

Pemanfaatan Citra Satelit Dan *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW) Untuk Mitigasi Bencana Abrasi Desa Urai, Bengkulu

Nur Shafira Rahmawati^{1,3}, Muchammad Farid^{1,2,3*}, Refrizon¹, Andre Rahmat Al Ansory³

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

²Pusat Studi Mitigasi Bencana, Universitas Bengkulu

³Mitigation and Exploration Laboratory, Lantai 2 Lab. Terpadu FMIPA, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Bengkulu, 38371 Indonesia

Email: mfarid@unib.ac.id

Abstrak

Desa Urai merupakan salah satu desa yang terkena dampak abrasi parah di Kabupaten Bengkulu Utara. Abrasi yang terjadi menyebabkan perubahan garis pantai sehingga mengakibatkan kerusakan sarana dan prasarana yang ada di pantai. Pada riset ini memperoleh data primer menggunakan metode MASW dan data sekunder berupa data garis pantai pesisir Desa Urai selama 16 tahun (2006-2022) dengan menggunakan citra satelit. Analisis perubahan garis pantai Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara dari 2006 hingga 2022 menunjukkan adanya abrasi signifikan. Titik-titik utama mengalami abrasi sekitar ± 8 meter/tahun, sedangkan titik dengan perlindungan pantai memiliki abrasi minimal, hanya sekitar 0,1-0,5 meter/tahun. Ini menunjukkan keberhasilan infrastruktur perlindungan pantai dalam mengurangi dampak abrasi. Penelitian menemukan perubahan garis pantai rata-rata ± 8 meter/tahun. Analisis menggunakan MASW dan citra satelit menunjukkan abrasi terparah di titik 1, 2, 4, 6, dan 8 ($\pm 3,4-8$ meter/tahun), sedangkan titik 3 dan 7 mengalami abrasi paling rendah ($\pm 0,1-0,5$ meter/tahun). Struktur batuan pada kedalaman ± 30 meter terdiri dari 3 lapisan. Penelitian bertujuan untuk mitigasi bencana abrasi demi pembangunan berkelanjutan dari pemerintah provinsi hingga desa di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara.

Kata kunci : abrasi, perubahan garis pantai, MASW, citra satelit, mitigasi

Abstract

Using Satellite Images and MASW to Mitigate Abrasion Disaster in Urai Village, Bengkulu

Urai Village is one of the villages affected by severe abrasion in North Bengkulu Regency. The abrasion that occurs causes changes in the coastline, causing damage to the facilities and infrastructure on the beach. In this research, primary data was obtained using the MASW method and secondary data in the form of coastal data of Urai Village for 16 years (2006-2022) using satellite imagery. Analysis of changes in the coastline of Urai Village, North Bengkulu Regency from 2006 to 2022 showed significant abrasion. The main points experience abrasion of about ± 8 meters/year, while the points with coastal protection have minimal abrasion, only about 0.1-0.5 meters/year. This shows the success of coastal protection infrastructure in reducing the impact of abrasion. Research found an average change in the coastline of ± 8 meters/year. Analysis using MASW and satellite imagery showed the worst abrasion at points 1, 2, 4, 6, and 8 ($\pm 3.4-8$ meters/year), while points 3 and 7 experienced the lowest abrasion ($\pm 0.1-0.5$ meters/year). The rock structure at a depth of ± 30 meters consists of 3 layers. The research aims to mitigate abrasion disasters for sustainable development from the provincial government to the village in Urai Village, North Bengkulu Regency.

Keywords: abrasion, change in the coastline, MASW, satellite image, mitigate

PENDAHULUAN

Kabupaten Bengkulu Utara merupakan daerah yang termasuk dalam kategori daerah yang

paling berdampak oleh bencana abrasi pantai di Provinsi Bengkulu, bahkan termasuk dalam 70 besar daerah yang terdampak abrasi pantai dan

gelombang ekstrim di Indonesia. Laju erosi di beberapa wilayah tertentu di Bengkulu diperkirakan mencapai 2,5 meter per tahun (Samdara, R., & Lubis, 2016). Berdasarkan data foto bawah air, Bengkulu Utara mengalami laju erosi garis pantai yang berkisar antara 1,1 m/tahun hingga 5,8 m/tahun, dengan laju erosi pantai mencapai 25 m/tahun (Farid *et al.*, 2014). Wilayah di sekitar Bengkulu Utara merupakan salah satu dari sedikit wilayah pinggir dunia yang masih belum tersentuh, yang menawarkan banyak manfaat bagi masyarakat umum, termasuk pekerjaan, transportasi, pertanian, industri, pariwisata, pendidikan, dan perumahan bagi masyarakat kurang mampu. Namun, karena fenomena abrasi, kawasan pantai di Kabupaten Bengkulu Utara telah terbukti merugikan bagi masyarakat sekitar.

