STUDI KARAKTERISTIK *EDDY* DI PERAIRAN SELATAN JAWA MENGGUNAKAN DATA CITRA ALTIMETRI DAN PENGUKURAN CTD

SKRIPSI

Oleh :

ROSALIA RIANTY RENIATAO

NIM. 135080607111001

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

STUDI KARAKTERISTIK *EDDY* DI PERAIRAN SELATAN JAWA MENGGUNAKAN DATA CITRA ALTIMETRI DAN PENGUKURAN CTD

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar

Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan

dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh :

ROSALIA RIANTY RENIATAO

NIM.135080607111001

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

SKRIPSI

STUDI KARAKTERISTIK *EDDY* DI PERAIRAN SELATAN JAWA
MENGGUNAKAN DATA CITRA ALTIMETRI DAN PENGUKURAN CTD

Oleh :

ROSALIA RIANTY RENIATAO

NIM. 135080607111001

telah dipertahankan di depan penguji

pada tanggal 25 Mei 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D	Dr. Gentio Harsono, ST., M.Si
NIP. 19680901 199403 2 001	Letkol Laut (KH) NRP. 12264/P
Tanggal: 06 JUL 2018	Tanggal: 06 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT
NIP. 19780717 200502 1 004
Tanggal: 06 JUL 2018

Judul	:	STUDI KARAKTERISTIK *EDDY* DI PERAIRAN SELATAN JAWA MENGGUNAKAN DATA CITRA ALTIMETRI DAN PENGUKURAN CTD
Nama Mahasiswa	:	Rosalia Rianty Reniatao
NIM	:	135080607111001
Program Studi	:	Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING :

Pembimbing 1	:	Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D
Pembimbing 2	:	Dr. Gentio Harsono, S.T, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING :

Penguji 1	:	Nurin Hidayati, ST., M.Sc
Penguji 2	:	Andik Isdianto, ST., MT

Tanggal Ujian	:	25 Mei 2018

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINLITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang berjudul "**Studi Karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa Menggunakan Data Citra Altimetri dan Pengukuran CTD"** ini, saya tulis dengan sebenar-benarnya dan merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia

Malang, Mei 2018

Mahasiswa

Rosalia Rianty Reniatao

NIM. 135080607111001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak atas dukungan dalam penyusunan Laporan Skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu ada beserta dan memberkati penulis
2. Kedua orangtua penulis, Bapak Ramses Samosir dan Ibu Dewi Darna Tobing yang tidak pernah berhenti untuk selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, dukungan, serta motivasi kepada saya.
3. Ibu Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D., selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama bimbingan skripsi.
4. Bapak Dr. Gentio Harsono, ST., M.Si, selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah meluangkan waktu, data, serta memberikan bimbingan selama bimbingan skripsi.
5. Wilton Hendro Josep Siahaan yang selalu memberikan semangat dan motivasi, serta menjadi tempat bertukar pikiran dan berbagi cerita.
6. Saudari Fitria Dewi sebagai seorang kakak, Raymond Evan Pakpahan dan Cindy Megarani sebagai seorang adik yang selalu menghibur dan memberikan dukungan selama mengerjakan tugas akhir skripsi.
7. Teman-teman Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya angkatan 2013.

Penulis

Rosalia Rianty Reniatao

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Rosalia Rianty Reniatao. 135080607111001. Studi Karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa Menggunakan Data Citra Altimetri dan Pengukuran CTD. Dibimbing oleh Ir. Aida Sartimbul, M.Sc.,Ph.D dan Dr. Gentio Harsono, S.T, M.Si

Arus *Eddy* merupakan arus yang pusar yang memiliki peran penting dalam dinamika perairan laut, seperti membawa massa air dari lapisan bagian terdalam laut menuju ke permukaan, yang mampu mentranspor nutrien, zat terlarut, dan unsur-unsur kimia yang ada di laut. Arus *Eddy* merupakan arus yang unik karena memiliki pola arus yang berputar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi adanya *Eddy* di Perairan Selatan Jawa, mengetahui struktur dan karakteristik *Eddy*, dan mengetahui hubungan antara tinggi muka laut, suhu, dan salinitas yang berada pada wilayah sekitar kejadian *Eddy* yang terjadi di Perairan Selatan Jawa.

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Juli – Oktober 2017 di Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL (Pushidrosal), Jakarta. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data tinggi muka laut yang diambil dari web resmi *marine copernicus* dan data dari pengukuran CTD yang didapatkan dari survei RV MIRAI JAMSTEC. Waktu kedua data tersebut diambil pada tanggal 01 – 10 Januari 2016. Data yang digunakan dari pengukuran CTD yaitu data suhu dan salinitas. Pengolahan data tinggi muka laut menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) 4. Pengolahan data CTD dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) *Microsoft Excel* 2013, *Ocean Data View* (ODV) 4, dan *PAleontological STatistics* (PAST) 3.0.

Hasil yang didapatkan dari pengolahan data tinggi muka laut berupa peta wilayah Perairan Selatan Jawa, dimana terdapat beberapa informasi seperti jumlah kejadian *Eddy*, tipe, ukuran diameter, titik pusat Eddy, dan tinggi muka laut pada titik pusat Eddy. Hasil pada pengolahan data CTD berupa grafik sebaran suhu dan salinitas secara vertikal, dan profil sebaran suhu dan salinitas secara melintang atau *cross section*. *Eddy* yang terbentuk di Perairan Selatan Jawa selama waktu pengamatan terdapat 2 (dua) tipe yaitu siklonik dan antiskiklonik dengan titik pusat, jumlah kejadian, ukuran diameter, dan tinggi muka laut yang berbeda. Nilai suhu pada Perairan Selatan Jawa yang dekat dengan daerah pantai memiliki nilai yang lebih hangat dan salinitas yang lebih rendah.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu terpanjatkan kepada kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkat dan kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul : "Studi Karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa Menggunakan Data Citra Altimetri dan Pengukuran CTD" dengan baik. Penulisan ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Ilmu Kelautan Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan (PSPK), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan ini terbagi dalam 5 Bab, dimana Bab 1 membahas tentang latar belakang dilakukannya penelitian mengenai arus *Eddy*. Bab 2 membahas mengenai Tinjauan Pustaka atau referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan. Bab 3 membahas mengenai materi serta metode yang digunakan dalam penelitian. Bab 4 membahas mengenai hasil dari penelitian yang berupa data, gambar, serta pembahasan terhadap materi penelitian. Bab 5 membahas tentang kesimpulan serta saran dari penelitian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna memperbaiki penulisan selanjutnya.

Penulis

Rosalia Rianty Reniatao

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINLITAS i
UCAPAN TERIMA KASIH ii
RINGKASAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR vii
I. PENDAHULUAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.1 Latar Belakang ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.2 Rumusan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.3 Tujuan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.4 Kegunaan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.5 Tempat dan Waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**
II. TINJAUAN PUSTAKA ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.1 Eddy ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2 Karakteristik Eddy di Perairan Selatan Jawa **Error! Bookmark not defined.**
2.3 Satelit Altimetri ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.4 *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD) **Error! Bookmark not defined.**
2.5 Penelitian Terdahulu tentang Arus Eddy **Error! Bookmark not defined.**
III. METODE PENELITIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1 Materi Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2 Alat dan Bahan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.1 Alat ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.2 Bahan ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.3 Metode Pengambilan Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.3.1 Data Citra Satelit Atimetri ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.3.2 Data Pengukuran CTD ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.4 Prosedur Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5 Analisis Data .....**Error! Bookmark not defined.**

3.5.1 Analisis Karakteristik Arus *Eddy* (Tipe, Arah Putaran, Ukuran Diameter, dan Titik Pusat) .....**Error! Bookmark not defined.**

3.5.2 Analisis Profil Sebaran Vertikal...**Error! Bookmark not defined.**

3.5.3 Analisis Profil Sebaran Melintang atau *Cross Section* ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5.4 Analisis Hubungan Antara Tinggi Muka Laut, Suhu, dan Salinitas dalam Kejadian *Eddy* ...**Error! Bookmark not defined.**

3.5.5 Analisis *Clustering* Suhu dan Salinitas**Error! Bookmark not defined.**

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....**Error! Bookmark not defined.**

4.1 Hasil .....**Error! Bookmark not defined.**

4.1.1 Tipe *Eddy* Perairan Selatan Jawa**Error! Bookmark not defined.**

4.1.2 Tinggi Muka Laut pada Wilayah Sekitar Kejadian *Eddy*..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.3 Titik Pusat *Eddy* di Perairan Selatan Jawa**Error! Bookmark not defined.**

4.1.4 Diamater Pusaran *Eddy* di Perairan Selatan Jawa ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1.5 Suhu Perairan Selatan Jawa .....**Error! Bookmark not defined.**

4.1.6 Salinitas Perairan Selatan Jawa .**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Pembahasan .....**Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Mekanisme *Eddy* di Perairan Selatan Jawa**Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Hubungan antara Tinggi Muka Laut, Suhu, Salinitas dalam Kejadian *Eddy*.....**Error! Bookmark not defined.**

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN .....**Error! Bookmark not defined.**

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 2. Bahan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 3. Titik Koordinat dan Waktu Pengukuran CTD pada Wilayah Kajian Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4. Kejadian dan Tipe Arus Eddy yang Terbentuk di Perairan Selatan pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 5. Tinggi Muka Laut pada Titik Wilayah Kejadian Eddy Tipe Siklonik (Cold Core / C) Perairan Selatan Jawa Tanggal 01 – 10 Januari 2016**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 6. Tinggi Muka Laut pada Titik Wilayah Kejadian Eddy Tipe Antisiklonik (Warm Core / W) Perairan Selatan Jawa Tanggal 01 – 10 Januari 2016 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 7. Titik Pusat Eddy Tipe Siklonik (Cold Core / C) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 8. Titik Pusat Eddy Tipe Antisiklonik (Warm Core / W) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016 ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 9. Diameter Eddy Tipe Siklonik (Cold Core / C) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 10. Diameter Eddy Tipe Antisiklonik (Warm Core / W) di Perairan Selatan Jawa pada 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skematik Pengaruh Gerakan Arus Eddy terhadap Massa Air di Bumi Belahan Selatan (Ganachaud et al., 2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. Ilustrasi Anomali Tinggi Muka Laut (Marpaung dan Prayogo, 2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. Formasi Pembentukan Eddy yang terbentuk dari 3 (Tiga) Arus Utama di Perairan Selatan Jawa : Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), Arlindo (Arus Lintas Indonesia), dan Arus Pantai Jawa (APJ) (Hanifah et al., 2016)**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. Peta Wilayah Kajian Penelitian dilakukan di Perairan Selatan Jawa ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 5. Alur Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 6. Visualisasi Cara Penentuan Titik Pusat Eddy (Aulia, 2013)..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 7. Contoh Hasil Visualisasi Data Tinggi Muka Laut pada 1 Januari 2016 yang Menunjukkan Terdapat 5 Kejadian Eddy Tipe Siklonik (Pusaran Berwarna Biru) dan 4 Kejadian Tipe Antisiklonik (Pusaran Berwarna Oranye), Garis Merah Menunjukkan Track Survey CTD RV MIRAI JAMSTEC**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 8. Profil Sebaran Suhu Secara Vertikal Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 9. Profil Sebaran Suhu Secara Vertikal Transek B – C Perairan Selatan Jawa 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 10. Profil Sebaran Suhu Secara Melintang Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 -10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 11. Profil Sebaran Suhu Secara Melintang Transek B – C Perairan Selatan Jawa 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 12. Profil Sebaran Salinitas Secara Vertikal Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 – 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 13. Profil Sebaran Salinitas Secara Vertikal Transek B – C Perairan Selatan Jawa pada 01 – 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 14. Profil Sebaran Salinitas Secara Melintang Transek A – B pada 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 15. Profil Sebaran Melintang Salinitas Transek B – C Perairan Selatan Jawa pada 01 - 10 Januari 2016..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 16. Ilustrasi Pola Arus Divergensi dan Konvergensi (Hanifah et al., 2016) ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 17. Ilustrasi Aliran Massa Air yang Masuk ke Wilayah Perairan Indonesia (Deckker dan Gingele, 2002) ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 18. Mekanisme Pola Aliran Arus Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016 Modifikasi dari Hanifah et al. (2016)**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 19. Ilustrasi Pengaruh Arus Divergensi dan Konvergensi terhadap Tinggi Muka Laut (Hanifah *et al*., 2016)..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 20. Dendogram Parameter Seluruh Titik Lokasi Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arus *Eddy* merupakan arus pusar yang memiliki peran penting dalam dinamika perairan laut. Pergerakan arus *Eddy* dapat mengakibatkan perubahan tinggi muka air laut. Arus *Eddy* yang memiliki pusaran searah jarum jam yang akan menyebabkan terjadinya kenaikan tinggi muka air laut (*upwelling*). Arus *Eddy* yang memiliki pusaran berlawanan dengan arah jarum jam akan menyebabkan terjadinya penurunan tinggi muka air laut (*downwelling*). Hal tersebut berlaku pada bumi belahan selatan (BBS), sedangkan pada bumi belahan utara (BBU) berlaku sebaliknya (Marpaung dan Prayogo, 2014).

Arus *Eddy* memiliki peran yang sama seperti arus umum lainnya. Arus *Eddy* dapat menyebabkan terjadinya fenomena *upwelling* yang membawa massa air dari lapisan bagian dalam laut naik ke permukaan, sehingga mampu mentranspor nutrien, zat-zat terlarut, dan unsur-unsur kimia seperti nitrat dan fosfat (Hutabarat and Stewart, 2012). Pergerakan arus *Eddy* yang mentranspor nutrien dan zat lainnya dapat terjadi di sepanjang perairan laut. Pergerakan dari arus *Eddy* dalam suatu wilayah perairan tidak selalu terjadi di setiap bulan, tetapi arus tersebut dapat terjadi beberapa kali dalam waktu 1 (satu) tahun (Aulia, 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa arus *Eddy* merupakan sebuah fenomena. Fenomena mengenai arus tersebut merupakan hal yang menarik. Mengingat bahwa perairan laut khususnya wilayah perairan Indonesia merupakan perairan dengan dinamika oseanografi yang unik dan kompleks, sehingga arus *Eddy* juga dapat terjadi di perairan Indonesia.

Perairan Indonesia memiliki wilayah perairan yang luas, dimana salah satunya yaitu perairan Selatan Jawa. Perairan Selatan Jawa merupakan perairan yang unik dan kompleks, karena terdapat 3 (tiga) arus utama yang melewati

perairan Selatan Jawa tersebut. Ketiga arus utama itu diantaranya adalah Arus Pantai Jawa (APJ), Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), dan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) (Pranowo *et al*., 2016). Arus – arus tersebut memiliki arah yang berbeda, sehingga dapat membentuk sebuah pusaran (*Eddy*) yang searah dan berlawanan arah.

