

**ANALISIS KERENTANAN PESISIR DENGAN METODE
COASTAL VULNERABILITY INDEX (CVI) DI PANTAI
WISATA GLAGAH WANGI, KABUPATEN DEMAK**

SKRIPSI

ZHAFIRA MAZAYA PADMAPITRA

26050119130066



**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2024

**ANALISIS KERENTANAN PESISIR DENGAN METODE
COASTAL VULNERABILITY INDEX (CVI) DI PANTAI
WISATA GLAGAH WANGI, KABUPATEN DEMAK**

**ZHAFIRA MAZAYA PADMAPITRA
26050119130066**

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Derajat Sarjana S1 pada Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Kerentanan Pesisir Dengan Metode
Coastal Vulnerability Index (CVI) Di Pantai Wisata
Glagah Wangi, Kabupaten Demak

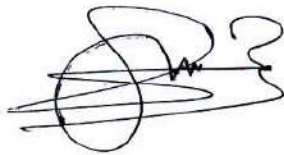
Nama Mahasiswa : Zhafira Mazaya Padmapitra

Nomor Induk Mahasiswa : 26050119130066

Departemen/Program Studi : Oseanografi

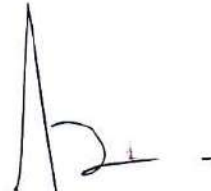
Mengesahkan,

Pembimbing Utama



Dr. Drs. Heryoso Setiyono, M.Si.
NIP. 196510101991031005

Pembimbing Anggota



Ir. Agus Anugroho Dwi Suryoputro M.Si.
NIP. 195907241987031003

Dekan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro



Dr. Ir. Tri Widiyanti Agustini, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196508211990012001

Ketua

Departemen Oseanografi



Dr. Kunarso, S.T., M.Si.
NIP. 196905251996031002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Kerentanan Pesisir Dengan Metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI) Di Pantai Wisata Glagah Wangi, Kabupaten Demak
Nama Mahasiswa : Zhafira Mazaya Padmapitra
Nomor Induk Mahasiswa : 26050119130066
Departemen/Program Studi : Oseanografi

Skripsi ini telah disidangkan di hadapan Tim Penguji pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 23 Januari 2024
Tempat : Ruang G101, Gedung G, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Penguji Utama



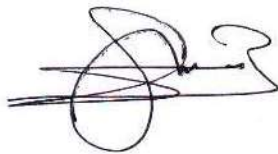
Dr. Ir. Sugeng Widada, M.Si.
NIP. 196301161991031001

Penguji Anggota



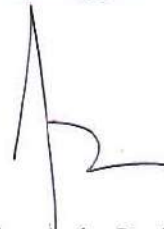
Dr. Aris Ismanto, S.Si., M.Si.
NIP. 198204182008011010

Pembimbing Utama



Dr. Drs. Heryoso Setiyono, M.Si.
NIP. 196510101991031005

Pembimbing Anggota



Ir. Agus Anugroho Dwi Suryoputro M.Si.
NIP. 195907241987031003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya, Zhafira Mazaya Padmapitra, menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi yang berjudul “Analisis Kerentanan Pesisir Dengan Metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI) Di Pantai Wisata Glagah Wangi, Kabupaten Demak” adalah asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah/skripsi ini yang berasal dari karya orang lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua isi dari karya ilmiah/skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Semarang, Januari 2024

Penulis,



Zhafira Mazaya Padmapitra

NIM. 26050119130066

ABSTRAK

(Zhafira Mazaya Padmapitra. 26050119130066. Analisis Kerentanan Pesisir Dengan Metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI) Di Pantai Wisata Glagah Wangi, Kabupaten Demak. Heryoso Setiyono dan Agus Anugroho Dwi Suryoputro).

Pantai Glagah Wangi merupakan pantai wisata di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak yang memiliki banyak potensi untuk dikembangkan. Kondisi fisik dan oseanografi pada daerah pesisir mempengaruhi tingkat kerentanan di wilayah tersebut, sehingga tidak menutup kemungkinan dapat menimbulkan berbagai ancaman bencana di destinasi wisata tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kerentanan di Pantai Wisata Glagah Wangi. Untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir, digunakan metode klasifikasi kerentanan dan perhitungan *Coastal Vulnerability Index* (CVI) dengan parameter jenis substrat di wilayah pesisir, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, rata-rata tunggang pasang surut, perubahan garis pantai, laju kenaikan muka air laut rata-rata, serta tinggi gelombang signifikan. Melalui klasifikasi ini didapatkan bahwa parameter jenis substrat, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, laju perubahan garis pantai, dan laju kenaikan muka air laut rata-rata di Pantai Glagah Wangi termasuk dalam kategori sangat tinggi dengan skor 5, sedangkan parameter rata-rata tunggang pasang surut dan tinggi gelombang signifikan termasuk dalam kategori sangat rendah dengan skor 1. Dengan perhitungan CVI diketahui nilai indeks kerentanan Pantai Glagah Wangi sebesar 21.13 sehingga dapat disimpulkan bahwa pantai ini memiliki kerentanan bencana bertingkat sedang.

