

Analisis Peramalan Tinggi Gelombang Laut dengan Metode Darbyshire dan Divalidasi dengan Data Altimetri di Pantai Pangali-ali, Kabupaten Majene Sulawesi Barat

Yusman^{1,*}, Imam Rohani², Apriansyah³, Sarmila⁴
¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Sulawesi Barat, Kabupaten Majene
^{*}yusman@unsulbar.ac.id

Abstrak

Salah satu aspek oseanografi yang penting dalam merencanakan suatu bangunan pantai, penentuan tata letak (layout) pelabuhan, alur pelayaran, dan pengelolaan lingkungan laut ialah gelombang. Dalam perolehan data tinggi gelombang memiliki tingkat kesulitan teknis dan biaya yang cukup mahal, oleh karena itu perlu dilakukan peramalan gelombang untuk memperoleh data tinggi gelombang yang nantinya dapat digunakan sebagai parameter dalam perencanaan tata ruang di laut. Ada banyak faktor yang mempengaruhi gelombang laut salah satunya ialah kecepatan dan arah angin. Menurut Triatmodjo (2008) gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Oleh karena itu dibutuhkan adanya data gelombang sebagai parameter dalam merencanakan bangunan Pantai. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui kecepatan angin maksimum yang diperoleh dalam faktor tegangan angin (wind stress factor) dan 2) menganalisis tinggi gelombang yang diperoleh dengan menggunakan metode Darbyshire yang divalidasi dengan data altimetri di Pantai Pangali-ali, Majene. Hasil penelitian menunjukkan arah angin dominan berdasarkan data angin selama 10 tahun (2014-2023) ialah dari arah Tenggara dengan frekuensi kejadian 27,2%. Hasil peramalan tinggi gelombang dengan metode Darbyshire diperoleh H_s maksimum sebesar 2,4 m/s dan periode gelombang sebesar 6,8 s terjadi pada tahun 2014.

Kata kunci: Gelombang, Darbyshire, Altimetri.

Abstract

One important aspect of oceanography in planning a coastal structure, determining the layout of a port, shipping routes, and managing the marine environment is waves. In obtaining wave height data, there are significant technical difficulties and costs involved, therefore wave forecasting is necessary to obtain wave height data that can later be used as parameters in maritime spatial planning. There are many factors that influence ocean waves, one of which is wind speed and direction. According to Triatmodjo (2008), waves can generate energy to shape the beach, create currents, and cause forces that act on coastal structures. Therefore, wave data is needed as a parameter in planning coastal structures. This study aims to 1) determine the maximum wind speed obtained in the wind stress factor and 2) analyze the wave height obtained using the Darbyshire method validated with altimetric data at Pangali-ali Beach, Majene. The research results show that the dominant wind direction based on 10 years of wind data (2014-2023) is from the Southeast with an occurrence frequency of 27.2%. The wave height forecast using the Darbyshire method obtained a maximum H_s of 2.4 m/s and a wave period of 6.8 s occurring in 2014.

Keywords: Wave, Darbyshire, Altimetry.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perairan di sekitar Pantai Pangali-ali Majene merupakan kawasan yang sangat penting dalam berbagai aspek kegiatan pemanfaatan ruang pesisir dan laut, mengingat lokasi pantai tersebut yang berdekatan dengan Pelabuhan Majene dan juga pemukiman warga, dimana ramai aktivitas nelayan, sehingga data gelombang sangat penting untuk mengembangkan informasi kondisi gelombang di perairan tersebut. Dengan mengetahui kondisi gelombang maka para nelayan yang melakukan aktivitas di laut akan lebih waspada dan bisa memperhitungkan daerah-daerah yang memiliki gelombang yang tinggi. Informasi kondisi gelombang itu sendiri sangat penting, terutama untuk transportasi laut, pembangunan struktur pantai dan kegiatan penangkapan ikan di laut. Selain itu, data gelombang dapat digunakan dalam perencanaan struktur bangunan pelindung pantai seperti seawall, revetment, breakwater dan lainnya.

