfer dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebesar 280 ppm menjadi 379 ppm per tahun dan terus meningkat hingga kecepatan 1,9 ppm per tahun. Sehingga diperkirakan pada tahun 2100 nanti suhu global dapat meningkat antara 1,8 sampai 2,9 °C (Ramli, 2017).

2.4. Kerentanan Wilayah Pesisir

Kerentanan (*Vulnerability*) merupakan kecenderungan suatu entitas mengalami kerusakan. Entitas yang mengalami kerusakan dapat berupa fisik (ekosistem laut, garis pantai dan manusia) atau konsep abstrak (komunitas, ekonomi, negara dan sebagainya) (SOPAC, 2005 dalam Joesidawati, 2017). Sedangkan menurut BNBP pada tahun 2007 kerentanan merupakan sekumpulan kondisi atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang berpengaruh negatif terhadap upaya pencegahan dan penanggulangan bencana (Joesidawati, 2017).

Kerentanan wilayah pesisir adalah kondisi yang dapat memperparah proses kerusakan di wilayah pesisir seperti sedimentasi, abrasi maupun tenggelamnya wilayah pesisir seperti sedimentasi, abrasi maupun tenggelamnya wilayah pesisir (Joesidawati, 2017). Kerentanan dalam perspektif perubahan iklim menurut IPCC (2007) dalam Ramli (2017) merupakan dimana suatu sistem rentan atau tidak dapat mengatasi dampak buruk dari perubahan iklim, termasuk variabilitas iklim dan iklim yang ekstrim.

2.5. Penentuan Tingkat Kerentanan dengan Metode CVI

Penentuan kerentanan wilayah pesisir sudah banyak dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan masing-masing penelitian menggunakan parameter yang beragam. CVI (*Coastal Vulnerability Index*) merupakan metode pembobotan relatif berbasis skala indeks dari parameter fisik. Pendekatan CVI dapat memberikan manfaat bagi para pembuat kebijakan dan pengambil keputusan dalam menetapkan program pengelolaan yang tepat dalam suatu wilayah pesisir yang memiliki tingkat kerentanan tinggi. Metode CVI telah banyak digunakan dalam penilaian kerentanan garis pantai di berbagai negara seperti Kanada, Australia, Spanyol, Yunani, Turki, India serta Indonesia. Selain itu metode CVI juga mempunyai kekurangan yakni data numerik yang dihasilkan (ranking dan skor indeks) tidak dapat disetarakan dengan dampak fisik tertentu (Kasim & Siregar,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2012). Penelitian ini menggunakan parameter dan pembobotan skor yang memodifikasi metode CVI dari Gornitz (1991).

2.5.1. Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya permukaan air laut secara periodik dan bergerak secara horizontal, kondisi ini disebabkan oleh gabungan gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda luar angkasa khususnya matahari, bumi dan bulan. Benda angkasa lainnya yang mempunyai jarak lebih jauh dan ukuran lebih kecil dapat diabaikan (Awalia, 2014).

Berdasarkan teori keseimbangan, pasang surut dapat disebabkan oleh tiga gerakan utama yang menyebabkan pergerakan muka air laut di bumi menurut Prasetyo (2016) yaitu :

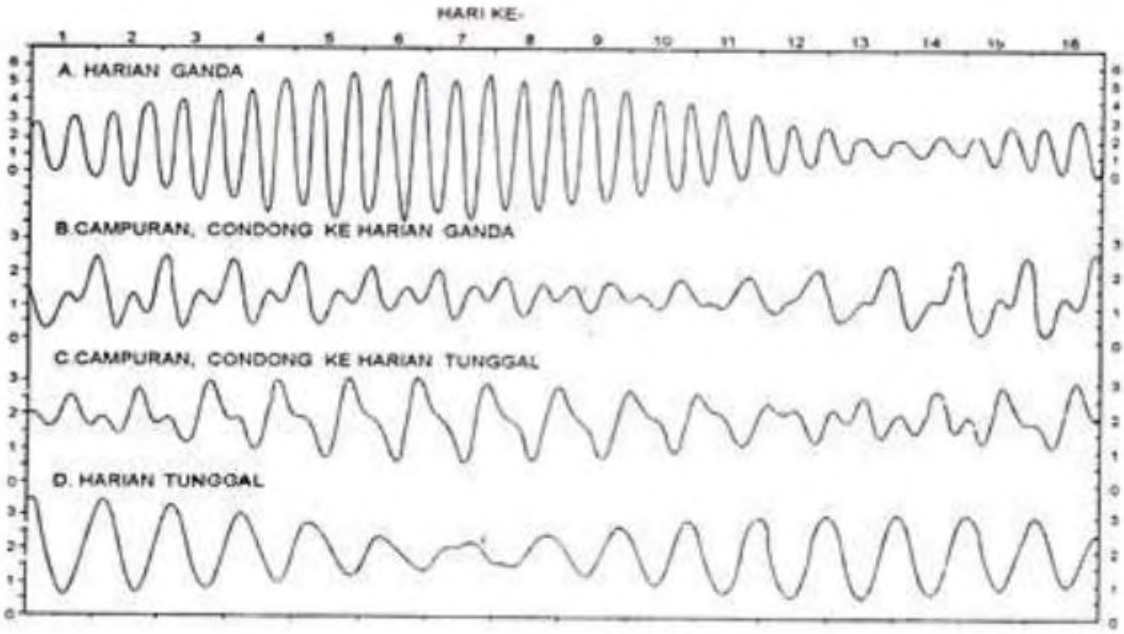
a. Revolusi bulan terhadap bumi : orbit berbentuk ellips dan membutuhkan waktu 29,5 hari menyelesaikan revolusi
b. Revolusi bumi terhadap matahari : orbit berbentuk ellips dengan 365,25 hari periode yang dibutuhkan
c. Rotasi bumi terhadap sumbunya sendiri yang membutuhkan waktu 24 jam

Selain itu terdapat juga beberapa faktor lokal seperti lebar selat, topografi bawah laut, bentuk teluk yang menyebabkan adanya perbedaan pasang surut menurut Awalia (2014) berdasarkan periode dan keteraturannya yaitu :

a. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal tide) :* pasang surut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.
b. Pasang surut harian ganda (*Semidiurnal tide*) : pasang surut yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut yang memiliki tinggi yang sama dalam satu hari, umumnya terjadi pada perairan yang sempit.
c. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed tide, Prevalling diurnal*) : pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut setiap harinya, namun kadang-kadang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed tide, Prevalling semi diurnal*) : pasang surut yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, namun kadang-kadang mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dengan perbedaan waktu dan tinggi.



Gambar 2.2 Tipe Pasang Surut

(Sumber : Prasetyo, 2016)

Konstanta pasang surut memiliki nilai amplitudo dan periode yang bermacam-macam sehingga mengakibatkan jenis pasang surut yang berbeda. Konstanta harmonik dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut Miftachurrozaq (2017), yaitu :

a. Konstanta harmonik periode setengah harian : M_2, S_2, N_2, dan K_2
b. Konstanta harmonik periode harian : K_1, O_1, dan P_1
c. Konstanta harmonik periode panjang : *Mf* dan *Mm*
d. Konstanta harmonik periode dangkal : M_4 dan MS_4

Tabel 2.1 Konstantan Harmonik Pasang Surut

Nama Konstanta	**Simbol**	**Periode (jam)**	**Kecepatan (/jam)**	**Jenis**
Principal lunar	M_2	12,42	28,984	*Semidiurnal*
Principal solar	S_2	12,00	30,000	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nama Konstanta	Simbol	Periode (jam)	Kecepatan (/jam)	Jenis
Larger lunar elliptic	N_2	12,66	28,440	
Luni solar semi diurnal	K_2	11,98	30,082	
Luni solar diurnal	K_1	23,93	15,041	*Diurnal*
Principal lunar diurnal	O_1	25,82	13,943	
Principal solar diurnal	P_1	24,07	14,959	
Lunar fornightly	*Mf*	327,82	1,098	*Long Period*
Lunar monthly	*Mm*	661,30	0,544	
Main lunar	M_4	6,21	57,968	*Shallow Water*
Main luni-solar	MS_4	6,20	58,084	

(Sumber : Miftachurrozaq, 2017)

Penentuan jenis pasang surut dapat dilakukan dengan menggunakan nilai Formzahl dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{A(K1)+A(O1)}{A(M2)+A(S2)} \quad (2.1)$$

Keterangan :

F = Nilai Formzahl

$A(K_1)$ = Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari

$A(O_1)$ = Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari

$A(M_2)$ = Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh bulan

$A(S_2)$ = Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh matahari

Klasifikasi jenis pasang surut berdasarkan nilai Formzahl menurut Wijaya et al., (2019) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Formzahl

Nilai Formzahl	Tipe Pasang Surut
$F \leq 0,25$	Pasang surut harian ganda
$0,25 < F \leq 1,5$	Pasang surut campuran condong harian ganda
$1,5 < F \leq 3$	Pasang surut campuran condong harian tunggal
$F > 3$	Pasang surut harian tunggal

(Sumber : Wijaya et al., 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5.2. Gelombang

Gelombang laut adalah pergerakan dari air laut dipermukaan dengan gerakan naik turun memiliki bentuk sama seperti garis sinusoidal yang dapat timbul disebabkan oleh gaya pembangkit pada permukaan laut, gelombang dapat dibangkitkan oleh angin, gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari, gempa, serta gerakan kapal (Aunarita, 2017 dalam Anggraini, 2019). Gelombang laut terbentuk pada daerah perairan lepas atau ditengah laut, gelombang juga merupakan salah satu dari faktor yang menyebabkan laju mundurnya garis pantai yang posisinya dapat berubah akibat terkena pasang surut atau erosi yang terjadi (Wakkary *et al*, 2017 dalam Anggraini, 2019).

Gelombang laut dapat menimbulkan dampak buruk pada bangunan-bangunan pantai sehingga bangunan seharusnya tahan terhadap ancaman gelombang laut, selain itu gelombang yang diakibatkan oleh arus dapat menimbulkan erosi dan sedimentasi pada wilayah pesisir. Sehingga informasi mengenai gelombang laut sangat dibutuhkan untuk dapat mengupayakan perencanaan di wilayah pesisir. Gelombang dapat dibagi menjadi beberapa jenis yang berbeda yang dapat dikelompokkan dari jenis macamnya seperti gelombang dari proses terpecah, gelombang pembangkit, kedalaman relatif dan sifat gelombang (Anggraini, 2019).

2.5.3. Kemiringan Pantai

Lereng merupakan permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Kemiringan lereng umumnya terdiri dari beberapa bagian yaitu puncak (*crest*), cembung (*convex*), cekung (*voncave*), dan kaki lereng (*lower slope*). Daerah puncak merupakan daerah gerusan erosi yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan daerah di bawahnya, begitu juga pada lereng tengah yang kadang cekung atau cembung mendapat gerusan aliran permukaan relief lebih besar dari puncaknya sendiri, sedangkan kaki lereng merupakan daerah endapan (Sahara, 2014 dalam Joesidawati, 2017). Kemiringan lereng dapat disebabkan oleh adanya gaya-gaya endogen dan eksogen bumi sehingga menyebabkan perbedaan titik ketinggian di bumi. Kemiringan lereng adalah suatu ukuran kemiringan lereng

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terhadap bidang datar yang umumnya dinyatakan dalam satuan persen (%) atau derajat (°). Kategori nilai kemiringan lereng berdasarkan kemiringan kelas lereng menurut Joesidawati (2017) berdasarkan klasifikasi USLE (*Universal Soil Loss Equation*).

Tabel 2.3 Klasifikasi Lereng

Kemiringan lereng (°)	**Kemiringan lereng (%)**	**Keterangan**
< 1	0 – 2	Datar – hampir datar
1 – 3	3 – 7	Sangat landai
3 – 6	8 – 13	Landai
6 – 9	14 – 20	Agak curam
9 – 25	21 – 55	Curam
25 – 65	56 – 140	Sangat curam
>65	>140	Terjal

(Sumber : Klasifikasi USLE dalam Joesdiawati, 2017)

2.5.4. Ketinggian Permukaan Tanah

Ketinggian permukaan tanah berhubungan erat dengan temperatur udara serta radiasi matahari. Semakin tinggi suatu tempat diatas permukaan laut, maka suhu akan semakin menurun, begitu pula dengan radiasi matahari. Ketinggian diukur dari permukaan laut (dpl.) sebagai titik nol (Asri, 2020). Perbedaan ketinggian tempat dapat menyebabkan perbedaan cuaca dan iklim khususnya suhu, kelembapan dan curah hujan. Pada dataran rendah, suhu lingkungan, oksigen dan tekanan udara akan tinggi, sebaliknya pada dataran tinggi terjadi penurunan suhu dan tekanan udara yang diikuti dengan peningkatan curah hujan (Andrian et al., 2014).

2.5.5. Perubahan Garis Pantai

Garis pantai merupakan garis batas pertemuan diantara air laut dan daratan. Garis pantai mempunyai sifat yang berubah-ubah dan berpindah sesuai dengan kondisi pasang surut air laut baik pasang tertinggi dan surut terendah maupun erosi pantai yang terjadi (Roziqin & Gustin, 2017). Posisi garis pantai dapat berubah secara terus menerus. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pengikisan daratan yang disebut abrasi ataupun karena penambahan daratan atau disebut akresi. Pemantauan terhadap perubahan garis pantai sangat dibutuhkan untuk tinjauan dinamika pesisir, pembangunan lingkungan pesisir dan perlindungan lingkungan pesisir (Setiani, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Teknologi penginderaan jauh dan Sistem informasi Geografis (SIG) dapat membantu pemantauan perubahan garis pantai. *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) adalah salah satu teknologi penginderaan jauh yang mampu untuk menghitung dan mendeteksi perubahan garis pantai pada suatu wilayah secara otomatis. DSAS membutuhkan parameter-parameter yaitu *baseline* yang merupakan garis acuan titik nol yang digunakan sebagai garis acuan untuk menentukan perubahan garis pantai dan garis yang tidak tergolong dalam garis pantai, *shorelines* yang merupakan garis pantai yang perubahannya akan diukur, serta transek yang merupakan garis tegak lurus dengan *baseline* yang membagi pias-pias pada pantai (Setiani, 2017).

2.5.6. Kenaikan Muka Air Laut (*Sea Level Rise*)

Kenaikan muka air laut (*sea level rise*) merupakan peristiwa naiknya muka air laut dikarenakan oleh banyak faktor yang kompleks. Menurut Nicholas *et al* (2014) dalam Ristianto (2011) menyatakan bahwa kenaikan muka air laut merupakan salah satu bukti nyata terjadinya pemanasan global. Terjadinya kenaikan muka laut telah ada sejak lama, Smith (2009) dalam Ristianto (2011) menyatakan bahwa sejak abad 19 bumi semakin panas daripada sebelumya. Naiknya suhu atmosfer hingga beberapa derajat celsius diakhir abad 19 mengakibatkan naiknya intensitas dan frekuensi bencana alam salah satunya yaitu naiknya muka laut. Menurut IPCC (2007) dalam Ristianto (2011) kenaikan muka air laut diprediksi dapat mencapai 100 cm dalam kurun waktu 100 tahun.

Perubahan muka laut dapat terjadi akibat beberapa faktor. Berdasarkan periode waktunya perubahan muka air laut dapat dibagi menjadi dua yaitu perubahan jangka pendek dan perubahan jangka panjang. Perubahan jangka pendek disebabkan oleh pasang surut. Sedangkan perubahan jangka panjang disebabkan oleh peningkatan suhu dan penambahan massa air yang berasal dari daratan (air tanah, danau, sungai) dan dari laut (*glasier*, tutupan es dikutub bongkahan es di lautan). Pada jangka waktu yang lama dapat merubah bentuk samudera dan distribusi daratan/lautan yang memengaruhi perubahan tinggi muka air laut (Joesidawati, 2017).

2.5.7. Geomorfologi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Geomorfologi merupakan perubahan bentuk muka bumi secara alami yang menghasilkan perbedaan bentukan pada permukaan bumi. Hasil bentukan tersebut dapat berbeda secara morfologi/relief, struktur serta proses-prosesnya (Nugroho, 2015 dalam Prihantoro, 2019). Bentuk lahan tersebut dapat terjadi di daratan dan lautan. Perubahan garis pantai dapat dijadikan salah satu parameter kerentanan pantai, yang disebabkan oleh berbagai faktor, baik alami maupun manusia (Tarigan, 2007 dalam Prihantoro, 2019). Perubahan tersebut dapat dijadikan sebagai indikator kenaikan muka air laut, terutama pantai berpasir yang mengalami erosi (Prihantoro, 2019).

2.6. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam Penelitian Kerentanan

Sistem informasi geografis adalah sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis, serta data geospasial. Sistem informasi geografis menggunakan data spasial yang digunakan untuk pemetaan pada suatu daerah. Pemetaan yaitu proses visualisasi dari data spasial yang diaplikasikan pada sebuah peta. SIG dapat dibagi menjadi empat sub sistem menurut Astutikasari (2017), yaitu :

a. Data Input : berfungsi untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial serta atribut dari berbagai sumber, selain itu juga mengkonversi format data asli ke dalam format yang bisa digunakan oleh SIG
b. Data Output : berfungsi menampilkan hasil sebagian atau seluruh data dalam bentuk *softcopy* atau *hardcopy* misalnya tabel, grafik, peta dan lainnya
c. Data Manajemen : berfungsi mengoordinasikan basis data spesial ataupun atribut ke dalam sebuah basis data sehingga mudah dipanggil, di update dan di edit
d. Analisis dan Data Manipulasi : menetapkan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG, melakukan manipulasi dan pemodelan data

Salah satu kemampuan SIG yang digunakan dalam penelitian ini yaitu proses tumpang susun atau *overlay* antara dua atau lebih layer tematik untuk mendapatkan tematik kombinasi baru yang sesuai dengan persamaan yang digunakan. Dalam proses tumpang susun dapat dipadukan dengan operasi-operasi sesuai keperluan seperti *identity, intersect, union, update, erase,* dan *symmetrical difference*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berhubungan dengan permasalahan kebencanaan, terdapat tiga keuntungan yang didapatkan dengan memanfaatkan SIG menurut Erlington (2004) dalam Ristianto (2011) yaitu :

a. Adanya optimalisasi untuk menyusun strategi mitigasi yang efektif dan efisien
b. Berjalannya identifikasi ancaman-ancaman bencana ekstrim yang memiliki potensi untuk terjadi namun sangat jarang
c. Adanya implementasi metode-metode yang standar kedalam beberapa region, melakukan perbandingan dan meminimalisir dampak-dampak yang ditimbulkan

2.7. Integrasi Keislaman

Bencana dalam terminologi islam terdapat makna yang paling dasar yaitu *al-Baliiyah* atau *al-Dahr* yang artinya hal yang dibenci manusia seperti kemalangan, musibah dan lainnya (Prayetno, 2018). Dalam Al-Qur'an, terdapat beberapa istilah yang memiliki hubungan erat dengan bencana misalnya *mushîbah, balâ', 'iqab, fitnah, adzâb, sayyiât, ba's,* dan *dharrâ*. Berdasarkan pernyataan al-Râghub al-Asfahâniy (2002) dalam Zaini (2020) bahwa *mushîbah* (مُصِيْبَة) memiliki asal makna lemparan (*al-rumîyyah*), namun selanjutnya dalam penggunaannya lebih diutamakan sebagai pengertian bencana atau bahaya.

Istilah bencana secara ontologis Al-Qur'an memandang bahwa bencana adalah bagian dari sunnah kehidupan (*min lawazim al-hayâh*). Dengan kata lain bahwa bencana telah menjadi "desain" Allah dalam al-Lauh Mahfuds serta bencana tidak mungkin terjadi kecuali atas kehendak Allah seperti yang tertera dalam firman Allah SWT (Mustaqim, 2015) :

﴿مَآ أَصَابَ مِن مُّصِيبَةٍ فِي ٱلۡأَرۡضِ وَلَا فِيٓ أَنفُسِكُمۡ إِلَّا فِي كِتَٰبٖ مِّن قَبۡلِ أَن نَّبۡرَأَهَآۚ إِنَّ ذَٰلِكَ عَلَى ٱللَّهِ يَسِيرٞ ٢٢﴾

Artinya : "*Setiap bencana yang menimpa di bumi dan yang menimpa dirimu sendiri, semuanya telah tertulis dalam Kitab (Lauh Mahfuzh) sebelum Kami mewujudkannya. Sungguh, yang demikian itu mudah bagi Allah*" Q.S Al-Hadid (57) : 22.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Terjadinya bencana merupakan konteks teguran atau siksaan lebih yang diakibatkan karena sikap manusia yang kufur terhadap Allah atau menentang *sunnatullāh* seperti pada firman Allah SWT (Mustaqim, 2015) :

﴿وَمَآ أَصَٰبَكُم مِّن مُّصِيبَةٖ فَبِمَا كَسَبَتۡ أَيۡدِيكُمۡ وَيَعۡفُواْ عَن كَثِيرٖ ٣٠﴾

Artinya : "*Dan musibah apa pun yang menimpa kamu adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan banyak (dari kesalahan-kesalahanmu)"* Q.S Asy-Syura (42) : 30.

Kelalaian dan kecerobohan umat manusia yang berkaitan dengan alam mengakibatkan kerusakan alam sehingga menimbulkan peristiwa perubahan iklim yang tidak dapat dihindari. Perubahan iklim merupakan isu yang serius karena dapat berdampak secara global. Salah satu ayat yang membahas mengenai krisis lingkungan yaitu :

﴿ظَهَرَ ٱلۡفَسَادُ فِي ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِ بِمَا كَسَبَتۡ أَيۡدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعۡضَ ٱلَّذِي عَمِلُواْ لَعَلَّهُمۡ يَرۡجِعُونَ ٤١﴾

Artinya : "*Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)"* Q.S. Ar-Rum (30) : 41.

Pada ayat ini menjelaskan bahwa kerusakan dan krisis lingkungan dapat disebabkan oleh perbuatan manusia yang tidak mengawasi kelestarian ekologi. Selain itu pada kenyataannya krisis lingkungan juga dapat disebabkan oleh krisis mental manusia yang merujuk pada perilaku non-fisik misalnya kefasikan, kemusyrikan, kemunafikan dan segala bentuk kemaksiatan. Di kalangan umat Islam masih terdapat kelompok yang mempercayai paham teologi teosentrik yang menilai bahwa berbagai bencana alam adalah takdir Allah dan tidak melihat bahwa krisis ekologi adalah dampak dari krisis kemanusiaan dan krisis moralitas sosial serta kegagalan manusia dalam menafsirkan hukum sosial-kemasyarakatan (*sunnatullāh*) (Rodin, 2017). Dalam ayat tersebut juga dijelaskan bahwa Allah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

memperlihatkan kerusakan agar manusia merasakan akibat dari perbuatan mereka sendiri sehingga mereka akan kembali pada jalan yang benar dan mengantisipasi adanya kerusakan lingkungan. Sehingga adanya kerusakan lingkungan juga merupakan peringatan dini kepada manusia.

Dalam menghadapi dampak perubahan iklim sebagai akibat dari krisis lingkungan, manusia harus bertawakal yang berarti melakukan usaha sebagai bentuk dari menyandarkan hati kepada Allah semata. Manusia sebagai khalifah di muka bumi harus selalu menjaga kelestarian dan keseimbangan alam serta menghilangkan segala bentuk kemudharatan atau bahaya yang akan dialami dalam kehidupan ini (Sumatri, 2015 dalam Andriyani et al., 2020).