Kata kunci : Kerentanan, CVI, Glagah Wangi

ABSTRACT

(Zhafira Mazaya Padmapitra. 26050119130066. Analysis Of Coastal Vulnerability Using The Coastal Vulnerability Index (CVI) Method At Glagah Wangi Tourism Beach, Demak District. Heryoso Setiyono and Agus Anugroho Dwi Suryoputro).

Glagah Wangi Beach is a tourist beach in Tambakbulsan Village, Demak Regency which has a lot of potential for development. Physical and oceanographic conditions in coastal areas influence the level of vulnerability in the region, so it is possible to cause various disaster threats in these tourist destinations. This research aims to determine the vulnerability index at Glagah Wangi Tourism Beach. To do that, the Coastal Vulnerability Index (CVI) methods is used with the parameters of substrate type in coastal areas, beach geomorphology, beach slope, tidal range, coastline changes, average rate of sea level rise, as well as significant wave height. Through this classification, it was found that the parameters of substrate type, beach geomorphology, beach slope, rate of shoreline change, and average sea level rise rate at Glagah Wangi Beach were fall under the very high risk category with a score of 5, while the average tidal range and significant wave height fall under the very low risk category with a score of 1. Using the CVI calculation, it is known that the vulnerability index value of Glagah Wangi Beach is 21.13, so it can be concluded that this beach has a moderate level of disaster vulnerability.

Keywords : *Vulnerability, CVI, Glagah Wangi*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, yang atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Kerentanan Pesisir Dengan Metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI) Di Pantai Wisata Glagah Wangi, Kabupaten Demak” sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar sarjana dalam Program Studi Oseanografi.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak, di antaranya:

1. Dr. Kunarso, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro;
2. Dr. Drs. Heryoso Setiyono, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir sekaligus dosen wali yang telah membimbing penulis selama masa studi di Universitas Diponegoro;
3. Ir. Agus Anugroho Dwi Suryoputro, M.Si. selaku dosen pembimbing anggota dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir;
4. Prof. Dr. Denny Nugroho Sugianto, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing lapangan yang telah memberi dukungan secara moril dan materiil dalam berjalannya penelitian;
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu selama masa studi;
6. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan, motivasi, dan semangat untuk menyelesaikan studi;
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran untuk membantu penyempurnaan tulisan ini sangat diharapkan. Penulis berharap bahwa tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan bagi semua pihak.

Semarang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Waktu dan Tempat.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Definisi Wilayah Pesisir.....	4
2.2. Kerentanan Pesisir.....	4
2.3. <i>Coastal Vulnerability Index</i>	5
2.3.1. Jenis Substrat.....	6
2.3.2. Geomorfologi Pantai.....	6
2.3.3. Kemiringan Pantai.....	7
2.3.4. Perubahan Garis Pantai.....	8
2.3.5. Pasang Surut.....	8
2.3.6. Kenaikan Muka Air Laut.....	9
2.3.7. Gelombang.....	9
2.4. Pantai Wisata Glagah Wangi.....	10
3. MATERI DAN METODE.....	11
3.1. Materi Penelitian.....	11
3.1.1. Alat dan Bahan.....	11
3.2. Metode Penelitian.....	12

3.2.1.	Metode Penentuan Lokasi.....	12
3.2.2.	Metode Pengambilan Data.....	13
3.2.2.1.	Data Pengamatan Visual.....	13
3.2.2.2.	Data Kemiringan Pantai.....	13
3.2.2.3.	Data Gelombang.....	14
3.2.2.4.	Data Pasang Surut.....	14
3.2.2.5.	Data Garis Pantai.....	14
3.2.3.	Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	15
3.2.3.1.	Analisis Kemiringan Pantai.....	15
3.2.3.2.	Pengolahan Data Gelombang.....	15
3.2.3.3.	Pengolahan Data Pasang Surut.....	15
3.2.3.4.	Pengolahan Tren Kenaikan Muka Air Laut.....	16
3.2.3.5.	Analisis Perubahan Garis Pantai.....	16
3.2.3.6.	Perhitungan Nilai Indeks Kerentanan Pesisir.....	16
3.3.	Diagram Alir.....	19
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1.	Hasil.....	20
4.1.1.	Jenis Substrat.....	20
4.1.2.	Geomorfologi.....	20
4.1.3.	Kemiringan Pantai.....	21
4.1.4.	Rata-rata Tunggang Pasang Surut.....	21
4.1.5.	Kenaikan Muka Air Laut.....	22
4.1.6.	Perubahan Garis Pantai.....	22
4.1.7.	Tinggi Gelombang Maksimal.....	24
4.1.8.	Perhitungan CVI.....	24
4.2.	Pembahasan.....	25
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1.	Kesimpulan.....	30
5.2.	Saran.....	30
	DAFTAR PUSTAKA.....	31
	LAMPIRAN.....	35
	RIWAYAT HIDUP.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Kemiringan Lereng.....	7
Tabel 3.1. Alat Penelitian.....	11
Tabel 3.2. Bahan Penelitian.....	12
Tabel 3.3. Pembobotan Kerentanan Pesisir.....	17
Tabel 3.4. Klasifikasi Coastal Vulnerability Indeks (CVI).....	18
Tabel 4.1. Data Kemiringan Pantai.....	21
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Pasang Surut.....	21
Tabel 4.3. Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai dengan NSM dan EPR.....	23
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang.....	24
Tabel 4.5. Hasil Pembobotan Kerentanan Pesisir.....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian.....	3
Gambar 3.1. Diagram Alir.....	19
Gambar 4.1. (a) Substrat di Pantai Glagah Wangi (b) Substrat Pantai Glagah Wangi setelah dikeringkan.....	20
Gambar 4.2. (a) Pantai Glagah Wangi dari citra <i>Google Earth</i> (b) Gosong di depan Pantai Glagah Wangi.....	20
Gambar 4.3. Grafik <i>Mean Sea Level</i>	22
Gambar 4.4. Perubahan Garis Pantai Glagah Wangi Tahun 2014 – 2023.....	23
Gambar 4.5. Ukuran Sedimen pada Skala <i>Wentworth</i>	26
Gambar 4.6. Klasifikasi Kerentanan Pesisir Parameter Geomorfologi.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengolahan Data Kemiringan Pantai.....	36
Lampiran 2. Tabel Pengolahan Data Laju Kenaikan MSL.....	36
Lampiran 3. Tabel Perhitungan Rata-Rata MHWL dan MLWL.....	37
Lampiran 4. Grafik Gelombang ADCP 1-4 Juni 2023.....	37
Lampiran 5. Koreksi Garis Pantai Dengan MSL.....	38
Lampiran 6. Hasil Pengolahan Data DSAS.....	40
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan.....	42

