

**KARAKTERISTIK GELOMBANG DI BEBERAPA KAWASAN  
PERAIRAN SEKITAR SEMENANJUNG MINAHASA  
(CHARACTERISTIC OF THE WAVES IN SOME AREAS OF THE  
WATERS SURROUNDING MINAHASA PENINSULA)**

**Intanta Br Ginting<sup>1\*</sup>, Ping Astony Angmalisang<sup>1</sup>, Royke M. Rampengan<sup>1</sup>, Rignolda Djamaluddin<sup>1</sup>, Hermanto W.K. Manengkey<sup>1</sup>, Adnan S. Wantasen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan FPIK UNSRAT Manado

<sup>2</sup>Prgram Studi MSP FPIK Unsrat Manado

\*e-mail : intantabrginting@gmail.com

**ABSTRACT**

The waters surrounding the Minahasa Peninsula are important areas of various activities by use of coastal and marine space. This research aims, firstly to describe direction, period and height of waves at several water areas around the Minahasa Peninsula in various season. Secondly to analyze the characteristic of daily and seasonal waves. The wave parameter, which reanalysis by ECMWF for 5 years (September 2014 to august 2019) were used in this research. By the analysis spasial-temporal, the results are presented by the rose grapich waves direction and stock chart. The wave propagation in the north season and transition season I, is dominated by the northeasterly wave. While the wave propagation in the southern season and the transitional season II, is more diverse directions. The characteristics of the waves formed in the southeast Minahasa waters in the north season and transitional season I, show that the wave period is greater than in the waters of Manado Bay and Bitung waters. Furthermore, the wave characteristics formed in the waters of the Minahasa Peninsula show a significant wave height in Bitung waters which is higher than the waters of Manado Bay and Southeast Minahasa waters.

Keywords: Waves, ECMWF, Minahasa Peninsula Waters

Perairan sekitar Semenanjung Minahasa merupakan kawasan penting dalam berbagai aktivitas pemanfaatan ruang pantai dan laut. Penelitian ini bertujuan, pertama untuk mendeskripsikan arah, periode, dan tinggi gelombang di beberapa kawasan perairan sekitar Semenanjung Minahasa dalam berbagai musim yang berlangsung. Kedua adalah menganalisis karakteristik gelombang harian dan musiman pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data reanalysis ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) parameter gelombang selama 5 tahun mulai bulan September 2014 sampai Agustus 2019. Dengan metode analisis spasial-temporal hasilnya disajikan dalam bentuk grafik mawar arah datang gelombang dan grafik kotak (stock chart). Rambatan gelombang pada musim Utara dan musim Peralihan I, arah datangnya didominasi dari arah Timur Laut. Sedangkan rambatan gelombang pada musim Selatan dan musim Peralihan II, arah datangnya lebih beragam. Karakteristik gelombang yang terbentuk di perairan Minahasa Tenggara pada musim Utara dan musim Peralihan I memperlihatkan periode gelombangnya lebih besar dari pada perairan Teluk Manado dan Perairan Bitung. Selanjutnya karakteristik gelombang yang terbentuk di perairan Semenanjung Minahasa memperlihatkan tinggi gelombang signifikan di perairan Bitung lebih tinggi dari pada perairan Teluk Manado dan perairan Minahasa Tenggara.

**Kata kunci:** Gelombang, ECMWF, Perairan Semenanjung Minahasa

**PENDAHULUAN**

Gelombang adalah salah satu faktor oseanografi fisik dinamis yang terjadi di lautan, di samping pasang

surut dan arus. Gelombang sangat berpengaruh terhadap daerah pantai dan berpengaruh terhadap manusia yang melakukan kegiatan di wilayah pesisir sampai ke arah laut.

Gelombang permukaan laut adalah fenomena oseanografi paling umum yang diketahui bahkan oleh pengamat biasa sekalipun (Melville, 2009). Demikian juga yang disampaikan oleh Talley et. al. (2011) bahwa arus dan gelombang di dekat pantai mempengaruhi navigasi dan konstruksi dermaga, pemecah gelombang, dan struktur pesisir lainnya.

