

Investigasi Perubahan Tinggi dan Energi Gelombang Laut di Daerah Rawan Abrasi Pantai Padang Betuah Bengkulu Tengah Menggunakan *Tide Gauge*

Osipriani¹, Lizalidiawati^{2*}, Chandra Kurniawan³

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Bengkulu

*corresponding author: lizalidiawati@unib.ac.id

Abstract

Padang Betuah Beach is a tourist attraction in Central Bengkulu Regency that is abrasive. It is suspected that one of the causes is because it has a strong wave. The purpose of this study was to determine changes in the height and energy of sea waves at Padang Betuah Beach. The research location is divided into 3 points. The data obtained is in the form of density, wind, coastal slope, period, height and wave energy. One of the factors that generate waves is wind. The maximum wind speed at point 1 is 4.2 m/s² and the minimum is 0.4 m/s². The maximum wind speed at point 2 is 6.6 m/s² and the minimum is 0.4 m/s². The maximum wind speed at point 3 is 3.9 m/s² and the minimum is 0.4 m/s². Based on the measurement results, point 1 has a maximum wave height of 1.74 m and a minimum value of 0.03 m with a coastal slope of around 16°. While the maximum wave height at point 2 is 1.71 m and the minimum is 0.08 m with a coastal slope of around 11°. Then the maximum wave height at point 3 is 1.73 m and the minimum is 0.75 m with a beach slope of around 8°. The wave height and the slope of the beach are directly proportional to the wave energy. The higher the wave and the more tilted the beach, the greater the wave energy produced. The maximum wave energy value at point 1 is 3248.35 J/m² and the minimum is 1015.07 J/m². While at point 2 the maximum wave energy value is 2930.69 J/m². Then at point 3, the maximum wave energy value is 3572.20 J/m². Then the minimum value is 741.55 J/m². It can be concluded that wave energy at Padang Betuah Beach has the potential to cause abrasion.

Keywords: Wave Height, Wave Energy, Abrasion

Abstrak

Pantai Padang Betuah merupakan objek wisata di Kabupaten Bengkulu Tengah yang terabrasi. Diduga salah satu penyebabnya karena memiliki gelombang yang kuat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan tinggi dan energi gelombang laut di Pantai Padang Betuah. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 titik. Data yang diperoleh berupa data densitas, angin, kemiringan pantai, periode, tinggi dan energi gelombang. Salah satu faktor yang membangkitkan gelombang yaitu angin. Kecepatan angin maksimum di titik 1 bernilai 4,2 m/s² dan minimum bernilai 0,4 m/s². Kecepatan angin maksimum di titik 2 bernilai 6,6 m/s² dan minimum bernilai 0,4 m/s². Kecepatan angin maksimum di titik 3 bernilai 3,9 m/s² dan minimum bernilai 0,4 m/s². Berdasarkan hasil pengukuran, titik 1 memiliki tinggi gelombang maksimum bernilai 1,74 m dan minimum bernilai 0,03 m dengan kemiringan pantai berkisar 16°. Sedangkan tinggi gelombang maksimum di titik 2 bernilai 1,71 m dan minimum bernilai 0,08 m dengan kemiringan pantai berkisar 11°. Lalu tinggi gelombang maksimum di titik 3 bernilai 1,73 m dan minimum bernilai 0,75 m dengan kemiringan pantai berkisar 8°. Tinggi gelombang dan kemiringan pantai berbanding lurus dengan energi gelombang. Semakin tinggi gelombang dan semakin miring pantai maka energi gelombang yang dihasilkan semakin besar. Nilai energi gelombang maksimum di titik 1 bernilai 3248,35 J/m² dan minimum bernilai 1015,07 J/m². Sedangkan di titik 2 nilai energi gelombang maksimum bernilai 2930,69 J/m² dan minimum 781,34 J/m². Lalu di titik 3 nilai energi gelombang maksimum bernilai 3572,20 J/m². Lalu minimum bernilai 741,55 J/m². Dapat disimpulkan energi gelombang di Pantai Padang Betuah berpotensi menyebabkan abrasi.

Kata Kunci: Tinggi Gelombang, Energi Gelombang, Abrasi

Pendahuluan

Wilayah Indonesia berada di tengah-tengah antara Benua Asia dan Benua Australia. Panjang pantai di Indonesia bisa mencapai 95.181 km yang mampu menjadikannya sebagai pantai terpanjang kedua setelah Kanada (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Wilayah Bengkulu memiliki garis pantai sepanjang kurang lebih 586 km dimulai dari perbatasan Provinsi Sumatra Barat terbentang hingga ke perbatasan Provinsi Lampung (Sulistyo, 2012). Luas pantai yang dimiliki Provinsi Bengkulu mempunyai energi gelombang yang besar. Sehingga berpotensi menyebabkan abrasi khususnya pada wilayah pesisir yang sensitif dan rentan terhadap perubahan tinggi muka air laut dari Samudra Hindia (Samdara, 2014).