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Demak merupakan bagian dari provinsi Jawa Tengah dengan garis pantai yang membentang sepanjang 67.975 km. Lokasinya yang berada di sebelah utara Pulau Jawa menyebabkan wilayah pesisir Kabupaten Demak dipengaruhi langsung oleh Laut Jawa (Primasti *et al.*, 2021). Aktivitas hidro-oseanografi, perubahan iklim, serta kegiatan manusia yang berlangsung secara terus menerus menjadikan wilayah pesisir seperti Kabupaten Demak menjadi rentan akan ancaman bencana seperti kenaikan muka air laut, terjadinya gelombang ekstrem, dan abrasi serta akresi pantai yang menyebabkan perubahan garis pantai. Pada tahun 2000 hingga 2018, Kabupaten Demak mengalami abrasi seluas 1.592,7 ha dan akresi seluas 620 ha (Sriyana *et al.*, 2020).

Kabupaten Demak memiliki beberapa objek wisata, salah satunya adalah pantai wisata Glagah Wangi Istambul yang berada di Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah. Pantai Glagah Wangi merupakan salah satu objek wisata yang cukup terkenal di Kabupaten Demak. Menurut Regita dan Purnaweni (2019), daya tarik Pantai Glagah Wangi adalah pantai dengan hamparan pasir putih serta adanya hutan pohon api-api dan *track* mangrove yang mengelilingi pintu masuk ke Pantai Glagah Wangi. Akibat lokasinya yang berada di wilayah pesisir, Pantai Glagah Wangi tidak luput dari ancaman bencana yang dapat melanda pesisir di wilayah Kabupaten Demak. Kerentanan yang dialami oleh wilayah pesisir dapat diketahui dengan melakukan penilaian kondisi fisik dan oseanografi dengan metode CVI (Gornitz, 1991). CVI atau *Coastal Vulnerability Index* merupakan metode evaluasi yang mempertimbangkan berbagai aspek kerentanan dan karakteristik pesisir dengan basis skala indeks untuk merepresentasikan tingkat kerentanan (Fu *et al.*, 2022).

Penelitian terkait indeks kerentanan pesisir telah banyak dilakukan dengan fokus lokasi dan tujuan yang berbeda. Namun penelitian mengenai kerentanan pantai di Desa Tambakbulusan, terutama Pantai Wisata Glagah Wangi belum banyak dilakukan. Pengetahuan mengenai kerentanan pesisir di pantai wisata seperti Pantai Glagah Wangi akan sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan

pengelolaan wilayah. Selain itu, penelitian ini juga dilaksanakan sebagai upaya mitigasi bencana yang dapat melanda wilayah ini.

1.2. Permasalahan

Kerentanan atau *vulnerability* wilayah pesisir sangat penting untuk pengelolaan risiko bencana (Isdianto *et al.*, 2022), begitu pula pada Pantai Wisata Glagah Wangi, Desa Tambakbulusan. Destinasi wisata ini berada di wilayah pesisir di Kabupaten Demak sehingga tidak luput akan berbagai ancaman bencana yang dapat terjadi di wilayah pesisir. Pemanasan global yang terjadi secara terus menerus merupakan salah satu faktor penyebab bencana seperti intrusi air laut, penggenangan wilayah pesisir, hingga tenggelam maupun hilangnya daratan sekitar pantai (Ondara *et al.*, 2020). Menurut Sriyana *et al.*, (2020), Kabupaten Demak mengalami abrasi seluas 1.592,7 ha dan akresi seluas 620 ha pada periode tahun 2000 – 2018. Kerentanan yang terjadi di wilayah pesisir dapat mempengaruhi Pantai Glagah Wangi sebagai pantai wisata. Oleh karena itu, nilai kerentanan di pantai ini perlu diketahui. Selain dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengelolaan risiko dan mitigasi bencana, nilai kerentanan pantai ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengembangan pembangunan sektor wisata di Pantai Glagah Wangi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi kerentanan Pantai Glagah Wangi berdasarkan parameter fisik dan oseanografi
2. Mengetahui nilai kerentanan wilayah pesisir Pantai Glagah Wangi, Kabupaten Demak.

