

## PENGARUH SERUAKAN DINGIN ASIA TERHADAP TINGGI GELOMBANG MAKSIMUM DI SELAT KARIMATA DAN LAUT JAWA

### *THE INFLUENCE OF ASIAN COLD SURGE ON THE MAXIMUM WAVE HEIGHT OVER KARIMATA STRAIT AND JAVA SEA*

**Budi Setiawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bidang Kualitas Udara Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

\*E-mail: [budbey@yahoo.com](mailto:budbey@yahoo.com)

Naskah masuk: 02 Juli 2021

Naskah diperbaiki: 15 Juli 2021

Naskah diterima: 29 Juli 2021

#### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan di daerah tropis dengan 2 (dua) musim (hujan dan kemarau), yang sebagian besar daerahnya merupakan daerah lautan. Musim di Indonesia sangat dipengaruhi oleh aktivitas monsun dingin Asia Timur yang juga memberikan pengaruh terhadap munculnya aktivitas seruakan dingin Asia yang membawa massa udara dingin dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan melewati daerah kepulauan maritim (*cross equatorial flow*). Kondisi ini kemudian menyebabkan terbentuknya awan – awan hujan yang merata dengan durasi yang cukup lama di daerah tersebut. Selain berdampak pada meningkatnya intensitas dan durasi hujan, seruakan dingin Asia diduga kuat juga memberikan dampak terhadap peningkatan tinggi gelombang di daerah tersebut. Hal ini dikarenakan pergerakan angin dominan yang bertiup cukup lama sehingga meningkatkan ketinggian gelombang, terutama di Selat Karimata dan Laut Jawa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan dampak seruakan dingin Asia terhadap variasi rata-rata tinggi gelombang maksimum di Selat Karimata dan Laut Jawa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat jeda waktu antara meningkatnya aktivitas seruakan dingin Asia di Laut Cina Selatan dengan meningkatnya tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa, sehingga dapat dilakukan antisipasi dini dampak gelombang tinggi yang ditimbulkan.

Kata kunci:

Seruakan dingin Asia, jeda waktu, prakiraan tinggi gelombang, pendekatan sebab akibat.

#### ABSTRACT

*Indonesia is an archipelagic state in the tropical area with 2 (two) seasons (rainy season and dry season), which predominantly covered by ocean. Seasons in Indonesia are highly affected by the activity of the monsoon, with several influences such as alteration of intensity and duration of rain as well as the prevailing wind speed and direction on a different season. East Asian Cold Monsoon provides the influence on the appearance of Asian Cold Surge activity that bring cold air mass from North Hemisphere to South Hemisphere through the maritime continent area (cross equatorial flow). This condition consequently forms distributed rain clouds with relatively long duration in that area. In addition to the increase in intensity and rain duration, Asian Cold Surge also has an impact on the wave height increase in the area. This is because the movement of prevailing wind in which it flows in a relatively long time that raises the height of the wave. This research aims to attain the influence of the Asian Cold Surge against the daily variation of the maximum wave height over Karimata Straits and the Java Sea. It shows that there is a time delay between the increase of Asian Cold Surge activity and the increase of the wave height in Karimata Strait and Java Sea. Due to this premise, it is possible to perform an early anticipation on the upcoming impact of high waves.*

Key words:

*Asian cold surge, wave height, time delay.*

## 1. Pendahuluan

Seruakan Dingin Asia atau *Asian Cold Surge* atau *Cold Surge* merupakan fenomena cuaca yang memberikan pengaruh sangat besar dan kuat di beberapa daerah di Asia Timur-Tenggara [1]. Fenomena ini memiliki variasi durasi antara 4 hingga 20 hari dengan variasi seruakan terkuat pada interval 6–7 hari. Kondisi ini diawali dengan peningkatan tekanan permukaan di Siberia pada saat musim dingin di belahan bumi bagian utara, bersamaan dengan penurunan suhu di daerah tersebut yang kemudian diikuti dengan munculnya lidah kontur suhu muka laut yang dingin di sepanjang Perairan Timur Benua Asia (selanjutnya disingkat sebagai PTBA) menuju Laut Cina Selatan (selanjutnya disingkat sebagai LCS). Hal ini menyebabkan peningkatan kecepatan angin yang berhembus dari benua Asia melalui kanal aliran di PTBA hingga LCS. Hal ini kemudian mendesak massa udara dari belahan bumi utara (selanjutnya disingkat sebagai BBU) yang melalui ekuator menuju belahan bumi selatan (selanjutnya disingkat sebagai BBS), yang kemudian disinyalir memberikan dampak terhadap peningkatan kecepatan angin utara di Selat Karimata serta angin Baratan di Laut Jawa. Peningkatan kecepatan angin di Laut Jawa kemudian memberikan dampak terhadap peningkatan tinggi gelombang di daerah tersebut.

Terdapat 3 (tiga) fase kejadian seruakan dingin Asia yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan awan di daerah LCS hingga kepulauan maritim Indonesia (BMKG, 2015). Tiga fase tersebut adalah:

- Fase 1: terjadi ketika seruakan dingin Asia diperkirakan terjadi maksimum di daerah Hong Kong (22 LU, 114 BT), dengan indikasi cuaca berupa udara dingin dan kering di daerah tersebut
- Fase 2: terjadi ketika seruakan dingin Asia diperkirakan mencapai koordinat 15 LU di LCS, dengan indikasi berupa angin meridional yang kuat ( $>8$  m/s) sepanjang 15 LU
- Fase 3: munculnya *cross equatorial flow* sebagai akibat seruakan dingin Asia yang kuat, dengan indikasi berupa angin meridional yang kuat ( $>5$  m/s) di sepanjang daerah benua maritim ekuator

*Cross equatorial flow* sendiri didefinisikan sebagai mengalirnya massa udara dari BBU ke BBS dengan melintasi ekuator, yang terjadi pada saat seruakan dingin aktif dan dengan syarat tidak terjadi pusaran angin di BBU, tidak terjadi palung tekanan rendah di dekat ekuator

serta tidak terjadi gangguan tropis ([2] dalam [3]).

Terdapat banyak penelitian [3-6] yang membahas mengenai dampak seruakan dingin terhadap kondisi cuaca khususnya perawanan di Indonesia untuk daerah dengan tipe hujan monsunial, yakni Sumatera, Jawa, Bali dan Nusa Tenggara, serta Kalimantan. Namun demikian seruakan dingin tidak hanya memberikan pengaruh terhadap kondisi perawanan saja, namun juga memberikan pengaruh terhadap kondisi maritim, yang dalam hal ini memberikan pengaruh paling signifikan terhadap tinggi gelombang [7]. Sementara itu informasi tinggi gelombang memegang peranan penting bagi keselamatan transportasi laut, sebagaimana Indonesia merupakan negara kepulauan dengan laut sebagai jalur penghubung perjalanan antar pulau. Dalam analisis kecelakaan transportasi laut yang dilakukan oleh Nathaniel, dkk [8] dengan menggunakan data dari KNKT Kementerian Perhubungan, disebutkan bahwa faktor terbesar kecelakaan transportasi laut di Indonesia disebabkan oleh faktor alam (38%) dan faktor manusia (36%).