Secara umum, gelombang merupakan pergerakan dari permukaan air laut yang disebabkan oleh adanya hembusan dari angin laut. Sementara itu, beberapa alasan pentingnya data gelombang antara lain, dapat digunakan dalam kegiatan maritim, pembangunan pesisir dan pelindung pantai. Gelombang itu sendiri disebabkan oleh hembusan energi permukaan yang kemudian merambat dan bergerak menuju pantai. Saat gelombang pecah di permukaan laut, tinggi, kecepatan, dan panjangnya akan bertambah. Tingginya gelombang dapat menimbulkan arus yang menyebabkan terjadinya abrasi pantai. Untuk itu diperlukan bangunan struktur yang dapat melindungi pantai dan penduduknya dari bahaya tersebut (Rohani et al., 2021).

Pengambilan data gelombang di laut secara langsung memiliki tingkat kesulitan teknis yang tinggi dan biaya operasional yang mahal. Tentu saja hal ini dapat berakibat pada fungsionalitas bangunan ataupun system yang diharapkan pada saat tahap perencanaan bangunan tersebut. Itulah sebabnya diperlukan

peramalan gelombang laut. Peramalan gelombang sendiri diperlukan agar mengetahui karakteristik gelombang seperti tinggi, arah, dan durasi gelombang. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Rusady, Lopa and Rohani, 2018) membahas mengenai stabilitas bangunan pantai di area pesisir dengan memperhitungkan tinggi gelombang yang terjadi di lokasi penelitiannya.

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan metode Darbyshire sebagai pendekatan dalam analisis perencanaan dan perlindungan pantai. Metode peramalan gelombang terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan penelitian. Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode Darbyshire. Metode Darbyshire mengadopsi pendekatan empiris yang memanfaatkan hubungan antara parameter meteorologi dan parameter gelombang.

Validasi hasil peramalan juga merupakan langkah krusial dalam memastikan keakuratan dari analisis dan perencanaan yang dilakukan. Dalam penelitian Ali et al. di perairan barat Provinsi Lampung menunjukkan bahwa validasi data gelombang dengan menggunakan metode yang berbeda dapat meningkatkan keakuratan estimasi tinggi (Ali et al., 2022). Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh Zamil yang membandingkan algoritma Machine Learning dalam memprediksi tinggi gelombang juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam konteks peramalan gelombang (Zamil, 2023). Oleh karena itu, dalam melakukan peramalan gelombang di pantai Majene perlu divalidasi untuk mengetahui keakuratan dari hasil yang diperoleh berdasarkan data yang ada dititik lokasi.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana model distribusi kecepatan angin di pantai Pangali-ali Majene dan bagaimana nilai tinggi gelombang dan periode

gelombang menggunakan metode Darbyshire serta bagaimana hasil perbandingan nilai yang diperoleh dengan Satelit Altimetri”.

C. Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah “Mengetahui tinggi gelombang dan periode gelombang di Pantai Pangali-ali Majene berdasarkan model distribusi kecepatan angin dan mengetahui perbandingan hasil peramalan gelombang dengan menggunakan metode Darbyshire dengan data Satelit Altimetri.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pantai Pangali-ali, Majene, Sulawesi Barat yang terletak di koordinat 2°38' - 3°38' LS dan 118°45' - 119°4' BT sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi penelitian

B. Pengumpulan Data

Data angin yang digunakan merupakan hasil pengukuran dan pencatatan yang diperoleh dari situs ECMWF (European Center for Medium-range Weather Forecast). Berikut data-data yang diperlukan sebagai bahan penelitian:

1. Data angin

Adapun langkah-langkah pengambilan dan pengolahan data yang diunduh dari *website* ECMWF adalah sebagai berikut.

- Mengunduh data angin pada *website* ECMWF yakni <http://www.ecmwf.int>. Format data hasil unduhan berupa (nc).
- Mengkonversi data (nc) menjadi lata (txt) menggunakan software Ocean Data View.
- Melakukan pengelompokan dan penghitungan data angin menggunakan Microsoft Office Excel berdasarkan koordinat yang telah ditentukan.
- Hasil berupa data kecepatan angin dan arah angin dengan format (.xls).