Terbentuknya gelombang di perairan laut adalah sebagai akibat dari beberapa faktor alami maupun dampak dari aktivitas manusia yang dilakukan di perairan. Gelombang pada permukaan air dengan demikian merupakan hasil gangguan oleh suatu gaya yang umumnya disebabkan oleh angin, kapal yang bergerak, gangguan seismik dari dasar laut dangkal, atau gaya tarik gravitasi matahari dan bulan (Sorensen, 2006). Seperti yang disampaikan oleh Davidson-Arnott (2010) bahwa gelombang yang dihasilkan angin adalah input energi paling penting ke zona litoral dan bersama dengan arus yang dihasilkan gelombang, bertanggung jawab atas erosi pantai dan pengangkutan sedimen. Di samping itu, dari semua pembangkit gelombang, angin merupakan satu-satunya faktor yang dapat mudah diukur dan diprediksi.

Perairan sekitar Semenanjung Minahasa merupakan kawasan penting dalam kaitannya dengan berbagai aktivitas pemanfaatan ruang pantai dan laut, sehingga informasi mengenai kondisi gelombang pada kawasan perairan ini sangat penting untuk dibangun. Informasi tentang faktor oseanografi fisik di kawasan ini, antara lain gelombang, sangat diperlukan dalam kaitannya dengan berbagai aktivitas manusia di antaranya untuk kepentingan transportasi laut, pembangunan struktur pantai dan tidak kalah pentingnya sebagai informasi bagi para nelayan untuk beraktivitas di laut.

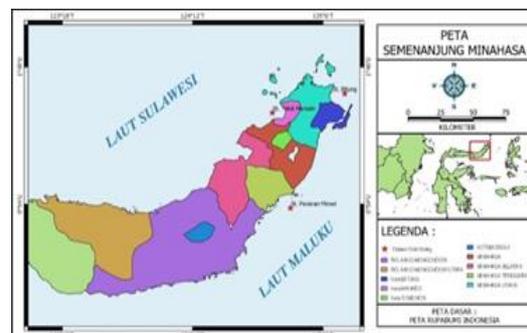
Pemahaman menyangkut karakteristik gelombang perairan akan lebih bermakna apabila informasinya

dihadirkan dalam aspek temporal yang cukup panjang. Hal tersebut dapat dipahami bahwa karakteristik dari berbagai faktor oseanografi fisik dapat menyimpulkan fenomena alam yang terjadi dalam musim yang berlangsung atau kurun waktu tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mendeskripsikan arah, periode, dan tinggi gelombang di beberapa kawasan perairan sekitar Semenanjung Minahasa dalam berbagai musim yang berlangsung, 2) menganalisis karakteristik gelombang harian dan musiman pada perairan sekitar semenanjung Minahasa.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan data gelombang dari ECMWF pada sejumlah titik stasiun yang terdapat pada kawasan perairan sekitar Semenanjung Minahasa. Seperti yang diuraikan sebelumnya, perairan di sekitar Semenanjung Minahasa adalah bagian Laut Sulawesi dan Laut Maluku. Oleh karena itu, stasiun penelitian ditetapkan sebanyak 3 (tiga) Stasiun; stasiun 1 perairan Teluk Manado dengan posisi geografis  $124^{\circ}45'00''$  T dan  $1^{\circ}30'00''$  U, stasiun 2 perairan Bitung dengan posisi geografis  $125^{\circ}15'00''$  T dan  $1^{\circ}37'30''$  U, dan stasiun 3 perairan Minahasa Tenggara dengan posisi geografis  $124^{\circ}52'30''$  T dan  $0^{\circ}52'30''$  U. Durasi waktu data gelombang yang digunakan selama 5 tahun, mulai bulan September 2014 sampai Agustus 2019.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

**Alat dan Bahan**

Kegiatan penelitian yang dilakukan menggunakan sejumlah peralatan dan bahan yang diuraikan dalam Tabel 01 berikut :

Tabel 01. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Nama Alat/Bahan	Kegunaan
1.	Data Gelombang	Bahan data dalam kegiatan penelitian
2.	Perangkat Lunak ODV	Perangkat lunak pembaca dan mengkon-versi data gelombang hasil unduhan
3.	Perangkat Lunak Microsoft Office (Word dan Excel)	Perangkat lunak untuk melakukan pembacaan hasil konversi dan di-gunakan untuk mengolah data gelombang serta pelaporan hasil
4.	Perangkat Lunak OriginPro 2016	Untuk menghasilkan grafik yang mendeskripsikan arah datang gelombang
5.	Perangkat Lunak Quantum GIS	Perangkat lunak yang digunakan untuk menghasilkan peta lokasi penelitian
6.	Shapefile Provinsi dan Kabupaten di Indonesia	Peta dasar dalam pembuatan peta
7.	Seperangkat peralatan komputer beserta	Menjalankan berbagai perangkat