2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan studi kerentanan wilayah pesisir dengan metode CVI, adapun beberapa penelitian terdahulu terkait analisis kerentanan ditujukan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

Jurnal 1	
Judul	*Application of a Coastal Vulnerability Index : A Case Study along the Apulion Coastline, Italy*
Penulis	Daniela Pantusa, Felice D'Alessandro, Luigia Riefolo, Francesca Principato dan Giuseppe Roberto Tomasicchio
Tahun terbit	2018
Nama Jurnal	*Water*
Metode	Penilaian kerentanan fisik terhadap bahaya pesisir pada penelitian ini menggunakan CVI yang cocok untuk wilayah Mediterania dengan mempertimbangkan 10 variabel. Skor kerentanan relatif diberikan untuk setiap variabel berdasarkan besarnya potensi kontribusinya terhadap perubahan fisik di pantai. Variabel diberi peringkat pada skala linier dari 1–5 untuk meningkatkan kerentanan dan nilai CVI diklasifikasikan dalam empat kelompok berbeda menggunakan persentil sebagai batas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kesimpulan	• Indeks CVI yang disesuaikan menunjukkan bahwa lebar bukit pasir dan geomorfologi paling tinggi penggerak penting dalam membangun indeks regional dalam hal meningkatkan risiko banjir • Variabel geomorfologi, sebagian besar wilayah studi kasus terdiri dari pantai berpasir. Sebaliknya, lebar vegetasi di belakang pantai, laju erosi / akresi garis pantai dan Variabel *Posidonia oceanica* menunjukkan pengaruh yang dapat diabaikan. Luas vegetasi di belakang pantai dan laju erosi / akresi garis pantai diklasifikasikan sebagai kerentanan sangat rendah hingga sangat tinggi, sedangkan *Posidonia oseanika* hadir di banyak transek.
Perbedaan dengan penelitian sekarang	• Parameter yang digunakan ada 10 • Data geomorfologi menggunakan data DTM dan dikombinasikan dengan peta litologi daerah setempat • Data bathimetri didapatkan dengan membentangkan 5km dari garis pantai ke arah laut • Data gelombang didapatkan dari *National Wabe Metric Network* (ISPRA -*Institute forEnvironmental Protection and Research*) • Nilai garis pantai didapatkan dari ortofoto yang tersedia di St-Apulia • Data tunggang pasang surut rata-rata didapatkan dari Badan Lingkungan Eropa-EEA • Data kenaikan muka air laut menggunakan data NOAA • Nilai CVI diklasifikasikan menjadi empat kategori menggunakan presentil sebagai batas
Jurnal II	
Judul	Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim di Timur Laut Provinsi Bali
Penulis	Aprizon Putra, Semeidi Husrin, Try Al Tanto dan Roka Pratama

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tahun terbit	2015
Nama Jurnal	Majalah Ilmiah Globe
Metode	Lokasi penelitian berada di pesisir timur laut Bali dan terdiri dari 4 kecamatan (Kecamatan Kubu, Kecamatan Abang di Kabupaten Karang Asem, Kecamatan Kintamani di Kabupaten Bangli dan Kecamatan Tejakula di Kabupaten Buleleng). Metode yang digunakan kuantitatif, menggunakan teknik analisa spasial dengan melakukan tumpang susun dari data geospasial, selanjutnya data di analisa dengan metode *Coastal Vurnerability Indeks* (CVI)
Kesimpulan	• Kerentanan pesisir timur laut Bali disebabkan oleh penggunaan lahan yang terlalu dekat dengan garis pantai serta litologi daerah yang tersusun oleh endapan aluvial serta didominasi oleh batuan vulkanik *aglomerat, tuff, lava* dan *ignimbrite* hasil kegiatan Gunung Agung (3.142 mdpl) dan tinggi gelombang signifikan mencapai 2,0 - 2,5 m di Utara dan 2,5 – 3,0 m di Selatan. • Pesisir timur laut Bali dikategorikan sebagai wilayah dengan kerentanan tinggi. Hanya Desa Les, Desa Penuktukan dan Desa Tulamben yang memiliki kerentanan sedang terhadap bencana wilayah pesisir.
Perbedaan dengan penelitian sekarang	• Menggunakan 4 parameter dan pada masing-masing parameter memiliki besar bobot tersendiri • Menggunakan Citra Landsat 5 tahun 1989, Citra Landsat 7 tahun 1995, 1997, 2003, 2005, 2009, dan Citra Landsat 8 tahun 2013 • Menggunakan data DEM Aster GDEM • Menggunakan data pasang surut dari *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) • Nilai CVI diklasifikasikan menjadi tiga kategori

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jurnal III	
Judul	Kajian Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Subang, Jawa Barat
Penulis	Dian N. Handiani, Soni Darmawan, Aida Heriati dan Yohanes D. Aditya
Tahun terbit	2019
Nama Jurnal	Jurnal Kelautan Nasional
Metode	Lokasi kajian di pesisir Kabupaten Subang, yaitu Blanakan, Sukasari, Legon Kulon, dan Cipunagara. Indeks kerentanan pesisir dibangun berdasarkan enam parameter fisik pantai, yaitu geomorfologi, kisaran pasang surut (pasut), ketinggian gelombang rata-rata dan tinggi muka air laut, jenis batuan atau geologi, serta perubahan garis pantai berdasarkan perkembangan akresi dan erosi. Data-data geospasial dikumpulkan dari beberapa sumber online dan penelitian sebelumnya. Data-data spasial dan tekstual yang terkumpul digabungkan untuk menghitung besarnya indeks kerentanan pesisir. Parameter dan pembobotan nilai mengacu metode Gornitz et al (1991, 1997) untuk menentukan *coastal vulnerability index* (CVI)
Kesimpulan	• Indeks kerentanan pesisir Kabupaten Subang masih dikategorikan dengan indeks (CVI) sangat rendah, akan tetapi jika indeks (CVI) dilihat secara lokal (relatif) sesuai lokasi kajian dua kecamatan: Sukasari dan Blanakan memiliki indeks kerentanan sangat tinggi. • Variasi hasil nilai CVI ini menunjukkan adanya dampak variatif di tingkat lokal sebagai akibat perubahan global yang terjadi. Terdapatnya kenaikan permukaan air laut global sebagai efek dari mencairnya es di kutub akibat dari perubahan iklim global.
Perbedaan dengan	• Menggunakan 6 parameter • Data geomorfologi berdasarkan pengamatan lapangan • Data pasang surut menggunakan data satu tahun (2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penelitian sekarang	• Data ketinggian muka air laut dan gelombang rata-rata dari pengamatan satelit altimetri dari *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* • Menggunakan Citra Landsat 5 tahun 1988, 1996, 2003 dan Landsat 8 tahun 2016 • Penentuan kategori kelas kerentanan dibagi menjadi lima kelas menggunakan kategori dari penelitian Teknomo (2018)
Jurnal IV	
Judul	Pengkajian Keretanan Fisik Untuk Pengembangan Pesisir Wilayah Kota Makassar
Penulis	Iwan G. Tejakusuma
Tahun terbit	2011
Nama Jurnal	Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia
Metode	Pengumpulan dan analisis terhadap data yang telah ada baik data sekunder maupun dari penelitian terdahulu. Melakukan pengamatan lapangan. Membuat dan menganalisis data secara spasial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Menganalisis kondisi kerentanan fisik Kota Makassar dengan metode Gornitz (1991) yang dimodifikasi.
Kesimpulan	• Berdasarkan analisis CVI diketahui bahwa luas wilayah yang sangat rentan adalah 14,5 kilometer persegi sedangkan wilayah yang rentan 63,96 kilometer persegi dan wilayah kurang rentan 40,94 kilometer persegi. Daerah dengan klasifikasi sangat rentan terdapat di Kecamatan Tamalanrea, Biringkanya dan Wajo. • Seluruh Kecamatan Wajo termasuk dalam wilayah sangat rentan sedangkan Kecamatan Tamalate, Mariso, Ujungpandang dan Ujungtanah seluruh daerahnya masuk dalam klasifikasi kurang rentan.
Perbedaan dengan	• Parameter yang digunakan ada 6 • Data geomorfologi menggunakan Citra Landsat 7 tahun 2009

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penelitian sekarang	• Data perubahan garis pantai didapatkan dengan membandingkan data garis pantai dari Citra Landsat 7 tahun 1999 dan tahun 2009 • Data pasang surut didapatkan dari data prediksi pasang surut Kota Makassar 2008 • Data elevasi didapatkan dari pemodelan DEM dari peta rupabumi • Data tinggi gelombang rata-rata didapatkan dari prediksi informasi dari penduduk dan dari BMKG Kota Makassar • Nilai CVI diklasifikasikan menjadi tiga kategori

(Sumber : Olah Data, 2021)

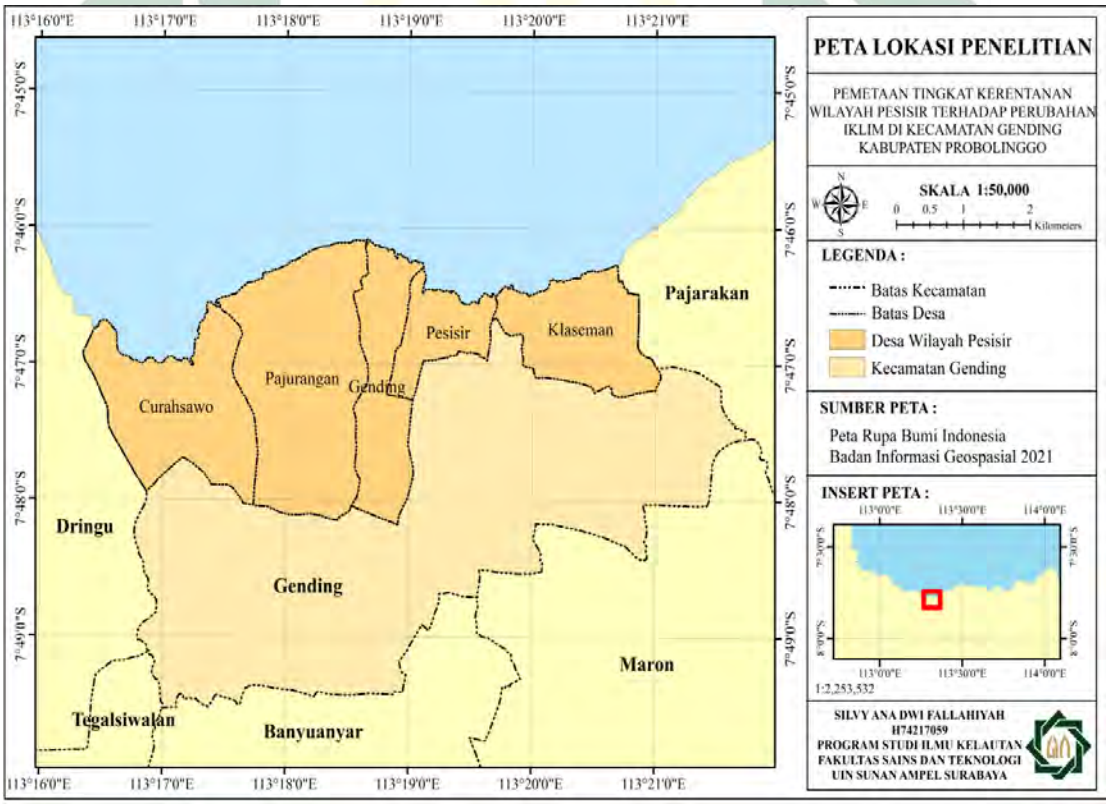
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Wilayah yang mencakup dalam penelitian ini meliputi Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman seperti yang ditujukan pada Gambar 3.1. Penelitian dilakukan dengan tahap pengambilan data lapangan dan data spasial yang dilakukan pada bulan Februari 2021 hingga Juli 2021. Secara umum Kecamatan Gending berbatasan dengan batas-batas sebagai berikut :

Sebelah Utara : Selat Madura
Sebelah Timur : Kecamatan Pajarakan
Sebelah Selatan : Kecamatan Banyuanyar
Sebelah Barat : Kecamatan Dringu



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

Tabel 3.1 Alat untuk mengolah data

No	Jenis	Fungsi
1.	Kamera	Pengambilan dokumentasi penelitian
2.	Aplikasi Android TS	Menentukan titik *crosscheck*
3.	*Software* ArcGis 10.3	Pengolahan data perubahan garis pantai, kemiringan pantai, ketinggian permukaan tanah, geomorfologi, penyajian peta
4.	*Software* Er Mapper 7.1	Pengolahan perubahan garis pantai, geomorfologi
5.	*Software* Global Mapper 21.0	Pengolahan kemiringan lereng dan tinggi gelombang
6.	*Software* Ocean Data View	Pengolahan tinggi gelombang, kenaikan muka air laut
7.	*Software* Surfer 13	Pengolahan data kenaikan muka air laut

(Sumber : Olah Data, 2021)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Jenis Data	Data Tahun	Sumber	Informasi yang di ekstrak
1.	Citra Landsat 8 OLI	2016 dan 2021	USGS https://earthexplorer.usgs.gov/	Geomorfologi dan Perubahan Garis Pantai
2.	Citra Landsat 7 ETM	2011		Perubahan Garis Pantai
3.	Peta Rupa Bumi Indonesia	2021	BIG (Badan Informasi Geospasial) https://portal.ina-sdi.or.id/downloadaoi/	Batas Administrasi
4.	Data Bathimetri Nasional	2021	BIG (Badan Informasi Geospasial) https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas	Kedalaman pantai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Jenis Data	Data Tahun	Sumber	Informasi yang di ekstrak
5.	Data Pasang Surut	2011 - 2020	BIG (Badan Informasi Geospasial) http://tides.big.go.id/pasut/	Pasang Surut Air Laut dan *Mean Sea Level*
6.	Data Gelombang	2011 - 2020	ECMWF https://www.ecmwf.int/	Tinggi Gelombang
7.	Data Curah Hujan, Suhu	2011 - 2021	NASA https://power.larc.nasa.gov/	Curah Hujan, Suhu Rata-rata
8.	Data Suhu Permukaan Air Laut	2011 - 2021	*Ocean Color*	Suhu Permukaan Air Laut
9.	Data Jumlah Kejadian dan Jenis Bencana	2011 - 2021	BPBD Kabupaten Probolinggo	Jumlah Kejadian dan Jenis Bencana
10.	Data DEMNAS	2021	BIG (Badan Informasi Geospasial) http://tides.big.go.id/DEMNAS/	Ketinggian Permukaan Tanah

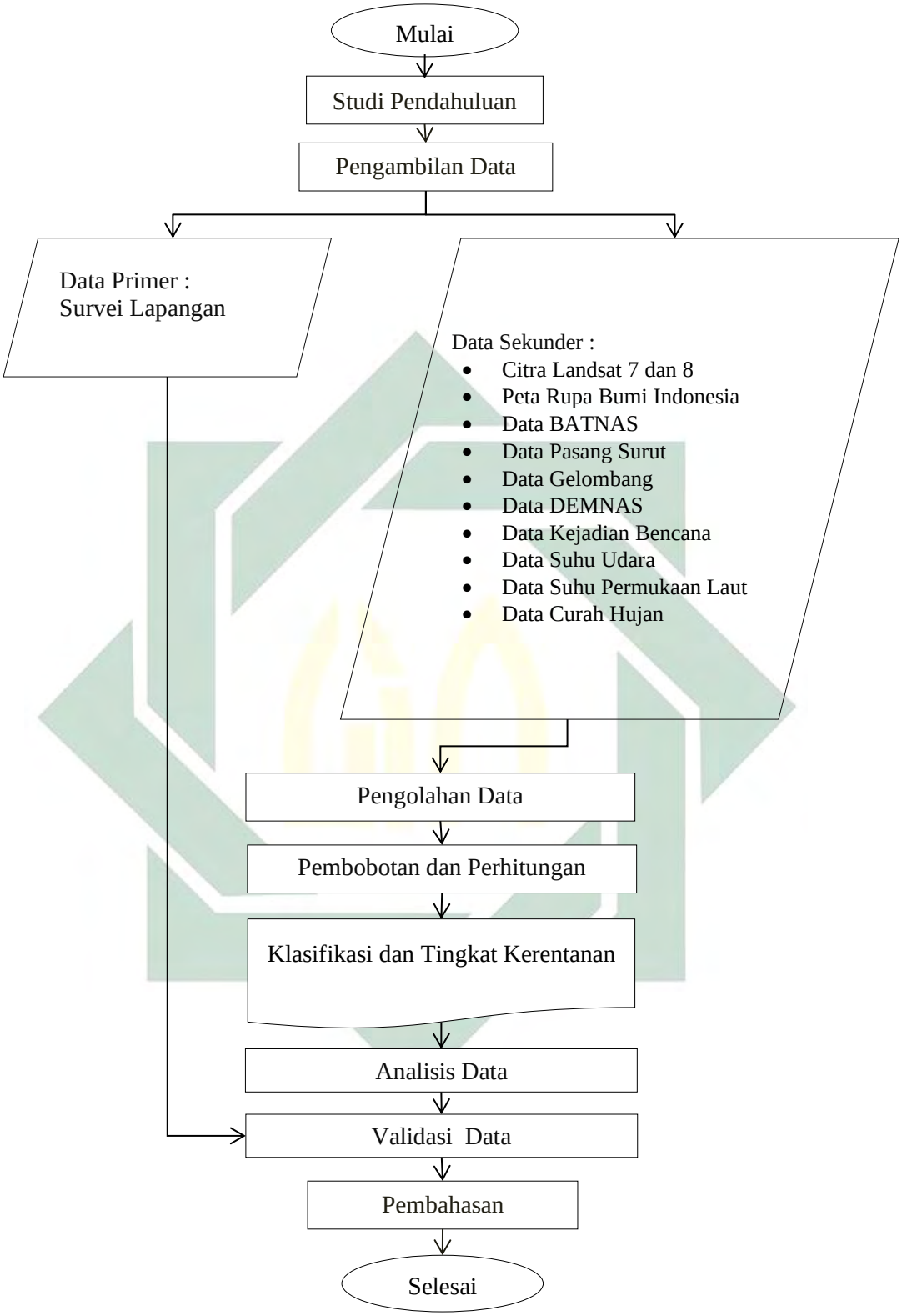
(Sumber : Olah Data, 2021)

3.3. Tahapan Penelitian

Mekanisme dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 3.2.

:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan bertujuan untuk mengetahui gambaran tentang lokasi penelitian, sehingga memudahkan dalam mengambil tindakan selanjutnya dan pelaksanaan penelitian lebih terarah yang didapatkan dari buku teks, jurnal ilmiah, dan laporan penelitian sebelumnya. Beberapa studi pendahuluan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi perubahan iklim yang terjadi di Indonesia khususnya di pesisir Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo, penentuan kerentanan bencana akibat perubahan iklim serta analisis spasial dengan menggunakan *Software* ArcGis 10.3.

3.3.2. Pengambilan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer : data ini merupakan data yang didapatkan secara langsung dari narasumber tanpa melalui perantara. Data primer dapat berupa opini perorangan atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), peristiwa atau kegiatan dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer adalah wawancara dan observasi ;

1. Wawancara :

   Wawancara dilakukan sebagai upaya untuk melengkapi data-data sekunder yang belum didapatkan. Poin pertanyaannya berupa pemahaman masyarakat mengenai isu perubahan iklim. Pengambilan sampel wawancara dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan bertanya kepada informan-informan yang sekiranya mengetahui karakteristik populasi tersebut. Wawancara ditujukan pada *stakeholders* kunci (*stakeholders* masing-masing desa) yang setidaknya paham terhadap hal ini dengan pertimbangan informasi signifikan dan ringkas. Dalam studi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ini, setidaknya dilakukan wawancara terhadap 5 *stakeholders* yaitu kepala desa/perangkat desa di Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman.

2. Pengamatan langsung (*Direct Observation*) :

   Cara ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung kondisi fisik. Hal ini dilengkapi kamera digital, lembar pengamatan, maupun alat tulis.

b. Data Sekunder

Data sekunder : sumber data penelitian yang didapatkan dengan cara tidak langsung melalui media perantara seperti bukti, catatan maupun laporan historis yang sudah disusun dalam arsip yang dipublikasikan ataupun tidak. Data sekunder didapatkan dari telaah dokumen dengan mencari dokumen terkait dengan kerentanan bencana perubahan iklim. Dokumen tersebut dipahami berdasar pada materi-materi yang dapat digunakan dalam penelitian.

3.3.3. Pengolahan Data

Data yang telah didapat kemudian akan direkapitulasi. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Data Pasang Surut

Data pasang surut yang telah didapatkan dari Badan Informasi Geospasial kemudian dilakukan perhitungan dengan metode *admiralty* untuk mengetahui nilai konstanta harmonik dari data pasang surut. Prosedur pengolahan data pasang surut dapat dilihat pada Gambar 3.3 dengan rincian sebagai berikut :

1. Input Data

   Data yang telah didownload melalui website resmi BIG kemudian dibuka dengan *software* Microsoft Excel dengan memasukkan data per hari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3. 3 Flowchart Pengolahan Data Pasang Surut

(Sumber : Olah Data, 2021)

2. Perhitungan dengan Metode *Admiralty*

   Perhitungan dengan metode *admiralty* disusun dari skema 1 hingga skema 8 yang memiliki 3 tahapan, yaitu pertama adalah memisahkan komponen pasang surut utama berdasarkan proses hariannya, kedua adalah memisahkan komponen pasang surut utama berdasarkan proses bulannya, dan ketiga adalah penentuan nilai konstanta komponen utama yaitu M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_1, MS_4, K_2 dan P_1 serta *mean sea level* (S_0)

3. Menghitung Nilai *Tidal Range*

   Sebelum mencari nilai *tidal range*, terlebih dulu menghitung nilai-nilai penting dari analisis pasang surut menurut Sudirman Adibrata (2007) yaitu:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$Z_0 = S_0 - (S_2 + K_1 + M_2 + O_1)$ ..... Pers 1

$LAT = S_0 - K_1 - O_1 - M_2 - S_2$ ..... Pers 2

$MHHWS = LAT + M_2 + S_2 + 2(K_1 + O_1)$..... Pers 3

$MLHWN = LAT + M_2 + S_2 + 2K_1$ ..... Pers 4

$MLLWN = LAT + M_2 + S_2 + 2O_1$..... Pers 5

$MLLWS = LAT + M_2 + S_2$..... Pers 6

Perhitungan nilai *tidal range* didapatkan dari persamaan sebagai berikut :

$$Tidal\ Range = \frac{(MHHWS+MLHWN)}{2} - \frac{(MLLWS+MLLWN)}{2} \text{..... (3.1)}$$

Keterangan :

Z_0 = Nilai muka surutan

LAT = Nilai muka air terendah dihitung berdasarkan astronomi

MHHWS = Rata-rata muka air tinggi tertinggi saat pasang purnama

MLHWN = Rata-rata muka air tinggi terendah saat pasang perbani

MLLWS = Rata-rata muka air rendah saat pasang purnama

MLLWN = Rata-rata muka air rendah saat pasang perbani

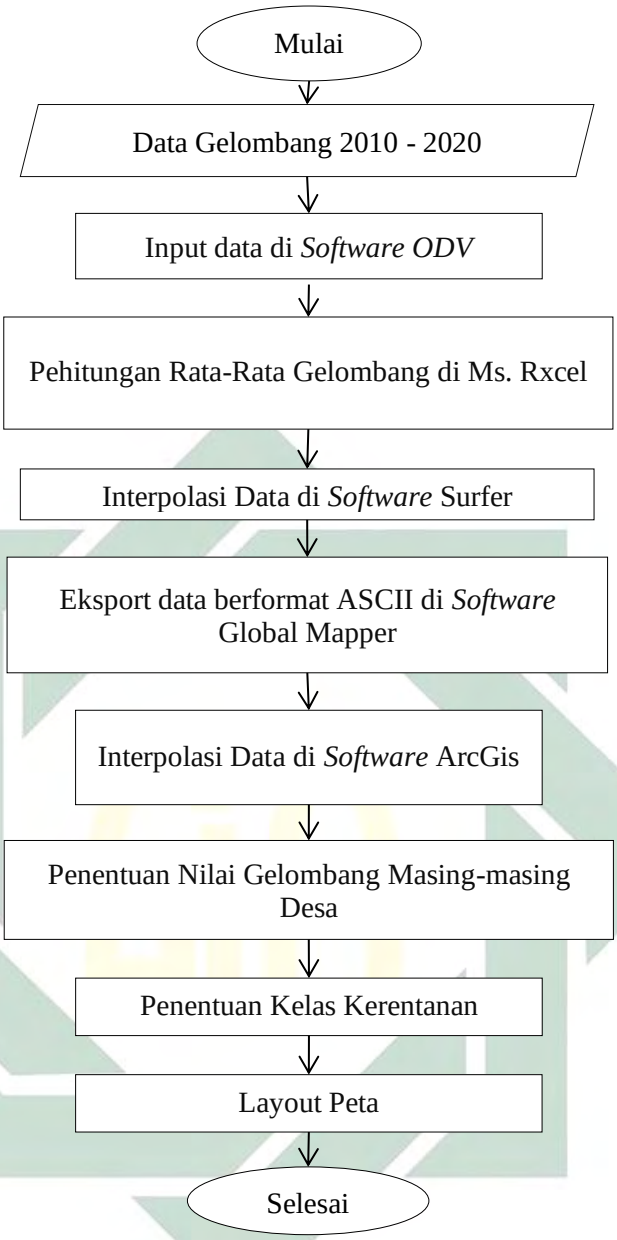
4. Perhitungan kelas kerentanan

   Data pasang surut Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan

b. Data Tinggi Gelombang

Data tinggi gelombang pada penilitian ini didapatkan dari *European Centre For Medium- Range Weather Forecast* (ECMWF). Data tinggi gelombang signifikan tersebut berformat *Network Common Data Form* (NetCDF). Adapun langkah-langkah dalam mengolah data tinggi gelombang ditampilkan pada Gambar 3.4 dengan rincian sebagai berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.4 Flowchart Pengolahan Data Tinggi Gelombang

(Sumber : Olah Data, 2021)

1. Input Data

   Data yang telah didownload dibuka dengan menggunakan *Software Ocean Data View* untuk memotong wilayah area penelitian dan mengeksport data berformat text document (txt), kemudian dilakukan perhitungan rata-rata gelombang per tahun menggunakan Microsoft Excel.

2. Interpolasi Data

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data rata-rata per tahun kemudian diinput pada *Software* Surfer 16 pada masing-masing titik koordinat dan dieksport dalam format .dat, lalu buat plot baru untuk membuat grid data dengan metode *kriging* dengan ukuran spasial 1 km x 1 km. Interpolasi ini dilakukan untuk mengisi data yang kosong.

3. Mengeksport Data berformat ASCII

   Data berformat .gdr kemudian dibuka menggunakan *Software* Global Mapper 21 untuk mengeksport data dalam bentuk ASCII (.txt)

4. Interpolasi Data

   Data kemudian dibuka menggunakan *Software* ArcGis 10.3 kemudian dilakukan interpolasi lagi menggunakan *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk mendapatkan pixel data yang lebih halus

5. Perhitungan Nilai Gelombang

   Perhitungan nilai gelombang pada masing-masing desa, kemudian data dieksport dalam bentuk tabel

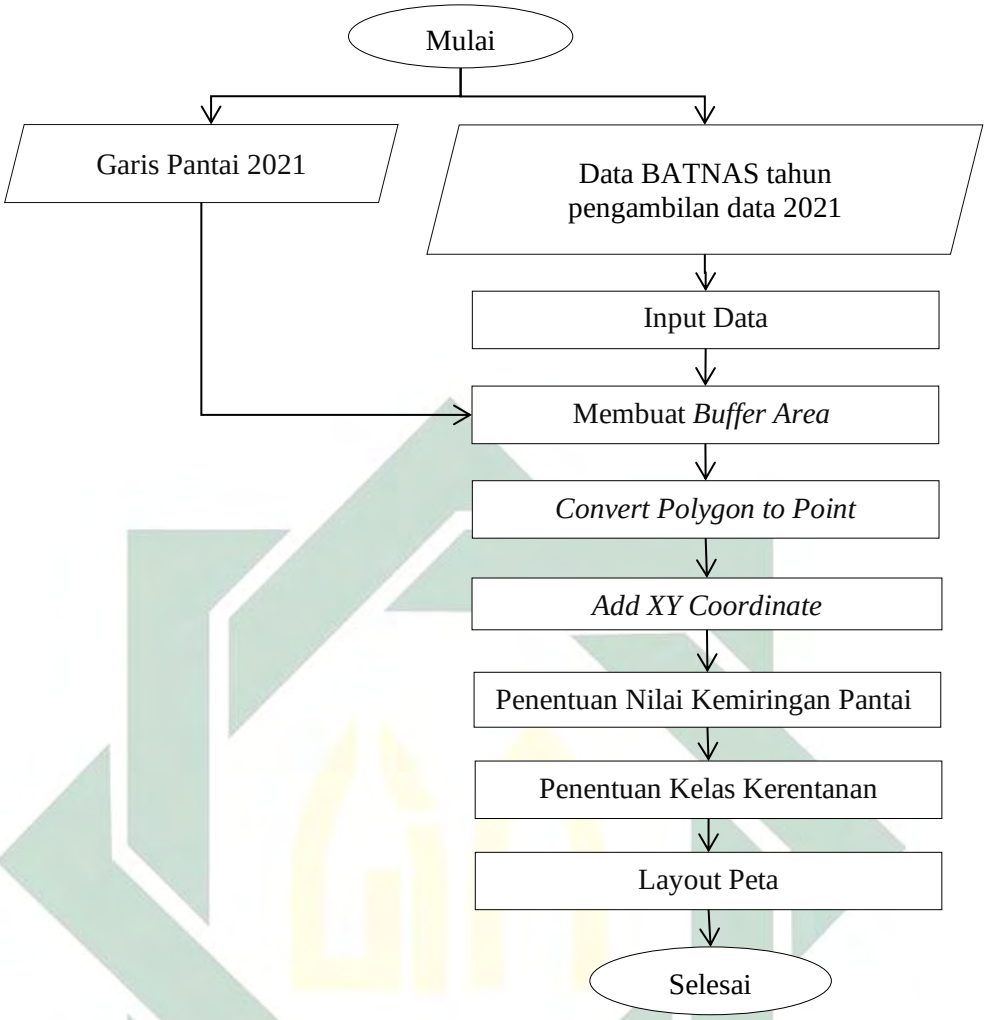
6. Penentuan Kelas Kerentanan

   Selanjutnya data tinggi gelombang Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan.

c. Data Kemiringan Pantai

Data kemiringan pantai merupakan data Bathimetri Nasional (BATNAS) yang didapatkan dari website https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas yang kemudian diolah menggunakan *Software* ArcGis dan Microsoft Excel dengan prosedur pengolahan yang ditampilkan pada Gambar 3.5 dengan penjelasan sebagai berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.5 Flowchart Pengolahan Data Kemiringan Pantai
(Sumber : Olah Data, 2021)

1. Input Data

   Data BATNAS diinput kedalam *Software* ArcGis dan memotong sesuai dengan wilayah area penelitian

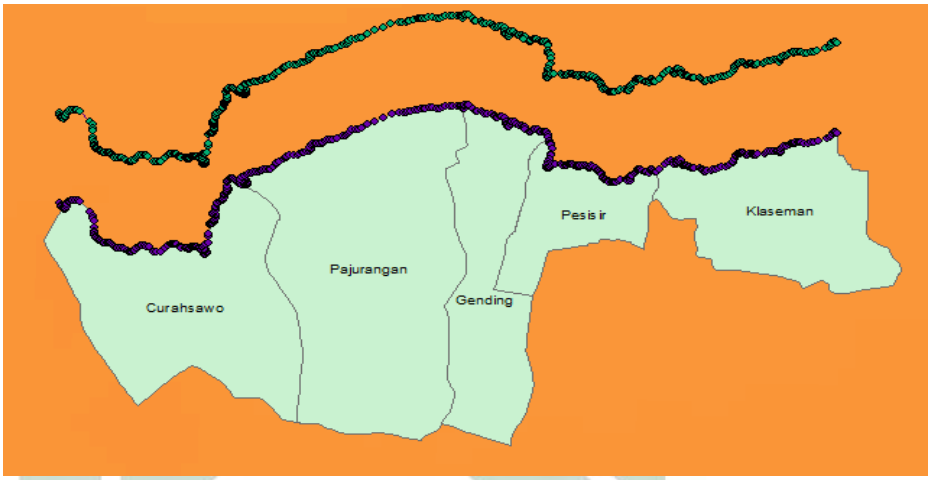
2. Membuat *Buffer Area*

   Buffer Area didapatkan dari data *Baseline* yang menggunakan data garis pantai 2021. Pembuatan *buffer area* digunakan untuk membuat area titik pengukuran kemiringan pantai sejauh 1 km dari garis pantai ke arah laut sesuai dengan penelitian (Prathanazal et al., 2021).

