

**KARAKTERISTIK ANGIN DAN GELOMBANG DI PERAIRAN SELATAN PULAU BIAK
UNTUK PERENCANAAN AWAL PEMBANGUNAN DERMAGA LANAL**

***CHARACTERISTICS OF WIND AND WAVES IN THE WATERS OF THE SOUTHERN
BIAK ISLAND COASTAL WATERS FOR CONSTRUCTION PLANNING OF
THE NAVY HARBOUR***

**Amri Rahmatullah¹, Choirul Umam¹, Agustinus¹, Widodo S. Pranowo^{1,2}, &
Johar Setiyadi¹**

¹ Prodi Hidro-Oceanografi Program Pascasarjana
Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut
² Badan Riset dan Inovasi Nasional
Email: amri19563p@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Biak Numfor berada pada posisi yang strategis dan berbatasan dengan negara-negara di kawasan Pasifik. TNI-AL sebagai penegak kedaulatan di laut, hadir di wilayah perairan perbatasan Indonesia termasuk perairan kepulauan Biak. Lanal Biak akan membangun fasilitas dermaga yang berlokasi di pesisir daerah Waupnor, Kabupaten Biak Numfor. Untuk itu perlu dilaksanakan studi pendahuluan tentang kondisi hidro-oseanografi di perairan dermaga tersebut. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang karakteristik gelombang dan angin terkait dengan tinggi gelombang maksimum, tinggi gelombang signifikan dan kecepatan angin selama 1 tahun (Desember 2020 s.d. November 2021). Metode yang digunakan adalah metode analisis deskriptif. Data dari ECMWF diolah dengan *software Ocean Data View (ODV)* kemudian diekspor dan dikalkulasi menggunakan MS. Excel. Selanjutnya ditampilkan dalam *windrose* dan *waverose* menggunakan *software WRPlot*. Dari hasil penelitian ini didapatkan tinggi gelombang maksimum terjadi pada bulan April 2021 dan Januari 2021 yaitu mencapai 2,37 meter dan tinggi maksimum gelombang signifikan juga terjadi pada bulan April 2021 mencapai 1,23 meter dengan arah gelombang pada musim Barat dan musim Peralihan I bergerak dari arah Barat Daya ke Timur Laut dengan ketinggian gelombang dari 0,33-1 meter. Kecepatan angin maksimum dan rata-rata terjadi pada musim Barat dan musim Peralihan I, bergerak dari arah Barat Daya dan Barat berkisar 3,6-5,7 m/s. Selain itu didapatkan persamaan regresi ($y = 9,0932x + 1,0665$) dan nilai $R^2 = 0,726$, dengan nilai korelasi yang cukup kuat (0,5). Untuk keamanan kapal saat sandar di dermaga ini juga sangat aman, data tinggi gelombang signifikan selama 1 tahun antara 0,33-1 meter. Namun perlu untuk diwaspadai pada musim angin Barat dan Peralihan I, tinggi gelombang maksimum dapat mencapai 2,37 meter dan kecepatan angin 30 m/s hingga 45,71 m/s.

Kata Kunci: Biak, Gelombang, Angin, *Windrose*, *Waverose*.