---

alat pencetak lunak dan pencetakan hasil pene-litian

---

**Pengambilan Data**

Data gelombang yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil analisa prediksi gelombang yang dikeluarkan oleh ECMWF. Data parameter gelombang oleh ECMWF dalam situs <https://www.ecmwf.int/> hanya dapat diperoleh sampai bulan Agustus 2019.

Beberapa variabel gelombang dapat diperoleh melalui kegiatan unduhan pada situs <https://www.ecmwf.int/>. Variabel pertama yang dapat diunduh yaitu rata-rata arah gelombang (mean wave direction). Variabel berikutnya adalah tinggi gelombang signifikan (mean wave combine between sea and swell). Variabel lain yang diberikan adalah periode gelombang (wave period). Jadi tinggi gelombang yang diberikan adalah tinggi gelombang signifikan (Hs), adalah nilai rata-rata dari 1/3 data teratas setelah data gelombang diurutkan dari nilai terendah sampai tertinggi pada suatu periode waktu tertentu.

Aspek lain yang perlu diperhatikan untuk data gelombang dari ECMWF ini adalah aspek waktu. Waktu pencatatan yang diberikan untuk data setiap hari adalah pada jam 00, 06, 12, dan 18. Walaupun demikian, waktu pencatatan itu adalah menurut waktu UTC (Universal Time Coordinated), jadi harus disesuaikan data yang diperoleh menurut waktu lokal. Untuk waktu lokasi setempat perbedaannya dengan UTC adalah +8 jam, sehingga dalam pencatatan datanya harus dilakukan beberapa penyesuaian. Data gelombang jam 00 menjadi data untuk jam 08, data jam 06 menjadi data jam 14, data jam 12 menjadi data jam 20, dan data jam 18 menjadi data jam 02 untuk hari berikutnya. Hal ini mengakibatkan, pencatatan datanya dalam urutan waktu setiap hari menjadi data jam 02,

08, 14, dan 20, tetapi harus diingat untuk data jam 02 harus diambil data jam 18 hari sebelumnya. Pada penelitian ini, data yang dipergunakan adalah data jam 08:00 untuk pagi hari dan data jam 14:00 untuk data siang hari.

**Langkah Pengolahan dan Analisis Data**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis spasial-temporal yaitu metode analisis deskriptif-kuantitatif yang mendeskripsikan gambar/ peta-peta keluaran.

Hasil pengolahan data gelombang diperoleh lewat sejumlah tahapan pengolahan yang dilakukan. Adapun tahapan tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Data gelombang yang diunduh dalam format arsip NetCDF, dibaca menggunakan perangkat lunak ODV (*Ocean Data View*). Dalam tahapan ini, data gelombang dikonversi menjadi arsip berformat teks.
2. Data dalam format teks dibaca dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Hal yang harus diingat adalah hasil konversi dari perangkat lunak ODV berupa arsip teks, sehingga dalam pembacaannya dengan format excel harus mendefinisikan dengan benar tipe data yang berupa angka (numerik). Dalam tahapan ini, data gelombang disusun dalam bentuk tabel seperti berikut.

Tanggal	Jam 08			Jam 14		
	Arah Gelombang (°)	Periode Gelombang (det)	Tinggi Gelombang (m)	Arah Gelombang (°)	Periode Gelombang (det)	Tinggi Gelombang (m)

3. Selanjutnya data diolah menggunakan perangkat lunak OriginPro 2016 untuk memperoleh grafik mawar arah datang gelombang. Sebenarnya perangkat lunak

OriginPro 2016 ini umum digunakan untuk menggambarkan grafik mawar angin, tetapi dalam penelitian ini dijadikan alat bantu untuk menggambarkan arah datang gelombang.