3. *Convert Polygon to Point*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Buffer area yang telah dibuat kemudian diubah menjadi titik-titik untuk mempermudah perhitungan nilai kedalaman sesuai pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Buffer Area* yang telah diubah menjadi *point*

(Sumber : Olah Data, 2021)

4. *Add XY Coordinate*

   Data berupa point tadi kemudian dicari nilai koordinat pada masing-masing titik pengukuran, kemudian diinput data nilai kedalaman pada masing-masing plot titik pengukuran

5. Penentuan Nilai Kemiringan Pantai

   Data nilai kedalaman kemudian diexport dalam format .txt sehingga dapat diolah menggunakan Microsoft Excel. Kemiringan pantai dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (A. Hidayat et al., 2016):

   $$S = \frac{\Delta h}{L} x\ 100\% \quad (3.2)$$

   Keterangan :

   S = nilai kemiringan lereng dasar laut (%)

   Δh = elevasi yang didapatkan antara beda ketinggian

   L = jarak horizontal (tegak lurus) diantara beda ketinggian (m)

6. Penentuan Kelas Kerentanan

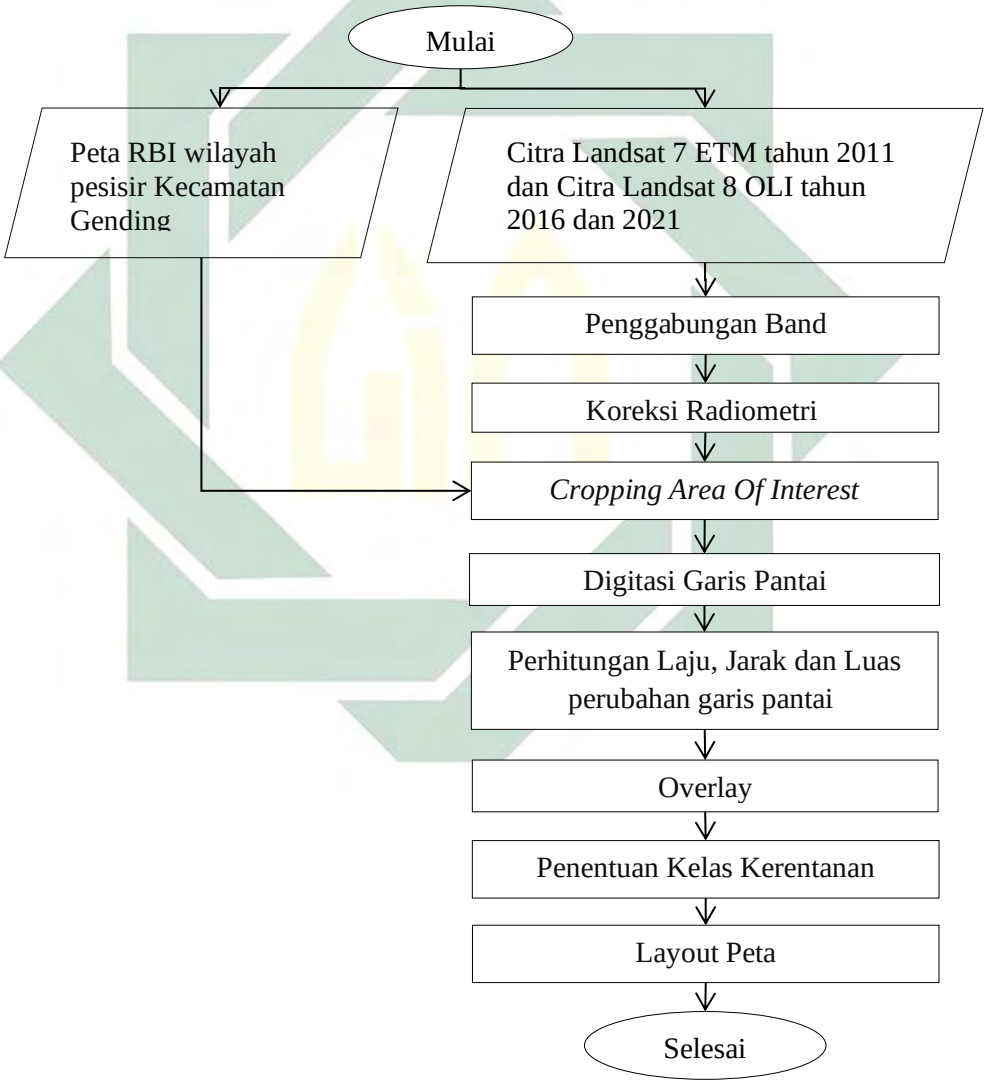
   Selanjutnya data kemiringan lereng Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan tingkat kerentanannya dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Data Perubahan Garis Pantai

Data perubahan garis pantai diolah dengan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Untuk mengetahui perubahan garis pantai di sebuah perairan yaitu dengan mendownload terlebih dulu citra satelit dari situs resmi USGS. Citra satelit yang didwonload merupakan Citra Landsat 7 ETM tahun 2011 dan Citra Landsat 8 OLI tahun 2016 dan 2021.

Berikut beberapa tahapan saat melakukan pemetaan perubahan garis pantai seperti yang terdapat pada Gambar 3.7 :



Gambar 3.7 Flowchart Pengolahan Data Perubahan Garis Pantai

(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Penggabungan Band

   Data Citra Landsat yang telah didownload kemudian diinput pada *Software* Er Mapper 7.1 dengan memasukkan band yang akan digunakan yaitu band 1 hingga band 8

2. Koreksi Radiometri

   Koreksi radiometri dilakukan untuk menghilangkan noise pada saat perekaman citra akibat gangguan atmosfer yang dapat membiaskan nilai pantulan yang diterima oleh sensor satelit. Pada koreksi radiometri, nilai pantulan akan disusun kembali sesuai dengan struktur pantulan yang sebenarnya menurut nilai panjang gelombang pada saat perekaman. Pengolahan koreksi radiometri dilakukan menggunakan *Software* Er Mapper 7.1

3. Komposit Band

   Komposit band yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *False Color Composite Red Green Blue* (FCC RGB) yang digunakan untuk penajaman citra satelit dengan memanfaatkan warna agar kualitas citra atau kontras mengalami peningkatan dengan menyatukan tiga warna primer (merah, hijau dan biru). Pada Citra Landsat 8 komposit band yang digunakan adalah 531, dan menggunakan komposit band 542 pada Citra Landsat 7. Penggunaan kanal ini dikarenakan kanal tersebut merupakan yang paling sesuai untuk digunakan sebagai deteksi perubahan garis pantai (Winarso et al., 2011 dalam Achmad et al., 2020)

4. *Cropping Area of Interest*

   Pemotongan citra sesuai dilakukan sebagai ukuran batas daerah daerah yang akan dianalisis dengan menggunakan peta Rupa Bumi Indonesia di wilayah pesisir Kecamatan Gending. Pemotongan citra dilakukan untuk mempermudah pengolahan data saat melakukan digitasi pada citra satelit

5. Digitasi Garis Pantai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Digitasi/Delineasi adalah teknik menarik garis pada suatu titik ke titik lainnya. Digitasi dilakukan dengan membuat garis mengikuti batas antara daratan dengan lautan menggunakan *polyline* pada masing-masing tahun 2011, 2016 dan 2021. Digitasi dilakukan secara manual (*on screen digitation*).

6. Perhitungan Laju dan Jarak Perubahan Garis Pantai

   Perhitungan laju, jarak serta luas dilakukan dengan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS)

7. Klasifikasi kelas kerentanan

   Data perubahan garis pantai Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan tingkat kerentanannya dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan.

e. Data Kenaikan Muka Air Laut

Data kenaikan muka air laut didapatkan dari website resmi Badan Informasi Geospasial berupa data pasang surut yang kemudian diolah dengan prosedur pengolahan data kenaikan muka air laut dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Pengolahan data menggunakan metode *Admiralty* di *Software* Microsoft Excel untuk mengetahui nilai MSL (*Mean Sea Level*). Selanjutnya hasil dari perhitungan nilai MSL harian kemudian di rata-rata untuk mendapatkan nilai MSL setiap bulan dan setiap tahun. Kemudian dilakukan analisa regresi linier sederhana pada nilai MSL setiap tahun untuk mendapatkan nilai kenaikan muka air laut. Data ditampilkan dalam grafik dan mencari laju kenaikan muka air laut pertahunnya dengan metode regresi linier sebagai berikut :

$$y = ax + b \quad \text{.....} (3.3)$$

Keterangan :

y = varabel tak bebas / nilai tren kenaikan muka air laut

x = variabel bebas / waktu pengamatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nilai tren kenaikan muka air laut yang didapatkan kemudian dicari tren per tahunnya dengan menggunakan persamaan menurut Cahyadi et al. (2016) dalam Iskandar et al. (2020) yaitu :

$$tren\ Per\ Tahun = \frac{y\ maksimal - y\ minimal}{bulan}\ x\ 12\ bulan \quad .....(3.\ 4)$$

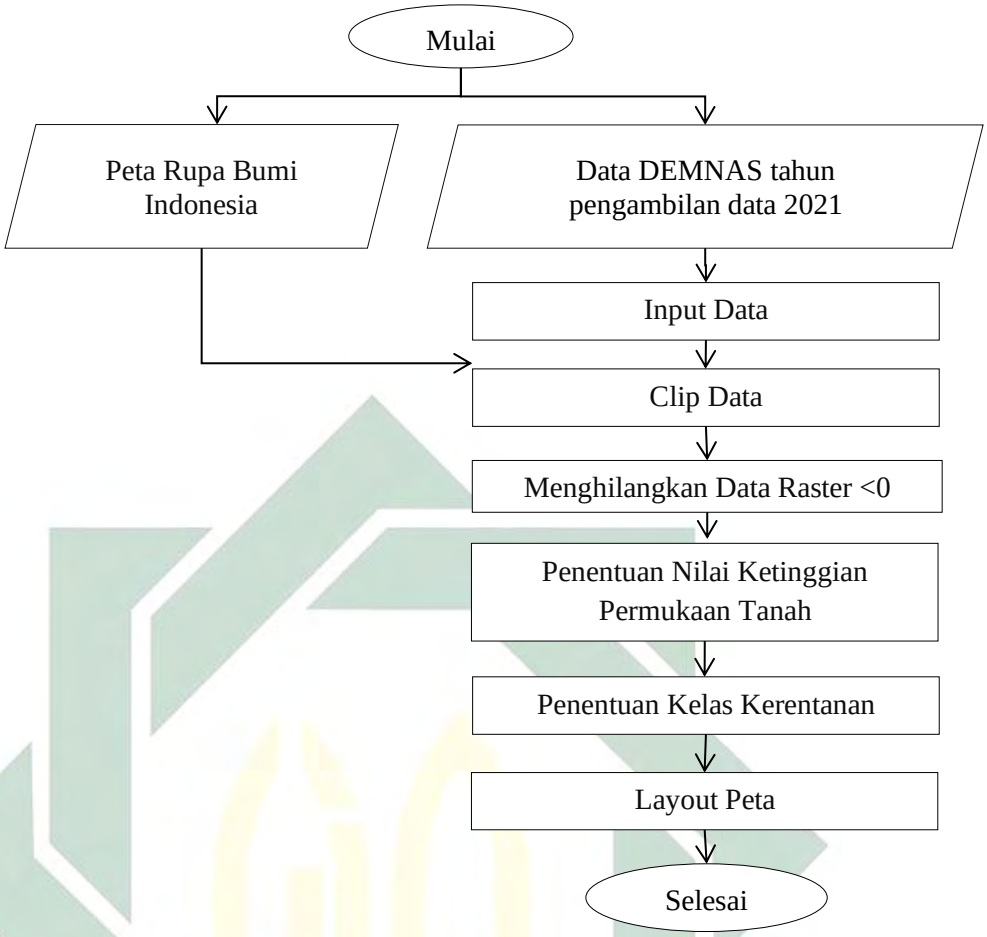
Hasil nilai dari tren kenaikan muka air laut per tahun kemudian kemudian diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan tingkat kerentanannya dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan.

Gambar 3.8 Flowchart Pengolahan Data Kenaikan Muka Air Laut
(Sumber : Olah Data, 2021)

f. Data Ketinggian Permukaan Tanah

Data ketinggian permukaan tanah merupakan data *Seamless Digital Elevation Model* yang didapatkan dari website resmi http://tides.big.go.id/DEMNAS/ yang kemudian diolah menggunakan *Software ArcGis 10.3.* Adapun prosedur pengolahan ditampilkan pada Gambar 3.9 :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.9 Flowchart Pengolahan Data Ketinggian Permukaan Tanah

(Sumber : Olah Data, 2021)

1. Input Data

   Data yang telah di download kemudian diinput pada *Software ArcGis 10.3*

2. Clip Data

   Memotong data DEMNAS sesuai dengan area masing-masing desa

3. Menghilangkan data yang di bawah nilai 0

   Data ketinggian permukaan tanah bernilai diatas 0 sehingga perlu dilakukan penghilangan data pada raster, agar raster yang ditampilkan hanya bernilai > 0

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Perhitungan Nilai Ketinggian Permukaan Tanah

   Data berupa raster kemudian dieksport kedalam bentuk tabel sehingga dapat diketahui nilai ketinggian pada masing-masing area

5. Penentuan Kelas Kerentanan

   Selanjutnya data ketinggian permukaan tanah Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan tingkat kerentanannya dari kelas tidak rentan hingga sangat rentan.

g. Data Geomorfologi

Pengolahan data geomorfologi diawali dengan mengunduh Citra Landsat 8 tahun 2021. Kemudian citra ini diolah dengan memperhatikan peta rupa bumi yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Pengolahan data geomorfologi menggunakan *Software* Er Mapper 7.1 dan *Software* ArcGis 10.3. Berikut beberapa tahapan saat melakukan pengolahan geomorfologi secara singkat dapat dilihat pada Gambar 3.10 :

1. Penggabungan Band

   Data Citra Landsat yang telah didownload kemudian diinput pada *software* Er Mapper dengan memasukkan band yang akan digunakan yaitu band 1 hingga band 8

2. Komposit Band

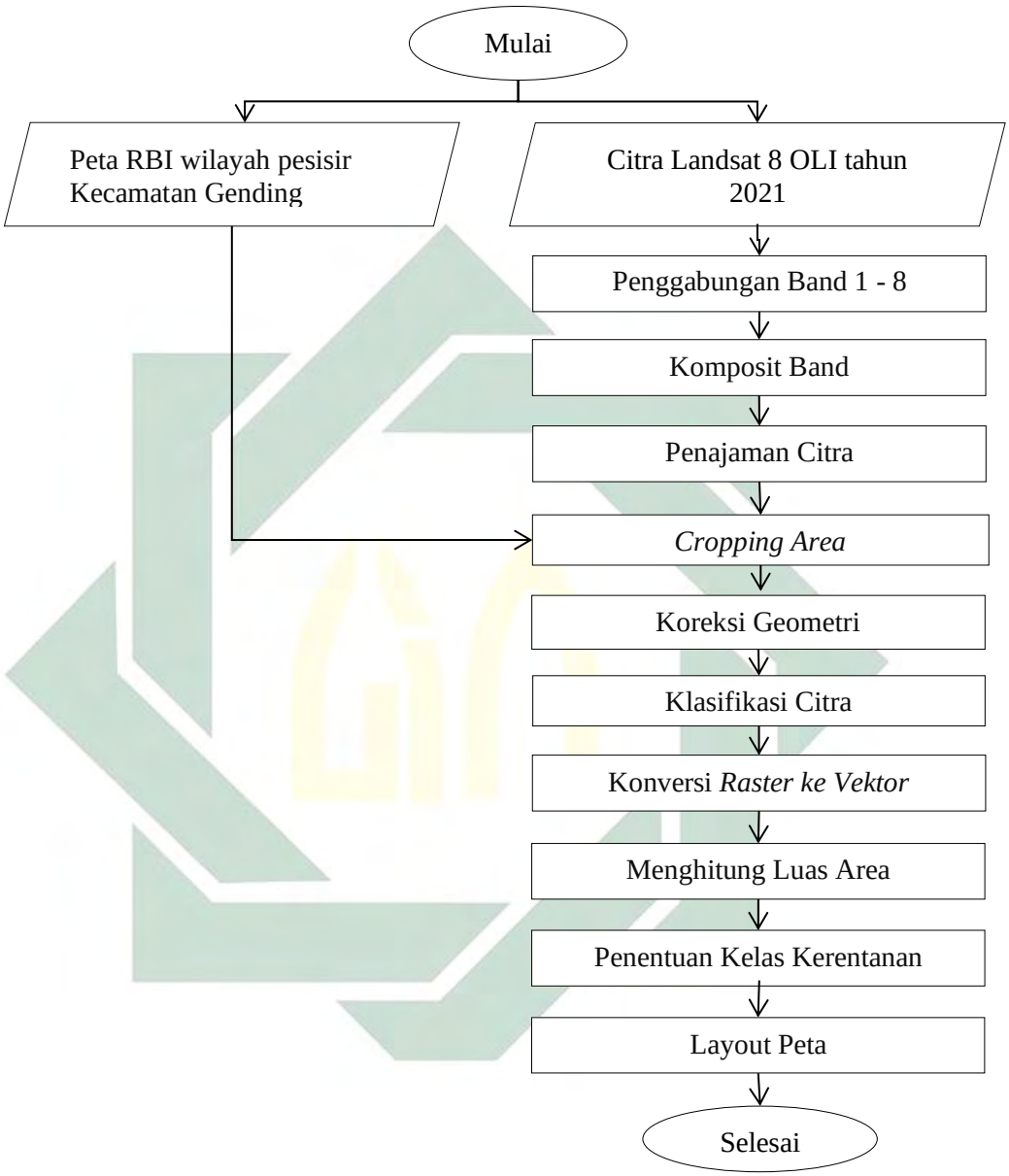
   Kombinasi band yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 652 karena kombinasi band ini sesuai untuk digunakan memantau tanaman pertanian (agrikultur) yang ditampilkan dengan warna hijau terang sebagai tampilan dari vegetasi yang masih hidup dan sehat, sedangkan pohon dewasa akan ditampilkan dengan warna hijau kusam, warna magenta menampilkan tanah kosong, warna ungu hingga merah muda menampilkan bangunan serta badan air akan ditampilkan dengan warna yang lebih gelap

3. Penajaman Citra

   Penajaman citra menggunakan teknik *image pansharpening* dari fusi data citra Pankromatik yang dapat mempertajam atau

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

meningkatkan ketelitian informasi yang didapatkan (Sitanggang, 2008).



Gambar 3.10 Flowchart Pengolahan Data Geomorfologi

(Sumber : Olah Data, 2021)

4. *Cropping Area*

Data kemudian dipotong sesuai dengan wilayah area penelitian agar pengolahan data terfokus hanya pada wilayah penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. Koreksi Geometri

Koreksi geometri menggunakan *Software* ArcGis 10.3 yang bertujuan untuk agar data citra memiliki koordinat yang sama dengan wilayah penelitian

6. Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra digunakan untuk menentukan kelas-kelas sesuai dengan warna yang ditampilkan pada citra. Klasifikasi menggunakan klasifikasi terbimbing yang didapatkan dari sample area yang mewakili suatu kelas tutupan lahan. Klasifikasi citra menggunakan teknik *maximum lilekihood classification* (MLC) yang merefleksikan peluang dari masing-masing pixel untuk dikategorikan sesuai dengan kelas tertentu (Gracia, 2020).

7. Konversi *Raster to Vector*

Data diubah menjadi dalam bentuk vektor agar mempermudah dalam perhitungan luas area masing-masing kelas guna lahan

8. Uji Akurasi

Uji akurasi digunakan untuk mengetahui keakuratan dari proses analisis dan interpretasi yang dilakukan. Perhitungan dilakukan dengan menentukan sampel-sampel yang kemudian dicatat koordinatnya dan dibandingkan dengan keaadan nyata di lapangan.

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{n}{N}\ x\ 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

n = Jumlah titik yang sesuai

N = Jumlah titik yang diambil

9. Penentuan Kelas Kerentanan

Selanjutnya data geomorfologi Kecamatan Gending diklasifikasikan menjadi lima kelas berdasarkan tingkat kerentanannya dari kelas tidak rentan hingga kelas sangat rentan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menguji masing-masing variabel yang telah ditentukan diawal apakah variabel tersebut telah membatasi arah penelitiannya. Adapun tahapan dalam analisis data untuk menentukan tingkat kerentanan wilayah pesisir yaitu :

a. Mengelompokkan data berdasarkan analisis yang ingin dilakukan berdasarkan kelas atau kategori kerentanannya
b. Mentransformasi data dalam bentuk numerik berupa ranking yang mewakili resistensi masing-masing kelompok. Variabel serta ketentuan pembobotan yang digunakan dalam analisis CVI terdiri dari 7 variabel berikut ini :

Tabel 3.3 Ketentuan Pembobotan masing-masing variabel CVI

No	Variabel	Bobot					Satuan
		Tidak rentan	Kurang rentan	Sedang	Rentan	Sangat Rentan	
		1	2	3	4	5	
1	Tunggang Pasang Surut Rata-rata (TR)	<0,5	0,5 – 1,9	>1,9 – 4	>4 – 6	>6	m
2	Tinggi Gelombang Signifikan (SWH)	<1,1	1,1 - 2	>2 – 2,25	>2,25 – 2,6	>2,6	m
3	Kemiringan Pantai	>2	1,3 – 1,9	0,9 – 1,3	0,6 – 0,9	<0,6	%
4	Perubahan Garis Pantai	>2,0	1,0–2,0	-1,0-1,0	-1,0 - -2,0	<-2,0	m/tahun
5	Kenaikan Muka Air Laut	<-1	-1 – 0,9	>0,9 – 2	>2 – 4	>4	mm/tahun
6	Geomorfologi (Tutupan Lahan)	Pantai bertebing tinggi, berbatu	Pantai bertebing rendah, berbatu	Pantai bertebing rendah, berbatu	Bangunan pantai, estuari, laguna dataran aluvial	Pantai berpasir, dan berkerikil, delta, mangrove, karang	-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7	Ketinggian Permukaan Tanah	>30	20 – 30	10 – 20	5 – 20	0 – 5	m

(Sumber : Gornitz (1991) ; Tejakusuma (2011) ; Kasim & Siregar (2012) ; Joesidawati (2017) ; Suhana et al. (2020))

c. Analisis tingkat kerentanan secara spasial dengan melakukan *overlay* semua variabel serta cakupan wilayah kajian sebagai pembatas

d. Perhitungan indeks kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dengan menggabungkan nilai masing-masing variabel untuk menghasilkan indikator kerentanan, perhitungan nilai kerentanan dengan menggunakan rumus CVI (*Coastal Vulnerability Index*) yang ditentukan dengan mengaitkan variabel risiko relatif untuk membuat indikator tunggal. Berikut ini merupakan rumus CVI (*Coastal Vulnerability Index*) menurut Pendletton *et al* (2010) dalam Kasim & Siregar (2012) :

$$CVI = \sqrt{\frac{a\,x\,b\,x\,c\,x\,d\,x\,e\,x\,f\,x\,g}{7}} \quad \text{.....} (3.6)$$

Keterangan :

CVI = nilai (skor) Indeks Kerentanan Pantai
a = ranking variabel pasang surut
b = ranking variabel tinggi gelombang
c = ranking variabel kemiringan pantai
d = ranking variabel perubahan garis pantai
e = ranking variabel kenaikan muka air laut
f = ranking variabel geomorfologi
g = ranking variabel ketinggian permukaan tanah

e. Penentuan kategori kerentanan dari nilai CVI yang dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu tidak rentan, kurang rentan, sedang, rentan dan sangat rentan mengacu pada penelitian USGS (*United States of Geological Survey*) yang dilakukan Hammar-Klose et al. (2003) dalam Suhana et al., (2020) yang dapat dilihat dalam Tabel 3.4 :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.4 Klasifikasi Kategori Kerentanan

Kelas	Kategori
0,38 - 4,28	Tidak Rentan
4,29 - 17,68	Kurang Rentan
17,69 - 48,38	Sedang
48,39 - 105,63	Rentan
105.64	Sangat Rentan

(Sumber : Suhana et al., 2020)

Nilai 0,38 didapatkan dari perhitungan CVI apabila semua parameter memiliki nilai bobot 1, nilai 4,28 didapatkan dari perhitungan CVI apabila semua parameter memiliki nilai bobot 2 dan seterusnya hingga nilai 105,64 didapatkan dari perhitungan CVI apabila semua parameter memiliki bobot 5. Pada kategori kurang rentan menunjukkan derajat kerusakan apabila terjadi ancaman ataupun tekanan sangat rendah. Kategori rentan menunjukkan derajat kerusakan apabila terjadi ancaman ataupun tekanan rendah. Kategori sedang menunjukkan derajat kerusakan apabila terjadi ancaman ataupun tekanan sedang. Kategori rentan menunjukkan derajat kerusakan apabila terjadi ancaman ataupun tekanan tinggi. Sedangkan kategori sangat rentan menunjukkan derajat kerusakan apabila terjadi ancaman ataupun tekanan sangat tinggi.

