

IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK GELOMBANG BERDASARKAN KECEPATAN ANGIN DI TELUK KOLONO

IDENTIFICATION OF WAVE CHARACTERISTICS BASED ON WIND SPEED IN KOLONO BAY

Gurusu¹, La Ode Alirman Afu^{1*}, Amadhan Takwir², dan Arwan Arif Rahman¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo

²Program Studi Oseanografi, FMIPA, Universitas Halu Oleo

E-mail: alirman_otsudari@uho.ac.id

Diterima: 29 Juni 2024 ; Disetujui: 27 Agustus 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik gelombang di Teluk Kolono, Konawe Selatan, berdasarkan tinggi, periode, dan transformasi gelombang per musim yang dipengaruhi oleh kecepatan angin. Penelitian dilakukan pada Oktober–Desember 2017 menggunakan data primer dan sekunder. Data primer mencakup pengukuran batimetri dengan echosounder dan penentuan lokasi fetch menggunakan GPS, sedangkan data sekunder meliputi kecepatan angin dari BMKG Maritim Kendari serta data pasang surut dari Pelabuhan Amolengo. Analisis dilakukan menggunakan metode prediksi gelombang Wilson. Hasil menunjukkan bahwa pada musim barat, gelombang tertinggi berasal dari barat daya dengan tinggi 0,32–0,51 meter dan periode 1,93–2,60 detik. Pada musim peralihan I, timur, dan peralihan II, gelombang tertinggi berasal dari tenggara dengan tinggi 0,27–0,52 meter dan periode 1,77–2,73 detik. Transformasi gelombang dari laut dalam ke pantai menunjukkan proses refraksi dan shoaling. Tinggi gelombang pecah berkisar 0,20–0,40 meter pada musim barat dan 0,05–0,42 meter pada musim lainnya. Hasil ini mengonfirmasi hubungan erat antara dinamika angin musiman dan karakteristik gelombang di Teluk Kolono, yang dapat menjadi dasar untuk pengelolaan pesisir dan analisis transportasi sedimen.

Kata Kunci: Kecepatan Angin, Tinggi Gelombang, Transformasi Gelombang, Dinamika Musiman, Teluk Kolono

ABSTRACT

This study aims to identify wave characteristics in Teluk Kolono, South Konawe, based on wave height, period, and transformation per season influenced by wind speed. The research was conducted from October to December 2017 using primary and secondary data. Primary data included bathymetric measurements using an echosounder and fetch location determination using GPS, while secondary data comprised wind speed records from BMKG Maritim Kendari and tidal data from Amolengo Port. Wave analysis was performed using Wilson's wave prediction method. The results showed that during the west monsoon, the highest waves originated from the southwest, with heights ranging from 0.32 to 0.51 meters and periods of 1.93 to 2.60 seconds. During the first transition, east, and second transition seasons, the highest waves originated from the southeast, with heights of 0.27 to 0.52 meters and periods of 1.77 to 2.73 seconds. Wave transformation from deep water to the shore indicated refraction and shoaling processes. The breaking wave height ranged from 0.20 to 0.40 meters during the west monsoon and 0.05 to 0.42 meters during other seasons. These findings confirm a strong relationship between seasonal wind dynamics and wave characteristics in Teluk Kolono, which can serve as a basis for coastal management and sediment transport analysis.

. Keywords: Wind Speed, Wave Height, Wave Transformation, Seasonal Dynamics, Kolono Bay

PENDAHULUAN

Teluk Kolono, yang terletak di Konawe Selatan, merupakan perairan yang dipengaruhi oleh interaksi oseanografi dari Selat Wawonii, Selat Buton, dan Selat Tiworo. Interaksi ini memengaruhi dinamika perairan seperti arus, pasang surut, dan gelombang laut. Secara alami, kawasan ini mengalami pencampuran air permukaan dengan air dasar akibat pengaruh fluktuasi muka air laut, salah satunya

dipicu oleh gelombang yang dihasilkan oleh angin.

Gelombang laut memainkan peranan penting dalam dinamika pesisir, terutama terkait perubahan morfologi pantai, sedimentasi, dan stabilitas ekosistem perairan. Gelombang yang terbentuk akibat angin musiman memengaruhi tinggi, periode, dan transformasi gelombang, yang berdampak pada proses sedimentasi di wilayah pesisir.

Penelitian menunjukkan bahwa energi gelombang menyebabkan perubahan bentuk garis pantai dan pola sedimentasi (Permatasari, 2024; rahmawan & Wisha, 2020).

Kecepatan dan arah angin merupakan faktor utama dalam pembentukan gelombang. Karakteristik gelombang, seperti tinggi signifikan dan periode, dipengaruhi oleh kecepatan angin, arah angin, dan kondisi topografi dasar laut. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa data kecepatan angin dapat dimanfaatkan untuk memprediksi tinggi dan periode gelombang menggunakan pendekatan seperti metode Sverdrup, Munk, dan Bretschneider (Afriady et al., 2019). Informasi ini sangat penting, khususnya dalam konteks perencanaan pengelolaan pesisir, keselamatan pelayaran, dan pengembangan potensi ekonomi kelautan (Azhari, 2023; Mudho, 2023).

Meskipun demikian, ketersediaan data gelombang di Teluk Kolono masih sangat terbatas, sehingga sulit untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai karakteristik gelombang di wilayah ini. Pengukuran lapangan jangka panjang jarang dilakukan, sehingga diperlukan pendekatan prediktif yang menghubungkan kecepatan angin dengan karakteristik gelombang, termasuk tinggi, periode, dan transformasi gelombang yang terjadi secara musiman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik gelombang berupa tinggi, periode, dan transformasi gelombang per musim berdasarkan kecepatan angin di Teluk Kolono. Analisis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang dinamika gelombang di wilayah tersebut, serta menjadi dasar pengambilan kebijakan terkait pengelolaan wilayah pesisir, perlindungan lingkungan pantai, dan pengembangan potensi ekonomi kelautan di Konawe Selatan.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di perairan Teluk Kolono, Konawe Selatan,

Sulawesi Tenggara pada bulan Oktober-Desember 2017.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah perangkat survey lapangan meliputi *GPS Map Sounder*, Tiang berskala, Perahu, Layangan Arus, Alat Tulis, Kamera dan *Stopwatch*. Bahan yang digunakan ialah data angin tahun 2012-2016 dan peta batimetri. Perangkat analisis data *Map Sounder 6.14.1*, *Surfer11*, *ArcGis 10.2* dan *WRPLOT View 7.0.0*.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan menggunakan data-data primer dan sekunder. Data sekunder yang berupa data angin yang didapat dari stasiun BMKG Maritim Kendari dan data pasang surut dari perekaman di Pelabuhan Amolengo. Sedangkan data primer berupa data batimetri didapat dari pengukuran langsung dilapangan menggunakan *GPS Mapsounder* di Teluk Kolono dan penentuan lokasi fetch di lokasi penelitian. Pada penelitian ini prosedur kerja terdiri dari 2 tahap yaitu pengumpulan data dan pengolahan/analisis data.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data secara langsung di lapangan (data primer) yaitu berupa penentuan stasiun fetch dan pengukuran batimetri.

