

## STUDI EDDY DI LAUT ARAFURU MENGGUNAKAN DATA ALTIMETRI TAHUN 2018

### EDDY STUDY IN THE ARAFURU SEA USING 2018 ALTIMETRY DATA

Theodorus Karel Elang Mahardhika<sup>1</sup>, Gentio Harsono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. – Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275

<sup>2</sup>Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL

*email:* theodoruskarelelangm@students.undip.ac.id

#### ABSTRAK

Laut Arafura, laut dangkal di Samudera Pasifik bagian barat, menempati area seluas 250.000 mil persegi (650.000 km persegi) antara pantai utara Australia (Teluk Carpentaria) dan pantai selatan New Guinea. Menyatu dengan Laut Timor di sebelah barat serta laut Banda dan Seram di sebelah barat laut. Selat Torres menghubungkannya dengan Laut Koral di sebelah timur. Sebagian besar Laut Arafura dilatarbelakangi oleh Paparan Arafura, bagian dari Paparan Sahul yang lebih luas. Umumnya dangkal, dengan kedalaman 165 hingga 260 kaki (50 hingga 80 meter), semakin dalam di tepi baratnya, tempat terumbu karang tumbuh pada kedalaman hampir 2.000 kaki (610 meter). Landasan Arafura tampaknya merupakan permukaan tanah dengan relief rendah yang memiliki iklim kering sebelum dibanjiri oleh kenaikan air laut pasca-glacial. Kepulauan Aru di utara, dibentuk oleh pengangkatan lokal, berbatasan dengan Palung Aru, sebuah parit melengkung yang mencapai kedalaman maksimum 12.000 kaki (3.660 meter). Palung tersebut merupakan bagian dari rangkaian cekungan yang mendasari laut Seram, Arafura, dan Timor, memanjang ke barat hingga Palung Jawa di Samudera Hindia. Arus eddy pada perairan arafuru ditemukan sebanyak 9 buah, dengan 7 buah arus eddy siklon, dan 2 buah arus eddy antisiklonik. Sebaran klorofil-a pada penelitian ini ditemukan paling tinggi pada daerah yang dekat dengan daratan dimana kandungan tersebut dipengaruhi oleh daerah limpasan itu sendiri dan keadaan perairan yang tertutup sehingga terjadi pertemuan arus dengan arah berlawanan yang kemudian menghasilkan percampuran sehingga mengakibatkan peningkatan kandungan klorofil-a pada daerah tersebut.

**Kata kunci:** pusaran air, Laut Arafuru, klorofil-a, siklon, antiklonik

#### ABSTRACT

*Arafura Sea, shallow sea of the western Pacific Ocean, occupying 250,000 square miles (650,000 square km) between the north coast of Australia (Gulf of Carpentaria) and the south coast of New Guinea. It merges with the Timor Sea on the west and the Banda and Ceram seas on the northwest. The Torres Strait connects it with the Coral Sea on the east. Most of the Arafura Sea is underlain by the Arafura Shelf, part of the more extensive Sahul Shelf. It is generally shallow, with depths of 165 to 260 feet (50 to 80 meters), deepening at its western edge, where coral reefs have grown at depths of nearly 2,000 feet (610 meters). The Arafura Shelf appears to have been a low-relief land surface that had an arid climate before it became inundated by the postglacial rise of the sea. The Aru Islands in the north, formed by localized uplift, border the Aru Trough, a curving trench that reaches a maximum depth of 12,000 feet (3,660 meters). The trough is part of a chain of depressions that underlies the Ceram, Arafura, and Timor seas, extending west as the Java Trench in the Indian Ocean. Eddy currents in arafuru waters are found to be 9, with 7 cyclonic eddy currents, and 2 anticyclonic ones. Chlorophyll-a distribution in this study was found to be highest in areas close to the mainland where the content is influenced by the runoff area itself and the state of closed waters resulting in the confluence of currents in opposite directions which then produces mixing, resulting in an increase in chlorophyll-a content in the area.*

**Keyword:** eddy, Arafuru Sea, chlorophyll-a, cyclonic, anticyclonic

## 1. PENDAHULUAN

Laut Arafura adalah laut lepas yang besar (~1000km×1000km secara horizontal) dan dangkal (kedalaman 40–60m). Di sebelah timur, terhubung dengan Laut Koral Samudra Pasifik melalui Selat Torres, yang lebarnya 150 km dan <10m dalam. Di sebelah barat, terhubung ke Laut Banda melintasi celah pancang melalui Selat Arafura, dan di sepanjang paparan barat laut Australia ke Laut Timor yang dangkal. Saluran Arafura memiliki dua cabang. Cabang selatan mengarah ke Teluk Carpentaria dan cabang utara yang lebih kecil ke dangkal bagian barat laut Laut Arafura.

