

**INDEKS KERENTANAN PESISIR DITINJAU DARI
GEOMORFOLOGI, ELEVASI, DAN ANCAMAN GELOMBANG
UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN EKOSISTEM PESISIR**
*VULNERABILITY INDEX BASED ON COASTAL GEOMORPHOLOGY, ELEVATION
AND THREATS WAVES FOR COASTAL ECOSYSTEM RESILIENCE*
**Andik Isdianto^{1,2}, Faradhillah Adibah², Muchamad Fairuz Haykal², Muhammad Javier
Irsyad², Ilham Maulana Asyari², Supriyadi³**

¹*Coastal Resilience and Climate Change Adaptation–Reserch Group (CORRECT),
Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, 65145, Indonesia*

²*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, 65145, Indonesia*

³*Program Studi Keamanan Maritim, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas
Pertahanan, Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Bogor, 16810, Indonesia*

E-mail: andik.isdianto@ub.ac.id

ABSTRAK

Pantai Clungup merupakan kawasan konservasi dari hutan mangrove. Bentuk substrat di Pantai Clungup cukup beragam mulai pantai berpasir hingga bertebing. Kerentanan pesisir merupakan tingkatan suatu sistem yang mudah terdampak bencana atau tidak. Penelitian dilakukan menggunakan perhitungan indeks kerentanan pesisir (CVI) didukung dengan pembagian wilayah konsep sel sedimen. Konsep sel sedimen dilakukan dengan membagi 5 sel menurut bentuk geomorfologi pesisir. Variabel yang digunakan yaitu Geomorfologi pesisir, Nilai elevasi ketinggian, dan tinggi gelombang signifikan. Data geomorfologi merupakan hasil survei lapang, Data elevasi berupa data Tiff BIG, dan data tinggi gelombang dari *European centre for medium-range weather forecasts (ECMWF)*. Berdasarkan penelitian Pantai Clungup memiliki indeks kerentanan yang berbeda pada setiap lokasi sel. Hasil nilai kerentanan pesisir pada sel 1 yaitu 1,83 dikategorikan rentan. Sel ini rentan karena berada di mulut teluk. Selanjutnya pada sel 2 senilai 2,89 dikategorikan cukup rentan. Sel 3 didapatkan hasil senilai 2,89 kategori yang dihasilkan yaitu cukup rentan. Pada sel 4 didapatkan nilai 1.73 yang berarti masuk kedalam kategori kurang rentan, hal ini dikarenakan memiliki elevasi yang lebih tinggi. Kemudian sel 5 didapatkan nilai kerentanan senilai 3,16 sel ini dapat dikategorikan dalam golongan cukup rentan. Nilai kerentanan yang rendah menunjukkan indikator ketahanan ekosistem pada wilayah tersebut tinggi.

Kata kunci: CVI, ECMWF, Nilai Kerentanan, Perhitungan Indeks, Sel Sedimen.

ABSTRACT

Clungup Beach is a conservation area. It has quite a variety of substrate forms ranging from sandy beaches to cliffs. Coastal vulnerability is the level of a system that is easily affected by disasters or not. The research was conducted using the calculation of the coastal vulnerability index supported by the concept of sediment cells. The concept of sediment cells is carried out by dividing 5 cells according to the form of coastal geomorphology. The

variables used are coastal geomorphology, elevation values, and significant wave heights. Geomorphological data is the result of field surveys, elevation data in the form of Tiff BIG data, and wave height data from the European center for medium-range weather forecasts. The results of the Clungup Beach research have different vulnerability indexes. The value of coastal vulnerability in cell 1, namely 1.83, is categorized as vulnerable, because it is located at the mouth of the bay. Furthermore, in cell 2, the value of 2.89 is categorized as quite vulnerable. In cell 3, the resulting 2.89 categories were quite vulnerable. In cell 4, it is obtained 1.73, which means it is included in the less vulnerable category, this is because it has a higher elevation. Then cell 5 got the value of 3.16 these cells can be categorized as quite vulnerable. A low vulnerability value indicates a high indicator of ecosystem resilience in the area.

Keywords: CVI, ECMWF, Index calculation, Sediment cells, Vulnerability index.

1. PENDAHULUAN

Ketahanan merupakan kemampuan suatu sistem dalam mencegah, menahan, memulihkan dan beradaptasi untuk mencapai fungsi yang berada dibawah ancaman dan gangguan dari alam dan manusia (Bridges Wagner *et al.*, 2015), Ekosistem merupakan suatu sistem yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ketahanan ekosistem merupakan suatu kemampuan lingkungan dalam mencegah, menahan dan beradaptasi dari beberapa ancaman dan gangguan alami ataupun buatan manusia. Hal ini sangat penting dalam keberlanjutan ekosistem yang ada di pesisir mengenai seberapa lama ekosistem mampu bertahan terhadap gangguan gangguan yang ada (kerusakan). Ketahanan lingkungan merupakan kewajiban bagi seluruh lapisan masyarakat maupun pemerintah yang harus dilakukan guna menjaga keutuhan lingkungan (Isdianto *et al.*, 2020).