Salah satu desa di Kabupaten Bengkulu Utara yang mengalami abrasi parah di Desa Urai. Desa Urai pernah dialihkan ke lokasi yang lebih aman dari abrasi pantai. Desa Urai terletak di Kecamatan Ketahun, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu, di pesisir barat Sumatera. Banyak infrastruktur di dekat bibir pantai telah hancur oleh bencana abrasi. Oleh karena itu, penelitian tambahan diperlukan untuk menentukan metode untuk mengurangi dampak abrasi di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara.

Melakukan upaya mitigasi bencana adalah salah satu tindakan yang diambil untuk mengurangi risiko abrasi. Mitigasi bencana terdiri dari dua kategori: mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Mitigasi struktural bertujuan untuk mengurangi dampak bencana dengan membangun berbagai prasarana fisik dan pendekatan teknologi, serta dengan membuat kebijakan, peraturan, dan meningkatkan kapasitas masyarakat. Studi tambahan tentang Desa Urai telah dilakukan mengenai Sosialisasi Mitigasi Bencana Abrasi Desa Urai Kabupaten Bengkulu Utara. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dari pemerintah provinsi hingga desa.

Faktor alami dan faktor antropogenik (manusia) dapat menyebabkan perubahan garis pantai. Faktor alami termasuk sedimentasi, abrasi, sedimentasi pantai, kenaikan muka laut, dan karakteristik geologi. Perubahan ini dapat terjadi secara musiman atau tahunan, tergantung pada jenis batuan, topografi, dan cara mereka berinteraksi dengan gelombang laut, pasang surut, dan angin. Dampaknya mencakup kondisi

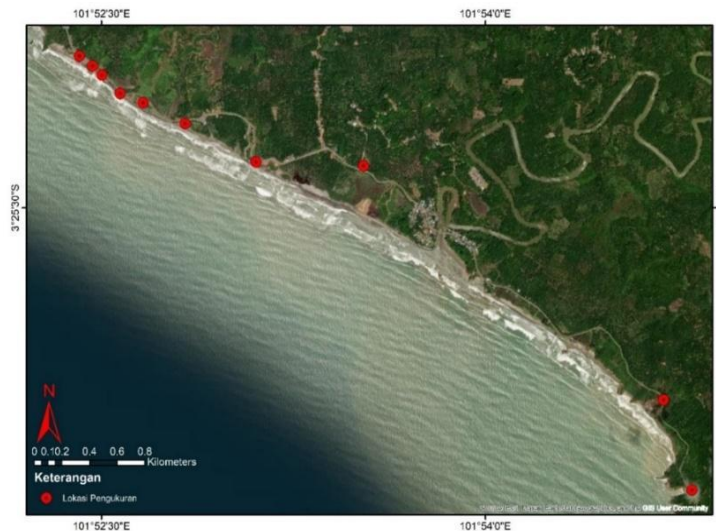
lingkungan dan cara pemanfaatan lahan pesisir, menunjukkan betapa pentingnya mengamati perubahan garis pantai dengan baik. Perubahan ini memengaruhi penggunaan lahan di pesisir, yang menunjukkan betapa pentingnya memantau dengan cermat. Informasi ini penting untuk zonasi dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Rencana Zonasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K). Metode penginderaan jauh adalah salah satu alat penting untuk memahami dinamika lingkungan di daerah pesisir (Hidayah & Apriyanti, 2020).

Selama ini, metode penginderaan jarak jauh menggunakan data citra untuk mengetahui perubahan garis pantai (Yunus, 2023). Di tempat lain, masalah perubahan garis pantai ini sering muncul karena faktor abrasi. Untuk mengetahui mengapa hal-hal ini terjadi dengan menggunakan metode konsep dasar survey *MASW* untuk mendapatkan profil *Vs30* dimana memanfaatkan prinsip-prinsip penjalaran gelombang permukaan *Rayleigh* atau biasa disebut *ground roll* yang bersifat dispersif (Muzli *et al.*, 2016). Oleh karena itu, didalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi dilokasi penelitian yang terdampak abrasi dan hubungannya dengan profil *Vs30* terhadap perubahan garis pantai. Pada penelitian ini kami menggunakan metode citra satelit untuk mengetahui perubahan garis pantai selama enam belas tahun terakhir berdasarkan data citra satelit. (Hidayat *et al.*, 2019).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara dengan 10 titik pengukuran *MASW* dan data citra satelit dari 2006-2022 (Gambar 1). Alat dan Bahan yang digunakan dalam riset ini yaitu *software WinMASW* dan *Google Earth Pro*. Pada riset ini menggunakan data primer berupa Metode *MASW* dan data sekunder berupa data garis pantai pesisir Desa Urai selama 16 tahun (2006-2022).

Penentuan Daerah mana saja yang mengalami abrasi dan akresi di wilayah pantai yang dianalisis dapat diidentifikasi dengan sangat baik melalui pemantauan dan analisis perubahan areal serta posisi garis pantai. Sangat mudah untuk melakukan analisis perubahan areal dengan menggunakan teknik tumpang-susun (*overlay*) antar poligon daratan pantai pada berbagai pencatatan waktu. Metode *EPR* dapat digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak



Gambar 1. Peta lokasi titik penelitian

antara garis pantai terlama dan terkini dengan waktunya (Hakim *et al.*, 2014). Selain itu juga perubahan garis pantai juga dapat kita amati dalam rentang waktu tertentu berdasarkan data yang ada, hal ini dapat memudahkan kita dalam menghitung berapa laju abrasi yang telah terjadi dalam tahun nya.