a. Penentuan titik pengukuran fetch

Penelitian ini diawali dengan penentuan titik stasiun fetch. Titik stasiun fetch diambil sebanyak lima titik stasiun, hal ini dilakukan untuk mewakili arah angin yang bertiup pada lokasi penelitian.

b. Pengukuran Batimetri

Kedalaman perairan diukur dengan menggunakan *GPS MapSounder*, posisi ditentukan dengan *GPS*. Pengukuran kedalaman menggunakan *GPS Mapsounder* yang terdiri dari transduser dan antena yang telah dipasang pada perahu. Dalam *GPS MapSounder* sudah dilengkapi dengan kartu memori yang dapat menyimpan data hasil pemeruman, sedangkan pengumpulan data

instansi (data sekunder) yaitu berupa data angin dan data pasang surut.

a. Data Angin

Data angin diperoleh dari stasiun BMKG Maritim Kendari. Data yang digunakan data perekaman angin dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2012-2016)

b. Data Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari pengamatan pelabuhan Amolengo Kecamatan Kolono dalam kurun waktu 30 hari. Data yang diambil adalah data komponen pasut yang sudah dianalisis melalui metode admiralty.

2. Analisis Data

a. Data Batimetri

Menurut Ukkas (2009) persamaan untuk pengolahan data batimetri hasil perekaman *Echosounder* yaitu :

$$\Delta d = d_t - (h_t - MSL)$$

b. Peramalan Gelombang

1). Pengolahan Data Angin

Arah dan kecepatan angin diperoleh dari stasiun BMKG Maritim Kendari. Data yang digunakan merupakan data harian mulai dalam kurun waktu 2012 – 2016 yang diambil dari Kantor BMKG Maritim stasiun Kendari.

2). Perhitungan *Wind Stress Factor*

Wind stress factor merupakan data kecepatan angin yang dimodifikasi. Sebelum merubah kecepatan angin menjadi *wind stress factor*, koreksi dan konversi terhadap data kecepatan angin perlu dilakukan. Berikut ini merupakan koreksi dan konversi yang perlu dilakukan pada data kecepatan angin untuk mendapatkan nilai *wind stress factor*.

a) Koreksi ketinggian

Wind stress factor dihitung dari kecepatan angin yang diukur dari ketinggian 10 m di atas permukaan. Bila data angin diukur tidak dalam ketinggian ini, koreksi perlu dilakukan dengan persamaan berikut ini (persamaan ini dapat dipakai untuk $z < 20\text{m}$):

$$U_{(10)} = U_{(z)} \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

b) Koreksi Stabilitas

Koreksi stabilitas ini berkaitan dengan

perbedaan temperatur udara tempat bertiupnya angin dan air tempat terbentuknya gelombang. Persamaan koreksi stabilitas ini adalah sebagai berikut:

$$U = R_T U_{10}$$

c) Koreksi Efek Lokasi

Koreksi ini diperlukan bila data angin yang diperoleh berasal dari stasiun darat, bukan diukur langsung di atas permukaan laut, ataupun di tepi pantai.

d) Konversi ke *Wind Stress Factor*

Setelah koreksi dan konversi kecepatan di atas dilakukan, tahap selanjutnya adalah mengkonversi kecepatan angin tersebut menjadi *wind stress factor*, dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$U A = 0.71 U^{1.23}$$

3). Perhitungan Fetch Efektif

Panjang fetch efektif dihitung berdasarkan prosedur sebagai berikut:

- Menarik garis fetch untuk suatu arah.
- Menarik garis fetch dengan penyimpangan sebesar 6^0 dan -6^0 dari suatu arah sampai pada suatu batas areal yang lain. Pengambilan nilai 6^0 ini dilakukan mengingat adanya kenyataan bahwa angin bertiup dalam arah yang bervariasi atau sembarang, maka panjang fetch diukur dari titik pengamatan dengan interval 6^0 .
- Mengukur panjang fetch tersebut sampai menyentuh daratan terdekat, lalu dikalikan dengan skala peta.
- Panjang fetch efektif dihitung untuk 8 (delapan) arah mata angin dan ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum L f_i . \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

4. Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang

Tinggi dan periode gelombang dihitung berdasarkan data kecepatan angin dengan mengacu pada perumusan metode Wilson (Ukkas, 2009). Dimana :

$$\frac{g H_s}{U^2} = 0,3 \left[1 - \left[1 + 0,004 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{-2} \right]$$

$$\frac{g T_s}{U_\pi} = 8,61 \left[1 - \left[1 + 0,008 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-5} \right]$$

c. Transformasi Gelombang

Setelah tinggi dan periode gelombang laut dalam diketahui, selanjutnya di hitung transformasi gelombang laut dalam menuju pantai hingga tinggi gelombang pecah dengan persamaan.

Tinggi gelombang pada kedalaman yang ditinjau H_o' (m)

$$H_o' = Kr.Ks.Ho$$

$$Ks = \sqrt{\frac{n^0 L_0}{n L}}$$

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan koefisien refraksi dan koefisien *Shoaling*:

- 1) Tentukan sudut datang gelombang (α)
- 2) Tentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan.
- 3) Kedalaman diambil mulai dari -10 m sampai - 2 m
- 4) Tentukan tinggi dan periode gelombang rencana (yang paling maksimum dari arah tinjauan)
- 5) Hitung panjang gelombang laut dalam dengan rumus :

$$L_o = 1.56 \times T^2$$

- 6) Hitung nilai α
- 7) Cepat rambat gelombang :

$$C_o = L_o/T$$

$$C = L/T$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \times \sin \alpha$$

- 8) Tentukan nilai koefisien Refraksi (Kr)

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

- 9) Perhitungan Koefisien *Shoaling* (Koefisien pendangkalan) :

$$Ks = \sqrt{\frac{n^0 L_0}{n L}}$$

- 10) Setelah perhitungan koefisien refraksi dan *shoaling*, akan didapat nilai tinggi gelombang yang baru:

$$H = H_o \cdot Kr \cdot Ks$$

- 11) Tinggi gelombang pecah H_b (m) dianalisis dengan persamaan :

$$H_b = (H_b/H_o) \times H'o$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Perairan Teluk Kolono merupakan salah satu perairan yang berada di Wilayah Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. Masyarakat yang berada di Kecamatan kolono terdiri dari 30 Desa dan 1 kelurahan, yang hampir semua desanya berada pada wilayah pesisir kecuali Desa Ulusena Jaya dan Desa Lamotau. Masyarakat yang menghuni diperairan Teluk Kolono telah lama memanfaatkan Teluk Kolono sebagai tempat mencari ikan untuk kebutuhan hidup mereka, alat tangkap yang mereka gunakan dalam melakukan penangkapan antara lain pancing rawai, bubu, sero, panja, bangang, pancing tenggiri sedangkan untuk kegiatan budidaya yakni budidaya rumput laut dan budidaya tambak bandeng.