Penelitian tentang arus *Eddy* saat ini masih sangat terbatas, namun beberapa sudah dilakukan di Perairan Indonesia. Perairan Indonesia yang sudah dijadikan sebagai wilayah penelitian diantaranya di Perairan Selatan Jawa (Aulia, 2013; (Farida, 2014) dan Perairan Halmahera Maluku (Harsono *et al.,* 2014). Keterbatasan dari penelitian arus *Eddy* secara umum disebabkan karena sulitnya dalam perolehan data terutama data *in situ.*

Data *in situ* merupakan data hasil survei hidrografi dengan menggunakan bantuan instrumen secara langsung misalnya *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD). Data tersebut memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat memberikan validasi data dan kualitas yang bagus. Penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu sebagian besar menggunakan data yang diperoleh dari satelit, sehingga belum cukup valid apabila dijadikan sebagai data utama dalam menganalisis arus *Eddy*. Mengingat peran arus *Eddy* yang penting dan terbatasnya data, maka penelitian ini merupakan langkah yang tepat yang dilakukan oleh penulis.

1.2 Rumusan Masalah

Arus *Eddy* merupakan arus pusar yang memiliki peran dalam dinamika laut. Pergerakan *Eddy* berperan penting dalam produktivitas primer di laut. *Eddy* mampu mengaduk massa air yang membuat suatu perairan menjadi kaya nutrien atau zat hara, namun penelitian mengenai gambaran *Eddy* khususnya di Perairan Selatan Jawa masih terbatas dan data yang digunakan sebagian besar

menggunakan data satelit (sekunder). Oleh sebab itu, pertanyaan pada rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian mengenai studi karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa sebagai berikut :

1. Apakah fenomena *Eddy* terjadi di Perairan Selatan Jawa ?
2. Bagaimana struktur dan karakteristik *Eddy* yang berada di Perairan Selatan Jawa ?
3. Bagaimana hubungan antara tinggi muka laut, suhu, dan salinitas pada wilayah sekitar kejadian *Eddy* di perairan Selatan Jawa ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi adanya arus *Eddy* di Perairan Selatan Jawa
2. Mengetahui struktur dan karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa
3. Mengetahui hubungan antara tinggi muka laut, suhu, dan salinitas yang berada pada wilayah sekitar kejadian *Eddy* di Perairan Selatan Jawa

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian tentang studi karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa menggunakan data citra altimetri dan pengukuran CTD sebagai berikut :

1. Dapat memperkaya pengetahuan mengenai karakteristik arus *Eddy* khususnya yang terjadi dan terbentuk di Perairan Selatan Jawa
2. Dapat dijadikan sebagai informasi tambahan bagi mahasiswa untuk penelitian selanjutnya mengenai arus *Eddy*

1.5 Tempat dan Waktu

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli sampai Oktober 2017 di Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL (Pushidrosal), Jakarta. Penulisan laporan dilaksanakan di Malang. Waktu penulisan dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2018.

repository.ub.ac.id

II. TINJAUAN PUSTAKA

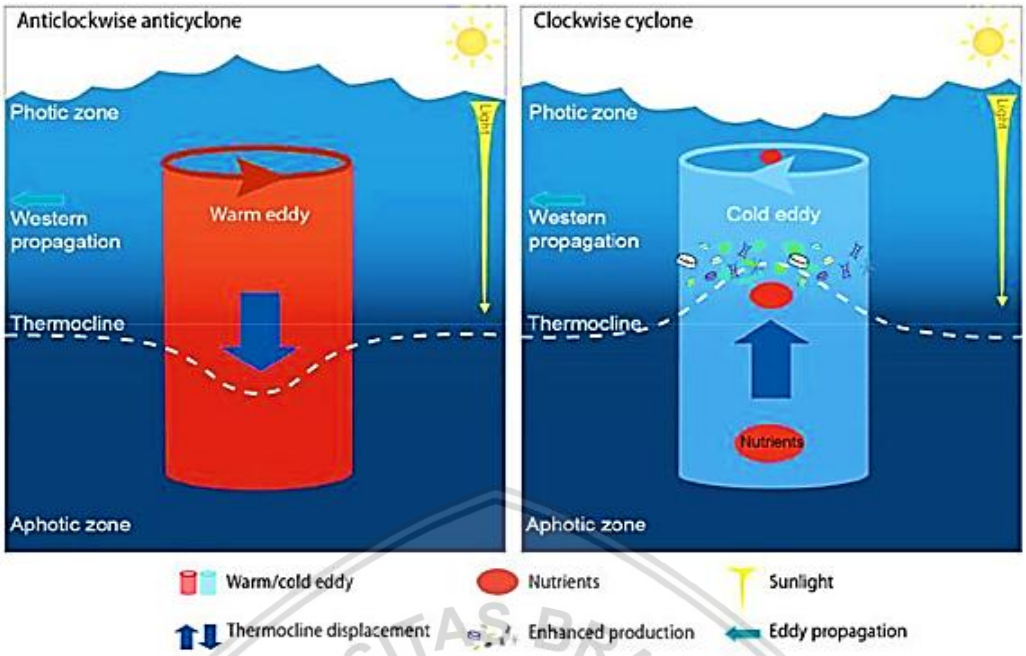
2.1 Eddy

Eddy merupakan arus melingkar yang memiliki skala spasial (jarak) yang berkisar dari puluhan hingga ratusan kilometer, sedangkan skala berkisar antara mingguan hingga bulanan. *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* (McGillicuddy *et al*., 1998).

Eddy yang terjadi di perairan laut dapat terbentuk berdasarkan 2 (dua) tipe akibat. Tipe pertama terbentuk akibat adanya interaksi antara aliran arus dengan topografi. Tipe kedua terbentuk akibat dari angin (Mann dan Lazier, 2006). Berdasarkan alirannya dalam berpusar, *Eddy* terbagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu *Eddy* siklonik yang memiliki karakteristik dengan pola aliran sirkulasi ke atas (*up ward*) di bagian pusat, sehingga menyebabkan peningkatan *input* nutrien. Jenis *Eddy* yang kedua yaitu *Eddy* antisklonik dengan karakteristik terjadinya akumulasi massa air hangat, klorofil, serta pengkayaan zat hara di bagian batas terluar dari *Eddy (*Kang *et al*., 2004).

Menurut Stewart (2008), *Eddy* memiliki 2 (dua) macam gerakan yaitu siklonik (searah jarum jam) dan antisiklonik (berlawanan arah jarum jam). Arah 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. Skema pergerakan *Eddy* di bumi belahan selatan dapat dilihat pada Gambar 1.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

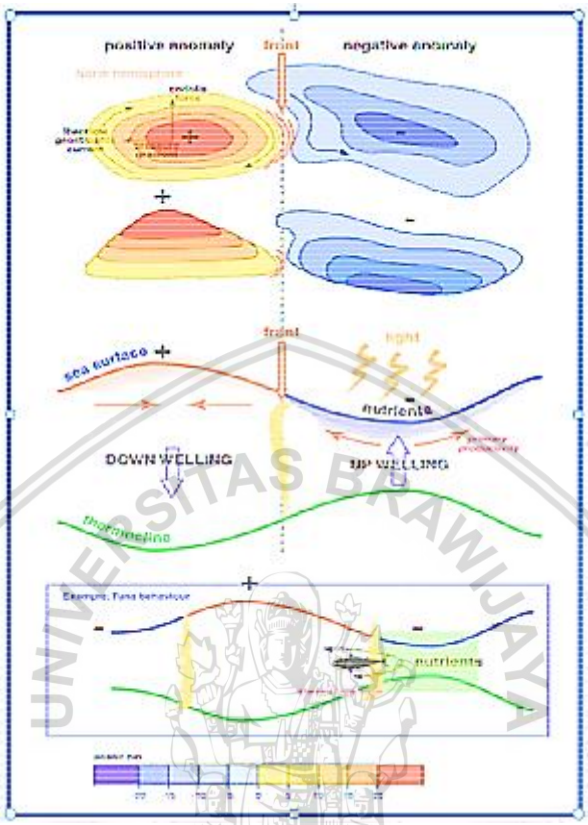


Gambar 1. Skematik Pengaruh Gerakan Arus *Eddy* terhadap Massa Air di Bumi Belahan Selatan (Ganachaud *et al.*, 2014)

Eddy yang terjadi di belahan bumi selatan dengan gerakan siklonik dapat mengakibatkan terjadinya fenomena *upwelling*, sedangkan gerakan antisiklonik dapat mengakibatkan terjadinya *downwelling*. Arah gerakan *Eddy* yang berlawanan yang disertai dengan pertemuan anomali tinggi permukaan laut baik anomali positif atau negatif memiliki pengaruh terhadap perikanan. Kombinasi analisis dari pertemuan antara kedua kejadian tersebut dapat membantu dalam penentuan zona, dimana zona merupakan wilayah yang memiliki potensi menjadi daerah penangkapan ikan (Marpaung dan Prayogo, 2014).

Fenomena pusaran *Eddy* yang terbentuk dalam suatu wilayah perairan dapat ditentukan dari hasil arah arus geostropik. *Eddy* memiliki 2 (dua) kejadian dengan arah yang berlawanan yaitu siklonik dan antisiklonik, yang disertai dengan *upwelling* atau *downwelling* pada pusat arus geostropik dapat digunakan untuk menduga wilayah atau zona potensi penangkapan ikan (ZPPI). Anomali tinggi muka laut positif dan negatif dengan 2 (dua) arus *Eddy* yang berasosiasi menjadi zona pertemuan yang diduga dapat menjadi zona potensi penangkapan ikan

(McGillicuddy *et al*., 1998). Berikut merupakan ilustrasi dari anomali tinggi muka laut yang berpengaruh pada zona potensi penangkapan ikan, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Anomali Tinggi Muka Laut (Marpaung dan Prayogo, 2014)

Menurut Hanifah *et al*. (2016), jumlah *eddy* yang terbentuk di suatu perairan tidak selalu tampil dalam setiap musim secara teratur. Frekuensi kemunculan pusaran dan jumlah tergantung pada lokasi dimana *eddy* tersebut terbentuk. Selain lokasi, kemunculan pusaran *eddy* di suatu perairan berbeda pada tiap tipe. Tipe siklonik kemunculan *eddy* biasanya waktu musim hujan atau saat waktu angin musim barat. Tipe antisiklonik kemunculan *eddy* terjadi pada waktu masa transisi 2 musim. Waktu kemunculan tersebut berlaku di lokasi perairan *Southeastern Tropical Indian Ocean* (SETIO) yang terletak diantara Pulau Sunda Kecil dan Pulau Sunda bagian barat laut Australia.

2.2 Karakteristik Eddy di Perairan Selatan Jawa

Perairan Selatan Jawa merupakan perairan laut terbuka yang memiliki posisi geografis dekat dengan Samudera Hindia, sehingga sirkulasi dari samudera dapat memberikan pengaruh baik secara langsung atau tidak langsung terhadap perairan Selatan Jawa. Pola sirkulasi massa air perairan Selatan Jawa dipengaruhi oleh angin muson yang bekerja dengan melakukan pembalikan arah angin yang terjadi secara musiman. Pengaruh dari pembalikan tersebut membuat pola pergerakan massa air menjadi berbeda (Yoga *et al*., 2014). Pola pergerakan tersebut dapat menyebabkan terbentuknya arus *Eddy.* Dinamika *Eddy* di perairan Selatan Jawa bersifat non permanen dan bergerak searah jarum jam dengan diameter 55 - 220 km dan kecepatan rata-rata 0.001 - 1.49 m/s (Farida, 2014)

Arus Katulistiwa Selatan (AKS) merupakan arus samudera kuat yang dapat memberikan pengaruh terhadap perairan Selatan Jawa. AKS dapat mentranspor massa air perairan menuju ke barat. Hal tersebut memberikan indikasi adanya *upwelling* yang lebih terfokus di perairan Selatan Jawa Timur (Purba, 2007). *Upwelling* yang terjadi merupakan dampak potensi dari adanya *Eddy*. *Eddy* mampu mentranspor klorofil-a dari sepanjang perairan Selatan Jawa hingga Samudera Hindia Selatan. Saat fenomena *Eddy, upweling* mengangkat klorofil-a ke permukaan yang membuat perairan memiliki tingkat kesuburan yang tergolong tinggi (Pranowo *et al*., 2005).

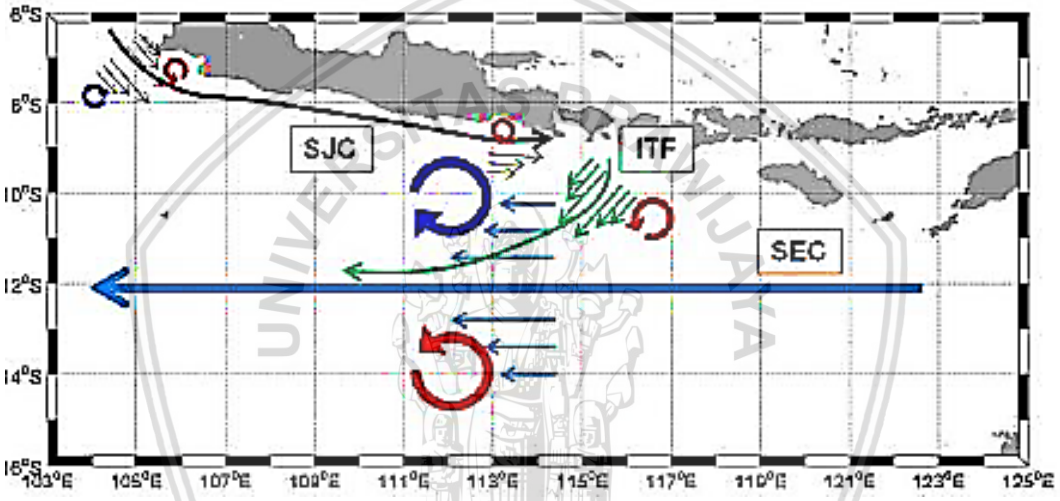
Menurut Ismoyo dan Putri (2014), *Eddy* yang berada di perairan Laut Jawa dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu kecepatan angin dan anomali muka laut. *Eddy* di perairan Laut Jawa terjadi pada musim-musim peralihan karena pada saat musim tersebut angin berarah tidak konstan. Analisa dari penelitian per 6 jam hingga harian menunjukkan bahwa variabilitas angin mengindikasikan *Eddy* terjadi di Perairan Laut Jawa. Data yang dijadikan sebagai bahan penelitian

untuk dianalisa yaitu data angin dan topografi muka laut. Indikasi *Eddy* yang lemah berasal dari nilai stres angin dan transport ekman yang rendah, sedangkan *Eddy* yang kuat berasal dari nilai yang tinggi pada stres angin dan transport ekman.