*Eddy* merupakan arus melingkar yang terpisah dari arus utamanya, arus ini dapat terbentuk di lautan mana saja dengan skala spasial berkisar antara puluhan sampai ratusan kilometer dan skala temporal berkisar antara mingguan sampai bulanan (Robinson, 1983). *Eddy* dapat terbentuk karena adanya dua kekuatan utama yaitu gradien tekanan horizontal dan gaya coriolis. *Eddy* merupakan salah satu fenomena oseanografi yang memiliki pengaruh terhadap beberapa aspek di perairan. Aspek yang dipengaruhi arus tersebut diantaranya aspek biologis, fisika, serta dinamika atmosfer. Kelimpahan fitoplankton merupakan salah satu aspek biologis yang dipengaruhi oleh arus. *Eddy* memiliki 2 (dua) macam gerakan yaitu siklonik (searah jarum jam) dan gerakan *Eddy* yang bergerak searah jarum jam di bumi belahan selatan memiliki ketinggian air yang lebih rendah di bagian pusat dengan inti yang dingin. *Eddy* yang bergerak berlawanan arah jarum jam memiliki inti yang hangat dengan ketinggian air yang lebih tinggi di bagian pusat.

Klorofil-a merupakan salah satu pigmen yang paling dominan terdapat pada fitoplankton dan berperan dalam proses fotosintesis. Fitoplankton berperan sebagai primary producer atau penghasil awal dalam rantai makanan di perairan. Tingkat kesuburan perairan

(produktivitas perairan) dapat ditunjukkan dengan konsentrasi klorofil yang terdapat di perairan tersebut. Dengan mengetahui informasi fondasi pertama rantai makanan ini maka informasi daerah-daerah yang diduga terdapat banyak ikan dapat diketahui. Produksi ikan dipengaruhi oleh aktifitas fotosintesis yang disebut dengan produktifitas primer. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi klorofil-a dengan aktifitas penangkapan sangat erat.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode time series *monthly* menggunakan data arus (U,V) (2018). Data yang digunakan adalah data periodik bulanan dari Arus (U,V) yang diunduh dari *Website HYCOM* dan data persebaran klorofil-a yang diunduh dari *Website Ocean Color Level 3* menggunakan sensor *Aqua-MODIS* dengan resolusi sebesar 4 km. Lokasi penelitian ini di perairan Laut Arafuru dengan batas koordinat -4.521666° LS -(-0.97773°) LS dan 127.287598° BT - 132.593994° BT. Dari lokasi penelitian tersebut akan dilakukan pengumpulan informasi untuk persebaran ikan pelagis berdasarkan kemunculan arus pusaran (*Eddy*) dan kelimpahan klorofil-a. Yang kemudian dilakukan pengolahan data arus (U,V) yang telah divisualisasikan pada ODV yang kemudian menghasilkan data kecepatan arus beserta arah dari arus tersebut, yang kemudian diolah dengan *software ArcGIS*, untuk visualisasi arah arus serta pembuatan *layout* peta.

Kemudian dilaksanakan studi analisis data arus (U,V) untuk mengetahui karakteristik *Eddy* yang ada di perairan Laut Arafuru seperti jumlah kejadian, arah putaran dan tipe arus *Eddy*. Penelitian ini juga menganalisis hubungan antara klorofil-a dan Arus *Eddy* untuk mengetahui hubungan dari parameter data tersebut, yang nantinya akan dijadikan dasar didalam menghasilkan informasi untuk studi

persebaran ikan pelagis di laut Arafuru.