Salah satu pantai yang berada di Provinsi Bengkulu adalah Pantai Padang Betuah yang tepatnya terletak di Kabupaten Bengkulu Tengah (RPIJM Kab. Bengkulu Tengah, 2017-2021). Kabupaten Bengkulu Tengah melewati jalan lintas barat dengan panjang pantai yang dimiliki sekitar 15 km. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Suwarsono *et al.*, (2011) akibat dari terjangan ombak serta pengaruh dari angin musim yang membuat arah angin cenderung beragam dan pengaruh dari komponen hidro-oseanografi lainnya. Seperti adanya pasang surut yang dapat mengakibatkan arah ombak bergerak menyebar tidak tentu dan pada akhirnya menyebabkan areal pantai terkikis dan menyorong. Pengikisan pantai ini mulai terjadi di sepanjang pesisir pantai sehingga mengakibatkan perubahan garis pantai sebesar $\pm 1,5$ meter pertahunnya.

Berdasarkan hasil penelitian Widiastmi (2022) kondisi tanah wilayah Pantai Padang Betuah merupakan jenis tanah yang lunak dan rentan terhadap getaran yang kerapatan serta ketahanan tanahnya tidak mampu untuk menahan terjangan ombak.

Menurut penelitian Sharmila (2021) Pantai Padang Betuah memiliki karakteristik pantai yang miring dan dapat menghasilkan gelombang yang cukup besar serta mudah terabrasi.

Klasifikasi beberapa kemiringan lereng pantai terhadap bidang datar yang biasa dinyatakan dalam satuan derajat atau persen berdasarkan kriteria dari Zuidam (1989) :

1. Lereng datar = $0-3^\circ$
2. Lereng landai = $3-8^\circ$
3. Lereng miring = $8-14^\circ$
4. Lereng sangat miring = $14-21^\circ$
5. Lereng curam = $21-56^\circ$
6. Lereng sangat curam = $56-140^\circ$
7. Lereng terjal $\geq 140^\circ$

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 hingga Mei 2023. Pengambilan data penelitian dilakukan di Pantai Padang Betuah Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Tide Gauge* yang diletakan pada 3 titik dengan jarak 150 meter. Penelitian ini menggunakan data primer. Pengambilan data tinggi gelombang dilakukan selama 12 jam.

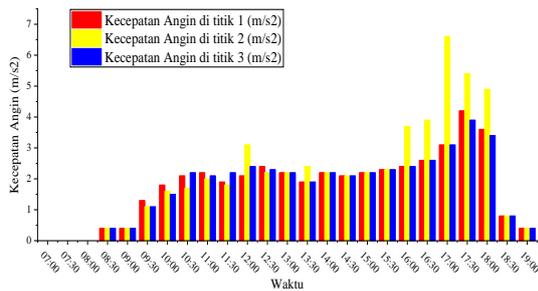
Data yang diperoleh berupa data kecepatan angin, kemiringan pantai, tinggi gelombang dan periode gelombang lalu parameter yang dibutuhkan dalam menghitung energi gelombang laut yaitu densitas air laut, percepatan gravitasi bumi dan tinggi gelombang.

Analisis data pada penelitian ini yaitu menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif. Metode kuantitatif yaitu melakukan pengukuran agar mendapatkan data yang meliputi data ketinggian gelombang laut, periode gelombang laut, dan kecepatan angin serta melakukan perhitungan gelombang signifikan dan energi gelombang. Sedangkan untuk metode deskriptif yaitu dengan menjabarkan data dari hasil pengolahan dalam bentuk grafik. Data tinggi

gelombang, data energi gelombang, data periode gelombang, data kemiringan pantai dan data kecepatan angin dalam interval waktu yang diperoleh dari pengolahan menggunakan *Microsoft Excel* dijabarkan dalam bentuk grafik.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan analisa data kecepatan angin dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan ditunjukkan oleh Grafik 1.1