Secara administratif sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Laonti, sebelah timur berbatasan dengan Pulau Buton, sebelah selatan berbatasan pulau Tobe, dan sebelah barat berbatasan dengan daratan Konawe Selatan. Sedangkan berdasarkan lokasi geografis daerah dapat dibedakan menjadi dua karakteristik pantai, yakni pantai yang menghadap arah utara dan pantai yang menghadap arah selatan.

Pasang Surut

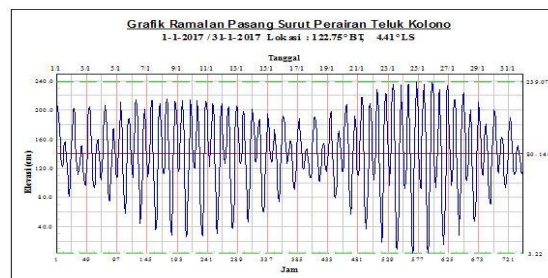
Hasil analisis pasang surut (Gambar 1) menunjukkan perairan Kolono memiliki nilai MSL 140 cm dan diperoleh bilangan Formzahl (F) atau sebesar 0,5. Berdasarkan kriteria courtier range atau jarak nilai bilangan Formzahl, nilai tersebut (berkisar antara 0.26 – 1.50) termasuk dalam tipe pasang surut

campuran condong keharian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal). Berdasarkan hal ini, Teluk Kolono terjadi proses pasang surut dalam sehari terjadi dua kali pasang dan surut dengan bentuk pasang pertama berbeda dengan pasang kedua. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Arif (2017) menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Teluk Kolono adalah campuran condong keharian ganda.

Tipe pasang surut ini merupakan karakteristik yang umum ditemukan di Indonesia bagian timur, seperti yang juga diungkapkan oleh Triatmodjo (1999). Tipe pasang surut campuran condong keharian ganda ini dapat diartikan sebagai adanya dua siklus pasang surut dalam satu hari, dengan variasi tinggi dan waktu yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh faktor astronomis dan lokal.

Fenomena ini penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi berbagai aspek, termasuk ekosistem pesisir, kegiatan perikanan, dan pengelolaan sumber daya air. Penelitian di perairan lain di Indonesia menunjukkan bahwa karakteristik pasang surut dapat berkontribusi pada perubahan morfologi pantai dan pola arus, yang pada gilirannya mempengaruhi distribusi sedimen dan habitat biota laut. Misalnya, di Muara Sungai Bodri, arus sejajar pantai yang dihasilkan oleh pasang surut berkontribusi pada proses transportasi sedimen yang signifikan (Andayani et al., 2020).

Pemodelan hidrodinamika yang dilakukan di berbagai lokasi, termasuk di Banda Aceh, menunjukkan bahwa pemahaman tentang pola pasang surut dan arus sangat penting untuk pengembangan kawasan pesisir dan perencanaan infrastruktur. Dengan demikian, penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik pasang surut di Teluk Kolono dan daerah sekitarnya sangat diperlukan untuk mendukung pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan dan mitigasi dampak perubahan iklim (Ondara, 2023).



Gambar 1. Grafik Peramalan Pasut Perairan Kolono

Batimetri

Hasil pengukuran kedalaman di lapangan yang dikoreksi dengan data pasang surut dengan standar koreksi pada *Mean Sea Level* (MSL) sebagai dasar dalam pembuatan peta kontur kedalaman yang bisa dilihat pada Gambar 2 menunjukkan beberapa variasi kedalaman perairan Teluk Kolono. Dari hasil analisis diperoleh data kedalaman teluk berkisar 0 – 25 m dengan kategori perairan landai, sedangkan daerah luar Teluk jauh lebih dalam sampai > 95 m. Hal ini disebabkan bentuk topografi darat pada lokasi penelitian (Kec. Kolono) cenderung landai daratannya, untuk daerah bagian hulu hingga tengah Teluk. Sedangkan untuk topografi daratan untuk muara Teluk tinggi yaitu ditandai dengan adanya bukit-bukit, sehingga mempengaruhi topografi laut curam.

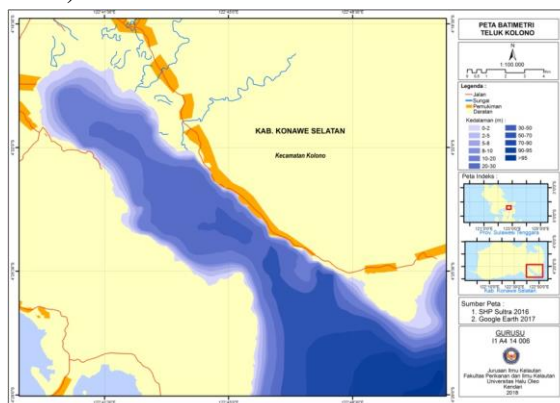
Pada pantai yang menghadap arah Selatan lebih dalam dibandingkan dengan pantai yang menghadap Utara dan kelandaian berbeda tiap kedalaman. Hal ini disebabkan pada pantai yang menghadap Utara memiliki tipe substrat lumpur, sedangkan pada pantai yang menghadap Selatan merupakan daerah yang memiliki tipe substrat berpasir dan berbatu. Pada tipe pantai berlumpur mempunyai kelandaian sangat kecil dibandingkan dengan tipe pantai berpasir dan berbatu. Pantai lumpur mempunyai kemiringan sangat kecil sampai mencapai 1:5000 sedangkan kemiringan pantai berpasir lebih besar yang berkisar antara 1:20 dan 1:50.

Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh kondisi gelombang, arus, dan batimetri pantai, seperti yang diungkapkan oleh Triatmodjo (1999). Ketiga faktor ini berinteraksi secara kompleks, mempengaruhi

morfologi pantai dan proses sedimentasi yang terjadi di daerah pesisir. Gelombang laut, sebagai salah satu agen utama, berperan dalam mengubah bentuk dan struktur pantai melalui proses erosi dan akresi (Darmawan et al., 2019).

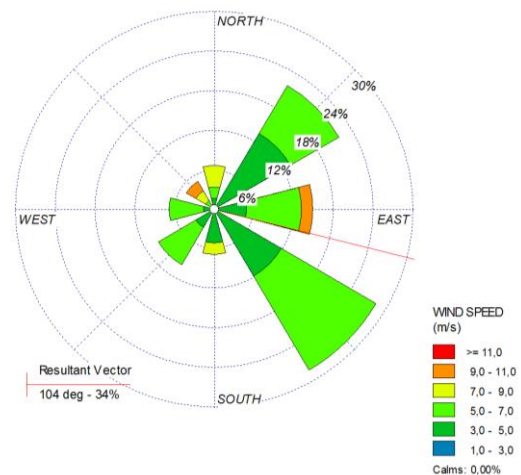
Gelombang yang mendekati pantai akan mengalami perubahan, termasuk pendangkalan dan refraksi, yang menyebabkan variasi dalam tinggi dan panjang gelombang. Proses ini dapat menghasilkan pola sedimentasi yang berbeda, tergantung pada kecepatan dan arah arus yang ada (Andayani et al., 2020). Penelitian di Pantai Jolosutro menunjukkan bahwa visualisasi 3D profil pantai dapat membantu dalam memahami bagaimana gelombang, arus, dan pasang surut mempengaruhi morfologi pantai, serta memberikan gambaran yang jelas tentang perubahan yang terjadi akibat interaksi ini (Darmawan et al., 2019).