Wilayah pesisir adalah wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang masih banyak di pengaruhi oleh lautan (Saptiadi, 2017). Wilayah ini tidak dapat dipisahkan dalam luasan wilayah indonesia, seperti yang kita ketahui, indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua setelah kanada. Menurut Dahuri *et al.*, (2001) ditinjau dari segi garis pantai, wilayah pesisir memiliki dua macam batas, yaitu batas yang sejajar garis pantai (long shore) dan batas yang tegak lurus dengan garis pantai (cross shore). Daerah ini merupakan area yang sangat vital bagi aktifitas manusia, karena memiliki sumberdaya alam yang melimpah (Yanti *et al.*, 2019).

Wilayah pesisir memiliki karakteristik sangat rentan terhadap perubahan yang yang terjadi. Kerentanan atau vulnerability merupakan tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak saat terjadinya bencana, biasanya prinsip kerentanan akan digunakan untuk mengembangkan startegi pengelolaan resiko bencana. Sesuai dengan Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012 kerentanan adalah terganggunya kondisi lingkungan, masyarakat, struktur, layanan yang diakibatkan oleh dampak bahaya tertentu sehingga menimbulkan kerugian. Tingkat kerentanan pada setiap daerah sangatlah bervariasi, sesuai dengan gangguan yang di terima (alami atau antropogenik)(Handiani *et al.*, 2019). Tingginya tingkat pemanfaatan yang dilakukan terhadap sumber daya alam yang melimpah menyebabkan pembangunan dan pengusahaan sumberdaya alam yang tidak memerhatikan prinsip ekologi, sehingga

menimbulkan kerusakan pada proses dan fungsi ekosistem pantai (Djunaedi & Basuki, 2002).

Potensi yang dimiliki wilayah pesisir sangat besar (Bengen, 2002). Selain sumberdaya alam yang melimpah, kawasan ini juga memberikan kontribusi bagi perekonomian negara. Potensi dari wilayah pesisir yang antara lain sebagai tempat rekreasi dan pariwisata, media transport, penampungan limbah, pengatur iklim, kawasan perlindungan, dan penunjang fungsi ekologis lainnya (Trinanda, 2017).

Terdapat beberapa peristiwa yang dapat memengaruhi kawasan pesisir, yaitu ancaman gelombang, dan perubahan iklim. Indonesia memiliki 13 macam jenis bencana, salah satunya ancaman gelombang ekstrem dan abrasi (Purbani *et al.*, 2019). Gelombang ekstrem menurut Kepala BMKG No. KEP. 009 Tahun 2010 merupakan gelombang laut yang memiliki ketinggian lebih dari sama dengan 2 m. gelombang ekstrem dapat dikatakan juga sebagai gelombang *destructive* yang dapat menyebabkan abrasi. Abrasi dapat menyebabkan kemunduran pada garis pantai. Mundurnya garis pantai mengakibatkan hilangnya beberapa ekosistem pesisir, seperti hutan mangrove, estuari, dan terumbu karang (Handiani *et al.*, 2018). Ekosistem yang hilang akan berakibat pada keseimbangan fungsi ekologi. Salah satu contohnya yaitu hilangnya hutan mangrove akan menimbulkan kenaikan muka air laut sehingga hampasan gelombang langsung pada daratan dan mengakibatkan bencana pesisir seperti banjir rob dsb. Kondisi ini menunjukkan tingkat kerentanan wilayah pesisir berkorelasi dengan peningkatan terjadinya bencana (Handiani *et al.*, 2019).

Menurut (Kaly *et al.*, 2004) wilayah pesisir sangat rentan terhadap beberapa faktor lingkungan seperti variabilitas iklim, perubahan iklim global (Wong *et al.*, 2014) dan naiknya permukaan laut. Menurut Isdianto dan Luthfi (2020) perubahan iklim adalah fenomena meningkatnya intensitas kejadian cuaca ekstrim, perubahan pola hujan, peningkatan suhu dan permukaan air laut pada suatu wilayah. Semakin tinggi muka air laut maka akan semakin meningkat pula suhu di bumi (Isdianto *et al.*, 2014)

