

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

Silvy Ana Dwi Fallahiyah

Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Jl. Ahmad Yani No. 117, Kec. Jemur Wonosari, Kota Surabaya

Email: fallahiyahsilvy@gmail.com¹

Abstrak

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

Kata Kunci : CVI, Kerentanan Pesisir, Perubahan Iklim

PENDAHULUAN

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

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

seperti halnya kota-kota besar di Pulau Jawa yang biasanya terletak pada wilayah pesisir (Amindoni, 2020 dalam Rifai et al., 2020).

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

Perubahan iklim yang terjadi terus-menerus dapat menimbulkan berbagai kondisi ataupun bencana yang apabila terjadi dapat mengakibatkan berbagai kerentanan (Ramli, 2017). Kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending

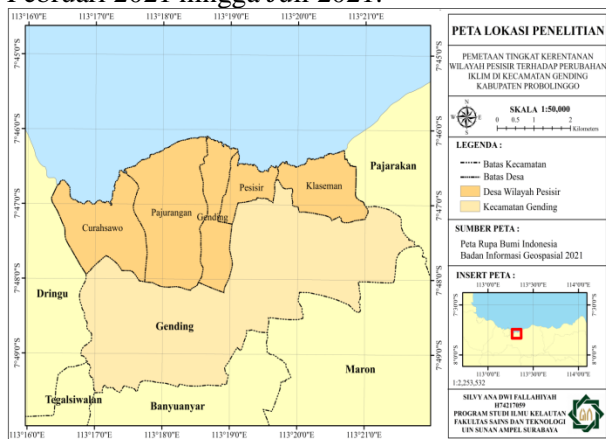
membutuhkan pemikiran yang lebih mendalam untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim skala global yang dapat berpengaruh pada skala lokal yang sesuai dengan karakteristik di Kecamatan Gending.

Kajian kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dengan menggunakan metode CVI (*Coastal Vulnerability Index*) untuk mengetahui kondisi kerentanan wilayah pesisir. CVI merupakan salah satu metode yang mengembangkan penilaian tingkat kerentanan wilayah pesisir yang disebabkan oleh perubahan iklim (Wahyudi, Hendarto and Hartoko, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zonasi tingkat kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending terhadap perubahan iklim dan mengetahui parameter yang memiliki nilai bobot paling besar dan paling kecil dalam penilaian nilai indeks CVI (*Coastal Vulnerability Index*) di wilayah pesisir di Kecamatan Gending.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Wilayah yang mencakup dalam penelitian ini meliputi Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian dilakukan dengan tahap pengambilan data lapangan dan data spasial yang dilakukan pada bulan Februari 2021 hingga Juli 2021.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kamera, Aplikasi Android TS, *Software* ArcGis 10.3, *Software* Er Mapper 7.1, *Software* Global Mapper 21.0, *Software* Ocean Data View, dan *Software* Surfer 3. Sedangkan data

yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Bahan Penelitian

No.	Jenis Data	Data Tahun	Sumber
1.	Citra Landsat 8 OLI	2016 dan 2021	USGS https://earthexplorer.usgs.gov/
2.	Citra Landsat 7 ETM	2011	
3.	Peta Rupa Bumi Indonesia	2021	BIG (Badan Informasi Geospasial)
4.	Data Bathimetri Nasional	2021	
5.	Data Pasang Surut	2011 - 2020	
6.	Data DEMNAS	2021	ECMWF
7.	Data Gelombang	2011 - 2020	
8.	Data Curah Hujan, Suhu	2011 - 2021	NASA https://power.larc.nasa.gov/
9.	Data Suhu Permukaan Air Laut	2011 - 2021	<i>Ocean Color</i>
10.	Data Jumlah Kejadian dan Jenis Bencana	2011 - 2021	BPBD Kabupaten Probolinggo

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapang, wawancara serta dokumentasi untuk mengidentifikasi secara langsung kondisi wilayah pesisir. Wawancara dilakukan pada kepala desa/perangkat desa. Sedangkan data sekunder didapatkan dari telaah dokumen dengan mencari dokumen terkait dengan kerentanan bencana perubahan iklim.

Pengolahan Data

1) Jarak Pasang Surut Rata-Rata (*Tidal Range*)

Perhitungan pasang surut metode *Admiralty* untuk mengetahui konstanta harmonik dari data pasang surut tahun 2011-2020 dengan menggunakan *Software* Microsoft Excel. Perhitungan nilai *Tidal Range* didapatkan dari persamaan sebagai berikut (Sudirman Adibrata, 2007) :

$$Tidal\ Range = \frac{(MHHWS+MLHWN)}{2} - \frac{(MLLWS+MLLWN)}{2} \dots\dots\dots Pers. 1$$

Keterangan :

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

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

MLLWS = Rata-rata muka air rendah saat pasang purnama

MLLWN = Rata-rata muka air rendah saat pasang perbani

2) Tinggi Gelombang Signifikan

Data yang telah diunduh dari ECMWF berformat nc. Kemudian diekstrak dengan *Software* Ocean Data View. Setelah itu dilakukan interpolasi

untuk mengisi data yang kosong di *Software Surfer*. Data berformat .gdr dari surfer kemudian diekspor dalam bentuk .txt menggunakan *Software Global Mapper*. Interpolasi dilakukan kembali menggunakan *Software ArcGis* dengan tools IDW.