Grafik 1.1 Kecepatan angin per waktu di tiga titik

Terlihat pada Grafik 1.1 bahwa kecepatan angin akan meningkat ketika sore hari. Pada titik 1 terlihat bahwa kecepatan angin minimum terjadi pada pukul 07.00-09.00 Wib yang bernilai 0-0,4 m/s² sedangkan kecepatan angin maksimum terjadi pada pukul 17.30 Wib yang bernilai 4,2 m/s². Lalu pada titik 2 kecepatan angin minimum yang bernilai 0-0,4 m/s² juga terjadi pada pukul 07.00-09.00 Wib. Sedangkan untuk nilai maksimumnya terjadi pada pukul 17.00 Wib yang bernilai 6,6 m/s². Selanjutnya pada titik 3 nilai kecepatan angin minimum terjadi pada pukul 07.00-09.00 Wib bernilai 0-0,4 m/s² dan kecepatan angin maksimumnya terjadi pada pukul 17.30 Wib yang bernilai 3,9 m/s².

Selanjutnya untuk hasil pengukuran periode gelombang laut pada titik 1 dapat dilihat pada Tabel 1.1 yang menjelaskan bahwa periode gelombang tertinggi terjadi pada pengamatan ke-20 yaitu waktu tempuh gelombang 22 s dengan 9 gelombang yang terbentuk. Periode gelombang terendah terdapat di pengamatan ke-19 yaitu waktu

tempuh gelombang 18 s dan 12 gelombang yang terbentuk.

Tabel 1.1 Periode Gelombang Laut di titik 1

Pengamatan	Waktu tempuh (s)	Jumlah gelombang	Periode (s)
1	15	8	1.9
2	16	10	1.6
3	17	10	1.7
4	24	11	2.2
5	13	7	1.8
6	12	5	2.4
7	14	6	2.3
8	17	8	2.2
9	15	8	1.9
10	18	9	2.0
11	14	8	1.8
12	17	10	1.7
13	15	9	1.7
14	16	10	1.6
15	18	11	1.7
16	15	9	1.7
17	17	11	1.6
18	15	9	1.7
19	18	12	1.5
20	22	9	2.4

Periode gelombang pada titik 2 dapat dilihat pada Tabel 1.2 bahwa periode gelombang tertinggi terjadi pada pengamatan ke-18 yaitu waktu tempuh gelombang 15 s dengan 7 gelombang yang terbentuk. Periode gelombang laut terendah terdapat pada pengamatan ke-7 yaitu waktu tempuh

Pengamatan	Waktu tempuh (s)	Jumlah gelombang	Periode (s)
1	18	13	1.4
2	11	7	1.6
3	12	7	1.7
4	11	8	1.3
5	12	9	1.4
6	13	10	1.3
7	12	11	1.1
8	16	12	1.3
9	11	8	1.4
10	11	8	1.3
11	14	12	1.2
12	16	14	1.2
13	12	8	1.5
14	14	10	1.4
15	12	9	1.3
16	12	9	1.3
17	15	11	1.4
18	15	7	2.1
19	14	8	1.8
20	17	9	1.9

gelombang 12 s dan 11 gelombang yang terbentuk.

Tabel 1.2 Periode Gelombang Laut di titik 2

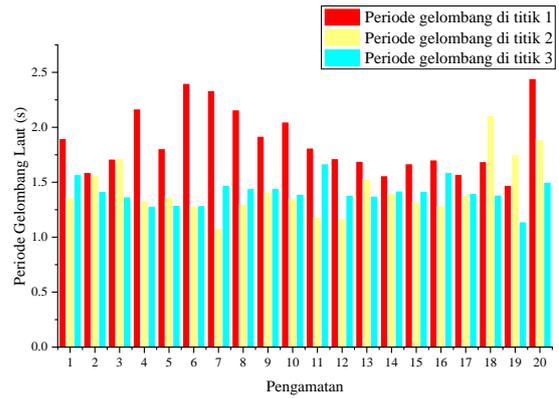
Periode gelombang laut pada titik 3 dapat di lihat pada Tabel 1.3 bahwa

Pengamatan	Waktu tempuh (s)	Jumlah gelombang	Periode
1	11	7	1.6
2	11	8	1.4
3	18	13	1.4
4	19	15	1.3
5	14	11	1.3
6	13	10	1.3
7	15	10	1.5
8	14	10	1.4
9	12	8	1.4
10	18	13	1.4
11	12	7	1.7
12	12	9	1.4
13	15	11	1.4
14	17	12	1.4
15	13	9	1.4
16	14	9	1.6
17	11	8	1.4
18	15	11	1.4
19	19	17	1.1
20	12	8	1.5

gelombang tertinggi terjadi pada pengamatan ke-11 yaitu waktu tempuh gelombang 12 s dengan 7 gelombang yang terbentuk. Periode gelombang terendah terdapat di pengamatan ke-19 yaitu waktu tempuh gelombang 19 s dan 17 gelombang yang terbentuk.