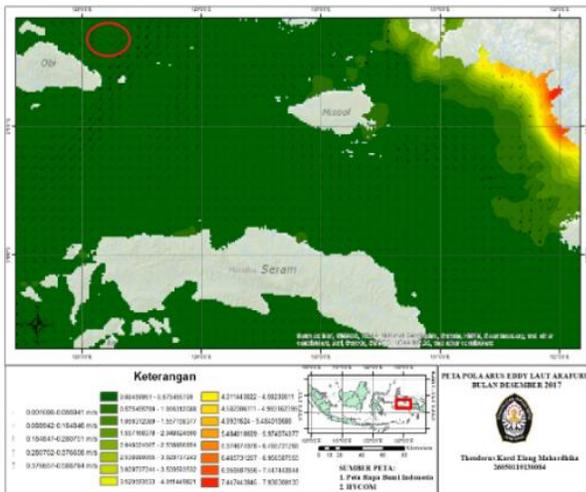
Arus *Eddy* memiliki ciri utama yaitu pola arusnya melingkar dan terpisah dari arus utamanya. Arus *Eddy* dapat dianalisis tipe dan arah putaran. *Eddy* dengan tipe siklonik memiliki arah putaran searah jarum jam, sebaliknya tipe antisiklonik memiliki arah berlawanan jarumjam.

Analisis selanjutnya yaitu menganalisis hubungan antara *klorofil-a* dan kejadian *Eddy*. Kekayaan kandungan *klorofil-a* pada suatu perairan yang dibangkitkan melalui proses *mixing* yang terjadi akibat adanya Arus *Eddy*.

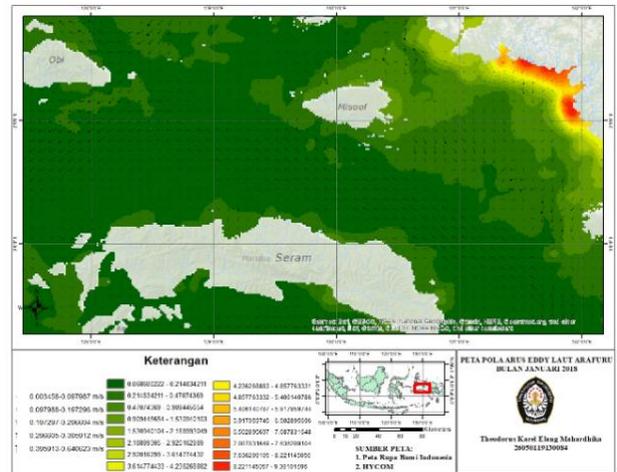
### 3. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis terdapat peta persebaran arus *Eddy* dan *klorofil-a* pada perairan Arafuru, dan menghasilkan sebanyak 12 plot bulanan hasil *layout* persebaran arus *Eddy* pada tahun 2018 di laut Arafuru. Berikut ini merupakan peta persebaran arus *Eddy* pada 12 bulan selama tahun 2018. Menurut Wirtky (1961), perairan Indonesia terdiri dari dua musim yaitu musim Timur (Juni-September) dan musim Barat (Desember-Maret)

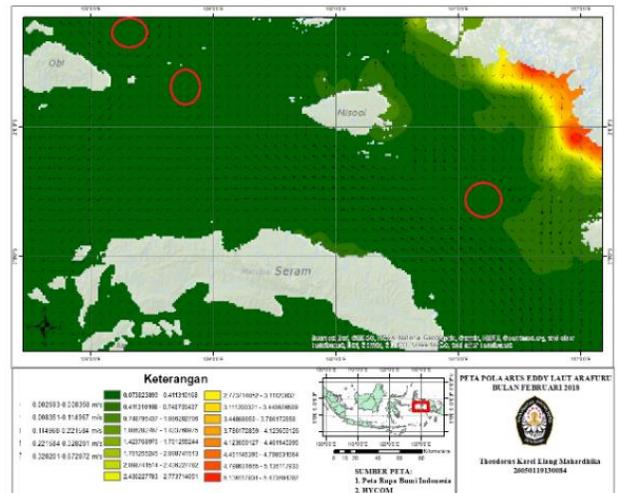
#### 3.1 Arus *Eddy* dan *Klorofil-a* Musim Barat



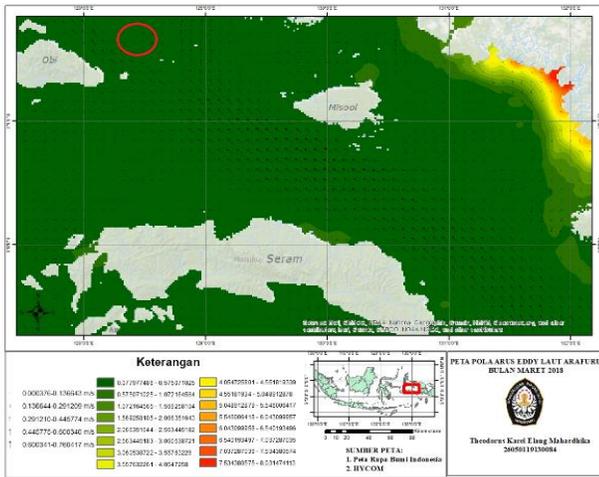
**Gambar 1.** Layout Peta Arus *Eddy* dan *Klorofil-a* bulan Desember 2017.(merah=*eddy* sinklonik;biru=*eddy*antisinklonik)