3) Kemiringan Pantai

Proses dimulai dengan membuat *Buffer Area* dari *baseline* garis pantai 2021 di *Software ArcGis* yang diukur sejauh 1 km dari garis pantai. *Buffer Area* kemudian diubah menjadi *point* dan dicari nilai koordinat serta nilai kedalaman dari data BATNAS pada masing-masing *point*. Nilai kemiringan pantai dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{\Delta h}{L} \times 100\% \dots\dots\dots \text{Pers. 1}$$

Keterangan :

S = nilai kemiringan lereng dasar laut (%)

Δh = beda ketinggian

L = jarak horizontal (tegak lurus) (m)

4) Perubahan Garis Pantai

Pengolahan garis pantai dilakukan dengan melakukan koreksi radimetri dengan *Software Er Mapper*. Kemudian dilakukan komposit band, digitasi, perhitungan laju garis pantai menggunakan program DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) yang terintegrasi dengan *Software ArcGis*.

5) Kenaikan Muka Air Laut

Pengolahan data kenaikan muka air laut didapatkan dari nilai MSL pasang surut yang kemudian dianalisis dengan regresi linier untuk mencari laju kenaikan muka air laut per tahunnya dengan persamaan menurut Cahyadi et al. (2016) dalam Iskandar et al. (2020) yaitu :

$$\text{tren Per Tahun} = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{\text{bulan}} \times 12 \text{ bulan} \text{ Pers. 3}$$

6) Geomorfologi

Pengolahan data geomorfologi dengan menggunakan Citra Landsat 8 tahun 2021 dengan menggunakan *Software Er Mapper* untuk melakukan komposit band, penajaman citra, cropping area. Data kemudian diolah menggunakan *Software ArcGis* untuk melakukan koreksi geometri, klasifikasi citra dan mengubah data raster ke vektor.

7) Ketinggian Permukaan Tanah

Data DEMNAS dipotong sesuai area penelitian, kemudian menghilangkan data yang memiliki ketinggian <0 dan diekspor dalam bentuk tabel untuk mengetahui ketinggian pada masing-masing area.

Analisis Data

Analisis menggunakan metode CVI (*Coastal Vulnerability Index*). Parameter yang digunakan yaitu tunggang pasang surut rata-rata, tinggi gelombang signifikan, kemiringan pantai, perubahan garis pantai, kenaikan muka air laut,

geomorfologi dan ketinggian permukaan tanah. Ketentuan pembobotan dalam analisis CVI ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Pembobotan masing-masing variabel CVI

Variabel	Bobot					Satuan
	Tidak rentan 1	Kurang rentan 2	Sedang 3	Rentan 4	Sangat Rentan 5	
Tunggang Pasang Surut Rata-rata (TR)	<0,5	0,5 – 1,9	>1,9 – 4	>4 – 6	>6	m
Tinggi Gelombang Signifikan (SWH)	<1,1	1,1 - 2	>2 – 2,25	>2,25 – 2,6	>2,6	m
Kemiringan Pantai	>2	1,3 – 1,9	0,9 – 1,3	0,6 – 0,9	<0,6	%
Perubahan Garis Pantai	>2,0	1,0–2,0	-1,0–1,0	-1,0 – -2,0	<-2,0	m/tahun
Kenaikan Muka Air Laut	<-1	-1 – 0,9	>0,9 – 2	>2 – 4	>4	mm/tahun
Geomorfologi (Tutupan Lahan)	Pantai bertebing tinggi, berbatu	Pantai bertebing rendah, berbatu	Pantai bertebing rendah, berbatu	Bangunan pantai, estuari, laguna dataran aluvial	Pantai berpasir, dan berkerikil, delta, mangrove, karang	-
Ketinggian Permukaan Tanah	>30	20 – 30	10 – 20	5 – 20	0 – 5	m

Hasil pembobotan dari setiap parameter kemudian digunakan untuk menghitung nilai indeks kerentanan menggunakan metode CVI dengan persamaan 4) menurut Pendleton *et al* (2010) dalam Kasim & Siregar (2012) :

$$CVI = \sqrt{\frac{a \times b \times c \times d \times e \times f \times g}{7}} \dots\dots\dots \text{Pers. 4}$$

Keterangan :

CVI = nilai (skor) Indeks Kerentanan Pantai

a = ranking variabel pasang surut

b = ranking variabel tinggi gelombang

c = ranking variabel kemiringan pantai

d = ranking variabel perubahan garis pantai

e = ranking variabel kenaikan muka air laut

f = ranking variabel geomorfologi

g = ranking variabel ketinggian permukaan tanah

Dari hasil nilai CVI kemudian ditentukan pembagian rentang kelas mengacu pada penelitian yang dilakukan Hammar-Klose et al. (2003) dalam Suhana et al., (2020) yang dapat dilihat dalam Tabel 3 :

Tabel 3. Klasifikasi Kategori Kerentanan

Kelas	Kategori
0,38 - 4,28	Tidak Rentan
4,29 - 17,68	Kurang Rentan
17,69 - 48,38	Sedang
48,39 - 105,63	Rentan
105,64	Sangat Rentan

