



Kondisi suhu dan salinitas serta korelasinya dengan variabilitas eddy di Perairan Halmahera dan Mindanao

Temperature and salinity and its correlation with eddy variability in Halmahera and Mindanao Waters

Gadza B.T. Suharyo¹, Noir P. Purba^{2*}, Lintang P.S. Yuliadi³, Mega L. Syamsuddin³

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Indonesia.

²Marine Research Laboratory (MEAL), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Indonesia.

³Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Indonesia.

ARTICLE INFO

Keywords:

Eddies
 Upwelling
 Indonesia Throughflow
 Argo float

Kata kunci:

Eddies
 Taikan air
 Arus Lintas Indonesia
 Argo float

DOI: 10.13170/depik.9.3.15534

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the dynamics of the waters around Halmahera Eddy (HE) and Mindanao Eddy (ME) both horizontally and vertically. The location of the study is in the Pacific Equator Pacific Waters with embedded at 2° - 10°N and 125°-135° E. The data used were temperature and salinity downloaded from Argo Float data centre and combined with surface currents data from MyOcean. The results showed that the two eddies have different impacts on water conditions. In HE, the characteristics are shown by convergent moving mass of water, increasing surface temperature and decreasing salinity. The characteristics of eddy in these waters indicate the existence of downwelling. In ME the mass of water moves divergently, the condition of the sea surface temperature is lower and the salinity level increases. The characteristics of eddy in these waters indicate upwelling.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dinamika perairan di sekitar Halmahera Eddy (HE) dan Mindanao Eddy (ME) baik secara horizontal dan vertikal. Lokasi kajian berada di Perairan Pasifik Equator Barat dengan koordinat 2° LS – 10° LU dan 125° BT – 135° BT. Data yang digunakan adalah data suhu dan salinitas dari Argo Float dan data arus permukaan dari MyOcean. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua eddy ini memberikan dampak yang berbeda terhadap kondisi perairan. Di HE, karakteristiknya ditunjukkan dengan massa air yang bergerak secara konvergen, meningkatnya suhu di permukaan dan menurunnya kadar salinitas. Karakteristik eddy di perairan ini menunjukkan adanya downwelling. Di ME massa air bergerak secara divergen, kondisi suhu permukaan lautnya lebih rendah dan kadar salinitasnya meningkat. Karakteristik eddy di perairan ini menunjukkan adanya upwelling.

Pendahuluan

Wilayah perairan yang berada di ekuator pasifik bagian barat dikenal mempunyai peranan yang sangat penting dalam sirkulasi Arus Lintas Indonesia (Arlindo) (Purba dan Pranowo, 2015; Gordon, 1986). Dinamika yang terjadi pada perairan ini dapat mengubah pola sirkulasi global termohalin. Selanjutnya, transfer material yang termasuk didalamnya nutrisi dan plankton menyebabkan

perairan Indonesia sangat subur. Di perairan Pasifik Barat, nutrisi ini mengalami perlambatan dan terdeposisi karena adanya kepulauan. Sebelum memasuki perairan Indonesia, massa air tersebut diblokkan oleh cekungan di sekitar Halmahera sehingga membentuk eddy atau arus pusar.

Eddy juga terbentuk akibat pertemuan antara dua arus yang berlawanan arah, seperti tubrukan antara arus Mindanao dari belahan bumi utara dan Arus

* Corresponding author.

Email address: noir.purba@unpad.ac.id

Pantai Utara Papua (*New Guinea Coastal Current dan New Guinea Coastal Under Current*) dari belahan selatan (Kashino et al., 2007). Eddy yang terdapat di Perairan Pasifik Equator Barat ini dikenal dengan nama Eddy Mindanao yang bergerak berlawanan arah jarum jam (siklon) dan Eddy Halmahera yang bergerak searah dengan jarum jam (antisiklon) (Arruda dan Nof, 2003). Penelitian eddies dengan menggunakan argo float sudah dilakukan oleh beberapa peneliti (Katsumata, 2016; Chapman dan Sallee, 2017; Keppler et al., 2018; Ning et al., 2019). Dalam menentukan daerah eddy dapat dilakukan dengan beberapa parameter, diantaranya parameter suhu dan salinitas (Nuzula et al., 2017). Kedua parameter ini akan berbeda karakteristik fisiknya pada kondisi siklon maupun antisiklon eddy. Menurut Pranowo et al. (2016) ketika terbentuknya siklonik eddy, maka akan terjadi pencampuran atau pergantian kolom air antara lapisan bawah dengan lapisan permukaan. Pada saat siklonik eddy, suhu di sekitar *mixed layer* di pusat eddy menjadi rendah dengan kondisi salinitas tinggi (*upwelling/divergensi*), sedangkan pada kondisi antisiklonik eddy berlaku sebaliknya. Pada antisiklon eddy suhu di daerah *mixed layer* menjadi hangat dan salinitas rendah (*downwelling/konvergensi*).

