

Analisis Kerentanan Pesisir dengan Metode CVI di Pantai Glagah Wangi, Kabupaten Demak

**Zhafira Mazaya Padmapitra*, Heryoso Setiyono, Agus Anugroho Dwi Suryoputro,
Denny Nugroho Sugianto**

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang Semarang Jawa Tengah 50275 Indonesia
Email: *zhafiramazayap@gmail.com

Abstrak

Pantai Glagah Wangi merupakan pantai wisata di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak yang memiliki banyak potensi untuk dikembangkan. Kondisi fisik dan oseanografi pada daerah pesisir mempengaruhi tingkat kerentanan di wilayah tersebut, sehingga tidak menutup kemungkinan dapat menimbulkan berbagai ancaman bencana di destinasi wisata tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kerentanan di Pantai Wisata Glagah Wangi. Untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir, digunakan metode klasifikasi kerentanan dan perhitungan *Coastal Vulnerability Index* (CVI) dengan parameter jenis substrat di wilayah pesisir, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, rata-rata tunggang pasang surut, perubahan garis pantai, laju kenaikan muka air laut rata-rata, serta tinggi gelombang signifikan. Melalui klasifikasi ini didapatkan bahwa parameter jenis substrat, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, laju perubahan garis pantai, dan laju kenaikan muka air laut rata-rata di Pantai Glagah Wangi termasuk dalam kategori sangat tinggi dengan skor 5, sedangkan parameter rata-rata tunggang pasang surut dan tinggi gelombang signifikan termasuk dalam kategori sangat rendah dengan skor 1. Dengan perhitungan CVI diketahui nilai indeks kerentanan Pantai Glagah Wangi sebesar 21,13 bahwa pantai ini memiliki kerentanan bencana tingkat sedang.

Kata kunci : Kerentanan, Coastal Vulnerability Index, Glagah Wangi

Abstract

Coastal Vulnerability Analysis Using the CVI Method at Glagah Wangi Beach, Demak Regency

Glagah Wangi is a tourist beach in Tambakbulusan Village, Demak Regency which has a lot of potential for development. Physical and oceanographic conditions in coastal areas influence the level of vulnerability in the region, so it is possible to cause various disaster threats in these tourist destinations. This research aims to determine the vulnerability index at Glagah Wangi Tourism Beach. To do that, the Coastal Vulnerability Index (CVI) methods is used with the parameters of substrate type in coastal areas, beach geomorphology, beach slope, tidal range, coastline changes, average rate of sea level rise, as well as significant wave height. Through this classification, it was found that the parameters of substrate type, beach geomorphology, beach slope, rate of shoreline change, and average sea level rise rate at Glagah Wangi Beach were fall under the very high risk category with a score of 5, while the average tidal range and significant wave height fall under the very low risk category with a score of 1. Using the CVI calculation, it is known that the vulnerability index value of Glagah Wangi Beach is 21,13, so it can be concluded that this beach has a moderate level of disaster vulnerability.

Keywords: *Vulnerability, Coastal Vulnerability Index, Glagah Wangi*

PENDAHULUAN

Pantai Glagah Wangi atau pantai Istambul (Istana Tambakbulusan) merupakan salah satu objek wisata yang cukup terkenal di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak dengan daya tarik pasir putih dan *track* mangrove yang mengelilingi pintu masuknya (Regita dan Purnaweni, 2019). Pemanasan global yang terjadi secara terus menerus merupakan salah satu faktor penyebab naiknya permukaan laut yang menyebabkan terjadinya penggenangan wilayah pesisir hingga tenggelamnya daratan di sekitar pantai yang mengubah posisi garis pantai (Ondara *et al.*, 2020). Menurut Sriyana *et al.*, (2020), Kabupaten Demak mengalami perubahan

garis pantai berupa abrasi seluas 1.592,7 ha dan akresi seluas 620 ha pada periode tahun 2000 – 2018. Kerentanan bencana yang terjadi di wilayah pesisir dapat mempengaruhi Pantai Glagah Wangi sebagai pantai wisata.