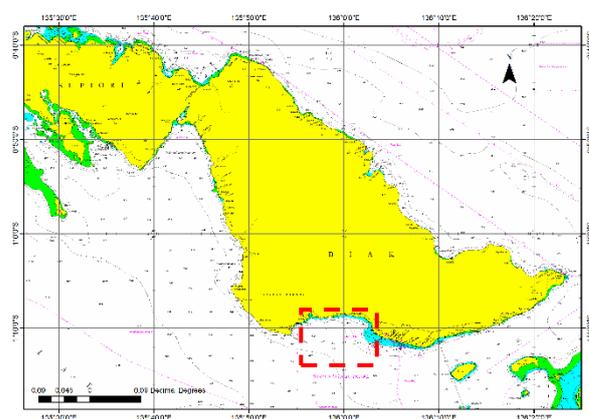
ABSTRACT

Biak Numfor Regency is in a strategic position and is bordered by countries in the Pacific region. TNI-AL as an enforcement of sovereignty at sea, present in the territory of the border waters of Indonesia including the waters of the Biak Islands. Lanal Biak will build a pier facility located on the coast of the Waupnor area, Biak Numfor Regency. For this reason, a preliminary study of hydro-oceanographic studies needs to be carried out in the waters of the pier. In this study will be discussed about the characteristics of waves and winds related to maximum wave height, significant wave height and wind speed for 1 year (December 2020 to November 2021). The method used is a descriptive analysis method. Data from ECMWF is processed with Ocean Data View (ODV) software and then exported and calculated using MS. Excel. Furthermore, it is displayed in Windrose and Waverose using WRPLOT software. From the results of this study, the maximum wave height occurred in April 2021 and January 2021 which reached 2.37 meters and the maximum height of a significant wave also occurred in April 2021 reaching 1.23 meters with the direction of the wave in the western season and the transitional season I moved from Southwest direction to the northeast with a wave height of 0.33-1 meters. Maximum wind speeds and averages occur in the western season and transitional season I, moving from southwest and west around 3.6-5.7 m/s. In addition, the regression equation ($y = 9,0932x + 1,0665$) was obtained and the value of $R^2 = 0.726$, with a fairly strong correlation value (0.5). For the safety of the ship while leaning on this dock is also very safe, a significant wave height data for 1 year between 0.33-1 meters. However, it is necessary to watch out for in the western wind season and transition I, the maximum wave height can reach 2.37 meters and wind speeds of 30 m/s up to 45.71 m/s.

Keywords: Biak, Waves, Wind, Windrose, Waverose.

PENDAHULUAN

Kabupaten Biak Numfor terletak di Teluk Cenderawasih pada titik $0^{\circ}21'-1^{\circ}31'$ LS, $134^{\circ}47'-136^{\circ}48'$ BT dengan ketinggian 0 - 1.000 meter di atas permukaan laut. Kabupaten ini merupakan gugusan pulau yang berada di sebelah utara daratan Papua dan berseberangan langsung dengan Samudera Pasifik. Posisi ini menjadikan Kabupaten Biak Numfor sebagai salah satu tempat yang strategis dan penting untuk berhubungan dengan dunia luar terutama negara-negara di kawasan Pasifik dan Filipina.



Gambar 1. Peta Pulau Biak dan lokasi perairan selatan Pulau Biak.

Figure 1. Chart of Biak Island and the location of the southern waters of Biak Island.

(Sumber: Peta Pushidrosal, 2016)

Dengan posisi yang strategis dan berbagai keuntungan ini TNI-AL sebagai penegak kedaulatan di laut, hadir secara rutin untuk melaksanakan operasi di wilayah perairan perbatasan Indonesia termasuk perairan kepulauan Biak. Hingga saat ini, unsur-unsur TNI-AL secara kontinu hadir di wilayah Perairan perbatasan laut Indonesia-Filipina dan samudra Pasifik dan salah satu tempat untuk singgah yang strategis bagi unsur KRI adalah di Pangkalan TNI-AL (Lanal) Biak. Selain itu hasil analisa dalam (S.I., Darma Agung & Hollanda Arief K., 2017) menyatakan Lanal Biak merupakan salahsatu pangkalan yang diusulkan untuk ditingkatkan menjadi Lantamal. Peranan pangkalan TNI-AL sebagai tempat pengembangan kekuatan laut ke daerah operasi akan memiliki arti penting dalam menunjang tugas operasi TNI AL. (Fitriansyah, 2021). Dalam waktu dekat Lanal Biak akan membangun fasilitas dermaga Lanal Biak yang berlokasi di 1°10'38.5"S 136°03'22.12"E pesisir daerah Waupnor, Biak Kota, Waupnor, Kec. Biak Kota, Kabupaten Biak Numfor. Dengan adanya rencana pembangunan dermaga tersebut diharapkan akan sangat mendukung operasional KRI dalam melaksanakan tugas patroli perairan perbatasan di utara Pulau Biak. Akan tetapi dalam proses pembangunan dermaga selama ini banyak sekali ditemukan permasalahan. Oleh karena itu perlu dilaksanakan studi pendahuluan tentang kondisi hidro-oseanografi di area yang akan dibangun dermaga tersebut (Triatmodjo, 1999). Perairan pelabuhan harus tenang, sedapat mungkin terlindung secara alami dari pengaruh gelombang