Eddy yang terbentuk di Perairan Selatan Jawa selain dipengaruhi oleh Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), juga dipengaruhi oleh ketidakstabilan dari aliran Arus Pantai Jawa (APJ) dan Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Ketidakstabilan dari aliran ketiga arus tersebut membuat terbentuknya *Eddy* dengan tipe siklonik. Tipe *Eddy* antisiklonik yang terjadi di Perairan Selatan Jawa dipengaruhi oleh ketidakstabilan dari 2 (dua) jenis aliran arus yaitu Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) dan Arus Lintas Indonesia (Arlindo). *Eddy* yang terjadi di Perairan Selatan Jawa didominasi oleh tipe siklonik (Pranowo *et al*., 2016).

Menurut Tubalawony (2008), Arus Pantai Jawa (APJ) yang mengalir di Perairan Selatan Jawa berasal dari aliran Arus Sakal Khatulistiwa Samudera Hindia. Seluruh aliran arus yang mengalir di Perairan Selatan Jawa berkembang karena sistem angin muson. Angin muson yang berhembus kuat di perairan tersebut membuat aliran massa air pada lapisan permukaan bergerak ke arah Perairan Selatan Jawa. Angin muson barat pada perairan Selatan Jawa bertiup secara musiman. Angin muson barat berhembus pada bulan Desember – Maret. Angin tersebut bergerak dari arah barat menuju ke arah timur dari tekanan yang tinggi menuju ke tekanan yang lebih rendah. Angin musim timur berhembus pada bulan Juni – Oktober yang berhembus sebaliknya dari angin musim barat yaitu dari arah timur menuju ke arah barat dari tekanan yang tinggi menuju ke tekanan yang lebih rendah. Angin muson yang menggerakan aliran Arus Pantai Jawa (APJ) dan arus lainnya, sehingga dapat membentuk sebuah pusaran arus (*Eddy*).

Pembentukan pusaran *Eddy* di Perairan Selatan Jawa dipengaruhi oleh kontribusi kecepatan dari 3 (tiga) arus utama yang mengalir di wilayah perairan tersebut. Ketiga arus utama tersebut diantaranya yaitu Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), Arus Lintas Indonesia (Arlindo), dan Arus Pantai Jawa (APJ). Kecepatan pergerakan arus AKS yang lebih dominan mengalir dari pantai mempengaruhi 2 (dua) arus lainnya, sehingga ketiga arus tersebut berputar dan membentuk sebuah pusaran yang dinamakan *Eddy*. Perbedaan kecepatan relatif antara



Arlindo dan APJ dengan AKS dengan arah aliran berbeda tersebut membuat *Eddy* semakin berkembang. Formasi *Eddy* dari pergerakan ketiga arus utama di Perairan Selatan Jawa dapat dilihat pada Gambar 3 (Hanifah *et al*., 2016).

Gambar 3. Formasi Pembentukan *Eddy* yang terbentuk dari 3 (Tiga) Arus Utama di Perairan Selatan Jawa : Arus Khatulistiwa Selatan (AKS), Arlindo (Arus Lintas Indonesia), dan Arus Pantai Jawa (APJ) (Hanifah *et al*., 2016)

2.3 Satelit Altimetri

Satelit altimetri merupakan satelit penginderaan jauh yang berfungsi untuk memantau topografi dan dinamika yang terjadi di permukaan laut. Data yang diperoleh dari satelit tersebut dapat digunakan untuk kegiatan penelitian yang berkaitan dengan dinamika laut seperti arus geostropik, tinggi permukaan laut,

dan gelombang laut. Data arus geostropik yang diperoleh dari satelit altimetri dapat digunakan untuk mendeteksi beberapa fenomena yang terjadi di perairan seperti arus *Eddy* dan *upwelling* (Marpaung dan Prayogo, 2014).

Menurut Seeber (2003), satelit altimetri diluncurkan pertama kali pada tahun 1973. Satelit yang diluncurkan pertama kali adalah satelit Geos-3. Satelit altimetri merupakan sebuah pengembangan satelit dalam bidang kelautan yaitu dinamika laut secara global. Dinamika laut yang diamati diantaranya yaitu arus, *Sea Surface Height* (SSH), *Sea Level Anomaly* (SLA), dan dinamika laut lainnya. Sistem kerja pada satelit altimetri menggunakan sensor. Sensor dalam dalam satelit tersebut memancarkan pulsa gelombang mikro dengan frekuensi tertentu ke permukaan bumi. Sinyal dengan frekuensi tertentu yang telah dipancarkan kemudian dipantulkan kembali dari permukaan bumi.

Satelit altimetri yang diluncurkan tahun 1992 yaitu Topex / Poseidon. Satelit tersebut dirancang untuk mengamati sirkulasi permukaan laut, pasang surut, dan variabilitas arus. Satelit altimetri selanjutnya yang diluncurkan yaitu Jason-1 pada tahun 2001 dan Jason-2 pada tahun 2008. Keakuratan dan ketepatan dari sistem altimetri Topex / Poseidon dan Jason memungkinkan dalam mengukur beberapa hal yang terjadi di perairan laut diantaranya yaitu perubahan volume rata-rata samudera dan permukaan laut naik dengan akurasi ± 0,4 mm, pemanasan musiman dan pendinginan samudra, pasang surut laut terbuka dengan akurasi sebesar ± 1-2 cm, sistem arus geostropik permukaan permanen, serta variasi topografi sistem arus khatulistiwa (Stewart, 2008).

Satelit altimetri merupakan satelit yang bekerja dengan menggunakan gelombang mikro. Frekuensi gelombang mikro yang digunakan oleh satelit altimetri berada pada rentang 0,3 - 300 GHz, dimana frekuensi tersebut berada diantara gelombang inframerah dan gelombang radio. Satelit altimetri merupakan

satelit penginderaan jauh yang berfungsi untuk memonitor dinamika laut. Satelit altimetri dapat bekerja secara maksimal jika dikombinasikan dengan peralatan penelitian yang digunakan untuk memantau beberapa hal seperti kedudukan atau ketinggian muka air laut (Wuriatmo *et al*., 2012).

2.4 *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD)

Conductivity, Temperature, Depth (CTD) merupakan sebuah instrumen yang berfungsi dalam pemantauan profil kolom air laut. Sensor utama yang dimiliki CTD diantaranya yaitu konduktivitas, suhu, dan tekanan yang digunakan untuk mengukur karakteristik massa air. CTD juga memiliki sensor tambahan yaitu oksigen terlarut dan pH untuk mengukur kadar oksigen serta asam atau basa suatu perairan. Instrumen ini juga memiliki sebuah bagian yaitu transmissometer yang digunakan untuk mengukur tingkat kecerahan air (Savitria dan Sari, 2012).

Menurut Hyakudome (2011), CTD merupakan salah satu *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) yang merupakan instrumen yang tidak memiliki awak. Hal tersebut memiliki nilai positif karena dapat melakukan pengambilan data hingga ke bagian perairan yang sangat yang tidak dapat dijangkau oleh penyelam. Sensor lainnya yang dimiliki AUV selain CTD diantaranya yaitu *echosounder, side scan sonar,* dan *Acoustics Current Doppler Profiler* (ADCP). Sensor-sensor tersebut memiliki kegunaan dalam melakukan survei di perairan.

Data yang dihasilkan oleh instrumen CTD merupakan data analog. Pengolahan data memerlukan data digital, sehingga data CTD tersebut diubah ke dalam bentuk data digital menggunakan bantuan *software Microsoft Excel.* Pengolahan data CTD menggunakan *software Ocean Data View* (ODV). Program aplikasi ODV dilakukan dengan melakukan batasan area atau lokasi stasiun data. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data CTD menggunakan

ODV berupa sebaran beberapa parameter terhadap kedalaman seperti parameter suhu, salinitas, dan oksigen (Flora *et al*., 2015).

Instrumen CTD selain menampilkan beberapa parameter perairan, juga dapat mengetahui kedalaman (batimetri) perairan dari data sensor yang dimilikinya. Semakin ke dalam perairan maka semakin berkurang penetrasi cahaya, sehingga dalam mengambil data pada perairan yang semakin ke dalam menggunakan bantuan alat *Light Autonomus Underwater Vehicle* (LAUV). Hasil yang didapatkan dari pengambilan data batimetri perairan diantaranya yaitu koordinat lintang, bujur, dan data kedalaman itu sendiri. Pengolahan data kedalaman dan beberapa parameter perairan selain menggunakan perangkat lunak ODV, juga dapat menggunakan *Matlab* (Manik *et al*., 2017).

2.5 Penelitian Terdahulu tentang Arus Eddy

Penelitian mengenai arus *Eddy* telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Wilayah kajian penelitian arus *Eddy* yang telah dilakukan di perairan Indonesia diantaranya yaitu perairan Selatan Jawa dan Halmahera, Maluku. Penelitian *Eddy* di perairan Selatan Jawa telah dilakukan oleh (Aulia, 2013). Penelitian tersebut menggunakan data tahun 2007 - 2011 yang terdiri dari data komponen U dan V dan data tinggi permukaan laut yang diambil dari satelit altimetri TOPEX / Jason, data suhu dari satelit NOAA, serta data klorofil dari satelit Aqua Modis. Hasil dari penelitian berupa jumlah pusaran yang terjadi dalam 1 (satu) tahun, kecepatan rata-rata, diameter, arah, serta hubungan arus *Eddy* dan *upwelling.* Penelitian lainnya di perairan Selatan Jawa juga telah dilakukan oleh (Farida, 2014). Penelitian tersebut memiliki beberapa kesamaan dalam metode dan hasil dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah waktu pengambilan data yang

diambil yaitu pada tahun 2010 – 2014 serta terdapat tambahan data yang digunakan yaitu data *Sea Level Anomaly* (SLA).

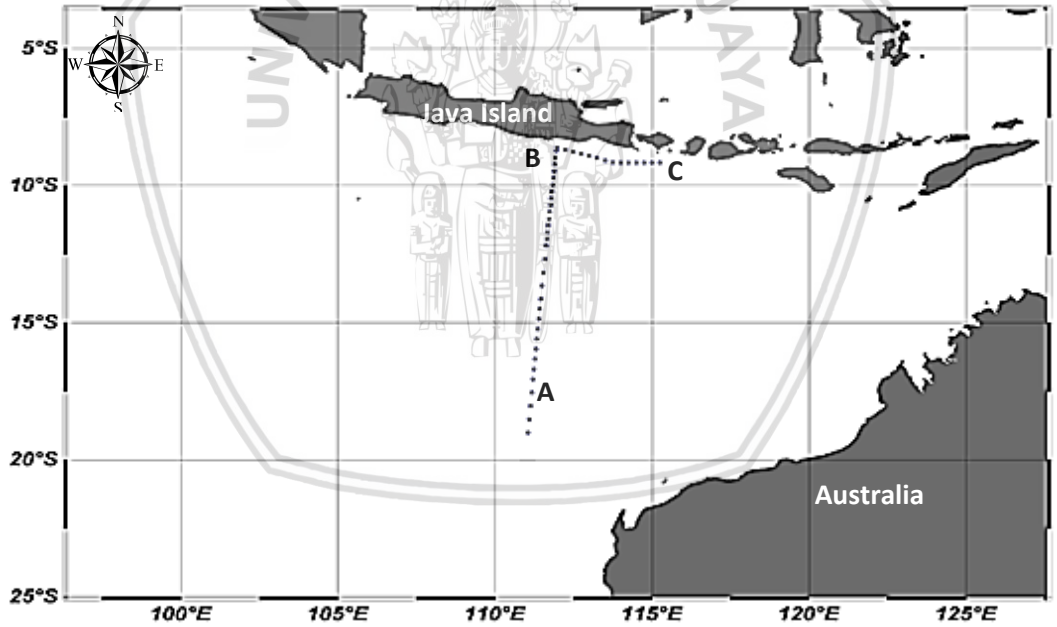
Penelitian *Eddy* lainnya di perairan Selatan Jawa telah dilakukan oleh (Pranowo *et a*l., 2016). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data arus komponen U dan V, data tinggi muka laut, dan data suhu permukaan kedalaman 5 m yang didapatkan dari website INDESO dengan waktu data yang diambil yaitu data harian sepanjang tahun 2014. Hasil dari penelitian ini berupa karakteristik dan variabilitas *Eddy* di Perairan Selatan Jawa, serta hubungan nilai suhu dan tinggi muka laut pada titik pusat *Eddy*.

Penelitian *Eddy* selain di perairan Selatan Jawa, juga telah dilakukan di perairan Halmahera, Maluku oleh (Harsono *et al.*, 2014). Penelitian ini memiliki perbedaan jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan di perairan Selatan Jawa. Penelitian ini menggunakan data *in situ* yang diperoleh pada tahun 2002 – 2012 dengan menggunakan instrumen *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP)*, Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD), dan *mooring buoy.* Fokus penelitian berbeda dengan penelitian terdahulu yaitu mengamati fenomena Halmahera *Eddy* serta arah pergeseran dari *Eddy* tersebut.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian tentang studi karakteristik *Eddy* di perairan Selatan Jawa diperoleh dari data citra satelit altimetri dan pengukuran dari instrumen *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD). Lokasi yang diambil wilayah penelitian yaitu Perairan Selatan Jawa dengan batas koordinat 9^{o} LS – 19^{o} LS dan 111^{o} BT – 115^{o} BT. Titik lokasi pengambilan data dibagi menjadi 2 transek yaitu transek A – B dengan jumlah titilk pengambilan data sebanyak 31 yang terletak pada koordinat 9^{o} LS – 19^{o} LS dan transek B – C dengan jumlah titik pengambilan data sebanyak 14 yang terletak pada koordinat 111^{o} BT – 115^{o} BT. Peta wilayah kajian penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Wilayah Kajian Penelitian di Perairan Selatan Jawa

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membantu dalam proses penelitian ini yaitu menggunakan Laptop. Berikut merupakan gambar dan fungsi dari alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

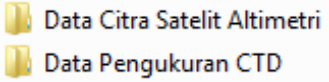
Tabel 1. Alat Penelitian

No.	Nama	Gambar	Kegunaan
1.	Laptop, *Processor Intel Core i3, Windows 7*		Alat yang digunakan dalam pengolahan data penelitian

3.2.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu perangkat lunak (*software*) *Microsoft Excel* 2013, *Ocean Data View* (ODV) 4, *Software PAleontological STatistics* (PAST) 3.0, dan data set. Gambar dan fungsi dari bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan Penelitian

No.	Nama	Gambar	Kegunaan
1.	*Software Microsoft Excel* 2013		Untuk mengolah data pengukuran CTD
2.	*Software Ocean Data View* (ODV) 4		Untuk mengolah data CTD dan data satelit altimetri
3.	*Software PAleontological STatistics* (PAST) 3.0		Untuk menganalisis data CTD (titik, kedalaman, suhu, dan salinitas) menjadi data statistik
4.	Data set		Bahan yang digunakan untuk dilakukan dalam pengolahan data

3.3 Metode Pengambilan Data

Data penelitian tentang studi karakteristik *Eddy* di Perairan Selatan Jawa menggunakan 2 (dua) data yaitu data citra altimetri dan data pengukuran CTD. Data citra altimetri yang digunakan yaitu data tinggi muka laut atau *Sea Surface Height* (SSH), sedangkan data yang digunakan dari pengukuran CTD yaitu data suhu dan salinitas. Berikut merupakan metode pengambilan dari data citra altimetri dan data hasil dari pengukuran CTD.