Validasi Data

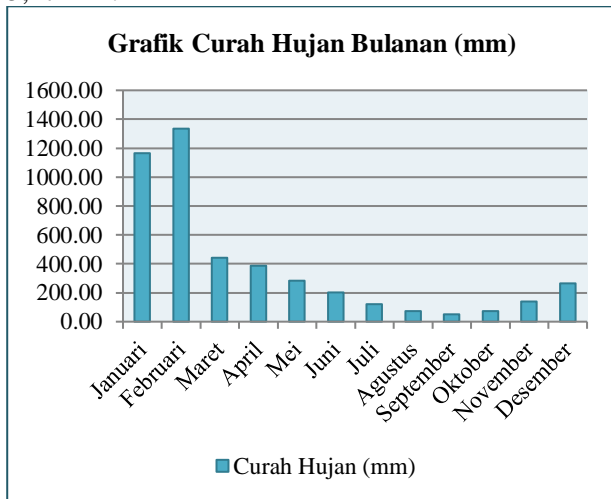
Pada tahap ini dilakukan uji validasi data dari hasil survey lapangan yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara pada informan ataupun hasil pada saat melakukan *crosscheck* di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Wilayah Pesisir Kecamatan Gending Akibat Perubahan Iklim

1) Pola Curah Hujan

Data Curah Hujan dengan periode pengamatan Januari 2011 hingga Maret 2021 di wilayah pesisir Pantai Gending menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi yaitu terjadi pada 2 Februari 2019 dengan nilai sebesar 71,08 mm, sedangkan curah hujan rata-rata tahunan adalah 5,17 mm.

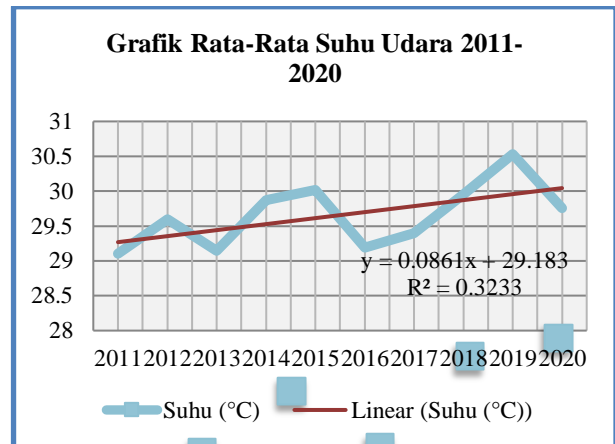


Gambar 2. Grafik Curah Hujan Bulanan dalam Satuan mm di wilayah pesisir Kecamatan Gending

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Gending memiliki tipe curah hujan musonal yang memiliki karakteristik adanya perbedaan yang jelas diantara periode musim hujan dan kemarau serta tingginya musim hujan pada awal dan akhir tahun.

2) Tren Suhu Udara

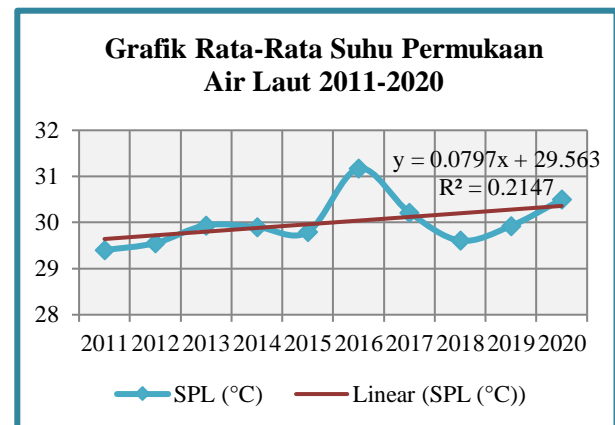
Suhu udara rata-rata tahunan di wilayah pesisir Kecamatan Gending selama satu dekade adalah 29,64 °C. Suhu udara tertinggi selama satu dekade terjadi pada 02 Desember 2019 yaitu sebesar 36,02°C. Sedangkan suhu udara terendah terjadi pada 12 Februari 2015 yaitu sebesar 25,56°C. Berdasarkan Gambar 3 yang merupakan suhu rata-rata tahunan dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan suhu udara di Kecamatan Gending dalam kurun waktu 2011-2020 sebesar 1,02°C.



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

3) Tren Suhu Permukaan Air Laut

Data suhu permukaan air laut didapatkan dari website *Ocean Color* dari tahun 2011 hingga Maret 2021. Suhu permukaan air laut tertinggi berada di bulan November 2016 dengan nilai sebesar 32,52°C. Sedangkan suhu permukaan air laut terendah berada di bulan Agustus 2012 dengan nilai sebesar 27,76°C. Berdasarkan Gambar 4 yang merupakan suhu permukaan laut rata-rata tahunan dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan suhu di Kecamatan Gending dalam kurun waktu 2011-2020 sebesar 0,95°C.



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

4) Data Kejadian Bencana di Kecamatan Gending Dampak yang diakibatkan oleh perubahan iklim di wilayah pesisir Kecamatan Gending berupa beberapa kejadian bencana yang terjadi pada tahun 2011 – 2021 seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Kejadian Bencana di Wilayah Pesisir Kecamatan Gending

Tanggal	Jenis Bencana	Lokasi
29/2/2016	Banjir	Blok Pasar I dan Blok Pasar II Desa Klaseman