Studi mengenai seruakan dingin Asia memberikan kemanfaatan dalam identifikasi bencana yang disebabkan banjir akibat hujan lebat di beberapa daerah Indonesia, serta identifikasi gangguan transportasi laut akibat peningkatan secara signifikan gelombang tinggi maksimum di perairan Indonesia. Namun berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, telah banyak studi dilakukan dalam menganalisis hubungan antara seruakan dingin dengan hujan, yakni terjadi peningkatan curah hujan ketika fase seruakan dingin aktif. Sementara itu masih belum banyak kajian-kajian yang lebih mendalam mengenai aktivitas seruakan dingin Asia terhadap kenaikan tinggi gelombang maksimum terutama di daerah perairan Indonesia. Oleh karena itu muncul pertanyaan penelitian yang dirasa perlu untuk dilakukan penelitian, yakni mengenai bagaimana pengaruh dan dampak seruakan dingin Asia terhadap variasi rata-rata tinggi gelombang maksimum di Selat Karimata dan Laut Jawa, dan bagaimana validasi hubungan sebelum dan pasca kejadian seruakan dingin harian terhadap tinggi gelombang maksimum di daerah tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan dampak seruakan dingin Asia terhadap variasi rata-rata tinggi gelombang maksimum di Selat Karimata dan Laut Jawa. Dipilihnya Selat Karimata dan Laut Jawa karena merupakan perairan laut yang paling terdampak

dari aktivitas seruakan dingin, dimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa daerah Sumatera, Kalimantan dan Jawa merupakan daerah tipe monsunal yang berhubungan dengan seruakan dingin [4].

## 2. Data Dan Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menguji dampak peningkatan tinggi gelombang untuk 5 (lima) kasus kejadian gelombang tinggi di Selat Karimata dan Laut Jawa pada saat seruakan dingin aktif di LCS. 5 (lima) kejadian yang telah dipilih dan akan dianalisis antara lain kejadian seruakan dingin Asia aktif pada tanggal 02 – 06 Januari 2013, 16 – 21 Januari 2013, 02 – 07 Maret 2013, 11 – 16 Januari 2014 dan 18 – 24 Februari 2014. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Data angin zonal dan meridional permukaan harian pada tanggal terpilih yang didapatkan dari *Earth System Research Laboratory (ESRL)*, *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* Amerika. Sedangkan dataset yang digunakan adalah data *NCEP/NCAR reanalysis surface level*. Data diperoleh dengan mengakses gratis di situs [www.esrl.noaa.gov](http://www.esrl.noaa.gov)
2. Data tinggi gelombang total maksimum bulanan pada tanggal terpilih dari model *Windwaves-05* yang telah divalidasi dengan hasil yang cukup baik. Data diperoleh dari Sub Bidang Informasi Meteorologi Maritim, BMKG.

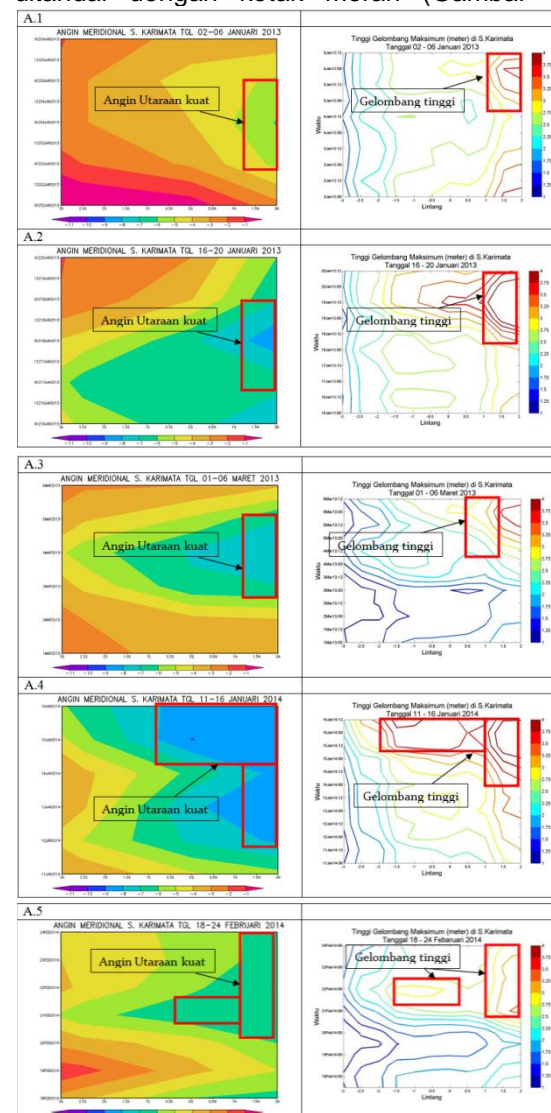
Sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan deskriptif. Peneliti berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek, yaitu pengaruh seruakan dingin terhadap tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa, dan juga dilakukan pengembangan teori yang ada dan telah memiliki validitas universal. Pendekatan lain yang dilakukan adalah pendekatan sebab akibat dimana mencari kebenaran bahwa seruakan dingin menjadi penyebab pada naiknya ketinggian gelombang laut di daerah Selat Karimata dan Laut Jawa yang terjadi hampir bersamaan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dari masing-masing kejadian kemudian dilakukan pengujian terhadap parameter angin zonal di Laut Jawa dan parameter angin meridional di Selat Karimata, serta tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati hubungan peningkatan pola angin meridional dengan tinggi gelombang maksimum pada