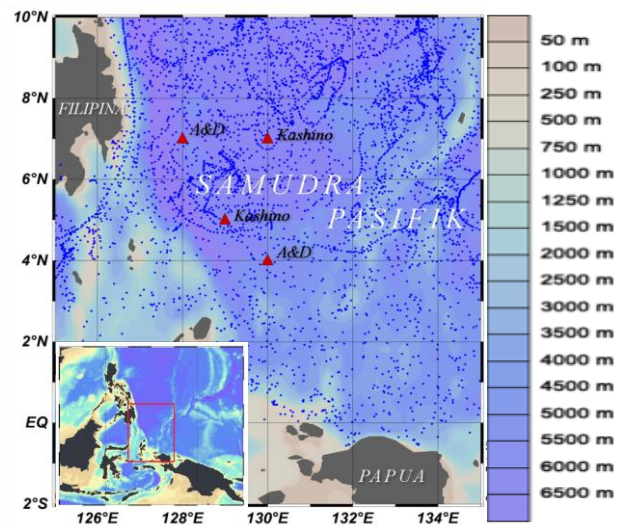
Untuk mendapatkan profil vertikal suhu dan salinitas, salah satunya dapat divisualisasikan dengan menggunakan data dari instrumen Argo Float (Roemmich, 2009; Purba et al., 2018). Instrumen ini merupakan salah satu metode observasi kelautan yang dikombinasikan dengan sistem satelit untuk manajemen data. Argo Float adalah alat instrumentasi kelautan yang bergerak mengikuti arus dan dapat menghasilkan pengukuran profil suhu dan salinitas laut secara near real-time sampai kedalaman 2000 meter (Roemmich, 2009; Team, 2017). Dikarenakan eddy mempengaruhi kolom air, maka perlu dilakukan kajian tentang profil vertikal suhu dan salinitas untuk melihat kondisi kolom air. Penggunaan Argo Float sendiri di Indonesia masih sedikit dimanfaatkan oleh para peneliti, apalagi digunakan untuk meneliti arus eddy di Perairan Halmahera dan Mindanao. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan terobosan baru dalam melihat karakteristik dan variabilitas arus eddy khususnya yang terbentuk di Perairan Halmahera dan Mindanao.

Bahan dan Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Area penelitian berada di Perairan Pasifik Ekuator Barat dengan koordinat 2° LS – 10° LU dan 125° BT – 135° BT (Gambar 1). Penentuan lokasi penelitian

ditentukan berdasarkan lintasan beberapa Argo Float di perairan sekitar Pasifik Ekuator Barat.



Gambar 1. Wilayah Penelitian dengan latar belakang kedalaman laut dan kepulauan sekitarnya. Stasiun Argo float ditandai dengan titik warna biru dan segitiga merah merupakan lokasi arus Halmahera dan Eddy menurut beberapa penelitian sebelumnya (A&D: Arruda dan Nof, 2003; Kashino et al., 2013)

Di wilayah ini terdapat arus samudera seperti *North Pacific Currents* dan *South Pacific Currents* yang bercabang ke banyak sumber seperti arus Kuroshio dan juga Arlindo (Nugraha et al., 2018; Kashino et al., 2013). Diantara kedua arus ini terdapat batas yakni sekitar 5° N dinamakan *North Equatorial Counter Current* (NECC) (Toole et al., 1990). Kedalaman perairan relatif dalam yakni sekitar 6000 meter dengan lapisan termoklin sekitar 100–150 meter (Lana et al., 2017). ME terletak disebelah utara *North Equatorial Counter-Current* (NECC) di sekitar 7° LU dan 128° BT (Arruda dan Nof, 2003). Kashino et al. (2013) menunjukkan ME terlihat di sekitar 7° LU dan 130° BT.

Analisis data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *delayed mode* dari Argo Float. Data suhu dan salinitas dengan komposit setiap 10 hari diunduh website resmi <http://argoweb.whoi.edu/> dari WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution). Data model dari MyOcean yang merupakan produk CMEMS (*Copernicus Marine Environment Monitoring Service*) yang meliputi data arus 8.8. km diunduh pada website resmi <http://myocean.met.no/> dengan komposit bulanan. Argo adalah suatu instrumentasi observasi kelautan yang bergerak secara bebas dan mengikuti arus di laut. Argo bergerak di kolom perairan hingga

kedalaman 2000 meter selama 9 hari (Roemmich, 2009). Data yang digunakan memiliki rentang waktu selama 10 tahun, yaitu 2007 – 2016. Kode argo yang digunakan adalah 5901686, 5904311, dan 5904309.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis spasial dan deskriptif komparatif. Analisis spasial meliputi pengolahan data secara spasial yang kemudian divisualisasikan menggunakan software Ocean Data View versi 5 (Schlitzer, 2018). Selanjutnya menghasilkan output berupa profil spasial horizontal dan vertikal. Data arus dan argo diolah dan divisualisasikan secara spasial horizontal, sedangkan visualisasi vertikal hanya menggunakan data suhu dan salinitas dari Argo. Selanjutnya hasil pengolahan tersebut dianalisis secara deskriptif komparatif terhadap fenomena oseanografi yang terjadi melalui studi pustaka. Analisis kuat atau lemahnya pusat *eddy* dapat dilihat dari terbentuknya arus yang berada di sekelilingnya. Jika arus disekitar pusat *eddy* bergerak dengan kuat dan memiliki diameter yang lebar maka ini menandakan bahwa titik pusat *eddy* memiliki intensitas yang tinggi sehingga pergerakan argo float pun tertarik menuju pusat *eddy*.