**Gambar 2.** Layout Peta Arus *Eddy* dan *Klorofil-a* bulan Januari 2018. (merah=*eddy* sinklonik; biru=*eddy* antisinklonik)



**Gambar 3.** Layout Peta Arus *Eddy* dan *Klorofil-a* bulan Februari 2018. (merah=*eddy* sinklonik; biru=*eddy* antisinklonik)

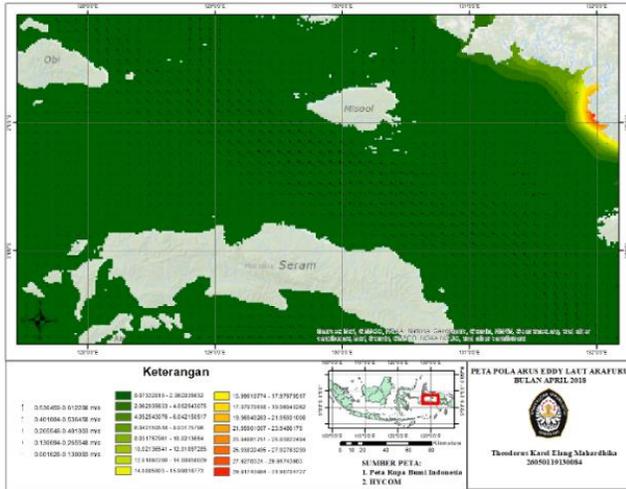


**Gambar 4.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan Maret 2018. (merah=eddy sinklonik; biru=eddy antisinklonik)

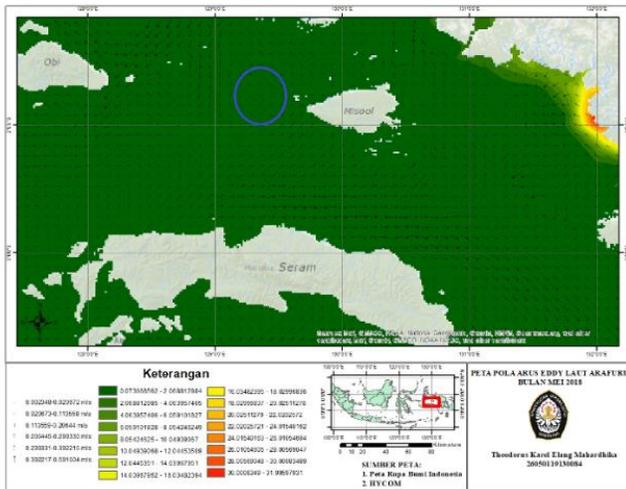
Berdasarkan peta yang telah dibuat, arah arus pada bulan Desember 2017 arus yang memiliki kecepatan lebih besar didominasi pergerakannya berasal dari utara yang kemudian bergerak ke berbagai arah namun didominasi menuju arah selatan dan barat. Pada bulan Desember ini kecepatan arus terlemah berada pada kecepatan 0,001698 m/s dan yang terkuat berada pada kecepatan 0,588794 m/s. Sebaran Klorofil-a laut Arafuru pada bulan Desember 2017 ini berkisar antara 0,08459951 mg/m<sup>3</sup> hingga 7,938300133 mg/m<sup>3</sup>. Arus Eddy pada bulan ini tidak dapat terdeteksi dengan jelas pada layout peta dimana tidak adanya arus melingkar. Pada bulan Desember ini terdapat Persebaran klorofil dapat dilihat semakin tinggi disaat semakin mendekati daerah daratan ataupun pesisir yang ditandai dengan warna yang bertransisi dari hijau hingga yang tertinggi berwarna merah. Keadaan tingginya klorofil pada daerah tersebut salah satunya dikarenakan transpor air dari pantai ke daerah perairan tertutup yang diinisiasi oleh Eddy dapat membantu redistribusi nutrisi dan zat organik antara daerah pantai dengan daerah lepas pantai (Nagai et al., 2015), dan Eddy yang terjadi di perairan pantai dan laut dapat mendistribusikan klorofil-a ke perairan sekitarnya

