

## KARAKTERISTIK KECEPATAN HANYUT GELOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN DATA MODEL GLOBAL PERIODE 2022 – 2023 DI PERAIRAN SELAT SUNDA

### CHARACTERISTICS OF THE WAVE DRIFT VELOCITY BASED ON THE GLOBAL MODEL DATA DURING 2022-2023 IN SUNDA STRAIT WATERS

Ferry Setiawan<sup>1</sup>, Widodo Setiyo Pranowo<sup>3</sup>, Ibnu Abdul Azis<sup>2</sup>, & Kurnia Malik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Hidro-Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi S2 Teknik Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset Nasional, Bandung, Indonesia

e-mail : Setiawan.ferry2481@gmail.com

#### ABSTRAK

Selat sunda merupakan perairan yang menghubungkan pulau Jawa dan pulau Sumatra, dan menghubungkan perairan laut Jawa dan Samudra Hindia, disamping itu keberadaan selat sunda juga menjadikan perairan ini sebagai akses jalur perdagangan dunia yang mana di dalamnya memiliki peranan penting baik di sektor ekonomi, infrastruktur, transportasi dan aktifitas Masyarakat lainnya. Dalam hal ini tidak terlepas dari pemahaman tentang gelombang di laut yang mempunyai peranan penting dalam pengambilan Keputusan dalam memanfaatkan perairan. Penelitian ini bertujuan mengkaji bagaimana karakteristik kecepatan hanyut gelombang (*wave stock drift*) di perairan selat sunda. Penelitian yang dilaksanakan menggunakan data dari ECMWF dari marine Copernicus selama 1 tahun yang diwakilkan dalam 4 musim, musim barat, musim peralihan 1, musim timur, musim peralihan 2. Dari 3 turunan gelombang tersebut akan diolah dan dianalisis dengan mengkorelasikan dengan Stokes drift dan didapatkan hasil dari determinasi dan korelasi dari gelombang tersebut. Hasil dari analisis tersebut menghasilkan data bahwa kecepatan hanyut gelombang memiliki nilai determinasi dan korelasi yang sangat kuat terhadap gelombang angin dibandingkan dengan gelombang alun maupun gelombang signifikan. Rata-rata kecepatan hanyut gelombang selama periode musiman berkisar antara 0,05 – 0,11 m/s, dengan pola arah gelombang berdasarkan arah datangnya angin, apabila angin barat maka arah gelombang rata-rata ke timur begitupun sebaliknya. Dengan begitu karakteristik hanyut gelombang di selat sunda dapat dikatakan bahwa semakin tinggi gelombang angin, maka kecepatan hanyut gelombang juga semakin bertambah. Pada penelitian ini masih menggunakan data model sehingga perlu dilakukan pengujian di lapangan secara langsung untuk penelitian selanjutnya.

**Kata kunci:** kecepatan hanyut gelombang, pemodelan data gelombang global, variasi tinggi gelombang musiman koefisien determinasi dan korelasi, selat sunda.

#### ABSTRACT

*The Sunda Strait is a waterway that connects the island of Java and the island of Sumatra, and connects the waters of the Java Sea and the Indian Ocean, besides that the existence of the Sunda Strait also makes this waterway an access to the world trade route in which it has an important role both in the economic sector, infrastructure, transportation and other community activities. In this case, it is inseparable from the*

*understanding of waves in the sea which has an important role in making decisions in utilizing waters. This study aims to examine how the characteristics of wave stock drift speed in the waters of the Sunda Strait. The research was conducted using data from ECMWF from marine Copernicus for 1 year which is represented in 4 seasons, west season, transitional season 1, east season, transitional season 2. From the 3 wave derivatives will be processed and analyzed by correlating with Stokes drift and obtained the results of the determination and correlation of the wave. The results of the analysis show that wave drift speed has a very strong determination and correlation value with wind waves compared to swell and significant waves. The average wave drift speed during the seasonal period ranges from 0.05 - 0.11 m/s, with a wave direction pattern based on the direction of the wind, if the wind is west, the average wave direction is to the east and vice versa. Thus the characteristics of wave drift in the Sunda Strait can be said that the higher the wind waves, the speed of wave drift also increases. This research still uses model data so it is necessary to do direct field testing for further research.*

**Keywords:** *wave drift velocity, global wave data modeling, seasonal wave height variation, coefficient of determination and correlation, Sunda Strait.*

## PENDAHULUAN

Selat Sunda merupakan bagian dari Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) I, Karakteristik dari selat ini adalah bentuknya yang seperti corong dengan bagian utara selat lebih sempit dengan luas kurang lebih 24 km dan juga lebih dangkal dengan kedalaman  $\leq 80$  m, sedangkan bagian selatan lebih lebar yang mana luasnya sekitar 100 km serta memiliki kedalaman mencapai 1.575 m (Birowo, 1983) yang menghubungkan perairan Samudera Hindia melewati Selat Karimata menuju Laut China Selatan atau sebaliknya. ALKI merupakan konsekuensi Indonesia sebagai negara kepulauan setelah pemerintah Indonesia meratifikasi Hukum Laut Internasional UNCLOS 1982 (Unclos, 1982) mela Undang-Undang RI Nomor 17 Tahun 1985. Selat Sunda adalah rute yang biasadigunakan untuk pelayaran internasional. Pada perairan ini juga terdapat jalur penyeberangan dari Pulau Jawa (pelabuhan Merak) ke Pulau Sumatera (pelabuhan Bakauheni) yang dioperasikan oleh Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan (ASDP) Kementerian Perhubungan RI. Kepadatan lalu lintas laut meningkatkan risiko kecelakaan di laut akibat tabrakan (Sobaruddin *et al.*, 2017).