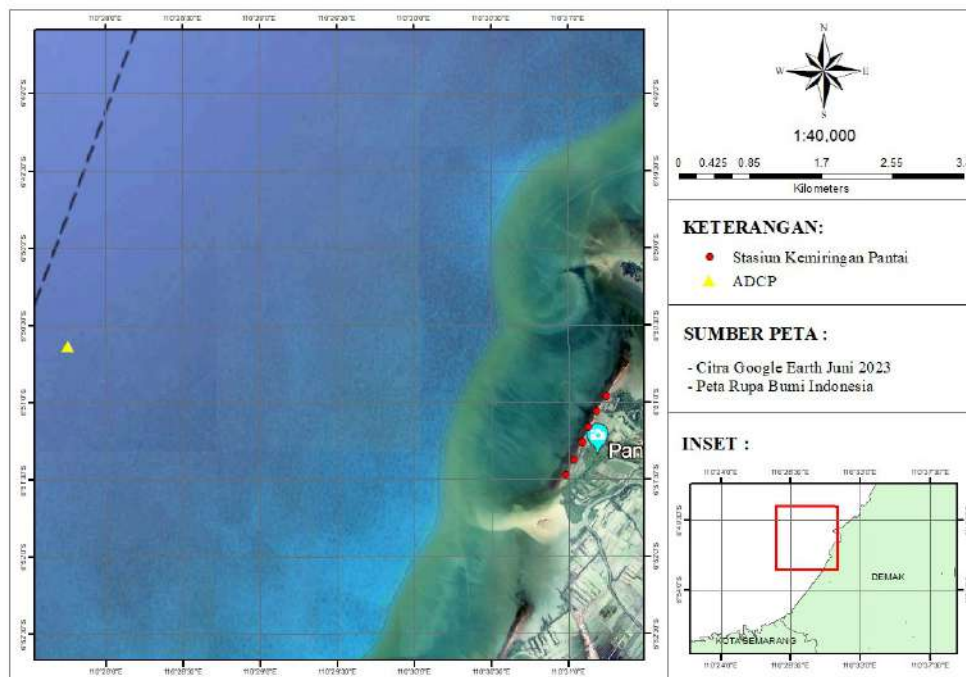
1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai nilai kerentanan wilayah pesisir. Analisis yang dilakukan juga diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan risiko dan mitigasi bencana serta

dalam pengembangan pembangunan sektor pariwisata pantai, khususnya di Pantai Wisata Glagah Wangi, Kabupaten Demak.

1.5. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2023 di wilayah pesisir Pantai Wisata Glagah Wangi, Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak dengan koordinat $6^{\circ}50'33.69''$ - $6^{\circ}51'31.83''$ LS dan $110^{\circ}27'44.48''$ - $110^{\circ}31'24.70''$ BT. Penelitian mencakup 6 titik pengukuran kemiringan pantai dan titik pengukuran ADCP. Cakupan wilayah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Wilayah Pesisir

Pesisir dapat didefinisikan sebagai daerah pertemuan daratan dan lautan. Oleh karena itu, kawasan ini akan termodifikasi secara geologis oleh aktivitas badan air seperti terjadinya pasang surut gelombang dan tingginya permukaan air (Titah *et al.*, 2022). Menurut Triatmodjo (1999), wilayah pesisir merupakan wilayah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh dari laut. Pengaruh - pengaruh ini dapat berupa pasang surut, angin laut, maupun perembesan air laut. Wilayah pesisir juga merupakan wilayah yang dinamis. Wilayah ini terus berubah menyesuaikan lingkungan sekitarnya. Perubahan yang terjadi dapat dipengaruhi oleh kondisi geografis, perubahan iklim, serta faktor-faktor oseanografi seperti pengaruh gelombang, pasang surut, pengaruh arus sejajar pantai, pergerakan sedimen, dan lain-lain. Wilayah pesisir banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat berkegiatan. Contohnya sebagai wilayah pemukiman, industri, pelabuhan, pertanian dan perikanan, pariwisata, dan lain sebagainya. Pemanfaatan wilayah yang tidak seimbang dengan pelestarian lingkungannya juga dapat menjadi salah satu faktor perubahan wilayah pesisir (Rachmadiani *et al.*, 2018).