masing-masing kejadian. Analisis dilakukan dengan memperhatikan peta hovmoller untuk kekuatan angin dan ketinggian gelombang sehingga dapat diketahui tahap perubahan nilai besaran angin dan tinggi gelombang pada masing-masing kejadian.

**Angin Meridional Versus Tinggi Gelombang di Selat Karimata.** Analisis terhadap angin meridional dan tinggi gelombang di Selat Karimata dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antara pola angin meridional dengan pola gelombang maksimum di Selat Karimata. Daerah dengan pola kontur yang sama dengan ditandai dengan kotak merah (Gambar 1).



**Gambar 1.** Sebaran Hovmoller angin meridional (kiri) dan tinggi gelombang maksimum (kanan) di Selat Karimata pada Kejadian I – V (A.1 – A.5). (sumber: data diolah)

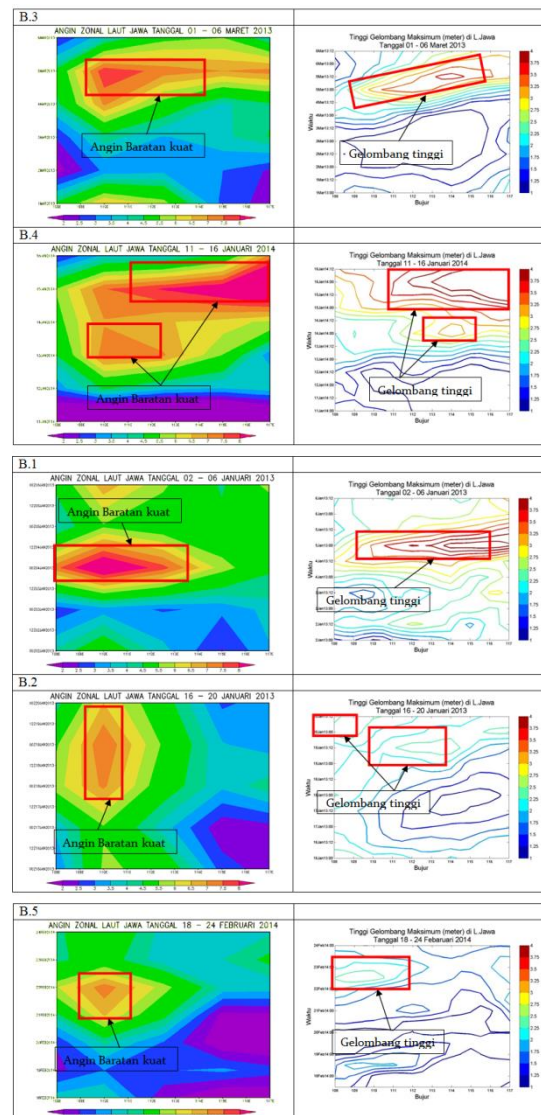
Dari peta Hovmoller kekuatan angin meridional di Selat Karimata, menunjukkan pola kontur yang hampir sama dengan ketinggian gelombang di Selat Karimata, meskipun tidak