3.3.1 Data Citra Satelit Atimetri

Data citra satelit altimetri diperoleh dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS). CMEMS merupakan lembaga analisis yang menjadi penyedia data atau informasi samudera dan laut secara global. Lembaga ini berpusat di negara Perancis. Data yang dihasilkan dari CMEMS berupa data dalam skala waktu jam, harian, hingga bulanan. Data CMEMS dapat di*download* di web resminya yaitu *www.marinecopernicus.eu*. Data yang di*download* pada penelitian yang telah dilakukan yaitu data tinggi muka laut pada tanggal 01 – 10 Januari 2016. Waktu dari data tersebut disesuaikan dengan data *in situ* yang berasal dari pengukuran CTD. Hal tersebut bertujuan agar hasil data dari citra satelit altimetri sama dalam hal waktu dengan pengukuran *in situ* menggunakan CTD. Tujuan lainnya yaitu agar hasil dari data citra altimetri dapat dihubungkan dengan hasil dari data pengukuran CTD. Data tinggi muka laut yang telah di*download* memiliki format NC *file* (.nc). Data .nc *file* ini berupa data grid yang memiliki resolusi horizontal 0,83^{o} x 0,83^{o} dan resolusi vertikal yang terdiri hingga level kedalaman 50.

3.3.2 Data Pengukuran CTD

Data pengukuran CTD merupakan data *in situ* yang didapatkan dengan menggunakan instrumen *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD). Tipe CTD

yang digunakan yaitu tipe *Sea-Bird Electronics* (SBE) 911 Plus. Data tersebut diperoleh dari survei *Research Vessel* (RV) MIRAI Japan *Agency for Marine-Earth Science and Technology* (JAMSTEC). MIRAI merupakan kapal penelitian oseanografi dari Jepang yang melakukan studi observasi berbasis mengenai kelautan pada area yang luas. Parameter dari CTD yang digunakan pada penelitian yang telah dilakukan ini yaitu suhu dan salinitas. CTD yang digunakan mengambil 45 titik koordinat pada tanggal 01 – 10 Januari 2016 di sepanjang perairan Selatan Jawa Timur hingga menuju ke Laut Australia. Data titik-titik koordinat pengambilan data CTD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Titik Koordinat dan Waktu Pengukuran CTD pada Wilayah Kajian Penelitian

Titik *Track* Survei CTD RV MIRAI JAMSTEC pada 01 – 10 Januari 2016

Titik	Posisi		Waktu Pengukuran	
	Bujur	Lintang	Tanggal	Jam
1	111.047º BT	-19.012º LS	01/01/2016	03.17
2	111.088º BT	-18.527º LS	01/01/2016	08.33
3	111.131º BT	-18.041º LS	01/01/2016	17.24
4	111.171º BT	-17.559º LS	01/01/2016	23.40
5	111.205º BT	-17.064º LS	02/01/2016	05.55
6	111.241º BT	-16.704º LS	02/01/2016	11.33
7	111.272º BT	-16.333º LS	02/01/2016	17.40
8	111.303º BT	-15.969º LS	03/01/2016	00.30
9	111.332º BT	-15.605º LS	03/01/2016	07.45
10	111.36º BT	-15.242º LS	03/01/2016	13.40
11	111.391º BT	-14.87º LS	03/01/2016	23.53
12	111.426º BT	-14.507º LS	04/01/2016	06.25
13	111.459º BT	-14.141º LS	04/01/2016	13.29
14	111.497º BT	-13.657º LS	04/01/2016	21.58
15	111.539º BT	-13.172º LS	05/01/2016	04.33
16	111.581º BT	-12.688º LS	05/01/2016	11.04
17	111.624º BT	-12.194º LS	05/01/2016	22.39
18	111.645º BT	-11.949º LS	06/01/2016	02.55
19	111.668º BT	-11.705º LS	06/01/2016	06.54
20	111.694º BT	-11.455º LS	06/01/2016	11.46
21	111.717º BT	-11.209º LS	06/01/2016	16.50

22	111.741º BT	-10.963º LS	06/01/2016	22.30
23	111.764º BT	-10.715º LS	07/01/2016	03.52
24	111.788º BT	-10.468º LS	07/01/2016	10.26
25	111.812º BT	-10.22º LS	07/01/2016	16.38
26	111.837º BT	-9.98º LS	07/01/2016	21.44
27	111.855º BT	-9.732º LS	08/01/2016	01.24
28	111.882º BT	-9.482º LS	08/01/2016	04.50
29	111.904º BT	-9.23º LS	08/01/2016	09.42
30	111.929º BT	-8.99º LS	08/01/2016	14.26
31	111.953º BT	-8.742º LS	08/01/2016	18.08
32	111.961º BT	-8.62º LS	08/01/2016	21.34
33	112.25º BT	-8.7º LS	09/01/2016	12.47
34	112.5º BT	-8.78º LS	09/01/2016	14.21
35	112.75º BT	-8.85º LS	09/01/2016	16.00
36	113º BT	-8.93º LS	09/01/2016	17.36
37	113.25º BT	-9.01º LS	09/01/2016	19.10
38	113.502º BT	-9.09º LS	09/01/2016	20.42
39	113.75º BT	-9.16º LS	10/01/2016	05.08
40	114º BT	-9.17º LS	10/01/2016	13.55
41	114.25º BT	-9.17º LS	10/01/2016	15.21
42	114.5º BT	-9.17º LS	10/01/2016	16.47
43	114.75º BT	-9.17º LS	10/01/2016	18.18
44	115º BT	-9.17º LS	10/01/2016	19.48
45	115.249º BT	-9.17º LS	10/01/2016	21.59

3.4 Prosedur Penelitian

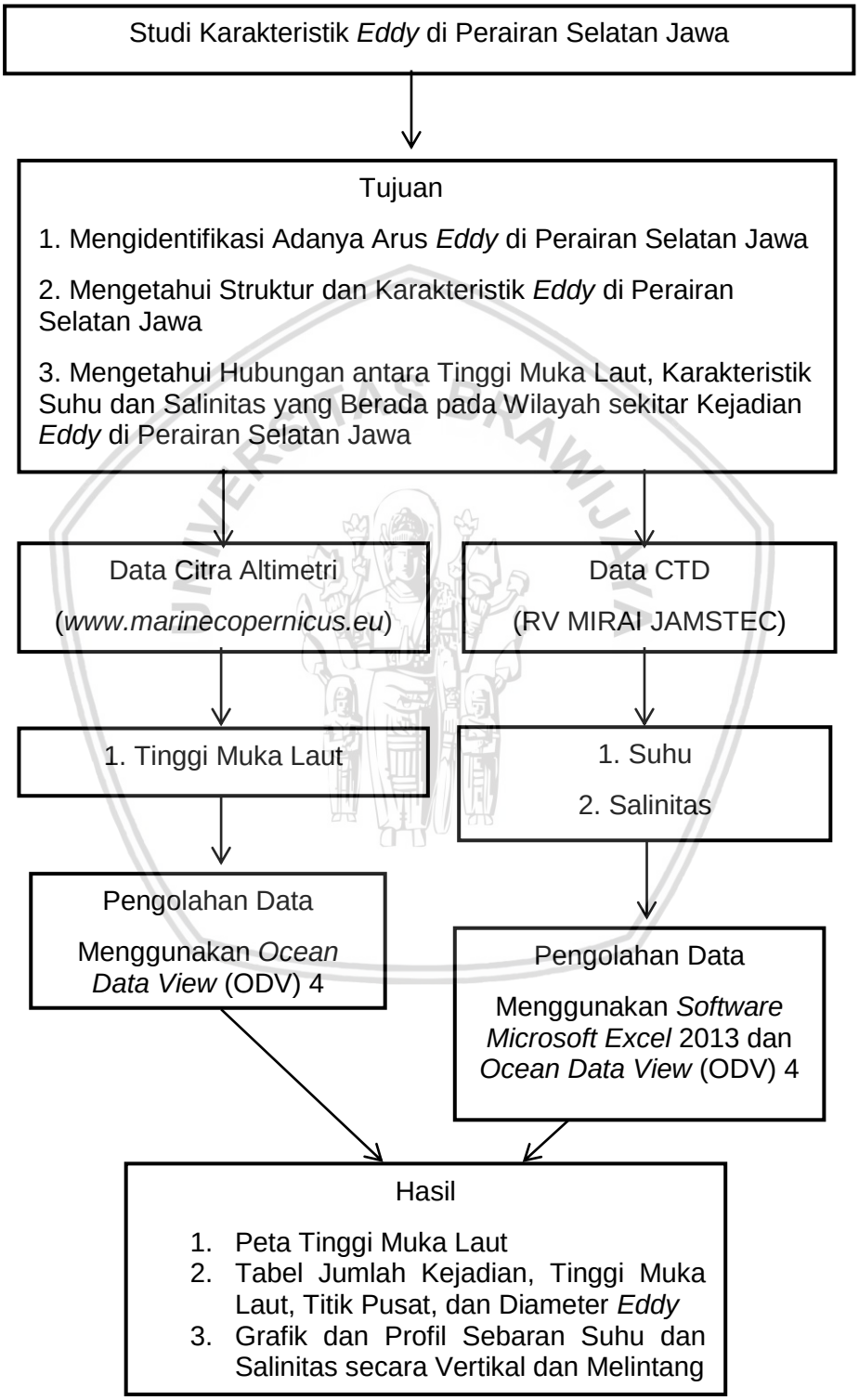
Kegiatan penelitian telah dilakukan dengan serangkaian prosedur yang dimulai dari materi atau topik penelitian, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, hingga hasil visualisasi data. Hasil pengumpulan data yang dilakukan terdapat 2 (dua) data yang digunakan. Data tersebut yaitu data citra altimetri (tinggi muka laut) dan data CTD yaitu suhu dan salinitas. Tahap dari prosedur penelitian selanjutnya yaitu pengolahan data.

Pengolahan data tinggi muka laut dilakukan menggunakan perangkat lunak (*software*) *Ocean Data View* (ODV) 4. Data yang memiliki format *file* .nc dapat langsung diolah di ODV tanpa perlu dilakukan konversi format karena data yang dihasilkan merupakan data permukaan yang dapat terlihat secara langsung. Data tinggi muka laut dibuka di ODV dengan bantuan menu *View*, kemudian pilih -

layout templates dan pilih *surface window.* Tampilan tinggi muka laut pada wilayah yang diinginkan akan tampil dalam bentuk peta. Waktu dari data tinggi muka laut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan bantuan menu *View.* Pilih menu *View* kemudian pilih *station selection criteria.* Langkah terakhir memilih waktu yang diinginkan dengan pilih *date and time*. Peta tinggi muka laut akan menghasilkan sebuah visualisasi pusaran air dengan tinggi muka laut yang berbeda disetiap pusarannya. Pusaran tersebut merupakan *Eddy* dengan tipe yang berbeda (McGillicuddy *et al.*, 1998). Peta yang dihasilkan dapat ditambahkan keterangan titik atau garis lokasi, arah dari pusaran yang terbentuk, dan keterangan tambahan lainnya. Cara membuat keterangan pada peta tersebut yaitu dengan klik kanan pada *mouse* dibagian gambar peta kemudian pilih *extras*, lalu pilih *add graphics object*. Pilihan keterangan tambahan pada peta dapat dipilih dalam *add graphics object* tersebut.

Pengolahan data dari pengukuran CTD dilakukan menggunakan perangkat lunak (*software*) *Microsoft Excel* dan *Ocean Data View* (ODV). Data CTD yang memiliki format .CTD dibuka dalam perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk diambil dan digunakan datanya, serta dikonversi ke dalam bentuk *file* .txt. Data yang digunakan dari CTD diantaranya yaitu titik lokasi dan koordinat, waktu, kedalaman, suhu, dan salinitas. Data yang sudah diambil kemudian dipindahkan dan disusun ke dalam lembar *Excel* yang baru lalu disimpan ke dalam bentuk format .txt. Data CTD yang sudah tersimpan ke dalam format .txt kemudian diolah kembali dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV). Hasil dari pengolahan data yang didapatkan berupa grafik sebaran suhu dan salinitas secara vertikal, dan profil sebaran suhu dan salinitas secara melintang atau horizontal. Prosedur penelitian yang telah dijelaskan secara

lengkap dapat dilihat secara singkat pada diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur Penelitian

3.5 Analisis Data

Penelitian tentang studi karakteristik *Eddy* menggunakan data citra satelit altimetri dan pengukuran CTD ini menggunakan metode deskriptif analitis. Metode tersebut merupakan metode yang menjelaskan karakteristik, fakta, hubungan, serta pengaruh obyek yang diteliti. Metode ini menjelaskan isi penelitian secara sistematis dan akurat (Nazir, 2005). Analisis deskriptif dalam penelitian ini yaitu mendeskripsikan karakteristik *Eddy* yang ada di Perairan Selatan Jawa seperti jumlah kejadian, arah putaran, tipe, titik pusat, ukuran diamater dari *Eddy* itu sendiri. Penelitian ini juga menganalisis hubungan antara tinggi muka laut, suhu, dan salinitas dalam kejadian *Eddy* yang menggunakan 2 (dua) data yaitu data tinggi muka laut dan data pengukuran CTD. Berikut merupakan analisis dari data citra altimetri dan pengukuran CTD.

