

## ANALISIS STRATEGI MITIGASI BENCANA BANJIR ROB DI PESISIR KABUPATEN KENDAL TERHADAP INDEKS KERENTANAN PESISIR (CVI) TAHUN 2024

Dhimas Rizkhy Pratama<sup>1\*</sup>, Pipit Wijayanti<sup>1</sup>, Chatarina Muryani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*dhimaspratama29072002@gmail.com

Diterima: 02/09/2024

Direvisi: 11/02/2025

Dipublikasikan: 21/04/2025

### ABSTRACT

*The rise in sea levels due to ice melting in the Antarctic region increases the risk of tidal flooding, particularly in coastal areas with low-lying topography, such as the northern coast of Java. Kendal Regency is one of the regions vulnerable to this disaster. Therefore, this study aims to (1) analyze the level of coastal vulnerability to tidal flooding in Kendal Regency using the Coastal Vulnerability Index (CVI) in 2024 and (2) formulate mitigation strategies to reduce vulnerability to tidal flooding in Kendal Regency in 2024. The CVI assessment in this study is based on several key parameters, including geomorphology, shoreline changes, land elevation, beach slope, sea level rise, average tidal range, and wave height. The sampling technique was conducted using purposive sampling by selecting sub-districts in coastal Kendal that are affected by tidal flooding. Data collection methods included field observations, image interpretation, and documentation. The mitigation strategy formulation method focuses on parameters that significantly contribute to the vulnerability level in each coastal sub-district. The research findings indicate that (1) the coastal areas of Kendal Regency have varying levels of vulnerability, classified as low and moderate. The low vulnerability category is found in Kungkung, Cepiring, and Brangsong sub-districts, while the moderate category includes Rowosari, Patebon, Kendal, and Kaliwungu sub-districts. (2) The mitigation strategies for the coastal areas of Kendal Regency consist of structural and non-structural approaches. Structural mitigation includes beach reclamation, beach restoration, seawall construction, mangrove planting, polder and retention pond development, breakwater construction, and elevation of houses near the coastline. Meanwhile, non-structural mitigation involves public education and awareness programs (educational campaigns and emergency response training), capacity building for local authorities, and the implementation of an early warning system.*

**Keywords:** Vulnerability; Mitigation; Tidal Flooding; CVI

### ABSTRAK

*Kenaikan muka air laut akibat pencairan es di wilayah Antartika meningkatkan risiko banjir rob, terutama di wilayah pesisir yang memiliki topografi landai, seperti pesisir utara Jawa. Kabupaten Kendal merupakan salah satu daerah yang rentan terhadap bencana ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis tingkat kerentanan pesisir terhadap bencana banjir rob di Kabupaten Kendal menggunakan Indeks Kerentanan Pesisir (CVI) tahun 2024 dan (2) merumuskan strategi mitigasi kerentanan bencana banjir rob di Kabupaten Kendal tahun 2024. Parameter yang digunakan dalam CVI adalah geomorfologi, perubahan garis pantai, elevasi lahan, kemiringan pantai, kenaikan muka air laut, pasang surut rata-rata, dan tinggi gelombang. Teknik pengambilan sampel diperoleh melalui metode purposive sampling dengan memilih kecamatan di pesisir Kendal yang terdampak banjir rob. Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, interpretasi citra, dan dokumentasi. Metode dalam menentukan strategi mitigasi berfokus pada parameter yang berkontribusi besar dalam nilai kerentanan pada masing-masing kecamatan pesisir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) wilayah pesisir Kabupaten Kendal memiliki tingkat kerentanan dengan klasifikasi kurang rentan dan sedang. Kelas kurang rentan ditemukan di Kecamatan Kungkung, Cepiring, dan Brangsong, sementara kelas sedang terdapat di Kecamatan Rowosari, Patebon, Kendal, dan Kaliwungu. (2) Strategi mitigasi*

*di wilayah pesisir Kabupaten Kendal mencakup mitigasi struktural seperti reklamasi pantai, restorasi pantai, pembangunan bendungan laut, penanaman mangrove, pembuatan polder dan kolam retensi, pembangunan breakwater (pemecah gelombang), dan peninggian rumah di sekitar pantai.. Sementara itu, mitigasi nonstruktural dilakukan melalui pendidikan dan kesadaran masyarakat (kampanye edukasi dan pelatihan tanggap darurat), peningkatan kapasitas aparat lokal, dan mengadakan early warning system (sistem peringatan dini).*

**Kata Kunci:** Kerentanan; Mitigasi; Banjir Rob; CVI

## A. PENDAHULUAN

Bencana menurut Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 adalah 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 yang menjadi perhatian masyarakat baik masyarakat nasional dan internasional adalah cuaca ekstrim

Berkaitan dengan cuaca ekstrim (Patriana dan Satria, 2013) berpendapat bahwa perubahan cuaca yang ekstrim mengakibatkan terjadinya perubahan suhu baik di darat maupun laut. Salah satu contoh nyata peristiwa perubahan cuaca yaitu pemanasan global. Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata di atmosfer, lautan, dan permukaan bumi. Pemasanan global atau meningkatnya suhu udara tersebut menyebabkan pencairan es di sejumlah wilayah Antartika sehingga berdampak pada tinggi muka air laut secara global. Indonesia menjadi salah satu negara yang terkenda dampak tinggi muka air laut. Hal ini sesuai dengan pendapat oleh Jati, Agasi Purnama, dan Djati Mardianto (2023) bahwa peningkatan permukaan air laut di wilayah Indonesia mencapai 4,6 mm per tahun pada periode 1993-2018. Peningkatan ini memengaruhi kondisi kawasan pantai atau pesisir. (Ayyam *et al.*, 2019). Kenaikan permukaan air laut memicu bencana banjir rob, di mana air laut menggenangi daratan dan menyebabkan banjir di area tersebut.