3.3.5. Validasi Data

Pada tahap ini dilakukan uji validasi data dari hasil survey lapangan yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara pada informan ataupun hasil pada saat melakukan *crosscheck* di lapangan.

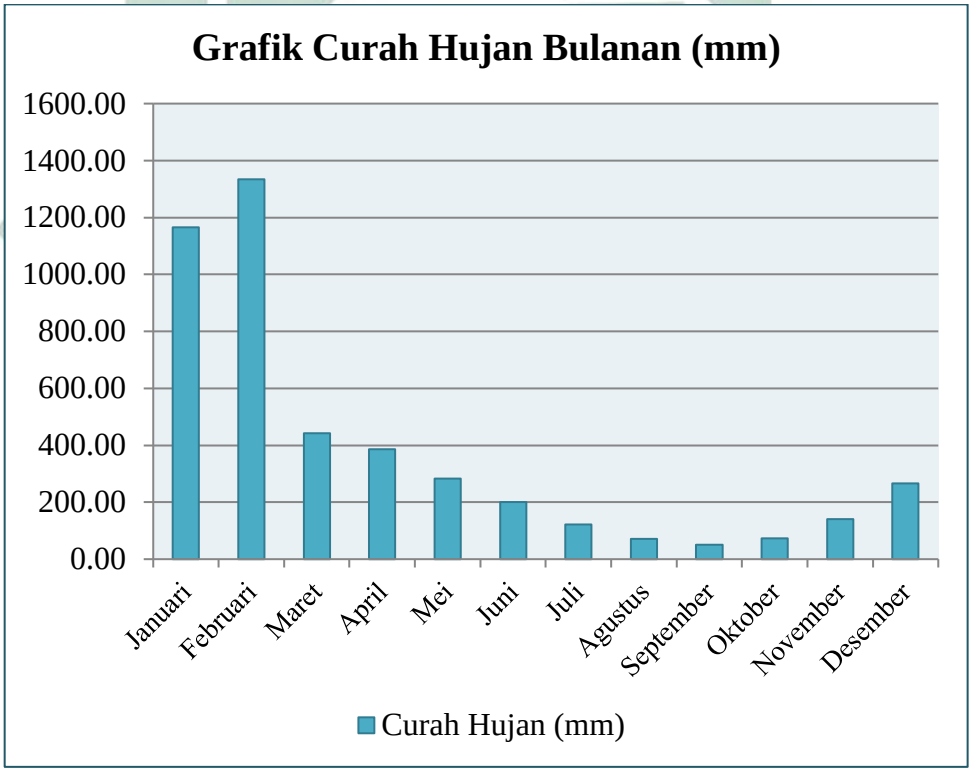
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Wilayah Pesisir Kecamatan Gending Akibat Perubahan Iklim

4.1.1. Pola Curah Hujan

Data Curah Hujan dengan periode pengamatan Januari 2011 hingga Maret 2021 di wilayah pesisir Pantai Gending menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi yaitu terjadi pada 2 Februari 2019 dengan nilai sebesar 71,08 mm, sedangkan curah hujan rata-rata tahunan adalah 5,17 mm. Hasil analisis curah hujan per bulan selama 10 tahun dari tahun 2011 hingga 2020 ditampilkan pada Gambar 4.1.

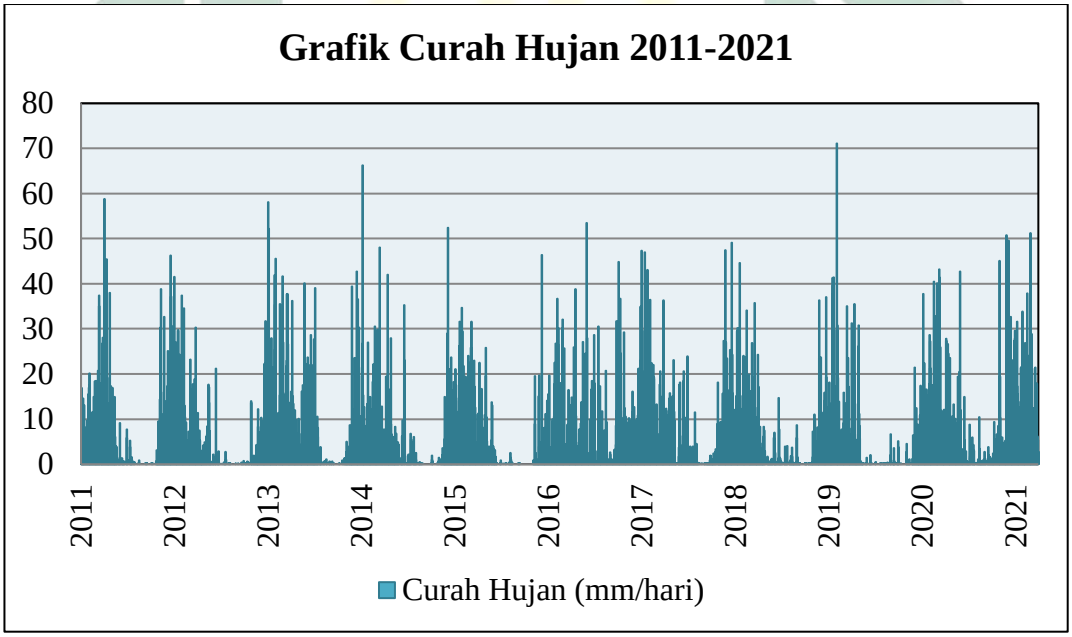


Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan Bulanan dalam satuan mm di wilayah pesisir Kecamatan Gending
(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Gending memiliki tipe curah hujan monsunal yang memiliki karakteristik adanya perbedaan yang jelas diantara periode musim hujan dan kemarau serta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tingginya musim hujan pada awal dan akhir tahun, hal ini diakibatkan oleh pengaruh dari monsun Asia yang bersifat lembap dan banyak mensuplai uap air di udara (R. Hidayat & Farihah, 2020). Analisis pembagian tipe iklim dari curah hujan didasarkan pada tipe iklim Oldeman dengan ketentuan yaitu bulan basah (curah hujan ≥ 200 mm), bulan lembab (curah hujan 100 – 200 mm) dan bulan kering (curah hujan ≤ 100 mm) (Ningsih, 2012). Sehingga grafik dalam Gambar 13 menunjukkan bahwa bulan basah terjadi pada bulan Desember – Juni, bulan lembab terjadi pada bulan Juli dan November, sementara bulan kering terjadi pada bulan Agustus – Oktober. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah bulan basah cenderung lebih banyak dibandingkan dengan bulan lembab dan bulan kering. Jumlah bulan dengan curah hujan ekstrim cenderung akan mengalami peningkatan dalam kurun waktu 50 tahun terakhir khususnya di wilayah pesisir pantai (Aldrian dan Djamil, 2006 dalam Surmaini et al., 2015). Adapun data curah hujan harian selama 2011-2021 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Harian dari Tahun 2011-2021

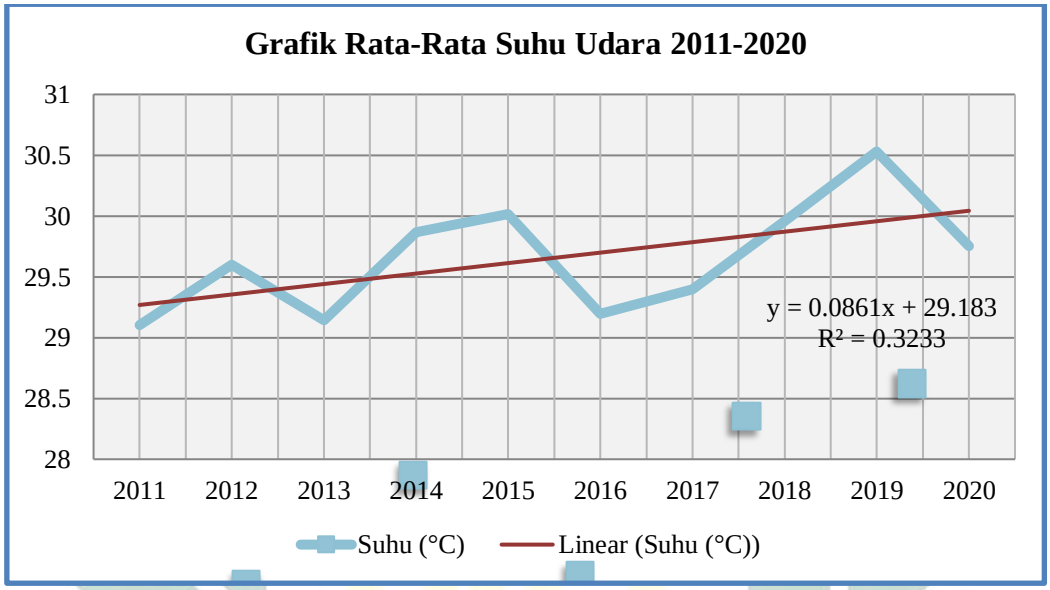
(Sumber : Olah Data, 2021)

4.1.2. Tren Suhu Udara

Suhu udara didefinisikan sebagai ukuran panas/dinginnya udara di suatu tempat pada waktu tertentu. Umumnya suhu udara lebih banyak dipengaruhi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

oleh seberapa banyak panas matahari yang diterima oleh bumi (Jesiani et al., 2019). Suhu udara rata-rata tahunan di wilayah pesisir Kecamatan Gending selama satu dekade adalah 29,64 °C. Suhu udara tertinggi selama satu dekade terjadi pada 02 Desember 2019 yaitu sebesar 36,02°C. Sedangkan suhu udara terendah terjadi pada 12 Februari 2015 yaitu sebesar 25,56°C.



Gambar 4. 3 Grafik Suhu Rata-Rata Per Tahun (2011-2020)

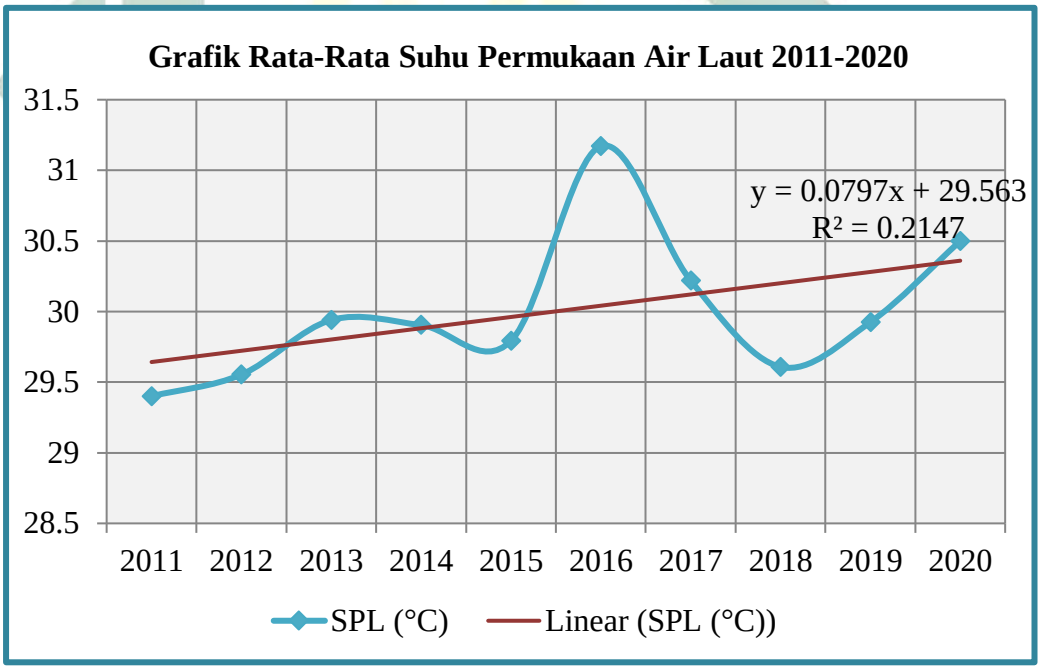
(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan Gambar 4.3 yang merupakan suhu rata-rata tahunan dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan suhu udara di Kecamatan Gending dalam kurun waktu 2011-2020 sebesar 1,02°C. Peningkatan suhu udara sering dijadikan sebagai salah satu indikator terjadinya perubahan iklim seperti pada penelitian Sugiarto (2019) yang mengatakan bahwa suhu berhubungan erat dengan pemanasan global, pemanasan global terjadi sering diikuti oleh peningkatan suhu udara karena panas yang terperangkap dari efek rumah kaca. Pada abad 20, suhu rata-rata bumi akan naik 0,4 – 0,8ºC. kenaikan suhu ini diprediksi akan terus berlangsung dan pada tahun 2100 suhu rata-rata global akan menjadi 1,4 – 5,8ºC lebih hangat. Peningkatan suhu merupakan efek dari adanya pemanasan global yang berdampak pada naiknya kemungkinan frekuensi dan intensitas fenomena cuaca ekstrim, seperti banjir badai dan kekeringan (Harmoni, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.3. Tren Suhu Permukaan Air Laut

Pemanasan global (*global warming*) merupakan dampak utama yang dapat dirasakan dari terjadinya perubahan iklim. Kurang lebih 80% suhu udara akhirnya akan diserap oleh laut. Peningkatan suhu air laut telah mencapai kedalaman 3.000 m sejak tahun 1961. Dampak dari adanya pemanasan global ini dapat menyebabkan air laut mengembang dan menjadi salah satu faktor meningkatnya permukaan air laut (Muhammad et al., 2009). Data suhu permukaan air laut didapatkan dari website *Ocean Color* dari tahun 2011 hingga Maret 2021. Suhu permukaan air laut tertinggi berada di bulan November 2016 dengan nilai sebesar 32,52°C. Sedangkan suhu permukaan air laut terendah berada di bulan Agustus 2012 dengan nilai sebesar 27,76°C. Berdasarkan Gambar 4.4 yang merupakan suhu permukaan laut rata-rata tahunan dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan suhu di Kecamatan Gending dalam kurun waktu 2011-2020 sebesar 0,95°.



Gambar 4. 4 Grafik Suhu Permukaan Air Laut Rata-Rata Per Tahun (2011-2020)

(Sumber : Olah Data, 2021)

Tingginya suhu permukaan air laut pada tahun 2016 diakibatkan karena sepanjang tahun 2016 terjadi fenomena *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) (Wisha et al., 2019). ENSO merupakan suatu peristiwa naiknya suhu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

permukaan air laut di Pasifik Tropik bagian timur dari keadaan normalnya. Fenomena ini mengakibatkan zona awan penghasil hujan bergeser dari wilayah barat ke wilayah Timur Pasifik Tropik (Sofan et al., 2014). Selain itu, fenomena ini juga dapat mengakibatkan pengalihan sirkulasi udara antara Samudera Hindia dan Pasifik khususnya pada pergantian dari musim basah ke musim kering dan sebaliknya yang mengakibatkan kenaikan muka air laut, perubahan pola curah hujan, suhu permukaan air laut, intensitas cuaca ekstrim dan ketersediaan air (Heryati et al., 2018 dalam Wisha et al., 2019). Selain itu juga dapat menyebabkan produktivitas lahan menurun, banjir, kekeringan, kebakaran hutan, munculnya daerah kritis baru serta terjangkitnya wabah penyakit (Suwedi, 2005 dalam Sugiarto, 2019).

4.1.4. Data Kejadian Bencana di Kecamatan Gending

Dampak yang diakibatkan oleh perubahan iklim di wilayah pesisir Kecamatan Gending berupa beberapa kejadian bencana yang terjadi pada tahun 2011 – 2021 seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Kejadian Bencana di Wilayah Pesisir Kecamatan Gending

Tahun	Bulan	Tanggal	Jenis Bencana	Lokasi
2016	Februari	29	Banjir	Blok Pasar I dan Blok Pasar II Desa Klaseman
	Mei	27	Banjir	Pesisir Gending
	September	22	Karhutla	Dusun Bentar Desa Curah Sawo Blok watu kenong Kec. Gending (petak 22)
	November	30	Angin Kencang	Dusun Krajan Desa Gending
	Desember	13	Banjir	Dusun Buyut RT.12 RW.O4 Desa Gending
2017	Januari	26	Angin Kencang	Dusun Buyut RT. 11 RW.04 Desa Gending
	Januari	27	Angin Kencang	Desa Gending
	Februari	7	Angin Kencang	Gending : Pajurangan
	Februari	12	Angin Kencang	Desa Curahsawo
	Maret	10	Angin Kencang	Desa Pajurangan
	Maret	13	Angin Kencang	Gending
	September	7	Karhutla	Desa Curahsawo
2018	Januari	7	Angin Kencang	Depan Kantor Cabang Dinas Pendidikan Kecamatan Gending
2018 2019	Maret	17	Angin Kencang	Dusun Tareta RT 03 / RW 02 Desa Pesisir

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tahun	Bulan	Tanggal	Jenis Bencana	Lokasi
	Juli	15	Karhutla	Desa Curahsawo
	Oktober	18	Angin Kencang	Jalan Raya Gending Desa Pajurangan
	Januari	18	Pohon Tumbang	Sepanjang jalan tol Gending - Paiton (Brumbunga Lor dan Gending)
	Januari	22	Angin Kencang	Desa Pesisir
2020	Februari	22	Banjir	Desa Pajurangan, Desa Gending
	Februari	22	Angin Kencang	Desa Pajurangan
	Februari	26	Banjir	Desa Pajurangan
	Mei	28	Banjir	Desa Pajurangan dan Desa Klaseman
	Juli	6	Karhutla	KRPH Klenang (Bukit Bintang)
	September	22	Banjir	Desa Gending
2021	Februari	1	Tanah Longsor	Desa Curahsawo
	Februari	26	Banjir	Desa Pajurangan

(Sumber : BPBD Kabupaten Probolinggo, 2020)

Berdasarkan data Tabel 4.1 hanya ditampilkan kejadian bencana dari mulai tahun 2016 dikarenakan pencatatan data secara rinci dari BPBD Kabupaten Probolinggo dimulai pada tahun 2016. Dari data kejadian bencana dapat diketahui bahwa bencana yang paling sering terjadi yaitu angin kencang dengan total 11 kejadian dan banjir dengan total 8 kejadian, sedangkan bencana lainnya adalah kebakaran hutan dan tanah longsor. Berdasarkan hasil wawancara, banjir yang terjadi dapat disebabkan oleh tingginya air pasang atau meningkatnya curah hujan sehingga dapat menimbulkan luapnya air sungai. Banjir umumnya menggenangi tambak-tambak masyarakat yang berada pesisir pantai. Pada banyak tempat di dunia, intensitas dan frekuensi bencana cenderung mengalami peningkatan (Sivakumar, 2005 dalam Surmaini et al., 2015). Sebesar 70% dari total bencana didominasi oleh banjir dan badai, serta 30% lainnya diakibatkan oleh kekeringan, tanah longsor, kebakaran hutan, gelombang panas dan lainnya. Berdasarkan laporan IPCC tertulis bahwa salah satu yang berperan terhadap pemanasan global sejak pertengahan abad ke-20 adalah tingginya aktivitas manusia (Surmaini et al., 2015).

Angin kencang yang terjadi di Kecamatan Gending sering mengakibatkan adanya pohon tumbang dan merusak beberapa rumah warga. Fenomena angin yang terdapat di Kecamatan Gending sering disebut dengan angin gending. Angin gending merupakan angin *Fohn* yang berhembus di Kecamatan Gending. Sedangkan angin *Fohn* adalah angin yang berhembus di bagian belakang atau bagian bawah angin gunung atau pegunungan yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

memiliki sifat kering, panas dan kencang (Rachmawati et al., 2007). Angin ini terdapat pada musim kemarau yang berhembus dari timur tenggara dan memiliki kecepatan yang tinggi sehingga dapat merusak bangunan dan mengakibatkan pohon tumbang, selain itu juga dapat merusak tanaman pertanian.

4.2. Parameter Kerentanan Pesisir

4.2.1. Tunggang Pasang Surut Rata-Rata

Pasang surut di perairan Probolinggo memiliki fungsi penting dalam pembentukan pola sirkulasi air laut maupun pola persebaran material tersuspensi. Pasang surut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik benda-benda langit, khususnya matahari, bumi dan bulan. Pasang surut berkaitan dengan proses fisik seperti penghempasan air laut ke pantai yang disebabkan gelombang dan pembilasan massa air di muara, laguna dan teluk. Selain itu, pasang surut juga berpengaruh terhadap aktivitas biologis misalnya zonasi tanaman dan aktivitas makan burung, ikan dan organisme laut lainnya (Kusmanto et al., 2016). Data pengolahan pasang surut selama 10 tahun dari Badan Informasi Geospasial. Grafik pasang surut dari nilai tertinggi selama periode 10 tahun yang berada di bulan Desember 2012 dengan nilai MSL 2,58 m dapat ditampilkan pada Gambar 4.5 dan konstanta harmonik hasil perhitungan dengan metode *admiralty* terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Konstanta Harmonik Pasang surut

Tahun	**Komponen Pasang Surut (Rata-rata) Cm**						
	M2	**S2**	**N2**	**K2**	**K1**	**O1**	**P1**
2011	43,55	19,08	9,80	4,39	40,22	24,24	13,27
2012	43,70	26,43	10,83	6,08	40,23	24,64	13,28
2013	43,89	26,59	10,54	6,11	40,22	24,14	13,27
2014	43,82	18,41	10,03	4,23	42,67	24,38	14,08
2015	43,61	18,80	9,74	4,32	40,91	24,26	13,50
2016	44,17	26,47	10,57	6,09	40,10	24,13	13,23
2017	43,14	18,96	10,51	4,36	40,66	24,51	13,42

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tahun	Komponen Pasang Surut (Rata-rata) Cm						
	M2	**S2**	**N2**	**K2**	**K1**	**O1**	**P1**
2018	43,82	18,13	10,38	4,17	43,38	24,35	14,31
2019	44,06	19,01	9,48	4,37	38,88	23,08	12,83
2020	43,71	19,21	10,53	4,42	40,24	24,85	13,28
Rata-Rata	**43,75**	**21,11**	**10,24**	**4,85**	**40,75**	**24,26**	**13,45**
Maximum	**44,17**	**26,59**	**10,83**	**6,11**	**43,38**	**24,85**	**14,31**
Minimum	**43,14**	**18,13**	**9,48**	**4,17**	**38,88**	**23,08**	**12,83**

(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan data konstanta harmonik menunjukkan bahwa komponen M_2 (komponen utama bulan) dan K_1 (komponen matahari-bulan) adalah komponen utama dengan amplitudo terbesar (Budiman & Supriadi, 2019). Hal ini menggambarkan bahwa ketinggian muka air di wilayah pesisir Kecamatan Gending sangat dipengaruhi oleh posisi kedudukan matahari dan bulan. Sehingga memungkinkan terjadinya genangan air karena topografi yang rendah serta elevasi yang landai dan lebih rendah dibandingkan nilai MHHWS/ Rata-rata muka air tinggi tertinggi saat pasang purnama yang bernilai sebesar 2,85 m.

Dari data konstanta harmonik dapat dihitung nilai penting yang ditampilkan pada Tabel 4.3. Pasang surut yang terjadi di pesisir wilayah Kecamatan Gending memiliki tipe pasang surut tipe campuran condong harian ganda. Tipe pasang surut ditentukan berdasarkan nilai Formzahl dari komponen pasang surut yang terdapat pada Tabel 4.3. berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai Formzahl rata-rata selama 10 tahun adalah 1,30 m yang menunjukkan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua dengan bentuk condong semi diurnal. Hal ini sesuai dengan penelitian Kusmanto et al. (2016) yang menyatakan bahwa perairan Probolinggo diklasifikasikan sebagai pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

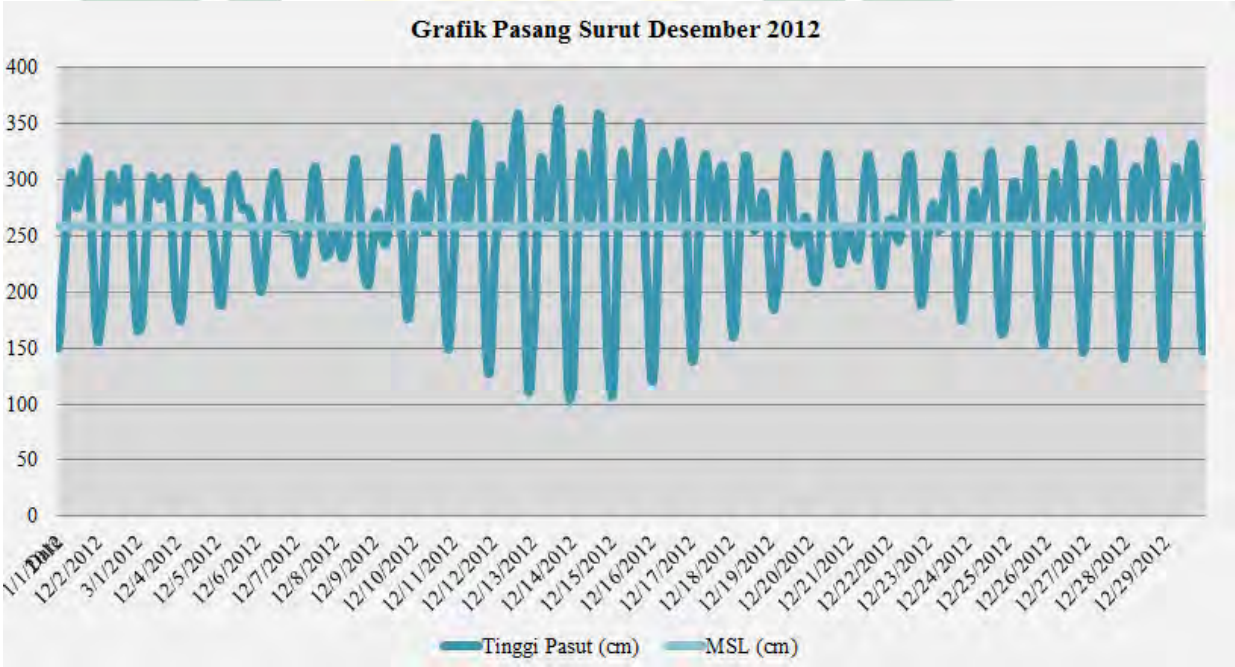
Tabel 4.3 Nilai Penting Pasang Surut

Nilai	S_0	Z_0	LAT	MHHWS	MLHWN	MLLWN	MLLWS	TR	F
Cm	219,6	89,7	89,7	284,6	236,1	203,1	154,6	81,5	129,9
M	2,20	0,90	0,90	2,85	2,36	2,03	1,55	0,82	1,30

(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan perhitungan tunggang pasang surut rata-rata didapatkan nilai sebesar 0,82 m. Tunggang pasang surut rata-rata merupakan jarak vertikal tertinggi antara gelombang tertinggi hingga terendah dalam satu siklus periode tertentu. Nilai tunggang pasang surut berhubungan dengan genangan air yang berkelanjutan, selain itu besarnya nilai tunggang pasang surut juga berbanding lurus dengan kuatnya arus air yang dapat mengakibatkan transportasi sedimen dan erosi (Prathanazal et al., 2021).