4. Mengolah data periode gelombang dan tinggi gelombang dalam bentuk grafik kotak (*stock chart*) menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Untuk menghasil grafik ini maka dibutuhkan beberapa nilai hasil perhitungan dari data untuk menggambarkan grafiknya. Beberapa nilai tersebut adalah nilai tertinggi (*maksimum*), nilai terendah (*minimum*), nilai rata-rata (*mean*), dan nilai simpangan baku (*Standard Deviation*). Keempat nilai ini dapat dihitung menggunakan fasilitas formula pada perangkat lunak Microsoft Excel.
5. Hasil pengolahan ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan cara membandingkan berbagai grafik yang dihasilkan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan.

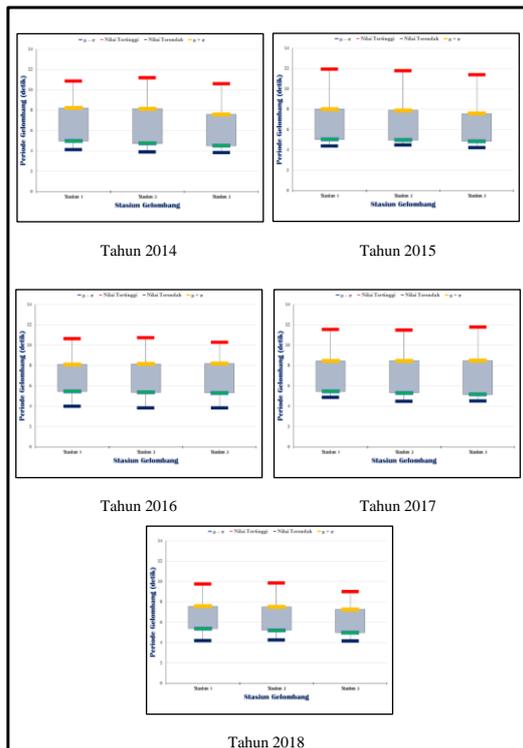
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perbandingan Karakteristik Periode dan Tinggi Gelombang di Ketiga Kawasan Perairan Sekitar Semenanjung Minahasa**

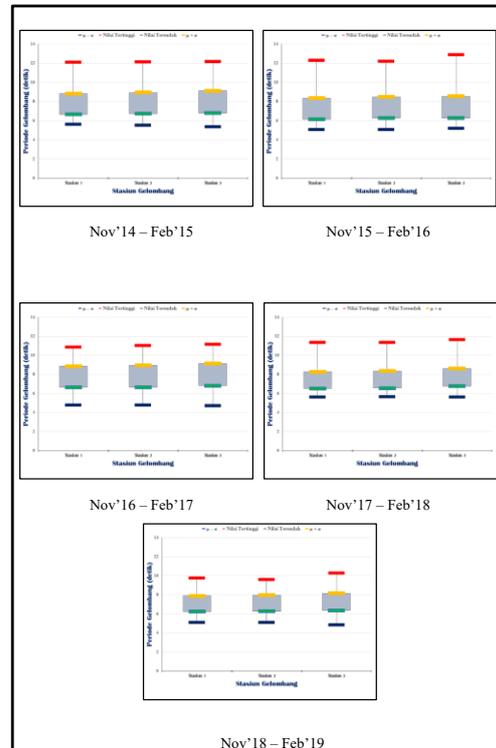
Perbandingan terhadap karakteristik periode gelombang di ketiga stasiun gelombang (Stasiun 1 perairan Teluk Manado, Stasiun 2 Perairan Bitung, dan Stasiun 3 Perairan Minahasa Tenggara), dilakukan menurut pembagian musim yang telah ditetapkan dalam tinjauan pustaka. Hal pokok yang menjadi perhatian adalah besar kecilnya nilai statistik periode gelombang rata-rata pada ketiga stasiun gelombang yang ditetapkan. Perbandingan dilakukan melalui deskripsi grafik kotak pada tiap-tiap

musim disetiap tahun. Hal tersebut dilakukan untuk melihat konsistensi perbedaan karakteristik periode gelombang rata-rata pada durasi 5 tahun data yang dianalisis. Deskripsi data periode gelombang rata-rata ini dilakukan dengan menggabungkan keseluruhan data jam 8 dan jam 14. Penggabungan data ini dilakukan karena dalam analisis sebelumnya tampak bahwa MWP yang terjadi pada jam 8 dan jam 14, melalui analisis grafik, tidak menampilkan perbedaan yang berarti. Hal yang sama juga dilakukan dalam membandingkan Hs pada ketiga stasiun gelombang di kawasan perairan sekitar Semenanjung Minahasa.