Selain itu, penelitian di perairan Muara Sungai Bodri menunjukkan bahwa perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh arus sejajar pantai dan gelombang, yang berkontribusi pada proses transportasi sedimen (Andayani et al., 2020). Hal ini juga sejalan dengan temuan di Pantai Parangtritis, di mana perubahan garis pantai dianalisis menggunakan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS), menunjukkan hubungan yang erat antara gelombang, pasang surut, dan morfologi pantai (Setyoningrum, 2023).



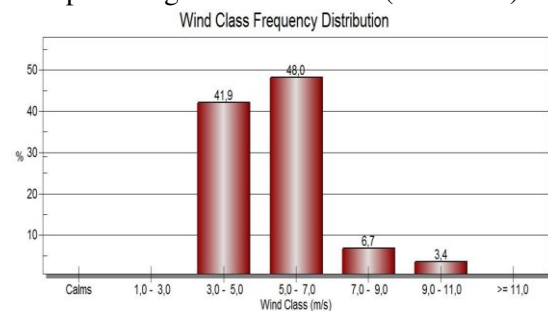
Gambar 2. Peta Batimetri Teluk Kolono
Karakter Angin

Angin merupakan salah satu faktor utama dan yang paling penting dalam proses pembangkitan gelombang di laut. Berdasarkan hasil olahan data angin bulanan rata-rata selama tahun 2012-2016 dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis data angin bulanan kecepatan maksimal di Konawe Selatan menunjukkan bahwa arah angin dominan dari Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut dan Selatan. Kecepatan angin terkecil 3.0 m/s dan terbesar ≥ 11.0 m/s dengan arah resultan yaitu 104° sebesar 34 %.



Gambar 3. Mawar Angin 2012-2016

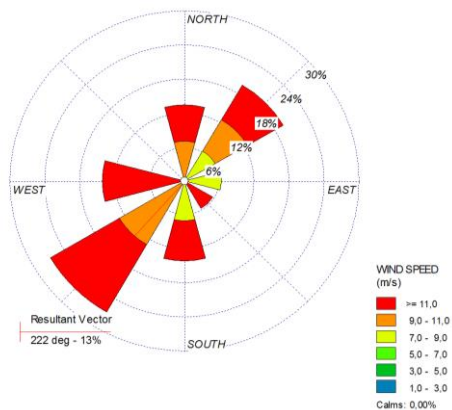
Presentase kecepatan angin di Teluk Kolono untuk angin pada perekaman tahun 2012-2016. Angin tertinggi sebesar 48.0 % pada interval kecepatan angin 5.0 – 7.0 m/s dan 41.9 % pada interval kecepatan angin 3.0 – 5.0 m/s sedangkan presentase yang paling kecil yaitu 6.7 % pada interval 7.0 – 9.0 m/s dan 41.9 % pada interval kecepatan angin 9.0 – 11.0 m/s (Gambar 4).



Gambar 4. Kecepatan Angin dari Angin

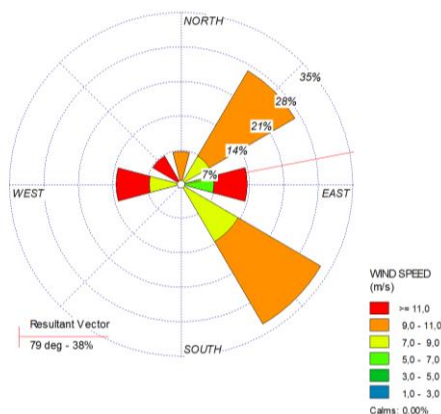
Bulanan Maksimal tahun 2012- 2016
Berdasarkan analisis data angin stasiun BMKG Maritim Kendari selama 5 tahun,

dalam satu tahun terdapat pergantian dua musim, yaitu musim timur dan barat diselingi dengan musim pancaroba atau musim peralihan. Musim barat terjadi sekitar bulan Desember sampai Februari. Arah datang angin bervariasi dari tujuh arah mata angin yaitu Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya dan Barat. Dari ketujuh arah ini, arah dari Barat Daya yang mendominasi lokasi penelitian (Gambar 5) dengan frekuensi distribusi sebesar 26.65 %. Sedangkan presentase kecepatan angin berkisar antara $9 - \geq 11.0$ m/s. Selanjutnya kejadian terkecil berasal dari arah Timur Laut, Selatan, Barat, Timur dan Tenggara.



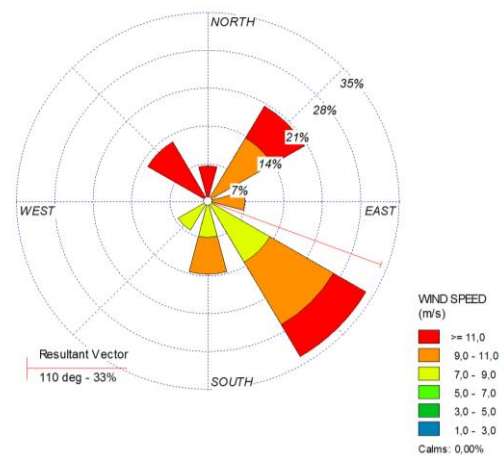
Gambar 5. Mawar Angin Musim Barat

Musim peralihan dari musim barat ke musim timur (Peralihan I) terjadi sekitar bulan Maret sampai Mei dengan arah angin bervariasi sesuai putaran jarum jam adalah dari arah Utara sampai Barat Daya, namun kejadian angin terbanyak masih didominasi dari arah Tenggara (Gambar 6). Selanjutnya kisaran presentase kecepatan angin masih berkisar pada kecepatan $7.0 - \geq 11.0$ m/s.



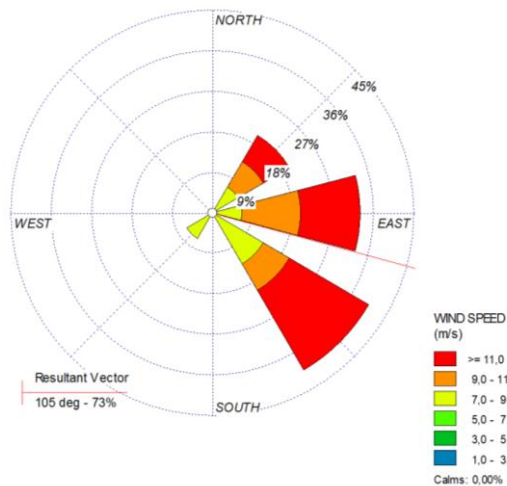
Gambar 6. Mawar Angin Peralihan I

Musim timur terjadi pada bulan Juni sampai Agustus. Pada musim ini arah datang angin sangat berbeda dengan musim barat. Dimana pada musim timur terdapat arah datang angin dominan arah Tenggara dengan presentase distribusi sebesar 33.41 % dari total kejadian angin, walaupun masih ada variasi terhadap arah lainnya (Gambar 7). Pada musim timur arah datang angin sama dengan musim barat yaitu tujuh arah termasuk Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya dan Barat Laut, sedangkan arah Barat tidak terdistribusi sama sekali.