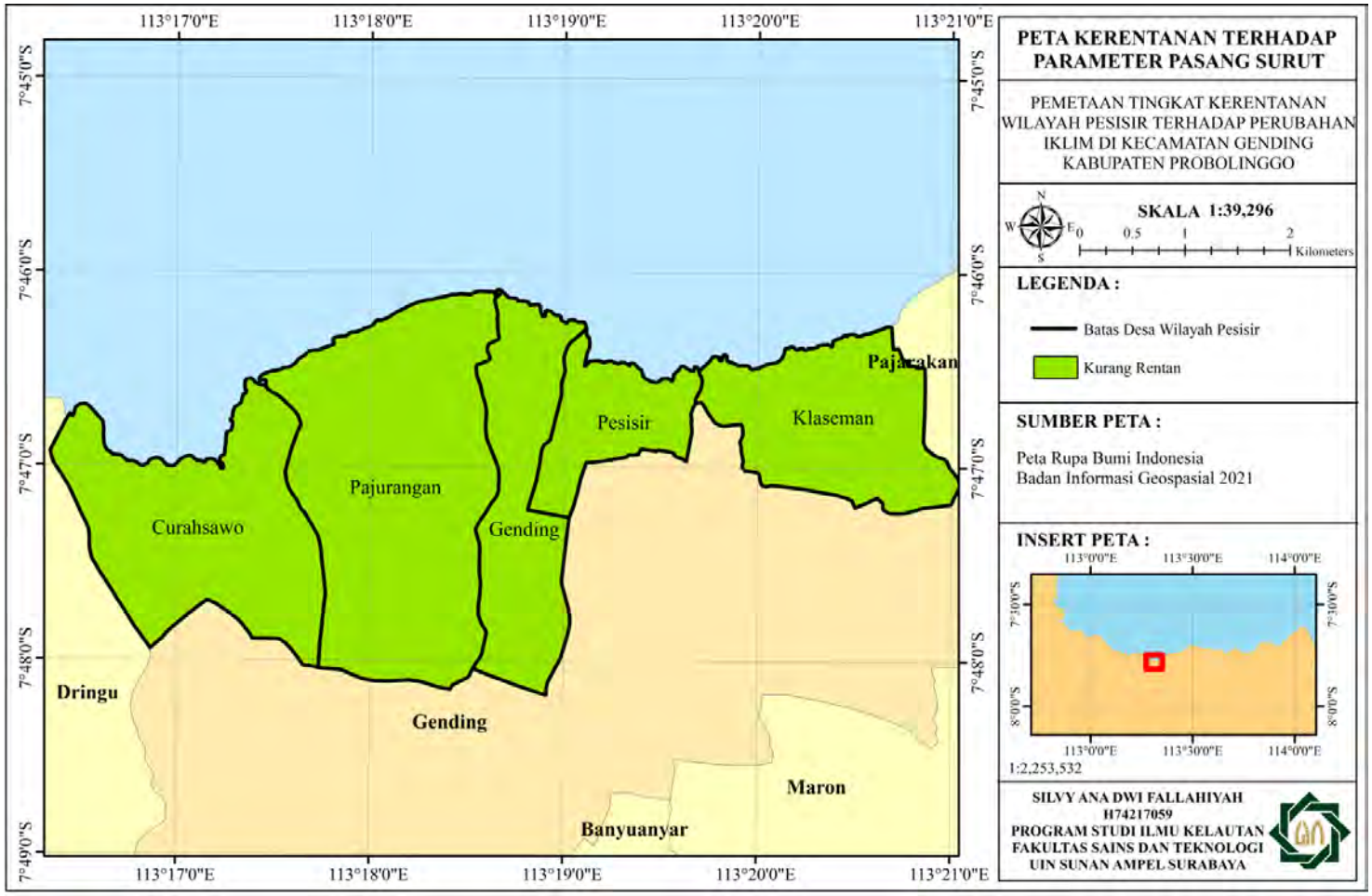
Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter pasang surut di Kecamatan Gending merujuk pada besarnya nilai tunggang pasang surut pada Tabel 4.3. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending tergolong dalam kategori kurang rentan sesuai dengan Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Grafik Saat Pasang dan Surut Tertinggi

(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.6 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Pasang Surut
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2. Tinggi Gelombang Signifikan

Tinggi gelombang signifikan merupakan salah satu parameter kajian kerentanan pesisir karena berhubungan dengan bahaya penggenangan di wilayah pesisir Maulana dan Hartanto (2010) dalam (Budiman & Supriadi, 2019). Gelombang signifikan merupakan tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang mewakili suatu deretan gelombang. Nilai tinggi gelombang signifikan diurutkan dari nilai tertinggi sampai nilai terendah atau sebaliknya. Data tinggi gelombang didapatkan dari website resmi *European Centre For Medium- Range Weather Forecast* (ECMWF). Tinggi gelombang signifikan di perairan Kecamatan Gending dari hasil rata-rata perhitungan selama tahun 2011 – 2020 yang didapatkan dari ECMWF memiliki rentang nilai antara 0,09 – 0,2 m, serta rata-rata tinggi gelombang signifikan pada setiap desa di wilayah pesisir Kecamatan Gending dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Tinggi Gelombang Rata-rata

Desa	**Tinggi Gelombang (m)**
Curahsawo	0,12
Pajurangan	0,15
Gending	0,13
Pesisir	0,14
Klaseman	0,11

(Sumber : Olah Data, 2021)

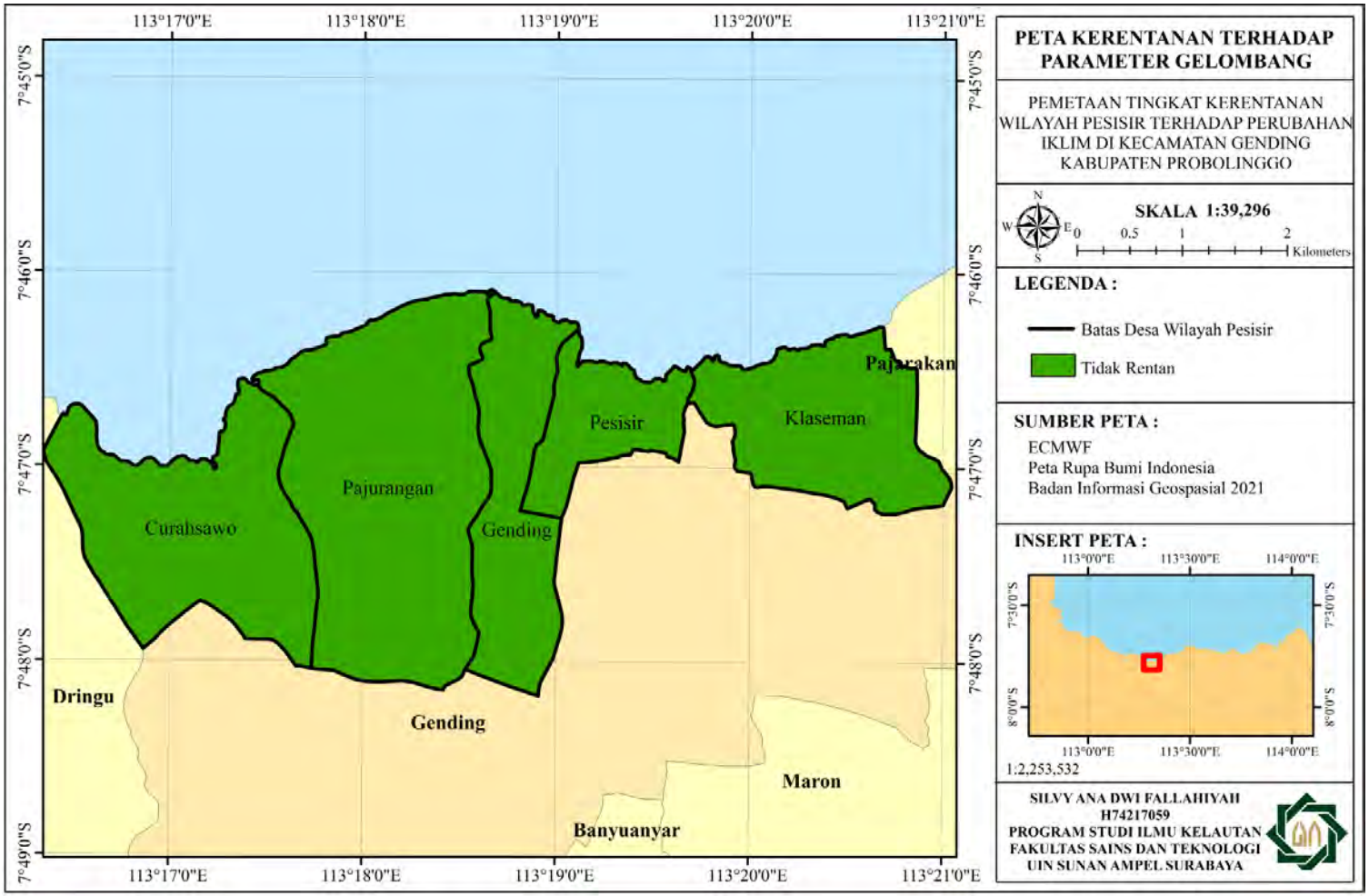
Kecilnya nilai tinggi gelombang di perairan Kecamatan Gending diakibatkan karena pesisir Gending terletak di Selat Madura. Selat Madura tergolong dalam perairan yang dangkal dan semi tertutup, ombak yang relatif tenang serta pola aliran air dari barat ke timur dan sebaliknya. Karakteristik gelombang di Selat Madura memiliki pola harian yang cenderung stabil serta perubahan tinggi gelombang yang sangat kecil (Siswanto *et al.*, 2014 dalam Purwanto, 2019). Gelombang dapat terperangkap apabila terdapat di sekitar teluk atau pulau. Salah satu karakteristik dari tipe gelombang yang terperangkap adalah memiliki frekuensi gelombang dengan sifat tertentu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sesuai dengan mode osilasi bebas. Jenis mode inilah yang dapat mengakibatkan resonansi gelombang pada mode (Kusmanto et al., 2016).

Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter tinggi gelombang di Kecamatan Gending merujuk pada tinggi gelombang signifikan pada Tabel 4.4. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending tergolong dalam kategori tidak rentan sesuai dengan Gambar 4.7.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.7 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Tinggi Gelombang
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.3. Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai adalah ukuran kecuraman kawasan intertidal diantara garis pasang tertinggi dan surut terendah. Kemiringan pantai menggambarkan kepekaan lingkungan pesisir karena adanya efek pemecahan gelombang dan pemantulan yang mempercepat proses pembersihan alami. Kemiringan pantai biasanya dinyatakan dalam satuan derajat atau persen. Nilai kemiringan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Gending bervariasi dari 0,37 % hingga 1,06 % yang dapat dikategorikan sebagai pantai yang landai/hampir datar berdasarkan Tabel 4.5. Kemiringan yang landai dapat memberikan potensi tumbuhnya beberapa spesies mangrove serta pemaanfaatan budidaya tambak di wilayah pesisir.

Tabel 4.5 Nilai Kemiringan Pantai Rata-Rata

Desa	**Kemiringan Pantai (Rata-Rata) %**
Curahsawo	0,92
Pajurangan	1,03
Gending	1,06
Pesisir	0,37
Klaseman	0,43

(Sumber : Olah Data, 2021)

Sepanjang garis pantai hingga ke laut memiliki jarak kontur perairan yang teratur dan semakin ke tengah laut jarak interval semakin lebar. Kemiringan pantai di Kecamatan Gending dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti adanya sedimentasi dari sungai ataupun dari laut. Sungai yang bermuara di wilayah pesisir Kecamatan Gending yaitu Kali Bujel, *Afvour* Glintongan, Sungai Banyubiru, dan Sungai Klaseman. Sungai-sungai tersebut dapat membawa material tersuspensi yang bersumber dari erosi tanah yang disebabkan air hujan ataupun material yang berupa bahan yang membentuk padatan tersuspensi sehingga mengalir melalui aliran sungai menuju wilayah pesisir dan selanjutnya akan tersebar mengikuti pola sirkulasi dan mengendap sehingga membentuk sedimentasi (Kusmanto et al., 2016). Kontur pantai yang berada di Pantai Bentar Desa Curahwaso terlihat lebih rapat karena adanya area

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

wisata di pesisir seperti yang terlihat pada Gambar 4.8. Selain itu pembukaan area lahan tambak di pesisir dapat menyebabkan sedimentasi perairan bertambah sehingga berpengaruh kepada kedalaman perairan.

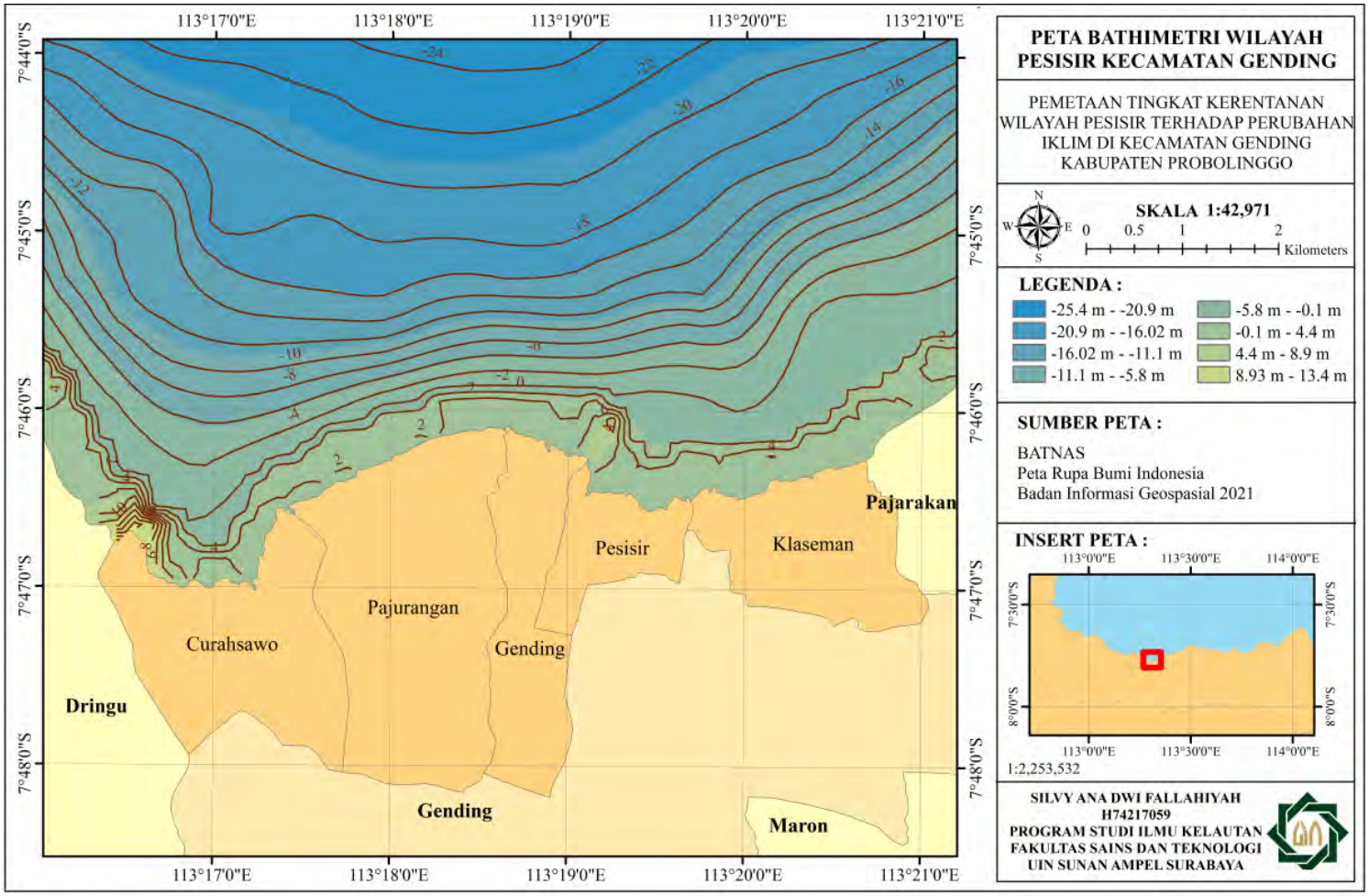
(a) (b)

Gambar 4.8 (a) Bangunan Jembatan di Wisata Pantai Bentar (b) Hutan Mangrove di Pantai Bentar

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

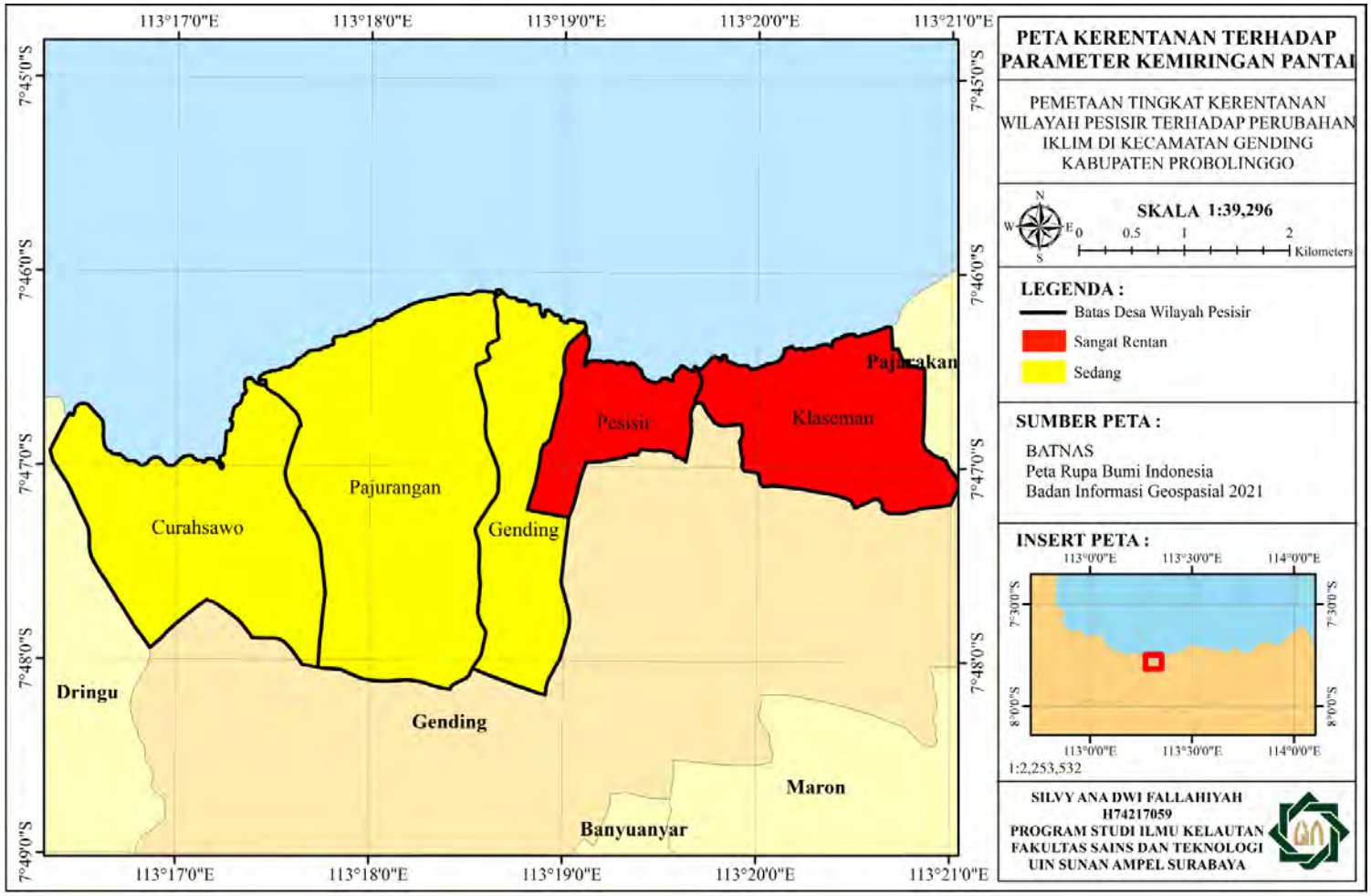
Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter kemiringan pantai di Kecamatan Gending merujuk pada nilai kemiringan pantai pada Tabel 4.5. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending tergolong dalam kategori sedang dan sangat rentan sesuai dengan Gambar 4.10. Hal ini sesuai dengan kedalaman pantai dan kemiringannya yang landai yang secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.9, nilai kedalaman pantai di pesisir Kecamatan Gending memiliki nilai maksimal 24 m. Pada penelitian Kusmanto et al. (2016) menyatakan bahwa Perairan Probolinggo terletak di Selat Madura bagian selatan yang digunakan sebagai jalur utara yang dapat menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali. Apabila dikaji berdasaarkan jenis topografi dasar perairannya, kedalaman maksimum perairan ini mencapai 26 m.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.9 Peta Bathimetri Perairan Kecamatan Gending
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.10 Peta Keretanan Terhadap Parameter Kemiringan Pantai
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.4. Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai dapat berdampak pada kondisi kawasan pesisir. Perubahan garis pantai dapat disebabkan oleh faktor alam yang dapat membentuk adanya garis pantai yang baru serta adanya aktivitas manusia di sekitar kawasan pesisir. Deteksi perubahan garis pantai pada wilayah pesisir Kecamatan Gending dapat dilakukan dengan analisis tumpang susun (*overlay*) citra hasil digitasi yang sebelumnya telah diolah menggunakan *software* ArcGis pada masing-masing tahun yaitu 2011, 2016 dan 2021 yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13. Hasil perhitungan laju dan jarak rata-rata perubahan garis pantai ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Laju dan Jarak Rata-Rata

Desa	Jarak (Rata-Rata) m	Laju Perubahan (Rata-Rata) m/tahun
Curahsawo	-10,49	-1,10
Pajurangan	-25,18	-2,64
Gending	-58,38	-6,13
Pesisir	-3,82	-0,40
Klaseman	-10,10	-1,06

(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan hasil overlay dapat diketahui bahwa kelima desa mengalami perubahan garis pantai yang didominasi oleh proses abrasi. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan jarak rata-rata dan laju perubahan yang bernilai negatif. Laju perubahan tertinggi terjadi di Desa Gending dengan laju rata-rata -6,13 m/tahun dan laju perubahan terendah berada di Desa Pesisir dengan laju rata-rata -0,40 m/tahun. Panjang garis pantai 2011, 2016, dan 2021 secara berturut-turut adalah 10.368,71 m, 11.322,61 m dan 11.343,82 m.

Tabel 4.7 Nilai Akresi dan Abrasi Masing-Masing Desa

Desa	Akresi			Abrasi		
	Jarak (m)	Laju (m/tahun)	Luas Akresi (m^2)	Jarak (m)	Laju (m/tahun)	Luas Abrasi (m^2)
Curahsawo	6,34	0,67	2.545,09	-13,84	-1,45	31.687,67
Pajurangan	42,27	4,44	1.527,68	-13,84	-1,45	62.916,89

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Desa	Akresi			Abrasi		
	Jarak (m)	Laju (m/tahun)	Luas Akresi (m^2)	Jarak (m)	Laju (m/tahun)	Luas Abrasi (m^2)
Gending	-	-	-	-58,38	-6,13	44.538,87
Pesisir	5,58	0,59	3.419,27	-12,94	-1,36	13.037,88
Klaseman	8,41	0,88	13.037,88	-19,40	-2,04	25.918,07

(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa Desa Gending tidak memiliki laju akresi (penambahan daratan) dan memiliki laju abrasi tertinggi dengan jarak -116,59 m dan luas pengurangan daratan sekitar 44.538,87 m^2 dalam kurun waktu 10 tahun. Sedangkan laju akresi tertinggi terdapat di Desa Pajurangan dengan jarak tertinggi 42,27 m dan luas penambahan daratan sebesar 1.527,68 m^2. Tingginya abrasi di Desa Gending kemungkinan disebabkan minimnya perlindungan pantai, Desa Gending juga memiliki luas mangrove terkecil dibandingkan desa lainnya. Sedangkan di Desa Pesisir terdapat bangunan berupa susunan batu di daerah pesisir yang berbatasan langsung dengan laut seperti yang terlihat pada Gambar 4.11.

(a)

(b)

Gambar 4.11 (a) Wilayah Pesisir Desa Gending dan (b) Wilayah Pesisir di Desa Pesisir

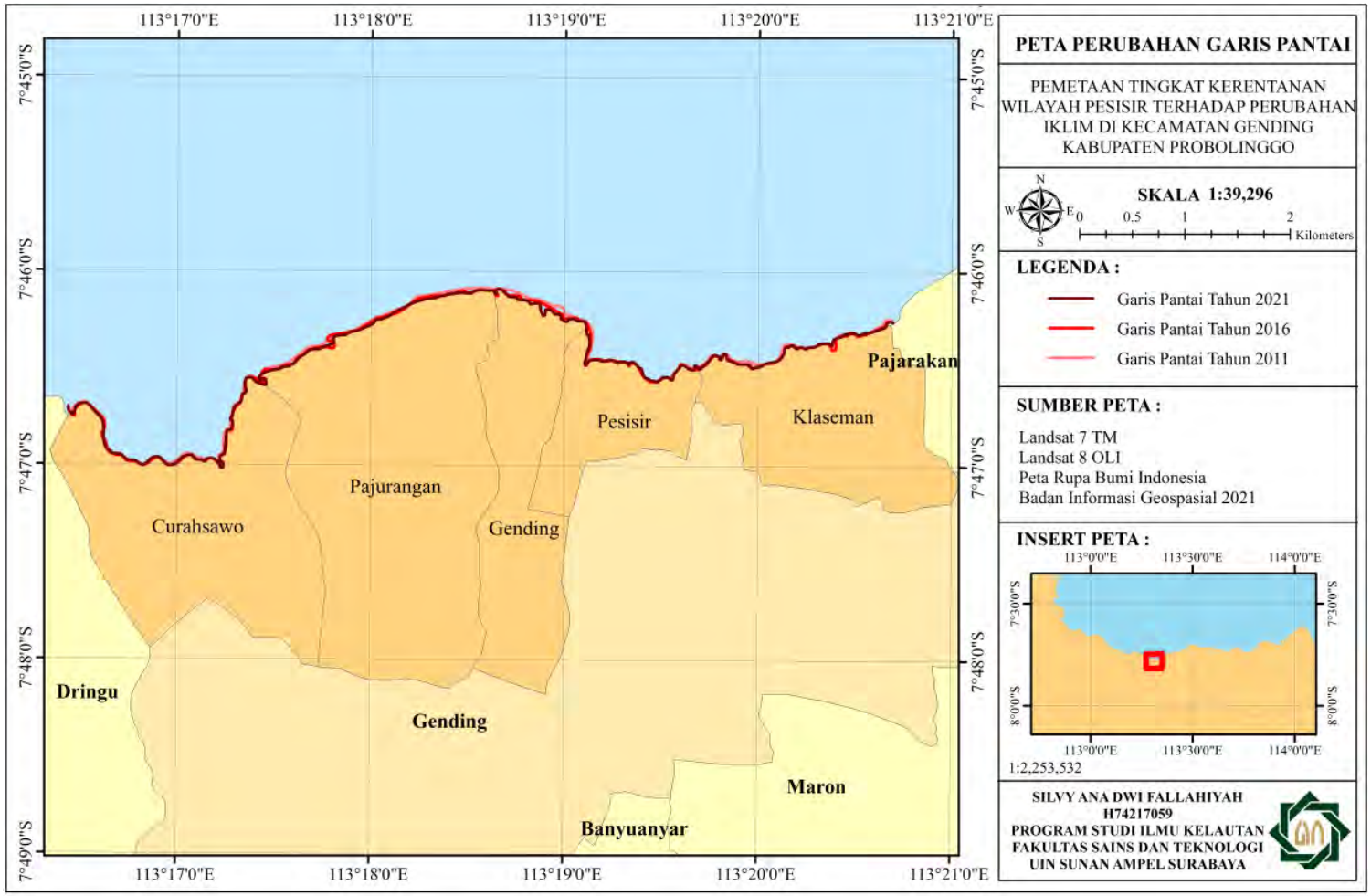
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Proses akresi yang terjadi dapat disebabkan oleh adanya proses *fluvial* karena pemanfaatan lahan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar sebagai lahan persawahan dan pemanfaatan sebagai lahan pertambakan pada daratan yang terbentuk dari proses marin (Suyarso, 2016). Sebaliknya proses abrasi dapat disebabkan oleh meningkatnya aktivitas pembangunan infastruktur di sekitar pesisir yang menyerap pasir sebagai material utama.