2. Citra satelit

Citra satelit diperoleh dari software google earth, citra satelit lokasi dibutuhkan untuk menghitung daerah pembangkitan gelombang *fetch*.

3. Data fetch

Data *Fetch* adalah panjang daerah pembentukan gelombang.

4. Data altimetri

Data altimetri adalah data satelit gelombang yang dapat diperoleh dari situs Copernicus Marine.

C. Analisis Data

1. Analisis data angin

(Illona *et al.*, 2018) Data ECMWF berformat NetCDF (Network Common Data Form) sehingga diperlukannya konversi data menjadi format Text dengan cara mengekstrak melalui software Ocean Data View (ODV) yang kemudian diolah di ODV dan Microsoft Excel. Setelah itu data angin tersebut dianalisis pada WRPlot untuk menghasilkan pola distribusi kecepatan angin yang terjadi di wilayah Pantai Pangali-ali.

2. Analisis faktor tegangan angin (U_A)

Setelah melakukan koreksi elevasi dan koreksi stabilitas kecepatan angin dengan menggunakan persamaan 1 dan 2. Maka

selanjutnya menghitung nilai faktor tegangan angin dengan menggunakan persamaan 2.3.

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

$$U = R_T (U_{10}) \text{ m/s} \dots\dots\dots(2)$$

$$U_A = 0.71 U^{1,23} \text{ m/s} \dots\dots\dots(3)$$

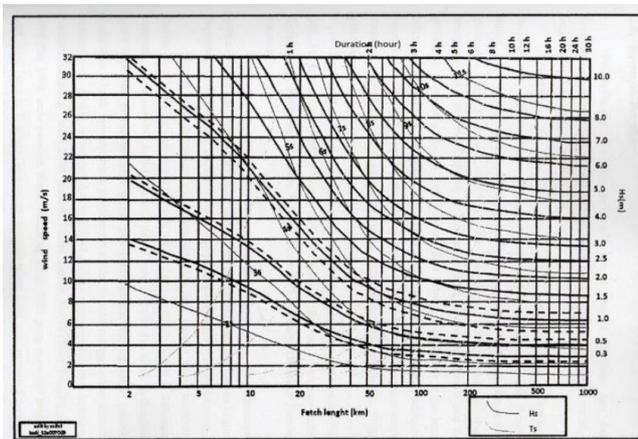
3. Menentukan *Fetch* Efektif

fetch efektif dianalisis dengan menggunakan persamaan 4 berikut.

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos\alpha}{\sum \cos\alpha} \dots\dots\dots(4)$$

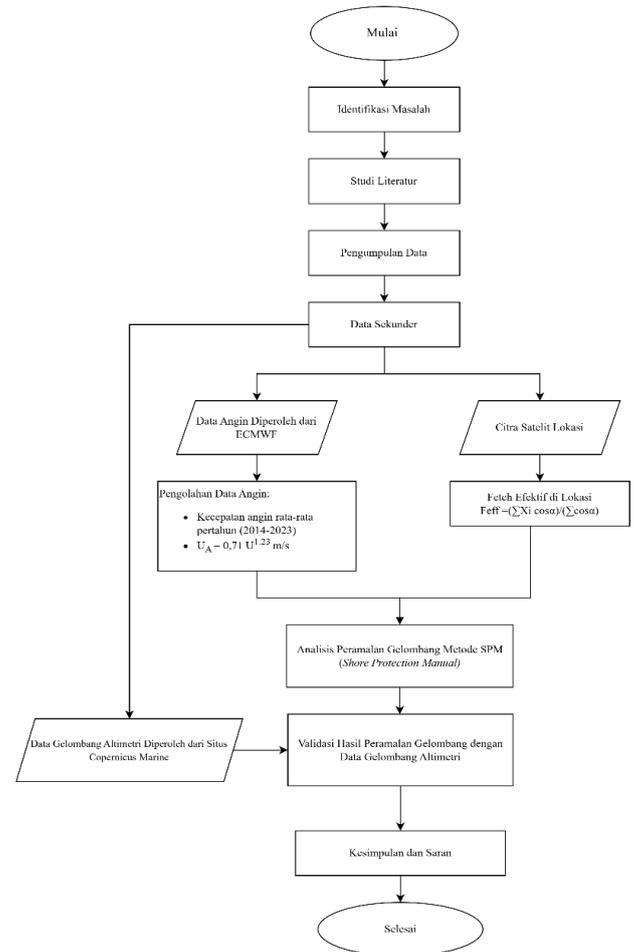
4. Peramalan gelombang dengan metode Darbyshire