Menurut Muh Nur Imam (2022) banjir rob disebabkan oleh fenomena pasang air laut dan kenaikan permukaan air laut. Banjir ini sering menjadi bencana rutin bagi daerah-daerah pesisir. Selain itu, banjir rob kerap terjadi di wilayah yang permukaannya lebih rendah dari permukaan laut. Hal ini dipengaruhi oleh gaya gravitasi, di mana air mengalir ke daerah yang lebih rendah, serta gaya gravitasi bulan yang mempengaruhi pasang surut air laut. Fenomena ini menyebabkan air laut menggenangi wilayah rendah di kawasan pesisir, yang dikenal sebagai rob. Banjir rob menyebabkan gangguan dalam aktivitas sehari-hari, seperti kegiatan rumah tangga, aksesibilitas jalan, dan keterbatasan penggunaan sarana dan prasarana, infrastruktur pantai, menghancurkan tempat tinggal, dan lahan produktif yang

menjadi sumber mata pencaharian masyarakat, serta mengganggu layanan publik seperti komunikasi, listrik, dan pasokan air bersih. Banjir ini juga berpotensi meningkatkan penyebaran penyakit menular, seperti malaria.

Kabupaten Kendal menjadi salah satu wilayah yang rawan terhadap bencana banjir rob. Hal ini sesuai dengan pendapat oleh Ikhsyan, Nova, Chatarina Muryani, dan Peduk Rintayati (2017) yang menyatakan bahwa wilayah pesisir pantai utara Laut Jawa rentan terhadap banjir karena topografi yang landai memungkinkan air laut masuk ke daratan. Curah hujan yang tinggi dan jumlah bulan basah yang signifikan juga turut mendukung terjadinya banjir rob.

**Tabel 1** Luas banjir rob Kecamatan Kendal Tahun 2020

Kecamatan	Luas Wilayah Terdampak Banjir (ha)	Luas Wilayah Terdampak Banjir Rob (ha)	Total Keseluruhan Luas Banjir (ha)	Persentase Banjir
Kendal	947,75	1002,76	1950,51	64,84%
Patebon	1193,52	1611,80	2805,31	52,15%
Rowosari	477,81	1343,22	1821,03	53,3%
Kangkung	614,93	1016,47	1631,40	45,9%
Cepiring	463,46	780,53	1244	49,4%
Brangsong	1093,06	490,06	1583,51	51,82%
Kaliwungu	1381,38	792,21	2173,58	52,41

*Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kendal Tahun 2020*

Menurut data dari **Tabel 1** terdapat 4 kecamatan dari 7 kecamatan yang berbatasan langsung dengan laut di Kabupaten Kendal yang terkena dampak banjir rob lebih dari 1000 ha. Wilayah tersebut adalah Kecamatan Patebon (1661,80 ha); Kecamatan Rowosari (1343,22 ha); Kecamatan Kendal (1002,76 ha); dan Kecamatan Kangkung (1016,47 ha). Dengan wilayah yang luas, menjadikan wilayah Kabupaten Kendal menjadi rawan terhadap bencana banjir rob. Kajian untuk mengetahui kerentanan pesisir perlu dilakukan untuk memahami ancaman di wilayah pesisir. Indeks Kerentanan Pesisir adalah pendekatan yang digunakan untuk menilai kerentanan pesisir berdasarkan variabel geologi dan variabel proses fisik (USGS, 2013). CVI mengukur tingkat keterpaparan garis pantai tanpa satuan dimensi tertentu dan didasarkan pada berbagai parameter kuantitatif serti semi-kuantitatif (Dike, Emmanuel Chigozie et.al. 2024).

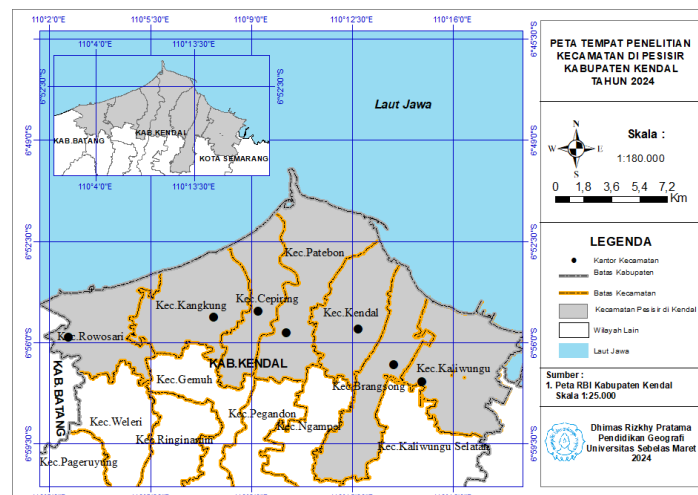
Upaya pencegahan ancaman di wilayah pesisir perlu adanya data sebagai pertimbangan dalam pengelolaan pesisir. Untuk menghadapi potensi bencana, diperlukan langkah-langkah mitigasi guna mengurangi dampak yang ditimbulkan. Mitigasi bencana merupakan usaha untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui tindakan struktural atau fisik, dengan membangun infrastruktur alami atau buatan upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik secara struktur atau fisik melalui pembangunan fisik alami atau buatan, serta meningkatkan kapasitas dalam menghadapi ancaman bencana di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil.

Berdasarkan paparan tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu (1) mengetahui tingkat kerentanan pesisir terhadap bencana banjir rob di Kabupaten Kendal menggunakan Indeks Kerentanan Pesisir (CVI) tahun 2024 dan (2) mengetahui strategi mitigasi bencana banjir rob di Kabupaten Kendal tahun 2024

## B. METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Kendal dengan cakupan kecamatan pesisir/kecamatan yang berbatasan langsung dengan laut. Kecamatan yang termasuk ke dalam objek penelitian adalah Kecamatan Rowosari, Kecamatan Kangkung, Kecamatan Cepiring, Kecamatan Patebon, Kecamatan Kendal, Kecamatan Brangsong, dan Kecamatan Kaliwungu. Untuk mempermudah pemahaman tentang lokasi penelitian dan sebaran letak administratif, dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Penelitian Kecamatan di Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data terdiri dari observasi lapangan, interpretasi citra, dan dokumentasi. Citra yang pada penelitian ini adalah citra ikonos yang dilakukan secara visual dengan melakukan tiga tahapan interpretasi yaitu mendeteksi, mengidentifikasi, dan

menganalisis berbagai unsur seperti warna, bentuk ukuran, pola, dan tekstur. Dokumentasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data-data dari pihak instansi/Lembaga. Dokumentasi yang digunakan pada penelitian ini berupa elevasi lahan dan kemiringan pantai (DEMNAS), kenaikan muka air laut relatif (*Copernicus*), pasang surut rata-rata dan tinggi gelombang (BMKG).