(Azis Ismail & Ribbe, 2019). Pertemuan antara dua arus yang memiliki arah yang berbeda ini mengakibatkan terjadinya *mixing*, sehingga kandungan klorofil-a pada daerah perairan tertutup, arah arus yang beragam ini disebabkan adanya daratan yang mengelilingi perairan yang menyebabkan beragamnya arah arus. Kemudian untuk bulan Januari didominasi arus menuju ke arah barat dengan nilai kecepatan arus terlemah sebesar 0,003458 m/s dan yang terbesar adalah 0.640623 m/s. Pada bulan Januari ini persebaran klorofil lebih beragam yang dapat dilihat dari warna pada layout dengan kandungan klorofil-a pada bulan Januari sebesar 0,06860 mg/m<sup>3</sup> dan yang terbesar 9,39102 mg/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada bulan Februari 2018 didominasi arus menuju ke arah barat; dengan kekuatan arus terlemah sebesar 0,002593 m/s dan yang tertinggi sebesar 0,672072 m/s. Kandungan klorofil pada bulan Februari berkisar dari 0,073824 mg/m<sup>3</sup> dan yang terbesar senilai 5,47360 mg/m<sup>3</sup>, yang dimana pada bulan Februari terdapat beberapa arus Eddy yang terbentuk pada bagian timur dari pulau Obi, persebaran arus eddy yang tertangkap pada layout tidak berpengaruh secara signifikan pada tinggi rendahnya kandungan klorofil-a. Klorofil-a tetap makin tinggiseiring dengan mendekatnya dengan daratan. Pada bulan Maret arah arus didominasi arus yang menuju arah barat laut yang asalnya didominasi dari arah selatan. Arus pada bulan Maret ini memiliki range kecepatan arus antara 0,000376 m/s hingga 0,760417 m/s. Sebaran klorofil-a pada bulan ini berkisar dari 0,077977 mg/m<sup>3</sup> hingga 8,031474 mg/m<sup>3</sup>. Pada bulan Maret ini arus eddy tidak didapati pada layout peta, sebaran klorofil-a juga semakin tinggi seiring dengan mendekatnyapada daerah daratan, yang juga terdapat adanya arus dengan arah yang beragam yang meningkatkan kandungan klorofil-a oleh *mixing*.

### 3.2 Arus Eddy dan Klorofil-a Musim Peralihan I



**Gambar 5.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan April 2018.

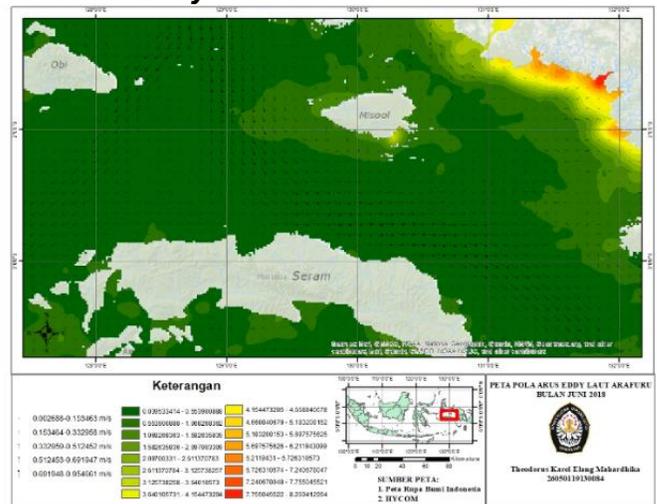


**Gambar 6.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan Mei 2018. (merah=eddy sinklonik; biru=eddy antisinklonik)