Hasil

Horizontal eddy dan argo

Secara umum, arus *eddy* di Perairan Halmahera dan Mindanao memberikan pengaruh terhadap pergerakan argo float. HE menyebabkan arus bergerak searah dengan jarum jam. Pada bulan Juli sampai Agustus argo bergerak berlawanan arah dengan pergerakan arus *eddy*. Hal ini disebabkan karena pusatnya yang tidak terlalu kuat sehingga terjadinya perbedaan arah antara arus di permukaan dan di kolom perairan. Pada bulan Oktober dan November arus *eddy* kembali menguat sehingga pergerakan argo float mengarah menuju pusat.

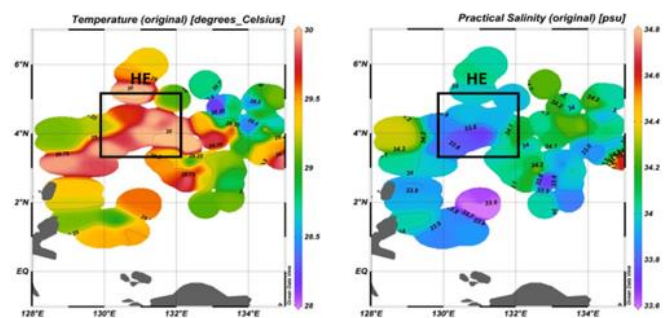
Pergerakan argo pada bulan Februari 2016 dimana argo bergerak mengikuti arus dekat dengan titik pusat *eddy* kemudian pada bulan Maret argo bergerak menjauhi titik pusat *eddy* dan bergerak berlawanan arah dengan arus dipermukaannya. Hal tersebut berlanjut pada dua bulan berikutnya dimana argo bergerak menjauhi titik pusat *eddy*. Kejadian hampir serupa pun terjadi pada bulan Januari – Juli 2015. Pada bulan Januari dan Februari terlihat bahwa argo bergerak mendekati titik pusat Mindanao *Eddy*. Tetapi argo hanya bergerak didaerah sekitaran ME. Pada bulan selanjutnya, Argo tersebut bergerak menjauhi titik pusat *eddy* dan mengikuti aliran arus utama (Arlindo).

Pada bulan April – Juni, argo bergerak mengikuti Arlindo dan pada bulan Mei – Juni argo

float bergerak terus mengikuti arus menuju perairan Halmahera. Pada bulan Juli hingga September 2015, argo bergerak menuju titik pusat Halmahera *Eddy*. Hal ini disebabkan karena dampak dari interaksinya dengan arus di sekitar Laut Halmahera. Halmahera *Eddy* menyebabkan perairan bergerak secara konvergen dan menyebabkan terjadinya *downwelling* di perairan tersebut. Ketika perairan bergerak secara konvergen, ini menyebabkan berkumpulnya massa air pada pusat *eddy* berlangsung sehingga menyebabkan ketinggian permukaan air pada bagian pusat *eddy* (Simanungkalit et al., 2018). Mindanao *Eddy* menyebabkan arus berputar berlawanan arah jarum jam dan Halmahera *Eddy* menyebabkan arus berputar searah dengan jarum jam, sehingga mempengaruhi pergerakan argo float.

Horizontal eddy dengan suhu dan salinitas

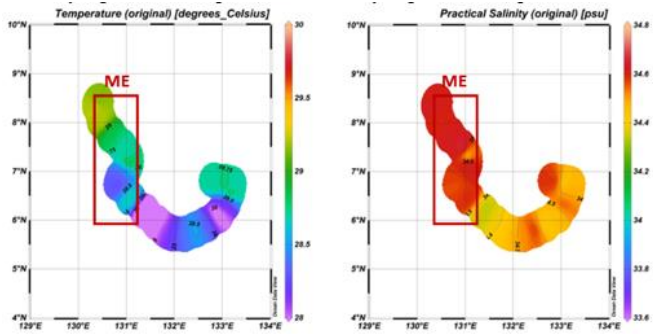
Wilayah perairan ekuator Pasifik Barat dikenal mempunyai karakter oseanografi yang sangat dinamis. Perairan wilayah ini merupakan tempat berkumpulnya massa air yang datang dari Belahan Bumi Selatan (BBS) dan Belahan Bumi Utara (BBU) di Samudera Pasifik. Bercampurnya kedua massa air yang berbeda karakteristiknya ini sangat mempengaruhi keragaman bahang (*beat*) dan salinitas terutama di lapisan termoklin dan lapisan pertengahan perairan ini. Wilayah perairannya mempunyai Suhu Permukaan Laut (SPL) dengan rata-rata sepanjang tahunnya > 29°C dan memiliki salinitas perairan lebih tawar ($\pm 33,0$ PSU). Pada penelitian ini SPL berkisar antara 28 – 30°C dan salinitas berkisar antara 33,6 – 34,8 psu (Gambar 2).