Tanggal	Jenis Bencana	Lokasi
27/5/2016		Pesisir Gending
22/9/2016	Karhutla	Dusun Bentar Desa Curah Sawo Blok watu kenong Kec. Gending (petak 22)
30/11/2016	Angin Kencang	Dusun Krajan Desa Gending
13/12/2016	Banjir	Dusun Buyut RT.12 RW.04 Desa Gending
26/1/2017	Angin Kencang	Dusun Buyut RT. 11 RW.04 Desa Gending
27/1/2017		Desa Gending
7/2/2017		Gending : Pajurangan
12/2/2017		Desa Curahsawo
10/3/2017		Desa Pajurangan
13/3/2017		Gending
7/9/2017	Karhutla	Desa Curahsawo
7/1/2018	Angin Kencang	Depan Kantor Cabang Dinas Pendidikan Kecamatan Gending
17/3/2018		Dusun Tareta RT 03 / RW 02 Desa Pesisir
15/7/2018	Karhutla	Desa Curahsawo
18/10/2018	Angin Kencang	Jalan Raya Gending Desa Pajurangan
18/1/2019	Pohon Tumbang	Sepanjang jalan tol Gending - Paiton (Brumbunga Lor dan Gending)
22/1/2019	Angin Kencang	Desa Pesisir
22/2/2020	Banjir	Desa Pajurangan, Desa Gending
22/2/2020	Angin Kencang	Desa Pajurangan
26/2/2020	Banjir	Desa Pajurangan
28/5/2020		Desa Pajurangan dan Desa Klaseman
6/7/2020	Karhutla	KRPB Klenang (Bukit Bintang)
22/9/2020	Banjir	Desa Gending
1/2/2021	Tanah Longsor	Desa Curahsawo
26/2/2021	Banjir	Desa Pajurangan

Berdasarkan data Tabel 4 hanya ditampilkan kejadian bencana dari mulai tahun 2016 dikarenakan pencatatan data secara rinci dari BPBD Kabupaten Probolinggo dimulai pada tahun 2016. Dari data kejadian bencana dapat diketahui bahwa bencana yang paling sering terjadi yaitu angin kencang dengan total 11 kejadian dan banjir dengan total 8 kejadian, sedangkan bencana lainnya adalah kebakaran hutan dan tanah longsor.

Parameter Kerentanan Pesisir

1) Pasang Surut

Data pengolahan pasang surut selama 10 tahun dari Badan Informasi Geospasial. Konstanta harmonik hasil perhitungan dengan metode *admiralty* terdapat pada Tabel 10.

Tabel 5. Konstanta Harmonik Pasang surut

Komponen Pasang Surut (cm)	Rata-Rata	Maximum	Minimum
M2	43,75	44,17	43,14
S2	21,11	26,59	18,13
N2	10,24	10,83	9,48
K2	4,85	6,11	4,17
K1	40,75	43,38	38,88
O1	24,26	24,85	23,08
P1	13,45	14,31	12,83

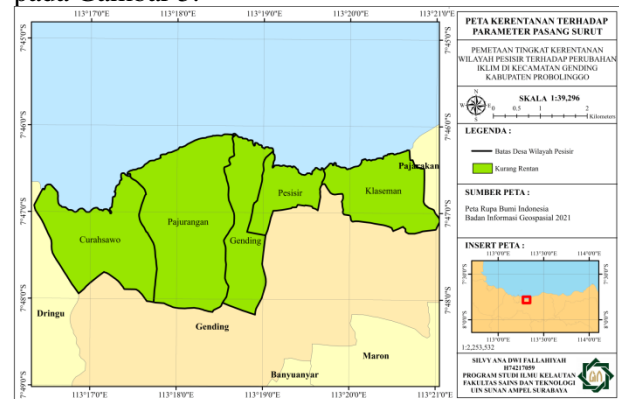
Dari data konstanta harmonik dapat dihitung nilai penting yang ditampilkan pada Tabel 6. Pasang surut yang terjadi di pesisir wilayah

Kecamatan Gending memiliki tipe pasang surut tipe campuran condong harian ganda. Tipe pasang surut ditentukan berdasarkan nilai Formzahl dari komponen pasang surut yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Penting Pasang Surut

Nilai	Cm	M
S₀	219,6	2,20
Z_a	89,7	0,90
LAT	89,7	0,90
MHHWS	284,6	2,85
MLHWN	236,1	2,36
MLLWN	203,1	2,03
MLLWS	154,6	1,55
TR	81,5	0,82
F	129,9	1,30

Berdasarkan perhitungan tunggang pasang surut rata-rata didapatkan nilai sebesar 0,82 m. Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter pasang surut di Kecamatan Gending ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Pasang Surut

2) Tinggi Gelombang

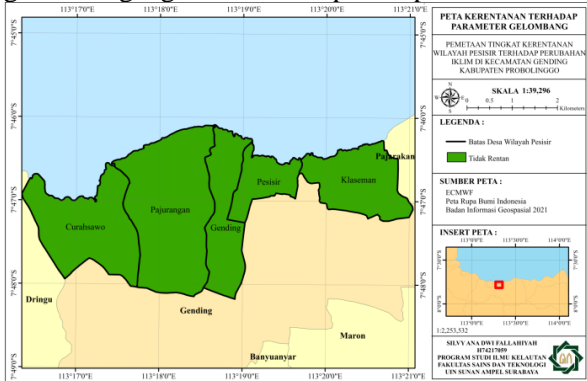
Gelombang signifikan merupakan tinggi dan periode gelombang individu (*individual wave*) yang mewakili suatu deretan gelombang. Tinggi gelombang signifikan di perairan Kecamatan Gending dari hasil rata-rata perhitungan selama tahun 2011 – 2020 yang didapatkan dari ECMWF memiliki rentang nilai antara 0,09 – 0,2 m, serta rata-rata tinggi gelombang signifikan pada setiap desa di wilayah pesisir Kecamatan Gending dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Tinggi Gelombang