Abrasi dan erosi adalah fenomena yang mengancam garis pantai karena gelombang laut menghantam material pantai seperti pasir atau lempung, seperti pasir atau lempung yang terus menerus di hantam oleh gelombang laut atau dikarenakan oleh terjadinya perubahan keseimbangan angkutan sedimen di perairan pantai (Fajri *et al.*, 2012). Faktor alami seperti perubahan pola arus, hempasan gelombang, angin, dan pasang surut dapat menyebabkan abrasi, yang menyebabkan kerusakan di sekitar pantai (Munandar & Kusumawati, 2017). Karena ombak yang kuat, beberapa daerah pesisir dapat hancur dan terendam air laut, yang berdampak pada properti di tepi pantai. Abrasi yang dapat dianggap sebagai bencana alam, umumnya menyebabkan kerusakan fisik seperti, fasilitas umum, pendangkalan sumur dan infrastruktur umum (Mariati *et al.*, 2019). Meskipun abrasi disebabkan oleh faktor alam, peran manusia sebagai penyebab dan pengurang abrasi juga penting. Orang-orang dapat berusaha untuk mengurangi dampak abrasi, terutama pebisnis dan pemukim yang tinggal di wilayah pantai (Akbar *et al.*, 2017).

Abrasi merupakan salah satu masalah yang mengancam kondisi pesisir, yang dapat mengancam garis pantai sehingga mundur

kebelakang, merusak tambak maupun lokasi persawahan yang berada di pinggir pantai, dan juga mengancam bangunan yang berbatasan langsung dengan air laut, baik bangunan yang difungsikan sebagai penunjang wisata maupun rumah penduduk (Fajrin F.M., Muskananfola M.R., 2016). Perubahan garis pantai merupakan salah satu bentuk dinamisasi kawasan pantai yang terjadi secara terus menerus (Munandar & Kusumawati, 2017). Abrasi menjadi permasalahan bagi ekosistem maupun pemukiman di wilayah kepesisiran. Dampak dari abrasi adalah terjadinya kemunduran garis pantai yang dapat mengancam bangunan maupun ekosistem yang berada di belakang wilayah garis pantai (Abda, 2019).

Salah satu hal yang harus diperhatikan saat mengembangkan pariwisata di daerah pantai adalah ancaman abrasi terhadap garis pantai. Perubahan lingkungan ini dapat terjadi karena aktivitas manusia atau secara alami. (Mayendri, 2022). Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkannya terhadap masyarakat setempat dan lingkungan, pengelolaan pesisir harus memprioritaskan perlindungan garis pantai dan upaya pencegahan abrasi.

Citra Satelit

Citra satelit adalah gambaran permukaan bumi yang direkam secara digital oleh sensor (kamera) pada satelit penginderaan jauh yang mengorbit di sekitar Bumi. Penginderaan jauh adalah seni atau ilmu untuk mendapatkan informasi tentang objek, area, atau gejala tanpa berinteraksi dengan mereka. Banyak bidang ilmu

pengetahuan telah menggunakan teknologi penginderaan jauh, dan banyak satelit yang berorbit baik di atas Bumi maupun di langit (berada di posisi tetap di atas Bumi) (Aryastana *et al.*, 2016). Citra satelit dapat mengetahui pola perubahan garis pantai dan kisaran laju abrasi pada suatu tempat (Apriyanti, 2021). Pengamatan dilakukan di sepanjang garis pantai, termasuk pengaruh fenomena abrasi, akresi, dan pemanfaatan lahan di sekitar garis pantai. Pengolahan gambar satelit dan hasil model garis pantai disesuaikan dengan hasil data lapangan untuk memastikan posisi garis pantai yang tepat. Untuk membuat gambar lebih jelas, garis perairan dan daratan dipisahkan (Ramadhani *et al.*, 2021).

Munculnya platform resolusi tinggi baru seperti *Google Earth Pro* (GEP) menawarkan potensi penggunaan ilmiah yang baru dan menarik. Memang benar, gambar *Google Earth* (GE) telah digunakan sebagai informasi tambahan untuk mengumpulkan pelatihan atau pengujian sampel lapangan ketika membuat peta tutupan vegetasi. Munculnya platform resolusi tinggi baru seperti *Google Earth Pro* (GEP) menawarkan potensi penggunaan ilmiah yang baru dan menarik. Memang benar, gambar *Google Earth* (GE) telah digunakan sebagai informasi tambahan untuk mengumpulkan pelatihan atau pengujian sampel lapangan ketika membuat peta tutupan vegetasi (Giuseppe & Lupia, 2016). Namun bukan sebagai sumber data langsung untuk pemetaan vegetasi. Hal ini karena gambar GEP dan GE mempunyai pita RGB namun tidak memiliki pita inframerah yang biasa digunakan untuk mengklasifikasikan vegetasi. Namun, gambar GEP memiliki resolusi spasial tinggi yang kaya akan tekstur, warna dan karakteristik geometris, yang akan sangat berguna ketika memetakan komunitas mangrove yang berbeda. Oleh karena itu, tujuan kami adalah mengevaluasi citra GEP sebagai alat untuk mengklasifikasikan komunitas mangrove dan membandingkan akurasinya dengan citra *Rapid Eye* (RE) (Calva *et al.*, 2019).