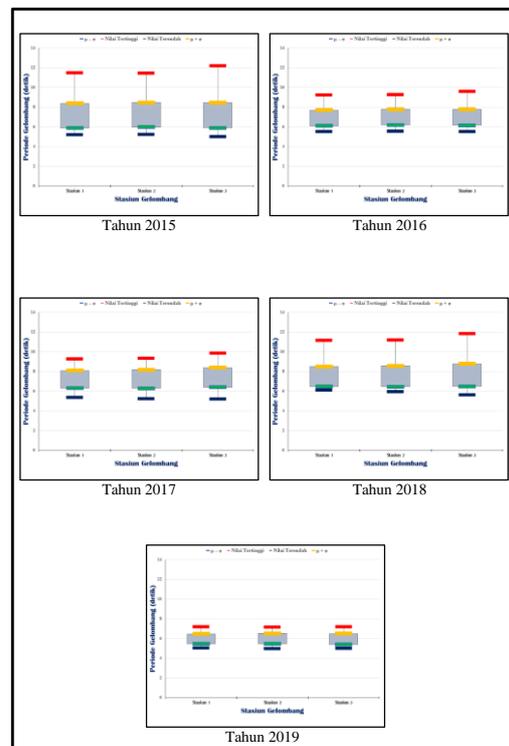
**Perbandingan Karakter Periode Gelombang Rata-Rata Antar Stasiun, Musim Peralihan II.**



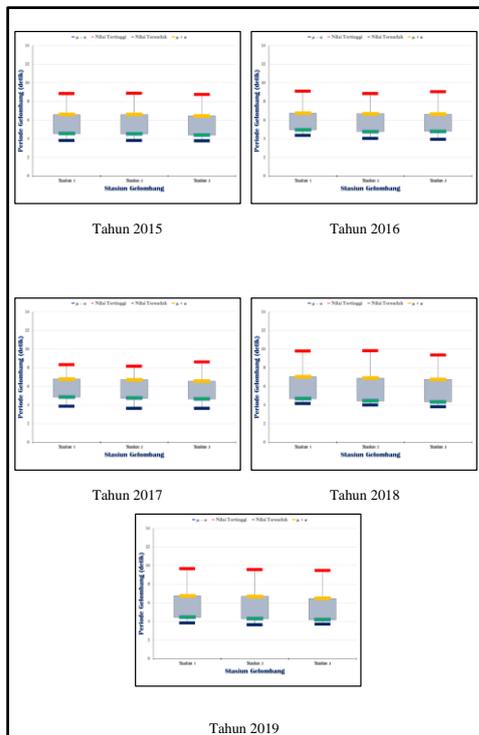
**Perbandingan Karakter Periode Gelombang Rata-Rata Antar Stasiun, Musim Utara**



**Perbandingan Karakter Periode Gelombang Rata-Rata Antar Stasiun, Musim Peralihan I**



**Perbandingan Karakter Periode Gelombang Rata-Rata Antar Stasiun, Musim Selatan**



Besarnya nilai MWP pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa yang diwakili oleh ketiga stasiun gelombang saat berlangsungnya musim Peralihan II dalam pengamatan selama 5 tahun menunjukkan keadaan berbeda setiap tahunnya apabila dilihat dari besarnya nilai MWP. Pada tahun 2014, 2016, dan 2018, MWP perairan Bitung lebih besar dibandingkan dengan dua stasiun lainnya, tahun 2015 MWP perairan Teluk Manado lebih besar, sedangkan pada tahun 2017 MWP perairan Minahasa Tenggara yang tampil terbesar.

Saat musim Utara berlangsung, MWP perairan Minahasa Tenggara konsisten selalu tampil dengan keadaan periode gelombang yang lebih besar dibanding perairan Teluk Manado dan perairan Bitung. Kondisi tersebut berlanjut sampai berlangsungnya musim Peralihan I. Besarnya nilai MWP perairan Teluk Manado dan perairan Bitung selama berlangsungnya

musim Utara dan musim Peralihan I setiap tahun, tampak relatif sama.