Gambar 2. Profil Spasial Horizontal Bulan Januari – Desember 2013 (Argo 5901686). Kotak hitam adalah daerah dimana terjadinya Halmahera Eddy.

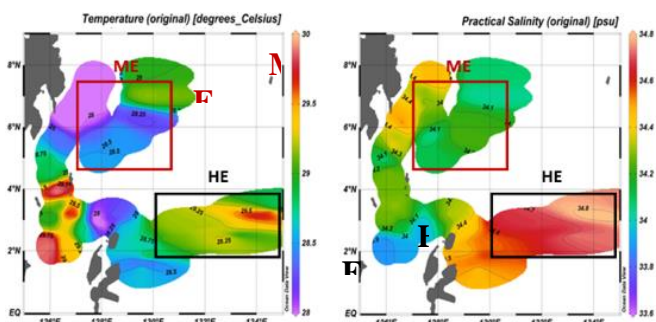
Visualisasi dari hasil observasi menunjukkan bahwa daerah di HE memiliki suhu permukaan laut yang lebih tinggi dan memiliki kadar salinitas yang lebih rendah dibandingkan daerah yang tidak terkena dampak *eddy*. Perairan di sekitar Halmahera *Eddy* memiliki suhu berkisar antara 29,5 – 30°C dan kadar salinitas yang berkisar antara 33,8 – 34,1 psu. Kondisi

perairan di Pasifik Equator Barat memiliki nilai presipitasi yang tinggi dibanding evaporasinya sehingga menyebabkan kadar salinitas dipermukaan menjadi rendah. Kondisi suhu dan salinitas pada perairan yang terkena dampak ME dapat kita lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Profil Horizontal (kiri) Temperatur dan (kanan) Salinitas pada Bulan Januari – April 2016(Argo 5904311)

Pada visualisasi suhu dan salinitas dari argo 5904311 diatas, perairan yang terkena dampak ME memiliki suhu permukaan laut berkisar antara 28 - 29°C dan untuk perairan yang berada diluar kotak merah berkisar antara 28 – 28,75°C. Untuk kadar salinitas yang berada pada kotak merah berkisar antara 34,5 – 34,7 psu dan untuk salinitas yang berada diluar kotak merah berkisar antara 34,3 – 34,5 psu. Perbedaan rentang diantara kedua fenomena tersebut, pada kondisi Halmahera Eddy suhu permukaan lautnya berkisar antara 29,5 – 30,25°C dan kadar salinitas berkisar antara 33,8 – 34,2 psu. Di perairan ME, SPL berkisar antara 28 - 29°C dan salinitas berkisar antara 34,5 – 34,7 psu. Perbedaan antara keduanya pun dapat kita lihat pada pergerakan argo 5904309 (Gambar 4).



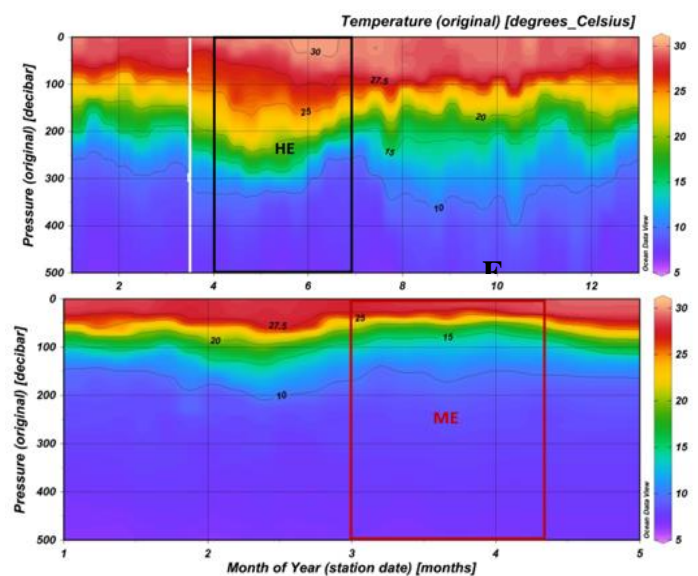
Gambar 4. Profil Horizontal (kiri) Temperatur dan (kanan) Salinitas pada Bulan Januari – April 2016 (Argo dengan kode 5904309)

Argo tersebut bergerak dari perairan Mindanao hingga perairan Halmahera melalui jalur Arlindo,

sehingga kondisi suhu dan salinitas yang berbeda diantara kedua Eddy tersebut. SPL di wilayah terjadinya ME lebih rendah dibandingkan dengan perairan HE. Salinitas di perairan yang terjadi HE memiliki kadar salinitas yang tinggi jika dibandingkan dengan perairan lainnya.