### 3. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel menggunakan *Purposive Sampling*. Pada penelitian ini kriteria yang sesuai dengan penelitian ini adalah kecamatan yang mengalami dampak banjir rob di. Kecamatan yang mengalami dampak banjir rob di Kabupaten Kendal yakni seluruh kawasan kecamatan yang berbatasan langsung dengan laut/pesisir di Kabupaten Kendal. Kecamatan-kecamatan tersebut meliputi Rowosari, Kangkung, Cepiring, Patebon, Kendal, Brangsong, dan Kaliwungu..

### 4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan *Coastal Vulnerability Index (CVI)*/ Indeks Kerentanan Pesisir. Teknik analisis data dilakukan dengan perhitungan masing-masing pada parameter kerentanan pesisir.

#### a. *Coastal Vulnerability Index (CVI)*

Perhitungan CVI menggunakan data dari parameter-parameter yang memberikan pengaruh terhadap bencana. Hasil skoring setiap nilai parameter dihitung dengan menggunakan persamaan/rumus dibawah ini

$$CVI = \frac{\sqrt{axbxcxdxexfxg}}{7}$$

#### **Keterangan :**

*CVI* : *Coastal Vulnerability Index*

*a* : Geomorfologi

*b* : Laju perubahan garis pantai (m/tahun)

*c* : Elevasi lahan (m)

*d* : Kemiringan pantai (%)

*e* : Laju kenaikan muka air laut (mm/tahun)

*f* : Pasang surut rata-rata (m)

*g* : Tinggi gelombang (m)

**Tabel 2.** Penentuan Skor untuk CVI

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

Sumber : Gornitz et al. (1997) dan Pendleton et al. (2005)

Hasil yang didapatkan dari perhitungan indeks kerentanan pesisir diklasifikasikan sesuai kelas pada **Tabel 2** yang mengacu pada perhitungan tabel kelas dari setiap parameter. Mulai dari geomorfologi, perubahan garis pantai, elevasi, kemiringan pantai, kenaikan muka air laut relatif, pasang surut rata-rata, dan tinggi gelombang.

**Tabel 3.** Klasifikasi Nilai CVI

No.	Batas Nilai	Keterangan Kategori CVI
1.	0,38 – 4,28	Tidak rentan
2.	4,29 – 17,68	Kurang rentan
3.	17,69 – 48,38	Sedang
4.	48,39 – 105,63	Rentan
5.	105,64	Sangat rentan

Sumber : Analisis Pribadi, 2024

b. Arahan Mitigasi Bencana Banjir Rob di Pesisir Kabupaten Kendal

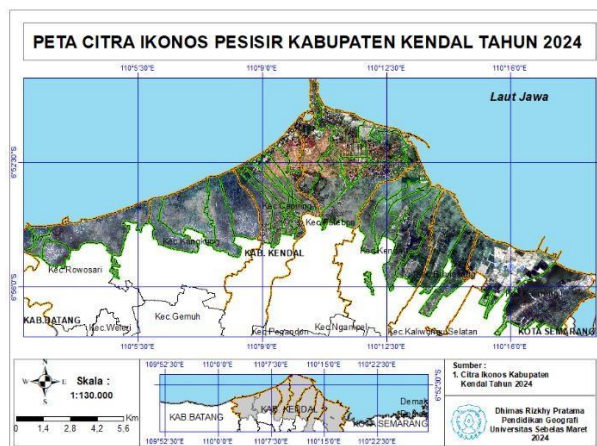
Arahan mitigasi bencana banjir rob ditetapkan berdasarkan dua pendekatan: mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Penentuan strategi mitigasi dilakukan dengan mempertimbangkan parameter yang memberikan kontribusi terbesar pada nilai kerentanan di masing-masing kecamatan pesisir. Dengan berfokus kepada parameter tertinggi, arahan mitigasi akan sesuai dengan masalah yang terjadi di wilayah pesisir tersebut. Arahan mitigasi ditampilkan bentuk deksripsi dengan menjabarkan arahan mitigasi yang dicocokkan pada kondisi fisik wilayah pesisir Kabupaten Kendal.

**C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

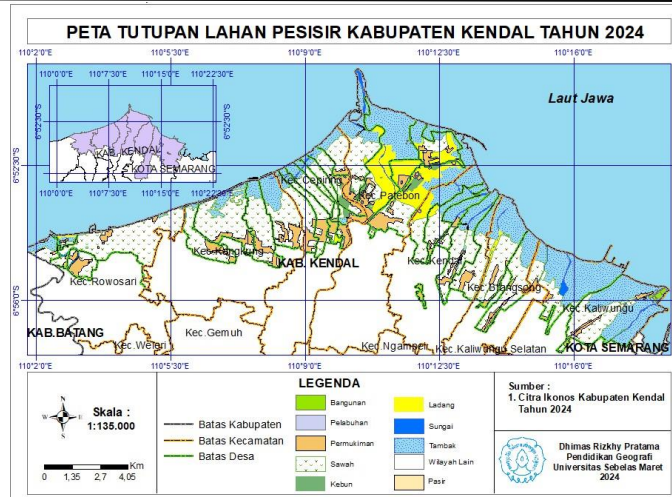
1. Mengidentifikasi nilai Indeks Kerentanan Pesisir (CVI)

a. Parameter geomorfologi

Hasil tutupan lahan pesisir Kabupaten Kendal didominasi oleh tambak, pantai berpasir, dan bangunan pantai/pantai. Hal ini dapat diketahui pada **Gambar 3** dari hasil peta citra ikonos pesisir Kendal