2.2. Kerentanan Pesisir

Kerentanan pesisir merupakan beban suatu lingkungan pesisir untuk menanggapi ancaman bahaya yang dapat terjadi di wilayah tersebut. Ancaman bahaya pesisir adalah suatu fenomena yang mengekspos zona litoral pesisir terhadap risiko kerusakan maupun efek negatif lainnya (Gornitz, 1991). Aktivitas hidro-oseanografi seperti gelombang dan pasang surut, pembangunan wilayah pesisir, serta perubahan iklim yang terus terjadi dapat menyebabkan perubahan kondisi perairan sehingga wilayah pesisir rentan akan ancaman bencana. Bencana yang dapat terjadi di antaranya adalah perubahan dinamika badan air, perubahan garis pantai, gelombang ekstrem, serta kenaikan muka air laut (Ondara *et al.*, 2020). Bencana-bencana tersebut dapat membuat perubahan secara fisik di wilayah pesisir dan juga melemahkan kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar (Handoko *et al.*, 2019). Kerentanan pesisir terutama bencana-bencana yang berkaitan dengan

perubahan garis pantai memiliki dampak penting dalam pemeliharaan sumber daya pesisir. Oleh karenanya, penilaian kerentanan pesisir digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan pengembangan dan pengelolaan wilayah pesisir (Fu *et al.*, 2022).

2.3. *Coastal Vulnerability Index*

Coastal vulnerability index atau indeks kerentanan pesisir adalah salah satu metode evaluasi kerentanan pesisir yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Metode ini mempertimbangkan berbagai aspek kerentanan dan karakteristik pesisir dengan basis skala indeks untuk merepresentasikan tingkat kerentanannya (Fu *et al.*, 2022). Menurut Primasti *et al.* (2021), metode CVI dapat mengklasifikasi perubahan fisik bagian-bagian garis pantai dengan pendekatan dasar numerik sederhana untuk mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kerentanan yang tinggi. Dibandingkan dengan metode-metode lainnya, metode ini tergolong sederhana dan mudah untuk dilakukan. Metode ini juga mempertimbangkan efek superposisi dari masing-masing parameter sehingga tergolong metode ilmiah. Namun perlu diketahui bahwa metode CVI mendefinisikan kerentanan pesisir lebih berdasarkan parameter fisik, hidrografi, dan oseanografi serta kurang mempertimbangkan dampak langsung aktivitas manusia terhadap lingkungan pesisir (Prathanazal *et al.*, 2020).

Gornitz (1991) menyatakan bahwa perhitungan tingkat kerentanan pesisir dilakukan dengan menghitung parameter-parameter ancaman pesisir dengan menggunakan persamaan

$$CVI = \sqrt{\frac{a_1 \times a_2 \times \dots \times a_n}{n}}$$

dengan a_i = parameter yang digunakan dan n = jumlah parameter yang digunakan. Dalam hal ini, parameter yang digunakan adalah jenis batuan yang terdapat di wilayah pesisir, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, perubahan garis pantai, rata-rata tunggang pasang surut, kenaikan muka air laut, serta ketinggian gelombang signifikan. Menurut Karondia *et al.* (2022), masing-masing parameter memiliki peran penting yang membentuk kerentanan pesisir. Jenis substrat akan menggambarkan struktur geologi wilayah yang diamati terkait dengan tingkat erodibilitas, parameter geomorfologi akan menggambarkan bentuk dan aktivitas pesisir, parameter kemiringan pesisir dapat mengidentifikasi luas daratan yang

terancam kenaikan permukaan laut, parameter perubahan garis pantai dapat menjelaskan interaksi antara daratan dan lautan serta perubahan yang terjadi di sekitar pantai, dan parameter tinggi gelombang, pasang surut, serta kenaikan muka air laut dapat menambah tingkat ancaman bahaya pada pesisir.

2.3.1. Jenis Substrat

Jenis batuan penyusun pesisir akan mempengaruhi stabilitas pesisir. Pesisir dengan batuan dasar yang keras akan lebih stabil dibandingkan dengan pesisir dengan substrat lebih terburai (Titah *et al.*, 2022). Hal ini terkait dengan kepekaan terhadap erosi (erodibilitas) yang berbeda-beda. Erodibilitas ini bergantung pada kandungan mineral pada tiap batuan, proses pengendapan pada batuan sedimen, perbedaan ukuran butir pada sedimen lepas, serta keberadaan elemen planas pada batuan (Gornitz dan White, 1992). Berdasarkan material penyusun dasarnya, tipe pantai dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu pantai berbatu, pantai berpasir, dan pantai berlumpur. Ketiga pantai ini memiliki tingkat erodibilitas yang berbeda-beda. Pantai berbatu umumnya tidak mudah tererosi oleh arus dan gelombang. Penggerusan pada tipe pantai ini lebih sering terjadi akibat pelapukan batuan dalam waktu yang relatif lama. Pantai berpasir terbentuk akibat proses erosi dan pengendapan sedimen. Material penyusun pantai dengan tipe ini berasal dari daratan yang terbawa aliran sungai. Sedangkan pantai berlumpur relatif mudah tererosi dan berubah bentuk karena material penyusunnya yang sangat halus mudah terangkat oleh arus. Tipe pantai ini umumnya dijumpai di muara sungai dan banyak ditumbuhi oleh mangrove karena substratnya yang kaya akan bahan organik (Hidayati, 2017).