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

Rendahnya nilai tinggi gelombang dikarenakan pada wilayah pesisir Kecamatan Gending berada di Selat Madura memiliki pola harian yang cenderung stabil serta perubahan tinggi

gelombang yang sangat kecil (Siswanto *et al.*, 2014 dalam Purwanto, 2019). Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter tinggi gelombang di Kecamatan Gending merujuk pada tinggi gelombang signifikan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Tinggi Gelombang

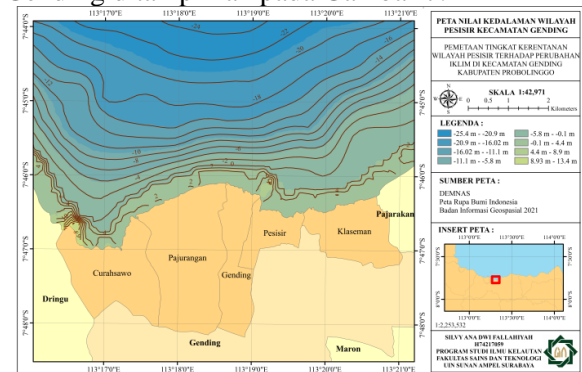
3) Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai adalah ukuran kecuraman kawasan intertidal diantara garis pasang tertinggi dan surut terendah. Nilai kemiringan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Gending bervariasi dari 0,37 % hingga 1,06 % yang dapat dikategorikan sebagai pantai yang landai berdasarkan Tabel 8.

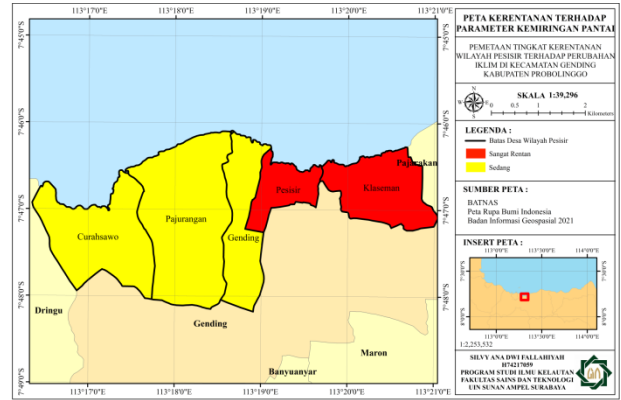
Tabel 8. Nilai Kemiringan Pantai

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

Sepanjang garis pantai hingga ke laut memiliki jarak kontur perairan yang teratur dan semakin ke tengah laut jarak interval semakin lebar. Kontur pantai yang berada di Pantai Bentar Desa Curahwaso terlihat lebih rapat karena adanya area wisata di pesisir seperti yang terlihat pada Gambar 21. Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter kemiringan pantai di Kecamatan Gending ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Bathimetri Perairan Kecamatan Gending



Gambar 8. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Kemiringan Pantai

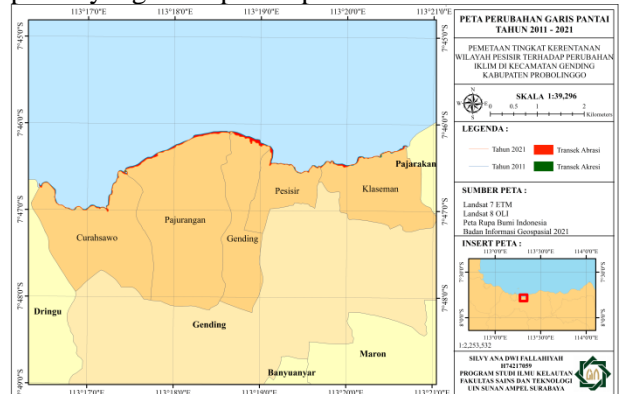
4) Perubahan Garis Pantai

Deteksi perubahan garis pantai pada wilayah pesisir Kecamatan Gending dapat dilakukan dengan analisis tumpang susun (overlay) citra pada *Software ArcGIS*. Hasil perhitungan laju dan jarak rata-rata perubahan garis pantai ditunjukkan pada Tabel 9.

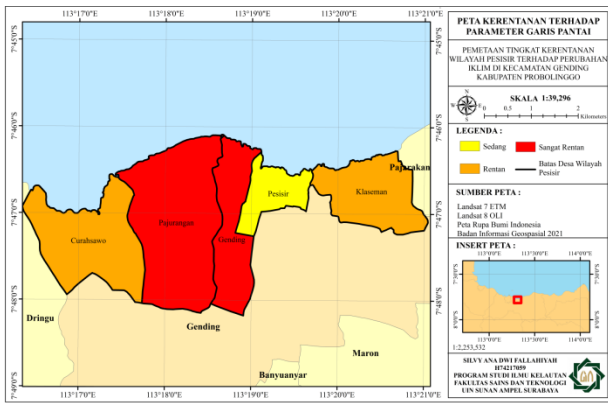
Tabel 9. Perhitungan Laju dan Jarak Rata-Rata