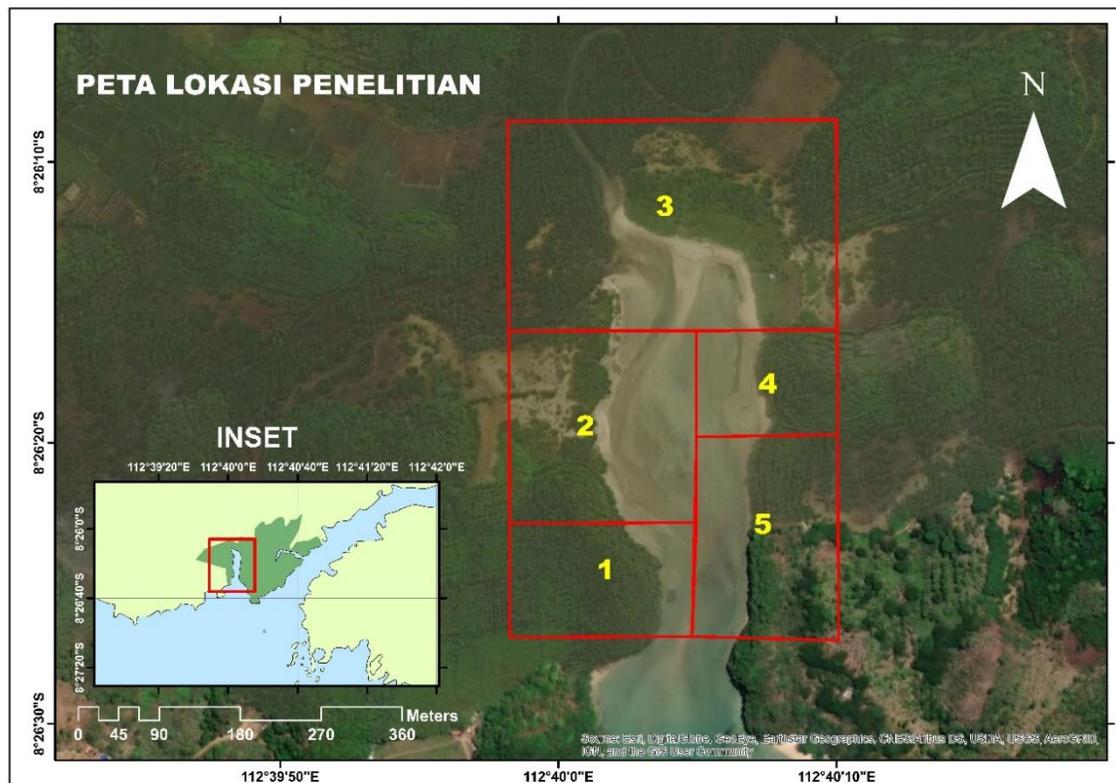
Geomorfologi pesisir dapat dijadikan penanda ketahanan wilayah pesisir terhadap terjadinya akresi dan abrasi yang disebabkan oleh kenaikan muka air laut. Tipe atau bentuk lahan perlu diketahui untuk menilai resistensi pesisir terhadap erosi yang terjadi (Pendleton *et al.*, 2005). Geomorfologi tidak lepas dari elevasi wilayah pesisir, elevasi pesisir berkaitan dengan potensi terjadinya genangan dan kecepatan laju perubahan garis pantai (Hamuna *et al.*, 2018).

Pantai Clungup merupakan salah satu pantai yang terletak di selatan Jawa, dan berhadapan langsung dengan laut lepas (Samudra Hindia). Karakteristik pantai yang berada pada selatan Jawa memiliki gelombang tinggi yang rentan akan adanya abrasi. Pantai Clungup masuk kedalam kawasan konservasi. Kawasan konservasi memiliki fungsi ekologis yang penting untuk keberlangsungan lingkungan. Pantai Clungup juga memiliki fungsi sebagai kawasan pariwisata dan edukasi, oleh karena itu memerlukan perhatian untuk melihat daerah pesisir yang rentan akan potensi bencana. Melihat dari kondisi ini, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis dan menentukan tingkat kerentanan wilayah pesisir Pantai Clungup secara spasial dengan menggunakan aspek geomorfologi, gelombang dan elevasi

wilayah pesisir sebagai parameter kajian. Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk memprediksi kawasan pesisir yang rentan, terutama terhadap kenaikan muka laut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal wilayah pesisir yang rentan terhadap sehingga dapat dijadikan sebagai input dalam perencanaan pembangunan dan pengelolaan wilayah pesisir.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Pantai Clungup, Malang Selatan. Pantai ini berada di kawasan CMC (*Clungup Mangrove Conservation*). Peta lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi

2.1. Pengumpulan Data

Variabel yang digunakan pada penelitian kerentanan pesisir ini adalah geomorfologi pesisir, elevasi dan gelombang. Data geomorfologi didapatkan melalui survey lapang untuk melihat bentuk morfologi dan substrat. Data elevasi pesisir didapatkan melalui data tiff DEM dari BIG (DEMNAS 1607-41_v1.0.tiff). Data gelombang didapatkan melalui data angin dari *ECMWF* yang nantinya akan di konversikan menjadi data gelombang dengan metode pemodelan untuk mendapatkan data tinggi gelombang signifikan tahun 2020. Selain beberapa data yang ada diperlukan titik koordinat untuk menandai lokasi penelitian.

2.2. Pengolahan Dan Analisis Data

Metode geomorfologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan konsep sel sedimen (*sedimen cell*) (Yanti *et al.*, 2019). Sedimen cell disini dimaksudkan dengan membatasi wilayah pesisir dengan membentuk cell berdasarkan dengan bentuk pantai dan sedimen yang ada. Pada penelitian ini membagi daerah pesisir Pantai Clungup menjadi 5 cell (Gambar 2.).