Setelah memperoleh data berupa kecepatan maksimum (dalam satuan m/s) dan nilai *fetch* efektif, Selanjutnya hasil yang diperoleh diplot pada grafik Darbyshire dan Drapper (1963) untuk mendapatkan hasil tinggi gelombang (H_s) dan periode gelombang (T_s).

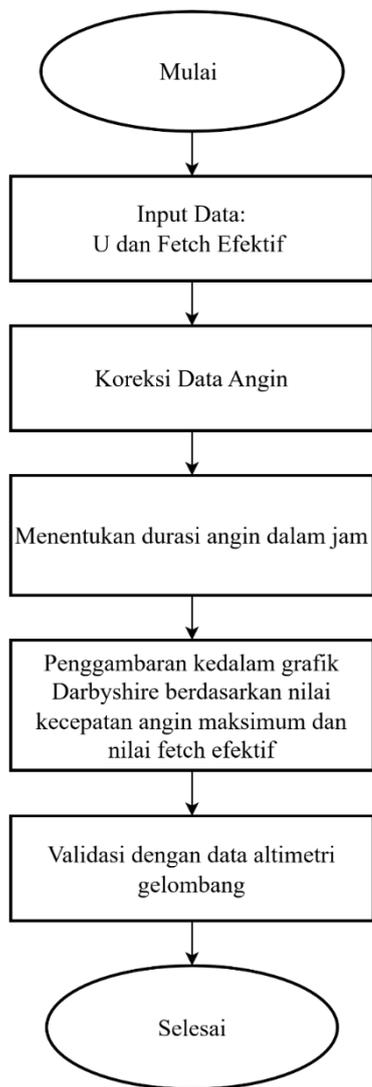


Gambar 2. Grafik peramalan gelombang oleh Darbyshire-Draper, 1963 (Sumber: CERC, 1984)

D. Bagan Alir Penelitian



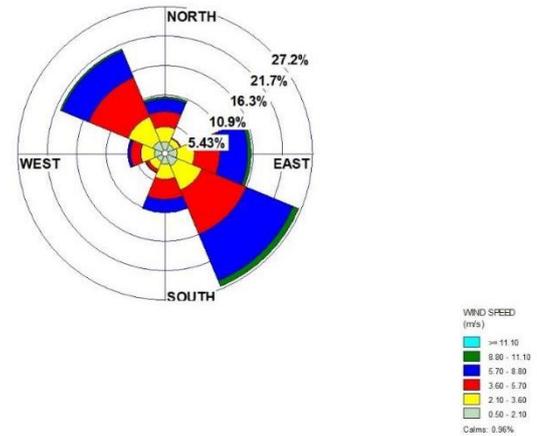
Gambar 3. Bagan alir penelitian



Gambar 4. Bagan alir analisis data metode Darbyshire

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Distribusi Kecepatan Angin Berdasarkan Windrose Selama 10 Tahun (2014-2023)



Gambar 5. Windrose selama 10 Tahun (2014-2023)

Gambar 5 merupakan hasil analisis menggunakan aplikasi WRPlot, dari windrose tersebut menunjukkan distribusi arah angin dominan yang terjadi di Pantai Pangali-ali selama 10 tahun (2014-2023) adalah dari arah Tenggara dengan frekuensi 27,2% dan kecepatan angin maksimum berkisar 8,80-11.10 m/s, sedangkan arah Timur Laut angin bertiup cenderung kecil.

B. Faktor Tegangan Angin (U_A)

Nilai U_A menjadi salah satu parameter dalam menghitung peramalan gelombang. Namun sebelum menghitung nilai U_A harus dilakukan koreksi data angin yaitu koreksi elevasi atau ketinggian dan koreksi stabilitas.