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

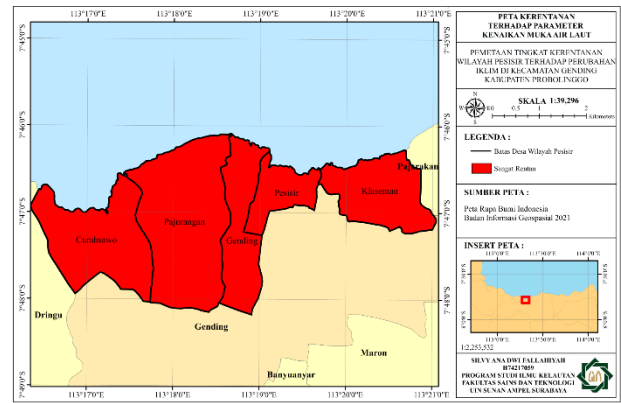
Berdasarkan hasil overlay dapat diketahui bahwa kelima desa mengalami perubahan garis pantai yang didominasi oleh proses abrasi. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan jarak rata-rata dan laju perubahan yang bernilai negatif. Transek abrasi dan akresi dapat dilihat pada Gambar 9. Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter perubahan garis pantai di Kecamatan Gending merujuk pada besarnya nilai laju perubahan garis pantai yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Peta Transek Abrasi Akresi Tahun 2011 hingga Tahun 2021



Gambar 10. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Perubahan Garis Pantai



Gambar 12. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Kenaikan Muka Air Laut

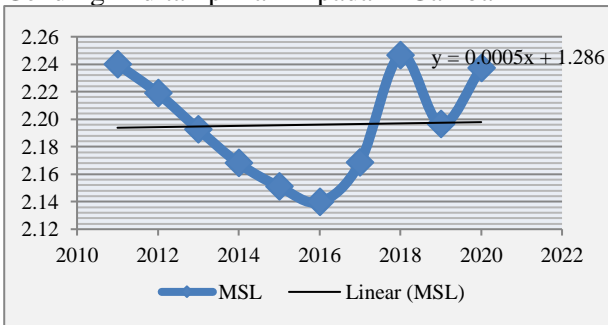
5) Kenaikan Muka Air Laut

Perhitungan nilai kenaikan muka air laut di wilayah pesisir kecamatan Gending didapatkan dari perhitungan data *timeseries* pasang surut air laut tahun 2010 hingga 2020, data hasil perhitungan dari MSL rata-rata per tahun dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai MSL Rata-Rata (m) Per Tahun

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

Data nilai MSL tahunan kemudian dianalisa dengan regresi linier sederhana didapatkan nilai kenaikan muka air laut mengikuti persamaan garis $y = 0,0005x + 1,286$ yang dapat dilihat pada Gambar 11. Nilai kenaikan muka air laut yang didapatkan dari perhitungan yaitu sebesar 5,95 mm/tahun. Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter kenaikan muka air laut di Kecamatan Gending ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 11. Grafik Kenaikan Muka Air Laut

6) Geomorfologi

Secara umum tutupan lahan di Kecamatan Gending didominasi oleh dataran aluvial (sawah, tegalan atau ladang) kemudian diikuti oleh tutupan lahan tambak. Terdapat beberapa sungai yang bermuara di wilayah pesisir Kecamatan Gending yaitu Kali Bujel yang bermuara di Desa Curahsawo dan berbatasan dengan Desa Pajurangan, Sungai Banyubiru yang terdapat di perbatasan Desa Pajurangan dan Desa Gending, *Afour* Glintongan yang bermuara di Desa Pesisir serta Sungai Klaseman yang bermuara di Desa Klaseman.

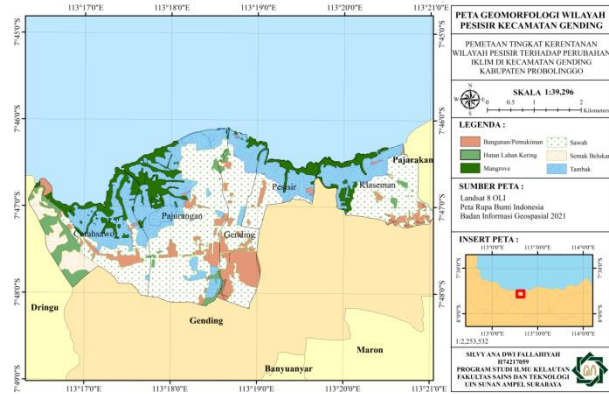
Kondisi geomorfologi didapatkan hasil interpretasi penggunaan lahan dari Citra Landsat 8 pada tahun 2021 ditampilkan pada Gambar 13. Berdasarkan Tabel 11 dapat diketahui bahwa Desa Pajurangan memiliki luas terbesar sebesar 593 Ha dan desa yang memiliki luas lahan terkecil yaitu Desa Pesisir dengan luas sebesar 143 Ha.

Tabel 11. Luas Guna Lahan Masing-masing Desa

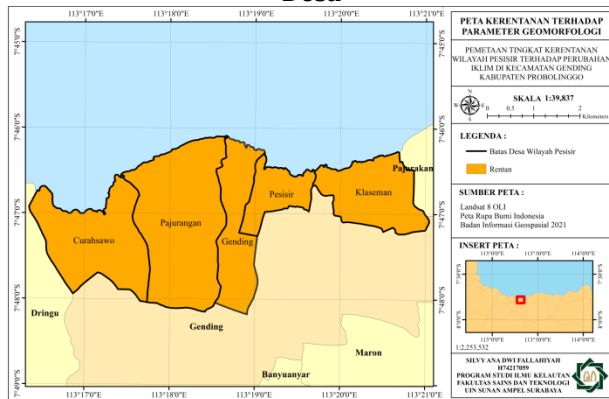
Desa	Curahsawo	Pajurangan	Gending	Pesisir	Klaseman
Guna Lahan	Luas (Ha)	Luas (Ha)	Luas (Ha)	Luas (Ha)	Luas (Ha)
Bangunan/ Pemukiman	31	38	72	12	23
Mangrove	61	62	7	20	34
Tambak	105	173	37	58	72
Hutan Lahan Kering	53	14	5	0	4
Semak Belukar	60	0	1	0	0
Sawah	89	306	128	53	144
Total	399	593	250	143	278