2.3.2. Geomorfologi Pantai

Geomorfologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari bentuk permukaan bumi, asal mula, proses – proses pembentukan dan perubahannya, serta konteks dengan lingkungannya. Bentuk permukaan bumi dapat berubah akibat aktivitas yang terjadi pada wilayah tersebut dalam rentang waktu tertentu. Bentuk yang khas ini kemudian disebut sebagai bentang alam. Bentang alam adalah sebagian muka Bumi yang terbentuk dari hasil keterkaitan dan ketergantungan antara bentuk lahan dan unsur perubahannya yang bersifat dinamis dan membentuk satu kesatuan (Sutikno *et al.*, 2020). Menurut Noor (2014), morfologi pantai

merupakan bentuk bentang alam yang terbentuk dari pengaruh aktivitas daratan dan lautan. Dalam hal ini, aktivitas yang berpengaruh adalah dinamika gelombang, arus laut, pasang laut, dan angin kepada daratan. Beberapa contoh morfologi pantai adalah delta, tanjung, teluk, *stack* dan *arches*, *wave-cut platform*, tanggul pantai (*barrier landform*), danau pantai atau laguna, pantai *submergent*, serta pantai *emergent*. Jenis bentang alam dan dinamika pesisir akan mempengaruhi bagaimana wilayah tersebut merespons aktivitas laut terutama percepatan kenaikan muka air laut. Wilayah dengan kemiringan rendah seperti delta, estuari, laguna, dan teluk akan lebih rentan terhadap penggenangan baik sementara maupun permanen. Erosi pesisir juga dapat meningkat sebagai respons dari kenaikan muka air laut serta faktor tambahan lainnya. Profil pantai secara vertikal akan terus berubah menuju titik keseimbangannya yang baru akibat kenaikan muka air maupun kenaikan tinggi gelombang. Pengaruh lain dari naiknya muka air laut adalah intrusi air asin yang rentan terjadi pada wilayah seperti laguna, estuari, serta muara sungai. Intrusi ini dapat mengontaminasi pasokan air tawar bagi masyarakat pesisir (Gornitz, 1991).

2.3.3. Kemiringan Pantai

Kemiringan pesisir merupakan tingkat kelerengan atau kelandaian pada suatu pesisir. Kemiringan pesisir didefinisikan sebagai perbandingan ketinggian dengan jarak horizontal antara dua titik pada pesisir yang tegak lurus dengan garis pantai (Murali *et al.*, 2013). Kemiringan pesisir dipengaruhi oleh material penyusunnya. Substrat dengan media keras biasanya akan membentuk bentang alam yang curam. Sebaliknya, substrat dengan media lebih lembut akan membentuk bentang alam yang lebih datar (Titah *et al.*, 2022). Menurut Van Zuidam (1985), kemiringan lereng dapat diklasifikasikan dalam **Tabel 2.1.** berikut.

Tabel 2.1. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Nilai Kelerengan (°)	Nilai Kelerengan (%)	Keterangan
< 1	0 – 2	Datar – Hampir Datar
1 – 3	3 – 7	Landai
3 – 6	8 – 13	Miring atau Bergelombang
6 – 9	14 – 20	Sedikit Curam
9 – 25	21 – 55	Curam
25 – 65	56 – 140	Sangat Curam
> 65	> 140	Terjal

Sumber: Van Zuidam (1985).

Wilayah pesisir dengan relief kemiringan yang rendah akan lebih rentan terhadap risiko kenaikan muka air laut, erosi dan sedimentasi akibat *long-shore current*, gelombang tinggi, dan risiko lainnya (Gornitz, 1991). Kerentanan pesisir akibat penggenangan dan hilangnya daratan terkait merupakan fungsi langsung dari kemiringan pesisir. Pada pesisir yang curam, konsekuensi kenaikan muka air laut tidak terlalu signifikan dibanding dengan pesisir yang landai. Pada pesisir yang landai, kenaikan muka air laut sedikit saja dapat menggenangi daratan dengan area yang lebih luas. Dengan mengetahui nilai kemiringan pesisir, maka luas daratan yang terancam kenaikan muka air laut dapat diidentifikasi (Karondia *et al.*, 2022).

2.3.4. Perubahan Garis Pantai

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dan lautan. Posisi garis pantai tidak tetap akibat adanya interaksi antara darat, laut dan udara (Triatmodjo, 1999). Perubahan ini berlangsung secara terus menerus dan dapat disebabkan oleh faktor alami maupun adanya campur tangan manusia. Faktor alami yang dapat menyebabkan perubahan garis pantai di antaranya adalah kenaikan muka air laut, arus sejajar pantai, serta sedimentasi dan abrasi. Sedangkan perubahan akibat campur tangan manusia antara lain reklamasi pantai, penambangan pasir pantai, pembabatan tanaman pelindung pantai, pembangunan pemecah gelombang, serta penggunaan dan pengembangan wilayah pesisir (Darmiati *et al.*, 2020). Perubahan garis pantai memainkan peran penting dalam memburuknya kondisi lingkungan pesisir dan timbulnya kerugian dalam aspek lingkungan dan sosial ekonomi. Kerugian yang dimaksud adalah kerusakan pelindung pantai baik alami maupun buatan, hilangnya lahan dan tempat tinggal, kerusakan infrastruktur, dan lain-lain (Muskananfolo *et al.*, 2020). Perubahan garis pantai dapat mengakibatkan berbagai ekosistem yang melindungi pesisir rusak maupun hilang sehingga kenaikan muka air laut dan besarnya energi gelombang yang menghempas langsung berdampak pada daratan (Handiani *et al.*, 2019).