Untuk koreksi ketinggian dimana diketahui nilai kecepatan angin sebesar 1,96 m/s dan ketinggian yaitu 10 m.

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

$$U_{10} = 1,96 \left(\frac{10}{10} \right)^{1/7} \text{ m/s}$$

$$U_{10} = 1,96 \text{ m/s}$$

Kemudian melakukan koreksi stabilitas dimana jika perbedaan temperature air laut dan udara tidak diketahui, maka diasumsikan sebagai kondisi tidak stabil dan menggunakan nilai $R_T = 1,1$ (Lubis and Khoirunnisa, 2016).

$$U = R_T (U_{10}) \text{ m/s}$$

$$U = 1,1 (1,96) \text{ m/s}$$

$$U = 2,16 \text{ m/s}$$

Setelah melakukan koreksi data angin maka dapat dilanjutkan perhitungan untuk mencari nilai U_A dengan persamaan:

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \text{ m/s}$$

$$U_A = 0,71 2,16^{1,23} \text{ m/s}$$

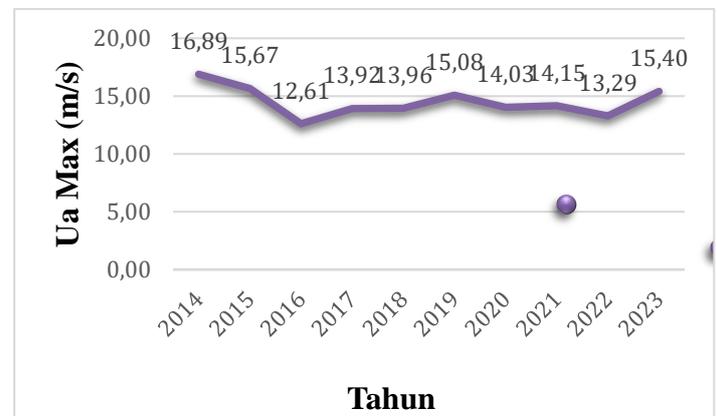
$$U_A = 1,83 \text{ m/s}$$

Sehingga diperoleh nilai U_A selama periode 10 tahun (2014-2023) yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai faktor tegangan angin (U_a)

| Jam | Kec. Angin (m/s) | U10 | (U) Stabilitas | U_a (m/s) |
|-----|------------------|-------|----------------|-------------|
| 0 | 11.75 | 11.75 | 12.93 | 16.54 |
| 1 | 11.64 | 11.64 | 12.80 | 16.34 |
| 2 | 11.15 | 11.15 | 12.27 | 15.51 |
| 3 | 10.86 | 10.86 | 11.94 | 15.00 |
| 4 | 10.75 | 10.75 | 11.83 | 14.82 |
| 5 | 10.62 | 10.62 | 11.68 | 14.60 |
| 6 | 10.40 | 10.40 | 11.44 | 14.23 |
| 7 | 10.31 | 10.31 | 11.34 | 14.08 |
| 8 | 10.35 | 10.35 | 11.39 | 14.15 |
| 9 | 10.66 | 10.66 | 11.73 | 14.67 |
| 10 | 10.09 | 10.09 | 11.10 | 13.71 |
| 11 | 10.53 | 10.53 | 11.59 | 14.45 |
| 12 | 11.41 | 11.41 | 12.55 | 15.95 |
| 13 | 11.96 | 11.96 | 13.15 | 16.89 |
| 14 | 11.59 | 11.59 | 12.75 | 16.25 |
| 15 | 11.21 | 11.21 | 12.33 | 15.60 |
| 16 | 11.00 | 11.00 | 12.10 | 15.25 |

| Jam | Kec. Angin (m/s) | U10 | (U) Stabilitas | U_a (m/s) |
|-----|------------------|-------|----------------|-------------|
| 17 | 10.68 | 10.68 | 11.75 | 14.70 |
| 18 | 10.41 | 10.41 | 11.45 | 14.24 |
| 19 | 10.29 | 10.29 | 11.31 | 14.04 |
| 20 | 9.98 | 9.98 | 10.98 | 13.53 |
| 21 | 9.85 | 9.85 | 10.84 | 13.31 |
| 22 | 9.60 | 9.60 | 10.56 | 12.89 |
| 23 | 9.25 | 9.25 | 10.17 | 12.31 |