Gambar 7. Mawar Angin Musim Timur

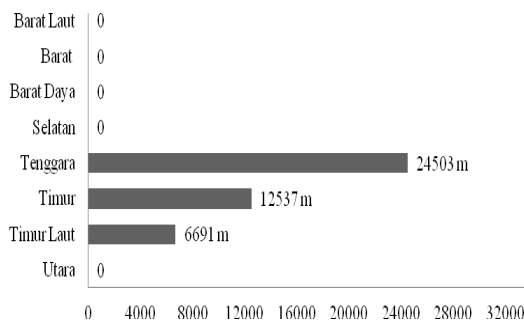
Musim Peralihan II adalah perubahan dari musim Timur ke musim Barat, terjadi pada bulan September sampai November. Pada musim ini arah datang angin didominasi oleh arah Tenggara dengan presentase distribusi 40.35 % dan arah Timur sebesar 32.96 % dari total kejadian angin 100 %, walaupun masih ada variasi terhadap arah lainnya (Gambar 8). Selain arah datang angin Timur dan Tenggara masih ada arah datang angin dengan arah datang angin Timur Laut dengan presentase distribusi 19.96 % dan arah datang angin Barat Daya dengan presentase distribusi 6.73 % yang menempati urutan terkecil dari keempat arah angin pada musim Peralihan II. Persentase kecepatan angin berada pada kisaran $7 - \geq 11.0$ m/s dengan kisaran terbanyak pada kecepatan ≥ 11.0 m/s.



Gambar 8. Mawar Angin Musim Peralihan II
Panjang Fetch

1. Stasiun I

Panjang *fetch* efektif dari stasiun I yang dapat membangkitkan gelombang disajikan pada (Gambar 9). *Fetch* terpanjang terdapat pada arah Timur Laut, Timur dan Tenggara. Hal ini disebabkan karena pada stasiun I lokasi penelitian pada arah Timur Laut, Timur dan Tenggara lebih terbuka (laut bebas). Diperoleh panjang *fetch* efektif untuk angin dari arah Timur Laut adalah 6.691 m, Timur adalah 12.537 m dan Tenggara adalah 24.503 m.

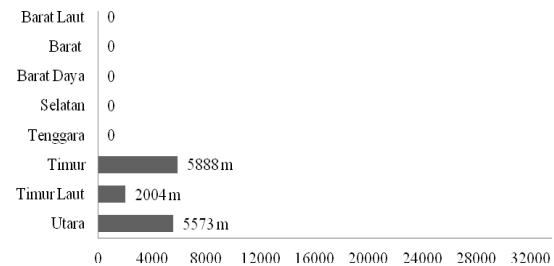


Gambar 9. Diagram Panjang Fetch

2. Stasiun II

Panjang *fetch* efektif dari stasiun II yang dapat membangkitkan gelombang disajikan pada (Gambar 10). *Fetch* terpanjang terdapat pada arah Timur Laut, Timur dan Utara. Hal ini disebabkan karena pada stasiun II lokasi penelitian pada arah Timur Laut, Timur dan Utara belum mengenai daratan arah sudut gesek anginnya. Namun pada stasiun II jarak *fetch* lebih pendek dari stasiun I, karena stasiun II berada dalam sisi kanan Teluk tepatnya

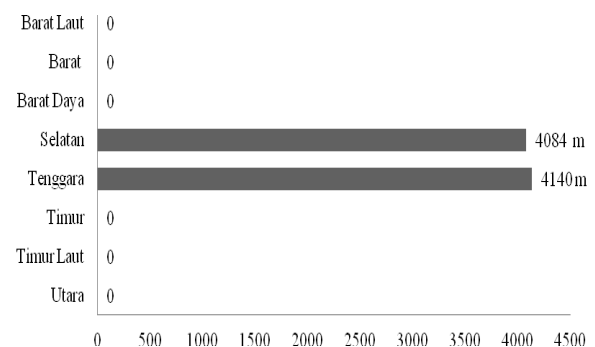
menghadap arah Utara. Diperoleh panjang *fetch* efektif untuk angin dari arah Utara adalah 5.573 m, Timur Laut adalah 2.004 m dan Timur adalah 5.888 m.



Gambar 10. Diagram Panjang Fetch

3. Stasiun III

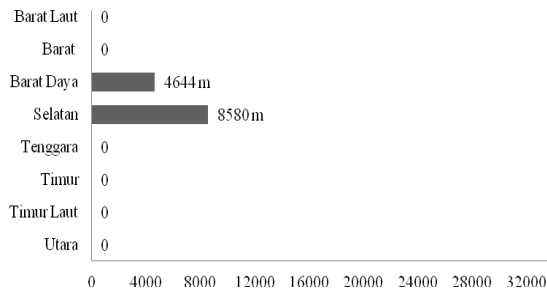
Panjang *fetch* efektif dari stasiun III yang dapat membangkitkan gelombang disajikan pada (Gambar 11). *Fetch* pada stasiun III terdapat pada arah Tenggara dan Selatan. Pada stasiun III arah *fetch* lebih sedikit dari stasiun I dan Stasiun II, karena pada stasiun III berada pada hulu Teluk yang sempit area *fetch*nya. Sehingga diperoleh panjang *fetch* efektif untuk angin dari arah Tenggara adalah 4.140 m dan Selatan adalah 4.084 m.



Gambar 11. Diagram Panjang Fetch

4. Stasiun IV

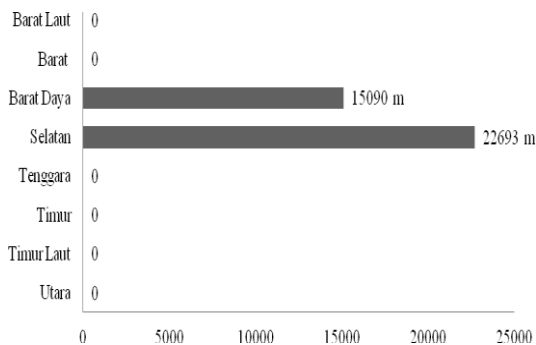
Panjang *fetch* efektif dari stasiun IV yang dapat membangkitkan gelombang disajikan pada (Gambar 12). *Fetch* pada stasiun IV terdapat pada arah Selatan dan Barat Daya. Pada stasiun IV arah *fetch*nya berlawanan arah dengan Stasiun II, karena Stasiun II berada pada sisi kanan Teluk sedangkan Stasiun IV berada pada sisi kiri Teluk. Sehingga diperoleh panjang *fetch* efektif untuk angin dari arah Selatan adalah 8.580 m dan Barat Daya adalah 4.644 m.