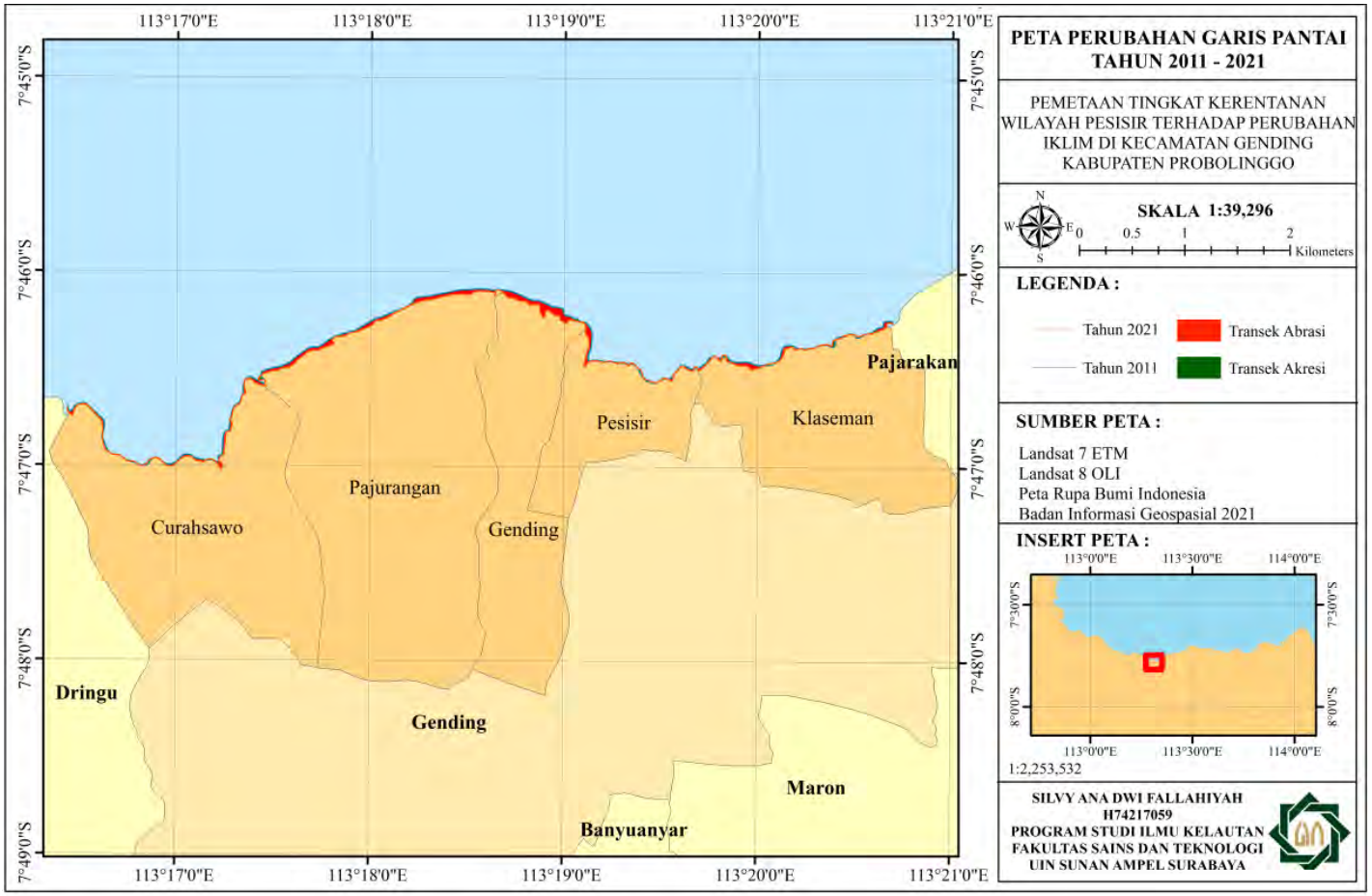
Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter perubahan garis pantai di Kecamatan Gending merujuk pada besarnya nilai laju perubahan garis pantai pada Tabel 4.6. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori yang bervariasi dari kelas sedang hingga sangat rentan seperti pada Gambar 4.14. Sebagai daerah transisi, wilayah pesisir mempunyai perubahan fisik yang cepat karena disebabkan adanya proses *fluvial, marin* dan *eolion* yang saling berkaitan (Suryoputro, 2007 dalam Hastuti, 2012). Desa Pesisir memiliki nilai yang stabil dan memiliki laju abrasi terkecil diantara kelima desa lainnya karena pada wilayah pesisirnya terdapat bangunan pantai dari tumpukan batu seperti pada Gambar 4.11. Sedangkan Desa Pajurangan dan Desa Gending termasuk kategori sangat rentan karena memiliki nilai laju abrasi tertinggi. Pengurangan area pantai (abrasi) dapat disebabkan oleh gelombang dan arus. Abrasi akan terjadi pada wilayah yang berada tepat pada daerah pantai yang menghadap langsung dengan arah datangnya arus dan gelombang daripada dengan pantai yang sejajar dengan datangnya gelombang (Hermanto, 1986 dalam Hastuti, 2012).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



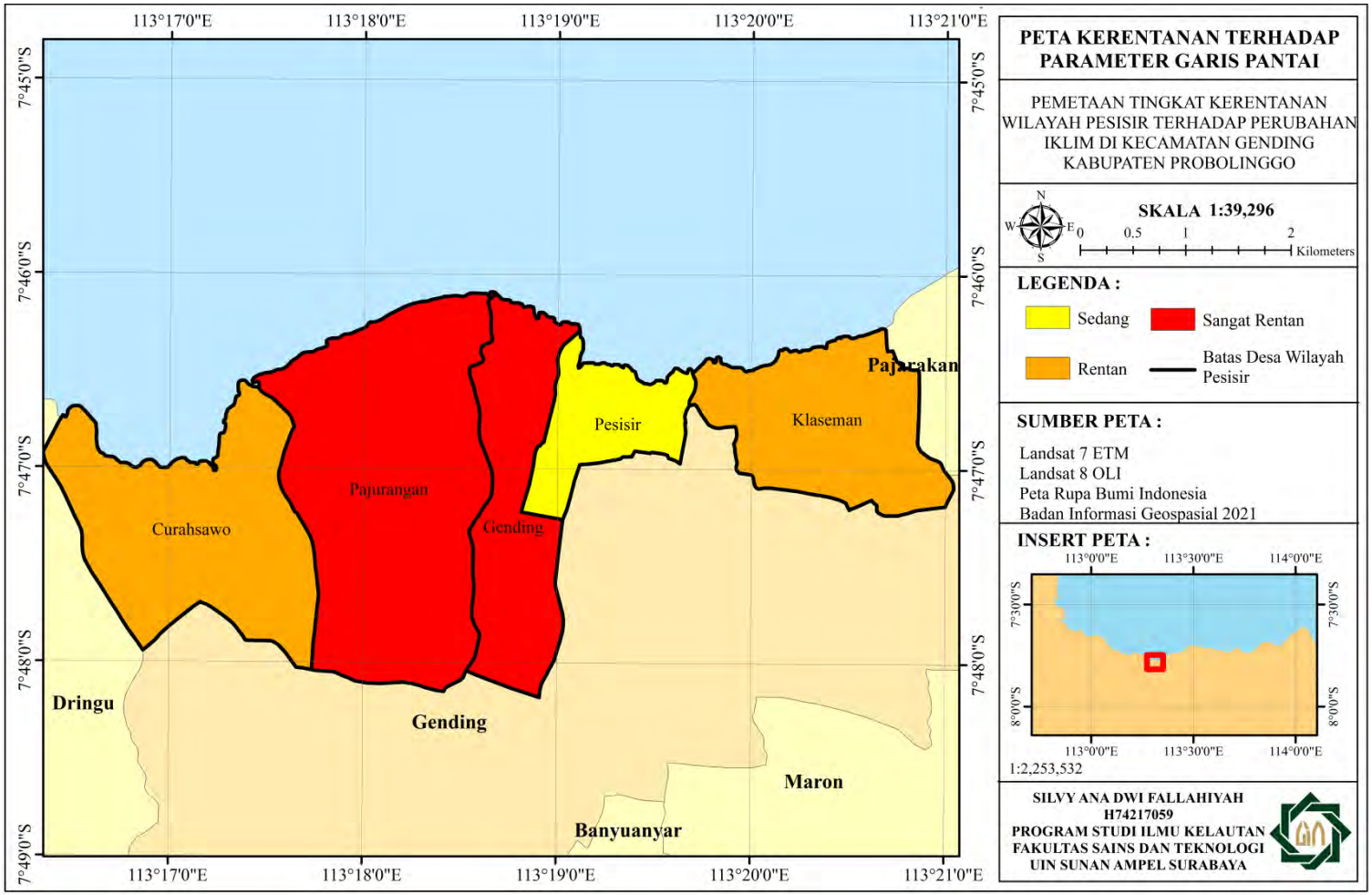
Gambar 4.12 Peta Perubahan Garis Pantai 2011, 2016, dan 2021
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.13 Peta Transek Abrasi Akresi Tahun 2011 hingga Tahun 2021
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.14 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Perubahan Garis Pantai
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.5. Kenaikan Muka Air Laut

Perhitungan nilai kenaikan muka air laut di wilayah pesisir kecamatan Gending didapatkan dari perhitungan data *timeseries* pasang surut air laut tahun 2011 hingga 2020, data hasil perhitungan dari MSL setiap bulan selama 10 tahun pada Tabel 4.8 dan nilai MSL rata-rata per tahun dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Nilai Mean Sea Level (m)

Tahun / Bulan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Januari	2,42	2,23	2,46	2,55	2,40	2,09	2,45	2,57	2,55	2,35
Februari	2,23	2,07	2,28	2,30	2,24	2,15	2,23	2,51	2,42	2,40
Maret	1,93	1,81	1,85	1,90	1,90	1,95	1,86	2,15	2,07	2,19
April	2,20	2,06	2,09	1,93	2,03	1,94	2,05	1,79	1,91	1,93
Mei	2,35	2,49	2,39	2,06	2,18	2,24	2,36	2,10	2,07	2,21
Juni	2,35	2,49	2,50	2,30	2,17	2,36	2,47	2,39	2,11	2,32
Juli	2,22	2,46	2,44	2,40	2,14	2,32	2,43	2,50	2,33	2,30
Agustus	2,05	2,28	2,20	2,31	2,18	2,15	2,20	2,42	2,43	2,24
September	1,89	1,68	1,83	2,02	1,85	1,77	1,85	2,15	1,99	2,03
Oktober	2,30	2,07	1,81	1,86	2,11	1,96	1,67	1,84	2,00	2,03
November	2,47	2,41	2,07	2,09	2,29	2,28	2,05	2,11	2,23	2,37
Desember	2,48	2,58	2,39	2,28	2,31	2,47	2,40	2,42	2,24	2,47

(Sumber : Olah Data, 2021)

Tabel 4.9 Nilai MSL Rata-Rata Per Tahun (m)

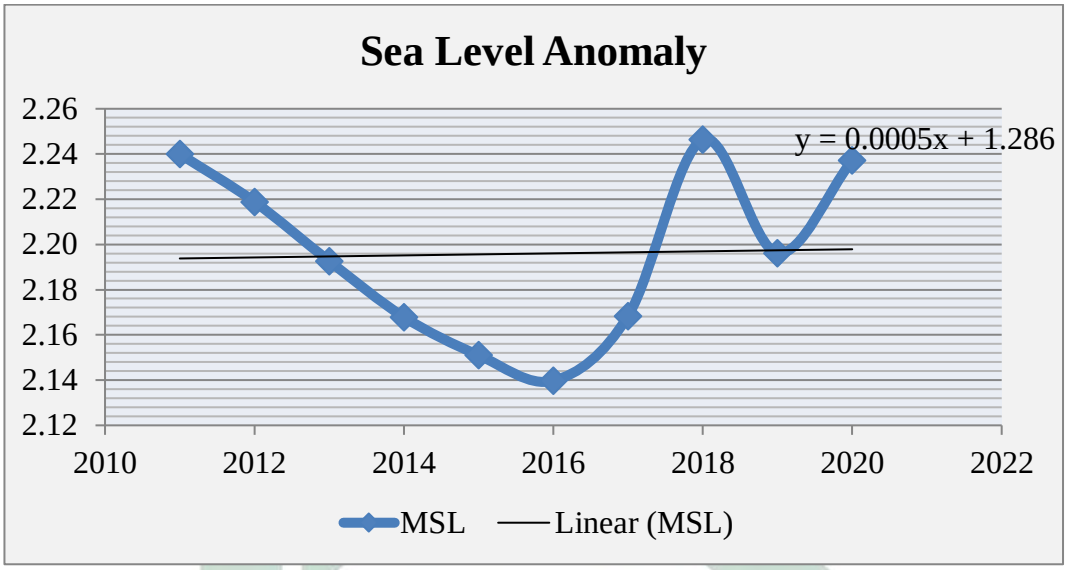
Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MSL	2,24	2,22	2,19	2,17	2,15	2,14	2,17	2,25	2,20	2,24

(Sumber : Olah Data, 2021)

Data nilai MSL tahunan kemudian dianalisa dengan regresi linier sederhana didapatkan nilai kenaikan muka air laut mengikuti persamaan garis $y = 0{,}0005x + 1{,}286$ dan nilai R square $R^2 = 0{,}0013$ yang dapat dilihat pada Gambar 4.15. Nilai kenaikan muka air laut yang didapatkan dari perhitungan yaitu sebesar 5,95 mm/tahun. Naiknya permukaan air laut dapat disebabkan oleh kenaikan suhu permukaan global yang menyebabkan mencairnya es di kutub utara dan selatan bumi. Diduga akan terjadi kenaikan muka air laut di masa yang akan datang sekitar 1,4 – 5,8 m dari tahun 1999 – 2100 (Dahuri, 2002 dalam Syah, 2019). Pada wilayah pesisir Kecamatan Gending sendiri

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengalami kenaikan suhu udara sebesar 1,02ºC dan suhu permukaan air laut sebesar 0,95ºC yang dapat meningkatkan kenaikan muka air laut.

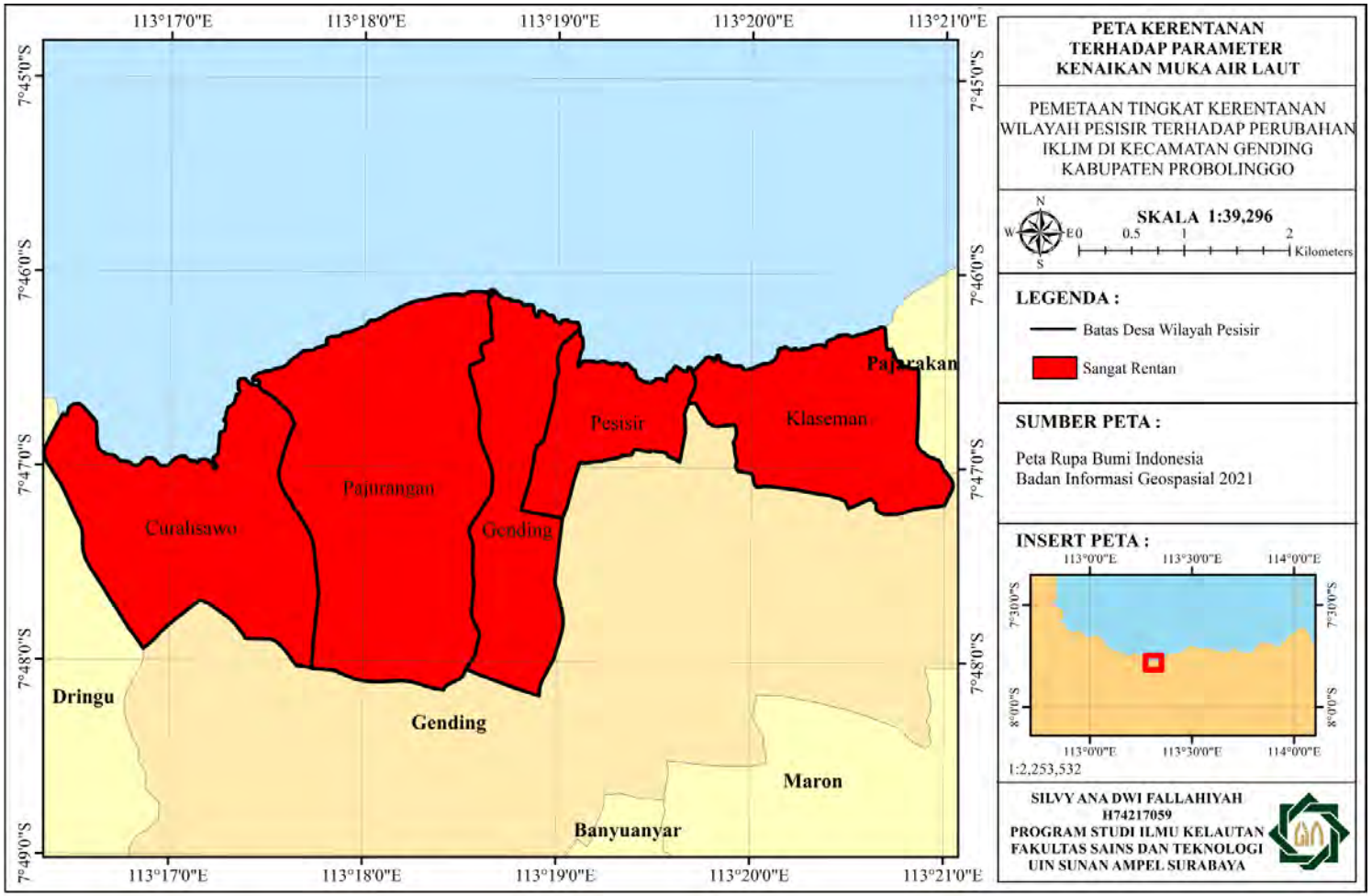


Gambar 4.15 Grafik Kenaikan Muka Air Laut

(Sumber : Olah Data, 2021)

Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter kenaikan muka air laut di Kecamatan Gending didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori sangat rentan seperti pada Gambar 4.16. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gornitz (1991) dalam Hastuti (2012) bahwa kenaikan muka air laut yang lebih dari 4 mm/tahun dapat meningkatkan risiko bahaya di wilayah pesisir. Sedangkan dalam penelitian Harmoni (2005) di Indonesia menunjukkan apabila terjadi kenaikan permukaan air laut setinggi 60 cm dapat berdampak secara langsung kepada jutaan penduduk yang tinggal di wilayah pesisir. Selain itu juga berdampak pada ekosistem alami seperti mangrove yang akan mengalami gangguan akibat tingginya pelumpuran dan penggenangan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



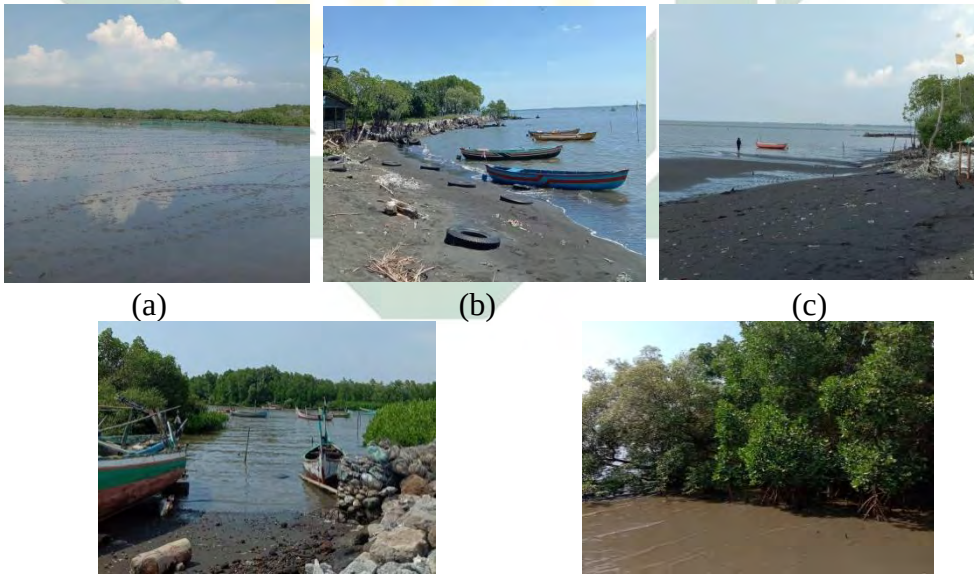
Gambar 4.16 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Kenaikan Muka Air Laut
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.6. Geomorfologi

Kawasan pesisir Kabupaten Probolinggo didominasi oleh lahan persawahan yang subur yang terbentuk dari proses *fluvial* dan tanah hasil proses pelapukan dari material gunung berapi. Sedangkan daratan yang dibentuk melalui proses marin biasanya kurang cocok dijadikan sebagai lahan pertanian. Tutupan lahan dapat dipengaruhi oleh faktor fisik yang secara langsung ataupun tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan budidaya tanaman, kemudahan pengolahan lahan, kelestarian lingkungan serta teknik budidaya. Faktor fisik yang mempengaruhi terdiri dari kondisi, iklim, sumberdaya air, topografi dan bentuk lahan, serta karakteristik tanah (Gandasasmita, 2001 dalam Achmad et al., 2020).

Secara umum tutupan lahan di Kecamatan Gending didominasi oleh dataran aluvial (sawah, tegalan atau ladang) kemudian diikuti oleh tutupan lahan tambak serta didominasi oleh pantai berpasir seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.17. Pantai berpasir dapat meningkatkan kerentanan karena lebih mudah terbawa oleh arus, angin dan gelombang. Sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya abrasi/akresi.



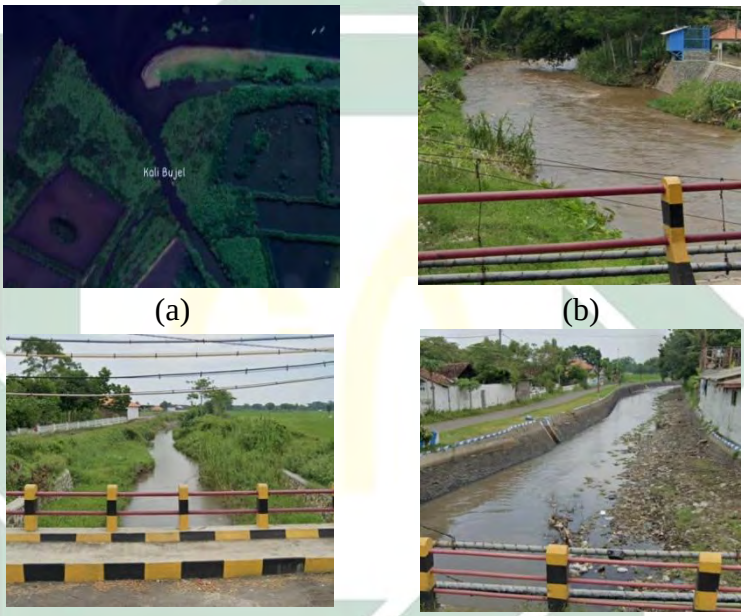
(a) (b) (c)

(d) (e)

Gambar 4.17 Wilayah Pesisir Kecamatan Gending (a) Desa Curahsawo, (b) Desa Pajurangan, (c) Desa Gending, (d) Desa Pesisir) dan (e) Desa Klaseman (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keberadaan muara sungai dapat memberikan dampak yang besar apabila terjadi bencana, seperti air laut dapat masuk ke daratan lebih jauh sehingga dapat meningkatkan risiko banjir pada beberapa daerah yang dilewati oleh sungai tersebut. Beberapa sungai yang bermuara di wilayah pesisir Kecamatan Gending seperti pada Gambar 4.18 yaitu Kali Bujel yang bermuara di Desa Curahsawo dan berbatasan dengan Desa Pajurangan, Sungai Banyubiru yang terdapat di perbatasan Desa Pajurangan dan Desa Gending, *Afvour* Glintongan yang bermuara di Desa Pesisir serta Sungai Klaseman yang bermuara di Desa Klaseman.