1.5.1 Analisis Karakteristik Arus *Eddy* (Tipe, Arah Putaran, Ukuran Diameter, dan Titik Pusat)

Arus *Eddy* memiliki ciri utama yaitu pola arusnya melingkar dan terpisah dari arus utamanya. Arus *Eddy* dapat dianalisis tipe, arah putaran, dan ukuran diameternya. *Eddy* dengan tipe siklonik memiliki arah searah jarum jam, sebaliknya dengan tipe antisiklonik memiliki arah berlawanan jarum jam. Menurut Aulia (2013), ukuran diameter *Eddy* dapat dihitung dengan cara menghitung jarak terjauh antar tepi pusaran atau lingkaran dari *Eddy*. Rumus dari perhitungan ukuran diameter *Eddy* dapat dilihat seperti di bawah ini :

$$D = \frac{[|b| - |a|]\ x\ 111\ km}{1\ derajat}$$

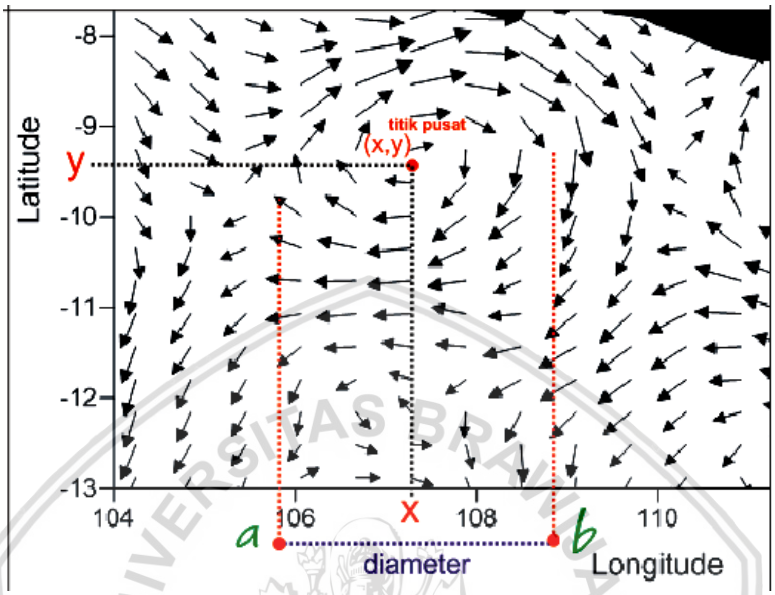
Keterangan :

D : Diameter *Eddy* (km)

b : Tepi lingkaran lintang yang rendah atau bujur paling timur (derajat)

a : Tepi lingkaran lintang yang tinggi atau bujur paling barat (derajat)

Titik pusat *Eddy* dapat ditentukan dengan cara mengidentifikasi titik tengah pusaran arus. Visualisasi cara menentukan titik pusat *Eddy* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi Cara Penentuan Titik Pusat *Eddy* (Aulia, 2013)

1.5.2 Analisis Profil Sebaran Vertikal

Profil sebaran suhu dan salinitas memberikan informasi berupa grafik dan pola sebaran suhu dan salinitas. Lapisan yang dapat terlihat dari profil sebaran secara vertikal yaitu lapisan permukaan atau homogen, lapisan termoklin, dan lapisan dalam. Profil sebaran secara vertikal disajikan dengan tampilan yang tumpang tindih antar titik pengamatan. Hasil gambar profil sebaran suhu dan salinitas dapat memperlihatkan pola massa air yang dapat dilakukan analisis.

1.5.3 Analisis Profil Sebaran Melintang atau *Cross Section*

Profil sebaran suhu dan salinitas yang ditampilkan secara melintang atau *cross section* terdiri dari keseluruhan titik lokasi yang sama seperti profil sebaran vertikal. Sebaran melintang dapat memperlihatkan secara jelas nilai minimum dan maksimum dari suhu salinitas karena berbentuk profil melintang. Profil suhu biasanya memiliki kurva dengan nilai minimum dan maksimum yang tidak begitu

ekstrim jika dibandingkan dengan profil sebaran melintang salinitas. Profil sebaran melintang salinitas dapat terlihat berbeda pada lapisan kolom air tertentu sesuai dengan data yang telah ada dan digunakan.

1.5.4 Analisis Hubungan Antara Tinggi Muka Laut, Suhu, dan Salinitas dalam Kejadian *Eddy*

Analisis selanjutnya yaitu menganalisis hubungan antara tinggi muka laut, suhu, dan salinitas dalam kejadian *Eddy*. Tinggi muka laut yang berada di pusat *Eddy* yang terbentuk dengan tipe *Eddy* yang berbeda dapat dianalisis apakah pusaran *Eddy* dapat memberikan pengaruh pada tinggi muka laut di bagian pusat *Eddy*. Nilai suhu dan salinitas yang berada di sekitar lokasi perairan apakah terpengaruh karena adanya *Eddy* yang terbentuk. Peta tinggi muka laut dan profil sebaran suhu dan salinitas baik secara vertikal dan melintang dapat menunjukkan pengaruh atau hubungan ketiga aspek tersebut terhadap adanya *Eddy*.

1.5.5 Analisis *Clustering* Suhu dan Salinitas

Analisis *cluster* adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengklasifikasikan obyek ke dalam kelompok yang relatif homogen atau cenderung mirip satu sama lain (Sutanto, 2009). Analisis *cluster* yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan nilai suhu dan salinitas yang cenderung memiliki similaritas atau nilai yang sama dari keseluruhan titik penelitian. Indeks similaritas atau kesamaan yang digunakan yaitu Bray–Curtis dengan hasil tampilan berupa dendogram. Nilai indeks similaritas berkisar antara 0 – 1, dimana nilai 0 menunjukkan tingkat kesamaan yang rendah, sedangkan nilai 1 menunjukkan tingkat kesamaan yang lebih tinggi (Ludwig dan Reynolds, 1988).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

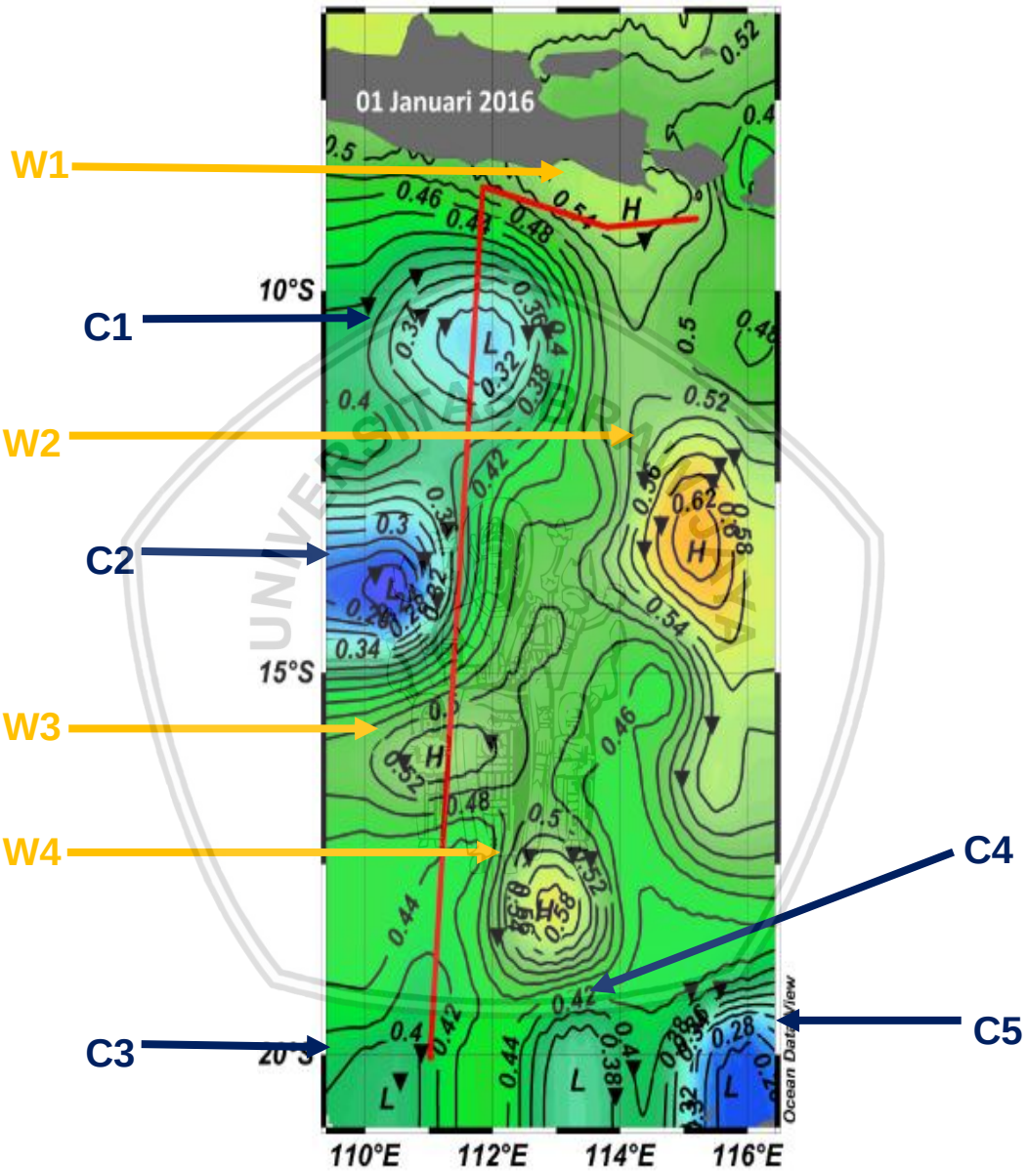
4.1 Hasil

Berdasarkan hasil visualisasi dari pengolahan data tinggi muka laut (*Sea Surface Height*) dapat diketahui bahwa pada tanggal 01 – 10 Januari 2016 terbentuk beberapa arus *Eddy* di Perairan Selatan Jawa (Lampiran 1). Kejadian *Eddy* tersebut dapat diidentifikasi karakteristiknya berdasarkan tipe dan diameter pusaran.

4.1.1 Tipe *Eddy* Perairan Selatan Jawa

Hasil visualisasi dari pengolahan data yang telah dilakukan berjumlah 10 peta sesuai dengan jumlah hari penelitian yang telah dilakukan yaitu sebanyak 10 hari, sehingga dapat memudahkan untuk melihat secara lebih jelas dan detail kejadian *Eddy* dalam skala waktu harian. Pada sub bab ini, hanya 1 (satu) contoh hasil peta yang ditampilkan yaitu tanggal 01 Januari 2016 yang dapat dilihat pada Gambar 7. Hal tersebut dikarenakan hasil peta yang cukup besar, sehingga untuk menghindari pemborosan halaman pada bagian hasil dan pembahasan, maka hasil peta keseluruhan waktu pengamatan disajikan pada Lampiran 1. Hasil pengamatan menunjukkan adanya 2 (dua) tipe *Eddy* dengan struktur dan karakteristik yang berbeda yaitu tipe siklonik (searah jarum jam) dan antisiklonik (berlawanan arah jarum jam). Pada tanggal 01 Januari 2016 terdapat 5 (lima) *Eddy* tipe siklonik yang digambarkan dengan pusaran arus berinti dingin (*cold core* / c) dan berwarna biru, dan ditemukan adanya 4 (empat) *Eddy* tipe antisiklonik yang ditandai dengan pusaran berinti hangat (*warm core* / w) dan berwarna oranye. Pada peta terdapat garis merah panjang dari titik koordinat 110.963^{o} -115.429^{o} E dan 9.17^{o} - 19.991^{o} S. Garis merah tersebut merupakan titik *track* yang telah dilakukan oleh *Research Vessel* (RV) MIRAI *Japan Agency for Marine-Earth Science Technology* (JAMSTEC), yang di*overlay* dengan peta

tinggi muka laut yang diperoleh dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS). Gambar 7 ini juga dapat diketahui tinggi muka laut, diameter, dan titik pusat *Eddy* yang akan dijelaskan pada sub bab 4.1.2 – 4.1.4.



Gambar 7. Contoh Hasil Visualisasi Data Tinggi Muka Laut pada 1 Januari 2016 yang Menunjukkan Terdapat 5 Kejadian *Eddy* Tipe Siklonik (Pusaran Berwarna Biru) dan 4 Kejadian Tipe Antisiklonik (Pusaran Berwarna Oranye), Garis Merah Menunjukkan *Track* Survei CTD RV MIRAI JAMSTEC

Ringkasan jumlah kejadian *Eddy* berdasarkan 10 hari pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 4 dan Lampiran 1, terdapat tipe siklonik sebanyak 5 kejadian sedangkan pada tipe *Eddy* antisiklonik sebanyak 3 – 4 kejadian. Kejadian *Eddy* tipe siklonik yang terbentuk di Perairan Selatan Jawa memiliki jumlah yang konstan sebanyak 5. Hal tersebut berbeda dengan jumlah *Eddy* tipe antisiklonik. Awal kejadian *Eddy* tipe antisiklonik memiliki 4 kejadian tetapi pada hari ke-3, hari ke-5, hingga hari ke-10 kejadian *Eddy* yang terbentuk mengalami pengurangan jumlah menjadi 3 kejadian. Perubahan jumlah kejadian *Eddy* pada tipe antisiklonik terjadi pada *Eddy* yang berbentuk pusaran kecil (*small eddies*). Menurut Tolmazin (2012), *small eddies* merupakan jenis *Eddy* yang terbentuk dalam skala waktu jam hingga harian, sedangkan *Eddy* yang berbentuk pusaran besar (*large eddies*) terbentuk dalam skala waktu minggu hingga bulanan. Jumlah kejadian pada tiap tipe *Eddy* secara detail dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kejadian dan Tipe Arus *Eddy* yang Terbentuk di Perairan Selatan pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Jumlah dan Jenis *Eddy*	
	Siklonik (*Cold Core)*	Antisiklonik (*Warm Core*)
01-Jan-16	5	4
02-Jan-16	5	4
03-Jan-16	5	3
04-Jan-16	5	4
05-Jan-16	5	3
06-Jan-16	5	3
07-Jan-16	5	3
08-Jan-16	5	3
09-Jan-16	5	3
10-Jan-16	5	3