Oleh karena itu, dalam rangka perencanaan dan pengelolaan kegiatan dan tata ruang laut yang berkelanjutan secara efektif dan efisien, pemahaman tentang gelombang laut sangatlah penting sebagai poros utama. Pengertian Gelombang itu sendiri adalah sebuah elemen penting dalam layanan informasi meteorologi maritim (layanan meteorologi). Hal ini sering terjadi Gelombang tinggi pasti bisa menjadi penyebabnya gangguan terhadap aktivitas penangkapan ikan, Transportasi laut antar pulau dimungkinkan berdampak pada kehidupan warga, misalnya kekurangan pangan beberapa pulau kecil dan gangguannya berbagai kegiatan pembangunan karena Persediaan material konstruksi terhambat (Setiawan *et al.*, 2016) berkaitan dengan itu, salah satu parameternya yaitu kecepatan hanyut gelombang, juga dikenal sebagai kecepatan hanyut laut (*Stokes*), adalah salah satu parameter penting dalam kaitannya dengan gelombang. Profil kecepatan hanyut gelombang diperlukan untuk menghitung lintasan benda yang melayang, minyak, dan zat lainnya (Breivik *et al.*, 2016). Karakteristik kecepatan hanyut gelombang di perairan Selat Sunda pada periode 2022 - 2023 (1 tahun) dipelajari

dengan menggunakan data model gelombang *global Marine Copernicus* (ODV 5.6.5). (Schlitzer, 2018). Salah satu daerah perairan di Indonesia yang terkena dampak musim adalah Selat Sunda. Musim di Indonesia dibagi menjadi empat periode: Musim Barat (Desember - Januari - Februari), Musim Peralihan I (Maret - April - Mei), Musim Timur (Juni - Juli - Agustus), dan Musim Peralihan II (September - Oktober - November) (Wyrski, 1961 ;Siregar *et al.*, 2017)

Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang sifat kecepatan hanyut gelombang di laut, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi manajemen perairan yang lebih baik dan adaptasi terhadap perubahan iklim di masa depan. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang sifat kecepatan hanyut gelombang akan membantu berbagai aplikasi praktis di bidang maritim dan oseanografi, dan akan memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan. Khususnya di perairan selat sunda.

## BAHAN DAN METODE

Berdasarkan Copernicus Service Catalogue, 2023, tinggi gelombang signifikan adalah tinggi gelombang yang menunjukkan ketinggian rata-rata sepertiga tertinggi gelombang laut (*ocean/sea surface wave*) yang disebabkan oleh angin dan alun. Spektrum gelombang laut ini dapat dibagi menjadi dua kategori: gelombang angin (*wind-sea waves*) yang dipengaruhi langsung oleh angin lokal dan gelombang alun yang disebabkan oleh pengaruh angin pada lokasi dan waktu yang berbeda. Sedangkan arah rata-rata gelombang laut diperoleh dari pengaruh angin lokal dan alun, dengan satuan arah rata-rata gelombang laut dalam derajat (Azies *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2021; van den Bremer *et al.*, 2018) Arah rata-rata gelombang 0° berarti “datang dari arah utara”, dan seterusnya.

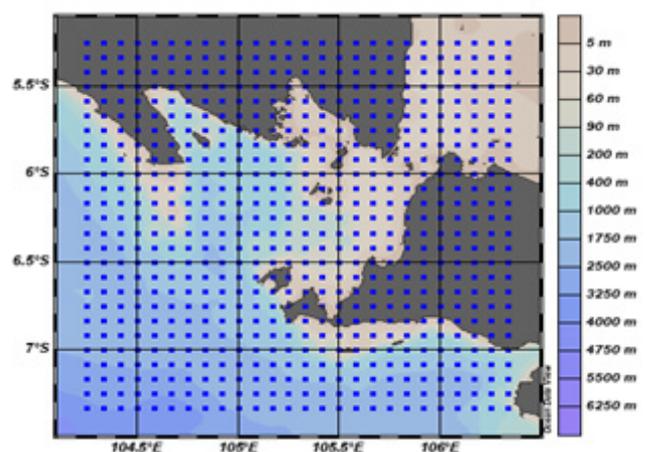
Penelitian ini dilaksanakan pada area selat sunda dengan area dan stasiun observasi yang bisa dilihat dari tabel 1 dan gambar 1 dibawah ini. Artikel ini juga menggunakan 1 (satu) set data sekunder, Sumber data didapatkan dari *Global Ocean Waves Analysis and Forecast* di marine Copernicus. eu. Selama 1 tahun dari agustus 2022 sampai dengan juli 2023. Data tersebut berupa system analisis dan prakiraan laut global operasional meteo-france dengan resolusi spasial 0,083° atau setara dengan 9,213 km. Produk ini mencakup temporal data 3 jam dari parameter gelombang terintegrasi dari spektrum total (tinggi signifikan, periode, arah, drift Stokes, dll. serta partisi lainnya yaitu: gelombang angin, gelombang gelombang primer dan sekunder. Sistem gelombang global Météo-France didasarkan pada model gelombang MFWAM yang merupakan model gelombang generasi ketiga. Model MFWAM ditingkatkan

Tabel 1 Daftar Posisi Geografis Area Observasi Virtual.

Table 1 List of Geographical Positions of Virtual Observation Areas.

No	Nama area	Lintang	Bujur
1.	Selat sunda utara	5.25 ° LS	104.25 ° BT
2.	Selat sunda selatan	7.33 ° LS	106.33 ° BT

Sumber: hasil pengolahan



Gambar 1. Area Observasi Virtual di Perairan Selat Sunda dengan ODV.

Figure 1. Virtual Observation Area in the Sunda Strait Waters with ODV.

pada November 2014 berkat perbaikan yang diperoleh dari proyek penelitian Eropa (Janssen *et al.*, 2014). Model ini berarti batimetri dihasilkan dengan menggunakan data topografi global grid 2 menit ETOPO2/NOAA. Data yang diunduh berupa gelombang (*stokes drift velocity, significant wave, swell wave, wind wave*). Hasil unduhan Copernicus berformat file Network Common Data Form (netCDF). Nilai kecepatan hanyut gelombang diperoleh dari perhitungan numerik gelombang, yang menghasilkan komponen-u dan-v. Komponen-u berada di sumbu-x atau sumbu-utara (VSDX) dan komponen-v berada di sumbu-y atau sumbu-timur (VSDY). Nilai-nilai ini dibatasi beberapa meter di atas kolom air, sekitar 0,5 meter dari permukaan air (Breivik *et al.*, 2016). Selain itu *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* Microsoft office yaitu Microsoft word dan Microsoft excel, minitab 21.4.1, selain itu juga ada *Ocean Data View* (ODV) (Schlitzer, 2018) yang digunakan untuk menentukan titik lokasi kajian penelitian dan sebagai pembaca data.