Gambar 6. Nilai U_A max

Nilai kecepatan angin maksimum berdasarkan data angin jam-jam-an selama 10 tahun (2014-2023) yang diperoleh dalam faktor tegangan angin (*wind stress factor*) adalah sebesar 16,89 m/s pada tahun 2014 seperti yang ditampilkan pada tabel 1 dan ditunjukkan pada gambar 6..

C. Perhitungan Panjang Fetch Efektif



Gambar 7. Fetch pantai Pangali-ali Majene

Penggambaran fetch dilakukan pada area dominan arah angin yaitu arah Tenggara. Memiliki 16 garis dengan jarak antar garis sebesar 6 derajat. Garis fetch ditarik dari daerah pembentukan gelombang hingga menyentuh hambatan pembentuk gelombang, dalam hal ini adalah pulau terdekat dari lokasi penelitian. Setelah menarik garis arah mata angin, data angin kemudian diolah untuk memperoleh nilai fetch efektif.

Berikut hasil perhitungan fetch efektif yang terjadi di pantai Pangali-ali Kabupaten Majene.

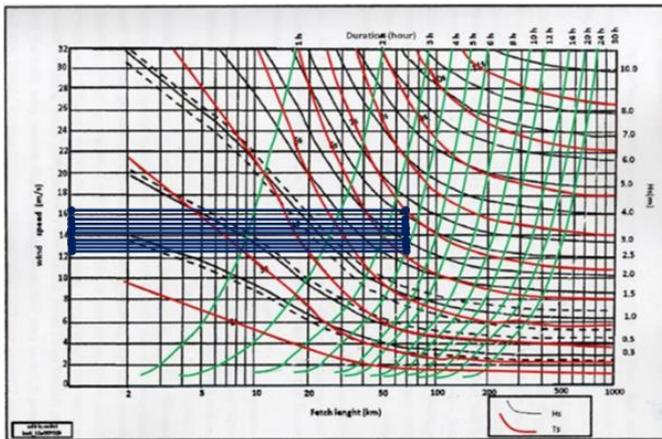
Tabel 2. Data fetch efektif

| Arah | X_i (m) | α | $\cos \alpha$ | $X_i \cdot \cos \alpha$ | Fetch Efektif (m) |
|------|---------------|----------|---------------|-------------------------|-------------------|
| SE | 361000 | 42 | 0.743144825 | 268275.282 | 93167.560 |
| | 212000 | 36 | 0.809016994 | 171511.6028 | |
| | 158000 | 30 | 0.866025404 | 136832.0138 | |
| | 140000 | 24 | 0.913545458 | 127896.3641 | |
| | 136000 | 18 | 0.951056516 | 129343.6862 | |
| | 122000 | 12 | 0.978147601 | 119334.0073 | |
| | 110000 | 6 | 0.994521895 | 109397.4085 | |
| | 101000 | 0 | 1 | 101000 | |
| | 86500 | -6 | 0.994521895 | 86026.14395 | |
| | 2700 | -12 | 0.978147601 | 2640.998522 | |
| | 1660 | -18 | 0.951056516 | 1578.753817 | |
| | 1650 | -24 | 0.913545458 | 1507.350005 | |
| | 1550 | -30 | 0.866025404 | 1342.339376 | |
| | 1430 | -36 | 0.809016994 | 1156.894302 | |
| | 1260 | -42 | 0.743144825 | 936.3624801 | |
| | JUMLAH | | | 13.51091739 | |

Pada tabel 2 dapat dilihat nilai X_i (panjang fetch) dari arah angin dominan yaitu arah Tenggara. Sehingga diperoleh fetch efektif sebesar 93.167,56 m.