4.1.2 Tinggi Muka Laut pada Wilayah Sekitar Kejadian *Eddy*

Satuan tinggi muka laut pada penelitian ini adalah meter (m). Tinggi muka laut di wilayah sekitar kejadian *Eddy* selama 10 hari pengamatan, pada tipe siklonik (*cold core*) memiliki kisaran nilai 0.24 – 0.42 m, dengan nilai tinggi muka laut terkecil 0.24 m dan nilai titik tinggi muka laut terbesar sebesar 0.42 m. Nilai tinggi muka laut tertinggi berada pada kejadian *Eddy* C3 pada tanggal 03 – 07 Januari 2016, sedangkan nilai tinggi muka laut terendah berada pada kejadian *Eddy* C2 pada tanggal 03 – 05 dan 10 Januari 2016. Tinggi muka laut di pusat *Eddy* yang mengalami perubahan nilai pada beberapa kejadian *Eddy* yaitu C2, C3 dan C5, tetapi terdapat juga kejadian *Eddy* yang tidak mengalami perubahan nilai tinggi muka laut yaitu pada kejadian *Eddy* C1 dan C4. Tinggi muka laut pada titik wilayah kejadian *Eddy* tipe siklonik secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tinggi Muka Laut pada Titik Wilayah Kejadian *Eddy* Tipe Siklonik (*Cold Core* / C) Perairan Selatan Jawa Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Jenis *Eddy*				
	C1 (m)	C2 (m)	C3 (m)	C4 (m)	C5 (m)
01-Jan-16	0,32	0,24	0,4	0,38	0,28
02-Jan-16	0,32	0,24	0,4	0,38	0,28
03-Jan-16	0,32	0,24	0,42	0,38	0,32
04-Jan-16	0,32	0,24	0,42	0,36	0,32
05-Jan-16	0,32	0,24	0,42	0,36	0,3
06-Jan-16	0,32	0,26	0,42	0,36	0,3
07-Jan-16	0,32	0,28	0,42	0,36	0,32
08-Jan-16	0,32	0,28	0,4	0,36	0,3
09-Jan-16	0,32	0,3	0,4	0,36	0,36
10-Jan-16	0,32	0,24	0,4	0,36	0,36

Tinggi muka laut pada wilayah kejadian *Eddy* tipe antisiklonik (*warm core*) memiliki kisaran nilai 0.52 – 0.64 m dengan nilai tinggi muka laut terkecil 0.52 m

dan nilai titik tinggi muka laut tertinggi sebesar 0.64 m. Nilai tinggi muka laut tertinggi berada pada kejadian *Eddy* W2 pada tanggal 02 – 04 dan 06 Januari 2016, sedangkan nilai tinggi muka laut terendah berada pada kejadian *Eddy* W3 pada tanggal 01 Januari 2016. Sama halnya dengan *Eddy* tipe siklonik, tinggi muka laut pada *Eddy* tipe antisiklonik mengalami perubahan nilai pada beberapa kejadian yaitu pada kejadian *Eddy* W2, W3, dan W4. Kejadian *Eddy* yang tidak mengalami perubahan nilai atau konstan terjadi pada W1 dengan nilai tinggi muka laut 0.54 m. Tinggi muka laut pada titik wilayah kejadian *Eddy* tipe antisiklonik secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tinggi Muka Laut pada Titik Wilayah Kejadian Eddy Tipe Antisiklonik (*Warm Core* / W) Perairan Selatan Jawa Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Jenis *Eddy*			
	W1 (m)	W2 (m)	W3 (m)	W4 (m)
01-Jan-16	0,54	0,62	0,52	0,58
02-Jan-16	0,54	0,64	0,54	0,58
03-Jan-16	-	0,64	0,54	0,58
04-Jan-16	0,54	0,64	0,54	0,6
05-Jan-16	-	0,62	0,54	0,6
06-Jan-16	-	0,64	0,56	0,6
07-Jan-16	-	0,62	0,56	0,58
08-Jan-16	-	0,62	0,56	0,58
09-Jan-16	-	0,62	0,56	0,58
10-Jan-16	-	0,62	0,56	0,58

4.1.3 Titik Pusat *Eddy* di Perairan Selatan Jawa

Arus *Eddy* yang terbentuk di Perairan Selatan Jawa pada waktu pengamatan 01 - 10 Januari 2016 baik tipe siklonik maupun tipe antisiklonik memiliki titik pusat awal yang berbeda-beda. Hal tersebut terjadi karena letak *Eddy* di Perairan Selatan Jawa yang terbentuk bersifat menyebar (Lampiran 1). Titik pusat *Eddy*

yang telah dilakukan analisis, mengalami pergerakan dalam beberapa hari pada seluruh tipe *Eddy*. Pergerakan *Eddy* yang terjadi berpindah hingga 0.25 derajat. Titik pusat *Eddy* tipe siklonik yang terjadi di Perairan Selatan pada setiap titik kejadian secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 7. Pada waktu pengamatan, *Eddy* tipe siklonik terdapat 3 (tiga) kejadian yang terlihat mengalami pergerakan yaitu pada kejadian *Eddy* C1, C2, dan C5. Pergerakan *Eddy* yang membuat titik pusat *Eddy* menjadi berubah berada pada titik koordinat 10.75^{O}LS – 20.5 ^{O}LS dan 110 ^{O}BT – 115.75 ^{O}BT. Kejadian *Eddy* lainnya yang tidak mengalami pergerakan atau konstan pada kejadian *Eddy* C3 dan C5. Berikut merupakan titik pusat *Eddy* tipe siklonik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Titik Pusat *Eddy* Tipe Siklonik (*Cold Core* / C) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Jenis *Eddy*									
	C1		C2		C3		C4		C5	
	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS
01-Jan-16	111,75	10,75	110,25	14	110,5	20,5	113,5	20,5	116	20,5
02-Jan-16	111,5	10,75	110,25	14	110,5	20,5	113,5	20,5	116	20,5
03-Jan-16	111,5	10,75	110	14	110,5	20,5	113,5	20,5	116	20,5
04-Jan-16	111,25	10,75	110	14	110,5	20,5	113,5	20,5	116	20,5
05-Jan-16	111,25	10,75	110	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5
06-Jan-16	111	10,75	110	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5
07-Jan-16	111	10,75	110	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5
08-Jan-16	110,75	10,75	109,75	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5
09-Jan-16	110,75	10,75	109,75	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5
10-Jan-16	110,5	10,75	109,75	14	110,5	20,5	113,5	20,5	115,75	20,5

Titik Pusat pada tipe antisiklonik (*warm core*) yang memiliki rata-rata 3 – 4 kejadian memiliki titik pusat berbeda yang berkisar pada 110.75^{o} – 115.25^{o} BT dan 9^{o} – 16.25^{o} LS. *Eddy* tipe siklonik pada beberapa kejadian terdapat adanya *Eddy* yang tidak mengalami pergerakan atau konstan, berbeda halnya dengan *Eddy* tipe antisiklonik yang pada semua kejadian mengalami pergerakan. Pergerakan *Eddy* pada tipe antisiklonik juga sama halnya dengan *Eddy* tipe siklonik yang berpindah atau bergerak sekitar 0.25 derajat. Titik pusat *Eddy* tipe siklonik di Perairan Selatan pada setiap titik kejadian secara spesifik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Titik Pusat Eddy Tipe Antisiklonik (*Warm Core* / W) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Jenis *Eddy*							
	W1		W2		W3		W4	
	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS	^{O}BT	^{O}LS
01-Jan-16	114	9	115,25	13,25	111,25	16	113	16
02-Jan-16	113,75	9	115	13,25	111,25	16	113	16
03-Jan-16	-	-	115	13,25	111,25	16	112,75	16
04-Jan-16	113,25	9,25	115	13,25	111,25	16	112,75	16
05-Jan-16	-	-	115	13,25	111,25	16	112,75	16
06-Jan-16	-	-	115	13,25	111	16,25	112,75	16
07-Jan-16	-	-	114,75	13	111	16,25	112,75	16,25
08-Jan-16	-	-	114,75	13	110,75	16,25	112,75	16,25
09-Jan-16	-	-	114,75	12,75	110,75	16,25	112,75	16,25
10-Jan-16	-	-	114,75	12,75	110,75	16,25	112,5	16,25

4.1.4 Diamater Pusaran *Eddy* di Perairan Selatan Jawa

Peta hasil data tinggi muka laut (Lampiran 1), selain meperlihatkan tipe, tinggi muka laut, dan titik pusat, juga menunjukkan gambaran ukuran diameter dari *Eddy* itu sendiri. Ukuran diameter masing-masing *Eddy* dari tiap tipe berbeda. Satuan ukuran diameter *Eddy* adalah kilometer (km). Variasi ukuran diameter *Eddy* di Perairan Selatan Jawa berkisar antara puluhan hingga ratusan kilometer. Menurut Klein dan Lapeyre (2015), *Eddy* yang memiliki ukuran diameter dengan kisaran 50 - 200 km merupakan tipe *Eddy mesoscale.* Diamater *Eddy* tipe siklonik *(cold core*) yang dapat dilihat pada tabel 9 memiliki nilai diameter dengan kisaran 83.25 – 333 km, dengan nilai ukuran diameter *Eddy* terkecil 83.25 km pada *Eddy* C2 tanggal 09 – 10 Januari 2016 dan diameter *Eddy* terbesar 333 km pada *Eddy* C1 tanggal 02 Januari 2016. Perubahan diameter terjadi pada kejadian *Eddy* C1, C2, dan C4, sedangkan pada kejadian *Eddy* C3 dan C5 tidak mengalami perubahan diameter atau bernilai konstan. Perubahan nilai ukuran diameter *Eddy* yang terjadi pada setiap titik kejadian berbeda. Kejadian *Eddy* C1 mengalami perubahan ukuran diameter sebesar 27.75, 55.5, dan 83.25 km, dimana awalnya diameter berukuran besar kemudian berubah menjadi lebih kecil dari ukuran diameter semula. Berbeda halnya dengan kejadian *Eddy* C1, kejadian *Eddy* C2, dan kejadian *Eddy* C4 mengalami perubahan ukuran diameter hanya sebesar 27.75 km, dimana kejadian C2 berubah menjadi lebih kecil dari ukuran semula, sedangkan pada C4 ukuran diameter berubah menjadi lebih besar dari ukuran semula. Nilai diameter *Eddy* pada tipe siklonik (*cold core*) di Perairan Selatan Jawa waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Diameter *Eddy* Tipe Siklonik (*Cold Core* / C) di Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016

Tanggal	Diameter *Eddy*				
	C1 (km)	C2 (km)	C3 (km)	C4 (km)	C5 (km)
01-Jan-16	249,75	194,25	166,5	194,25	166,5
02-Jan-16	333	194,25	166,5	194,25	166,5
03-Jan-16	249,75	166,5	166,5	194,25	166,5
04-Jan-16	222	166,5	166,5	194,25	166,5
05-Jan-16	222	138,75	166,5	194,25	166,5
06-Jan-16	166,5	138,75	166,5	194,25	166,5
07-Jan-16	166,5	111	166,5	222	166,5
08-Jan-16	166,5	111	166,5	222	166,5
09-Jan-16	166,5	83,25	166,5	222	166,5
10-Jan-16	166,5	83,25	166,5	249,75	166,5

Ukuran diameter yang dimiliki pada semua kejadian *Eddy* tipe antisiklonik (*warm core*) tidak begitu jauh berbeda dibandingkan dengan kejadian *Eddy* tipe siklonik (*cold core*). Diamater *Eddy* tipe antisiklonik *(warm* core) memiliki nilai kisaran yang sama dengan *Eddy* tipe siklonik (*cold core*) yaitu sebesar 83,25 – 333 km, dengan diameter *Eddy* terkecil 83,25 km pada kejadian *Eddy* W1 tanggal 04 Januari 2016 dan diameter *Eddy* terbesar 333 km pada kejadian *Eddy* W1 tanggal 01 Januari 2016. Perubahan diameter pada setiap titik kejadian *Eddy* terjadi pada semua kejadian *Eddy* W1 – W4 dan memiliki nilai yang berbeda. Kejadian *Eddy* W1 mengalami perubahan diameter sebesar 83.25 dan 166.5 km. Perubahan sebesar 27.25 dan 55.5 km terjadi pada kejadian *Eddy* W2, sedangkan kejadian *Eddy* W3 mengalami perubahan *Eddy* sebesar 27.75, 55.5, dan 83.25 km. Kejadian *Eddy* W4 mengalami perubahan sebesar 27.75 km. Kejadian *Eddy* W1 dan W4 mengalami perubahan ukuran menjadi lebih kecil dari ukuran semula, berbeda halnya dengan kejadian *Eddy* W2 dan W3 mengalami

perubahan nilai ukuran lebih besar. Nilai diameter *Eddy* tipe antisiklonik (*warm core*) di Perairan Selatan Jawa dapat dilihat secara spesifik pada Tabel 10.

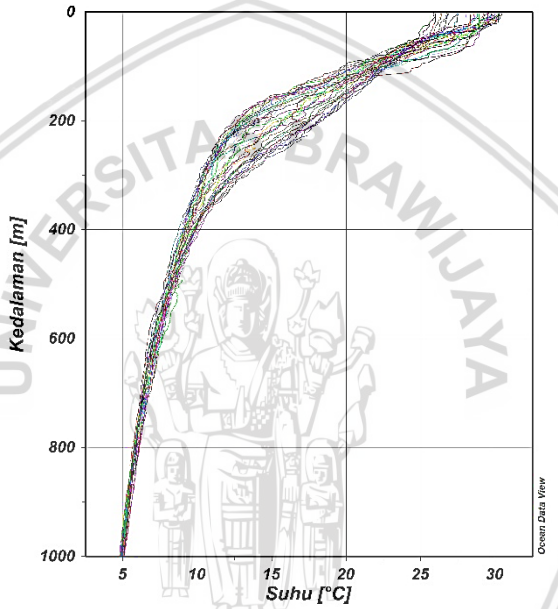
Tabel 10. Diameter Eddy Tipe Antisiklonik (*Warm Core* / W) di Perairan Selatan Jawa pada 01 - 10 Januari 2016

Tanggal	Diameter *Eddy*			
	W1 (km)	W2 (km)	W3 (km)	W4 (km)
01-Jan-16	333	166,5	166,5	194,25
02-Jan-16	166,5	194,25	222	194,25
03-Jan-16	-	194,25	138,75	194,25
04-Jan-16	83,25	194,25	166,5	194,25
05-Jan-16	-	222	222	194,25
06-Jan-16	-	249,75	249,75	194,25
07-Jan-16	-	305,25	249,75	194,25
08-Jan-16	-	305,25	249,75	194,25
09-Jan-16	-	333	249,75	166,5
10-Jan-16	-	333	249,75	166,5

4.1.5 Suhu Perairan Selatan Jawa

Pengolahan data suhu menggunakan data CTD yang diperoleh dari *Research Vessel* (RV) MIRAI *Japan Agency for Marine-Earth Science Technology* (JAMSTEC) pada tanggal 01 – 10 Januari 2016 dengan jumlah titik pengambilan data sebanyak 45 titik dibagi menjadi 2 transek. Transek pertama yaitu transek A – B yang terdiri dari 31 titik pengambilan data. Transek kedua yaitu transek B – C yang terdiri dari 14 titik pengambilan data. Profil sebaran suhu secara vertikal pada transek A – B yang dapat dilihat pada Gambar 9 menampilkan nilai suhu pada lokasi pengamatan yang membentuk sebuah grafik. Suhu perairan pada wilayah pengamatan berkisar antara 5^{o} – 30^{o} C. Nilai suhu pada perairan permukaan dengan kedalaman 0 – 100 m sebesar 22^{o} – 30^{o} C dengan nilai suhu terendah 22.86^{o} C dan nilai suhu tertinggi yaitu 30.44^{o} C. Penurunan suhu secara