(Triatmodjo, 2009). Permasalahan pengukuran data gelombang dalam waktu jangka panjang belum banyak dilakukan di Indonesia. Khususnya di perairan Biak bagian Selatan belum ada penelitian yang meneliti karakteristik angin dan gelombang pada 4 musim dalam 1 tahun. Untuk itu, Peneliti akan membahas tentang karakteristik arah, cepat angin dan tinggi gelombang. Metode yang digunakan adalah menggunakan data historis untuk mendapatkan karakteristik angin dan gelombang laut kemudian secara statistik dianalisis dan dijadikan sebagai dasar informasi perencanaan sebuah pembangunan dermaga (Lail *et al.*, 2019).

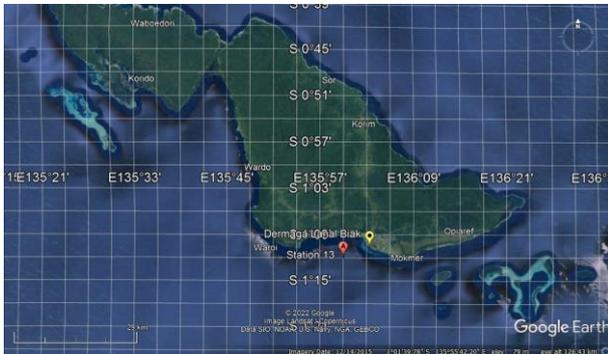
Maksud dan tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tinggi gelombang signifikan dan maksimum serta kecepatan angin maksimum dan rata-rata dalam 1 tahun di wilayah perairan Selatan Pulau Biak, bagaimanakah pola arah dan tinggi gelombang pada waktu terjadinya tinggi gelombang maksimum, bagaimana pola arah dan kecepatan angin pada waktu terjadinya tinggi gelombang maksimum di wilayah perairan Selatan Pulau Biak, serta mengetahui bagaimana nilai korelasi dan hubungan (Regresi) antara kecepatan angin dengan tinggi gelombang signifikan terhadap tingkat keamanan kapal saat sandar di dermaga perairan Selatan Pulau Biak.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu Penelitian

Lokasi penelitian akan difokuskan di perairan selatan pulau Biak dengan menggunakan data dari 1 stasiun (Gambar 2). Sedangkan waktu penelitian diambil

pada Desember 2020 sampai dengan November 2021 saat terjadi musim angin barat, angin timur dan saat peralihan musim I dan II.



Gambar 2. Posisi Rencana Dermaga Lanal Biak dan Stasiun 13.

Figure 2. Position of Lanal Biak Pier Plan and Station 13.

(Sumber : <https://earth.google.com/web>)

Data Penelitian

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder, data diambil atau sumber data berasal dari <https://cds.climate.copernicus.eu>. Data yang di *download* berupa data Netcdf yang berisi data vektor angin v , vektor angin u (yang diukur pada ketinggian 10 meter di atas permukaan bumi), ketinggian gelombang signifikan dan ketinggian gelombang individual maksimum. Data yang diambil difokuskan pada 1 stasiun yang terdekat dengan posisi rencana dermaga, yaitu stasiun 13.