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

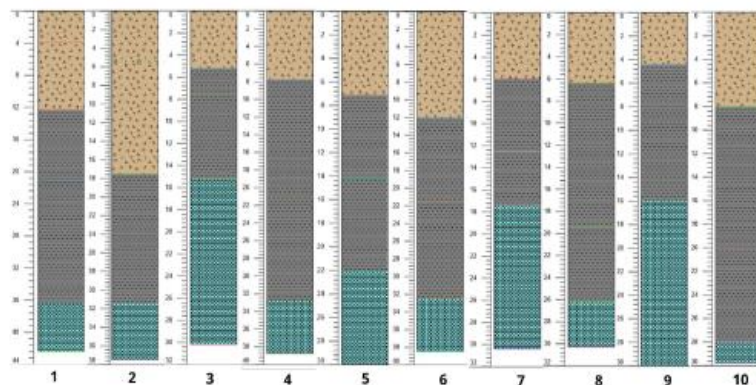
Salah satu metode geofisika (seismik aktif) beresolusi tinggi adalah MASW, yang memanfaatkan data gelombang permukaan (*surface waves: rayleigh wave*) untuk mengidentifikasi lapisan batuan atau struktur geologi di bawah permukaan. Daya dukung tanah (*qa*), yang merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban yang bekerja padanya, adalah salah satu parameter penting dalam bidang geoteknik pada tahapan awal perencanaan pembangunan. Menentukan jumlah beban yang bekerja pada tanah merupakan salah satu parameter penting dalam bidang geoteknik pada tahapan awal perencanaan pembangunan. Penelitian ini menggunakan metode *Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)* untuk menghitung kecepatan gelombang geser (*Vs*). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dalam domain waktu terhadap frekuensi. Kemudian, melalui *transformasi fourier*, data tersebut diubah ke dalam domain frekuensi terhadap kecepatan fase, yang menghasilkan kurva dispersi. Dampak yang dirasakan berbeda-beda tergantung pada jenis batuan yang ada di bawah permukaan. Penyelesaian proses inversi bergantung pada kemampuan untuk melakukan pengulangan atau iterasi, untuk menentukan nilai parameter yang mendekati data eksperimen.

Analisis Data

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai *Vs30* dan klasifikasi kelas situs tanah. *Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW)* satu dimensi digunakan pada kelas situs tanah sesuai dengan nilai *Vs30* berdasarkan SNI 1726–2019. Metode MASW menggunakan 24-96 sensor untuk menghasilkan gambar dispersi. Banyaknya penerima memungkinkan metode MASW untuk mengatasi keterbatasan metode SASW dan menghasilkan gambar dispersi dalam rentang frekuensi yang luas dari satu set konfigurasi yang digunakan selama pengujian (Abudeif, 2019)

Tabel 1. Klasifikasi jenis tanah berdasarkan SNI 1726:2019 (Nasional, 2019).

Klasifikasi Tanah	<i>Vs30</i> (m/s)
SE (Tanah Lunak)	<i>Vs30</i> 175
SD (Tanah Sedang)	175 <i>Vs30</i> ≤ 350
SC (Tanah Keras, Batuan Lunak)	350 <i>Vs30</i> ≤ 750
SB (Batuan)	750 <i>Vs30</i> ≤ 1500
SA (Batuan Keras)	<i>Vs30</i> 1500