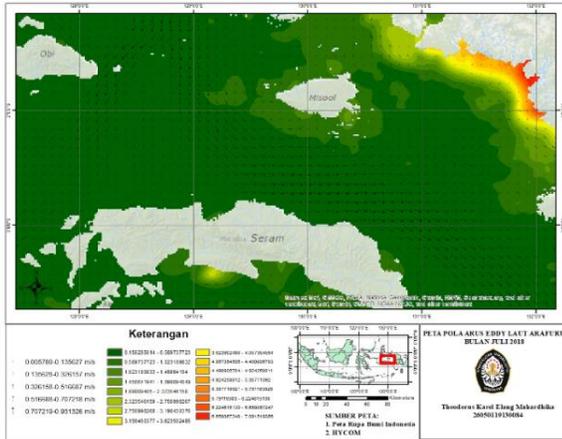
Musim Peralihan I ini merupakan musim transisi antara musim barat menuju musim timur. Musim Peralihan I ini terdiri dari bulan April dan Mei. Pada bulan April arah arus didominasi arus yang menuju arah barat laut, dengan *range* kecepatan arus 0,536459 m/s hingga 0,001628 m/s. Pada bulan April ini sebaran klorofil-a terdapat pada daerah dekat daratan seperti *layout* sebaran klorofil-a pada bulan lainnya, namun besar klorofil-a pada bulan ini memiliki nilai yang sangat tinggi dengan *range* 0,07332

mg/m<sup>3</sup> hingga 31,907047 mg/m<sup>3</sup>. Pada bulan ini arus eddy tidak terdeteksi. Sedangkan untuk bulan Mei 2018 memiliki arah arus yang cukup beragam sehingga dapat ditangkap cukup banyaknya arus Eddy yang terjadi pada bulan Mei ini. Arus eddy pada bulan ini memiliki dua jenis yaitu siklonik (searah jarum jam) dan anti-siklonik (berlawanan arah jarum jam). Seperti bulan April, pada bulan Mei ini kandungan klorofil memiliki *range* nilai yang tidak wajar yaitu 0,007367 mg/m<sup>3</sup> hingga yang tertinggi sebesar 31,99597 mg/m<sup>3</sup>. Menurut Marlian dkk (2015), factor factor lingkungan seperti masukan nutrient dari daratan baik secara langsung maupun tidak langsung memiliki korelasi yang sangat kuat pada klorofil-a dari fitoplankton sebagai bahan indicator dari tingkat kesuburan dari perairan sehingga proses fotosintesis dari fitoplankton mengalami peningkatan secara tidak wajar dalam perairan.

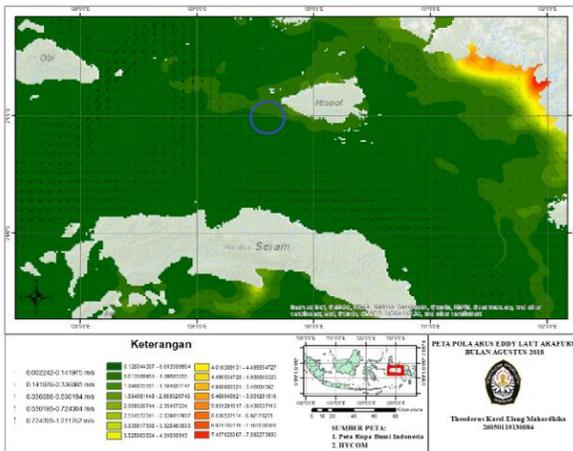
### 1.3 Arus Eddy dan Klorofil-a Musim Timur



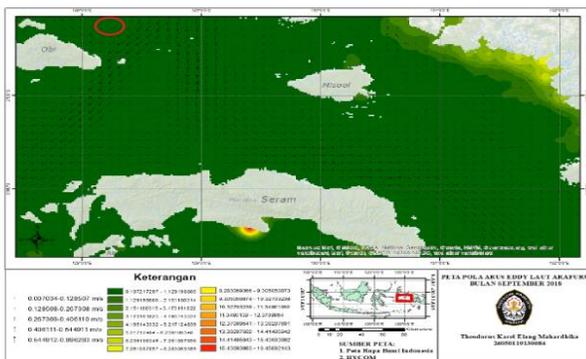
**Gambar 7.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan Juni 2018.



**Gambar 8.** Layout Peta Arus *Eddy* dan Klorofil-a bulan Juli 2018.



**Gambar 9.** Layout Peta Arus *Eddy* dan Klorofil-a bulan Agustus 2018.  
 (merah=*eddy* sinklonik; biru=*eddy* antisiklonik)

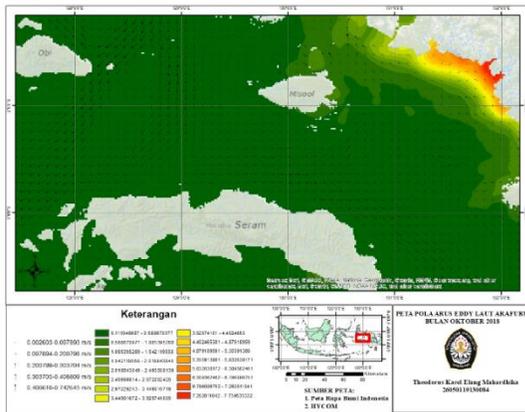


**Gambar 10.** Layout Peta Arus *Eddy* dan Klorofil-a bulan September 2018.  
 (merah=*eddy* sinklonik; biru=*eddy* antisiklonik)