**Gambar 3.** Peta Citra Ikonos Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

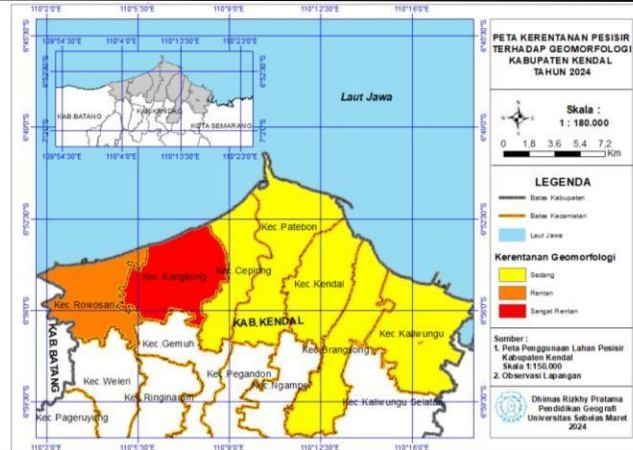


**Gambar 4.** Peta Penggunaan Lahan Hasil Interpretasi Citra Ikonos Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

Pada **Gambar 4.** menunjukkan tutupan lahan pesisir di Kabupaten Kendal yang dibagi menjadi lima jenis tutupan lahan yang tersebar di berbagai kecamatan. Hasil tutupan lahan selanjutnya digunakan untuk menentukan kelas geomorfologi. Lahan tambak mendominasi lima kecamatan di pesisir Kendal. Tambak dapat berperan dalam mengurangi dampak banjir rob karena mampu menyerap dan menahan air pasang. Batas administrasi parameter geomorfologi menggunakan desa pesisir/ desa terluar yang berbatasan langsung dengan laut. Hasil analisis kerentanan geomorfologi disajikan pada **Tabel 4.** dan persebaran kerentanan geomorfologi di Kabupaten Kendal disajikan pada **Gambar 5.**

**Tabel 4.** Kelas Kerentanan Geomorfologi di pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

No	Kecamatan	Tutupan Lahan	Geomorfologi	Kelas Kerentanan	Skoring
1.	Rowosari	Permukiman, pantai, dan bangunan pantai	Bangunan pantai dan pantai	Rentan	4
2.	Kangkung	Pantai pasir	Pantai berpasir	Sangat rentan	5
3.	Cepiring	Tambak	Dataran aluvial	Sedang	3
4.	Patebon	Tambak	Dataran aluvial	Sedang	3
5.	Kendal	Tambak	Dataran aluvial	Sedang	3
6.	Brangsong	Tambak	Dataran aluvial	Sedang	3
7.	Kaliwungu	Tambak	Dataran aluvial	Sedang	3



**Gambar 5.** Peta Kerentanan Pesisir Geomorfologi Kabupaten Kendal Tahun 2024

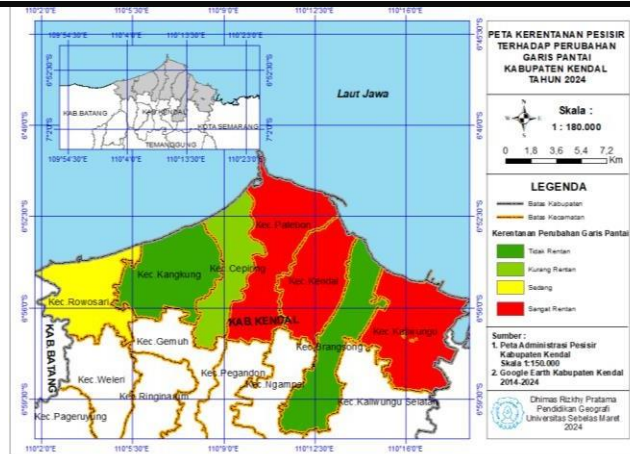
b. Parameter perubahan garis pantai

Perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kendal diketahui dari pemantauan Google Earth pada tahun 2014 dan 2024. Hasil data pengolahan data garis pantai selama 10 tahun mulai dari tahun 2014-2024 disajikan pada **Tabel 5**.

**Tabel 5** Perubahan Garis Pantai Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2014-2024

No.	Kecamatan	Perubahan Garis Pantai (m/tahun)	Kelas Kerentanan	Skoring
1	Rowosari	-0,60	Sedang	3
2	Kangkung	4,03	Tidak Rentan	1
3	Cepiring	1,54	Kurang Rentan	2
4	Patebon	-5,92	Sangat Rentan	5
5	Kendal	-4,63	Sangat Rentan	5
6	Brangsong	2,07	Tidak Rentan	1
7	Kaliwungu	-4,24	Sangat Rentan	5

Pada **Tabel 5** diketahui pesisir di Kabupaten Kendal mengalami proses abrasi dan akresi. Abrasi terbesar terjadi pada Kecamatan Patebon dan Kecamatan Kendal Laju perubahan erosi yang tinggi menandakan erosi yang signifikan menunjukkan ancaman serius dari erosi yang mengakibatkan kehilangan lahan. Akresi terbesar terjadi pada Kecamatan Kangkung dan Kecamatan Brangsong. Perubahan positif menunjukkan adanya sedimentasi atau pertumbuhan daratan. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap perubahan garis pantai di Kabupaten Kendal pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Peta Kerentanan Perubahan Garis Pantai Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

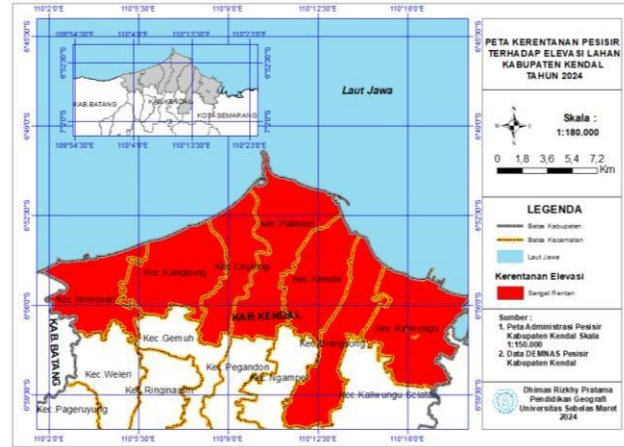
c. Parameter elevasi lahan

Data elevasi lahan diperoleh dari DEMNAS dan diolah dengan memotong data sesuai dengan wilayah pesisir masing-masing kecamatan di Kabupaten Kendal. Hasil klasifikasi elevasi lahan menunjukkan bahwa tingkat kerentanan pesisir di Kabupaten Kendal, berdasarkan parameter ini, masuk dalam kategori sangat rentan. Hasil pengolahan data elevasi lahan disajikan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Kelas Kerentanan Pesisir Terhadap Elevasi Lahan di Kabupaten Kendal Tahun 2024