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai pasti dari masing masing variabel yang ada. Untuk data geomorfologi didapatkan melalui pengamatan hasil dari survey lapang. Pengamatan geomorfologi ini meliputi bentuk garis pantai, jenis sedimen, dan ekosistem serta jenis ekologi pada kawasan pesisir. Data elevasi didapatkan dari pengamatan ketinggian pada titik kordinat lokasi pada google earth, dilanjutkan dengan pembuatan peta elevasi pesisir dengan data dem dari badan informasi dan geospasial (BIG). Pengolahan peta elevasi peisir Pantai Clungup dilakukan dengan *software arcgis*. Selanjutnya pengolahan data gelombang dari *ECMWF*. Data gelombang yang tersedia hanya pada tahun 2018 sehingga perlu dilakukan peramalan gelombang dahulu untuk tahun 2020. Peramalan gelombang dilakukan dengan metode periode ulang *weibull* menggunakan 10 tahun terakhir data yang tersedia (2009-2018).

Setelah dilakukan pengolahan data pada masing masing variabel akan dilanjutkan dengan mengkonversi data yang telah di dapatkan menjadi nilai yang sama. Konversi data dilakukan dengan memberi skor pada setiap variabel sesuai dengan ketentuan standart dari Kriteria aspek rentanan pesisir. Kategori atau standar dari metode Indeks kerentanan pesisir dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Kriteria aspek kerentanan pesisir

No	Variabel	Tidak rentan Skor 1	Kurang rentan Skor 2	Sedang Skor 3	rentan Skor 4	sangat rentan Skor 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, karang, lamun
2	Elevasi (m)	> 30	20.1 - 30	10.1 - 20	5.1 - 10	0.0 - 5
3	Gelombang (m)	<0.55	0.56 - 0.85	0.85 - 1.05	1.05 - 1.25	> 1.25

Sumber : (Pendleton *et al.*, 2005), (Gornitz, 1990).

Setelah menentukan skor dengan sesuai dengan aspek dari indeks kerentanan pesisir, selanjutnya akan di hitung skor yang ada dengan menggunakan rumus Indeks kerentanan pesisir (*CVI*) dengan menggunakan rumus (Hamuna *et al.*, 2018):

$$CVI : \frac{\sqrt{a \times b \times c}}{3} \quad (1)$$

Keterangan:

- CVI : Indeks kerentanan pesisir
 A : Geomorfologi
 B : Elevasi
 C : Gelombang

Nilai dari hasil perhitungan dengan rumus *CVI* nantinya akan dilihat per sel berdasarkan indeks kerentanannya, mulai dari tidak rentan hingga sangat rentan. Hal ini mengacu kepada pembagian tingkat kerentanan pesisir menurut Joesidawati (2016), indeks kerentanan pesisir di kelompokkan menjadi 5 kelas. Pembagian ini didasarkan pada presentase terhadap jumlah nilai penuh dari hasil variabel yang di gunakan. Persentase 20% termasuk kedalam kelas tidak rentan, 20% - 40% masuk kedalam kurang rentan, 40% - 60% kelas sedang, 60% - 80% termasuk kedalam kelas rentan, dan lebih dari 80% adalah kelas sangat rentan.

Tabel 2. Indeks kerentanan pesisir

Kelas	Nilai
Tidak rentan	0 - 1.29
kurang rentan	1.29 - 2.58
Sedang	2.58 - 3.87
Cukup rentan	3.87 - 5.16
Sangat rentan	5.16 - 6.45