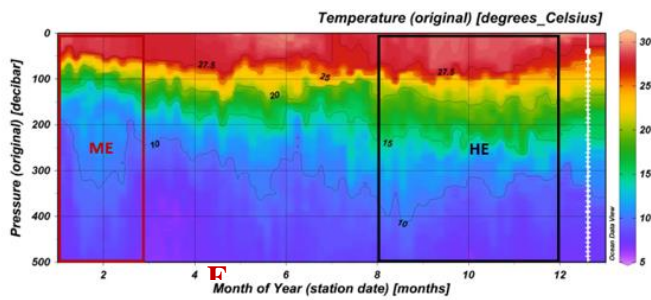
Profil vertikal suhu

Pada bulan april dan mei, tepatnya argo sedang bergerak sangat dekat dengan titik pusat terjadinya HE sehingga dampak dari terjadinya *downwelling* sangat terlihat pada daerah tersebut. Profil vertikal suhu tersebut akan berbanding terbalik ketika kita membandingkannya dengan daerah yang terkena dampak ME sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. (atas) Profil Vertikal Suhu dari Argo 5901686 tahun 2013(Halmahera Eddy), (bawah) Argo 5904311 (Mindanao Eddy)

Visualisasi vertikal suhu menunjukkan bahwa ME mengakibatkan terjadinya *upwelling* disuatu perairan. Lapisan termoklin naik menuju permukaan dan berada pada kedalaman 15 m – 100 m pada bulan Maret, sehingga hal ini menyebabkan menipisnya lapisan *mixed layer*. Perairan yang tidak terkena dampak memiliki lapisan *mixed layer* sampai kedalaman 50 m dan lapisan termoklinnya berada pada kedalaman 50 – 150 m pada bulan Februari. Terjadinya ME akan menyebabkan lapisan dalam dan termoklin naik ke atas, sehingga menyebabkan lapisan *mixed layer* yang menipis. Perbandingan antara perairan yang terkena dampak dari fenomena HE dan ME secara vertikal dapat dilihat pada Gambar 6.



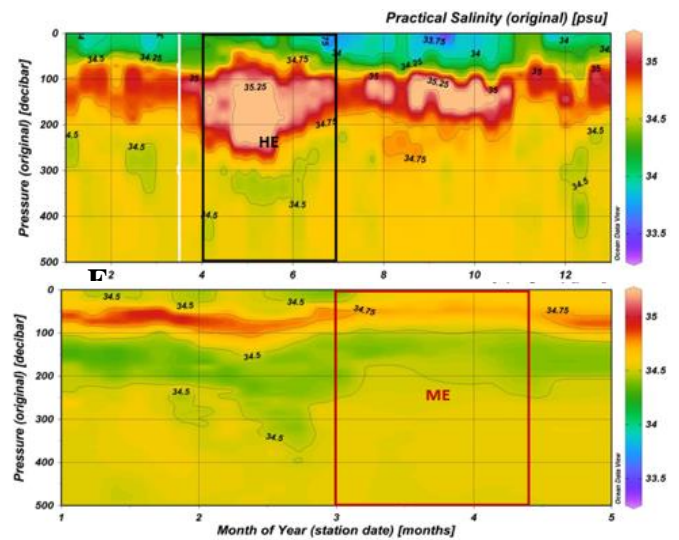
Gambar 6. Profil Vertikal Suhu dari Argo dengan kode 5904309 Tahun 2015 (HE dan ME)

ME menyebabkan naiknya stratifikasi kolom perairan yang ditandai dengan menipisnya lapisan *mixed layer*, sedangkan dengan terjadinya HE membuat lapisan *mixed layer* semakin menebal. Pada perairan yang terjadi ME, lapisan *mixed layer* berkisar sampai kedalaman 50 m pada bulan Januari dan Februari. Pada kondisi perairan yang terjadi HE, lapisan *mixed layer* berkisar sampai kedalaman 100 m pada bulan Agustus. Pada perairan yang tidak terkena dampak utama dari ME dan HE, lapisan *mixed layer* rata-rata berada sampai kedalaman 75 m. Perbandingan kedalaman lapisan *mixed layer* diantara Halmahera Eddy, kondisi normal, dan Mindanao Eddy adalah 100 m : 75 m : 50 m.