Metode

Data yang di peroleh dari <https://cds.climate.copernicus.eu> akan di *running* dan diolah menggunakan *software Ocean Data View (ODV)*, kemudian ditampilkan dalam bentuk *isosurface* atau tampilan plot Horisontal. Kemudian data ini diekspor dalam bentuk data ODV *Spreadsheet File*. Data vektor u dan v

dikalkulasi menggunakan MS. Excel dan didapatkan kecepatan angin dan arah angin. Dari data gelombang akan didapatkan rata-rata tinggi gelombang signifikan dan rata-rata tinggi gelombang maksimum dalam 4 musim. Selanjutnya akan didapatkan data musim dimana sering terjadinya gelombang dengan tinggi maksimum yang sangat riskan terhadap keamanan kapal saat sandar. Data angin dan gelombang maksimum musiman ini akan ditampilkan dalam tampilan *windrose* dan *waverose* menggunakan *software WRPlot*. Selain itu data juga akan ditampilkan dalam bentuk kurva regresi. Selanjutnya akan dilaksanakan analisa deskriptif untuk mengetahui pengaruh antara arah, cepat angin dengan arah dan tinggi gelombang signifikan serta tinggi gelombang maksimum di perairan selatan Pulau Biak terhadap keamanan kapal saat sandar di dermaga Lanal Biak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilaksanakan pengolahan data didapatkan grafik linear tinggi gelombang dan kecepatan angin seperti tersaji dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tinggi Gelombang Maksimum dan Signifikan pada Stasiun 13 selama bulan Desember 2020-November 2021.

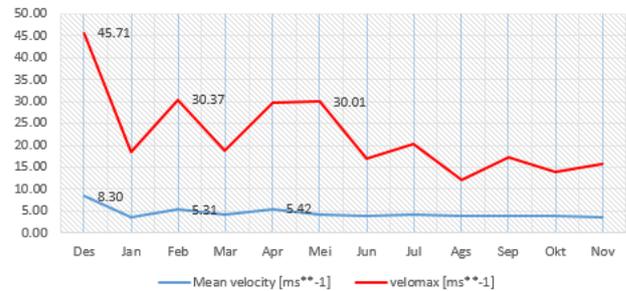
Figure 3. Maximum and significant wave height at station 13 during December 2020-November 2021.

(Sumber : Pengolahan Data)

Pada Gambar 3 ditampilkan garis linear untuk ketinggian maksimum gelombang (Hmaks), ketinggian maksimum gelombang rata-rata (*Mean Hmaks*), ketinggian maksimum gelombang signifikan (Hmaks swh), dan rata-rata ketinggian gelombang signifikan (*Mean Swh*). Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian (Putra, 2015) yang menyatakan bahwa variasi tinggi gelombang di perairan Indonesia dipengaruhi oleh musim yang terjadi. Dapat dilihat bahwa tinggi gelombang maksimum terjadi pada April 2021 dan Januari 2021 (Musim Peralihan I dan Musim Angin Barat). Pada April 2021, tinggi gelombang maksimum (Hmaks) mencapai 2,37 meter, tinggi maksimum gelombang signifikan (Hmaks Swh) mencapai 1,23 meter dengan rata-rata gelombang maksimum tertinggi pada 1,1 meter (Februari 2021) dan rata-rata tinggi gelombang signifikan pada ketinggian 0,58 meter (Februari 2021).

Parameter gelombang di musim Peralihan I ini memiliki tinggi gelombang signifikan maksimum (Hmaks Swh) 2,37 meter yang merupakan Hmaks Swh paling tinggi diantara musim lainnya. Data Hmaks Swh merupakan nilai paling tinggi diantara empat musim yang sangat dibutuhkan untuk keperluan perencanaan pembangunan pantai. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Triatmodjo, 2012) dimana dalam perencanaan pembangunan pantai diperlukan data tinggi gelombang yang mencakup empat musim, terutama musim dimana gelombang-gelombang besar terjadi. Selain itu data ini juga digunakan sebagai pertimbangan

keamanan kapal atau KRI saat sandar di dermaga tersebut.