D. Peramalan Gelombang Metode Darbyshire

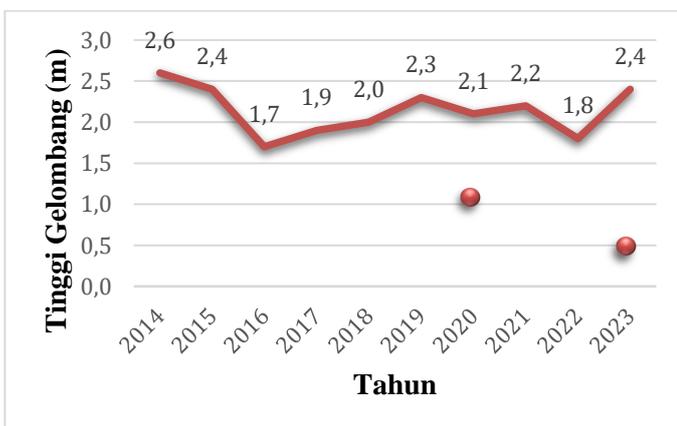
Dalam melakukan peramalan gelombang metode Darbyshire menggunakan grafik, dengan memasukan nilai kecepatan angin maksimum yang terjadi selama periode 10 tahun (2014-2023). Dalam peramalan gelombang menggunakan metode Darbyshire akan diperoleh nilai tinggi gelombang (H_s) dan nilai periode gelombang (T_s). Perolehan nilai tinggi gelombang dan periode gelombang tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



Grafik 8. Darbyshire dan Drapper (1963)

Tabel 3. Hasil peramalan gelombang metode Darbyshire

| Tahun | UA MAKS (m/s) | FETCH (Km) | Hs (m) | Ts (s) |
|-------|---------------|------------|--------|--------|
| 2014 | 16.89 | 93167.56 | 2.6 | 7.0 |
| 2015 | 15.67 | 93167.56 | 2.4 | 6.8 |
| 2016 | 12.61 | 93167.56 | 1.7 | 6.1 |
| 2017 | 13.92 | 93167.56 | 1.9 | 6.3 |
| 2018 | 13.96 | 93167.56 | 2 | 6.3 |
| 2019 | 15.08 | 93167.56 | 2.3 | 6.5 |
| 2020 | 14.03 | 93167.56 | 2.1 | 6.4 |
| 2021 | 14.15 | 93167.56 | 2.2 | 6.4 |
| 2022 | 13.29 | 93167.56 | 1.8 | 6.2 |
| 2023 | 15.40 | 93167.56 | 2.4 | 6.7 |



Gambar 9. Nilai Hs maksimum metode Darbyshire



Gambar 10. Nilai Ts maksimum metode Darbyshire

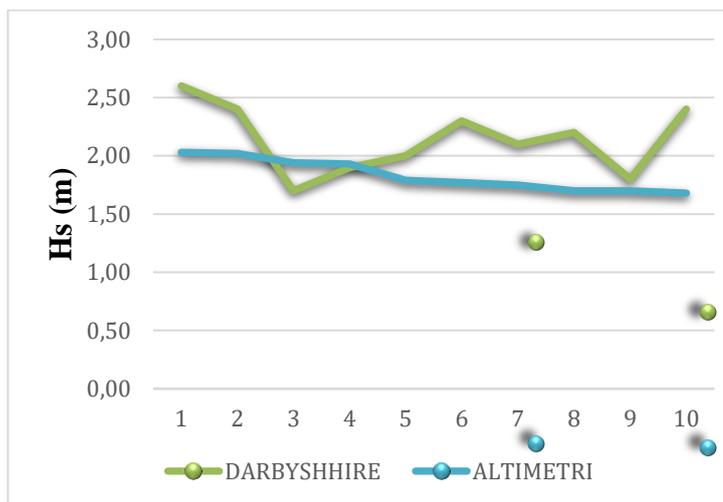
Berdasarkan grafik Darbyshire dan Drapper (1963), diperoleh tinggi gelombang dan periode gelombang yang disajikan pada tabel 3. Diperoleh tinggi gelombang maksimum dengan metode Darbyshire yaitu sebesar 2,4 m/s dan periode gelombang sebesar 6,8 s terjadi pada tahun 2014 yang disajikan pada gambar 9 dan gambar 10.