Gambar 12. Diagram Panjang Fetch

5. Stasiun V

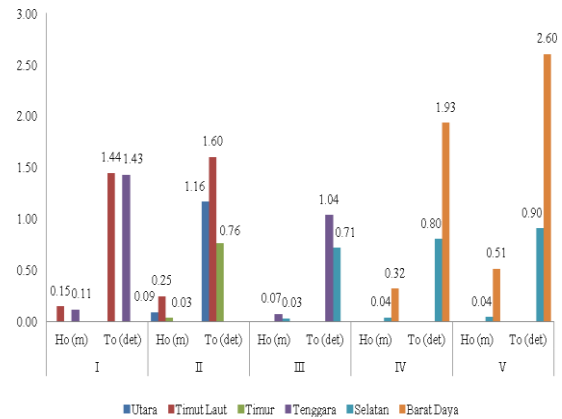
Panjang *fetch* efektif dari stasiun V yang dapat membangkitkan gelombang disajikan pada (Gambar 13). *Fetch* pada stasiun V terdapat pada arah Selatan dan Barat Daya. Untuk arah angin *fetch* stasiun V sama dengan stasiun IV, namun pada stasiun V *fetch*nya lebih panjang dari stasiun IV karena pada stasiun V perairannya lebih terbuka daripada stasiun IV. Sehingga diperoleh panjang *fetch* efektif untuk angin dari arah Selatan adalah 22.693 m dan Barat Daya adalah 15.090 m.



Gambar 13. Diagram Panjang Fetch

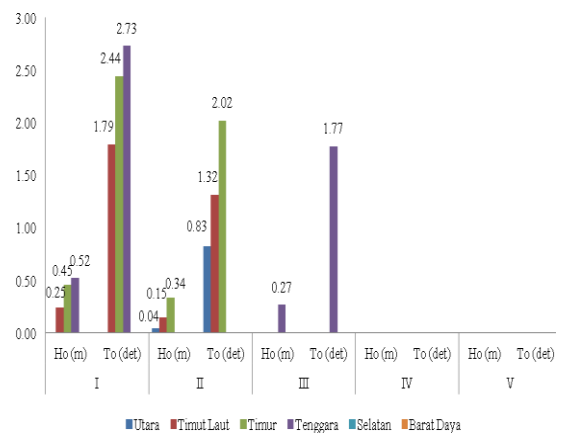
D. Tinggi dan Periode Gelombang Laut Dalam

Tinggi gelombang di Teluk Kolono mempunyai variasi dari musim ke musim. Musim Barat, gelombang tertinggi dari arah Barat Daya daripada arah angin lainnya (Gambar 14). Hal ini dipengaruhi beberapa faktor seperti kecepatan angin, durasi, dan arah angin. Pada musim Barat angin didominasi dari arah Barat Daya, dengan *fetch* yang lebih besar sehingga menyebabkan gelombang tinggi.



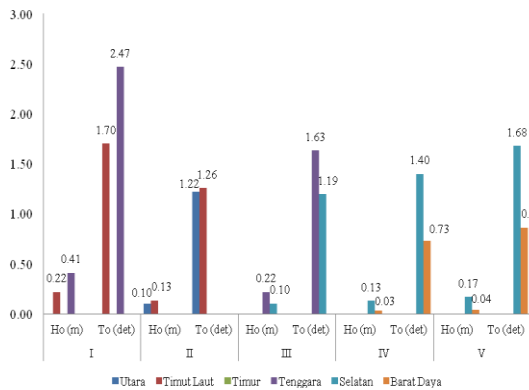
Gambar 14. Tinggi dan Periode Gelombang Teluk Kolono Musim Barat
(Sumber : BMKG Kendari)

Selanjutnya pada musim Peralihan I, gelombang tertinggi dari arah Tenggara. Selain arah Tenggara, gelombang tertinggi juga pada arah Timur dan Timur Laut (Gambar 15).



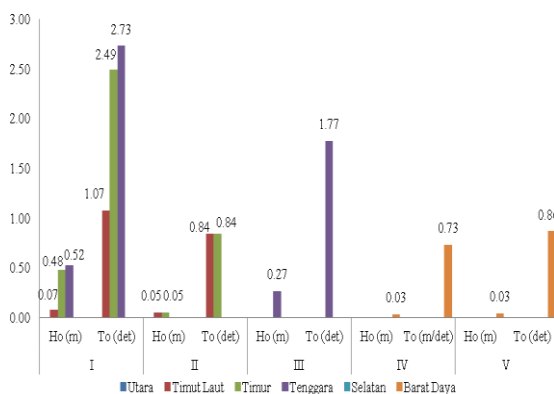
Gambar 15. Tinggi dan Periode Gelombang Teluk Kolono Musim Peralihan I
(Sumber : BMKG Kendari)

Musim Timur, tinggi gelombang sudah menurun dibandingkan musim Barat dan musim Peralihan I (Gambar 16). Hal ini disebabkan kondisi kecepatan angin diatas perairan Teluk Kolono rendah sehingga tinggi gelombang musim Timur lebih rendah dibandingkan dengan musim Barat dan musim Peralihan I (Gambar 7). Gelombang tertinggi pada musim Timur didominasi arah Tenggara dan Selatan.



Gambar 16. Tinggi dan Periode Gelombang Teluk Kolono Musim Timur (Sumber : BMKG Kendari)

Seperti halnya gelombang musim Peralihan I, pada musim Peralihan II (Gambar 17) gelombang maksimum berasal dari arah Tenggara, dengan ketinggian dan periode hampir sama dengan musim Peralihan I.



Gambar 17. Tinggi dan Periode Gelombang Teluk Kolono Musim Peralihan II (Sumber : BMKG Kendari)

Durasi angin sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya gelombang yang dihasilkan di Teluk Kolono, semakin lama durasi tiupan angin maka akan semakin tinggi gelombang yang terbentuk. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi gelombang di perairan, termasuk kecepatan angin, durasi, dan arah angin, sangat relevan dalam konteks Teluk Kolono. Arah angin yang dominan di Teluk Kolono adalah Tenggara, yang sesuai dengan bentuk topografi teluk yang mengarah ke arah tersebut. Arif (2017) juga menegaskan bahwa arah angin di Teluk Kolono didominasi oleh

arah Tenggara dan Selatan. Keberadaan Pulau Buton dan Pulau Muna di sekitar lokasi penelitian berperan penting dalam mempengaruhi panjang fetch yang terbentuk. Fetch adalah jarak yang dilalui angin di atas permukaan air sebelum gelombang terbentuk, dan ketika angin terhambat oleh daratan, panjang fetch menjadi lebih pendek, yang mengakibatkan gelombang yang terbentuk tidak setinggi di perairan terbuka.