No.	Kecamatan	Elevasi Lahan (m)	Kelas Kerentanan	Skoring
1	Rowosari	2,75	Sangat Rentan	5
2	Kangkung	0,49	Sangat Rentan	5
3	Cepiring	0,83	Sangat Rentan	5
4	Patebon	0,17	Sangat Rentan	5
5	Kendal	0,47	Sangat Rentan	5
6	Brangsong	0,56	Sangat Rentan	5
7	Kaliwungu	0,39	Sangat Rentan	5

Pada **Tabel 6.** menunjukkan bahwa semua kecamatan berada dalam kelas kerentanan sangat rentan. Wilayah dengan elevasi rendah di pesisir sangat rentan terhadap banjir rob, yang berdampak pada peningkatan risiko bencana, kerusakan infrastruktur, gangguan ekosistem, dan masalah kesehatan masyarakat. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap elevasi lahan di Kabupaten Kendal pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Peta Kerentanan Elevasi Lahan Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

d. Parameter kemiringan pantai

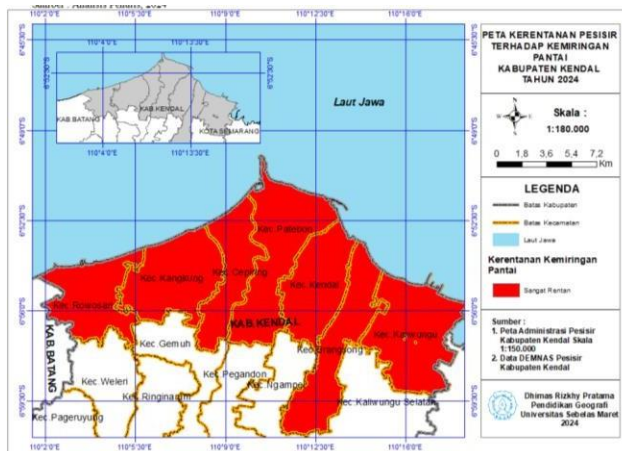
Nilai kemiringan pantai didapatkan dari data DEMNAS pada pesisir Kabupaten Kendal dengan cara memotong wilayah pesisir kecamatan Kabupaten Kendal.. Klasifikasi kemiringan pantai mengindikasikan bahwa tingkat kerentanan pesisir di Kabupaten Kendal berdasarkan parameter kemiringan pantai termasuk dalam kategori sangat rentan Kemiringan pantai menunjukkan kelas kerentanan satu kelas yaitu sangat rentan Kemiringan pantai menunjukkan kelas kerentanan satu kelas yaitu sangat rentan. Hasil pengolahan data elevasi lahan disajikan pada **Tabel 7.**

**Tabel 7.** Kelas Kerentanan Pesisir Terhadap Kemiringan Pantai di Kabupaten Kendal Tahun 2024

No.	Kecamatan	Kemiringan(%)	Kelas Kerentanan	Skoring
1	Rowosari	0,74	Sangat Rentan	5
2	Kangkung	0,43	Sangat Rentan	5
3	Cepiring	0,38	Sangat Rentan	5
4	Patebon	0,35	Sangat Rentan	5
5	Kendal	0,09	Sangat Rentan	5
6	Brangsong	0,19	Sangat Rentan	5
7	Kaliwungu	0,38	Sangat Rentan	5

Pada **Tabel 7.** menunjukkan bahwa pesisir Kabupaten Kendal didominasi oleh lahan dengan kemiringan sangat landai. Kemiringan lahan yang landai mengindikasikan bahwa wilayah tersebut lebih rentan terhadap genangan air dan banjir rob. Air cenderung lebih sulit mengalir atau mengalir lebih lambat di daerah yang datar, sehingga meningkatkan risiko akumulasi air selama pasang tinggi atau

saat curah hujan lebat. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap kemiringan pantai di Kabupaten Kendal pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Peta Kerentanan Kemiringan Pantai Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

e. Parameter kenaikan muka air laut relatif

Data kenaikan muka air laut relatif daerah pesisir Kabupaten Kendal per kecamatan didapatkan dari Web Copernicus mulai dari tahun 2014-2023 dengan rentang 10 tahun. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juni karena pada bulan Juni terjadi fenomena *full moon* yang menjadikan air pasang pada fase paling tinggi. Selain itu, fase pasang surut terjadi paling tinggi pada bulan Juni. Hasil pengolahan data ketinggian muka air laut dan klasifikasi kerentanan terhadap kenaikan muka air laut disajikan pada **Tabel 8 dan 9**

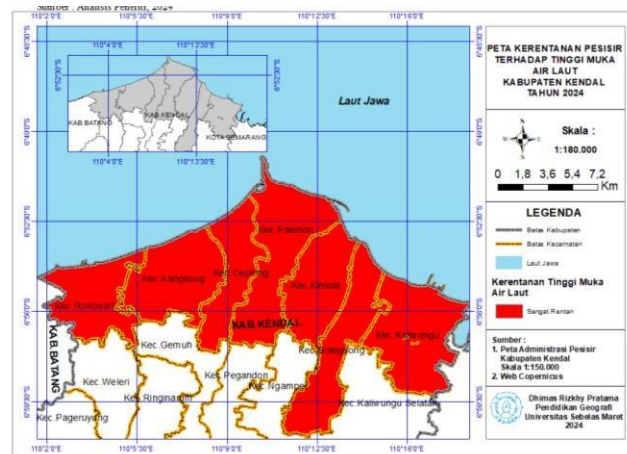
**Tabel 8.** Tabel Ketinggian Muka Air Laut Wilayah Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2020-2024

No.	Kecamatan	Tinggi Muka Air Laut 5-6-2023, 00:00 (m)	Tinggi Muka Air Laut 5-6-2014, 00:00 (mm)	Kenaikan Muka Air Laut 2014-2023 (mm/tahun)
1.	Rowosari	1139	1095	4,4
2.	Kangkung	1139	1095	4,4
3.	Cepiring	1139	1095	4,4
4.	Patebon	1139	1095	4,4
5.	Kendal	1139	1095	4,4
6.	Brangsong	1139	1095	4,4
7.	Kaliwungu	1136	1083	5,3