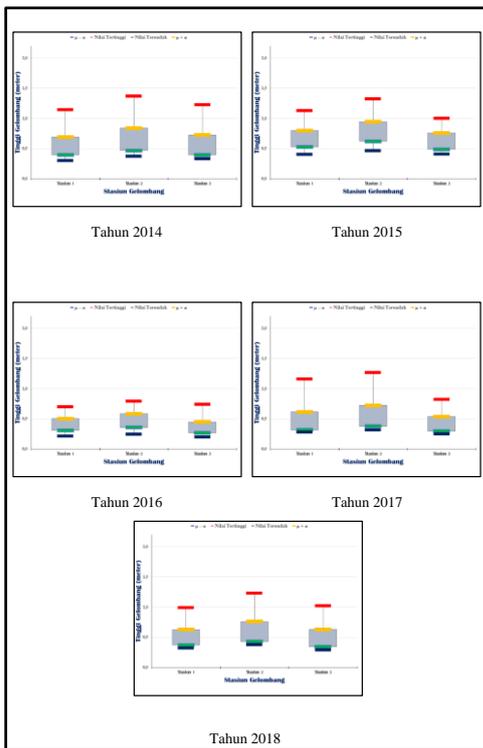
Saat berlangsung musim Selatan, perbedaan nilai MWP pada ketiga perairan sangat kecil, sekalipun pada tahun-tahun tertentu masih dapat dilihat perbedaannya. Melalui penampilan grafik periode gelombang, perbedaan relatif dapat dilihat pada tahun 2017, MWP perairan Minahasa Tenggara tampil sedikit lebih besar dibanding pada perairan Teluk Manado dan perairan Bitung. Apabila dicermati dengan lebih seksama, maka pada tahun 2018 tampak bahwa MWP perairan Bitung tampil terbesar tetapi dengan perbedaan yang sangat kecil dibanding MWP perairan Teluk Manado. Pada tahun 2016, perairan Bitung justru tampil dengan MWP paling kecil, sedangkan MWP perairan Teluk Manado dan perairan Mitra relatif sama. Tahun 2019, giliran MWP perairan Teluk Manado yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan dua perairan lainnya.

Perbedaan terhadap besarnya periode gelombang yang merambat di perairan sekitar Semenanjung Minahasa tampaknya memiliki kaitan dengan musim yang berlangsung. Bagian perairan Minahasa Tenggara tampil dengan periode yang lebih besar dibanding perairan Teluk Manado dan perairan Bitung saat berlangsung musim Utara dan Peralihan I. Saat berlangsung musim Selatan dan musim Peralihan II, kondisi periode gelombang pada perairan Sekitar Semenanjung Minahasa tampil tidak menentu. Pada saat tertentu, dapat saja perairan Teluk Manado memiliki periode gelombang lebih besar dibanding bagian perairan lainnya, sedangkan pada saat lainnya keadaan yang lain terjadi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa berdasarkan parameter periode gelombang dapat dibedakan menjadi dua kondisi yang berlangsung sepanjang musim setiap tahunnya. Kondisi di mana perairan Minahasa Tenggara memiliki periode gelombang

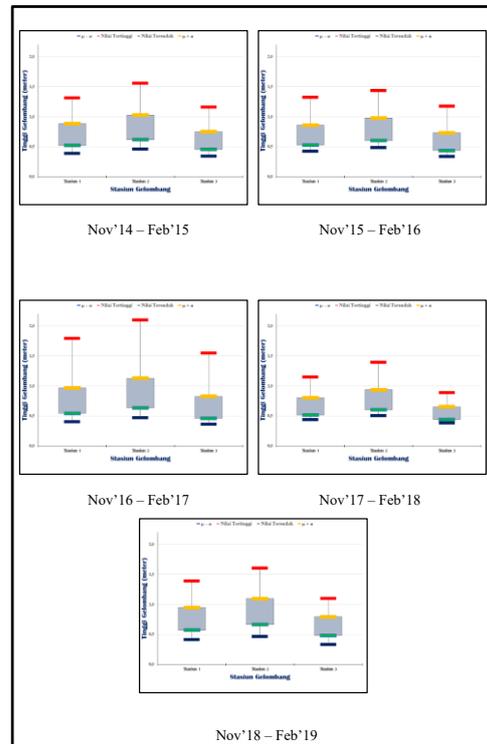
terbesar yang berlangsung selama musim Utara dan musim Peralihan I dan kondisi yang tidak menentu berlangsung selama musim Selatan dan Peralihan II.