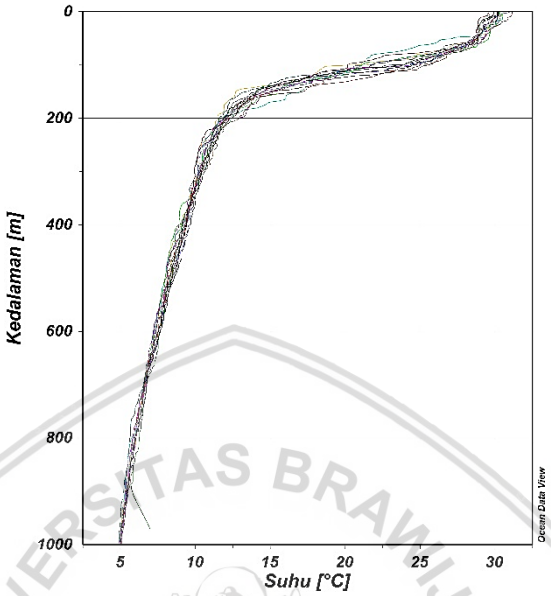
ekstrim dan mencolok terjadi pada lapisan termoklin dengan kedalaman di atas 100 m hingga 400 m. Nilai suhu terendah pada lapisan termoklin yaitu 10.15^{o} C dan nilai tertinggi yaitu 22.08^{o} C. Menurut Nontji (1987), lapisan termoklin merupakan lapisan yang memiliki ciri penurunan suhu yang mencolok dengan nilai suhu yang besar. Grafik sebaran suhu tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam perairan maka suhu semakin mengalami penurunan. Profil sebaran suhu secara vertikal pada transek A – B dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Profil Sebaran Suhu Secara Vertikal Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 - 10 Januari 2016

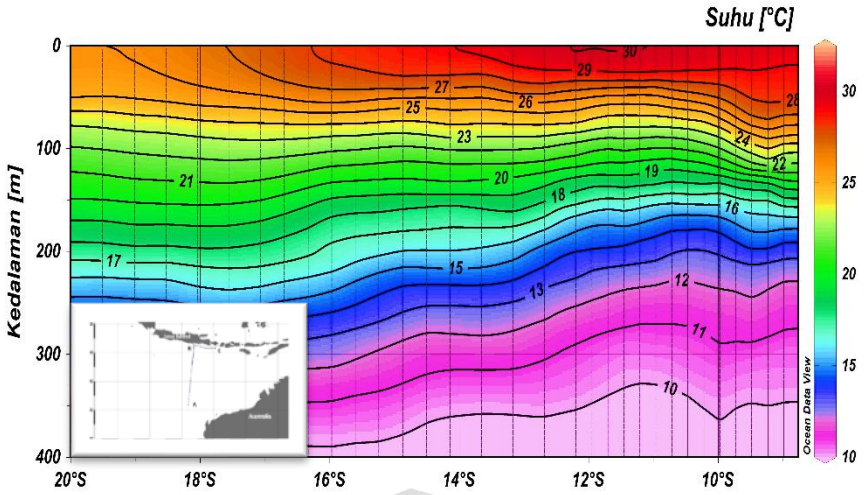
Sama halnya dengan sebaran suhu secara vertikal pada transek A – B, dimana semakin dalam perairan maka nilai suhu semakin menurun. Hal tersebut juga berlaku pada sebaran suhu secara vertikal pada transek B – C yang mengalami penurunan nilai. Nilai suhu pada perairan permukaan pada transek B - C berkisar antara 25^{o} – 31^{o} C. Nilai terendah suhu pada lapisan permukaan yaitu 25.57^{o} C, sedangkan nilai tertinggi yaitu 31.15^{o} C. Lapisan termoklin pada kedalaman di atas 100 m hingga 400 m mengalami penurunan nilai suhu yang ekstrim sama halnya seperti pada transek A – B. Nilai suhu terendah di lapisan

termoklin yaitu 9.65^{o} C, sedangkan nilai tertinggi yaitu 22.68^{o} C. Sebaran suhu secara vertikal pada transek B – C dapat dilihat pada Gambar 9.



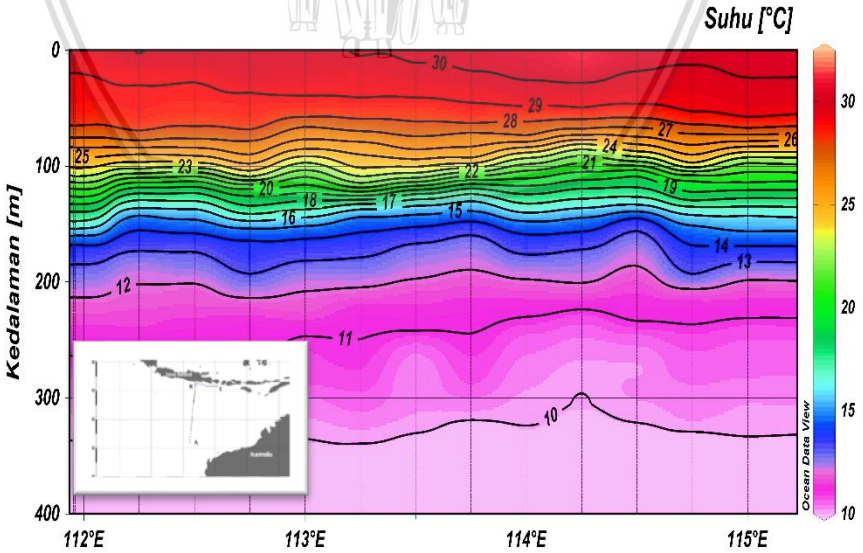
Gambar 9. Profil Sebaran Suhu Secara Vertikal Transek B – C Perairan Selatan Jawa 01 - 10 Januari 2016

Hasil pengolahan data suhu juga menghasilkan sebaran suhu secara melintang atau *cross section*. Hasil visualisasi sebaran suhu secara melintang ditampilkan hanya sampai kedalaman 400 m karena pada kedalaman 0 – 400 m mengalami perubahan penurunan suhu yang terlihat jelas, ekstrim, dan mencolok. Berbeda halnya dengan kedalaman lebih dari 400 m yang mengalami penurunan tidak begitu mencolok dan cenderung bernilai stabil. Sebaran suhu secara melintang pada transek A – B yang dapat dilihat pada Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai suhu pada lapisan permukaan 0 – 100 m berkisar antara 22^{o} – 30^{o} C. Nilai suhu tertinggi pada transek tersebut berada di perairan permukaan sekitar lintang 10^{o} LS, dimana lintang tersebut berada di wilayah yang dekat dengan daerah pantai. Lapisan termoklin pada transek A – B memiliki nilai suhu yang berkisar antara 10^{o} - 20^{o} C. Profil sebaran suhu secara melintang transek A – B dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Profil Sebaran Suhu Secara Melintang Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 -10 Januari 2016

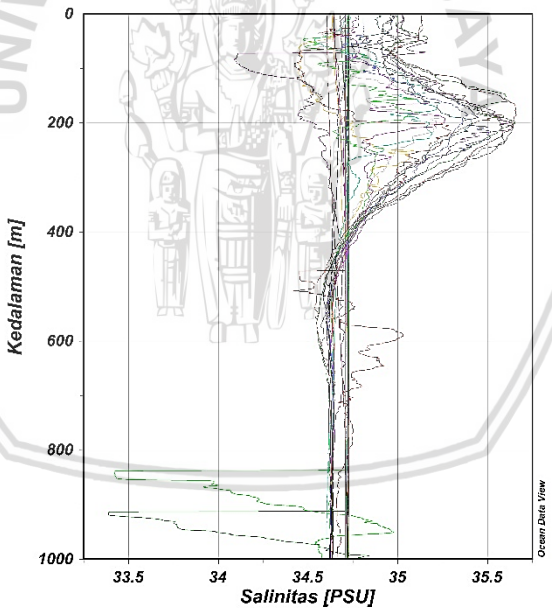
Profil sebaran suhu secara melintang atau horizontal pada transek B – C memiliki kisaran nilai suhu 25º – 30º C pada lapisan permukaan. Nilai suhu tertinggi berada di sepanjang lintang 112º – 115º BT. Wilayah lintang tersebut merupakan wilayah yang dekat dengan daerah pantai. Pada lapisan termoklin memiliki nilai suhu yang berkisar antara 10º – 22º C yang sama dengan nilai suhu pada transek A – B. Profil sebaran suhu pada transek B – C dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Profil Sebaran Suhu Secara Melintang Transek B – C Perairan Selatan Jawa 01 - 10 Januari 2016

4.1.6 Salinitas Perairan Selatan Jawa

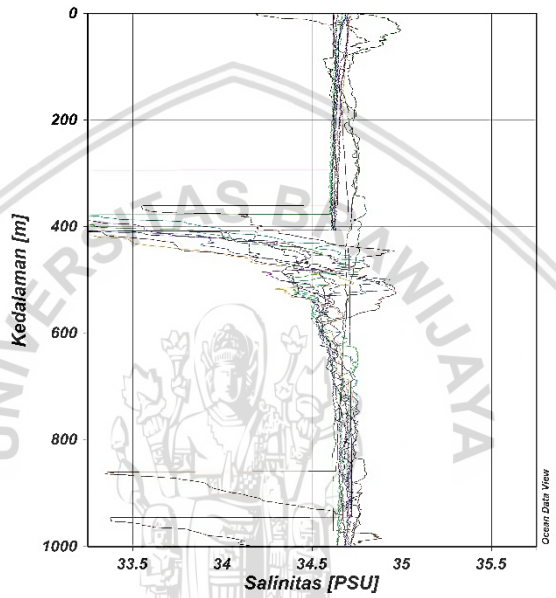
Berdasarkan hasil pengolahan data salinitas pada lokasi wilayah pengamatan yang juga didapatkan dari data pada instrumen CTD, sebaran salinitas secara vertikal dan melintang dibagi menjadi 2 (dua) bagian lokasi yaitu transek A – B dan transek B – C sama halnya seperti pada parameter suhu. Pada Transek A – B, nilai salinitas pada lapisan permukaan memiliki nilai terendah 34.57 PSU, sedangkan nilai salinitas tertinggi yaitu 35.07 PSU. Pada lapisan termoklin, nilai salinitas terendah yaitu 34.44 PSU, sedangkan nilai tertinggi yaitu 35.65 PSU. Perairan dengan kedalaman 850 – 900 m memiliki nilai salinitas yang terendah yaitu 33.5 PSU. Profil sebaran salinitas secara vertikal pada transek A – B dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Profil Sebaran Salinitas Secara Vertikal Transek A – B Perairan Selatan Jawa pada 01 – 10 Januari 2016

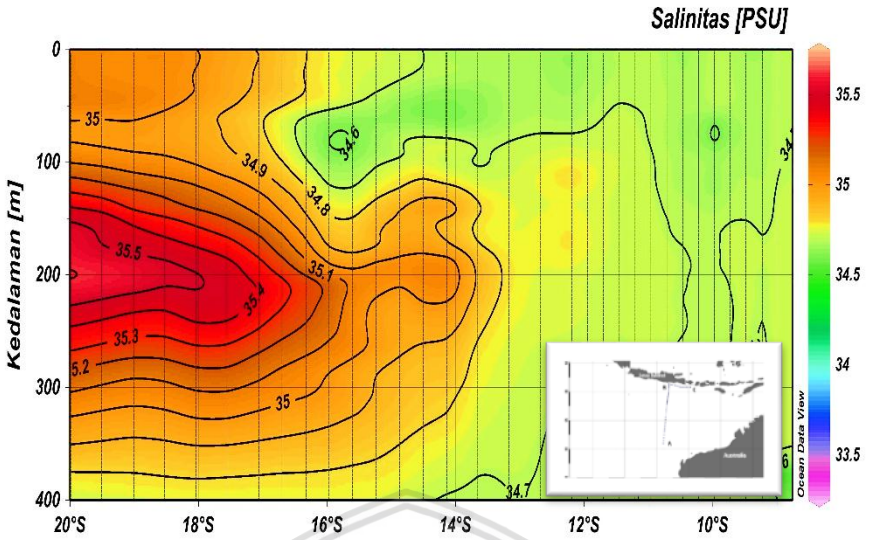
Nilai sebaran salinitas pada transek B – C yang dapat dilihat pada Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai salinitas pada transek tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai salinitas pada transek A – B. Nilai terendah salinitas

pada lapisan permukaan pada transek B – C yaitu 34.18 PSU, sedangkan nilai salinitas tertinggi yaitu 34.68 PSU. Pada lapisan termoklin, nilai salinitas terendah yaitu 33.50 PSU sedangkan nilai salinitas tertinggi yaitu 34.80 PSU. Sama halnya dengan transek A – B, nilai salinitas pada kedalaman perairan 850 – 900 m memiliki nilai terendah yaitu 33.5 PSU. Profil sebaran salinitas secara vertikal pada transek B – C dapat dilihat pada Gambar 13.