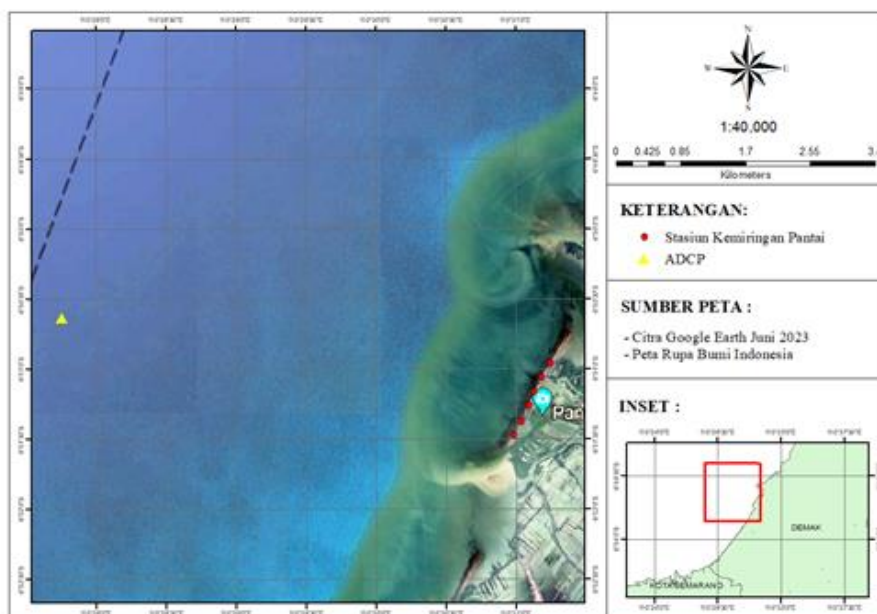
Penelitian terdahulu terkait indeks kerentanan pesisir telah banyak dilakukan dengan fokus lokasi dan tujuan yang berbeda. Penelitian oleh Primasti *et al.*, (2021) dilakukan dengan studi kasus perubahan garis pantai yang terjadi di 12 desa di Kabupaten Demak, didapatkan hasil 8 desa termasuk dalam kategori tinggi dan 4 desa dalam kategori rendah. Penelitian oleh Prathanazal *et al.*, (2021) dilakukan di 29 kelurahan di Kabupaten Jepara didapatkan tingkat kerentanan bernilai rata-rata 5,34 dalam kategori kerentanan rendah. Penelitian oleh Karondia *et al.*, (2022) dilakukan di Kota Semarang didapatkan tingkat kerentanan sebesar 45,64 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi.

Penelitian terkait indeks kerentanan pesisir cukup banyak dilakukan dengan fokus lokasi yang luas. Namun penelitian mengenai kerentanan pantai di Desa Tambakbulusan, terutama Pantai Wisata Glagah Wangi belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerentanan Pantai Glagah Wangi berdasarkan parameter fisik dan oseanografi.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Pantai Glagah Wangi, Desa Tambakbulusan, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak ($6^{\circ}50'33.69''$ - $6^{\circ}51'31.83''$ LS dan $110^{\circ}27'44.48''$ - $110^{\circ}31'24.70''$ BT). Penelitian mencakup 6 titik pengukuran kemiringan pantai dan titik pengukuran gelombang dengan menggunakan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP). Cakupan wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu pengambilan data gelombang yang dilakukan pada tanggal 1–4 Juni 2023 dan pengukuran kemiringan pantai yang dilaksanakan pada tanggal 4 Juni 2023.

Parameter yang digunakan dalam penilaian kerentanan Pantai Glagah Wangi adalah jenis substrat, kondisi geomorfologi pantai, kemiringan pantai, rata-rata tunggang pasang surut, laju kenaikan muka air laut, laju perubahan garis pantai, dan tinggi gelombang signifikan. Data jenis substrat dan geomorfologi pantai diperoleh dengan melakukan pengamatan visual di wilayah Pantai Glagah Wangi. Data kemiringan pantai diperoleh dengan melakukan pengukuran di 6 titik dengan jarak interval 150 meter yang berlokasi di sepanjang garis pantai lokasi penelitian. Nilai rata-rata tunggang pasang surut didapatkan dengan mengolah data pasang surut selama periode tahun 2015 hingga 2021 menggunakan metode *admiralty*, dan mendapatkan nilai *Mean Sea Level* (MSL), *Mean High Water Level* (MHWL), dan *Mean Low Water Level* (MLWL) dan kemudian menghitung selisih nilai MHWL dan MLWL. Nilai laju kenaikan muka air laut didapatkan dengan melakukan