Besarnya periode gelombang yang terjadi di suatu perairan memiliki hubungan dengan frekuensi gelombang. Semakin besar periode gelombang maka gelombang pada perairan akan tampil dengan frekuensi yang semakin sedikit. Dengan demikian, saat berlangsungnya musim Utara dan peralihan I, alunan gelombang pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa lebih banyak pada perairan Teluk Manado dan perairan Bitung dibanding perairan Minahasa Tenggara.

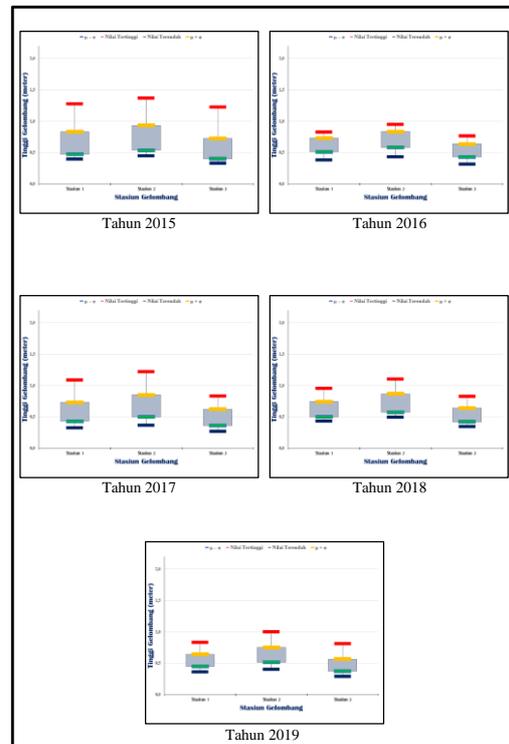
**Perbandingan Karakter Tinggi Gelombang Signifikan Antar Stasiun, Musim Peralihan II.**



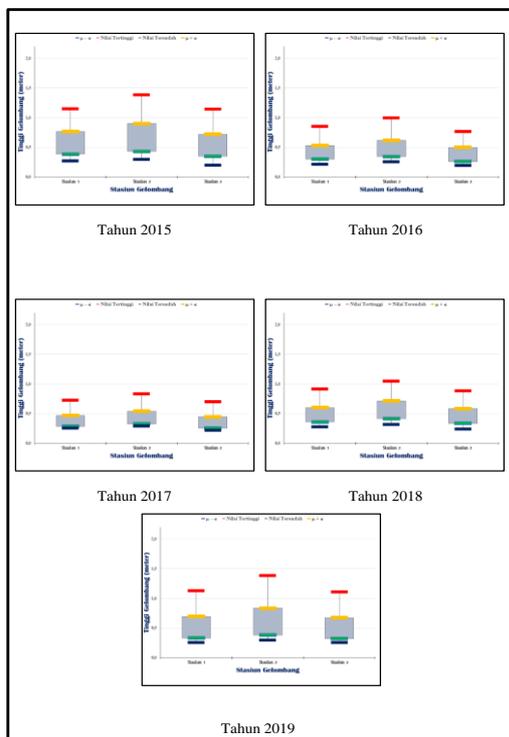
**Perbandingan Karakter Tinggi Gelombang Signifikan Antar Stasiun, Musim Utara.**



**Perbandingan Karakter Tinggi Gelombang Signifikan Antar Stasiun, Musim Peralihan I.**



**Perbandingan Karakter Tinggi Gelombang Signifikan Antar Stasiun, Musim Selatan.**



Berbeda dengan kondisi yang terjadi pada periode gelombang, tinggi gelombang yang merambat pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa memperlihatkan keadaan yang relatif tetap setiap tahunnya. Berdasarkan kajian terhadap Hs di perairan sekitar Semenanjung Minahasa tampak bahwa tinggi gelombang pada perairan Bitung sepanjang tahun selalu lebih besar dibanding perairan Teluk Manado dan perairan Minahasa Tenggara. Lebih jauh mencermati perbedaan yang tampak pada grafik tinggi gelombang, tampak bahwa perairan Teluk Manado hampir selalu memiliki tinggi gelombang yang lebih besar dibanding perairan Minahasa Tenggara. Walaupun demikian, perairan Minahasa Tenggara dapat saja memiliki tinggi gelombang yang sedikit lebih besar dibanding perairan Teluk Manado, sekalipun kondisi tersebut dapat dikatakan jarang terjadi. Melalui grafik dapat dilihat bahwa perairan Minahasa

Tenggara pada musim Peralihan II tahun 2014 memiliki tinggi gelombang yang sedikit lebih besar dibanding perairan Teluk Manado. Pada grafik juga dapat dilihat bahwa pada saat-saat tertentu, tinggi gelombang di perairan Minahasa Tenggara dapat dikatakan relatif sama atau hampir sama dengan di perairan Teluk Manado. Kondisi seperti ini dapat terjadi umumnya saat musim Selatan dan musim Peralihan II.