Perbandingan antara kondisi perairan yang terkena dampak HE dan ME pun dapat dilihat pada kondisi lapisan termoklinnya. Lapisan termoklin pada daerah ME berada pada kedalaman 50 – 125 m, sedangkan pada daerah HE berada pada kedalaman 100 – 250 m, dan kondisi perairan yang tidak terkena dampak utama dari ME dan HE berada pada kedalaman 70 – 180 m. Perbandingan ketebalan lapisan termoklin diantara Halmahera Eddy, kondisi normal, dan Mindanao Eddy adalah 150 m : 110 m : 75 m. Perbandingan tersebut adalah bukti bahwa terjadinya fenomena Halmahera Eddy dan Mindanao Eddy memberikan perubahan yang besar terhadap kondisi oseanografis disuatu perairan.

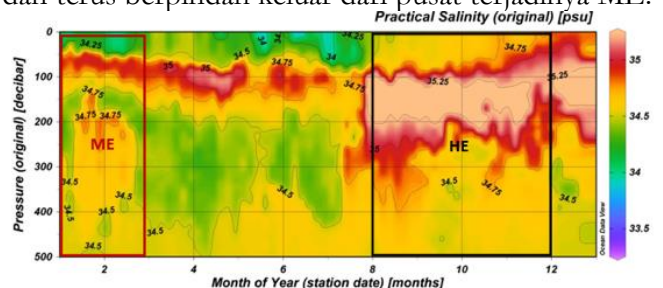
Profil vertikal salinitas

Hal tersebut dapat kita lihat dari lapisan *mixed layer* yang memiliki salinitas yang rendah. Lapisan *mixed layer* yang terkena dampak dari Halmahera Eddy memiliki rata-rata kadar salinitas sebesar 34 psu dan kadar salinitas terendah terdapat pada bulan Juni sebesar 33,75 psu. Kadar salinitas yang rendah tersebut disebabkan karena berkumpulnya massa air menuju pusat terjadinya Halmahera Eddy, massa air tersebut memiliki kadar salinitas yang rendah sebab massa air berasal dari lapisan *mixed layer* yang berada di sekitarnya. Penumpukan massa air menyebabkan turunnya kadar salinitas yang berada di lapisan *mixed layer* sehingga pekatnya kadar salinitas pada lapisan haloklin (Gambar 7).



Gambar 7. Profil Vertikal Salinitas di Halmahera Eddy (atas), dan Profil Vertikal Salinitas di Mindanao Eddy (bawah)

Lapisan haloklin pada daerah yang terkena dampak Halmahera Eddy memiliki kadar salinitas yang tertinggi sebesar 35,25 psu (Gambar 8). Pada bulan April dan Mei terdapat lapisan Haloklin yang sangat tebal dibanding dengan bulan lainnya, yang ketebalannya mencapai 225 m. Tebalnya kadar salinitas yang tinggi tersebut berada dari kedalaman 50 - 275 m, sedangkan pada daerah yang tidak terkena dampak dari HE memiliki lapisan haloklin yang berada pada kedalaman 100 – 200 m pada bulan Agustus. Hal ini merupakan suatu indikasi bahwa terjadinya HE menyebabkan dampak yang besar terhadap kondisi salinitas di suatu perairan. Tetapi hal tersebut sangat berbanding terbalik ketika kita membandingkannya dengan kondisi salinitas pada perairan yang terkena dampak ME. Pada bulan Maret hingga pertengahan April, lapisan *deep layer* sudah naik semua menuju permukaan sehingga rata-rata kadar salinitas 34,5 psu. Pergerakan lapisan dibawah yang menuju permukaan ini merupakan sebab dari terjadinya *upwelling* pada perairan yang terdapat ME. Penyebab menghilangnya lapisan haloklin dari kolom perairan adalah kosongnya massa air yang berada di permukaan sehingga massa air terus menuju ke atas dan terus berpindah keluar dari pusat terjadinya ME.



Gambar 8. Profil Vertikal Salinitas Tahun 2015 (HE dan ME)

ME menyebabkan berubahnya stratifikasi kolom perairan yang ditandai dengan naiknya lapisan *deep layer* menuju permukaan dan menipisnya lapisan haloklin. Pada bulan Januari dan maret lapisan haloklin berada pada kedalaman 50 – 100 m. Pada HE dapat menyebabkan lapisan *mixed layer* memiliki kadar salinitas yang lebih rendah dan lapisan haloklin yang memiliki kadar salinitas yang tinggi dan tebal. Kadar salinitas tertinggi pada lapisan haloklin sebesar 35,25 psu yang tebalnya berkisar antara 75 – 350 m pada bulan Agustus. Perbandingan tersebut adalah bukti bahwa terjadinya fenomena kedua *eddy* ini memberikan perubahan yang besar terhadap kondisi oseanografis disuatu perairan.

Pembahasan

Pada penelitian ini terlihat bahwa ME terkadang berpindah dari satu titik ke titik lainnya, tetapi perpindahannya masih berada di daerah yang disimpulkan oleh Arruda dan Nof (2003) dan Kashino et al. (2013). Perpindahan titik pusat *eddy* mula-mula berada pada 7°LU dan 130°BT kemudian berpindah menuju tenggara dan kembali lagi pada bulan aprilnya. Kashino et al. (2013), pola pergeseran *eddy* berkaitan dengan pengaruh dari muson dan ENSO.