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pantai Glagah Wangi, Kabupaten Demak

analisis regresi linier berdasarkan kenaikan MSL tahun 2015 hingga 2021. Nilai laju perubahan garis pantai diperoleh dengan melakukan analisis *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) pada hasil digitasi garis pantai citra Google Earth Juni 2014 dan Juni 2023. Tinggi gelombang signifikan didapatkan dari hasil pengukuran ADCP.

Dari data yang telah diperoleh di setiap parameter, dilakukan pembobotan dengan menggunakan tabel klasifikasi kerentanan pesisir oleh Gornitz (1991) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah pembobotan setiap parameter dilakukan, kemudian indeks kerentanan pesisir dihitung dengan metode *Coastal Vulnerability Index* (CVI). CVI merupakan metode evaluasi yang mempertimbangkan berbagai aspek kerentanan dan karakteristik pesisir dengan basis skala indeks untuk merepresentasikan tingkat kerentanannya (Fu *et al.*, 2022). Secara umum, perhitungan CVI dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Gornitz & White, 1992):

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

Dimana a_i = parameter yang digunakan dan n = jumlah parameter yang digunakan.

Pembagian klasifikasi tingkat kerentanan pesisir dilakukan dengan membagi klasifikasi menjadi empat bagian (Gornitz, 1991) yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Pembobotan Kerentanan Pesisir

Parameter	Klasifikasi Kerentanan				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
	1	2	3	4	5
Jenis Substrat	Batuan plutonik, Batuan vulkanik, Batuan metamorf derajat tinggi-sedang	Batuan metamorf derajat rendah, Batupasir, Batuan konglomerat	Batuan Sedimen	Sedimentasi Kasar	Sedimentasi Halus, Abu vulkanik
Geomorfologi Pantai	Bertebing tinggi	Bertebing Sedang	Bertebing Rendah, Endapan glasial, Terumbu karang	Pantai berkerikil, Estuari, Laguna, Dataran aluvial	Gisik penghalang, Pantai berpasir, Dataran lumpur, Delta
Kemiringan Pantai	> 45%	26 – 45%	16 – 25%	9 – 15%	0 – 8%
Rata – Rata Tunggang Pasang Surut (m)	≤ 0,99	1,0 – 1,9	2,0 – 4,0	4,1 – 6,0	≥ 6,1
Kenaikan Muka Air Laut (mm/tahun)	≤ -1,1	-1,0 – 0,99	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	≥ 4,1
Perubahan Garis Pantai (m/tahun)	≥ 2,1 akresi	1,0 – 2,0 akresi	-1,0 - +1,0 stabil	-1,1 - -2,0 abrasi	≤ -2,0 abrasi
Tinggi Gelombang Signifikan (m)	0 – 1,1	1,1 – 2,0	2,0 – 2,25	2,25 – 2,6	≥ 2,6

Sumber: Gornitz (1991) dan BNPB (2012)

Tabel 2. Klasifikasi Kerentanan Pesisir menurut Gornitz (1991)

Nilai	Kerentanan
≤ 11	Sangat Rendah
$> 11 - 22$	Rendah
$> 22 - 33$	Tinggi
≥ 33	Sangat Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembobotan seluruh parameter terhadap kerentanan pantai ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa Pantai Glagah Wangi memiliki jenis substrat pasir halus, geomorfologi pantai berupa pantai berpasir, kemiringan pantai sebesar 3,78% yang tergolong landai. Perairan di sekitar Pantai Glagah Wangi memiliki laju kenaikan muka air laut bernilai 6,89 cm/tahun, rata-rata tunggang pasang surut sebesar 0,597 meter, dan tinggi gelombang signifikan sebesar 0,11 meter. Pantai Glagah Wangi mengalami perubahan garis pantai yang didominasi oleh abrasi dengan laju 7,42 meter/tahun.