persis sama. Hal ini dikarenakan besar resolusi grid yang berbeda pula, dimana untuk kekuatan angin meridional menggunakan lebar grid  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ , sementara untuk tinggi gelombang  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ . Namun demikian pada Kejadian I, II dan III ditunjukkan adanya pergeseran waktu yang sangat jelas terhadap peningkatan tinggi gelombang di Selat Karimata dibandingkan dengan peningkatan kecepatan anginnya, dimana peningkatan tinggi gelombang hingga mencapai maksimumnya terjadi beberapa hari setelah nilai kekuatan angin meridionalnya mencapai maksimum di Selat Karimata. Pada kejadian yang sama tidak terlihat adanya pergeseran posisi lintang antara lokasi angin meridional maksimal dengan tinggi gelombang maksimal. Sementara itu untuk kejadian IV dan V menunjukkan pola yang hampir mirip antara kedua peta Hovmoller. Perlu diperhatikan bahwa nilai negatif pada besaran angin meridional menunjukkan adanya angin utara sebagai akibat dari adanya aliran massa udara dari BBU yang sangat kuat, sehingga meningkatkan ketinggian gelombang yang cukup signifikan di Selat Karimata.

**Angin Zonal Versus Tinggi Gelombang di Laut Jawa.** Selanjutnya dilakukan analisis terhadap angin zonal dan tinggi gelombang di Laut Jawa. Sama halnya dengan pembahasan III.1, daerah yang diberi kotak merah menunjukkan daerah dengan pola kontur yang sama, yang mengindikasikan adanya hubungan antara pola angin zonal dengan pola gelombang maksimum di Laut Jawa.

Peta Hovmoller angin zonal di Laut Jawa pada Gambar 2 juga menunjukkan pola yang hampir sama dengan pola tinggi gelombang di Laut Jawa. Meskipun demikian terlihat adanya pergeseran waktu antara kejadian angin zonal maksimal dengan tinggi gelombang maksimal di Laut Jawa. Selain itu juga terdapat pergeseran posisi bujur ke arah Timur, dimana jelas terlihat pada Kejadian I hingga IV. Berkebalikan dengan angin meridional, untuk angin zonal nilai positif menunjukkan angin Baratan dari aliran massa udara dari BBU yang kuat, dimana kondisi ini juga mampu meningkatkan ketinggian gelombang yang cukup signifikan di Laut Jawa. Dapat disimpulkan dari perbandingan angin meridional dengan tinggi gelombang di Selat Karimata dengan angin zonal dengan tinggi gelombang di Laut Jawa, bahwa terdapat jeda waktu antara kejadian angin maksimal dengan tinggi gelombang maksimal selama 1 – 2 hari baik di Selat Karimata maupun di Laut Jawa. Pergeseran lokasi kejadian angin maksimal dengan gelombang maksimal tidak terlihat signifikan di daerah Selat Karimata, namun di