E. Validasi Gelombang dengan Data Altimetri

Satelit altimetri yang digunakan ialah data tinggi gelombang signifikan yang diperoleh pada situs Copernicus marine. Mendownload data di website <https://marine.copernicus.eu/access-data> kemudian akan diperoleh data berupa tinggi gelombang signifikan (VHM0) dalam satuan meter. Data yang didapatkan dalam bentuk format .nc kemudian diekstrak pada aplikasi ODV (Ocean Data View) untuk menghasilkan data dengan format text. Maka akan diperoleh data tinggi gelombang signifikan di lokasi Pantai Pangali-ali sebagai berikut.

Tabel 4. Nilai tinggi gelombang (Hs) maksimum yang akan divalidasi

| N o | DARBYSHHIR E | ALTIMETR I |
|--------|-----------------|---------------|
| 1 | 2.60 | 2.03 |
| 2 | 2.40 | 2.02 |
| 3 | 1.70 | 1.94 |
| 4 | 1.90 | 1.93 |
| 5 | 2.00 | 1.79 |
| 6 | 2.30 | 1.77 |
| 7 | 2.10 | 1.75 |
| 8 | 2.20 | 1.7 |
| 9 | 1.80 | 1.7 |
| 10 | 2.40 | 1.68 |



Gambar 11.
Validasi nilai Hs dengan satelit altimetri

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 11, perbedaan tinggi gelombang maksimal yang diperoleh dengan metode Darbyshire dan satelit altimetri sebesar 0,57 m. Data ini menunjukkan bahwa tidak adanya selisih yang jauh dari kedua data tersebut. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan gelombang dengan metode Darbyshire di pantai Pangali-ali Kabupaten Majene memiliki keakuratan yang cukup baik.

IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat disimpulkan pertama, kecepatan angin maksimum berdasarkan data angin jam-jam-an selama 10 tahun (2014-2023) yang diperoleh dalam faktor tegangan angin (*wind stress faktor*) adalah sebesar 16,89 m/s pada tahun 2014. Kedua, perbedaan tinggi gelombang maksimal yang diperoleh dengan metode Darbyshire dan satelit altimetri sebesar 0,57 m. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan gelombang dengan metode Darbyshire di pantai Pangali-ali Kabupaten Majene memiliki keakuratan yang cukup baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT karena berkat Rahmat-Nya penelitian ini dapat diselesaikan dan juga terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan moril maupun material dalam penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

- Ali, I.A.H.A. *et al.* (2022) 'Pemodelan Tinggi Gelombang Untuk Kajian Energi Gelombang Laut Di Perairan Barat Provinsi Lampung', *Wave Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 15(2), pp. 75–84. Available at: <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v15i2.4958>.
- Illona, D.J. *et al.* (2018) 'Dinamika Maritim Global Warming dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Gelombang Laut di Pantai Timur Pulau Bintan yang Ditinjau dari Perspektif Klimatologi', 7(1), pp. 20–26.
- Lubis, M.Z. and Khoirunnisa, H. (2016) 'Dinamika Pantai Praikalogu Di Provinsi Nusa Tenggara Barat , Indonesia', 8(2), pp.

125–133.

Rohani, I., Paroka, D., Thaha, M. A., & Hatta, M. P. (2021). PEMODELAN FISIK PENGARUH TINGGI PASANG SURUT TERHADAP Kecepatan Aliran Di Muara Sungai. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 15, Triyanti 2005*,R

Rusady, A., Lopa, R.T. and Rohani, I. (2018) ‘Analisis Pemecah Gelombang (Breakwater) Di Bamballoka Kabupaten Pasangkayu’, *Journal of*

Civil Engineering, 1(1), pp. 25–29.

Zamil, A.S. (2023) ‘PREDIKSI TINGGI GELOMBANG LAUT JAKARTA UTARA MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING: PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA & SARIMA’, *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(2), pp. 286–294. Available at: <https://doi.org/10.51903/jtikp.v14i2.650>.