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

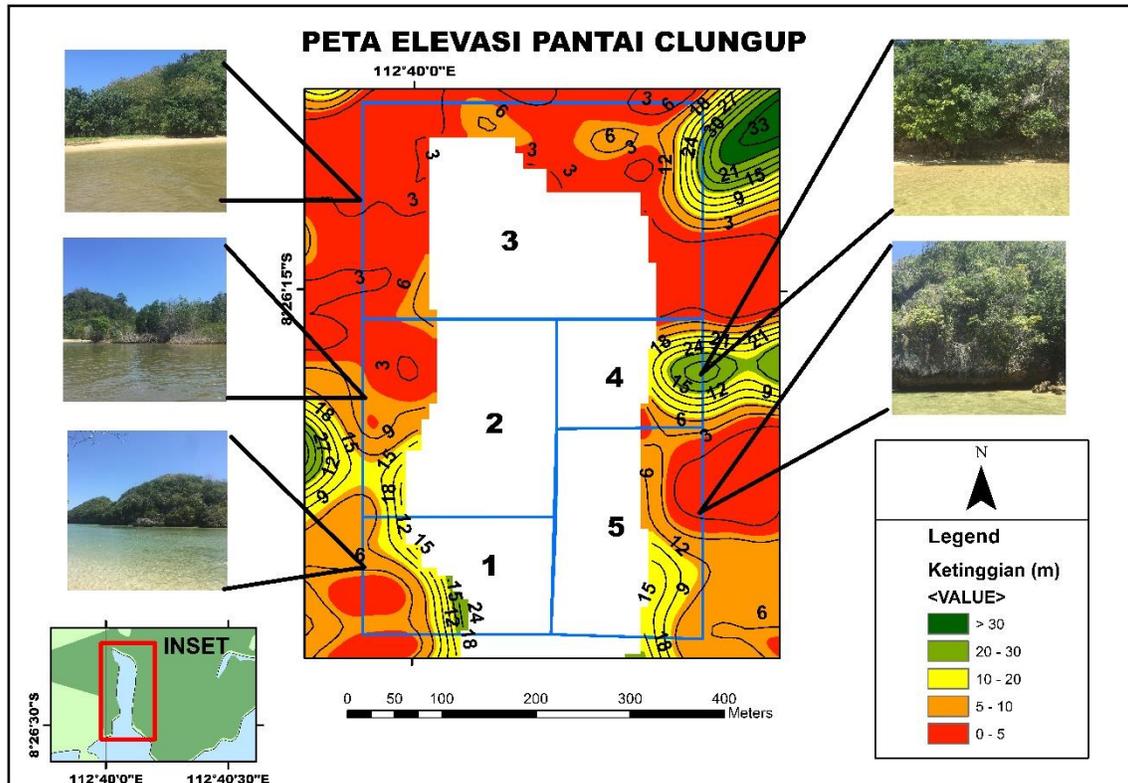
3.1. Indeks kerentanan pesisir

Pembahasan kerentanan pesisir ini meliputi tiga aspek yaitu, geomorfologi pesisir, elevasi pesisir dan tinggi gelombang. Geomorfologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kenampakan bentuk muka bumi dan proses pembentukannya. Bentuk pada lahan dapat mengindikasikan ketahanan suatu pesisir terhadap terjadinya erosi yang berupa akresi ataupun abrasi. Kondisi geomorfologi wilayah dapat di interpretasikan melalui gambar foto udara, pengamatan citra satelit, spot (Agustin *et al.*, 2016).

Pada peta yang di sajikan, terlihat bahwa ketinggian pada tiap wilayah di bedakan dengan menggunakan warna dan kontur. Warna merah merupakan untuk ketinggian antara 0 – 5 m, untuk ketinggian dengan lebih dari 30 m diinterpretasikan dengan warna hijau tua. Rata rata ketinggian pada daerah sendang biru khususnya desa Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, memiliki Kelerengan antara 15 - 40 % terhadap luasan wilayah Kabupaten Malang (Gambaran Umum Dan Kondisi Wilayah Kabupaten Malang, 2015). Elevasi wilayah pesisir penting dalam perhitungan kerentanan pesisir, karena dengan adanya elevasi wilayah dapat menentukan potensi terhadap ancaman dari maju mundurnya garis pantai. Selain itu elevasi sangat memengaruhi genangan air laut yang diakibatkan oleh kenaikan muka air laut (Hamuna *et al.*, 2018). Pada saat terjadi gelombang pasang pantai yang memiliki elevasi rendah akan menyebabkan air masuk kedaratan lebih jauh sehingga luapannya akan luas,

sebaliknya apabila elevasinya tinggi akan menghambat air masuk kedalam daratan (Marwasta & Priyono, 2016).

Variabel terakhir yang digunakan yaitu gelombang. Ancaman gelombang memiliki peran yang sangat penting pada pengukuran tingkat kerentanan pesisir. Alfansuri dan Zuliari (2014), pantai selatan memiliki tinggi gelombang yang relatif tinggi, tinggi gelombang pada pantai selatan jawa timur berkisar 2 – 3 meter per tahunnya, maka variabel ini sangat berpengaruh terhadap nilai kerentanan pesisir.



Gambar 2. Peta elevasi dan Geomorfologi

Sel 1

Bentuk morfologi pesisir dari sel 1 dapat dilihat melalui Gambar 2. Kenampakan yang dapat dilihat sel 1 berupa pantai bertebing. Sel ini teletak di depan mulut teluk. Substratnya berupa batuan keras yang di tumbuh oleh beberapa vegetasi. Wilayah ini masih relatif aman dari ancaman abrasi yang berpotensi merusak pesisir karena memiliki bentuk substrat yang padat (batuan) dan tebing tinggi. Pada wilayah sel ini memiliki nilai elevasi rata rata 20 hingga 30 meter dpl, dinilai dengan skor 2. Variable gelombang pada wilayah sel ini memiliki nilai skor 5 karena ketinggian gelombang > 1.25 meter. Tinggi gelombang pada wilayah sel ini dinilai lebih tinggi karena letaknya berada di mulut teluk. Dari perhitungan nilai indeks kerentanan pesisir sel ini dapat dikategorikan dalam kondisi rentan (1,83).