Gambar 4. Grafik Kecepatan Angin Maksimum dan Rata-rata pada Stasiun 13 selama bulan Desember 2020-November 2021.

Figure 4. Maximum and average wind speed graph at station 13 during December 2020-November 2021.

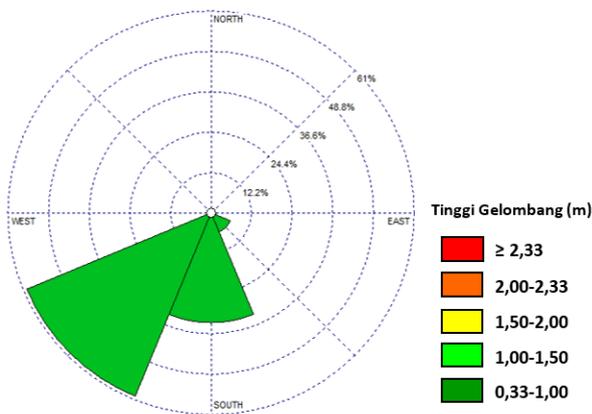
(Sumber : Pengolahan Data)

Pada Gambar 4 ditampilkan garis linear untuk kecepatan angin maksimum (*Maximum Velocity*) dan Rata-rata (*Mean Velocity*). Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan angin maksimum terjadi pada Desember 2020 sampai dengan Mei 2021 (Musim Angin Barat dan Musim Peralihan I) dengan kecenderungan kenaikan cepat angin dimulai pada musim Angin Barat (Desember 2020) sampai dengan musim Peralihan I (April 2021). Kecepatan angin maksimum tertinggi terjadi pada Desember 2020 mencapai 45,71 m/s, diikuti Februari 2021 mencapai 30,37 m/s dan Mei 2021 mencapai 30,01 m/s. Selain itu dapat juga dilihat pada garis biru yaitu data kecepatan angin rata-rata tertinggi terjadi pada Desember 2020 mencapai 8,3 m/s, pada Februari 2021 mencapai 5,31 m/s, dan April 2021 mencapai 5,42 m/s.

Selanjutnya untuk mengetahui pola arah gelombang dan angin diperlukan

pengolahan data dengan *software* WRPlot menggunakan data tinggi gelombang signifikan dan kecepatan angin pada Desember 2020 hingga Mei 2021. Dengan *software* ini data dapat ditampilkan dalam bentuk diagram *windrose* dan *waverose* dengan data yang lebih detail termasuk pola arah dan ketinggian gelombang serta kecepatan angin.

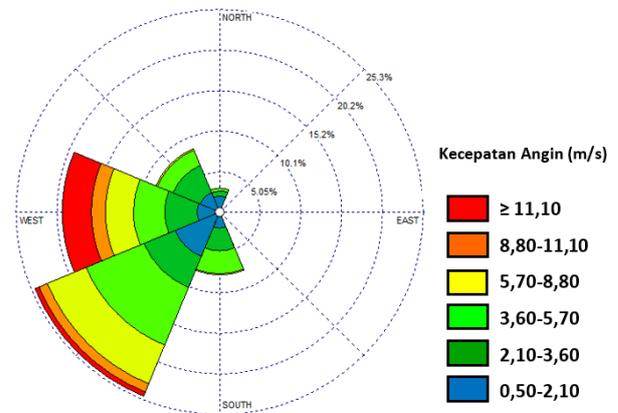
Gambar 5 memperlihatkan diagram pola arah, tinggi gelombang dan kecepatan angin pada musim angin barat dan peralihan I yang ditampilkan dalam diagram *windrose* dan *waverose*.