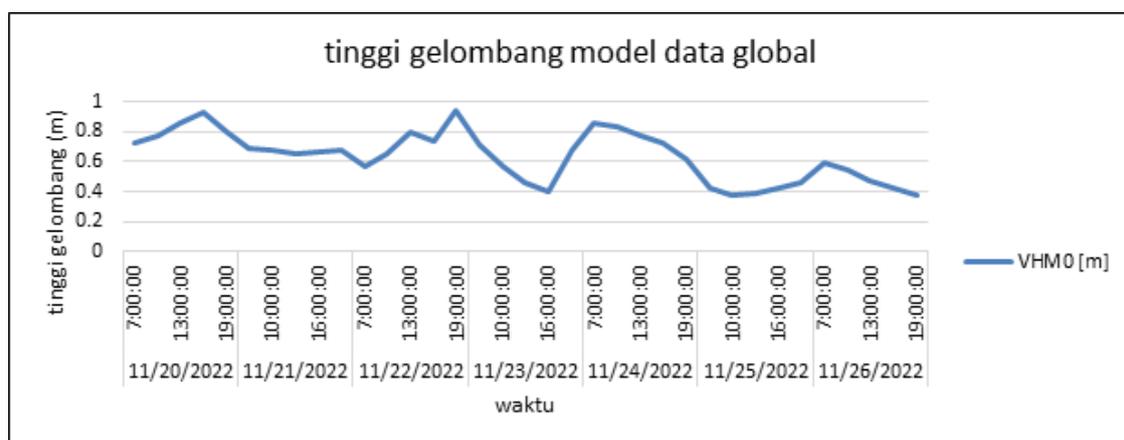
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakter Tinggi Gelombang Signifikan Bulanan Dan Musiman

Pada penelitian terdahulu yang ditulis oleh (Putri *et al.*, 2022) menyebutkan bahwa tinggi gelombang signifikan yang terjadi di

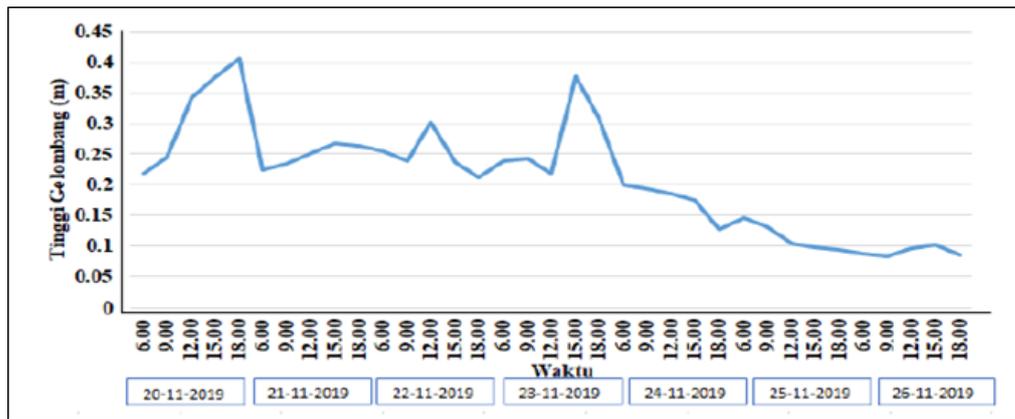
selat sunda khususnya di pantai alau-alau berdasarkan pengamatan visual berkisar antara 0,082 – 0,405 m. Dalam hal ini untuk membandingkan data tinggi gelombang yang terjadi pada tahun 2022 dengan bulan dan tanggal yang sama dapat diketahui pada perbandingan Gambar 2 dan Gambar 3.

Berdasarkan hasil perbandingan tinggi gelombang signifikan menunjukkan bahwa hasil dari pengamatan visual dengan data MFWAM sangat berbeda baik dari pola maupun ketinggian gelombangnya. Ketinggian maksimum gelombang signifikan pada MFWAM berada di angka 0,93 m sedangkan untuk data lapangan di angka 0,4 m, untuk ketinggian minimum pada data MFWAM berada di angka 0,37 m dan data lapangan di angka 0,08 m. Jarak stasiun observasi pada kedua data  $\pm 6,8$  Km. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilaksanakan BMKG dalam CNN-Indonesia (2019) dalam penelitian (avrian *et al.*, 2021) disebutkan juga bahwa ketinggian gelombang signifikan di perairan banten bagian selatan dan selat sunda mencapai ketinggian 1,25 – 2,5 m pada laut lepas. Perbedaan ketinggian gelombang tersebut kemungkinan diduga akibat adanya kondisi peningkatan kecepatan angin, kedalaman ataupun topografi dasar lautan, selain itu besarnya ketinggian gelombang juga tidak terlepas dari luas perairan dimana sebagai daerah pembentuk gelombang



Gambar 2. Grafik tinggi gelombang signifikan pada data model global (MFWAM) periode 20 – 26 September 2022 (sumber: hasil pengolahan data model global).

Figure 2. Graph of significant wave heights in global model data (MFWAM) for the period 20 – 26 September 2022 (source: results of global model data processing).



Gambar 3. Grafik tinggi gelombang signifikan data lapangan periode 20 – 26 September 2019.  
 Figure 3. Graph of significant wave heights from field data for the period 20 – 26 September 2019.

(muliati, 2021) bahkan secara umum bahwa ketinggian gelombang di wilayah perairan pedalaman konsisten selalu Lebih rendah dibandingkan wilayah laut lepas (Marzuki *et al.*, 2021)

data model global MFWAM pada kurun waktu 1 tahun di setiap puncak musim.