Sel 2

Wilayah sel 2 ini memiliki kenampakan pantai berpasir. Hal ini dapat dilihat melalui jenis substrat yang berpasir. Selain itu pada wilayah ini juga terdapat ekosistem mangrove, sehingga substrat yang ada dapat tetap terjaga. Ekosistem mangrove pada daerah ini juga memiliki jenis yang bervariasi. Sel 2 memiliki nilai elevasi rata rata 0 – 5 meter sehingga nilai skor yang di dapatkan yaitu 5. Namun juga terdapat beberapa memiliki nilai elevasi >5 m. Variabel ketiga yaitu gelombang, karena letaknya berada didalam teluk maka gelombang pada wilayah ini masuk kedalam kategori <0.55 m sehingga memiliki nilai skor 1. Perhitungan menggunakan indeks kerentanan pesisir pada wilayah ini masuk kedalam kategori cukup rentan (2,89).

Sel 3

Pada wilayah sel ini berupa pantai berpasir. Substrat pasir dan terletak di tengah mulut teluk menjadikan kawasan ini rentan akan terjadinya abrasi dan akresi. Pada wilayah sel ini terdapat beberapa vegetasi cemara udang yang sengaja di tanam oleh pihak pengelola Pantai Clungup guna mengurangi adanya akresi dan abrasi yang terjadi. Elevasi pantai paling rendah berada di wilayah ini rata rata 0 – 5 meter. Skor yang didapatkan pada elevasi wilayah yaitu 1. Ketinggian gelombang pada wilayah ini <0.5 m, hal ini dikarenakan letaknya berada di dalam teluk sehingga gelombang telah pecah pada bagian sel sebelumnya, sehingga penjalaran gelombang pada sel ini akan berkurang hingga tidak terlihat jelas. Skor untuk gelombang yang di dapatkan yaitu 1. Kategori kerentanan pada sel ini masuk kedalam cukup rentan (2,89).

Sel 4

Bentuk geomorfologi pada Sel 4 memiliki dua macam bentuk yaitu berpasir dan sebagian bertebing rendah. Wilayah ini masuk kedalam kategori bertebing sedang, sebagian substrat berpasir menjadikan daerah ini rentan akan ancaman abrasi ataupun akresi. Elevasi pada wilayah sel ini berkisar antara 10 – 20 meter. Letaknya yang berada didalam teluk membuat gelombang yang ada tidak memiliki tinggi yang ekstrim, hanya sebesar < 0.5 meter. Wilayah sel ini di kategorikan kedalam kurang rentan (1.73).

Sel 5

Pada wilayah sel ini memiliki substrat batuan, karena kenampakannya berupa pantai bertebing. Letak pada sel ini berada berseberangan dengan sel 1 yaitu berada di mulut teluk. Pada sel ini bentuk tebingnya relatif lebih landai dibandingkan dengan bentuk tebing pada sel, dengan elevasinya berkisar antara 10 – 20 meter. Berada di mulut teluk berarti wilayah sel ini bersinggungan langsung dengan gelombang yang berasal dari laut lepas. Ketinggian gelombang pada sel ini rata rata > 1.25 meter. Wilayah sel ini dikategorikan cukup rentan (3,16).

Tabel 3. Nilai hasil perhitungan CVI

No sel	Geomorfologi	Skor	Elevasi	Skor	gelombang	Skor
1	Bertebing tinggi	1	20.1 - 30	2	> 1.25	5
2	pantai berpasir, mangrove	5	0.0 - 5	5	<0.55	1
3	pantai berpasir, berlumpur, mangrove	5	0.0 - 5	5	<0.55	1
4	bertebing rendah	3	10.1 - 20	3	<0.55	1
5	Bertebing sedang	2	10.1 - 20	3	> 1.25	5

Ketahanan ekosistem pesisir

Ketahanan merupakan bentuk pertahanan terhadap fungsi, struktur, identitas dan umpan balik yang sama saat terjadi gangguan ataupun perubahan dalam suatu sistem (Walker *et al.*, 2006). Rahmayana & Handayani (2019), juga menjelaskan bahwa ketahanan juga berarti kemampuan yang dimiliki sistem untuk memulihkan diri kembali ke kondisi seimbang setelah terjadinya gangguan yang menekan sistem. Pesisir merupakan (Trinanda, 2017). Pesisir merupakan wilayah peralihan antara daratan dan lautan, memiliki kerentanan yang relatif tinggi akan adanya perubahan. Penggunaan wilayah pesisir memiliki pengelolaan yang berbeda beda sesuai dengan tujuan penggunaan pesisir (Lautetu *et al.*, 2019). Pengelolaan pesisir juga tidak dapat lepas dari bentuk geomorfologi pesisirnya. Ketahanan pesisir dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu wilayah dalam mempertahankan ekosistem pesisir dari adanya gangguan dan perubahan.

Ekosistem merupakan unit ekologi yang didalamnya terdapat struktur dan fungsi. Struktur berkaitan dengan berhubungan dengan keanekaragaman spesies. Fungsi yang dimaksudkan yaitu siklus materi dan arus energi dari komponen ekosistem. Terdapat 3 hal penting yang membentuk ekosistem yaitu biotik, abiotik dan interaksi keduanya. Aliran energi secara eksplisit memiliki peranan penting dalam suatu ekosistem sebagai pengendali ekosistem (Effendi *et al.*, 2018).