2.3.5. Pasang Surut

Pasang surut merupakan gerakan naik-turunnya muka air laut yang disebabkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda langit terhadap masa air laut di bumi (Triatmodjo, 1999). Pasang surut membangkitkan arus pasang surut yang berperan terhadap proses penyebaran sedimen dan dapat mengubah permukaan

dasar laut hingga ke pantai. Proses pasang akan membawa sedimen ke arah pantai sedangkan proses surut akan membawa sedimen ke arah laut lepas (Karondia *et al.*, 2022). Menurut Gornitz dan White (1992), besarnya tunggang pasang surut diasosiasikan dengan kuatnya arus pasang surut dalam mengerosi dan membawa sedimen ke lepas pantai. Hal ini dikarenakan kecepatan arus pasang surut pada wilayah estuari dipengaruhi oleh tunggang pasang surut, siklus pasang surut, dan juga morfologi pesisir. Selain itu, besarnya tunggang pasang surut juga dapat dikaitkan dengan ancaman inundasi pesisir. Tunggang pasang surut yang besar dapat menggambarkan luasnya zona dataran rendah terpengaruh pasang surut yang rentan terhadap penggenangan air laut berkelanjutan.

2.3.6. Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut rata-rata global merupakan salah satu akibat dari terjadinya perubahan iklim. Pemanasan global menjadikan bumi semakin hangat. Panas yang terperangkap karena gas rumah kaca kemudian diserap oleh laut. Dengan naiknya suhu laut rata-rata, maka air laut memuai dan volume laut bertambah. Di samping itu, naiknya suhu rata-rata juga melelehkan gletser dan mengurangi tutupan permukaan es. Pada tahun 2021, rata-rata muka air laut global sudah bertambah 82mm dari rata-rata muka air laut tahun 1986-2005 (Song *et al.*, 2023). Kenaikan muka air laut menjadi persoalan bagi masyarakat pesisir karena tidak hanya berdampak pada fisik lingkungan pesisir, namun juga pada aspek sosial ekonomi masyarakat pesisir. Kenaikan muka air laut dapat menyebabkan penggenangan dataran rendah, banjir pasang, kerusakan infrastruktur, kemunduran garis pantai, hingga ancaman tenggelamnya daratan di sekitar wilayah pesisir yang dapat mempengaruhi masyarakat dalam memenuhi kebutuhannya (Handoko *et al.*, 2019). Pengaruh lain dari kenaikan muka air laut adalah terjadinya intrusi air asin di sekitar wilayah laguna, estuari, dan muara sungai yang dapat mengontaminasi pasokan air tawar masyarakat pesisir (Gornitz, 1991).

2.3.7. Gelombang

Gelombang laut merupakan pergerakan air laut yang dibangkitkan oleh angin yang bertiup di permukaannya. Gelombang membawa energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus, serta transpor sedimen (Triatmodjo, 1999). Semakin tinggi gelombang di suatu pantai, maka nilai kerentanan pantai tersebut

akan semakin tinggi. Hal ini berkaitan dengan ancaman penggenangan air laut dan ancaman abrasi pada pantai (Prathanazal *et al.*, 2020). Abrasi dan penggenangan pantai akan mengakibatkan hilangnya ekosistem pelindung pantai sehingga fungsi ekologi akan menjadi tidak seimbang. Ekosistem pelindung pantai tidak lagi dapat melindungi pantai sehingga gelombang yang datang dengan energi lebih besar akan memiliki dampak lebih destruktif terhadap pesisir (Handiani *et al.*, 2019).

2.4. Pantai Wisata Glagah Wangi

Pantai Glagah Wangi merupakan salah satu pantai wisata yang berlokasi di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak. Lokasi Kabupaten Demak yang berada di bagian utara Pulau Jawa menyebabkan wilayah ini dipengaruhi langsung oleh Laut Jawa. Kabupaten Demak memiliki garis pantai yang membentang sepanjang 67,975 km (Primasti *et al.*, 2021). Aktivitas hidro-oseanografi seperti gelombang dan pasang surut, perubahan iklim, serta kegiatan manusia yang berlangsung terus menerus dapat menyebabkan Pesisir Kabupaten Demak menjadi rentan akan ancaman bencana seperti perubahan garis pantai, kenaikan muka air laut, serta gelombang ekstrem (Ondara *et al.*, 2020). Menurut Sriyana *et al.*, (2020), sepanjang tahun 2020 hingga 20218, Kabupaten Demak telah mengalami perubahan garis pantai berupa abrasi seluas 1.592,7 ha dan akresi seluas 620 ha.

Sektor pariwisata merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam pembangunan suatu daerah, begitu pula untuk Kabupaten Demak. Kabupaten Demak memiliki beragam potensi wisata, dari wisata alam hingga wisata religi. Salah satu destinasi wisata alam yang populer di Kabupaten Demak adalah wisata pantai. Pantai yang sering disebut dengan Pantai Istambul (Istana Tambakbulusan) ini memiliki daya tarik berupa pantai berpasir serta adanya *track* mangrove di sekitar pintu masuk pantai (Regita dan Purnaweni, 2019).