**Tabel 9.** Kelas Kerentanan Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Kendal Tahun 2024

No.	Kecamatan	Kenaikan Muka Air Laut (mm/tahun)	Kelas Kerentanan	Skoring
1.	Rowosari	4,44	Sangat Rentan	5
2.	Kangkung	4,44	Sangat Rentan	5
3.	Cepiring	4,44	Sangat Rentan	5
4.	Patebon	4,44	Sangat Rentan	5
5.	Kendal	4,44	Sangat Rentan	5
6.	Brangsong	4,44	Sangat Rentan	5
7.	Kaliwungu	5,30	Sangat Rentan	5

Pada **Tabel 8 dan 9.** menunjukkan bahwa tingkat kerentanan pesisir terhadap kenaikan muka air laut termasuk dalam kategori sangat rentan, dengan nilai di atas 3,4 mm per tahun. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan muka air laut memiliki dampak signifikan terhadap bencana banjir rob di pesisir Kendal. Kenaikan muka air laut berpotensi memperburuk bencana banjir rob, berupa kerugian yang dialami oleh masyarakat pesisir, dampak fisik berupa semakin berkurangnya luas daratan pantai, dan dampak sosial. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap kenaikan muka air laut di Kabupaten Kendal pada **Gambar 9.**



**Gambar 9.** Peta Kerentanan Muka Air Laut Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

f. Parameter pasang surut rata-rata

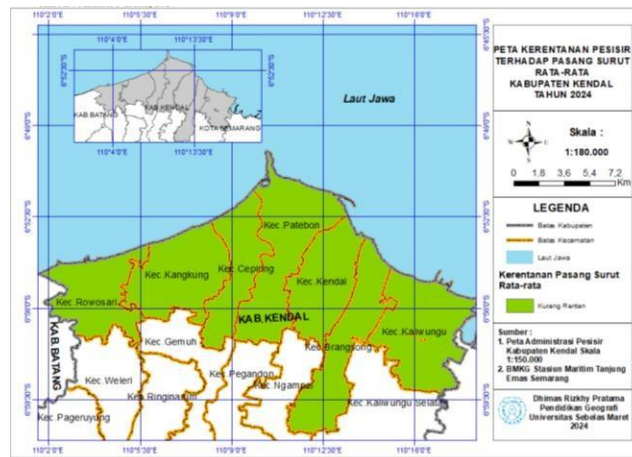
Data pasang surut rata-rata berasal dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Semarang yang telah melakukan pengamatan secara manual. Dari stasiun didapatkan pasang surut rata-rata per bulan selama lima tahun mulai dari tahun

2020-2024. Hasil dari pengamatan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Semarang dan kelas kerentanan disajikan pada **Tabel 10**.

**Tabel 10.** Kelas Kerentanan Pasang Surut Rata-rata di Kabupaten Kendal Tahun 2024

No.	Tahun	Pasang Surut Rata-rata (m)	Kelas Kerentanan	Skoring
1.	2020	1,03	Kurang Rentan	5
2.	2021	1,19	Kurang Rentan	5
3.	2022	1,27	Kurang Rentan	5
4.	2023	1,29	Kurang Rentan	5
5.	2024	1,34	Kurang Rentan	5
Total Rata-rata		1,22		

Pada **Tabel 10**, menunjukkan bahwa nilai kerentanan pesisir terhadap pasang surut rata-rata berada pada kelas kurang rentan. Kelas kurang rentan berada pada kisaran angka 1,0-2,0 m. Dengan kondisi data pasang surut rata-rata kurang rentan pesisir Kabupaten Kendal bisa disimpulkan bahwa pasang surut rata-rata kurang menjadi pengaruh signifikan terhadap bencana banjir rob di pesisir Kabupaten Kendal. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap pasang surut rata-rata di Kabupaten Kendal pada **Gambar 10**.



**Gambar 10.** Peta Kerentanan Pasang Surut Rata-rata Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

g. Parameter tinggi gelombang

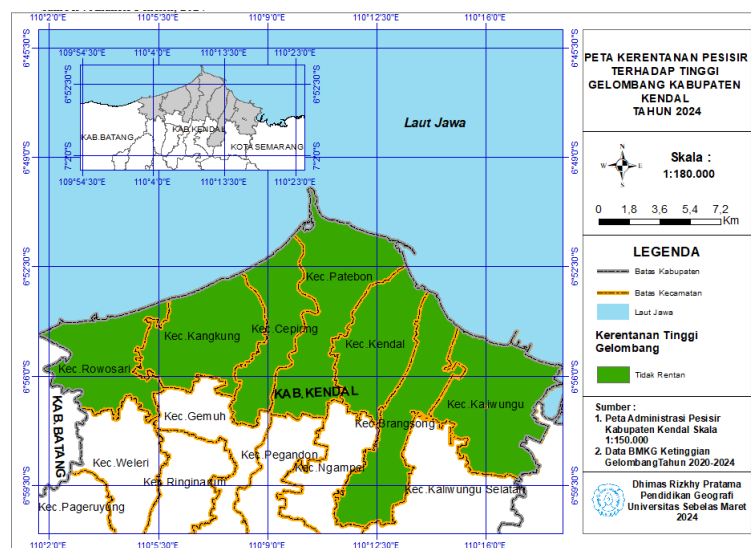
Data tinggi gelombang pada pesisir Kabupaten Kendal ditentukan pada pengamatan melalui stasiun meteorologi. Data berasal dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Semarang yang telah melakukan pengamatan secara manual. Dari stasiun didapatkan data ketinggian rata-rata gelombang per bulan

selama lima tahun mulai dari tahun 2020-2024. Hasil dari pengamatan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Semarang dan kelas kerentanan disajikan pada **Tabel 11**.