Pantai clungup terletak pada bagian selatan Jawa cenderung memiliki gelombang tinggi dikarenakan bersinggungan langsung dengan samudra Hindia. Selain itu, kondisi geomorfologi dipantai clungup cenderung memiliki bentuk landai dan berteluk semakin membuat kondisi ini rentan akan adanya potensi ancaman. Bentuk pantai yang landai biasanya rentan akan terjadinya abrasi akibat gelombang ditunjang dengan bentuk butir sedimen di Pantai ini yaitu berpasir. Pada pantai clungup terdapat ekosistem mangrove. Seperti yang diketahui mangrove memiliki manfaat yang sangat besar bagi ekologi. Ekosistem mangrove memiliki produktivitas tinggi dengan kandungan bahan organik tinggi, serta menjadi mata rantai ekologis yang penting bagi kehidupan organisme disekitarnya. produksi ikan dan udang diperairan bergantung dengan produksi serasah dari hutan mangrove sebagai sumber makanan (Imran & Efendi, 2016). Selain hutan mangrove juga terdapat cemara udang yang sengaja di tanam oleh pihak pengelola kawasan. Fungsi dari

cemara udang sebagai pemecah angin. Adanya beberapa vegetasi dari ekosistem ini dapat dijadikan sebagai penunjang akan ketahanan dari pesisir di Pantai Clungup. Aspek dari kerentanan pesisir digunakan sebagai dasar dalam pembuatan manajemen kawasan pesisir yang berfungsi untuk meningkatkan daya tahan lingkungan dan mengurangi dampak dari perubahan iklim (Suprpto *et al.*, 2016).

4. KESIMPULAN

Pantai Clungup memiliki karakteristik substrat yang berbeda pada beberapa wilayahnya. Geomorfologi yang dijumpai pada pantai ini berupa kawasan bertebing dan pantai berpasir, serta beberapa hutan mangrove dan vegetasi cemara udang. Pada penelitian ini dibagi menjadi 5 wilayah. Rata rata wilayah memiliki tingkat kerentanan pesisir yang berbeda. Pada bagian mulut teluk pantai clungup kedua sisinya memiliki tingkat kerentanan yang berbeda. Pada sisi kanan memiliki tingkat kerentanan kurang, sedangkan pada sisi kiri tingkat kerentanannya sedang. Kemudian pada sisi dalam pantai memiliki tingkat kerentanan yang relatif sedang dikarenakan bentuk dari substrat yang berpasir serta nilai elevasi yang tidak terlalu tinggi. Ketahanan pesisir pada Pantai Clungup perlu diperhatikan, karena terdapat mangrove dan cemara udang yang merupakan salah satu ekosistem penting penunjang kehidupan ekologi. Aspek dari kerentanan pesisir ini dapat dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan manajemen kawasan pesisir guna meningkatkan daya tahan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada segenap pimpinan dan pengelola Yayasan Bhakti Alam & Clungup Mangrove Conservation (CMC) atas kesempatan dan dukungannya yang telah diluahkan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dari awal hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S., Syamsidik, & Fatimah, E. (2016). Penilaian Indeks Kerentanan Fisik Wilayah Pesisir Pantai Barat - Selatan Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 71–80.
- Alfansuri, T., & Zuliari, E. A. (2014). Kajian Potensi Tenaga Gelombang Laut Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik di Perairan Malang Selatan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan II*, 479–487.
- Bengen, D. G. (2002). *Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. IPB.
- Bridges Wagner, P. W., Burks-Copes, K. A., Bates, M. E., Collier, Z.A. Fischenich, C. J., Gailani, J. Z., Leuck, L. D., Piercy, C. D., Rosati, J. D., RUSSO, E. J., Shafer, D. J., Suedel, B. C., Vuxton, E. A., & Wamsley, T. V. . (2015). *Use of Natural and Nature-Based Features (NNBF) for Coastal Resilience, North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk* (Issue January).
- Dahuri, D. I. H. R. M. S., Prof Dr. Ir. Jacub Rais, M. S., Sc., I. S. P. G. M., Sitepu., & J., D. M. (2001). *Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT Pradnya Paramita.
- Djunaedi, A., & Basuki, M. N. (2002). Perencanaan Pengembangan Kawasan Pesisir. *Jurnal*