3. MATERI DAN METODE

3.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung di lapangan. Pada penelitian ini, data primer yang digunakan adalah hasil pengamatan visual, data kemiringan pantai, dan data gelombang. Data sekunder merupakan data yang diambil dari pihak ketiga. Data sekunder digunakan sebagai pendukung hasil yang diperoleh dari data primer. Pada penelitian ini, data sekunder yang digunakan adalah data pasang surut dan data citra.

3.1.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung disajikan dalam **Tabel 3.1.** dan **Tabel 3.2.**

Tabel 3.1. Alat Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	<i>Global Positioning System</i> (GPS)	Menentukan titik lokasi penelitian
2.	Selang <i>Waterpass</i>	Membantu pengukuran kemiringan pantai
3.	Tongkat Berskala	Membantu pengukuran kemiringan pantai
4.	<i>Roll Meter</i>	Mengukur jarak pengukuran kemiringan pantai
5.	ADCP	Mengukur ketinggian gelombang
6.	<i>Software</i> ArcGIS 10.8	Pengolahan perubahan garis pantai dengan metode DSAS dan analisis data
7.	<i>Software</i> Microsoft Excel	Pengolahan perhitungan data
8.	Laptop Asus AMD A4, RAM 4GB	Perangkat pengolahan dan analisis data
9.	Kamera Digital	Perangkat dokumentasi selama penelitian berlangsung
10.	Alat Tulis	Mencatat data yang didapatkan di lapangan

Tabel 3.2. Bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Keterangan
1.	Data Pengamatan Visual	Pengamatan bentuk geomorfologi pantai dan jenis substrat Pantai Glagah Wangi
2.	Data Kemiringan Pantai	Merupakan data pengukuran lapangan
3.	Data Gelombang ADCP periode 1-4 Juni 2023	Merupakan data yang digunakan untuk analisis tinggi gelombang signifikan
4.	Data Elevasi Pasang Surut Tahun 2014-2021 dan 2023 BIG	Merupakan data yang digunakan untuk analisis rata-rata tunggang pasang surut dan analisis tren kenaikan muka air laut. Diunduh dari laman http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ pada 6 Oktober 2023
5.	Citra Tahun 2014 dan 2023, Resolusi 8192 x 4955 pixel	Merupakan dasar digitasi garis pantai. Diunduh menggunakan <i>software</i> Google Earth pada 15 September 2023.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode penelitian menggunakan data yang bersifat kuantitatif atau dapat dikuantitatifkan dan diolah secara statistik. Penelitian dengan metode kuantitatif memiliki rancangan yang bersifat spesifik, terperinci, dan jelas. Kemudian data yang telah terkumpul akan diujikan dengan menggunakan teori-teori ataupun hipotesis yang telah dikaji sebelumnya (Yusuf, 2014).

3.2.1. Metode Penentuan Lokasi

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi adalah metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* ini dilakukan dengan mengambil data pada wilayah yang telah ditentukan dengan pertimbangan tertentu dengan harapan dapat menjawab permasalahan penelitian (Najamudin dan Metusalach, 2022). Metode *purposive sampling* dilakukan dengan mengambil sampel minimal namun tetap memenuhi syarat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil data yang dapat

mewakili keadaan seluruh wilayah penelitian walaupun dengan pertimbangan berbagai keterbatasan (Mamik, 2015).

Data yang diambil langsung di lapangan adalah data kemiringan pantai dan data gelombang menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Pengambilan data kemiringan pantai dilakukan pada surut terendah di sepanjang Pantai Glagah Wangi. Pemilihan lokasi stasiun pengambilan data kemiringan pantai dilakukan setelah dilakukan survei pendahuluan dengan menyusuri Pantai Glagah Wangi untuk memastikan ada tidaknya perbedaan kondisi wilayah yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Karena tidak ada perbedaan yang dapat ditemukan secara visual, maka lokasi berjumlah 6 titik dipilih sebagai stasiun pengukuran dengan jarak interval 150 meter setiap titiknya. Sedangkan penentuan lokasi pengambilan data gelombang menggunakan ADCP dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan ADCP dalam merekam data dan keadaan gelombang pada saat melewati ADCP. ADCP memiliki kemampuan maksimal untuk merekam data pada kedalaman minimal 10 meter dengan asumsi bahwa gelombang berada pada kondisi belum pecah di kedalaman tersebut sehingga dapat mewakili kondisi gelombang pada wilayah ini. Oleh karena itu, ADCP di-*deploy* pada koordinat $6^{\circ} 50.635'S$ dan $110^{\circ} 27.757'E$ dengan kedalaman 14 meter dari permukaan air laut.

3.2.2. Metode Pengambilan Data

3.2.2.1. Data Pengamatan Visual

Data pengamatan visual dilakukan secara langsung di lapangan. Pengamatan yang dilakukan terkait dengan bentuk geomorfologi Pantai Glagah Wangi serta jenis substrat yang membentuk pantai tersebut. Hasil dari pengamatan kemudian digunakan dalam klasifikasi sekaligus perhitungan indeks kerentanan pesisir.

3.2.2.2. Data Kemiringan Pantai

Data kemiringan pantai didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung di Pantai Glagah Wangi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan selang *waterpass*, tongkat berskala, dan *roll* meter. Selang *waterpass* digunakan untuk mengukur kemiringan pantai, 2 tongkat berskala digunakan untuk mengukur