Tabel 1.3 Periode Gelombang Laut di titik 3

Hasil pengukuran periode gelombang laut dengan 20 kali pengamatan di tiga titik diperoleh hasil yang ditunjukkan oleh Grafik 1.2



Grafik 1.2 Periode Gelombang Laut di tiga titik

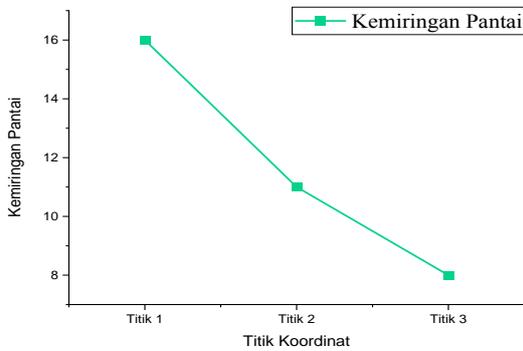
Pengukuran densitas air laut pada titik 1 dilakukan pada tanggal 31 Maret 2023, pada titik 2 dilakukan pada tanggal 1 April 2023 dan pada titik 3 dilakukan pada 2 April 2023 dengan 10 kali pengulangan. Terlihat pada Tabel 1.4 hasil densitas yang didapatkan berkisar 1022-1024 Kg/m³ dengan densitas tertinggi yaitu bernilai 1024 Kg/m³ yang terdapat pada titik 1 dan densitas terendah yaitu bernilai 1022 Kg/m³ di titik 3.

Tabel 1.4 Densitas air laut di tiga titik

Titik 1	Titik 2	Titik 3
1023 kg/m ³	1021 kg/m ³	1021 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1021 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1021 kg/m ³
1022 kg/m ³	1022 kg/m ³	1022 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1022 kg/m ³
1024 kg/m ³	1022 kg/m ³	1021 kg/m ³
1023 kg/m ³	1023 kg/m ³	1021 kg/m ³
1023 kg/m ³	1023 kg/m ³	1022 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1022 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1022 kg/m ³
1023 kg/m ³	1022 kg/m ³	1021 kg/m ³

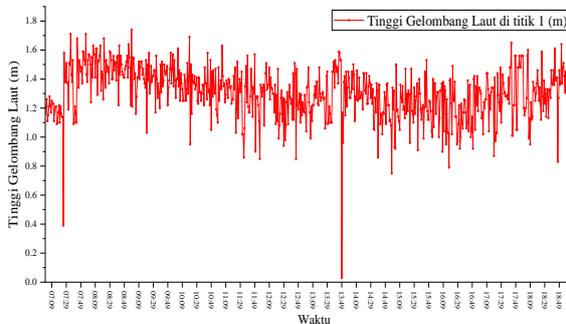
Hasil pengukuran kemiringan pantai pada tiga titik penelitian di Pantai Padang Betuah yang terlihat pada Grafik 1.3 menunjukkan bahwa kemiringan pantai pada titik 1 bernilai sebesar 14° sedangkan pada titik 2 bernilai 11° lalu pada titik 3 bernilai

8°. Semakin besar kemiringan pantai yang terbentuk maka semakin besar pula energi gelombang laut yang dihasilkan atau kemiringan pantai berbanding lurus dengan energi gelombang laut.



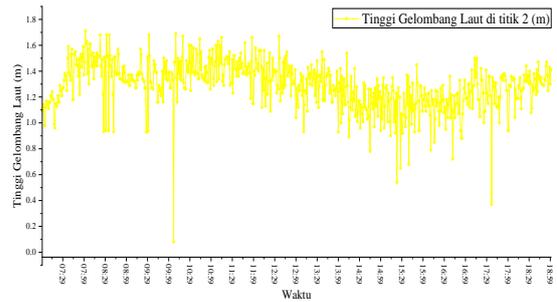
Grafik 1.3 Kemiringan pantai di tiga titik

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi gelombang laut pada titik 1 terlihat pada grafik 1.4 menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum mencapai 1,74 m yang terjadi pada pukul 08.59 Wib sedangkan tinggi gelombang minimum bernilai 0,03 m terjadi pada pukul 13.49 Wib.