- Teknologi Lingkungan*, 3(3), 225–231.
- Effendi, R., Salsabila, H., & Malik, A. (2018). Pemahaman Tentang Lingkungan Berkelanjutan. *Modul*, 18(2), 75. <https://doi.org/10.14710/mdl.18.2.2018.75-82>
- Gambaran Umum dan Kondisi Wilayah Kabupaten Malang, Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM) 1 (2015).
- Gornitz, V. (1990). Vulnerability of the East Coast, U.S.A. to future sea level rise. *Journal of Coastal Research*, 9, 201–237.
- Hamuna, B., Sari, A. N., & Alianto, A. (2018). Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Ditinjau dari Geomorfologi dan Elevasi Pesisir Kota dan Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.1.1-14>
- Handiani, D. N., Darmawan, S., Heriati, A., & Aditya, Y. D. (2019). Kajian Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Subang. *Jurnal Kelautan Nasional*, 14(3), 145–154. <https://doi.org/10.15578/jkn.v14i3.7583>
- Handiani, D. N., Darmawan, S., Hernawati, R., Suryahadi, M. F., & Aditya, Y. D. (2018). Identifikasi Perubahan Garis Pantai dan Ekosistem Pesisir di Kabupaten Subang. *Reka Geomatika*, 2017(2), 61–71. <https://doi.org/10.26760/jrg.v2017i2.1765>
- Imran, A., & Efendi, I. (2016). Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemara Lombok Barat. *JUPE*, 1(1), 105–112.
- Isdianto, A., Citrosiswoyo, W., & Sambodho, K. (2014). Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut. *Jurnal Permukiman*, 9 No. 3(03 September), 148–157. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31815/jp.2014.9.148-157>
- Isdianto, A., & Luthfi, O. M. (2020). Persepsi dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 5(2), 77. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i2.8935>
- Isdianto, A., Luthfi, O. M., Haykal, M. F., & Supriyadi. (2020). Sea Temperature and Current During Transitional Season to Support The Resilience of Coastal. *Jurnal Education and Development*, 8(3), 80–85.
- Joesidawati, M. I. (2016). Vulnerability Assessment of Tuban District Coastal Areas To the Damaging Threat. *Jurnal Kelautan*, 9(2), 188–198.
- Kaly, U., Pratt, C., & Mitchell, J. (2004). *The Environmental Vulnerability Index (EVI)* (Issue December).
- Lautetu, L. M., Kumurur, V. A., & Warouw, F. (2019). Karakteristik Permukiman Masyarakat Pada Kawasan Pesisir Kecamatan Bunaken. *Jurnal Spasial*, 6(1), 126–136.
- Marwasta, D., & Priyono, K. D. (2016). Analisis Karakteristik Permukiman Desa-Desa Pesisir di Kabupaten Kulonprogo. *Forum Geografi*, 21(1), 57–68. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v21i1.1819>
- Pendleton, B. E. A., Thieler, E. R., Williams, S. J., Norton, G. A., Survey, U. S. G., & Beavers, R. (2005). *Coastal Vulnerability Assessment of Gateway National Recreation Area (GATE) to Sea-Level Rise Open-File Report 2004-1257 U . S . Department of the Interior*.
- Purbani, D., Salim, H. L., Putu, L., Savitri, A., Kusuma, C., Tussadiah, A., Subandriyo, J., Tengah, P. J., & Karimunjava, K. (2019). Ancaman Gelombang Ekstrim dan Abrasi Pada Penggunaan Lahan di Pesisir Kepulauan Karimunjava (Studi Kasus : Pulau Kemujan , Pulau Karimunjava , Pulau Menjangan Besar Dan Pulau Menjangan Kecil) the Extreme Waves and Abrasion Hazards on Coastal Land Use At. *Jurnal Kelautan*

- Nasional*, 14(1), 33–46.
- Peraturan Kepala BMKG No: KEP. 009 Tahun 2010 Tentang Gelombang Ekstrem. Jakarta: BMKG.
- Peraturan Kepala BNPB No. 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko.
- Rahmayana, L., & Handayani, W. (2019). Dalam Menghadapi Penyusutan Laguna Segara Aanakan Coastal Community Resilience Index of Kampung. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 15(2), 96–107.
- Saptiadi, I. M. (2017). Kajian Tentang Penguasaan Tanah Pantai Dan Penguasaan Wilayah Pesisir Di Indonesia. *Jurnal Teknologi*, 16(2), 2122–2130.
- Suprpto, O., Harahap, S., & Herawati, T. (2016). Analisis Kerentanan Fisik Pantai di Pesisir Garut Selatan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Unpad*, 7(2), 51–57.
- Trinanda, T. C. (2017). Pengelolaan Wilayah Pesisir Indonesia dalam Rangka Pembangunan Berbasis Pelestarian Lingkungan. *Matra Pembaruan*, 1(2), 75–84. <https://doi.org/10.21787/mp.1.2.2017.75-84>
- Walker, B., Gunderson, L. H., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S., & Schultz, L. (2006). A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience. *Ecology and Society*, 11(1), 13.
- Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K., Saito, Y., & Sallenger, A. (2014). Chapter 5: Coastal Systems and Low-Lying Areas. *Ippc Wgii Ar5*, . 361-409.
- Yanti, V., Mailianda, E., & Syamsidik, S. (2019). Analisis Pengaruh Parameter Fisik Terhadap Indeks Kerentanan Pantai (Cvi) Di Kawasan Pantai Banda Aceh Dan Sekitarnya (Studi Kasus Pada Kawasan Ujung Pancu Sampai Ujung Batee). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 2(2), 123–133. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i2.13212>