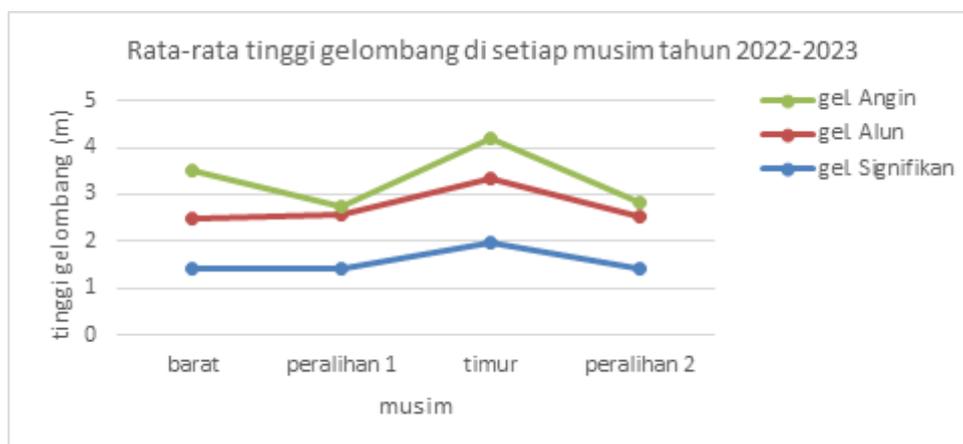
Berdasarkan data pada Tabel 2 diketahui bahwa tinggi gelombang rata-rata yang terjadi pada fase musiman memiliki nilai rata-rata gelombang signifikan yang berkisar antara 1,394 – 1,414 m, rata-rata gelombang

Dalam Tabel 2, untuk ketinggian gelombang pada periode musiman menurut

Tabel 2. Rata-rata tinggi gelombang di setiap puncak musim tahun 2022 – 2023  
 Table 2. Average wave height at each peak season in 2022 – 2023

Musim	tinggi gelombang rata-rata								
	gel. Signifikan			gel. Alun			gel. Angin		
	<i>lower</i>	<i>mean</i>	<i>upper</i>	<i>lower</i>	<i>mean</i>	<i>upper</i>	<i>lower</i>	<i>mean</i>	<i>upper</i>
barat	0,04	1,394	3,29	0,02	1,068	2,47	0	1,068	2,5
peralihan 1	0,03	1,394	3,33	0,02	1,189	3,33	0,00	0,173	0,17
timur	0,14	1,950	3,78	0,08	1,393	3,36	0	0,836	2,67
peralihan 2	0,04	1,414	2,67	0,02	1,130	2,59	0	0,300	1,52

Sumber: hasil pengolahan



Tabel 4. Rata-rata tinggi Gelombang di Setiap Musim pada tahun 2022-2023.  
 Table 4. Average Wave Height in Each Season in 2022-2023.

alun berada pada kisaran 1,068 – 1,130 m, dan nilai rata-rata gelombang angin berkisar antara 1,068 – 0,3 m. Serta memiliki nilai besaran ketinggian maksimal gelombang signifikan pada musim barat pada bulan Desember- Januari – Februari (DJF) dengan nilai 3,29 m dan musim timur pada bulan Juni – Juli- Agustus (JJA) pada nilai besaran 3,78 m dibandingkan pada musim peralihan 1 pada bulan Maret – April – Mei (MAM) maupun peralihan 2 pada bulan September – Oktober – November (SON). Serta memiliki nilai besaran ketinggian gelombang angin sebesar 2,5 di musim barat dan 2,67 di musim timur, nilai besaran ini lebih besar dibandingkan pada musim peralihan 1 dan peralihan 2. Hal ini sesuai dengan yang ditulis oleh (Kurniawan *et al.*, 2011) yang menyebutkan bahwa Pola angin musiman di Indonesia berhubungan erat dengan variasi gelombang di perairan. Gelombang rata-rata lebih tinggi pada musim monsun Asia dan Australia (DJF dan JJA) daripada pada masa peralihan (MAM dan SON), dan puncak gelombang tertinggi terjadi pada bulan Januari dan Juli. Pada data tersebut hampir sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa ketinggian gelombang signifikan maksimum berada di angka 2,67-3,78 m, pada penelitian sebelumnya karakter tinggi gelombang maksimum selama kurun waktu 10 tahun di selat sunda adalah hasil penjarangan gelombang dengan ketinggian rata-rata di angka 2,15 – 3,45 m (avrian *et al.*, 2021)

**Karakteristik Kecepatan Hanyut Gelombang**

Ada beberapa penelitian berkaitan dengan oseanografi yang sudah dilaksanakan di selat sunda yaitu beberapa diantaranya oleh (Rahmawitri *et al.*, 2016) tentang pola sirkulasi arus, penelitian (Amri *et al.*, 2014) tentang karakteristik oseanografi dan kelimpahan plankton, penelitian (Fauzi *et al.*, 2020) dan masih banyak lagi. Dari sekian jurnal penelitian di selat sunda hamper tidak ada atau tidak ada sama sekali yang membahas

tentang kecepatan hanyut gelombang sebagai salah satu bagian penting dalam peranannya sebagai pengambilan Keputusan dalam kegiatan operasional Masyarakat. Di dalam artikel ini penulis mencoba membahas tentang karakteristik kecepatan hanyut gelombang di perairan selat sunda.