**Tabel 11.** Kelas Kerentanan Tinggi Gelombang di Kabupaten Kendal Tahun 2024

No.	Tahun	Tinggi Gelombang (m)	Kelas Kerentanan	Skoring
1.	2020	0,3	Sangat Rentan	5
2.	2021	0,37	Sangat Rentan	5
3.	2022	0,28	Sangat Rentan	5
4.	2023	0,31	Sangat Rentan	5
5.	2024	0,4	Sangat Rentan	5
Total Rata-rata		0,33		

Pada **Tabel 11** menunjukkan fluktuasi bulanan dengan nilai rerata yang cenderung setiap tahun, berkisar antara 0,28 m hingga 0,4 m. Tinggi gelombang menunjukkan tren yang relatif stabil mulai dari tahun 2022 hingga 2024. wilayah pesisir Kabupaten Kendal menunjukkan stabilitas yang relatif baik terhadap ancaman gelombang tinggi, ditandai dengan klasifikasi *tidak rentan* selama lima tahun berturut-turut. bahwa nilai kerentanan pesisir terhadap pasang surut rata-rata berada pada kelas kurang rentan. Kondisi ini memungkinkan stabilitas pesisir yang lebih baik dalam jangka panjang dan mengurangi risiko erosi yang signifikan akibat gelombang laut. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap tinggi gelombang di Kabupaten Kendal pada **Gambar 11**.



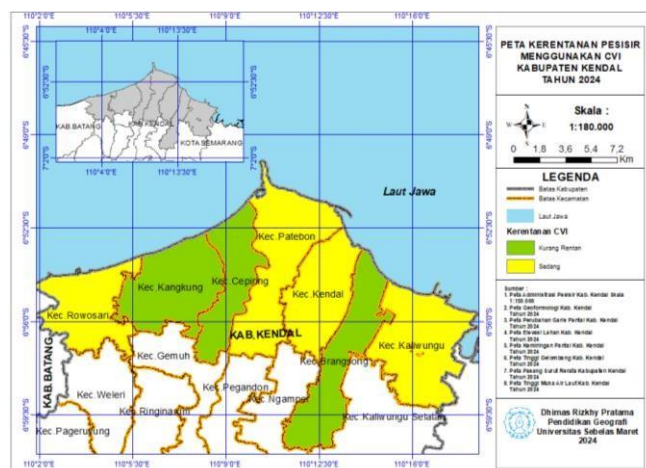
**Gambar 11.** Peta Kerentanan Tinggi Gelombang Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

h. Indeks Kerentanan Pesisir (CVI)

Indeks Kerentanan Pesisir pada setiap kecamatan di pesisir Kabupaten Kendal diketahui dengan cara skoring dari parameter-parameter CVI yang telah dihitung sebelumnya. Setiap parameter dilakukan skoring untuk mengetahui tingkat kerentanan berdasarkan pada **Tabel 2**. Hasil dari perhitungan skoring CVI disajikan pada **Tabel 12**.

No.	Kecamatan	CVI	Kerentanan CVI
1.	Rowosari	20,70	Sedang
2.	Kangkung	13,36	Kurang Rentan
3.	Cepiring	14,64	Kurang Rentan
4.	Patebon	23,15	Sedang
5.	Kendal	23,15	Sedang
6.	Brangsong	10,35	Kurang Rentan
7.	Kaliwungu	23,15	Sedang

Dari hasil perhitungan Indeks Kerentanan Pesisir (CVI) pada **Tabel 12**, dapat disimpulkan bahwa tingkat kerentanan di pesisir Kabupaten Kendal sangat dipengaruhi oleh parameter geomorfologi dan perubahan garis pantai. Parameter geomorfologi memberikan gambaran yang berbeda tiap kecamatan. Selain itu, parameter perubahan garis pantai juga dapat memberikan gambaran yang berbeda ketika ada perubahan. Parameter geomorfologi dan perubahan garis pantai adalah termasuk parameter yang bervariasi karena dapat diketahui dengan pengamatan secara langsung. Hasil peta kerentanan pesisir terhadap kemiringan pantai di Kabupaten Kendal pada **Gambar 12**.



**Gambar 12.** Peta Kerentanan Pesisir Kabupaten Kendal Tahun 2024

## 2. Arahan Strategi Mitigasi pada Wilayah Kerentanan di Pesisir Kabupaten Kendal

### a. Mitigasi Struktural

Mitigasi struktural mencakup langkah-langkah mitigasi bencana melalui pembangunan infrastruktur fisik dan penerapan teknologi. Mitigasi struktural pada penelitian ini mempertimbangkan nilai parameter tertinggi yang menjadi penyumbang nilai CVI setiap masing-masing kecamatan. Rekomendasi mitigasi struktural di masing-masing kecamatan pesisir Kabupaten Kendal sebagai berikut:

#### 1) Kecamatan Rowosari

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Rowosari adalah peninggian lahan melalui restorasi dan reklamasi pantai, pembangunan bendungan laut, dan penanaman hutan bakau,

#### 2) Kecamatan Kangkung

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di geomorfologi, elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Kangkung adalah peninggian lahan berupa reklamasi pantai dan bukit pasir (*dune*), pembangunan bendungan laut, restorasi pantai, dan penanaman vegetasi pantai.

#### 3) Kecamatan Cepiring

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Cepiring adalah peninggian lahan berupa reklamasi pantai dan pembuatan bukit pasir (*dune*), pembangunan bendungan laut, dan pembuatan polder.

#### 4) Kecamatan Patebon

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di perubahan garis pantai, elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Patebon adalah reklamasi dan restorasi pantai, pembangunan *breakwater*, penanaman vegetasi pesisir, polder, dan peninggian rumah.