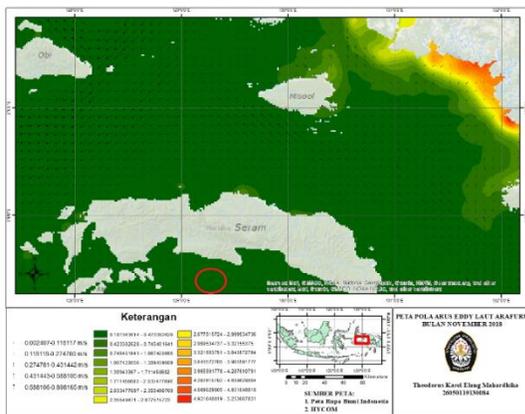
Menurut Wyrcki (1961), pada perairan

Indonesia terjadi musim Timur pada bulan Juni hingga September. Pada bulan Juni didapati arah dari arus berasal dari utara, yang kemudian bergerak ke arah selatan dan kemudian cenderung bergerak ke arah barat daya dan tenggara. Kecepatan arus pada bulan Juni berkisar antara 0,002688 m/s hingga 0,954661 m/s. Klorofil-a pada bulan ini memiliki rentang antara 0,039533 mg/m<sup>3</sup> hingga 8,269413 mg/m<sup>3</sup>. Pada bulan ini, dapat dilihat bahwa arah arus pada daerah sekitar daratan memiliki arah yang saling bertabrakan dan berlawanan. Hal inilah yang menjadi salah satu faktor pemicu pmeningkatnya kandungan klorofil-a. Berdasarkan keterangan warna, dapat dilihat bahwa semakin mendekati daratan, kandungan klorofil-a semakin tinggi yang ditandai dengan warna yang semakin memerah. Peningkatan klorofil-a ini terjadi karena pertemuan berbagai arus dengan arah yang beragam ini yang mengakibatkan terjadinya *mixing* dan terjadi pencampuran nutrient yang memperkaya fitoplankton yang kemudian meningkatkan kadar klorofil-a pada perairan tersebut. Pada bulan Juli didapati arah dari arus yang mirip dengan bulan Juni dimana arah arus berasal dari utara, yang kemudian bergerak ke arah selatan dan kemudian cenderung bergerak ke arah barat daya dan tenggara, untuk arus *Eddy* pada bulan ini tidak banyak yang tertangkap pada hasil pemetaan, begitu juga dengan bulan Agustus dan September arah arus bergerak dari arah utara dan mengarah kearah selatan yang kemudian terbagi menuju barat daya dan tenggara, namun pada kedua bulan ini menghasilkan beberapa arus *Eddy* yang dapat dilihat pada hasil peta diatas.

### 3.4 Arus Eddy dan Klorofil-a Musim Peralihan II



**Gambar 11.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan Oktober 2018.



**Gambar 12.** Layout Peta Arus Eddy dan Klorofil-a bulan November 2018. (merah=eddy sinklonik; biru=eddy antisinklonik)

Musim Peralihan II ini terdiri dari 2 bulan yaitu bulan Oktober dan November. Pada bulan Oktober dapat dilihat bahwa arus berasal dari arah utara yang bergerak kearah selatan kemudian terbagi menjadi dua, ada yang mengarah menuju barat daya dan tenggara. Kecepatan arus pada bulan ini memiliki rentang kecepatan antara 0,002603 m/s untuk yang terendah hingga kecepatan tertinggi yaitu 0,743645 m/s. Kandungan klorofil pada bulan Oktober berkisar dari 0,11195 mg/m<sup>3</sup> hingga 7,73953 mg/m<sup>3</sup>. Pergerakan arus pada bulan Oktober cukup beragam dan saling bertabrakan pada daerah dekat perairan tertutup, yang

dimana pada daerah tersebut klorofil-a ikut meningkat dari adanya proses *mixing*. Kemudian pada bulan November, didapati arus bergerak mendominasi menuju kearah barat. Pada bulan November 2018 memiliki kecepatan arus dari 0,0002407 m/s hingga 0,898165 m/s. Klorofil-a pada bulan November ini memiliki rentang antara 0,101364 mg/m<sup>3</sup> hingga 5,253668 mg/m<sup>3</sup>. Pergerakan arus tersebut menyebabkan banyak pertemuan arus yang diindikasikan dengan adanya randomly arus eddy (clockwise). Arus eddy tersebut dapat berperan sebagai pentranspor klorofil dari daerah upwelling yang berproduktivitas primer tinggi menuju ke daerah lain sebagai habitat ikan.