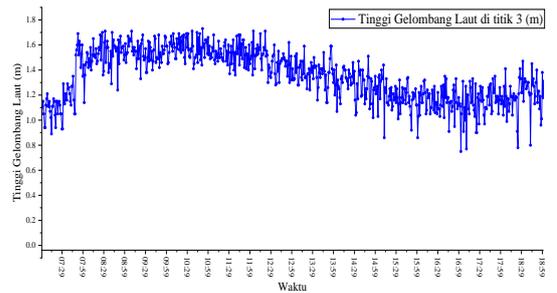
Grafik 1.4 Tinggi gelombang di titik 1

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi gelombang laut pada titik 2 terlihat pada grafik 1.4 menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum mencapai 1,71 m yang terjadi pada pukul 10.51 Wib sedangkan tinggi gelombang minimum bernilai 0,08 m terjadi pada pukul 10.06 Wib.



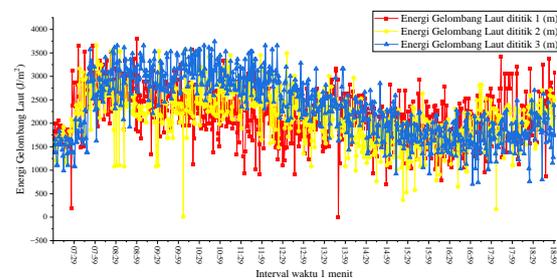
Grafik 1.5 Tinggi Gelombang di titik 2

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi gelombang laut pada titik 3 terlihat pada grafik 1.5 menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum mencapai 1,73 yang terjadi pada pukul 10.51 Wib sedangkan tinggi gelombang minimum 0,75 m terjadi pada pukul 17.02 Wib.



Grafik 1.6 Tinggi Gelombang di titik 3

Tinggi gelombang berbanding lurus dengan energi gelombang. Semakin tinggi gelombang maka akan semakin besar energi gelombang yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengolahan data dan perhitungan didapatkan hasil seperti terlihat pada Grafik 1.7



Grafik 1.7 Energi Gelombang Laut di tiga titik

Nilai energi gelombang maksimum di titik 1 bernilai 3248,35 J/m² dan minimum

bernilai 1015,07 J/m². Sedangkan di titik 2 nilai energi gelombang maksimum bernilai 2930,69 J/m² dan minimum 781,34 J/m². Lalu di titik 3 nilai energi gelombang maksimum bernilai 3572,20 J/m². Lalu minimum bernilai 741,55 J/m². Berdasarkan hasil penelitian, Pantai Padang Betuah merupakan wilayah yang rentan terhadap abrasi dan salah satu penyebabnya yaitu karena memiliki energi gelombang yang besar.

Daftar Pustaka

- Kodoatie, R. J., dan R. Sjarief. (2010) *Tata Ruang Air*. Andi : Yogyakarta. Hal : 111.
- Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM) Kabupaten Bengkulu Tengah. 2017-2021. Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bengkulu Tengah.
- Samdara, R. (2014) 'Laju Perubahan Muka Air Laut di Wilayah Perairan Pantai Bengkulu dengan Menggunakan Satelit Altimetry', *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 11(2) : 197-203.
- Sharmila. (2021) *Identifikasi Longshore Current di Perairan Pantai Padang Betuah*. Skripsi. Fisika : Universitas Bengkulu.
- Sulistyo, B. (2012). 'Kajian Pengukuran Panjang Garis Pantai Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus di Provinsi Bengkulu)', *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian*, Universitas Bengkulu : Bengkulu.
- Suwarsono., Supiyati., dan Suwardi. (2011) 'Zonasi Karakteristik Kecepatan Abrasi dan Rancangan Teknik Penanganan Jalan Lintas Barat Bengkulu Bagian Utara Sebagai Jalur Transportasi Vital', *Jurnal Makara Teknologi*, Vol. 15 (1) : 31-38.
- Widiasmi, E. (2022) *Studi Kecepatan Perubahan Garis Pantai Daerah Rentan Gempa Bumi Menggunakan Data Citra Satelit, Mikrotremor dan Masw Kawasan Rawan Abrasi Pantai Padang Betuah Kabupaten Bengkulu Tengah*. Skripsi. Fisika : Universitas Bengkulu.
- Zuidam, R. A. V. (1989) 'Aerial Photo Interpretation In Terrain Analysis And Geomorphology Mapping', *Smits Publishers*.

Ucapan Terima Kasih

Artikel ini merupakan bagian dari Tugas Akhir Program Studi S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Lizalidiawati, S.Si., M.Si dan Chandra Kurniawan, S.Pd., M.Si atas diskusi, saran dan masukan yang telah diberikan.