#### 5) Kecamatan Kendal

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di perubahan garis pantai, elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Kendal adalah pembangunan pemecah gelombang, restorasi pantai, pembentukan *dune* (gundukan pasir), penanaman hutan mangrove, pembuatan tanggul laut, pembuatan polder dan kolam retensi

6) Kecamatan Brangsong

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Brangsong adalah pembangunan pemecah gelombang, restorasi pantai, pembentukan *dune* (gundukan pasir), penanaman hutan mangrove, pembuatan tanggul laut, pembuatan polder dan kolam retensi

7) Kecamatan Kaliwungu

Parameter yang menjadi penyumbang nilai tertinggi di perubahan garis pantai, elevasi pantai, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut. Mitigasi yang diterapkan pada Kecamatan Kaliwungu adalah pembangunan pemecah gelombang, restorasi pantai, pembentukan *dune* (gundukan pasir), pembuatan tanggul laut, pembuatan polder, kolam retensi, groyne (struktur yang dibangun tegak lurus dengan garis pantai menangkap sedimen pasir yang terbawa ke arus).

b. Mitigasi Non-Struktural

Mitigasi non struktural yang bisa dilakukan pada seluruh wilayah kecamatan yang memiliki parameter sangat rentan pada Indeks Kerentanan Pesisir (CVI):

1) Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat

Pendidikan yang dapat dilakukan yaitu kampanye edukasi dan mengadakan pelatihan tanggap darurat. Kampanye edukasi berguna untuk meningkatkan pemahaman masyarakat pesisir Kabupaten Kendal terhadap banjir rob. Selain edukasi, pelatihan kepada masyarakat perlu dilakukan untuk membantu masyarakat agar lebih siap dalam menghadapi kondisi darurat.

2) Penguatan Kapasitas Pemerintah Lokal

Penguatan dapat dilakukan dengan melakukan pelatihan aparat lokal dan berkolaborasi dengan peneliti akademis dan organisasi non pemerintah seperti relawan. Pelatihan aparat lokal seperti BPBD Kendal dalam merencanakan dan melaksanakan program mitigasi banjir rob. Selain itu, perlu dilakukan

kolaborasi dengan pemerintah lokal, akademisi, dan organisasi non pemerintah (NGO) dalam melakukan riset dan mengembangkan teknologi tentang adaptasi pesisir yang relevan dengan masing-masing karakteristik

3) Mengadakan *Early Warning System* (Sistem Peringatan Dini)

Peringatan dini dapat dilakukan melalui *whatsapp*, media sosial, atau radio lokal. Masyarakat perlu diberikan akses informasi mengenai kondisi pasang surut, ketinggian muka air laut, dan kondisi cuaca. Masyarakat yang telah diberikan informasi akan memudahkan untuk menyiapkan kebutuhan dalam melakukan mitigasi

#### D. KESIMPULAN

1. Kabupaten Kendal memiliki 2 dua kelas kerentanan yaitu kelas kurang rentan dan kelas sedang. Kelas kurang rentan mencakup Kecamatan Kangkung dengan nilai CVI sebesar 13,36, Kecamatan Cepiring dengan nilai CVI sebesar 14,64, dan Kecamatan Brangsong dengan nilai CVI sebesar 10,35. Sementara itu, kelas sedang meliputi Kecamatan Rowosari dengan nilai CVI sebesar 20,70, Kecamatan Patebon dengan nilai CVI sebesar 13,36, Kecamatan Kendal dengan nilai CVI sebesar 13,36, dan Kecamatan Kaliwungu dengan nilai CVI sebesar 13,36
2. Parameter elevasi lahan, kemiringan pantai, dan ketinggian muka air laut menjadi parameter penyumbang nilai tertinggi sangat rentan pada seluruh kecamatan. Parameter geomorfologi menjadi nilai sangat rentan pada Kecamatan Kangkung. Parameter perubahan garis pantai menjadi nilai sangat rentan pada Kecamatan Patebon, Kendal, dan Kaliwungu.
3. Strategi mitigasi di wilayah pesisir Kabupaten Kendal mencakup pendekatan struktural dan non-struktural. Mitigasi struktural melibatkan reklamasi pantai, restorasi pantai, pembangunan bendungan laut, penanaman mangrove, pembuatan polder dan kolam retensi, pembangunan *breakwater* (pemecah gelombang), dan peninggian rumah di sekitar pesisir. Sementara itu, mitigasi non-struktural meliputi pendidikan dan kesadaran masyarakat (kampanye edukasi dan pelatihan tanggap darurat), peningkatan kapasitas aparat lokal, dan mengadakan *early warning system* (sistem peringatan dini).

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Asrofi, A., Hardoyo S.R., Hadmoko, D.S. (2017). Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah

- (Studi Di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23, (2), 125-144.
- Dewi, L., & Putra, E. (2017). "Structural Mitigation Efforts for Coastal Flood Disasters: A Case Study in [Region Name]." *Journal of Coastal Engineering and Flood Risk Management*, 12,(3), 345-356.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kendal . (2021). Laporan Akhir Studi Penanganan Pesisir di Kabupaten Kendal. Kendal : Dinas Kelautan dan Perikanan Kendal.
- Gornitz, V. M. (1991). *Global Coastal Hazards from Future Sea Level Rise. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*. 89: 379-398. doi:10.1016/0031-0182(91)90173-O.
- Gornitz, V., Rosenzweig, C., & Hillel, D. (1997). *Effects of anthropogenic intervention in the land hydrologic cycle on global sea level rise. Glob. Planet. Change*, 14,147-161, doi: 10.1016/S0921-8181(96)00008-2.
- Hapsari, D.A. (2019). *Partisipasi Masyarakat Dalam Mitigasi Bencana Banjir Rob Di Kelurahan Kandang Panjang Kecamatan Pekalongan Utara Kota Pekalongan Tahun 2018*. (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo).
- Hastuti, A.W. (2012). *Analisis Kerentanan Pesisir Terhadap Ancaman Kenaikan Muka Laut Di Selatan Yogyakarta*. (Skripsi, Institut Pertanian Bogor).
- Ikhsyan, N., Muryani C., & Rinyatati P. (2017). Analisis Sebaran, Dampak Dan Adaptasi Masyarakat Terhadap Banjir Rob Di Kecamatan Semarang Timur Dan Kecamatan Gayamsari Kota Semarang. *Jurnal Geoeco*, 3(2), 145-156
- Imam, M.N. (2022). *Arahan Mitigasi Bencana Banjir Rob di Kawasan Pesisir Kecamatan Balusu Kabupaten Barru*. (Skripsi, Universitas Bosowa Makassar)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022) *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. IPCC WGII Sixth Assesment Report*
- Isdianto, Andik, dkk. (2022). Indeks Kerentanan Pesisir Ditinjau Dari Geomorfologi, Elevasi, Dan Ancaman Gelombang Untuk Mewujudkan Ketahanan Ekosistem Pesisir. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 69-80