## 4. KESIMPULAN

Arus Eddy pada perairan Arafuru didapati berjumlah 9, dengan arus eddy sinklonik sebanyak 7, dan antisinklonik sebanyak 2. Distribusi klorofil-a pada penelitian ini didapati paling tinggi pada daerah dekat dengan daratan yang dimana kandungannya dipengaruhi oleh daerah *runoff* itu sendiri. Kemudian persebaran klorofil juga cenderung hanya tinggi pada bagian timur laut layout sekitar pulau, hal ini disebabkan oleh keadaan perairan yang tertutup sehingga mengakibatkan pertemuan arus yang berlawanan arah yang kemudian menghasilkan *ixing*, sehingga terjadinya peningkatan kandungan klorofil-a pada daerah tersebut.

## 5. SARAN

Dibutuhkan perhitungan data secara insitu, guna memberi validasi dan kecocokan terhadap hasil penelitian ini. Pembuatan layout peta 2D dengan *output* arah arus secara bulanan menyebabkan minimnya arus eddy yang kurang tertangkap pada *layout*

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PUSHIDROSAL sehingga penelitian mengenai arus eddy ini dapat terealisasi, terimakasih juga sebesar-besarnya kepada Bapak Letkol Laut (KH) Dr. Gentio Harsono, S.T. M.Si. selaku dosen pembimbing saya dalam kegiatan magang ini yang sangat banyak membantu dalam kelancaran penulisan jurnal ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada HYCOM, U. S. *Global Ocean Data Assimilation Experiment* (GODAE), yang telah menyediakn data arus dan altimetri sebagai sumber data pada penelitian ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Aulia A. (2013). *Variabilitas Arus Eddy di Perairan Selatan Jawa-Bali Berdasarkan Data Satelit*. Universitas Padjajaran Bandung.
- Farida Z. (2014). *Analisis Dinamika Arus Eddy Dalam Pendugaan Potensi Upwelling Perairan Selatan Jawa dan Sekitarnya Menggunakan Satelit Altimetri*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Hutabarat & Evans. (1986). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ismail, Muhammad Furqon A., dan Ribbe, Joachim. 2019. *On The Cross-Shelf Exchange Driven By Frontal Eddies Along A Western Boundary Current During Austral Winter 2007*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Vol. 227.
- Lutfiyati I. (2013). *Analisis Energi Kinetik Eddies dan Distribusi Suhu Vertikal Untuk Penentuan Fishing Ground Tuna di Selatan Jawa*. Institut Teknologi Bandung.
- Marlian, N., Daman, A., dan Hartati, T. 2015. *Distribusi Horizontal Klorofil-a Fitoplankton sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Perairan di Teluk Meulaboh Aceh Barat*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 20(3):272-279.
- Nagai, T., Gruber, N., Frenzel, H., Lachkar, Z., McWilliams, J. C., & Plattner, G.-K. (2015). *Dominant role of eddies and filaments in the offshore transport of carbon and nutrients in the California Current System*. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 120(8),5318–5341.  
<https://doi.org/10.1002/2015JC010889>
- Pranowo (2015). b. *Modul Kuliah ODV*. Jakarta: Sekolah Tehnik Angkatan Laut.
- Pranowo W. S., Tussadiah, A., Mega, L. S., Noir, P. P., & Indah, R. (2016). *Karakteristik dan Variabilitas Eddy di Samudera Hindia Selatan Jawa*. *J Segara* 12, 159-165.
- Prawirowardoyo, S., 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB. Bandung.
- Robinson A. R. (1983). *Eddies in Marine Science*. Berlin, Heidelberg.
- Wyrcki K. (1961). *The Physical Oceanography of South East Asian Waters*. California: Naga Report, University of California Press, La Jolla.
- Wyrcki K. (1987). *Indonesian Throughflow and the Associated Pressure Gradient*. *J Geophys. Res.*92, 12.941-12.94