Triatmodjo (1999) menyoroti bahwa panjang fetch adalah salah satu faktor kunci yang mendukung tinggi gelombang. (Pramita et al., 2020) menambahkan bahwa perbedaan panjang fetch di setiap lokasi dapat mempengaruhi tinggi gelombang yang dihasilkan; perairan yang sempit cenderung memiliki panjang fetch yang lebih pendek dibandingkan dengan perairan yang lebih terbuka. Hal ini menjelaskan mengapa perairan seperti Teluk Kolono, yang bersifat semi-tertutup, umumnya memiliki gelombang yang lebih rendah. Arif (2017) mencatat bahwa tinggi gelombang di Teluk Kolono mencapai lebih dari 1 meter, yang menunjukkan bahwa meskipun ada gelombang, pengaruh dari panjang fetch dan topografi lokal tetap signifikan dalam menentukan karakteristik gelombang di daerah tersebut.

E. Transformasi Gelombang

Transformasi gelombang dari laut dalam hingga gelombang pecah dihitung berdasarkan tinggi gelombang laut signifikan dalam (H_s) pada setiap stasiun penelitian berdasarkan perbedaan musim. Dimana gelombang pada musim Barat didasarkan gelombang signifikan yang terjadi pada bulan Desember sampai Februari, kemudian gelombang pada musim Peralihan I dihitung berdasarkan gelombang signifikan bulan Maret sampai Mei, selanjutnya gelombang musim Timur berdasarkan gelombang signifikan bulan Juni sampai Agustus, terakhir gelombang pada Peralihan II dihitung berdasarkan gelombang signifikan pada bulan September sampai November. Koefisien Refraksi (K_r) dihitung berdasarkan perubahan kedalaman (d) 10 m,

8 m, 5 m, dan 2 m. Tinggi gelombang pecah dicirikan (H_b) dihitung berdasarkan tinggi gelombang pada kedalaman 2 m.

Tinggi gelombang laut dalam yang menjalar kepantai hingga pecah memperlihatkan terjadi penurunan dan tetap berdasarkan arah pembangkitan gelombang baik dari Utara sampai Barat Daya pada musim Barat disajikan pada (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil perhitungan transformasi gelombang musim Barat, berdasarkan tinggi gelombang maksimal Bulan Desember – Februari Tahun 2012-2016

Arah	Stasiun	H_o (m)	H_o' (m)				H_b (m)
			10 m	8 m	5 m	2 m	
Utara (0)	STII	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02
Timur Laut (45)	STI	0.15	0.10	0.06	0.04	0.04	0.05
	STII	0.25	0.18	0.15	0.12	0.11	0.11
Timur (90)	STII	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Tenggara (135)	STI	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.05
	STIII	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Selatan (180)	STIII	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	STIV	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Barat Daya (225)	STV	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
	STIV	0.32	0.27	0.23	0.23	0.23	0.20
	STV	0.51	0.49	0.48	0.47	0.49	0.40

Sumber : Hasil Analisis Data Sekunder (BMKG Kendari)

Hasil analisis transformasi gelombang yang memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu arah Barat Daya. Musim Barat gelombang pecah tertinggi arah Barat Daya bagian perairan disebelah utara Teluk yang meliputi perairan desa Batu Putih, desa Amolengo, dan desa Lambangi dengan arah gelombang Barat Daya, sedangkan untuk pantai bagian Selatan Teluk cenderung tenang. Musim peralihan I, gelombang pecah tertinggi dari arah Tenggara dan terjadi pada perairan sebelah selatan Teluk meliputi perairan desa Matandahi, desa Bangun Jaya dan sekitarnya. Selain gelombang pecah tinggi arah Tenggara, gelombang pecah tertinggi pada arah Timur dan Timur Laut juga terjadi pada perairan Teluk bagian Selatan yang meliputi perairan desa Pupi dan sekitarnya (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil perhitungan transformasi gelombang musim Peralihan I, berdasarkan tinggi gelombang maksimal bulan Maret – Mei Tahun 2012-2016

Arah	Stasiun	H_o (m)	H_o' (m)				H_b (m)
			10 m	8 m	5 m	2 m	
Utara (0)	STII	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
Timur Laut (45)	STI	0.25	0.20	0.16	0.16	0.16	0.15
	STII	0.15	0.07	0.04	0.03	0.03	0.04
Timur (90)	STI	0.45	0.39	0.39	0.39	0.42	0.10
	STII	0.34	0.25	0.22	0.22	0.23	0.21
Tenggara (135)	STI	0.52	0.50	0.48	0.48	0.51	0.41
	STIII	0.27	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14

Sumber : Hasil Analisis Data Sekunder (BMKG Kendari)

Gelombang pecah tertinggi pada musim Timur dari arah Tenggara dan Selatan. Hasil analisis transformasi gelombang yang memiliki nilai yang lebih besar yaitu arah Tenggara jika dibandingkan dengan arah angin lainnya, sedangkan transformasi gelombang memiliki nilai yang paling rendah dari keseluruhan arah angin pada musim Timur yaitu arah Barat Daya. Gelombang pecah arah Tenggara mendominasi bagian pantai selatan Teluk, sedangkan gelombang arah Selatan mendominasi bagian utara teluk (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil perhitungan transformasi gelombang musim Musim Timur, berdasarkan tinggi gelombang maksimal bulan Juni – Agustus Tahun 2012-2016

Arah	Stasiun	H_o (m)	H_o' (m)				H_b (m)
			10 m	8 m	5 m	2 m	
Utara (0)	STII	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Timur Laut (45)	STI	0.22	0.17	0.13	0.11	0.09	0.10
	STII	0.13	0.04	0.13	0.00	0.00	0.01
Tenggara (135)	STI	0.41	0.18	0.11	0.09	0.07	0.07
	STIII	0.22	0.22	0.13	0.06	0.05	0.05
Selatan (180)	STIII	0.10	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02
	STIV	0.13	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
Barat Daya (225)	STV	0.17	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02
	STIV	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	STV	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01

Sumber : Hasil Analisis Data Sekunder (BMKG Kendari)

Selanjutnya musim Peralihan II, gelombang tertinggi arah Tenggara dan diikuti arah Timur yang terjadi pada bagian selatan hingga hulu teluk. Sedangkan pada perairan bagian utara teluk tidak terlalu tinggi gelombang yang datang dari arah Barat Daya dapat dilihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil perhitungan transformasi gelombang musim Musim Peralihan II, berdasarkan tinggi gelombang maksimal bulan September – November Tahun 2012-2016

Arah	Stasiun	Ho (m)	Ho' (m)				Hb (m)
			10 m	8 m	5 m	2 m	
Timur Laut (45)	STI	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
	STII	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Timur (90)	STI	0.48	0.45	0.44	0.43	0.45	0.37
	STII	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
Tenggara (135)	STI	0.52	0.50	0.49	0.48	0.51	0.42
	STIII	0.27	0.21	0.17	0.15	0.14	0.14
Barat Daya (225)	STIV	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	STV	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01

Sumber : Hasil Analisis Data Sekunder (BMKG Kendari)

Hasil analisis transformasi gelombang yang memiliki nilai yang lebih besar yaitu arah Tenggara jika dibandingkan dengan arah angin lainnya, sedangkan transformasi gelombang memiliki nilai yang paling rendah dari keseluruhan arah angin pada musim Peralihan II yaitu Timur Laut.