Arus utama dari *eddy* mengalir ke Laut Celebes dan kemudian ke selat Makassar dan selanjutnya ke laut Banda. Hal ini disebabkan karena ME cenderung berada di selatan Filipina yang menyebabkan adanya bocoran arus ke wilayah laut tersebut (Morey et al., 2019). ME menyebabkan perairan bergerak secara divergen dan menyebabkan terjadinya *upwelling* di perairan tersebut. Ketika perairan bergerak secara divergen, ini menyebabkan menyebar/menjauhnya massa disuatu perairan pada titik pusat terjadinya *upwelling*. Inilah yang menyebabkan naiknya massa air yang berada di kolom perairan menuju ke atas daerah *mixed layer*, karena untuk mengisi kekosongan masa air yang berada di permukaan (Purba dan Khan, 2019; Purba dan Pranowo, 2015).

SPL di wilayah ini merupakan yang paling hangat di dunia, rata-rata sepanjang tahunnya sehingga dikenal dengan kolam air panas atau *Warm Pool* dan memiliki salinitas perairan lebih tawar akibat tingkat presipitasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan evaporasinya (Kashino et al., 2007; Supangat et al., 2004).

HE menyebabkan tebalnya lapisan *mixed layer*. Lapisan ini menebal drastis pada bulan april hingga juni sampai kedalaman 125 m sehingga lapisan termoklin pun ikut turun kebawah dari kedalaman 125 sampai ke kedalaman 300 m pada bulan april dan mei. Menurut Wyktri (1961) menyebutkan bahwa

Halmahera *Eddy* berkembang hanya dari bulan Mei hingga Oktober, *eddy* ini berada dimana massa air Arus Katulistiwa Selatan (*South Equatorial Current/SEC*) berbelok ke timur di ujung Pulau Halmahera kemudian masuk kedalam Arus Sakal Katulistiwa Utara (*North Equatorial Counter Current/NECC*).

Terjadinya ME dan HE sangat dipengaruhi oleh sistem angin muson (Heron et al., 2006). Pada bulan Januari dan Februari *upwelling* yang terjadi pada Mindanao *Eddy* terlihat lebih kuat dibanding bulan – bulan yang lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Heron et al. (2006) bahwa ME sangat kuat terjadi ketika terjadinya muson barat laut. Selanjutnya, HE sangat kuat terjadi ketika muson tenggara, hal ini terlihat pada kondisi vertikal suhu pada bulan Agustus. Menurut Simanungkalit et al. (2018) pada bulan Mei – November tahun 2015 juga terjadi El Niño dengan puncak yang terjadi pada bulan Oktober. Kondisi ini menyebabkan menurunnya kekuatan arus HE sehingga *downwelling* tidak kuat seperti kondisi normal.

Kesimpulan

Adanya kaitan berbanding lurus antara pergerakan argo dan *Eddy*. Pada daerah HE argo bergerak langsung ke pusat *eddy* saat puncak berlangsung, sedangkan saat ME pergerakan argo hanya bergerak di sekitaran pusat terjadinya *Eddy*. SPL dan Salinitas di daerah yang terpengaruhi oleh kedua *eddy* berubah sesuai dampak dari fenomena yang disebabkan oleh *eddy* tersebut. Halmahera *Eddy* menyebabkan terjadinya *downwelling* dan Mindanao *Eddy* menyebabkan terjadinya *upwelling*. Terjadinya perubahan karakteristik *eddy* di kedua wilayah dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti adanya perubahan pola datangnya massa air dari Pasifik dan juga perubahan arah angin muson.

Referensi

- Arruda, W.Z., D. Nof. 2003. The Mindanao and Halmahera eddies-twin eddies induced by nonlinearities. *American Meteorological Society*, 2815-2830.
- Atmadipoera, A., R. Molcard, G. Madec, S. Wijffels, J. Sprintall, A. Koch-Larrouy, ... A. Supangat. 2009. Characteristics and variability of the Indonesian throughflow water at the outflow straits. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 56(11): 1942-1954.
- Chapman, C., J.B. Sallee. 2017. Can we reconstruct mean and eddy fluxes from argo floats? *Journal of Ocean Modelling*, 120: 83-100.
- Chiang, T.L., T. Qu. 2013. Subthermocline eddies in the Western Equatorial Pacific as shown by an Eddy-Resolving OGCM. *Journal of Physical Oceanography*, 43: 1241-1253.
- Gordon, A.L. 1986. Inter-ocean exchange of thermocline water. *Journal of Geophysical Research*, 91(C4): 5037-5046.
- Heron, S.F., E.J. Metzger, W.J. Skirving. 2006. Seasonal variations of the ocean surface circulation in the vicinity of Palau. *Journal of Oceanography*, 62: 413-426.