Dari pembobotan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa dari tujuh parameter yang digunakan, Pantai Glagah Wangi memiliki kerentanan yang lebih besar dalam beberapa parameter. Parameter jenis substrat, jenis geomorfologi pantai, nilai kemiringan pantai, laju kenaikan muka air laut, dan laju perubahan garis pantai mendapatkan skor 5 yang tergolong sangat tinggi, sedangkan parameter rata-rata tunggang pasang surut dan tinggi gelombang signifikan mendapatkan skor 1 yang tergolong sangat rendah.

Jenis substrat pada Pantai Glagah Wangi adalah pasir halus. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Regita dan Purnaweni (2019) yang menyebutkan bahwa Pantai Glagah Wangi memiliki pasir putih sebagai keunikan pantai ini. Selain itu Gemilang *et al.*, (2018) juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa pantai utara Jawa didominasi oleh sedimen berpartikel halus. Hal ini kemudian dikaitkan dengan klasifikasi kerentanan pesisir menurut Gornitz (1991) menjadikan pantai dengan jenis sedimen pasir halus mendapatkan skor 5, yang menunjukkan tingkat kerentanan sangat tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan tingkat kepekaan pantai terhadap erosi. Pesisir dengan material penyusun berupa pasir halus mudah terbawa oleh arus sehingga lebih dinamis dibandingkan dengan pantai bermaterial batuan keras (Titah *et al.*, 2022).

Jenis bentang alam pada Pantai Glagah Wangi adalah pantai berpasir dengan gosong atau gisik penghalang yang terbentuk di depan pantainya. Berdasarkan klasifikasi kerentanan, pantai berpasir serta gisik penghalang tergolong pada klasifikasi morfologi pantai yang sangat tinggi dengan skor 5. Hal tersebut berkaitan dengan beda tinggi relief pantai serta tingkat kedinamisan pantai yang dijadikan objek penelitian. Gornitz (1991) mengklasifikasikan bentang alam dengan relief sangat rendah kurang dari 5 meter dan material halus seperti pantai berpasir dan berlumpur dalam klasifikasi kerentanan sangat tinggi. Wilayah pesisir yang terlalu mudah berubah karena aktivitas lautan seperti gelombang dan arus laut akan bersifat rentan terhadap kenaikan muka air laut dan intrusi air asin. Selain itu cakupan area yang dapat terpengaruh oleh gelombang tinggi pada pantai dengan relief rendah akan lebih luas dibandingkan dengan pantai dengan relief tinggi.

Berdasarkan hasil pengukuran kemiringan lereng pantai di 6 stasiun, didapatkan nilai kemiringan dengan rentang antara $0,63^\circ$ - $2,55^\circ$. Nilai kemiringan lereng termasuk dalam kategori landai dalam klasifikasi kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1985). Berdasarkan Gornitz (1991), nilai kemiringan tergolong dalam klasifikasi kerentanan sangat tinggi dengan skor 5. Hal ini dikarenakan wilayah pesisir dengan relief yang rendah akan lebih rentan terhadap perubahan garis pantai, gelombang ekstrem, serta risiko inundasi, tenggelamnya daratan, dan hilangnya fungsi daratan akibat kenaikan muka air laut (Karondia *et al.*, 2022).

Nilai tren kenaikan muka air laut di pantai Glagah Wangi berdasarkan perhitungan regresi linier kenaikan Mean Sea Level (MSL) dari tahun 2015 - 2021 sebesar 6,89 cm/tahun. Penelitian yang telah dilakukan oleh Shalsabilla *et al.*, (2022) pada lokasi tersebut mendapatkan nilai tren kenaikan muka air sebesar 7,16 cm/tahun dan perhitungan Primasti *et al.*, (2021) mendapatkan nilai tren kenaikan muka air laut sebesar 7,9 cm/tahun. Berdasarkan Gornitz (1991), nilai laju kenaikan muka air laut sebesar 6,89 cm/tahun tergolong dalam klasifikasi sangat tinggi dengan skor 5. Kenaikan muka air laut dengan kelajuan yang tinggi menjadi persoalan yang berdampak pada lingkungan fisik pesisir seperti kurangnya perencanaan pengembangan pantai yang dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur. Selain itu kenaikan muka air laut dengan kelajuan yang tinggi juga dapat menyebabkan lebih cepatnya daratan di sekitar pantai tenggelam (Handoko, *et al.*, 2019).