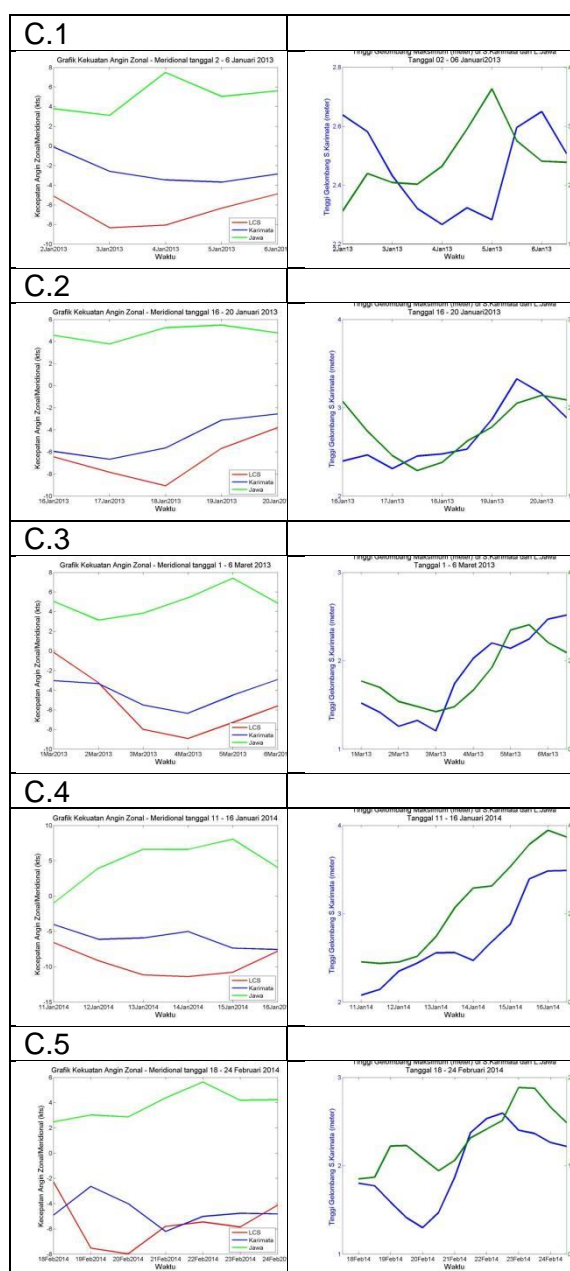
Laut Jawa terlihat adanya pergeseran yang cukup signifikan terutama pada Kejadian I hingga IV ke arah Timur. Hal ini dimungkinkan terjadi karena rambatan aliran angin kencang dari daerah asal di sebelah Barat dan menimbulkan gelombang tinggi yang cukup kuat di arah sebelah Timurnya. Dan untuk jeda waktu kejadian dapat dianalisis sebagai waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan tinggi gelombang terjadi selama 1 – 2 hari.



**Gambar 2.** Sebaran Hovmoller angin zonal (kiri) dan tinggi gelombang maksimum (kanan) di Laut Jawa pada Kejadian I – V (B.1 – B.5). (sumber: data diolah)



**Analisis Kekuatan Angin Meridional di LCS dan Selat Karimata, serta Angin Zonal di Laut Jawa terhadap Tinggi Gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa pada tiap-tiap Kejadian.** Kemudian dilakukan analisis terhadap hubungan peningkatan kekuatan angin di LCS terhadap kenaikan tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa, serta peningkatan kekuatan angin di Selat Karimata dan Laut Jawa terhadap kenaikan tinggi gelombang di lokasi yang sama. Perlu diingat bahwa angin meridional utara di LCS dan Selat Karimata yang kuat sebagai akibat dari seruakan dingin di BBU akan bernilai negatif, sementara angin zonal Baratan di L. Jawa yang kuat akan bernilai positif.



**Gambar 3.** Grafik angin zonal di Laut Jawa & meridional di Selat Karimata serta LCS (kiri) dan tinggi

gelombang maksimum (kanan) di Selat Karimata dan Laut Jawa pada Kejadian I – V (C.1 – C.5)  
(sumber: data diolah)

Dari perbandingan antara grafik kekuatan angin zonal dan meridional dengan tinggi gelombang dapat diketahui jeda waktu antara kekuatan angin maksimum pada masing – masing lokasi penelitian dengan tinggi gelombang maksimum pada masing – masing lokasi pula. Untuk mempermudah pembahasan maka selanjutnya ditentukan A adalah daerah penelitian di LCS, B adalah Selat Karimata dan C adalah Laut Jawa, dengan memperhatikan tabel di bawah ini.