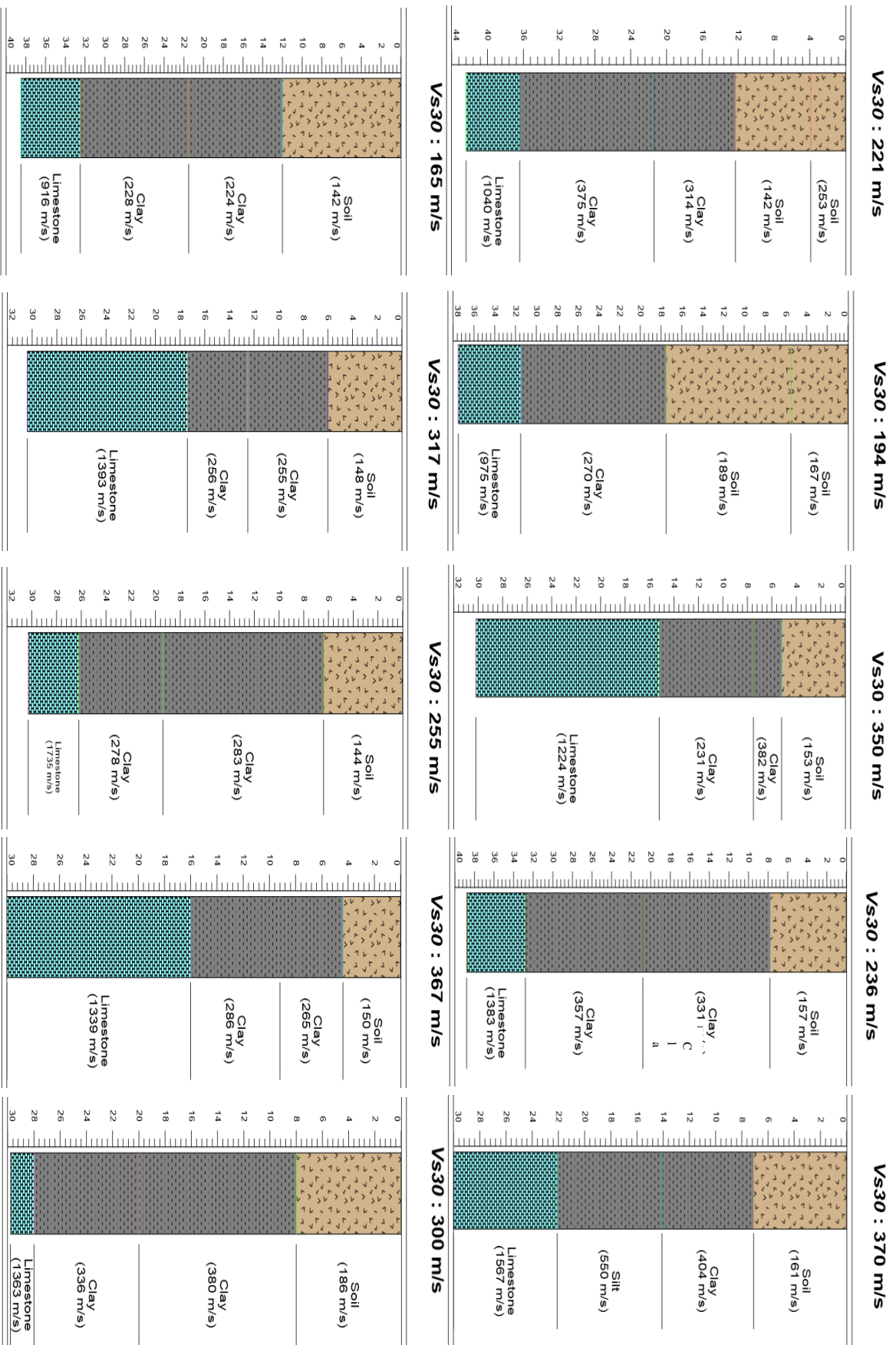
Gambar 2. Model stratigrafi 2D *shear wave velocity* disepanjang pantai daerah rawan abrasi Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara.

Berbagai parameter, seperti jarak antar geofon, jumlah geofon, offset dan energi sumber, frekuensi pengambilan sampel, penumpukan beberapa bidikan, dan penumpukan gambar dispersi, memengaruhi kualitas gambar dispersi yang dihasilkan dari metode MASW. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan gambar *dispersion* berkualitas tinggi dan resolusi tinggi. Beberapa peneliti telah menyatakan bahwa berbagai faktor, termasuk jumlah *geophone*, jarak *geophone*, *offset* sumber, dan sumber energi, berkontribusi pada hasil ini untuk meningkatkan kualitas gambar, seringkali digunakan superposisi gambar dispersi dari beberapa bidikan (Talib & Kumar, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kecepatan gelombang shear (V_s) di pantai Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, dihitung dengan menggunakan tiga model: model stratigrafi 1D, model 2D, dan peta perubahan garis pantai. Model-model ini digunakan hingga kedalaman 30 meter dari permukaan. Tabel 1 menyusun nilai V_s berdasarkan tingkat kekerasan dan jenis material yang membentuk batuan. Untuk membedakan nilai V_s dari satu sama lain, setiap kelompok diberi warna kontur yang berbeda. Menurut interpretasi ini, nilai V_s bawah permukaan di daerah rawan abrasi di sepanjang pantai Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, didominasi oleh empat jenis batuan, yaitu tanah dengan nilai $V_s < 255$ m/s, clay dengan nilai $V_s 255 < V_s < 405$ m/s, dan *limestone* dengan nilai $V_s 405 < V_s < 1735$ m/s. Model stratigrafi 2D nilai *shear wave velocity* di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara ditunjukkan pada Gambar 2.