- Kashino, Y., A. Atmadipoera, Y. Kuroda, Lukijanto. 2013. Observed features of the Halmahera and Mindanao Eddies. *Journal of Geophysical Research*, 118: 6543-6560.
- Kashino, Y., I. Ueki, Y. Kuroda, A. Purwandani. 2007. Ocean variability north of New Guinea derived from TRITON buoy data. *Journal of Oceanography*, 63: 545-559.
- Katsumata, K. 2016. Eddies observed by Argo Floats. Part I: transport in the upper 1000 dbar. *Journal of Physical Oceanography*, 46(11): 3471-3486.
- Keppeler, L., S. Cravatte, A. Chaigneau, C. Pegliasco, L. Gourdeau, A. Singh. 2018. Observed characteristics and vertical structure of mesoscale eddies in the southwest tropical Pacific. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123: 2731-2756. <https://doi.org/10.1002/2017JC013712>
- Lana, A.B., N. Kurniawati, N.P. Purba, M.L. Syamsuddin. 2017. Thermocline layers depth and thickness in Indonesia waters when southeast monsoon. *Omni-Akuatika Journal*, 12(2): 65-72.
- Morey, S.L., J.F. Shriver, J.J. O'Brien. 1999. The effects of Halmahera on the Indonesian throughflow. *Journal of Geophysical Research*, 104(C10): 23.281-23.296.
- Ning, J., Q. Xu, H. Zhang, T. Wang, K. Fan. 2019. Impact of cyclonic ocean eddies on upper ocean thermodynamic response to typhoon Soudelor. *Special Issue Satellite Remote Sensing of Weather, Water and Climate Couplings and Phenomena, Remote Sensing*, 11(8): 938. <https://doi.org/10.3390/rs11080938>
- Nugraha, A.P., N.P. Purba, Junianto, Sunarto. 2018. Ocean currents, temperature, and salinity at Raja Ampat islands and the boundaries seas. *World Scientific News*, 197-209.
- Nuzula, F., M.L. Syamsuddin, L.P.S. Yuliadi, N.P. Purba, Martono. 2017. Eddies spatial variability at Makassar Strait-Flores Sea. *IOP-Conferences Series: Earth and Environmental Science*, 54(012079).
- Pranowo, W.S., A. Tussadiah, M.L. Syamsuddin, N.P. Purba, L. Riyantini. 2016. karakteristik dan variabilitas eddy di Samudera Hindia Selatan Jawa. *Jurnal Segara* 12(3): 159-165. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v12i3.121>.
- Purba, N.P., A.M.A. Khan. 2019. Upwelling session in Indonesia waters. *World News of Natural Sciences*, 25: 72-83.
- Purba, N.P., W.S. Pranowo, I. Faizal, H. Adiwira. 2018. Temperature-Salinity stratification in the Eastern Indian Ocean using argo float. *IOP-Conferences Series: Earth and Environmental Science*, 162(012010).
- Purba, N.P., W.S. Pranowo. 2015. *Dinamika oseanografi, deskripsi karakteristik massa air dan sirkulasi laut*. UNPAD Press.
- Roemmich, D. The argo steering team. 2009. Argo: the challenge of continuing 10 years of progress. *Oceanography*, 22: 46-55. doi: 10.5670/oceanog.2009.65
- Schilzer, R. 2018. Ocean Data View. www.odv.awi.
- Simanungkalit, Y.A., W.S. Pranowo, N.P. Purba. 2018. Influence of el nino southern oscillation (enso) phenomenon on edds variability in the Western Pacific Ocean, 176(012002).
- Supangat, A., T.R. Adi, W.S. Pranowo, N.S. Ningsih. 2004. Predicting movement of the warm pool, the salinity front, and the convergence zone in the western and central part of equatorial pacific using a coupled hydrodynamical-ecological model. *Proceeding of The Twelfth OMISAR Workshop on Ocean Model APEC/MRC/OMISAR The Twelfth (12th) Workshop on Ocean Models (WOM-12) 7-10 September, 2004, Dalian, P. R. China. Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) – Marine Resource Conservation Working Groups*, 1–11.
- Stewart, R.H. 2008. *Introduction To Physical Oceanography*. Texas: Department of Oceanography Texas A & M University
- Team, A.S. 2017. Argo Science Team Home Page. <http://www.argo.ucsd.edu/scienceteam.html>
- Toole, J.M., E. Zou, R.C. Millard. 1988. On the circulation of the upper waters in the western equatorial Pacific Ocean. *Deep Sea Research*, 35: 1451-1482.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical oceanography of the Southeast Asian waters*. California: Naga Report.

How to cite this paper:

Suharyo, G.B.T., N.P. Purba, L.P.S. Yuliadi, M.L. Syamsuddin. 2020. Kondisi suhu dan salinitas serta korelasinya dengan variabilitas eddy di Perairan Halmahera dan Mindanao. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(3): 421-427.