Dalam artikel ini dalam memperoleh nilai dari kecepatan hanyut gelombang dapat dengan cara menghitung resultan dari komponen kecepatan hanyut gelombang itu sendiri yaitu nilai Vsd pada sumbu X dan nilai Vsd pada sumbu Y. persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut : (Indiyono, 2010; Triatmodjo, 1999)

$$V_{sd} = (VSDX^2 + VSDY^2)^{0.5} \dots\dots\dots 1)$$

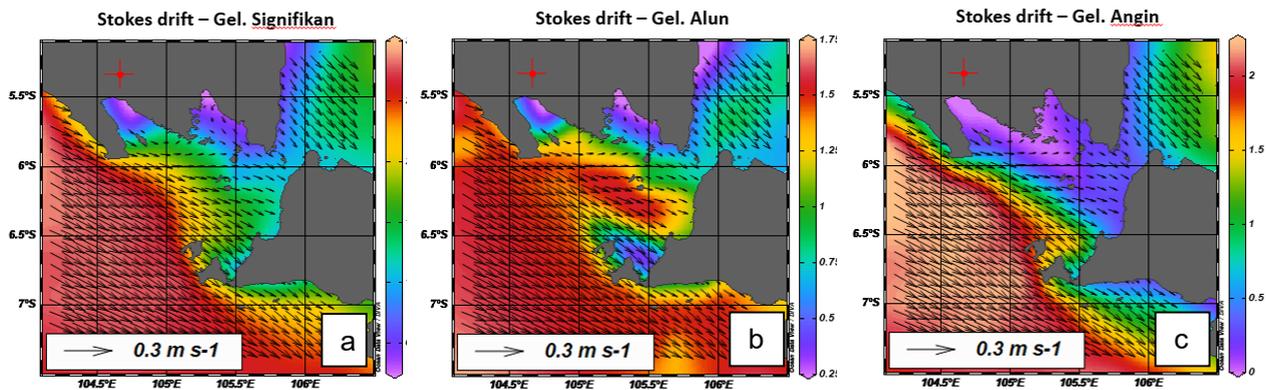
$$Arah = \tan^{-1} \left( \frac{VSDY}{VSDX} \right) \dots\dots\dots 2)$$

dimana,

Vsd	=	kecepatan hanyut gelombang (sea surface Stokes drift) dalam m/s
VSDX	=	komponen-u surface Stokes drift pada sumbu x dalam m/s
VSDY	=	komponen-v surface Stokes drift pada sumbu y dalam m/s

Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2, kecepatan hanyut gelombang dapat dihitung dengan menggunakan metode trigonometri dan kemudian dikonversi ke arah konvensi meteorologi, sehingga nilai arah adalah benar. Selanjutnya, data hasil olahan ODV dikelompokkan dan dianalisis dengan menggunakan Minitab 21.4.1 dan Microsoft Excel 2019. Daftar area observasi virtual dan tampilan hasil olahan data dapat dilihat pada Gambar 5

Setelah dilaksanakan pengolahan dengan ODV berupa kecepatan hanyut gelombang selanjutnya dapat dilaksanakan perhitungan . Contoh hasil perhitungan kecepatan hanyut gelombang dapat dilihat di Tabel 3.



Gambar 5 Visualisasi Hasil Pengolahan Data Model Gelombang Global dari vektor kecepatan hanyut gelombang yang ditumpangsusunkan terhadap: (a)Tinggi Gelombang Signifikan; (b) Tinggi Gelombang Alun; (c) Tinggi Gelombang Angin.

Figure 5 Visualization of Global Wave Model Data Processing Results from the wave drift velocity vector superimposed on: (a) Significant Wave Height; (b) Alun Wave Height; (c) Wind Wave Height.

Selanjutnya untuk karakteristik berupa arah dari kecepatan hanyut gelombang akan disajikan dalam tabel 4. Dimana arah rata-rata dari kecepatan hanyut gelombang berdasarkan periode musiman.

Berdasarkan data Tabel 4, rata-rata nilai kecepatan hanyut gelombang di Selat Sunda pada periode musiman, bahwa pada musim barat kecepatan rata-ratanya 0,07 m/s. Pada musim peralihan 1 rata-rata mencapai 0,05 m/s, pada musim timur mencapai nilai rata-rata 0,11 m/s sedangkan pada musim peralihan 2 rata-ratanya 0,06 m/s. Untuk nilai rata-rata arahnya lebih signifikan berdasarkan gelombang angin, bisa dilihat bahwa pada musim barat gelombang hanyut menuju ke timur ( $101^\circ$ ) berdasarkan arah datangnya angin dari barat, sedangkan pada musim

timur gelombang hanyutnya menuju ke barat ( $314^\circ$ ) berdasarkan arah angin datang dari timur. Disamping itu arah gelombang hanyut memiliki arah simpangan yang bervariasi. Ini seperti halnya disampaikan oleh (Loupatty, 2013) dalam artikelnya bahwa arah perambatan gelombang sangat bervariasi dan bentuk gelombang tidak beraturan apabila dibawah pengaruh angin. Secara garis besar bahwa penyebab lebih dominannya kecepatan hanyut gelombang terhadap ketinggian gelombang angin juga pernah dikemukakan oleh (murwani, 2021) bahwa semakin besar kecepatan angin maka ketinggian dan panjang gelombang juga semakin bertambah. Dengan demikian

Tabel 3 contoh hasil perhitungan kecepatan hanyut gelombang (Vsd) di tiap-tiap musim  
Table 3 examples of wave drift speed (Vsd) calculation results in each season

musim	VSD (kecepatan hanyut gelombang) $\text{ms}^{-1}$		
	Max	Min	Rata-rata
Barat	0,18	0,01	0,07
Peralihan 1	0,13	0,01	0,05
Timur	0,19	0,01	0,11
Peralihan 2	0,14	0,01	0,06

sumber: hasil pengolahan

Tabel 4. Arah rata-rata dari kecepatan hanyut gelombang (Vsd) di selat sunda pada tahun 2022 - 2023

Table 4. Average direction of wave drift speed (Vsd) in the Sunda Strait in 2022 - 2023

musim	VSD (kecepatan hanyut gelombang) $\text{ms}^{-1}$			Arah Vsd ( $X^\circ$ )
	Max	Min	Rata-rata	Rata-rata
Barat	0,18	0,01	0,07	101
Peralihan 1	0,13	0,01	0,05	149
Timur	0,19	0,01	0,11	314
Peralihan 2	0,14	0,01	0,06	235

sumber: hasil pengolahan

arah kecepatan hanyut gelombang masih ditentukan dari arah datangnya angin sesuai musim di Indonesia.