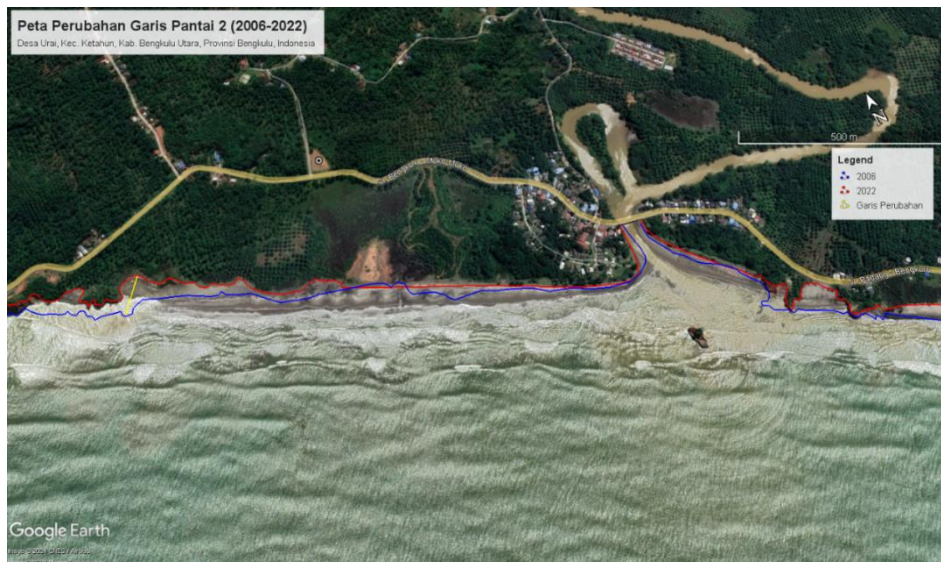
Pada titik 1 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 221 m/s dengan kedalaman 42 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 2 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 194 m/s dengan kedalaman 38 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 3 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 350 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah keras atau batuan lunak (SC). Pada titik 4 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 236 m/s dengan kedalaman 39 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 5 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 370 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah keras atau batuan lunak (SC). Pada titik 6 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 165 m/s dengan kedalaman 39 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah lunak (SE). Pada titik 7 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 317 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 8 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 255 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 9 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 367 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD). Pada titik 10 mendapatkan nilai V_{s30} sebesar 300 m/s dengan kedalaman 30 meter menunjukkan bahwa tanah termasuk pada klasifikasi jenis tanah sedang (SD).



Gambar 3. Model stratigrafi ID shear wave velocity disepanjang pantai daerah rawan abrasi Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara.



Gambar 4. Peta perubahan garis pantai (2006-2022) pada titik 4-10 di Desa Urai, Bengkulu Utara.



Gambar 5. Peta perubahan garis pantai (2006-2022) pada titik 3 di Desa Urai, Bengkulu Utara.



Gambar 6. Peta perubahan garis pantai (2006-2022) pada titik 1 dan 2 di Desa Urai, Bengkulu Utara.

Hasil analisis perubahan garis pantai di wilayah Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara dari tahun 2006 hingga 2022 menunjukkan bahwa abrasi terjadi cukup cepat selama 16 tahun. Pada titik 1 terjadi abrasi sepanjang ± 8 meter/tahun, pada titik 2 terjadi abrasi sepanjang ± 8 meter/tahun, pada titik 4 terjadi abrasi sepanjang $\pm 3,4$ meter/tahun. Abrasi yang terjadi di titik 6 sepanjang ± 4 meter/tahun, dan pada titik 8 terjadi abrasi sepanjang ± 3 meter/tahun. Pada beberapa titik yang tidak terlalu parah mengalami abrasi seperti pada titik 3 dan 7 menunjukkan rendahnya perubahan garis pantai dibandingkan dengan titik penelitian yang lain. Hal ini dikarenakan pada beberapa titik sudah dibuat dinding penahan abrasi pantai seperti pada titik 7 dan pada titik 3 merupakan lokasi bibir pantai sehingga hanya mengalami sedikit perubahan garis pantai akibat abrasi selama kurun waktu 16 tahun sehingga hanya terjadi abrasi sepanjang 0,1 meter/tahun pada titik 3 dan 0,5 meter/tahun pada titik 7.

Kesesuaian antara kedua pendekatan ditunjukkan oleh hasil data citra satelit didukung model penampang $Vs30$ ditemukan adanya indikasi bahwa batuan yang berstruktur lunak dan sangat rentan terhadap abrasi ditemukan pada titik yang mengalami abrasi yang sangat tinggi, seperti pada titik 1, 2, 4, 6, dan 8. Ada juga korelasi yang sama pada data *MASW* dengan nilai $Vs30$. Secara geologis, daerah Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, memiliki struktur batuan bawah permukaan yang cenderung tidak stabil sehingga menyebabkan terjadinya abrasi seperti yang terjadi di kawasan Kabupaten Probolinggo oleh (Haryani, 2015) pada beberapa daerah memiliki struktur batuan yang lunak sehingga tidak dapat mempertahankan stabilitas garis pantai. Dengan demikian, integrasi antara kedua metode ini memiliki hubungan dengan perubahan garis pantai yang disebabkan abrasi di sepanjang pantai Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, dengan dinamisasi kawasan pantai yang terus menerus, menjadi salah satu penyebab terjadinya abrasi dan perubahan garis pantai seperti yang terjadi di kawasan pesisir pantai barat Sumatera Barat pada penelitian (Aldian *et al.*, 2022).