**Tabel.1** Analisis jeda waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan ketinggian gelombang di daerah penelitian akibat dari kejadian seruakan dingin dari BBU.  
(sumber: data diolah)

| No                | Kekuatan Angin |        |        | Tinggi Gelombang |        | Jeda |     |     |     |
|-------------------|----------------|--------|--------|------------------|--------|------|-----|-----|-----|
|                   | A              | B      | C      | B                | C      | A-B  | B-B | A-C | C-C |
| K.I               | 3-Jan          | 5-Jan  | 4-Jan  | 6-Jan            | 5-Jan  | 3    | 1   | 2   | 1   |
| K.II              | 18-Jan         | 17-Jan | 19-Jan | 19-Jan           | 20-Jan | 1    | 2   | 2   | 3   |
| K.III             | 4-Mar          | 4-Mar  | 5-Mar  | 5-Mar            | 6-Mar  | 1    | 1   | 2   | 1   |
| K.IV              | 14-Jan         | 15-Jan | 15-Jan | 16-Jan           | 16-Jan | 2    | 1   | 2   | 1   |
| K.V               | 20-Feb         | 21-Feb | 22-Feb | 22-Feb           | 23-Feb | 2    | 1   | 3   | 1   |
| Nilai Rata – rata |                |        |        |                  |        | 1.8  | 1.2 | 2.2 | 1.4 |
| Nilai Tengah      |                |        |        |                  |        | 2    | 1   | 2   | 1   |

Keterangan: K= Kejadian

Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa jeda waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan kekuatan tinggi gelombang maksimum di Selat Karimata dan Laut Jawa memiliki rata – rata waktu 1.8 dan 2.2 hari jika kekuatan angin penggerak di LCS mencapai maksimum, dan 1.2 serta 1.4 hari jika kekuatan angin penggerak di lokasi yang sama, yakni Selat Karimata dan Laut Jawa. Sementara itu memiliki nilai tengah dimana merupakan jeda waktu yang paling sering terjadi sebesar 2 hari jika kekuatan angin penggerak mencapai maksimum di LCS dan 1 hari jika kekuatan angin penggerak mencapai maksimum di lokasi yang sama. Sehingga rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan kekuatan tinggi gelombang lebih lama di Laut Jawa dibandingkan dengan di Selat Karimata, sedangkan umumnya butuh 2 hari untuk menaikkan tinggi gelombang jika seruakan dingin sudah diidentifikasi aktif di LCS, dan umumnya butuh 1 hari jika seruakan dingin sudah mencapai lokasi yang sama.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Thurman [9], menyatakan bahwa jika terdapat kekuatan angin yang bertiup pada suatu daerah lautan, maka secara bertahap akan membentuk gelombang kecil (gelombang kapilar) yang kemudian akan terbentuk gelombang yang lebih besar baik secara panjang gelombang maupun ketinggian (gelombang grafiti). Sejalan dengan kesimpulan tersebut, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa meningkatnya kekuatan aliran angin pada saat seruakan dingin aktif dari BBU, maka diperlukan waktu secara bertahap untuk meningkatkan ketinggian gelombang di daerah yang dilalui oleh aliran angin ini yang juga sejalan dengan penelitian sebelumnya [10], yakni di Selat Karimata dan Laut Jawa. Sementara itu hasil penelitian ini bersesuaian dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di lokasi yang berbeda, dimana pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hai [7] dikemukakan bahwa terdapat peningkatan tinggi gelombang di LCS pada saat seruakan dingin Asia aktif. Pada penelitian ini kemudian juga diambil kesimpulan bahwa terdapat peningkatan tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa pada saat terjadi fase seruakan dingin Asia yang aktif.