se sederhana seperti yang ditulis (dewi sri susanti, 2019) adalah pada persamaan 1.

$$E(Y|x) = \beta_0 + \beta_1 x \dots\dots\dots 3)$$

dimana,  
 Y : hasil pengamatan  
 X : nilai variabel bebas  
 $\beta_0 \beta_1$  : parameter/koeffisien model

**Regresi, Determinasi Dan Korelasi Antara Tinggi Gelombang Dan Kecepatan Hanyut Gelombang**

Dari data kecepatan hanyut gelombang dan data ketinggian gelombang diatas, selanjutnya dilaksanakan penentuan nilai regresi Dengan menggunakan persamaan garis, regresi adalah metode statistik untuk memprediksi atau meramalkan hubungan antara dua variabel (Misbahuddin, 2013). Pengujian variabel-variabel data diperlukan untuk menentukan hubungan regresi yang tepat. Pada penelitian ini, hasil uji regresi regresi linear kuadratik dianggap paling tepat (sesuaikan model). Koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) diperoleh dengan menghitung regresi linear berganda (multiple regression) untuk mengetahui seberapa jauh variabel kecepatan hanyut gelombang (Y) dipengaruhi oleh variabel tinggi gelombang signifikan (X1), tinggi gelombang alun (X2), dan tinggi gelombang angin (X3)(Robert Kurniawan, 2016). Adapun nilai persamaan regresi linier

Dimana dari persamaan 3 dapat dilihat hasil pengolahan nilai koefisien determinasi dari Tabel 5.

Berdasarkan rekapitulasi data musiman kecepatan hanyut gelombang terhadap tinggi gelombang signifikan, tinggi gelombang alun dan tinggi gelombang angin. Dijelaskan bahwa gelombang angin memiliki nilai koefisien determinasi lebih besar di setiap musim dalam 1 tahun dengan nilai besaran mencapai 88% - 93%, sedangkan untuk gelombang signifikan berkisar antara 1% - 53%, sedangkan untuk gelombang alun berkisar antara 5% - 18% saja. Dengan demikian pengaruh gelombang angin sangat besar dalam mempengaruhi kecepatan hanyut gelombang di Selat Sunda.

Tabel 5 Koefisien Determinasi Kecepatan Hanyut Gelombang (Vsd)Terhadap Tinggi Gel. Signifikan, Gel. Alun dan Gel. Angin (periode musiman)

Table 5 Coefficient of Determination of Wave Drift Speed (Vsd) Against Gel Height. Significant, Gel. Alun and Gel. Wind (seasonal period)

Musim	Persamaan Regresi Stokes Drift (Vsd) Terhadap Tinggi Gelombang Dan Nilai R <sup>2</sup>					
	Vsd >> Gel. Sig	R <sup>2</sup>	Vsd >> Gel. Alun	R <sup>2</sup>	Vsd >> Gel. Angin	R <sup>2</sup>
Barat	Y = 0,01467 + 0,03518 X	0,42	Y = 0,4682 + 0,01824 X	0,07	Y = 0.02797 + 0.07392 X	0,91
Peralihan 1	Y = 0,04016 + 0,003923 X	0,01	Y = 0,04959 - 0,003234 X	0,085	Y = 0.01866 + 0.09792 X	0,88
Timur	Y = 0,02356 + 0,03650 X	0,53	Y = 0,06652 + 0,02457 X	0,18	Y = 0.04356 + 0.06007 X	0,93
Peralihan 2	Y = 0,02963 + 0,02166 X	0,21	Y = 0,04940 + 0,01096 X	0,05	Y = 0.02640 + 0.08680 X	0,88

sumber: hasil pengolahan

Keterangan :

R<sup>2</sup> = koefisien determinasi

Y = kecepatan hanyut gelombang (Vsd)

X = tinggi gelombang (signifikan, alun dan angin)

Vsd >> Gelombang =regresi dari kecepatan hanyut gelombang terhadap tinggi gelombang (signifikan, alun dan angin)

Tabel 6. Klasifikasi Kategori Korelasi  
 Table 6 Classification of Correlation Categories

No.	Koefisien Korelasi (KK)	Klasifikasi
1	KK = 0,00	Tidak Ada
2	0,00 < KK ≤ 0,20	Sangat Lemah
3	0,20 < KK ≤ 0,40	Lemah
4	0,40 < KK ≤ 0,70	Sedang
5	0,70 < KK ≤ 0,90	Kuat
6	0,90 < KK ≤ 1,00	Sangat Kuat
7	KK = 1,00	Sempurna

Sumber: (Azies, I. A., Pranowo, W. S., & Putra, 2023; priyono, 2021)

Dari data tersebut selaras dengan (Azies *et al.*, 2023) dalam tulisannya yang menyebutkan bahwa kecepatan hanyut gelombang memiliki nilai determinasi yang kuat terhadap tinggi gelombang angin (*wind wave*)

Selanjutnya dalam menentukan tingkat keeratan hubungan antara tinggi gelombang dengan kecepatan hanyut gelombang dapat ditentukan melalui metode regresi dan korelasi sehingga dapat dilihat bagaimana tingkat keeratan dari tiap gelombang pembentuk dari kecepatan hanyut gelombang.

Penghitungan korelasi Spearman digunakan untuk menemukan korelasi tanpa mempertimbangkan cara distribusinya dari sejumlah besar data (>30). Persamaan korelasinya dituliskan sebagai berikut (Sugiyono, 2007)

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - d} \dots\dots\dots 4)$$

dimana,

- $r_s$  = koefisien korelasi rank
- $d$  = selisih rank antara X ( $R_x$ ) dan Y ( $R_y$ )
- $n$  = banyaknya pasangan rank

Dalam menentukan tingkat keeratan korelasi antar 2 variabel yang berupa kecepatan hanyut gelombang dan tinggi gelombang baik gelombang signifikan, gelombang alun maupun gelombang angin korelasi ini dibagi menjadi 7 klasifikasi menurut (priyono, 2021).