Menurut (Refrizon *et al.*, 2019) pada penentuan nilai Vs di Kabupaten Bengkulu Utara secara menyeluruh didapati nilai Vs pada lapisan pertama sebesar <180 m/s, pada lapisan kedua sebesar $180 < Vs < 360$ m/s, dan pada lapisan ketiga sebesar $360 < Vs < 578$ m/s. Sedangkan, terdapat perbedaan nilai Vs pada penelitian yang dilakukan

di Desa Urai yaitu, pada lapisan pertama memiliki nilai Vs sebesar <255 m/s, pada lapisan kedua nilai Vs sebesar $255 < Vs < 405$ m/s, dan pada lapisan ketiga nilai Vs sebesar $405 < Vs < 1735$ m/s. Perbedaan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan titik pengambilan data, adanya perbedaan spasi antar titik pengambilan data, selain itu perbedaan pengambilan data 5 tahun terakhir menyebabkan adanya perubahan struktur bawah permukaan yang disebabkan dari berbagai faktor, seperti tekanan, getaran, dan lain-lain. Sehingga, (Refrizon *et al.*, 2023) melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang penyebab utama tingginya laju abrasi di Desa Urai adalah struktur batuan bawah permukaan yang lemah, karena kondisi batuan di sepanjang pantai hingga kedalaman 30 meter relatif lunak. Oleh sebab itu, pada penelitian ini lebih di khususkan untuk mengetahui nilai Vs dan perubahan garis pantai di Desa Urai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mitigasi bencana abrasi dengan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan oleh pemerintah provinsi hingga desa.

Permasalahan yang ada di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, yang disebabkan oleh abrasi sangat berpengaruh terhadap kondisi perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai yang signifikan berdampak besar pada lingkungan pantai dan sekitarnya, mulai dari kerusakan lingkungan hingga ancaman infrastruktur, kehidupan masyarakat pesisir, kerusakan ekosistem, dan kerugian ekonomi. Berdasarkan data perubahan garis pantai selama 16 tahun yang terdapat pada gambar 5,6,7 didapat hasil bahwa perubahan garis pantai yaitu dengan laju abrasi rata-rata sebesar 8 meter pertahun nya. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan yaitu meliputi restorasi alami, seperti penanaman vegetasi pantai, atau dengan membangun struktur perlindungan pantai seperti tanggul beton dan tembok penahan yang dapat menjadi suatu pembangunan berkelanjutan oleh pemerintah provinsi hingga desa di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan perubahan garis pantai rata-rata ± 8 meter/tahun. Pada hasil analisis data menggunakan *MASW* dan citra satelit menunjukkan pola yang sama dimana abrasi paling parah terjadi pada titik 1, 2, 4, 6, dan 8 yang berkisar $\pm 3,4-8$ meter/tahun. Pada hasil analisis data titik 3 dan 7 menunjukkan abrasi paling