Uji keakuratan dilakukan dengan mencocokkan peta yang telah didigitasi dengan kondisi di lapangan. Titik diambil secara acak dengan jumlah 30 titik. Berdasarkan hasil pengecekan masing-masing titik sampel, titik sampel yang sesuai dengan keadaan asli di lapangan sebanyak 28 titik sehingga didapatkan nilai akurasi sebesar 93,33 %. Penilaian kerentanan

pesisir terhadap geomorfologi di Kecamatan Gending ditampilkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Peta Geomorfologi Masing-masing Desa



Gambar 14. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Geomorfologi

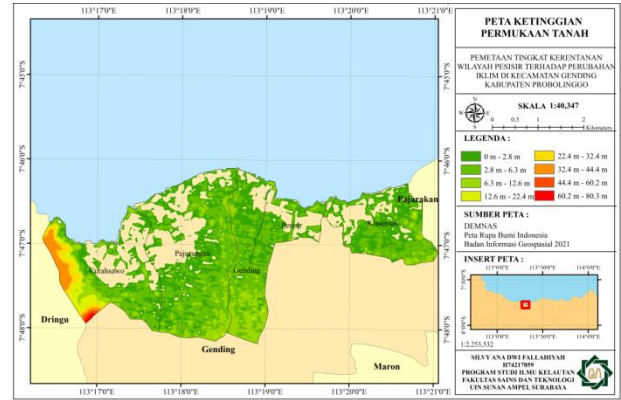
7) Ketinggian Permukaan Tanah

Secara keseluruhan ketinggian permukaan tanah di Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir, dan Desa Klaseman berada pada interval 0 hingga 80,3 m (Gambar 15). Sementara ketinggian permukaan rata-rata masing-masing desa memiliki interval 2,99 m hingga 12,08 m yang ditunjukkan pada Tabel 12. Desa Curahsawo memiliki nilai ketinggian permukaan tertinggi diantara keempat desa lainnya karena pada sebelah selatan desa ini terdapat Bukit Bentar yang mempunyai interval yang tinggi.

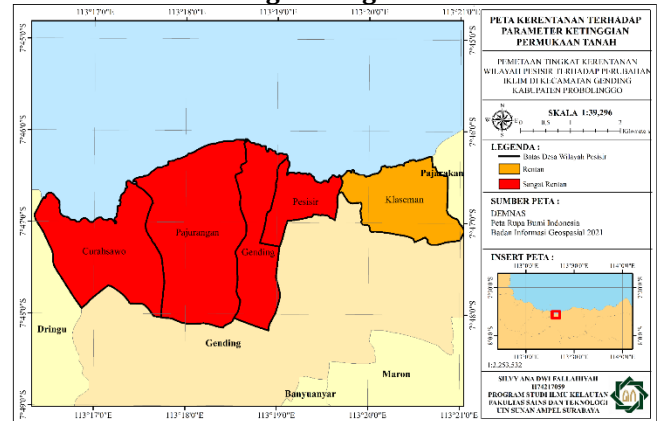
Tabel 12. Nilai Ketinggian Permukaan Tanah

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

Penilaian kerentanan pesisir terhadap parameter ketinggian permukaan tanah di Kecamatan Gending merujuk ditampilkan pada Gambar 16.



Gambar 15. Peta Ketinggian Permukaan Tanah Masing-Masing Desa



Gambar 16. Peta Kerentanan Terhadap Parameter Ketinggian Permukaan Tanah

Kerentanan Pesisir di Kecamatan Gending

Perhitungan kerentanan pesisir di Kecamatan Gending menggunakan metode CVI yang didapatkan dari parameter-parameter indeks kerentanan yaitu geomorfologi, pasang surut, tinggi gelombang, kemiringan pantai, ketinggian permukaan tanah, perubahan garis pantai, dan kenaikan muka air laut yang ditampilkan pada Tabel 21.

Tabel 13. Nilai Indeks Kerentanan Masing-Masing Parameter

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

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks kerentanan, parameter yang mempunyai bobot dari

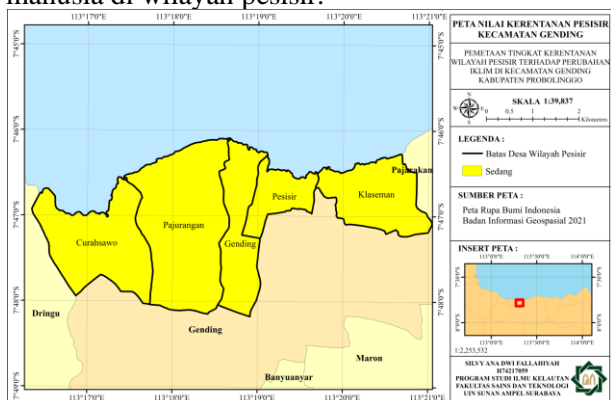
tertinggi hingga terendah secara berturut-turut yaitu kenaikan muka air laut, ketinggian permukaan tanah, perubahan garis pantai, geomorfologi, kemiringan pantai, pasang surut, dan tinggi gelombang.