Selanjutnya akan dilaksanakan pengolahan data untuk menentukan nilai

Tabel 7. Nilai Regresi – Korelasi Kecepatan Hanyut Gelombang (Vsd) Terhadap Tinggi Gelombang tahun 2022-2023

Table 7 Regression Values - Correlation of Wave Drift Speed (Vsd) Against Wave Height in 2022-2023

No	Musim	persamaan regresi	R <sup>2</sup>	r <sub>s</sub>	interpretasi r <sub>s</sub>	
1	BARAT	Vsd - Gel. Sig	Y = 0,01467 + 0,03518 X	0,42	0,65	Sedang
		Vsd - Gel. Alun	Y = 0,04682 + 0,01824 X	0,07	0,27	Lemah
		Vsd - Gel. Angin	Y = 0,02797 + 0,07392 X	0,91	0,95	Sangat kuat
2	PERALIHAN 1	Vsd - Gel. Sig	Y = 0,04016 + 0,003923 X	0,01	0,11	Sangat lemah
		Vsd - Gel. Alun	Y = 0,04959 - 0,003234 X	0,09	-0,09	sangat lemah
		Vsd - Gel. Angin	Y = 0,01866 + 0,09792 X	0,88	0,94	Sangat kuat
3	TIMUR	Vsd - Gel. Sig	Y = 0,02356 + 0,03650 X	0,53	0,73	Kuat
		Vsd - Gel. Alun	Y = 0,06652 + 0,02457 X	0,18	0,43	Sedang
		Vsd - Gel. Angin	Y = 0,04356 + 0,06007 X	0,93	0,96	Sangat kuat
4	PERALIHAN 2	Vsd - Gel. Sig	Y = 0,02963 + 0,02166 X	0,21	0,46	Sedang
		Vsd - Gel. Alun	Y = 0,04940 + 0,01096 X	0,05	0,23	Lemah
		Vsd - Gel. Angin	Y = 0,02640 + 0,08680 X	0,88	0,94	Sangat kuat

Sumber: hasil pengolahan

hubungan yang paling erat dan tepat terhadap variabel gelombang baik gelombang signifikan, gelombang alun dan gelombang angin terhadap kecepatan hanyut gelombang. Nilai regresi dan persamaannya serta nilai korelasi dapat dilihat dalam tabel 7.

Berdasarkan data pada tabel 7 nilai determinasi dan korelasi dapat diketahui bahwa selama periode tahun 2022-2023 gelombang angin memiliki hubungan yang sangat kuat dengan kecepatan hanyut gelombang baik pada musim barat (DJF), musim timur (JJA), musim peralihan 1 (MAM) dan peralihan 2 (SON). Sedangkan untuk gelombang signifikan hanya kuat pada musim timur, yaitu 73% lebih kecil dibandingkan dengan besaran nilai yang disebabkan oleh gelombang angin yaitu kisaran 94% - 96%. Dari hasil ini dapat dibuktikan bahwa gelombang angin lebih mendominasi tentang keeratan hubungannya dengan kecepatan hanyut gelombang. Hasil ini sejalan dengan (Azies *et al.*, 2023) dalam tulisannya yang menyebutkan bahwa gelombang angin sangat mendominasi dalam hubungannya dengan kecepatan hanyut gelombang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis statistic dari data diatas bahwa kecepatan hanyut gelombang di selat sunda periode musiman dipengaruhi oleh ketinggian gelombangnya, serta bervariasi secara temporal dan spasial. Kecepatan hanyut gelombang di selat sunda memiliki korelasi dan nilai determinasi kuat terhadap gelombang angin sebagai pembentuknya. Selama periode musiman kecepatan hanyut gelombang memiliki rata-rata kecepatan berkisar dari 0,05 – 0,11 m/s selama periode musiman berlangsung, variasi per musim untuk kecepatan hanyut gelombang juga memiliki nilai maksimum yang berbeda, akan tetapi memiliki nilai minimum yang sama dengan besaran nilai 0,01 m/s, untuk musim barat kecepatan hanyut gelombang

maksimum di angka 0,18 m/s dengan nilai rata-ratanya 0,07 m/s, untuk musim peralihan 1 kecepatan hanyut gelombang maksimum di angka 0,13 m/s dengan nilai rata-ratanya 0,05 m/s. untuk musim timur nilai kecepatan hanyut gelombang maksimum di angka 0,19 m/s dengan nilai rata-ratanya 0,11 m/s, sedangkan pada musim peralihan 2 nilai kecepatan hanyut gelombang maksimum di angka 0,14 m/s dengan rata-ratanya di angka 0,06 m/s. untuk pola arah kecepatan hanyut gelombang memiliki arah berdasarkan arah datangnya angin, apabila angin barat maka hanyut gelombang mengarah ke timur begitupun sebaliknya. Sedangkan nilai koefisien determinasi dan nilai korelasi lebih cenderung kuat hubungannya dengan angin yaitu berkisar antara 94% - 96% lebih besar dibandingak dengan besaran nilai dari gelombang alun maupun gelombang signifikannya.

Penelitian ini berhasil dalam menentukan karakteristik kecepatan hanyut gelombang dari data model global gelombang dari ECMWF berupa arah dan kecepatannya dapat diidentifikasi dan dianalisa. selanjutnya data dan informasi ini dapat digunakan sebagai gambaran atau referensi untuk oseanografi operasional. Akan tetapi untuk penelitian lebih spesifik dan kompleks tentang kecepatan hanyut gelombang di beberapa wilayah indonesia sangatlah kurang, oleh sebab itu perlu adanya kajian lebih yang membahas tentang kecepatan hanyut gelombang di wilayah perairan indonesia. Observasi lapangan belum dilakukan saat ini, tetapi akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Data gelombang dan kecepatan hanyut gelombang diperoleh dari CMEMS Marine Copernicus Archive. Ocean Data View (<https://odw.awi.de>) digunakan untuk visualiasi dan analisis. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium

Hidro-Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) di Kelapa Gading Barat Jakarta Utara. Riset ini merupakan bagian dari riset pembangunan purwarupa sistem fusi-oseanografi tahun akademik 2023/2024.