Gambar 5. *Waverose* Musim Angin Barat di Perairan Selatan Pulau Biak (*blowing from*).
Figure 5. *Waverose* Western wind season in the southern waters of Biak Island (*blowing from*).
(Sumber : Pengolahan Data)

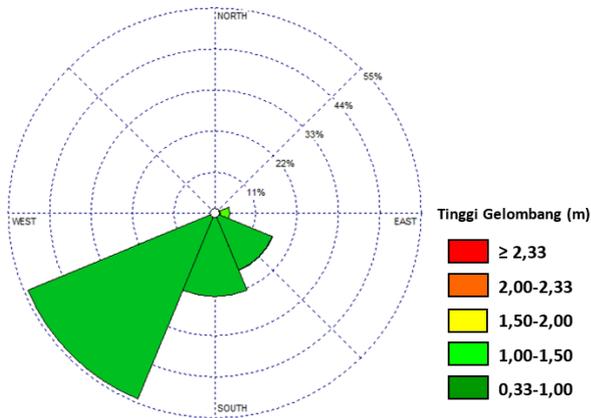
Pada Gambar 5 dapat dilihat dari diagram *waverose* kondisi perairan selatan Pulau Biak pada saat musim barat, yang berlangsung dari Desember, Januari hingga Februari, untuk tinggi gelombang dominan terjadi pada ketinggian 0,33-1 meter dengan arah gelombang berasal dari arah Barat Daya dan Selatan. Hal ini dipengaruhi oleh angin musim barat yang bergerak dari arah barat menuju ke timur

sehingga membuat pola arah gelombang searah dengan arah angin.



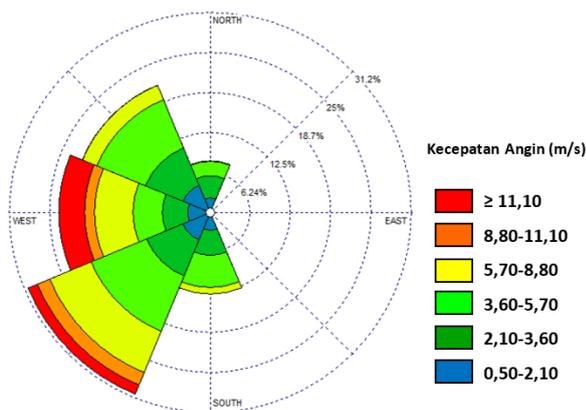
Gambar 6. *Windrose* Musim Angin Barat di Perairan Selatan Pulau Biak (*blowing from*).
Figure 6. *Windrose* Western wind season in the southern waters of Biak Island (*blowing from*).
(Sumber : Pengolahan Data)

Pada Gambar 6, dapat dilihat dari diagram *windrose* untuk kecepatan angin sudah cukup relatif tinggi dengan beragam kecepatan. Untuk arah angin dominan berasal dari Barat daya dan Barat dengan kecepatan signifikan mencapai lebih dari 11 m/s. Pada saat musim Barat, variasi tinggi gelombang di perairan Indonesia dipengaruhi oleh tinggi kecepatan dan arah angin dari Benua Asia ke Benua Australia (Wardhani, 2021).



Gambar 7. Waverose Musim Peralihan I di Perairan Selatan Pulau Biak (*blowing from*).
Figure 7. Waverose of Transition I in the southern waters of Biak Island (*blowing from*).
(Sumber : Pengolahan Data)

Gambar 7 merupakan diagram waverose kondisi perairan selatan Pulau Biak pada saat musim peralihan I, yang berlangsung dari Maret, April hingga Mei dengan tinggi gelombang dominan pada ketinggian 0,33-1 meter dan arah yang berasal dari Barat daya, Selatan serta Tenggara. Namun arah gelombang lebih dominan berasal dari Barat Daya.