Nilai indeks kerentanan pada masing-masing parameter kemudiandigunakan untuk menghitung nilai CVI pada masing-masing desa. Nilai CVI untuk menghitung kerentanan pesisir di Kecamatan Gending dikelompokkan menjadi 5 kategori yaitu tidak rentan (0,38 - 4,28), kurang rentan (4,29 - 17,68), sedang (17,69 - 48,38), rentan (48,39 - 105,63) dan sangat rentan (105,64). Kelas kerentanan masing-masing desa ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai CVI Pesisir Kecamatan Gending

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

Peta kerentanan pesisir ditampilkan pada Gambar 17 menunjukkan bahwa Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir, dan Desa Klaseman termasuk kategori sedang dengan nilai CVI berturut-turut yaitu 18,52, 20,70, 20,70, 20,70 dan 21,38. Sehingga secara keseluruhan wilayah pesisir Kecamatan Gending memiliki kategori sedang, hal ini disebabkan umumnya masing-masing desa hampir memiliki sifat fisik yang sama. Namun kondisi ini bukan berarti menunjukkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Gending aman dari bencana yang ditimbulkan oleh perubahan iklim, mengingat masih terjadinya bencana seperti banjir dan angin kencang. Kondisi ini dapat berubah seiring dengan tingginya aktivitas manusia di wilayah pesisir.



Gambar 17. Peta Nilai Kerentanan Pesisir Kecamatan Gending

PENUTUP

Kesimpulan

Tingkat kerentanan wilayah pesisir Kecamatan Gending dengan menggunakan metode CVI menunjukkan bahwa Desa Curahsawo, Desa Pajurangan, Desa Gending, Desa Pesisir dan Desa Klaseman termasuk ke dalam tingkat kerentanan sedang dengan nilai CVI berturut-turut 18,52, 20,70, 20,70, 20,70 dan 21,38.

Berdasarkan hasil analisis nilai indeks kerentanan pada masing-masing parameter, parameter yang memiliki bobot paling tinggi adalah kenaikan muka air laut sedangkan parameter yang memiliki bobot paling rendah adalah tinggi gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A. S. and Supriadi, I. H. (2019) 'Potensi Kejadian Rob Di Pesisir Probolinggo Serta Perbandingan Kondisinya Antara Musim Barat Dan Musim Timur Berdasarkan Data Oseanografi Dan Meteorologi', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(3), pp. 667–681. doi: 10.29244/jitkt.v11i3.20349.
- Iskandar, S. A. *et al.* (2020) 'Analisis Geospasial Area Genangan Banjir Rob dan Dampaknya pada Penggunaan Lahan Tahun 2020 - 2025 di Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah', *Indonesian Journal of Oceanography*, 02(3).
- Kasim, F. and Siregar, V. P. (2012) 'PENILAIAN KERENTANAN PANTAI MENGGUNAKAN METODE INTEGRASI CVI-MCA STUDI KASUS PANTAI INDRAMAYU', *Forum Geografi*, 26(1), pp. 65–76.
- Probolinggo, B. K. (2020) *Kecamatan Gending Dalam Angka 2020*. Probolinggo: CV. Azka Putra Prataman.
- Purwanto, A. D. (2019) 'Model Daerah Penangkapan Ikan Di Selat Madura Menggunakan Citra Satelit Resolusi Rendah (Fishing Ground Area Model in Madura Strait Using Low Resolution Satellite Imagery)', *Berita Dirgantara*, 20(2), pp. 72–81.
- Ramli, N. D. (2017) *Assesmen Tingkat Kerentanan Kawasan Pesisir Akibat Perubahan Iklim Kecamatan Mariso Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Rifai, M., Budiarto, A. and Hamdani, N. (2020) 'KESESUAIAN KONSEPTUAL WATERFRONT ARCHITECTURE TERHADAP DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DI WILAYAH PESISIR MAUARA GEMBONG', in *Seminar Nasional Komunitas dan Kota Berkelanjutan*. Jakarta,

pp. 647–654.

- Sudirman Adibrata (2007) 'ANALISIS PASANG SURUT DI PULAU KARAMPUANG , PROVINSI SULAWESI BARAT', *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 1(1), pp. 1–6.
- Suhana, M. P. *et al.* (2020) 'Tingkat Kerentanan Pesisir Di Utara Dan Timur Pulau Bintang Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2020', *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 11(1), pp. 11–27.
- Ulfa, M. (2018) 'Persepsi Masyarakat Nelayan Dalam Menghadapi Perubahan Iklim (Ditinjau Dalam Aspek Sosial Ekonomi)', *Jurnal Pendidikan Geografi*, 23(1), pp. 41–49.
- Wahyudi, A., Hendrarto, B. and Hartoko, A. (2014) 'Penilaian Kerentanan Habitat Mangrove di Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang Terhadap Variabel Oseanografi Berdasarkan Metode CVI (Coastal Vulnerability Index)', *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES*, 3(1), pp. 89–98.
- Widodo, A. *et al.* (2015) 'Pemetaan Risiko Iklim sebagai Hasil Perumusan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim Kabupaten Probolinggo', *Jurnal Geosaintek*, 1(1), p. 35. doi: 10.12962/j25023659.v1i1.1197.