(a) (b)

(c) (d)

Gambar 4.18 Beberapa sungai yang bermuara di Wilayah Kecamatan Gending (a) Kali Bujel, (b) Sungai Banyubiru, (c) *Afvour* Glintongan, dan (d) Sungai Klaseman

(Sumber : Google Earth, 2021)

Kondisi geomorfologi didapatkan hasil interpretasi penggunaan lahan dari Citra Landsat 8 pada tahun 2021. Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa Desa Pajurangan memiliki luas terbesar sebesar 593 Ha dan desa yang memiliki luas lahan terkecil yaitu Desa Pesisir dengan luas sebesar 143 Ha. Penggunaan lahan di Desa Curahsawo dan Desa Pesisir didominasi oleh tambak dengan persentase berturut turut yaitu 26% dan 41%, sedangkan di Desa Gending, Desa Pajurangan dan Desa Klaseman didominasi oleh sawah dengan persentase berturut-turut yaitu 51%, 22%, dan 52%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

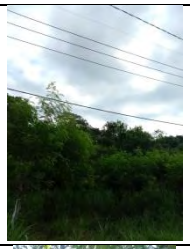
Tabel 4.10 Luas Guna Lahan Masing-masing Desa

Nama Desa	Curahsawo		Pajurangan		Gending		Pesisir		Klaseman	
Guna Lahan	**Luas (Ha)**	**%**	**Luas (Ha)**	**%**	**Luas (Ha)**	**%**	**Luas (Ha)**	**%**	**Luas (Ha)**	**%**
Bangunan/Pemukiman	31	8	38	6	72	29	12	8	23	8
Mangrove	61	15	62	10	7	3	20	14	34	12
Tambak	105	26	173	29	37	15	58	41	72	26
Hutan Lahan Kering	53	13	14	2	5	2	0	0	4	2
Semak Belukar	60	15	0	0	1	0	0	0	0	0
Sawah	89	22	306	52	128	51	53	37	144	52
Total	**399**	**100**	**593**	**100**	**250**	**100**	**143**	**100**	**278**	**100**

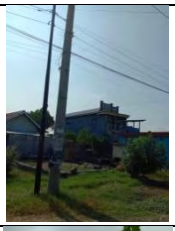
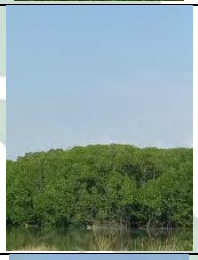
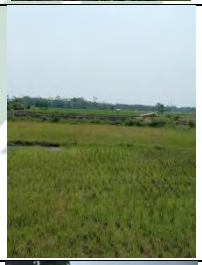
(Sumber : Olah Data, 2021)

Uji keakuratan dilakukan dengan mencocokkan peta yang telah didigitasi dengan kondisi di lapangan. Titik diambil secara acak dengan jumlah 30 titik. Berdasarkan hasil pengecekan masing-masing titik sampel pada Tabel 4.11 Titik sampel yang sesuai dengan keadaan asli di lapangan sebanyak 28 titik sehingga didapatkan nilai akurasi dengan menggunakan Persamaan 3.5 sebesar 93,33 %. Pengecekan dilakukan menggunakan Aplikasi Android TS Pro yang dapat menentukan lokasi sampel sesuai dengan koordinat. Menurut Short (1982); Harianto (2011) ; Lubis et al. (2017), nilai akurasi yang memiliki tingkat akurasi ≥ 80% dapat dikatakan akurat.

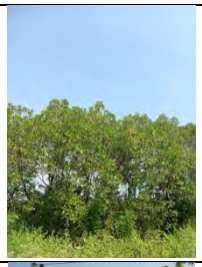
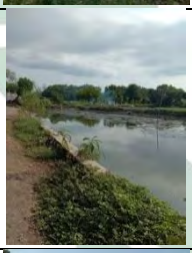
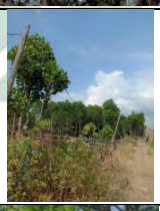
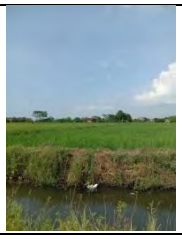
Tabel 4.11 Uji Akurasi Guna Lahan

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
1	Hutan Lahan Kering	7°47’37,53” 113°17’24,3”	Bukit Bentar		Sesuai	Curahsawo
2	Mangrove	7°47’6,68” 113°16’46,3”	Mangrove		Sesuai	Curahsawo

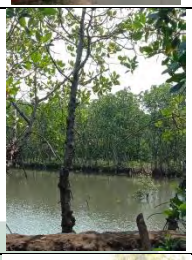
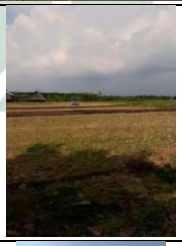
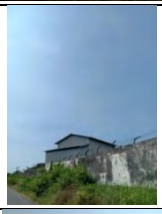
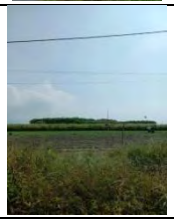
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
3	Pemukiman	7°47’31,57” 113°17’6,95”	Pemukiman		Sesuai	Curahsawo
4	Sawah	7°47’38,8” 113°17’22,6”	Sawah		Sesuai	Curahsawo
5	Mangrove	7°47’13,24” 113°17’23,4”	Mangrove		Sesuai	Curahsawo
6	Tambak	7°47’10,5” 113°17’26,5”	Tambak		Sesuai	Curahsawo
7	Sawah	7°47’34,4” 113°18’5,4”	Sawah		Sesuai	Pajurangan
8	Pemukiman	7°47’32,04” 113°18’25,9”	Pemukiman		Sesuai	Pajurangan

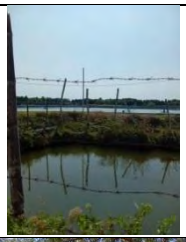
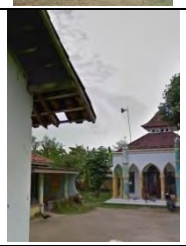
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
9	Mangrove	7°46’42,7” 113°18’5,4”	Mangrove		Sesuai	Pajurangan
10	Sawah	7°46’48,2” 113°18’18,9”	Sawah		Sesuai	Pajurangan
11	Tambak	7°46’9,1” 113°17’6,95”	Tambak		Sesuai	Pajurangan
12	Tambak	7°46’11,9” 113°18’46,9”	Tambak		Sesuai	Gending
13	Mangrove	7°46’13,5” 113°18’48,7”	Mangrove		Sesuai	Gending
14	Hutan Lahan Kering	7°46’23,7” 113°18’39,5”	Hutan Lahan Kering		Sesuai	Gending
15	Sawah	7°47’24,46” 113°18’39,7”	Sawah		Sesuai	Gending

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
16	Pemukiman	7°47’12,06” 113°18’41,6”	Pemukiman		Sesuai	Gending
17	Tambak	7°46’29,6” 113°19’2,4”	Tambak		Sesuai	Pesisir
18	Mangrove	7°46’30,5” 113°19’4,04”	Mangrove		Sesuai	Pesisir
19	Pemukiman	7°46’53,6” 113°19’1,9”	Pemukiman		Sesuai	Pesisir
20	Sawah	7°46’40,97” 113°19’5,5”	Sawah		Sesuai	Pesisir
21	Bangunan Industri	7°46’58,1” 113°17’17,7”	Bangunan Industri		Sesuai	Klaseman
22	Sawah	7°47’31,57” 113°17’6,95”	Sawah		Sesuai	Klaseman

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
23	Tambak	7°46’23,6” 113°20’33,8”	Tambak		Sesuai	Klaseman
24	Hutan Lahan Kering	7°46’53,4” 113°20’51,03”	Hutan Lahan Kering		Sesuai	Klaseman
25	Pemukiman	7°46’26,99” 113°20’26,4”	Mangrove		Tidak Sesuai	Klaseman
26	Pemukiman	7°47’24,1” 113°18’34,2”	Pemukiman		Sesuai	Gending
27	Pemukiman	7°47’32,02” 113°18’20,5”	Pemukiman		Sesuai	Pajurangan
28	Pemukiman	7°46’51,6” 113°20’23,8”	Pemukiman		Sesuai	Klaseman
29	Tambak	7°47’34,1” 113°17’34,5”	Sawah		Tidak Sesuai	Curahsawo

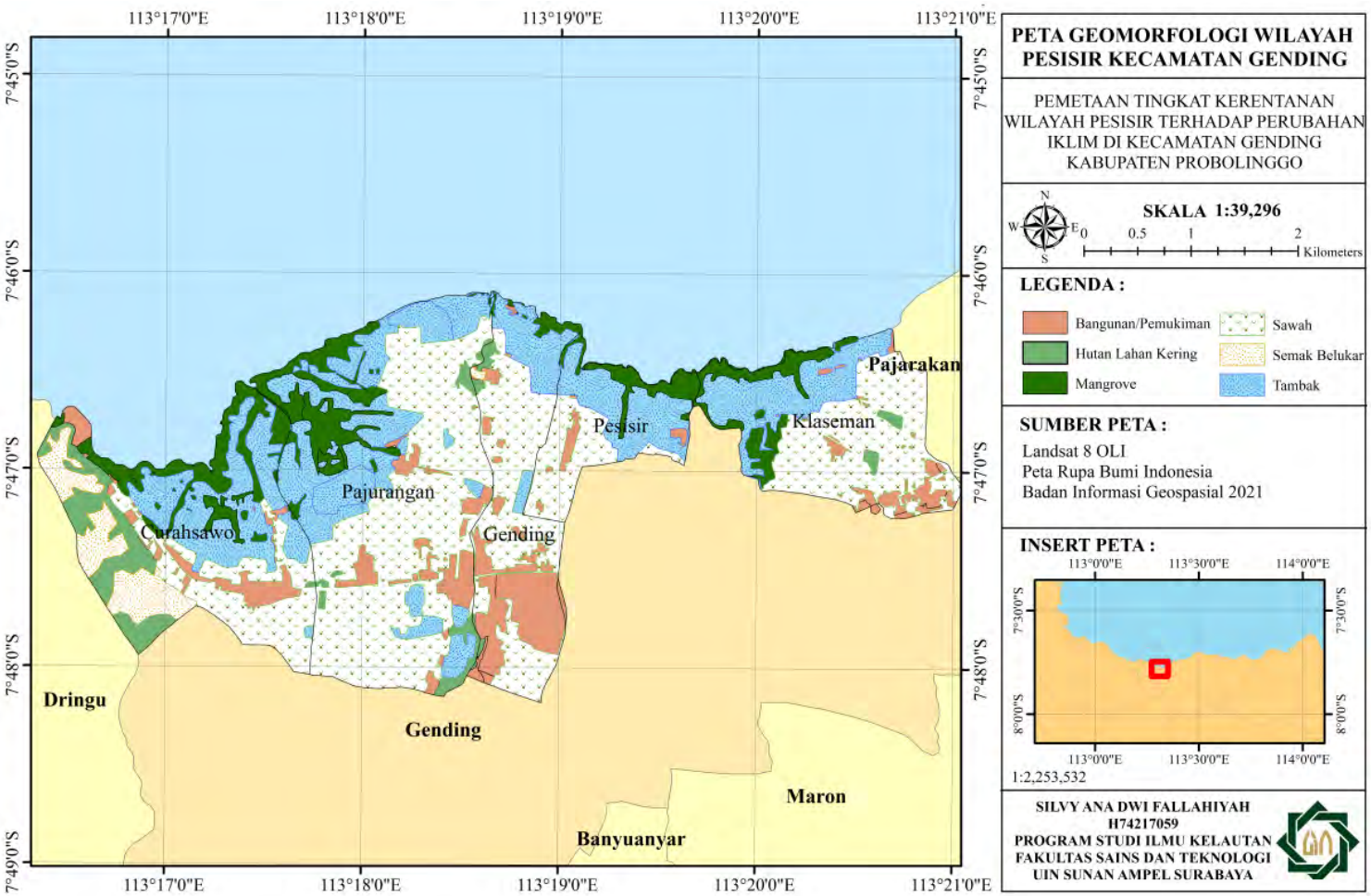
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Guna Lahan	Koordinat	Hasil Survei	Foto	Ket.	Desa
30	Sawah	7°47’32,9” 113°18’43,7”	Sawah		Sesuai	Pesisir

(Sumber : Olah Data, 2021)

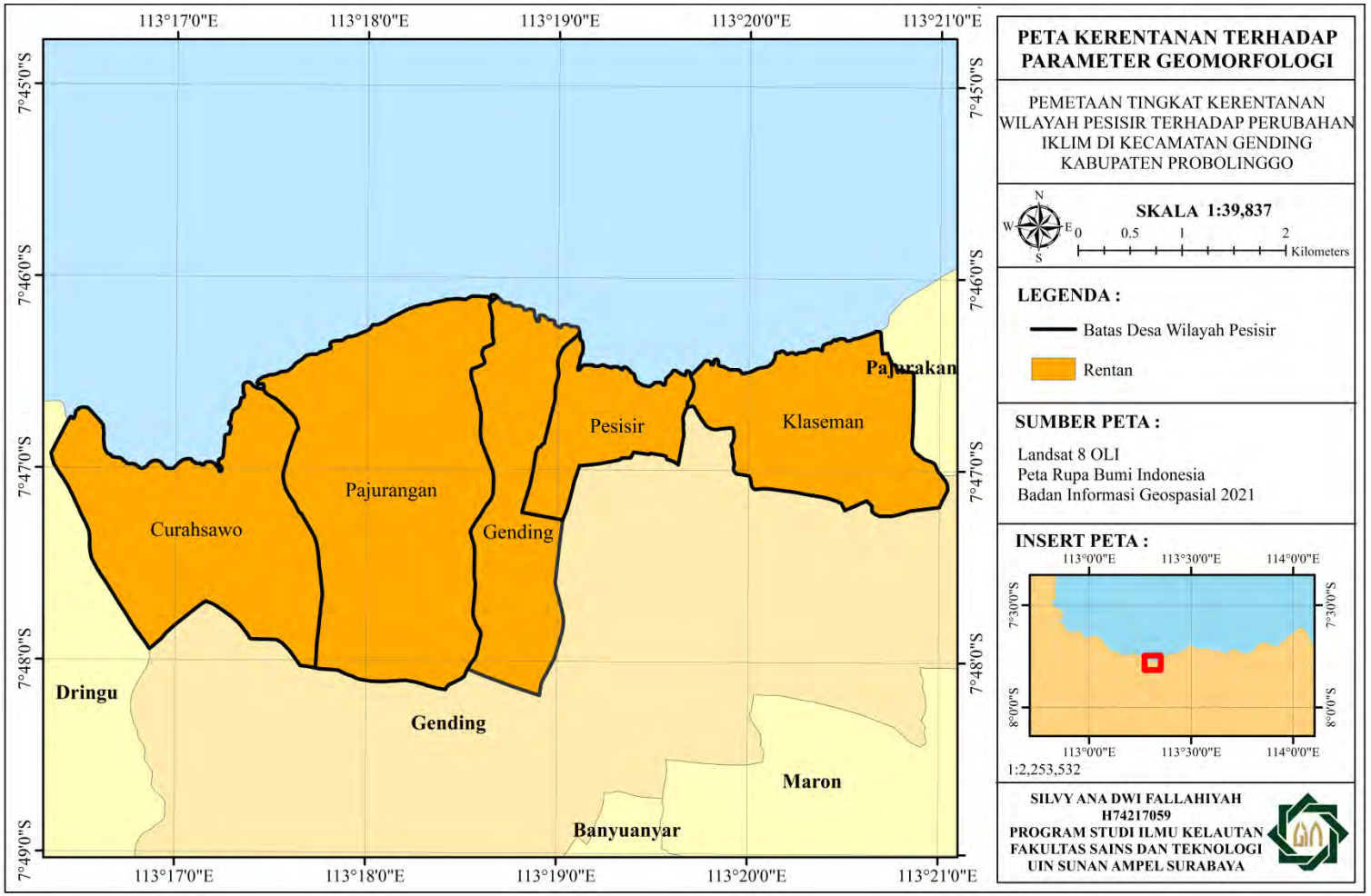
Penilaian kerentanan pesisir terhadap geomorfologi di Kecamatan Gending merujuk pada penggunaan lahan di wilayah pesisir pada masing-masing desa yang ditampilkan pada Gambar 4.19 dan berdasarkan pengamatan secara langsung. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori rentan seperti pada Gambar 4.20. Tipe pantai yang terdapat di wilayah pesisir Kecamatan Gending merupakan pantai berpasir hingga berlumpur yang dikelilingi oleh mangrove.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.19 Peta Geomorfologi Masing-masing Desa
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.20 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Geomorfologi
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.7. Ketinggian Permukaan Tanah

Ketinggian permukaan tanah juga dapat berpengaruh terdapat kerentanan pesisir. Tinggi rendahnya permukaan tanah dapat mempengaruhi potensi terjadinya genangan air. Daerah yang tergolong dalam dataran rendah rentan terhadap genangan yang disebabkan karena lambatnya limpasan masuk ke dalam daerah aliran sungai (Rahayu et al., 2017). Secara keseluruhan ketinggian permukaan tanah di Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir, dan Desa Klaseman berada pada interval 0 hingga 80,3 m. Sementara ketinggian permukaan rata-rata masing-masing desa memiliki interval 2,99 m hingga 12,08 m yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Desa Curahsawo memiliki nilai ketinggian permukaan tertinggi diantara keempat desa lainnya karena pada sebelah selatan desa ini terdapat Bukit Bentar yang mempunyai interval yang tinggi, sedangkan pada wilayah yang berdekatan dengan pesisir memiliki nilai ketinggian muka tanah < 0 karena umumnya merupakan badan air yang digunakan sebagai area pertambakan seperti yang terlihat pada Gambar 4.21.

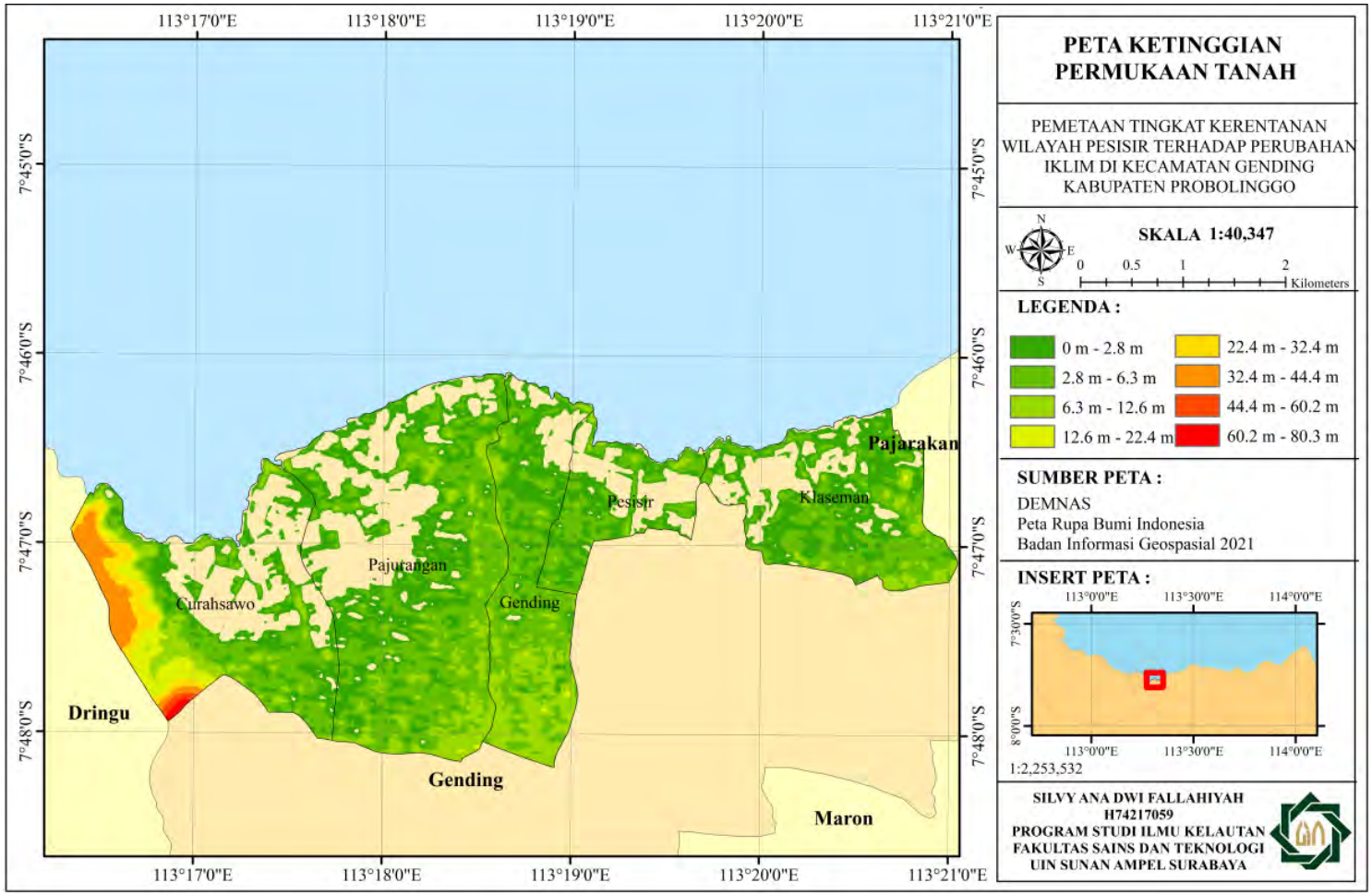
Tabel 4.12 Nilai Ketinggian Permukaan Tanah

Desa	**Ketinggian Permukaan Tanah (Rata-Rata)**
Curahsawo	4,89 m
Pajurangan	3,76 m
Gending	4,89 m
Pesisir	2,99 m
Klaseman	12,08 m

(Sumber : Olah Data, 2021)

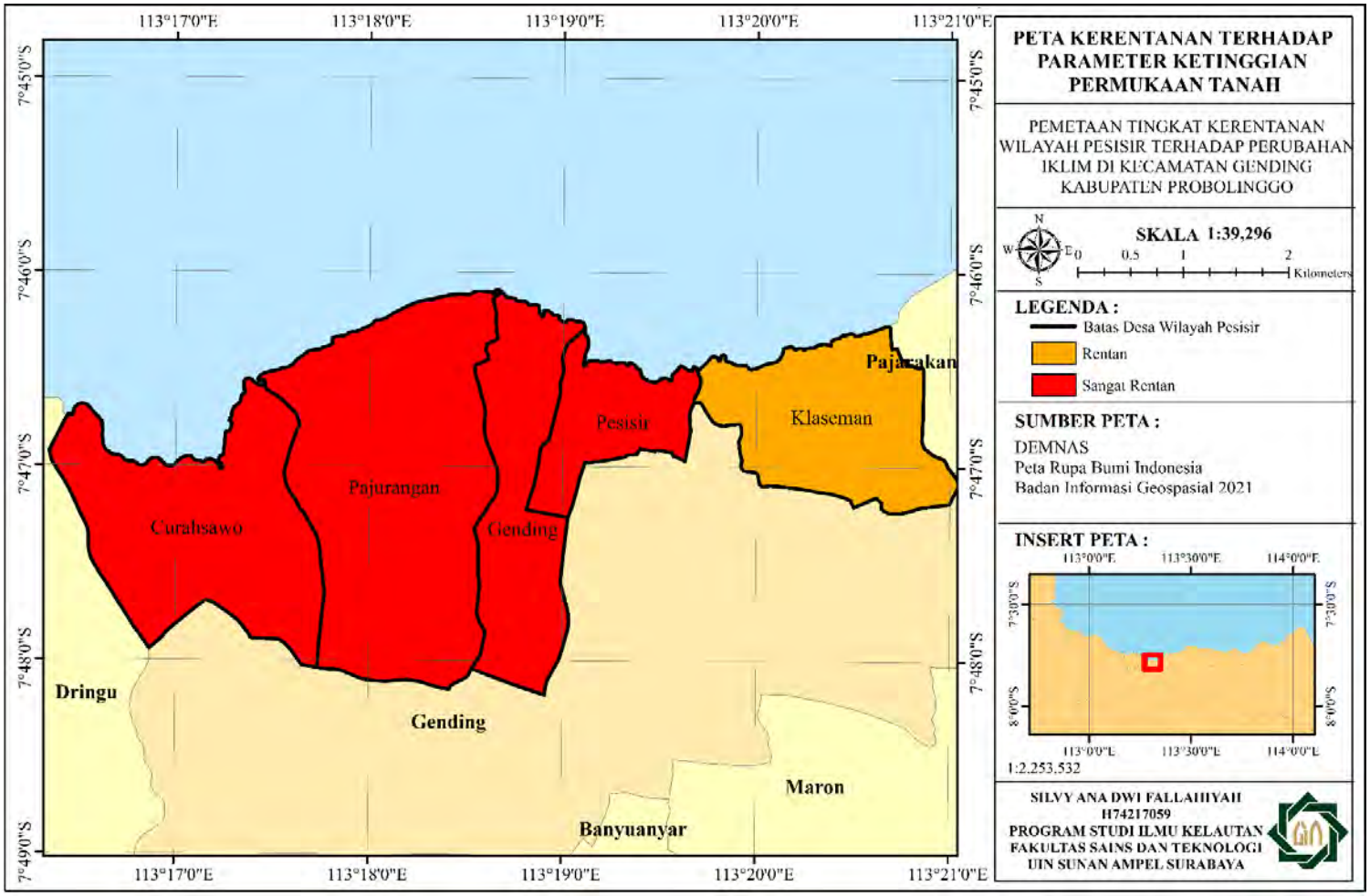
Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter ketinggian permukaan tanah di Kecamatan Gending merujuk pada besarnya nilai ketinggian muka tanah rata-rata pada Tabel 4.12. Sehingga didapatkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori rentan di Desa Klaseman dan sangat rentan di keempat desa lainnya seperti pada Gambar 4.22. Wilayah yang memilki nilai ketinggian yang rendah dapat mengakibatkan daerah tersebut memiliki tinggi genangan yang lebih tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.21 Peta Ketinggian Permukaan Tanah Masing-Masing Desa
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.22 Peta Kerentanan Terhadap Parameter Ketinggian Permukaan Tanah
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3. Kerentanan Pesisir di Kecamatan Gending

Perhitungan kerentanan pesisir di Kecamatan Gending menggunakan metode CVI yang didapatkan dari parameter-parameter indeks kerentanan yaitu geomorfologi, pasang surut, tinggi gelombang, kemiringan pantai, ketinggian permukaan tanah, perubahan garis pantai, dan kenaikan muka air laut yang ditampilkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Nilai Indeks Kerentanan Masing-Masing Parameter

Parameter / Desa	**Curahsawo**	**Pajurangan**	**Gending**	**Pesisir**	**Klaseman**	**Rata-Rata**
Pasang Surut	2	2	2	2	2	**2**
Tinggi Gelombang	1	1	1	1	1	**1**
Kemiringan Pantai	3	3	3	5	5	**3,8**
Perubahan Garis Pantai	4	5	5	3	4	**4,2**
Kenaikan Muka Air Laut	5	5	5	5	5	**5**
Geomorfologi	4	4	4	4	4	**4**
Ketinggian Permukaan Tanah	5	5	5	5	4	**4,8**

(Sumber : Olah Data, 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks kerentanan, parameter yang mempunyai bobot dari tertinggi hingga terendah secara berturut-turut yaitu kenaikan muka air laut, ketinggian permukaan tanah, perubahan garis pantai, geomorfologi, kemiringan pantai, pasang surut, dan tinggi gelombang. Pada parameter kenaikan muka air laut yang memiliki bobot paling tinggi diakibatkan karena pada hasil pengolahan analisis regresi sederhana dari data pasang surut di wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki nilai kenaikan muka air laut sebesar 5,59 mm/tahun. Umumnya nilai kenaikan muka air laut berhubungan dengan adanya perubahan iklim dan *global warming*. Tinggi rendahnya permukaan air berkaitan dengan kerentanan suatu pantai apabila terjadi banjir, genangan air, rob dan lainnya.