Dari keseluruhan proses penelitian, dalam mencari hubungan antara aktivitas seruakan dingin dari BBU terhadap ketinggian gelombang laut di Indonesia, didapatkan kesimpulan bahwa dari hasil analisis terhadap 5 (lima) sampel kejadian seruakan dingin aktif, diketahui bahwa:

- a. Perambatan peningkatan tinggi gelombang akibat seruakan dingin Asia terjadi secara bertahap yang diawali dari Selat Karimata kemudian menjalar ke wilayah Laut Jawa.
- b. Dibutuhkan rata – rata 1,8 hari di Selat Karimata dan 2,2 hari di Laut Jawa jika seruakan dingin aktif di LCS. Butuh 2 (dua) hari untuk menaikkan tinggi gelombang di Selat Karimata dan Laut Jawa jika seruakan dingin sudah aktif di LCS, dan 1 (satu) hari pada lokasi yang sama
- c. Terdapat pergeseran wilayah tinggi gelombang maksimum ke arah timur di Laut Jawa akibat kecepatan angin zonal maksimum pada saat seruakan dingin Asia.

Pada prinsipnya dapat ditarik suatu kesimpulan utama, yaitu bahwa seruakan dingin memberikan pengaruh langsung di Selat Karimata dan pengaruh tidak langsung di Laut Jawa terhadap kenaikan tinggi gelombang maksimum. Pengaruh langsung karena kuatnya angin utara dari BBU di Selat Karimata, dan pengaruh tidak langsung berupa *cross equatorial flow* yang membelokkan arah angin

ke timur di Laut Jawa sehingga mampu menaikkan ketinggian gelombang di kedua wilayah tersebut.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ramage C.S. (1971). *Monsoon Meteorology*, International Geophysics Series, volume 15, Elsevier Science & Technology.
- [2] Swarinto., Y.S. (1996). Studi tentang Aliran intas Ekuator pada Paras 850mb di Daerah Sekitar laut Jawa. Skripsi Universitas Indonesia. Depok
- [3] Supari & Hariadi. (2006). *Analisis Skala Makro dan Skala Meso terhadap aktivitas Cold Surge*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol 7 No.2 Juni 2006. ISSN 1411-3082.
- [4] Affandi, R & Lubis, A & Septiadi, D. (2012). Karakteristik Pola Curah Hujan di Daerah Sekitar Teluk (Studi Daerah Nabire Provinsi Papua dan Fakfak Papua Barat). Jurnal Matematika dan Sains, ITB, Bandung.
- [5] Aldrian, E. Utama, G.S.A., 2007. Identifikasi dan Karakteristik Seruakan Dingin (*Cold Surge*) Tahun 1995 – 2003. Jurnal Sains Dirgantara. Vol. 4 No.2. Hal. 107 – 127.
- [6] Taryono. (2012). *Kajian Aktivitas Cold Surge dan Southerly Surge saat Monsun Asia Musim Dingin di Daerah Jawa*, Tesis S2, Institut Teknologi Bandung, Program Studi Kasus Kebumihan, FITB.
- [7] Hai, O.S. (2013). *Process, Features and Impacts of Cold Surge Induced Monsoon Disturbances in the Equatorial South China Sea During the North East Monsoon*, National Antarctic Research Center Institute of Post Graduate Studies University of Malaya Kuala Lumpur, disajikan dalam seminar Forum Iklim Kebangsaan 2013 Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI).
- [8] Nathanael, I., Guming, R.O.S., & Pitana, T. (2006). *Analisis Keselamatan Awak Kapal Berdasarkan Konsep the Marine Labor Convention (MLC) 2006 di Rute Penyeberangan Ketapang – Gilimanuk*. Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Thurman, H.V & Trujillo, A.P. (2001). *Essentials of Oceanography Seventh Edition*, Prentice Hall Publisher.
- [10] Mori, S., Hamada, M.D., Yamanaka, M.D. (2018). Meridional march of Diurnal Rainfall over Jakarta, Indonesia, Observed with a C-band Doppler Radar: an overview of HARIMAU 2010 Campaign. Progress in Planetary Sci 5, 47 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0202-9>.