Melalui kajian terhadap periode dan tinggi gelombang di ketiga stasiun pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa, tampak bahwa perairan Bitung dapat dikatakan merupakan bagian perairan terberat menyangkut kondisi gelombangnya. Sepanjang tahun pada bagian perairan ini gelombang datang mengalir dengan tinggi yang lebih besar dibanding bagian perairan lainnya di sekitar Semenanjung Minahasa. Di samping itu, saat berlangsung musim Utara di mana gelombang mengalir dengan tinggi terbesar dibanding musim lainnya, periode gelombang pada perairan ini relatif lebih kecil terutama dibandingkan dengan periode gelombang yang mengalir di perairan Minahasa Tenggara. Hal ini berarti menciptakan kondisi pada perairan Bitung di mana gelombang mengalir tinggi dengan frekuensi yang lebih besar.

Mencermati kondisi gelombang di perairan sekitar Semenanjung Minahasa melalui data dari Copernicus Marine Service, tampaknya rambatan gelombang pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa terutama berasal dari alunan gelombang (swell) yang telah dibangkitkan dari tempat yang jauh. Kemungkinan ini tampak salah satunya dari keadaan di mana pola naik turunnya nilai MWP dan Hs memiliki kemiripan pada musim-musim yang berlangsung. Apabila gelombang pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa lebih banyak akibat pembangkitan lokal (sea), maka periode dan tinggi gelombang akan cenderung tidak memiliki pola yang

mirip di antara ketiga bagian perairan di sekitar Semenanjung Minahasa. Kemungkinan terbesar gelombang yang merambat pada perairan sekitar Semenanjung Minahasa adalah hasil pembangkitan dari Lautan Pasifik. Hal ini juga yang menyebabkan perairan Bitung memiliki gelombang dengan tinggi terbesar sepanjang tahun, karena bagian perairan ini secara langsung menghadap ke Lautan Pasifik.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisa data arah datang gelombang, periode, dan tinggi gelombang selama kurun waktu 5 tahun dari bulan September 2014 sampai dengan Agustus 2019 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis grafik mawar arah datang gelombang yang terjadi saat pagi dan siang hari tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Rambatan gelombang di lokasi penelitian pada musim Utara dan musim Peralihan I, arah datangnya didominasi dari arah Timur Laut. Sedangkan rambatan gelombang pada musim Selatan dan musim Peralihan II, arah datangnya lebih beragam.
2. Karakteristik gelombang yang terbentuk di perairan Minahasa Tenggara pada musim Utara dan musim Peralihan I memperlihatkan periode gelombangnya lebih besar dari pada perairan Teluk Manado dan Perairan Bitung. Sedangkan karakteristik gelombang di perairan Sekitar Semenanjung Minahasa pada musim Utara dan musim Peralihan I sangat bervariasi. Selanjutnya karakteristik gelombang yang terbentuk di perairan Semenanjung Minahasa memperlihatkan tinggi gelombang signifikan di perairan Bitung lebih tinggi dari pada perairan Teluk Manado dan perairan Minahasa Tenggara.

### DAFTAR PUSTAKA

- Davidson-Arnott, R., 2010. An Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. Cambridge University Press, New York. USA. p 442.
- Melville, W.K., 2009. Surface Gravity and Capillary Waves. In. Elements of Physical Oceanography. Second Edition. Ed : J.H. Steele, S.A. Thorpe, and K.K. Turekian. Elsevier Ltd. San Diego, California. USA. pp 1-17.
- Sorensen, R.M., 2006. Basic Coastal Engineering. Third Edition. Springer Science & Business Media, Inc. United States of America. P 324.
- Talley, L.D., Pickard G.L., Emery W.J., Swift J.H., 2011. Descriptive Physical Oceanography: An Introduction. Sixth Edition. Elsevier Ltd. San Diego, California. USA. p 555.