Gambar 8. Windrose Musim Peralihan I di Perairan Selatan Pulau Biak (*blowing from*).
Figure 8. Windrose of Transition I in the southern waters of Biak Island (*blowing from*).
(Sumber : Pengolahan Data)

Dari Gambar 8, kondisi laut selatan Pulau Biak pada musim Peralihan I

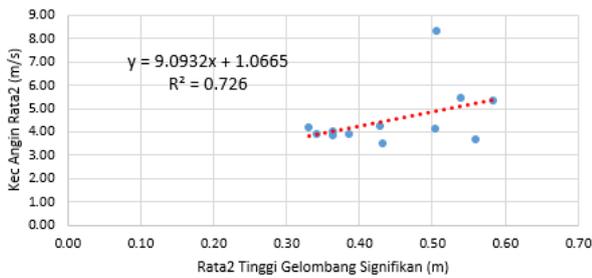
cenderung lebih berangin. Dari diagram tersebut dapat dilihat untuk kecepatan angin sangat beragam dan sudah relatif tinggi. Kemudian dapat juga dilihat untuk arah angin berhembus dari berbagai arah. Namun yang paling dominan berasal dari Barat daya dan Barat dengan kecepatan signifikan mencapai lebih dari 11 m/s.

Dari pembahasan data diagram windrose dan waverose pada musim Barat dan Peralihan I ini dapat dilihat bahwa arah gelombang di perairan selatan Pulau Biak (stasiun 13) sangat dipengaruhi oleh arah angin berhembus.

Hal ini sangat sesuai dengan (Suhana *et al*, 2018) dalam penelitiannya tentang karakteristik gelombang di perairan pantai timur pulau Bintan yang menyatakan arah datang angin juga mempengaruhi pola gelombang laut yang terbentuk di perairan pantai timur Pulau Bintan.

Selain itu pengolahan data dilaksanakan dengan menghitung nilai korelasi antara Kecepatan angin dan Tinggi gelombang signifikan selama 1 tahun. Hal ini dilaksanakan untuk melihat seberapa kuat nilai korelasi antara Kecepatan angin dan Tinggi gelombang signifikan selama 1 tahun di wilayah perairan Selatan Pulau Biak ini. Setelah dilaksanakan penghitungan didapatkan hasil perhitungan dengan nilai korelasi yang cukup kuat antara Kecepatan angin dan Tinggi gelombang signifikan selama 1 tahun.

Selanjutnya dilaksanakan juga pengolahan data dengan membuat grafik regresi antara Kecepatan angin dan Tinggi Gelombang Signifikan (Gambar 9).



Gambar 9. Grafik Regresi Tinggi Gelombang Signifikan dan Kecepatan Angin Rata-rata pada Stasiun 13 selama bulan Desember 2020-November 2021.

Figure 9. Significant wave height regression graph and average wind speed at station 13 during December 2020-November 2021. (Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil tersebut di atas didapatkan persamaan ($= 9,0932x + 1,0665$) dan nilai $R^2 = 0,726$, y adalah kecepatan angin dan x adalah tinggi gelombang signifikan dengan nilai korelasi yang kuat artinya tingkat persamaannya dapat dipercaya. Selain itu, dari sisi keamanan kapal saat sandar di dermaga ini juga sangat aman bila melihat data selama 4 musim untuk tinggi gelombang signifikan relatif aman antara 0,33-1 m. Namun pada musim angin Barat dan Peralihan I, tinggi gelombang maksimum dapat mencapai 2,37 meter dan kecepatan angin 30 m/s hingga 45,71 m/s. Untuk itu perlu diwaspadai akan adanya gelombang tinggi dan kecepatan angin yang sewaktu-waktu dapat muncul di wilayah perairan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik gelombang dan angin di area dermaga Lanal Biak, perairan selatan pulau Biak, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengolahan data pada grafik linear, tinggi gelombang maksimum terjadi pada April 2021 dan Januari 2021 (Musim Peralihan I dan Musim Angin Barat). Tinggi gelombang maksimum terjadi pada April 2021 mencapai 2,37 meter dan tinggi maksimum gelombang signifikan juga terjadi pada April 2021 mencapai 1,23 meter dengan rata-rata gelombang maksimum tertinggi pada 1,1 meter pada Februari 2021 dan rata-rata tinggi gelombang signifikan pada ketinggian 0,58 meter pada Februari 2021.