Tinggi gelombang pecah (H_b) pada semua musim, tinggi gelombang pecah sedikit lebih kecil dibandingkan tinggi gelombang laut pada kedalaman 2 m. Hal tersebut menggambarkan gelombang pecah setelah melewati profil kedalaman 2 m. Hal ini terjadi karena kemiringan dasar pantai pada lokasi penelitian sangat landai, sehingga nilai tinggi gelombang pecah lebih kecil jika dibandingkan dengan tinggi gelombang laut lepas (H). Berdasarkan penelitian Arif (2017), Teluk Kolono memiliki kontur kedalaman yang landai, yang berpengaruh signifikan terhadap karakteristik gelombang di daerah tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Puspita (2011) yang menyatakan bahwa pantai yang landai cenderung memiliki gelombang pecah (H_b) yang lebih kecil dibandingkan dengan laut dalam. Dalam konteks ini, tinggi gelombang laut di Teluk Kolono cenderung rendah, dengan rata-rata gelombang pecah terjadi setelah melewati kedalaman 2 meter.

Perbedaan tinggi gelombang antara pantai utara dan selatan di Teluk Kolono juga dapat dijelaskan oleh fenomena divergensi gelombang akibat refraksi. Gelombang yang datang dari laut dalam akan mengalami perubahan saat memasuki perairan yang lebih dangkal, dan ini menyebabkan gelombang

pecah yang lebih tinggi di pantai utara dibandingkan dengan pantai selatan. Di pantai selatan, batimetri yang hampir datar memanjang jauh ke arah laut mengakibatkan gelombang yang lebih rendah. Menurut Horikawa (1988), tinggi gelombang pecah sangat dipengaruhi oleh kemiringan dasar pantai dan panjang gelombang, yang semakin memperkuat argumen bahwa kontur kedalaman yang landai di Teluk Kolono berkontribusi pada rendahnya tinggi gelombang.

Faktor panjang fetch juga berperan dalam menentukan tinggi gelombang. Fetch yang lebih pendek, seperti yang terjadi di Teluk Kolono akibat adanya pulau-pulau di sekitarnya, mengakibatkan gelombang yang terbentuk menjadi lebih rendah. (Pramita et al., 2020) menekankan bahwa perbedaan panjang fetch di setiap lokasi mempengaruhi tinggi gelombang yang dihasilkan; perairan yang sempit cenderung memiliki fetch yang lebih pendek dibandingkan dengan perairan yang lebih terbuka.

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian ini mengidentifikasi karakteristik gelombang di Teluk Kolono berdasarkan tinggi, periode, dan transformasinya pada setiap musim. Hasil menunjukkan bahwa tinggi dan periode gelombang bervariasi sesuai musim, dengan gelombang tertinggi terjadi pada musim barat. Transformasi gelombang meliputi penurunan tinggi dari laut dalam, peningkatan mendekati pantai, dan perubahan arah sebelum pecah. Temuan ini menegaskan bahwa dinamika gelombang di Teluk Kolono sangat dipengaruhi oleh perubahan musim dan kecepatan angin

B. Saran

Untuk meningkatkan akurasi, diperlukan data kecepatan dan arah angin yang diukur langsung di laut atau di atas kapal. Penelitian ini terbatas pada analisis gelombang pecah; oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh

gelombang pecah terhadap arus susur pantai. Analisis lebih lanjut ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola transportasi sedimen di Teluk Kolono.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriady, A., Alam, T. M., & Ismail, M. F. M. A. (2019). Pemanfaatan Data Angin Untuk Karakteristik Gelombang Laut Di Perairan Natuna Berdasarkan Data Angin Tahun 2009 - 2018. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(2), 55. <https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.25304>
- Andayani, D., Suryoputro, A. A. D., Atmodjo, W., Satriadi, A., & Subardjo, P. (2020). Transpor Sedimen Di Perairan Muara Sungai Bodri, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(3), 243–252. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i3.8513>
- Arif, A.R., (2017). Hubungan Kerapatan Mangrove dan Dinamika Oseanografi Terhadap Perubahan Garis Pantai di Teluk Kolono Tahun 1988-2016. Universitas Hasanuddin. Makassar. [Tesis].
- Azhari, F. (2023). Karakter Tinggi Gelombang Laut di Laut Natuna Pada Periode Waktu ENSO (Tahun 2012 S/D 2022). *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 21–32. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i1.54992>.
- Darmawan, A., Saputra, D. K., & Sambah, A. B. (2019). Visualisasi 3D Profil Pantai Jolosutro, Blitar Dengan Quantum GIS Untuk Perencanaan Wilayah Pesisir. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 98–104. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.03.01.14>.
- Horikawa K. 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. Japan. University of Tokyo Press.
- Mudho, H. T. (2023). Perumusan Karakteristik Gelombang Perairan Halmahera Utara Dan Morotai. *Jurnal Hidropilar*, 9(2), 103–116. <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v9i2.294>.
- Ondara, K. (2023). Model Numerik Hidrodinamika Arus Dan Gelombang Dengan Pendekatan Fully Spectral Formulation Untuk Pengembangan Kawasan Dermaga Perikanan Banda Aceh. *Jurnal Kelautan Nasional*, 18(2), 89. <https://doi.org/10.15578/jkn.v18i2.11002>
- Permatasari, D. (2024). Pengaruh Energi Gelombang Laut Terhadap Perubahan Estuari Sungai Air Pino Bengkulu Selatan Pada Musim Timur. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(1), 7. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i1.911>.
- Pramita, A. W., Sugianto, D. N., Prasetyawan, I. B., Kurniawan, R., & Praja, A. S. (2020). Pola Tinggi Gelombang Di Laut Jawa Menggunakan Model Wavewatch-iii. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 21(1), 21. <https://doi.org/10.31172/jmg.v21i1.609>.
- rahmawan, G. a., & Wisha, U. J. (2020). Pemetaan Morfologi Dasar Perairan Dan Pola Arus Pasang Surut Di Teluk Bungus, Kota Padang. *Jurnal Segara*, 16(3), 175. <https://doi.org/10.15578/segara.v16i3.9052>.
- Setyoningrum, D. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Metode Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Tahun 2017-2021 (Studi Kasus: Pantai Parangtritis, Kabupaten Bantul). *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 7(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2023.07.02.10>.
- Triadmodjo, B., (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Ukkas M. (2009). Studi Abrasi dan Sedimentasi Di Perairan Bua-Passimarannu Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. *Akuatik*. Vol. 3. No. 1.