Tabel 3. Hasil Pembobotan Kerentanan Pesisir

Parameter	Hasil Pengolahan Data	Nilai Kerentanan	Keterangan
Jenis Substrat	Pasir Halus	5	Sangat Tinggi
Geomorfologi Pantai	Pantai Berpasir	5	Sangat Tinggi
Kemiringan Pantai	3,78% (Landai)	5	Sangat Tinggi
Rata-rata Tunggang Pasang Surut	0,597 meter	1	Sangat Rendah
Kenaikan Muka Air Laut	6,89 cm/tahun	5	Sangat Tinggi
Perubahan Garis Pantai	-7,42 meter/tahun	5	Sangat Tinggi
Tinggi Gelombang Signifikan	0,11 meter	1	Sangat Rendah

Perubahan garis pantai tidak hanya dipengaruhi oleh kenaikan muka air laut, namun juga dipengaruhi faktor oseanografi lainnya yakni gelombang, pasang surut, dan arus.. Dari hasil pengolahan metode DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) didapatkan laju perubahan rata-rata garis pantai selama periode tahun 2014 – 2023 untuk laju sedimentasi sebesar 3,45 m/tahun dan laju abrasi 7,42 meter/tahun untuk laju abrasi. Dari kedua nilai tersebut dapat diketahui bahwa perubahan garis pantai yang dominan terjadi di wilayah ini adalah perubahan berbentuk abrasi. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan oleh Primasti *et al.*, (2021) bahwa perubahan garis pantai di Kabupaten Demak terjadi sebesar 2,71 meter/tahun.

Berdasarkan klasifikasi kerentanan pantai oleh Gornitz (1991), nilai perubahan garis pantai tersebut digolongkan dalam klasifikasi sangat tinggi dengan skor 5. Terjadinya abrasi di wilayah pesisir dapat menimbulkan banyak kerugian di antaranya hilangnya lahan dan tempat tinggal serta kerusakan pelindung pantai yang dapat menyebabkan kenaikan muka laut dan energi gelombang langsung berdampak pada daratan yang tersisa (Handiani *et al.*, 2019).

Data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini adalah data selama periode 2015-2021. Data ini didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) stasiun pengukuran Tanjung Mas, Semarang yang merupakan stasiun pengukuran terdekat dari lokasi penelitian. Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut dengan metode admiralty, didapatkan rata-rata tunggang pasang surut sebesar 0,597 meter. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pasang surut di wilayah Kabupaten Demak tidak tinggi. Berdasarkan Gornitz (1991), nilai rata-rata tunggang pasang surut sebesar 0,597 meter tergolong dalam klasifikasi sangat rendah dengan skor 1. Ketinggian pasang surut diasosiasikan dengan lebih kuatnya arus pasang surut dalam membawa sedimen ke laut lepas dan lebih luasnya daratan yang dapat mengalami penggenangan baik sementara maupun permanen (Gornitz & White, 1992).

Tinggi gelombang signifikan berdasarkan pengukuran dengan ADCP adalah 0,11 meter. Tinggi gelombang tersebut menunjukkan bahwa gelombang signifikan di perairan Kabupaten Demak tergolong rendah. Berdasarkan klasifikasi Gornitz (1991) tinggi gelombang signifikan sebesar 0,11 m termasuk dalam kategori sangat rendah dengan skor 1.

Dari hasil perhitungan nilai CVI, didapatkan indeks kerentanan Pantai Glagah Wangi sebesar 21,13 yang diklasifikasikan sebagai kerentanan sedang. Sesuai dengan Primasti *et al.*, (2021) yang melakukan analisis kerentanan pantai di wilayah Kabupaten Demak dan pada Desa Tambakbulusan mendapatkan indeks kerentanan bernilai 9,12 dengan 6 parameter yang termasuk kategori kerentanan sedang. Hal ini berarti bahwa meskipun Pantai Glagah Wangi tidak memiliki kerentanan bertingkat sangat tinggi, namun tetap perlu mewaspadaai bencana-bencana yang dapat terjadi terutama akibat parameter-parameter yang tergolong dalam kategori sangat tinggi. Parameter-parameter tersebut juga diharapkan menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan Pantai Wisata Glagah Wangi.