Berdasarkan hasil pengolahan data, tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang signifikan maksimum terjadi pada musim Barat dan musim Peralihan I. Dari pengamatan data grafik tinggi gelombang dan diagram *waverose* dapat disimpulkan bahwa arah gelombang pada musim Barat dan musim Peralihan I dominan bergerak dari arah Barat Daya ke Timur Laut dengan dominan ketinggian gelombang berkisar dari 0,33-1 meter. Ketinggian gelombang maksimum mencapai 2,37 meter pada April 2021 dan 2 meter pada Januari 2021 dengan ketinggian gelombang signifikan maksimum mencapai 1,23 meter pada April 2021.

a. Berdasarkan hasil pengolahan data, kecepatan angin maksimum dan rata-rata terjadi pada musim Barat dan musim Peralihan I. Dari pengamatan data grafik kecepatan angin dan diagram *windrose* dapat disimpulkan bahwa pola arah angin pada musim Barat dan musim Peralihan I dominan bergerak dari arah Barat Daya dan Barat dengan dominan kecepatan angin berkisar 3,6-5,7 m/s. Kecepatan angin maksimum mencapai lebih dari 11

m/s dari bulan Desember 2020 hingga April 2021. Kecepatan angin rata-rata tertinggi terjadi pada Desember 2020 mencapai 8,3 m/s. Arah gelombang di perairan selatan Pulau Biak (stasiun 13) sangat dipengaruhi oleh arah angin berhembus.

b. Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan persamaan regresi ($y = 9,0932x + 1,0665$) dan nilai $R^2 = 0,726$, y adalah kecepatan angin dan x adalah tinggi gelombang signifikan dengan nilai korelasi yang kuat (0,726) artinya tingkat persamaannya dapat dipercaya. Dari sisi keamanan kapal saat sandar di dermaga ini juga sangat aman, data tinggi gelombang signifikan selama 1 tahun relatif aman antara 0,33-1 meter. Namun perlu untuk diwaspadai pada musim angin Barat dan Peralihan I, tinggi gelombang maksimum dapat mencapai 2,37 meter dan kecepatan angin 30 m/s hingga 45,71 m/s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Mahasiswa Pascasarjana STTAL Hidro-oseanografi Angkatan X atas dukungan, saran dan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini. Terimakasih juga kami sampaikan kepada keluarga besar Pushidrosal atas dukungannya selama proses penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dhanista, W. L. (2017). Gelombang Laut. *Artikel Teknik Kelautan ITS*.

Fitriansyah, O. A. (2021). Implementasi Pangkalan TNI AL di Perairan Jambi dalam Mendukung Strategi

Pertahanan Laut. *Jurnal Maritim Indonesia*, 9(2), 159-168.

Lail, A., Monang.S, S., & Setiyadi, J., & Pranowo, W. S. (2019). Karakteristik Gelombang Laut untuk Informasi Pembangunan Dermaga (Studi Kasus Lanal Tahunua). *Jurnal Hidropilar*, 4(2), 69-76.

Pushidrosal. (2016). Peta Nomor 224.

Putra, R. F. (2015). Pengaruh Fenomena Monsun Asia-Australia terhadap Tinggi Gelombang Laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 2, 242-250.

S.I., Darma Agung; Hollanda Arief K. (2017). Menata Pangkalan Angkatan Laut Guna Memperkuat Kedaulatan Maritim Indonesia. *Jurnal Studi Diplomasi dan Keamanan*, 9, 1-15.

Standarisasi Pangkalan TNI AL, Skep/1771/XII/2013.

Suhana, M. P., Nurjaya, I. W., & Natih, N. M. (2018). Karakteristik Gelombang Laut Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2005-2014. *Dinamika Maritim*, 6(2) 16-19.

Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Wardhani, P. A. (2021). Pola Angin dan Kaitannya terhadap Karakteristik

Tinggi Gelombang di Perairan
Labuan Bajo, NTT. *Jurnal Tropimar*,
3, 34-42.