*Dan Geofisika*, 12(3), 221-232.  
DOI:10.31172/jmg.v12i3.104

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., Priatna, A., & Suprpto. (2014). Karakteristik oseanografi dan kelimpahan fitoplankton Di Perairan Selat Sundapadamusimtimur Oceanographycal. *Bawal*, 6(1), 11–20.
- Avrian, R., Hidayati, N., & Pranowo, W. S. (2021). Gelombang laut dapat diramalkan periode ulang untuk kepentingan keselamatan pelayaran. In W. S. Pranowo & eko budi kuswardani, anastasia rita tisiana dwi, djatmiko (Eds.), *pemanfaatan data gelombang untuk kebijakan sektor kelautan dan perikanan* (1st ed., pp. 63–70). IPB press. [www.ipbpress.com](http://www.ipbpress.com)
- Azies, I. A., Pranowo, W. S., & Putra, I. W. S. E. (2023). Karakteristik Kecepatan Hanyut Gelombang di Teluk Jakarta Tahun 2012-2021. *Jurnal Chart Datum*, 9(2), 91-112. DOI:10.37875/chartdatum.v9i2.295.
- Breivik, Ø., Bidlot, J. R., & Janssen, P. A. E. M. (2016). A Stokes drift approximation based on the Phillips spectrum. *Ocean Modelling*, 100, 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2016.01.005>
- Fauzi, A., Hunainah., & Humaedi. (2020). Menyimak Fenomena Tsunami Selat Sunda. *Jurnal Geografi*, 18(1), 43–62.
- Indiyono, P. (2010). Hidrodinamika Dasar Bangunan Laut. ITS Press.
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., & Suratno. (2011). Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3), 221-232. DOI:10.31172/jmg.v12i3.104
- Kurniawan, R. (2016). Analisis Regresi (endang wahyudin (ed.); pertama). kencana.
- Liu, Q., Babanin, A. V., Rogers, W. E., Zieger, S., Young, I. R., Bidlot, J. R., Durrant, T., Ewans, K., Guan, C., Kirezci, C., Lemos, G., MacHutchon, K., Moon, I. J., Rapizo, H., Ribal, A., Semedo, A., & Wang, J. (2021). Global Wave Hindcasts Using the Observation-Based Source Terms: Description and Validation. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(8), 1–38. <https://doi.org/10.1029/2021MS002493>
- Loupatty, G. (2013). Karakteristik energi gelombang dan arus perairan di Provinsi Maluku. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 7(1), 19–22.
- Marzuki, M. I., Kuswardani, A. R. T. D., Triyono., Jayawiguna, M. H., & Nugroho, D. (2021). Analisis spasio-temporal tinggi gelombang di indonesia. In W. S. Pranowo, A. R. T. D. Kuswardani, & eko budi djatmiko (Eds.), *pemanfaatan data gelombang untuk kebijakan sektor kelautan dan perikanan* (1st ed., pp. 9–17). IPB press.
- Misbahuddin, I. H. (2013). Analisis Data Penelitian dengan Statistik (Suryani (ed.); kedua). PT. Bumi Aksara.
- Muliati, Y. (2021). Karakteristik gelombang di laut natuna, laut jawa, selat karimata, dan selat malaka berdasarkan hasil pemodelan SWAN. In W. S. Pranowo, A. R. T. D. Kuswardani, & eko budi djatmiko (Eds.), *pemanfaatan data gelombang untuk kebijakan sektor kelautan dan perikanan* (1st ed., pp. 19–33). IPB press.

- Murwani. (2021). Energi Gelombang (agnestya widyawardanti (ed.)). PT. Bumi Aksara.
- P. Janssen, L. Aouf, A. Behrens, G. Korres, L. Cavalieri, K. Christensen, O. B. (2014). Final report of work-package I in my wave project. <https://doi.org/https://doi.org/10.48670/moi-00017>
- Part, I., Sea, T., & Subsection, A. (n.d.). United Nations Convention on the Law of the Sea. 7–208.
- Priyono. (2021). analisis regresi dan korelasi untuk penelitian survei (guedpedia/Br (ed.)). Guedpedia.
- Putri, A. A. K., Diansyah, G., & Putri, W. A. E. (2022). Analisis Tinggi Gelombang Signifikan Berdasarkan Model Wavewatch-III di Pantai Alau-Alau, Kalianda, Lampung Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2), 123–130. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.39567>
- Rahmawitri, H., Saleh Atmadipoera, A., & Suryo Sukoraharjo, S. (2016). Pola Sirkulasi Dan Variabilitas Arus Di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(3), 141. <https://doi.org/10.15578/jkn.v11i3.6115>
- S Birowo. (1983). Hydro-oceanographic condition of the Sunda Strait: A review. In *Proceeding of Symposium on 100th Year Development of Krakatau and Its Souronding*.
- Schlitzer, R. (2018). ocean data view (teos-10).
- Setiawan, E., Adrianto, D., Dharma, C. S., & Kurniawan, E. S. (2016). Pengolahan Gelombang Permukaan Laut Menggunakan Metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) di Perairan Pulau Pabelokan. *Jurnal Hidropilar*, 2(2), 133–146. <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v2i2.49>
- Siregar, S. N., Sari, L. P., Purba, N. P., Pranowo, W. S., & Syamsuddin, M. L. (2017). Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik*, 6(1), 44–59. <https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5523>
- Sobaruddin, D. P., Armawi, A., & Martono, E. (2017). Model Traffic Separation Scheme (TSS) di Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) I di Selat Sunda dalam Mewujudkan Ketahanan Wilayah. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(1), 104. <https://doi.org/10.22146/jkn.22070>
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*.
- Susanti, D. S. (2019). Analisis regresi dan korelasi. CV IRDH.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai. Beta Offset*.
- van-den-Bremer, T. S., & Breivik. (2018). Stokes drift. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2111). <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0104>
- Wyrtki, K. (1961). *No TiPhysical oceanography of the Southeast Asian waterstle (vol 2)*. Scripps Institution of Oceanography.