rendah yang berkisar $\pm 0,1-0,5$ meter/tahun. Jenis struktur batuan yang ditemukan pada penelitian ini yaitu, *soil*, *clay*, dan *limestone* pada kedalaman ± 30 meter bawah permukaan, dimana lapisan *limestone* pada titik yang terkena abrasi paling parah memiliki struktur yang tidak dalam, sedangkan pada titik yang terkena abrasi paling rendah memiliki lapisan *limestone* yang cukup dalam sehingga dapat menahan getaran gelombang yang dinamis. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi data dalam kajian kebijakan mitigasi terjadinya abrasi di Desa Urai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda, M.K. 2019. Mitigasi Bencana Terhadap Abrasi Pantai Di Kuala Leuge Kecamatan Aceh Timur. *Jurnal Samudra Geografi*, 02(01): 1–4.
- Abudeif, A.M., Fat-Helbary, R.E., Mohammed, M. A., Alkhashab, H.M., & Masoud, M.M. 2019. Geotechnical engineering evaluation of soil utilizing 2D multichannel analysis of surface waves (MASW) technique in New Akhmim city, Sohag, Upper Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 157:p. 103512. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2019.05.020
- Akbar, A.A., Sartohadi, J., Djohan, T.S., & Ritohardoyo, S. 2017. Erosi Pantai, Ekosistem Hutan Bakau dan Adaptasi Masyarakat Terhadap Bencana Kerusakan Pantai Di negara Tropis (Coastal Erosion, Mangrove Ecosystems and Community Adaptation to Coastal Disasters in Tropical Countries). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1): 1-10. doi: 10.14710/jil.15.1.1-10
- Aldian, R., Zuryani, E., & Ulmi, A.Z.P. 2022. Perubahan Garis Pantai Sebagai Akibat Dari Abrasi Dan Akresi Di Kawasan Pesisir Pantai Barat Sumatera Barat. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 5(4): p.152. doi: 10.20961/shes.v5i4.69042
- Apriyanti, D. 2021. Dampak dan Upaya Penanggulangan Terjadinya Abrasi Menggunakan Citra Satelit Studi Kasus Di Wilayah Pesisir Tanjung Benoa Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 1(1): 39–47. doi: 10.31315/imagi.v1i1.4732
- Aryastana, P., Eryani, I.G.A.P., & Candrayana, K. W. 2016. Perubahan Garis Pantai Dengan Citra Satelit Di Kabupaten Gianyar. *Paduraksa*, 5(2): 70–81.
- Calva, L.G., Golubov, J., del Carmen Mandujano, M., Lara-Domínguez, A.L., & López-Portillo, J. 2019. Assessing Google Earth Pro Images for Detailed Conservation Diagnostics of Mangrove Communities. *Journal of Coastal Research*, 92(sp1): 33–43. doi: 10.2112/SI92-005.1
- Fajri, F., Rifardi, & Tanjung1, A. 2012. Studi Abrasi Pantai Padang Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal perikanan dan kelautan*, 17(2): 36–42.
- Fajrin F.M., Muskananfolo M.R., & H.B. 2016. Karakteristik Abrasi dan Pengaruhnya Terhadap Masyarakat di Pesisir Semarang Barat. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(2): 43–50.
- Farid, M., Sri Brotopuspito, K., Wahyudi, Sunarto, & Suryanto, W. 2014. Ground shear strain and rate of erosion in the coastal area of north Bengkulu, Indonesia. *Advanced Materials Research*, 896: 521–524.
- Giuseppe, P., & F., Lupia. 2016. Mapping spatial patterns of urban agriculture in Rome (Italy) using Google Earth and web-mapping services. *Land Use Policy*, 59(1): 49–58.
- Hakim, A.R., Sutikno, S., & Fauzi, M. 2014. Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Rangsang Dengan Menggunakan Data Satelit. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(2): 57–62.
- Haryani, N.S. 2015. Analisis lingkungan pantai berdasarkan perubahan garis pantai dari citra landsat multi temporal. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX*, 70: 583–590.
- Hidayah, Z., & Apriyanti, A. 2020. Deteksi Perubahan Garis Pantai Teluk Jakarta Bagian Timur Tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(2): 143–150. doi: 10.21107/jk.v13i2.7980
- Hidayat, J., Usman, Faisal, A., & Syafriwel. 2019. Perbandingan Metode Perbaikan Kualitas Citra Berbasis Histogram Equalization Pada Citra Satelit. *Journal of Electrical Technology*, 4(3): 111–115.
- Mariati, H., Muhammad, R., Dampak, F., Abrasi, B., Manggopoh, N., Gadang, P., Jurnal, U., & Geografi, I. 2019. *Terapan Jurnal Spasial*. 6: 81–86.
- Mayendri, F.H. 2022. Pengembangan Kawasan Pariwisata Pesisir dalam Menghadapi Abrasi (Studi Kasus Pantai Muaro Lasak, Kawasan Purus, Kota Padang). *Jurnal Arsitektur*

- Zonasi*, 5: 411–421.
- Munandar, M., & Kusumawati, I. 2017. Studi Analisis Faktor Penyebab Dan Penanganan Abrasi Pantai Di Wilayah Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 4(1): p.47. doi: 10.35308/jpt.v4i1.55
- Muzli, M., Mahesworo, R.P., Madijono, R., Siswoyo, S., Pramono, S., Dewi, K.R., Budiarta, B., Sativa, O., Sulisty, B., Swastikarani, R., Oktavia, N., Moehajirin, M., Efendi, N., Wijaya, T.A., Subadyo, B., Mujiyanto, M., Suwanto, S., & Pramono, S. 2016. Pengukuran Vs30 Menggunakan Metode Masw Untuk Wilayah Yogyakarta. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 17(1): 25–32. doi: 10.31172/jmg.v17i1.374
- Nasional, B.S. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726: 2019). Jakarta: BSN.
- Ramadhani, Y.P., Praktikto, I., & Suryono, C.A. 2021. Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 10(2): 299–305. doi: 10.14710/jmr.v10i2.30468
- Refrizon, Hadi, A.I., Sugianto, N., & Ansory, A.R.A. 2023. Indonesian Journal of Community Empowerment and Service Sosialisasi Mitigasi Bencana Abrasi Desa Urai Kabupaten Bengkulu Utara. 9958(2011).
- Refrizon, R., Sugianto, N., & Bernard, A. 2019. Penentuan Stratigrafi Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Di Daerah Rawan Abrasi Kabupaten Bengkulu Utara Menggunakan Metode Multichannel Analysis of Surface Wave (Masw). *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2): 15–20. doi: 10.36754/jmkg.v6i2.119
- Samdara, R., & Lubis, A.M. 2016. Shoreline Changes At Northern Coast Of Bengkulu Using PALSAR and Optic Data During 2007-2011. *Journal international Engineering and Sciences.*, 1(1): p.1.
- Talib, A., & Kumar, J. 2024. Assessing and Improving the Quality of Dispersion Images Using the MASW Technique for Ground Exploration. *International Journal of Geomechanics*, 24(1): p.04023249. doi: 10.1061/ijgnai.gmeng-8097
- Yunus, M. 2023. Analisis Citra Satelit Multi Temporal Untuk Mendeteksi Kotamadya Parepare (Analysis Of Multi Temporal Satellite Images To Detect Shoreline Changes In The Parepare Bay Area Parepare Municipality). *Jurnal Techno-Fish*, 7(1): 118-131.