KESIMPULAN

Penelitian kerentanan Pantai Glagah Wangi berdasarkan nilai CVI (parameter fisik dan oseanografi), yaitu: substrat, geomorfologi pantai, kemiringan pantai, laju kenaikan muka air laut, dan laju perubahan garis pantai didapatkan skor 5 yang tergolong sangat tinggi, serta nilai rata-rata tunggang pasang surut dan tinggi gelombang signifikan yang mendapatkan skor 1 yang tergolong sangat rendah. Berdasarkan perhitungan CVI Pantai Glagah Wangi dengan nilai 21,13 diklasifikasikan sebagai kerentanan bertingkat sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Jakarta.
- Fu, G., Cao, C., Fu, K., Song, Y., Yuan, K., Wan, X., Zhu, Z., Wang, Z., & Huang, Z. 2022. Characteristics and Evaluation of Coastal Erosion Vulnerability of Typical Coast on Hainan Island. *Frontiers in Marine Science*, 9: 1061769.
- Gemilang, W. A., Wishu, U. J., Rahmawan, G. A., & Dhiauddin, R. 2018. Karakteristik Sebaran Sedimen Pantai Utara Jawa Studi Kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2): 65–74.
- Gornitz, V. 1991. Global Coastal Hazard From Future Sea Level Rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, 89: 379–398.
- Gornitz, V. M., & White, T. W. 1992. A Coastal Hazards Data Base for the U.S. East Coast.
- Handiani, D. N., Darmawan, S., Heriati, A., & Aditya, Y. D. 2019. Kajian Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Subang-Jawa Barat. *Jurnal Kelautan Nasional*, 14(3): 145–154.
- Handoko, E. Y., Yuwono, & Ariani, R. 2019. Analisis Kenaikan Muka Air Laut Indonesia Tahun 1993–2018 Menggunakan Data Altimetri. *Geoid*, 15(1): 58–64.
- Karondia, L. A., Handoko, E. Y., & Handayani, H. H. 2022. Analisa Kerentanan Pesisir Kota Semarang Menggunakan Algoritma CVI (Coastal Vulnerability Index). *Journal of Geodesy and Geomatics*, 18(1): 99–111.
- Ondara, K., Dhiauddin, R., Wishu, U. J., & Rahmawan, G. A. 2020. Hydrodynamics Features and Coastal Vulnerability of Sayung Sub-District, Demak, Central Java, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 5(1): 25–31.
- Prathanazal, N. M., Sasmito, B., & Sabri, L. M. 2020. Analisis Kerentanan Daerah Pesisir Kabupaten Jepara Menggunakan Coastal Vulnerability Index (CVI). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1): 115–123.
- Primasti, T. P. G., Rochaddi, B., Widada, S., & Widiaratih, R. 2021. Pemantauan Kerentanan Fisik di Pesisir Kabupaten Demak (Studi Kasus Perubahan Garis Pantai). *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1): 44–54.
- Regita, A., & Purnaweni, H. 2019. Pantai Glagah Wangi di Desa Tambakbulusan, Kabupaten Demak: Adakah Potensi Untuk Dikembangkan? *Conference on Public Administration and Society*, 1(1): 79–91.
- Shalsabilla, A., Setiyono, H., Sugianto, D. N., Ismunarti, D. H., & Marwoto, J. 2022. Kajian Fluktuasi Muka Air Laut Sebagai Dampak dari Perubahan Iklim di Perairan Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 69–76.
- Sriyana, I., Niyomukiza, J. B., Sangkawati, S., & Parahyangsari, S. K. 2020. Determination of the Original Coastline on Semarang City and Demak District Using Remote Sensing Approach. *E3S Web of Conferences*, 202: 04001.
- Titah, H. S., Astuti, A. D., Nursagita, Y. S., & Pratikno, H. 2022. *FITOREMEDIASI: Pencemar Limbah Organik dan Anorganik di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove*. Malang: Media Nusa Creative.