Ketinggian permukaan tanah memiliki bobot yang tinggi dikarenakan pada lokasi penelitian memiliki dataran yang rendah dan pada area dekat pantai digunakan sebagai area pertambakan sehingga memiliki ketinggian <0. Rendahnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

permukaan tanah yang diiringi dengan meningkatnya curah hujan dapat mengakibatkan adanya genangan yang apabila terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan penurunan muka tanah.

Perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki bobot yang tinggi dikarenakan umumnya didominasi oleh proses abrasi. Tingginya proses abrasi dapat meningkatkan kerentanan dan dapat mengurangi luasan dari daratan. Perubahan garis pantai dapat dijadikan sebagai indeks untuk mengetahui seberapa besar dampak yang diakibatkan oleh perubahan iklim serta untuk mengetahui tingkat ketahanan dari suatu pantai (Prathanazal et al., 2021).

Pada parameter geomorfologi memiliki bobot rata-rata 4 yang dapat dikategorikan tinggi karena secara umum wilayah pesisir Kecamatan Gending didominasi oleh dataran *alluvial* serta berdekatan dengan muara sungai sehingga dapat meningkatkan kerentanan. Geomorfologi sendiri adalah suatu sistem komplek yang memiliki perubahan dan dinamika yang tinggi apabila terjadi beberapa hal yang berhubungan dengan fenomena cuaca yang ekstrim (Helfinalis et al., 2020). Selain itu jenis pantai yang merupakan jenis pantai berpasir hingga lumpur dapat meningkatkan erosi seperti pada pernyataan Gornitz (1990) dalam Prathanazal et al. (2021) bahwa faktor litologi berupa batuan dasar, bentuk lahan, serta material pantai secara signifikan dapat berdampak pada tingkat ketahanan pantai dalam menghadapi adanya erosi.

Pada parameter kemiringan pantai memiliki bobot tinggi dikarenakan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kecuraman yang tergolong landai. Parameter kemiringan pantai dijadikan sebagai indeks tingkat penggenangan apabila terjadi banjir serta dijadikan sebagai indeks kecepatan relatif mundurnya garis pantai. Selain itu pada pantai yang tergolong curam memiliki nilai *sea level rise* yang tidak akan signifikan, sedangkan pada pantai yang tergolong landai mempunyai nilai *sea level rise* yang signifikan sehingga pantai akan rentan terjadi penggenangan air pada daratan (Nageswara et al, 2008 dalam Prathanazal et al., 2021).

Pada parameter pasang surut yang tergolong rendah dikarenakan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki nilai tunggang pasang surut rata-rata yang kecil sebesar 0,82 m. Nilai tunggang pasang surut rata-rata dapat berkontribusi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dalam bahaya penggenangan pantai dimana pasang surut dapat menyebabkan perubahan permukaan secara rutin pada sepanjang pantai. Tunggang pasang surut rata-rata yang nilainya kurang dari meter (*microtidal*) tidak rentan terhadap penggenangan air (Gornitz, 1991 dalam Prathanazal et al., 2021).

Sedangkan rendahnya bobot pada parameter tinggi gelombang serta nilai indeks yang sama pada masing-masing desa dikarenakan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending berada di Selat Madura memiliki pola harian yang cenderung stabil serta perubahan tinggi gelombang yang sangat kecil (Siswanto *et al.*, 2014 dalam Purwanto, 2019). Selain itu pada wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki tipe pantai landai sehingga memiliki energi gelombang yang kecil, seperti pada pernyataan Kalay et al. (2018) bahwa pesisir pantai yang mempunyai tipe kemiringan pantai datar dan landai mempunyai energi gelombang yang kecil serta sedimen yang berjenis halus, hal ini disebabkan karena apabila kemiringan pantai semakin landai maka gelombang yang akan datang akan semakin kecil pula dan sebaliknya.

Nilai indeks kerentanan pada masing-masing parameter kemudian digunakan untuk menghitung nilai CVI pada masing-masing desa. Nilai CVI di Kecamatan Gending dikelompokkan menjadi 5 kategori yaitu tidak rentan (0,38 - 4,28), kurang rentan (4,29 – 17,68), sedang (17,69 – 48,38), rentan (48,39 – 105,63) dan sangat rentan (105,64). Kelas kerentanan masing-masing desa ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai CVI Pesisir Kecamatan Gending

Desa	CVI	Kategori
Curahsawo	18,52	Sedang
Pajurangan	20,70	Sedang
Gending	20,70	Sedang
Pesisir	20,70	Sedang
Klaseman	21,38	Sedang

(Sumber : Olah Data, 2021)

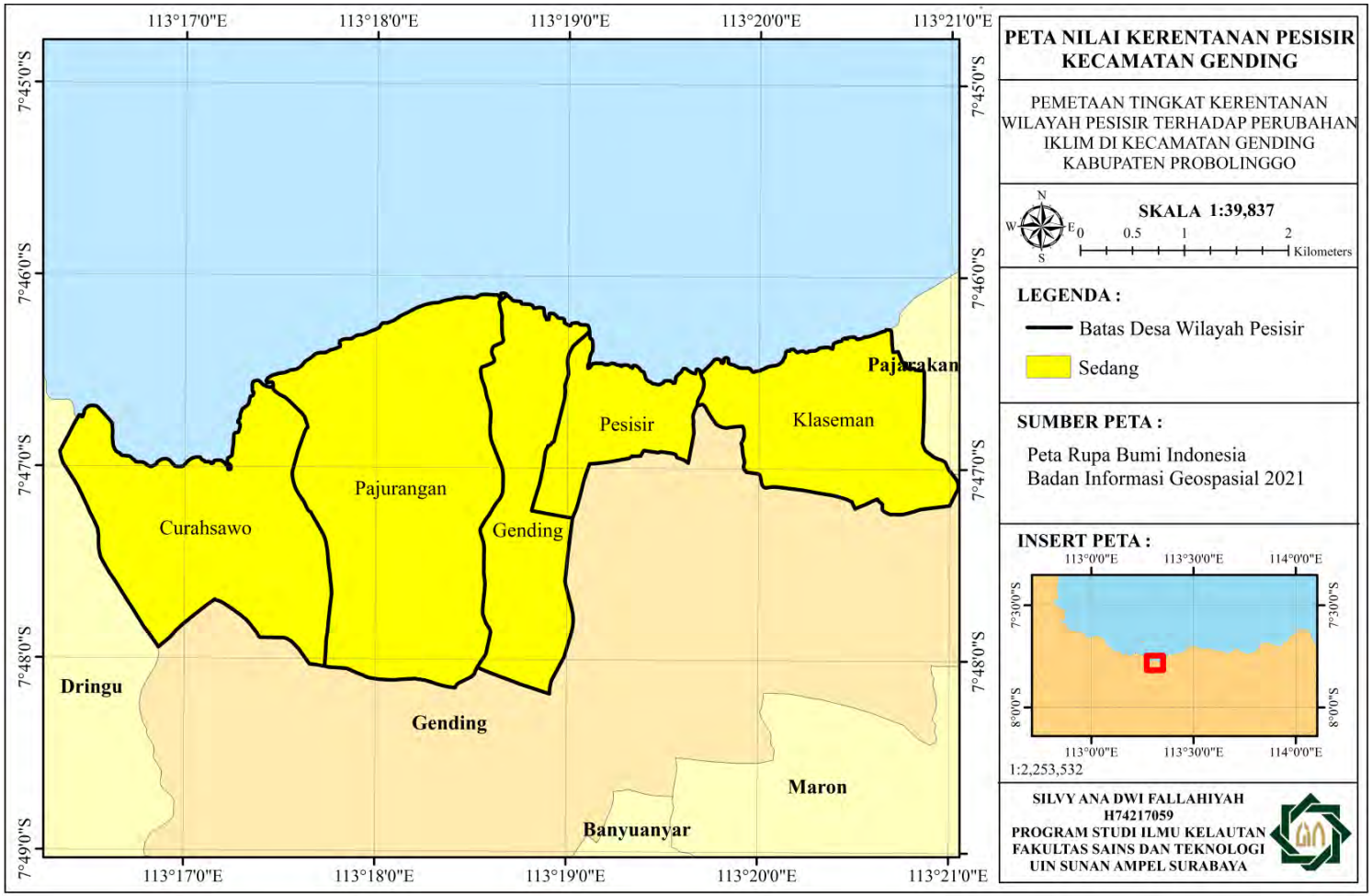
Peta kerentanan pesisir ditampilkan pada Gambar 4.23 menunjukkan bahwa Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir, dan Desa Klaseman termasuk kategori sedang dengan nilai CVI berturut-turut yaitu 18,51, 20,70, 20,70, 20,70 dan 21,38. Sehingga secara keseluruhan wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori sedang, hal ini disebabkan umumnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

masing-masing desa hampir memiliki sifat fisik yang sama. Namun kondisi ini bukan berarti menunjukkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending aman dari bencana yang ditimbulkan oleh perubahan iklim, mengingat masih terjadinya bencana seperti banjir dan angin kencang. Kondisi ini dapat berubah seiring dengan tingginya aktivitas manusia di wilayah pesisir.

Berdasarkan hasil perhitungan CVI, Desa Klaseman memiliki nilai CVI paling tinggi diantara desa lainnya sebesar 21,38 karena Desa Klaseman memiliki nilai kemiringan pantai 0,43 % dan lebih landai (hamper datar) dibandingkan ketiga desa lainnya (Pajurangan, Curahsawo, Gending) sehingga dapat berpengaruh terhadap banyak genangan dan menyebabkan kemunduran garis pantai, geomorfologi di Desa Klaseman didominasi oleh sawah (*alluvial*) sehingga tergolong rentan serta laju perubahan garis pantai di Desa Klaseman sebesar -1,06 m/tahun sehingga menyebabkan kondisinya rentan. Sedangkan desa yang memiliki nilai CVI terkecil yaitu Desa Curahsawo dengan nilai 18,52, karena Desa Curahsawo memiliki kemiringan pantai sebesar 0,92 % yang tergolong sedang serta nilai laju perubahan garis pantai sebesar -1,10 m yang lebih kecil diantara ketiga desa lainnya (Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Klaseman).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.23 Peta Nilai Kerentanan Pesisir Kecamatan Gending
(Sumber : Olah Data, 2021)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

a. Tingkat kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dengan menggunakan metode CVI menunjukkan bahwa Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman termasuk ke dalam tingkat kerentanan sedang dengan nilai CVI berturut-turut yaitu 18,51, 20,70, 20,70, 20,70 dan 21,38
b. Hasil analisis nilai indeks kerentanan pada masing-masing parameter menunjukkan bahwa parameter yang memiliki bobot paling tinggi adalah kenaikan muka air laut sedangkan parameter yang memiliki bobot paling rendah adalah tinggi gelombang.

5.2. Saran

a. Dibutuhkan peninjauan lebih lanjut terhadap parameter yang paling berpengaruh terhadap kerentanan serta penggunaan parameter lainnya yang dapat berdampak pada kerentanan pesisir agar penentuan tingkat kerentanan semakin kompleks
b. Menggunakan data yang memiliki resolusi dan tingkat akurasi yang tinggi sehingga menghasilkan hasil analisis yang maksimal.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, E., Hamzah, Albayudi, & Bima. (2020). Studi Kerapatan Mangrove Dan Perubahan Garis Pantai Tahun 1989-2018 Di Pesisir Provinsi Jambi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, *10*(2), 138–152. https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.138-152

Andrian, Supriadi, & Marpaung, P. (2014). PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DAN KEMIRINGAN LERENG TERHADAP PRODUKSI KARET (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) DI KEBUN HAPESONG PTPN III TAPANULI SELATAN. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, *2*(3), 981–989.

Andriyani, Erayasih, & Srisantyorini, T. (2020). EDUKASI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DALAM PERSPEKTIF ISLAM PADA MAHASSWA PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA (PSKM FKM UMJ). *Muhammadiyah Public Health Journal*, *1*(1), 1–10.

Anggraini. (2019). *Analisis Penentuan Tinggi Gelombang Menggunakan Wave Watch III di Wilayah Perairan Pantai Tanjung Asmara, Bangka Barat*. Universitas Sriwijaya.

Asri, L. (2020). *EVALUASI KESESUAIAN LAHAN KOMPONEN PENYUSUN AGROFORESTRY BERBASIS PINUS (Pinus merkusii) di DESA TOMPO BULU, KECAMATAN BULUPODDO, KABUPATEN SINJAI*. http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=92948285&site=eds-live&scope=site%0Ahttp://bimpactassessment.net/sites/all/themes/bcorp_impact/pdfs/em_stakeholder_engagement.pdf%0Ahttps://www.glo-bus.com/help/helpFiles/CDJ-Pa

Astutikasari, Y. (2017). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN PENDONOR TETAP PMI KABUPATEN MAGELANG [UNIVERSITAS SANATA DHARMA]. In *Progress in Physical Geography* (Vol. 14, Issue 7). https://doi.org/10.1177/0309133309346882

Awalia, W. R. (2014). *STUDI KONSEP PEMANFAATAN ARUS LAUT DI SELAT LALANG SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK FSO LADINDA* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://doi.org/10.4324/9781315853178

Budiman, A. S., & Supriadi, I. H. (2019). Potensi Kejadian Rob Di Pesisir Probolinggo Serta Perbandingan Kondisinya Antara Musim Barat Dan Musim

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Timur Berdasarkan Data Oseanografi Dan Meteorologi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, *11*(3), 667–681. https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i3.20349

Cahyaningtyas, A., Azizah, N., & Herlina, N. (2018). EVALUASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKTIVITAS PADI (Oryza sativa L .) DI KABUPATEN GRESIK EVALUATION THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON RICEPRODUCTIVITY (Oryza sativa L .) AT GRESIK REGENCY. *Jurnal Produksi Tanaman*, *6*(9), 2030–2037.

Gornitz, V. (1991). Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, *89*, 379–398.

Gracia, E. (2020). *Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Identifikasi Perkembangan Vegetasi Di Kabupaten Gowa Tahun 2015 Dan Tahun 2020*. *February*, 1–15. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18601.72803

Harmoni, A. (2005). Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim. *Proceeding Seminar Nasional PESAT*, 62–68.

Hastuti, A. W. (2012). Analisis Kerentanan Pesisir Terhadap Ancaman Kenaikan Muka Laut Di Selatan Yogyakarta. *Skripsi. Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan* ….. https://www.researchgate.net/profile/Amandangi_Hastuti2/publication/303880417_COASTAL_VULNERABILITY_ANALYSIS_OF_SEA_LEVEL_THREATS_IN_SOUTH_YOGYAKARTA/links/575a4c0908ae9a9c954f2e9d.pdf

Helfinalis, Witasari, Y., & Prasetyo, S. (2020). Adaptasi Masyarakat Nelayan Terhadap Kerentanan Fisik Pesisir Pulau Bintan. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, *4*(3), 428–435. https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.16

Hidayat, A., S, A. A. D., & Ismunarti, D. H. (2016). PEMETAAN BATIMETRI DAN SEDIMEN DASAR DI PERAIRAN TELUK BALIKPAPAN, KALIMANTAN TIMUR. *Jurnal Oseanografi*, *5*(2), 191–201.

Hidayat, R., & Farihah, A. W. (2020). Identification of the changing air temperature and rainfall in Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, *10*(4), 616–626.

Iskandar, S. A., Helmi, M., Widada, S., & Rochaddi, B. (2020). Analisis Geospasial Area Genangan Banjir Rob dan Dampaknya pada Penggunaan Lahan Tahun 2020 - 2025 di Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, *02*(3).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jesiani, E. M., Apriansyah, A., & Adriat, R. (2019). Model Pendugaan Evaporasi dari Suhu Udara dan Kelembaban Udara Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, *7*(1), 46. https://doi.org/10.26418/pf.v7i1.32515

Joesidawati, M. I. (2017). *Studi Perubahan Iklim dan Kerusakan Sumberdaya Pesisir di Kabupaten Tuban*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kalay, D. E., Lopulissa, V. F., & Noya, Y. A. (2018). Analisis Kemiringan Lereng Pantai dan Distribusi Sedimen Pantai Perairan Negeri Waai Kecamatan Salahutu Provinsi Maluku. *Jurnal Triton*, *14*(1), 10–18.

Kasim, F., & Siregar, V. P. (2012). PENILAIAN KERENTANAN PANTAI MENGGUNAKAN METODE INTEGRASI CVI-MCA STUDI KASUS PANTAI INDRAMAYU. *Forum Geografi*, *26*(1), 65–76.

Kusmanto, E., Hasanudin, M., & Setyawan, W. B. (2016). Amplifikasi Pasang Surut dan Dampaknya terhadap Perairan Pesisir Probolinggo. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, *1*(3), 69–80.

Lubis, D. P., Pinem, M., & Simanjuntak, M. A. N. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Citra Penginderaan Jauh (Studi Kasus Di Kecamatan Talawi Kabupaten Batubara). *Jurnal Geografi*, *9*(1), 21–31. https://doi.org/10.24114/jg.v9i1.6044

Marfai, M. A., Mardianto, D., Cahyadi, A., Nucifera, F., & Prihatno, H. (2013). Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. *Jurnal Bumi Lestari*, *13*(02), 244–256.

Marzuki, M. A. (2018). *TINJAUAN HUKUM TERHADAP PEMANFAATAN PERAIRAN PESISIR UNTUK KEGIATAN USAHA DI KOTA MAKASSAR*. UNIVERSITAS HASANUDDIN.

Miftachurrozaq, I. (2017). Pemodelan Pola Sebaran Sedimen untuk Analisis Dampak Reklamasi Terhadap Pendangkalan di Teluk Benoa. In *Institut Teknologi Sepuluh November*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Muhammad, S., Wiadnya, D. G. R., & Sutjipto, D. O. (2009). Adaptasi Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Kelautan Terhadap Dampak Perubahan Iklim Global. *Fakultas Perikanan*, 1–6.

Mustaqim, A. (2015). *Teologi Bencana Dalam Perspektif Al-Qur'an*. *1*(1), 91–109.

Ningsih, D. H. U. (2012). Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, *17*(2), 154–163.

Patriana, R., & Satria, A. (2013). Pola Adaptasi Nelayan Terhadap Perubahan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Iklim : Studi Kasus Nelayan Dusun Ciawitali , Desa Pamotan , Kecamatan Kalipucang , Kabupaten Ciamis , Jawa Barat. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, *8*(1), 11–23. http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/sosek/article/view/1191

Prasetyo, A. A. (2016). *ANALISA KESALAHAN PEMODELAN DATA PASANG SURUT STASIUN TANJUNG PRIOK*. UNIVERSITAS LAMPUNG.

Prathanazal, N. M., Sasmito, B., & Sabri, L. M. (2021). Analisis Kerentanan Daerah Pesisir Kabupaten Jepara Menggunakan Coastal Vulnerability Index (CVI). *Geodesi Undip*, *10*(1), 115–123.

Prayetno, E. (2018). Kajian Al-Qur'an Dan Sains Tentang Kerusakan Lingkungan. *Al-Dzikra: Jurnal Studi Ilmu Al-Qur'an Dan Al-Hadits*, *12*(1). https://doi.org/10.24042/al-dzikra.v12i1.2927

Prihantoro, A. N. (2019). *Strategi Pengelolaan Lingkungan Kawasan Mangrove Pada Sempadan Pantai Kecamatan Tayu Kabupaten Pati*. Universitas Diponegoro.

Probolinggo, B. K. (2020). *Kecamatan Gending Dalam Angka 2020*. CV. Azka Putra Prataman.

Purwanto, A. D. (2019). Model Daerah Penangkapan Ikan Di Selat Madura Menggunakan Citra Satelit Resolusi Rendah (Fishing Ground Area Model in Madura Strait Using Low Resolution Satellite Imagery). *Berita Dirgantara*, *20*(2), 72–81.

Putra, A., Husrin, S., Tanto, T. Al, & Pratama, R. (2015). KERENTANAN PESISIR TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI TIMUR LAUT PROVINSI BALI (Coastal Vulnerability Against Climate Change in Northeastern Bali Province). *Majalah Ilmiah Globë Volume*, *17*(1), 43–50.

Rachmawati, E., Faizah, N. K., & Muntasib, E. K. S. H. (2007). *POTENSI BAHAYA DI KAWASAN WISATA GUNUNG BROMO, RESORT TENGGER LAUT PASIR, TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU, JAWA TIMUR*.

Rahayu, W. E., Yulistyorini, A., Suryoputro, N., & Ifdi, G. (2017). Pengaruh Karakteristik Sub-DAS Ganggang Terhadap Banjir di Desa Ngulanan Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Bangunan*, *22*(2), 41–50.

Ramli, N. D. (2017). *Assesmen Tingkat Kerentanan Kawasan Pesisir Akibat Perubahan Iklim Kecamatan Mariso Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.

Rifai, M., Budiarto, A., & Hamdani, N. (2020). KESESUAIAN KONSEPTUAL WATERFRONT ARCHITECTURE TERHADAP DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DI WILAYAH PESISIR MAUARA GEMBONG. *Seminar Nasional*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Komunitas Dan Kota Berkelanjutan, 647–654.

Ristianto. (2011). *Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Laut (Studi Kasus Wilayah Pesisir Utara Jawa Barat)*. Universitas Indonesia.

Rodin, D. (2017). ALQURAN DAN KONSERVASI LINGKUNGAN : Telaah Ayat-Ayat Ekologis. *At-Tahrir*, *17*(2), 391–410.

Rofifah, R. (2019). Hubungan antara pengetahuan dengan kesiapsiagaan bencana pada mahasiswa keperawatan universitas diponegoro skripsi. In *Departemen Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang, 2019*. Universitas Diponegoro.

Rositasari, R., Setiawan, W. B., Supriadi, I. H., & Prayuda, B. (2011). COASTAL VULNERABILITY PREDICTION TO CLIMATE CHANGE : STUDY. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, *3*(1), 52–64.

Roziqin, A., & Gustin, O. (2017). Pemetaan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Penginderaan Jauh di Pulau Batam. *Proceedings of the Industrial Research Workshop and National Seminar*, 295–299. http://jurnal.polban.ac.id/index.php/proceeding/article/view/738/591

Setiani, M. F. D. A. (2017). *DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS) DI PESISIR TIMUR KABUPATEN PROBOLINGGO, JAWA TIMUR*. UNIVERSITAS BRAWIJAYA.

Sitanggang, G. (2008). Teknik Dan Metode Fusi (Pansharpening) Data Alos (Avnir-2 Dan Prism) Untuk Identifikasi Penutup Lahan/Tanaman Pertanian Sawah. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, *3*(1), 33–49.

Sofan, P., Suwarsono, Febrianti, N., & Khomarudin, M. R. (2014). Mewaspadai Fenomena Iklim Ekstrim El Nino Dan Osilasi Selatan (Enso) Pada Musim Kemarau 2014 Di Indonesia Berdasarkan Data Satelit Penginderaan Jauh. *Aktualita*, *9*(2), 19–25.

Sudirman Adibrata. (2007). ANALISIS PASANG SURUT DI PULAU KARAMPUANG , PROVINSI SULAWESI BARAT. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, *1*(1), 1–6.

Sugiarto, A. (2019). *Pemanasan Global di Sumatera Selatan dan Peningkatan Suhu Udara yang Terjadi: Pemodelan Pengaruhnya Terhadap Transpirasi Lansium domesticum Corr.* https://doi.org/10.31227/osf.io/st4eh

Suhana, M. P., Putra, R. D., Shafitri, L. F., Muliadi, M., Khairunnisa, Nurjaya, I. W., & Natih, N. M. N. (2020). Tingkat Kerentanan Pesisir Di Utara Dan Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2020. *Jurnal Teknologi*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perikanan Dan Kelautan, *11*(1), 11–27.

Surmaini, E., Runtunuwu, E., & Las, I. (2015). Upaya sektor Pertanian dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Upaya Sektor Pertanian Dalam Menghadapi Perubahan Iklim*, *30*(1), 1–7. https://doi.org/10.21082/jp3.v30n1.2011.p1-7

Suryadi. (2015). *Pengelolaan Lahan Pesisir Pantai Dusun Batulawang Desa Kemujan Kecamatan Karimun Jawa* [Universitas Negeri Semarang]. http://lib.unnes.ac.id/20672/1/7101410037-s.pdf

Susilawati, A. (2018). *Gambaran Kesiapan Tenaga Kesehatan dalam Manajemen Bencana di Puskesmas Wilayah Rawan Bencana di Kabupaten Sulawesi Barat* [Universitas Airlangga]. https://doi.org/10.20473/ijchn.v4i1.12395

Suyarso. (2016). Dinamika dan Evolusi Pantai Probolinggo , Jawa Timur Dynamics and Evolution of the Coast of Probolinggo , East Java. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia 2016*, *1*(1), 19–27.

Syah, A. F. (2019). Pengukuran Daerah Genangan Di Pesisir Bangkalan Akibat Naiknya Muka Air Laut [Pridiction Of Inundation Area At Bangkalan Coastal Region Resulted In Sea Level Rise]. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, *5*(1), 67. https://doi.org/10.20473/jipk.v5i1.11427

Tejakusuma, I. G. (2011). Pengkajian Kerentanan Pesisir Fisik Untuk Pengembangan Pesisir Wilayah Kota Makassar. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, *13*(2), 82–87.

Ulfa, M. (2018). Persepsi Masyarakat Nelayan Dalam Menghadapi Perubahan Iklim (Ditinjau Dalam Aspek Sosial Ekonomi). *Jurnal Pendidikan Geografi*, *23*(1), 41–49.

Utami, D. N. (2019). Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Degradasi Tanah. *Jurnal Alami : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, *3*(2), 122–131. https://doi.org/10.29122/alami.v3i2.3744

Wacano, D., Andi Rif'an, A., Yuniastuti, E., Wulandari Daulay, R., & Aris Marfai, M. (2013). *Adaptasi Masyarakat Pesisir Kabupaten Demak Dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Bencana Wilayah Kepesisiran*. 20–33. https://www.researchgate.net/publication/316627705%0AAdaptasi

Wahyudi, A., Hendrarto, B., & Hartoko, A. (2014). Penilaian Kerentanan Habitat Mangrove di Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang Terhadap Variabel Oseanografi Berdasarkan Metode CVI (Coastal Vulnerability Index). *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES*, *3*(1), 89–98.

Widodo, A., Pamungkas, A., Erly, K. D. M., Fadlilah K, U., & Humaidah, N.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(2015). Pemetaan Risiko Iklim sebagai Hasil Perumusan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Geosaintek*, *1*(1), 35. https://doi.org/10.12962/j25023659.v1i1.1197

Wijaya, P. K., Sugianto, D. N., Muslim, M., Ismanto, A., Atmodjo, W., Widiaratih, R., & Hariyadi. (2019). Analisis Genangan Akibat Pasang Air Laut di Kabupaten Brebes. *Indonesian Journal of Oceanography*, *01*(1), 5–11. https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoce/article/view/6252

Wisha, U. J., Tanto, T. Al, Naelul, N., Ridwan, H., & Dhiauddin, R. (2019). Dampak Fluktuasi Suhu Permukaan Laut Terhadap Kematian Karang Di Perairan Pulau Weh, Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, *14*(2), 103–112.

Zaini, H. (2020). Bencana Menurut Perspektif Al-Qur'an. *El-Hekam*, *4*(1), 1. https://doi.org/10.31958/jeh.v4i1.1998

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id