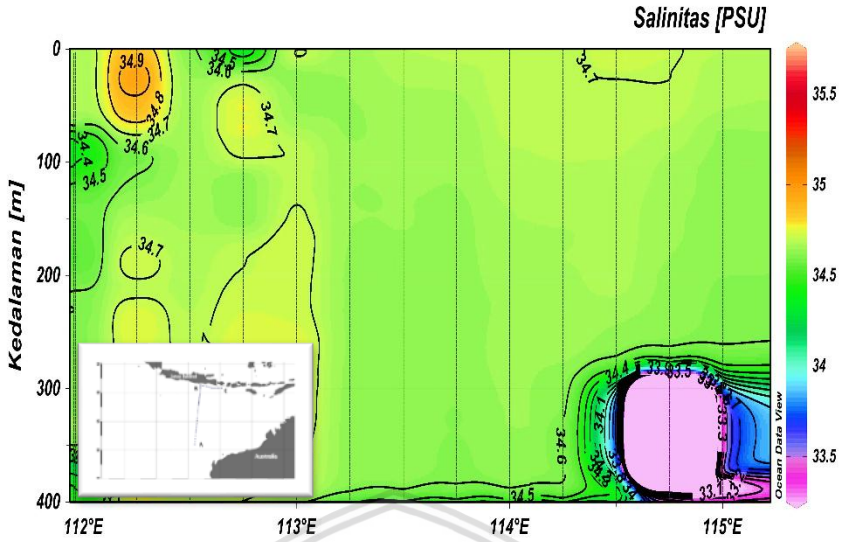
Gambar 13. Profil Sebaran Salinitas Secara Vertikal Transek B – C Perairan Selatan Jawa pada 01 – 10 Januari 2016

Profil sebaran salinitas secara melintang pada transek A – B dapat dilihat pada Gambar 15. Nilai salinitas pada lapisan permukaan berkisar antara 34 – 35 PSU, sedangkan pada lapisan termoklin, nilai salinitas pada transek tersebut berkisar antara 34.7 – 35.5 PSU. Nilai salinitas tertinggi berada di perairan dengan kedalaman hampir 200 m. Perairan dengan lintang 14^o – 20^o LS memiliki nilai salinitas yang lebih besar dibandingkan dengan lintang 10^o – 14^o LS. Nilai salinitas pada lintang 10^o – 14^o LS berkisar antara 34.6 – 34.7 PSU. Profil sebaran salinitas secara melintang transek A – B dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Profil Sebaran Salinitas Secara Melintang Transek A – B pada 01 - 10 Januari 2016

Nilai salinitas pada profil salinitas secara melintang pada transek B – C memiliki kisaran nilai 34.4 – 34.9 PSU pada lapisan permukaan. Pada lapisan termoklin, nilai salinitas memiliki kisaran nilai 33.1 – 34. 7 PSU. Nilai salinitas terendah yaitu 33.1 PSU berada pada kedalman 400 m pada lintang sekitar 115^{o} BT. Nilai salinitas tertinggi berada pada lintang sekitar 112^{o} BT pada perairan dengan kedalaman 300 – 400 m terapat sebuat pola sebaran salinitas dengan nilai salinitas yang bervariasi. Lokasi tersebut berada pada lintang dimana terdapat nilai salinitas terendah yaitu lintang 115^{o} BT. Wilayah pada sekitar lintang tersebut merupakan wilayah yang dekat dengan daerah pantai, serta merupakan wilayah dimana *Eddy* terbentuk. Profil sebaran salinitas transek B – C secara melintang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Profil Sebaran Melintang Salinitas Transek B – C Perairan Selatan Jawa pada 01 – 10 Januari 2016

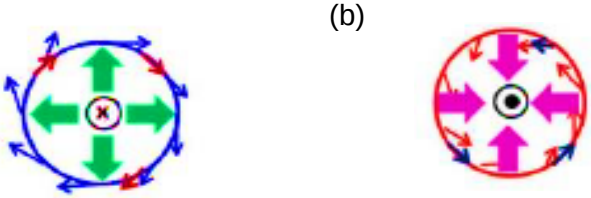
4.2 Pembahasan

4.2.1 Mekanisme *Eddy* di Perairan Selatan Jawa

Perairan Indonesia memiliki wilayah perairan yang luas, dimana salah satunya yaitu perairan Selatan Jawa yang merupakan perairan dipengaruhi oleh angin muson dan sirkulasi dari massa air di wilayah tersebut (Harsono, 2005). Perairan Selatan Jawa merupakan perairan yang terletak di Belahan Bumi Selatan (BBS), sehingga kejadian *Eddy* yang terbentuk di Perairan Selatan Jawa yang memiliki arah searah jarum jam merupakan tipe *Eddy* siklonik, sedangkan tipe *Eddy* yang berlawanan dengan arah jarum jam merupakan tipe antisiklonik. Arah *Eddy* tersebut akan berubah kebalikannya, jika berada pada bumi belahan utara (Sell, 2002). *Eddy* yang memiliki pusaran searah jarum jam pada bumi belahan selatan memiliki potensi menimbulkan *upwelling* karena gaya *coriolis* yang membuat arus dibelokkan ke arah kiri, sehingga arus yang dibelokkan tersebut menjauhi pusatnya (divergensi). *Eddy* yang berlawanan arah jarum jam terjadi sebaliknya yaitu menimbulkan *downwelling,* karena arus yang dibelokkan bergerak mendekati pusatnya (konvergensi). *Downwelling* yang terjadi biasanya

memiliki ketinggian muka laut yang lebih tinggi di bagian pusatnya. Hal tersebut berlaku sebaliknya pada *upwelling* (Dimas R. *et al*., 2015). Ilustrasi dari pola arus divergensi dan konvergensi dapat dilihat pada Gambar 16.

(a) (b)

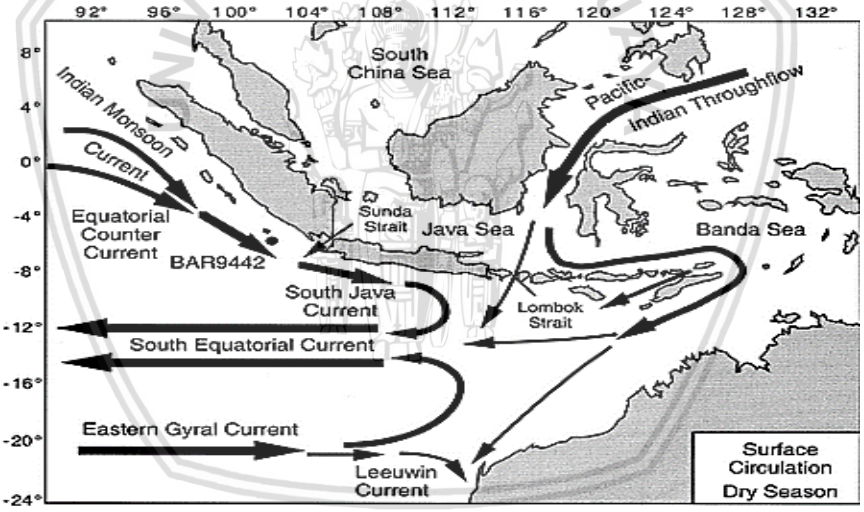


Gambar 16. Ilustrasi Pola Arus Divergensi dan Konvergensi (Hanifah *et al*., 2016)

Sirkulasi massa air di perairan Selatan Jawa dipengaruhi oleh 2 pola arus yaitu Arus Pantai Jawa (APJ) dan Arus Khatulistiwa Selatan (AKS). *Eddy* terjadi karena dipengaruhi oleh aliran pola arus yang terjadi di wilayah perairan tersebut. Pengamatan yang telah dilakukan menggunakan waktu pada bulan Januari, dimana bulan Januari merupakan waktu berhembusanya musim barat yang bergerak dari wilayah barat menuju ke wilayah timur dari tekanan yang tinggi menuju ke tekanan yang rendah. Menurut Pranowo *et al*. (2005), APJ dan AKS berkembang dengan baik selama angin muson barat bertiup di perairan belahan selatan khatulistiwa, sehingga dapat membentuk *Eddy* di wilayah perairan tersebut. Pernyataan tersebut juga diperkuat oleh Quadfasel dan Cresswell (1992), yang mengatakan bahwa selama periode bulan Desember – Februari dimana merupakan musim barat bertiup, aliran Arus Pantai Jawa (APJ) di wilayah Perairan Selatan Jawa bergerak dengan kecepatan tinggi yang dapat membentuk *Eddy* berdiameter 70 – 80 km dengan tipe *Eddy* siklonik.

Perairan Selatan Jawa selain dipengaruhi 2 (dua) pola arus, juga dipengaruhi oleh pola Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Menurut Wardani *et al*. (2013), Arlindo adalah arus yang membawa massa air yang bergerak dari Samudera Pasifik menuju ke Samudera Hindia. Penyebab terjadinya arlindo adalah karena perbedaan tekanan dari 2 (dua) samudera tersebut. Pertemuan APJ, AKS, dan

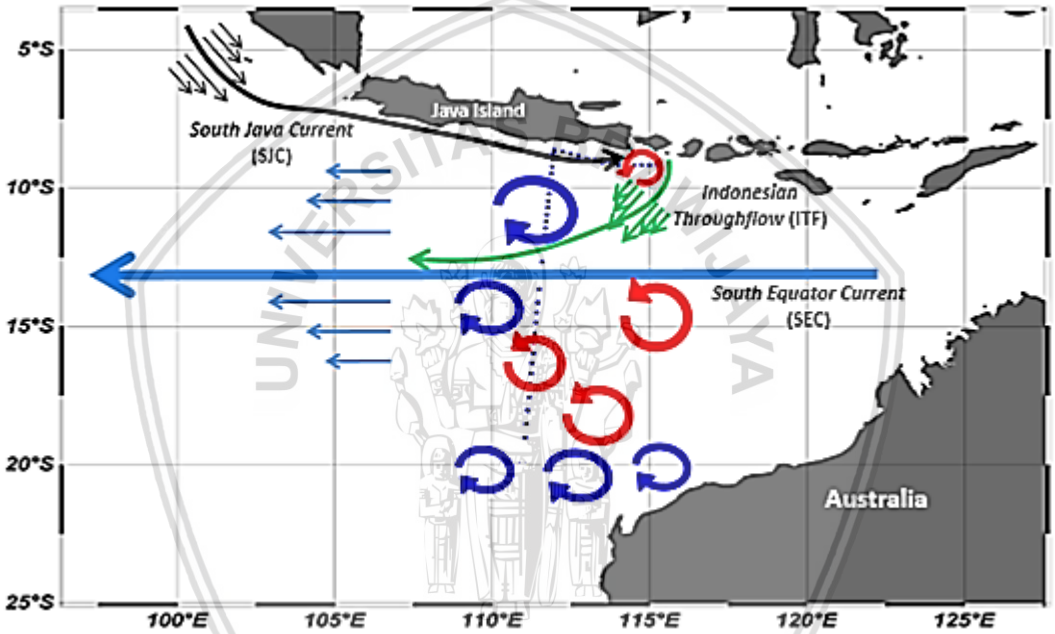
Arlindo pada satu wilayah dapat menyebabkan terjadinya pola aliran arus yang membentuk *Eddy.* Pola aliran AKS dan Arlindo dengan pola aliran APJ memiliki pola aliran yang berlawanan arah. Perbedaan tersebut dapat menyebabkan terbentuknya *Eddy.* Arah yang berlawanan dari ketiga pola arus tersebut memiliki kekuatan arus yang juga dapat membuat kecepatan pada *Eddy,* sehingga *Eddy* tersebut dapat bergerak (Hanifah *et al*., 2016). Pola aliran AKS dan Arlindo bergerak menuju ke arah timur sedangkan pola aliran APJ bergerak menuju ke arah barat, merupakan penyebab terbentuknya *Eddy* tipe siklonik. *Eddy* dengan tipe antiskilonik juga dipengaruhi oleh gelombang kelvin dan gelombang rosby (Zheng *et al*., 2015). Ilustrasi pola Aliran AKS, APJ, dan Arlindo yang menyebabkan terbentuknya *Eddy* dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Ilustrasi Aliran Massa Air yang Masuk ke Wilayah Perairan Indonesia (Deckker dan Gingele, 2002)

Mekanisme pola aliran arus yang terjadi di Perairan Selatan Jawa selama waktu pengamatan pada tanggal 01 – 10 Januari 2016 yang membuat terbentuknya *Eddy* dapat dilihat pada Gambar 19. *Eddy* tipe antisiklonik yang terbentuk pada lintang sekitar 115^{o} BT terjadi karena adanya interaksi APJ serta arus lainnya yang mengalir dengan arah yang sama. Arlindo yang memiliki pengaruh besar terhadap perairan Indonesia khususnya Selatan Jawa, juga

memberikan kontribusi terhadap munculnya *Eddy*. Aliran massa air dari Arlindo membentuk *Eddy* tipe siklonik pada bagian barat dan tipe antisiklonik pada bagian timur dari aliran Arlindo itu sendiri. Pada bagian utara dan selatan pada wilayah pengamatan, *Eddy* yang terbentuk dipengaruhi oleh AKS (Hanifah *et al*., 2016). Pertemuan antara ketiga arus yaitu APJ, Arlindo, dan AKS itulah yang membentuk formasi *Eddy*. Formasi *Eddy* yang terjadi di Perairan Selatan Jawa dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Mekanisme Pola Aliran Arus Perairan Selatan Jawa pada Tanggal 01 – 10 Januari 2016 Modifikasi dari Hanifah *et al*. (2016)

4.2.2 Hubungan antara Tinggi Muka Laut, Suhu, Salinitas dalam Kejadian *Eddy*

Eddy merupakan pusaran arus yang menyebabkan terjadinya perubahan di sekitarnya, dimana salah satunya yaitu pada tinggi muka laut. Perubahan tinggi muka laut tersebut terjadi pada titik pusat *Eddy* itu sendiri. Hasil visualisasi peta tinggi muka laut pada waktu pengamatan yaitu pada tanggal 01 – 10 Januari 2016 menunjukkan bahwa, tinggi muka laut yang berada dititik pusat *Eddy* pada tipe siklonik dan tipe antisiklonik berbeda. Tinggi muka laut pada *Eddy* tipe

siklonik memiliki nilai yang lebih rendah dibandingan *Eddy* tipe antisiklonik. Perbedaan ketinggian pada tipe siklonik dan tipe antisiklonik *Eddy* dapat terjadi karena tipe *Eddy* siklonik memiliki arus divergensi yang menyebabkan terjadinya kekosongan massa air pada titik pusat, sehingga nilai tinggi muka laut pada titik pusat *Eddy* tipe siklonik menjadi rendah. Hal sebaliknya terjadi pada *Eddy* tipe antisiklonik yang memiliki aliran arus konvergensi yang menyebabkan terjadinya penumpukkan massa air pada titik pusat *Eddy*, sehingga nilai tinggi muka laut pada titik pusat *Eddy* tersebut menjadi lebih tinggi. Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan tinggi muka laut pada kedua tipe t adalah pada tipe siklonik, Coriolis membuat arus menuju keluar titik pusat *Eddy,* sedangkan pada tipe antisiklonik Coriolis membuat arus menuju ke dalam titik pusat *Eddy*, sehingga nilai tinggi muka laut yang diperoleh dari kedua tipe *Eddy* tersebut berbeda (Bakun, 2006). Ilustrasi dari arus divergensi dan konvergensi yang memberi pengaruh terhadap tinggi muka laut dapat dilihat pada Gambar 19.

(a) (b)

Gambar 19. Ilutrasi Pengaruh Arus Divergensi dan Konvergensi terhadap Tinggi Muka Laut (Hanifah *et al*., 2016)

Hubungan *Eddy* dengan nilai suhu pada wilayah atau lokasi pengamatan tidak ditemukan, namun terdapat sebuah pola pada kedalaman perairan 100 – 300 m pada transek A – B. Variasi terjadi pada lapisan termoklin. Hal yang dapat menyebabkan pola tersebut adalah karena adanya pengadukan di kedalaman perairan tersebut yang dapat disebabkan oleh angin, arus, atau pasang surut (Wyrtki, 1961). Daerah pada lintang sekitar 10^{o} LS dan 112^{o} – 115^{o} BT yang

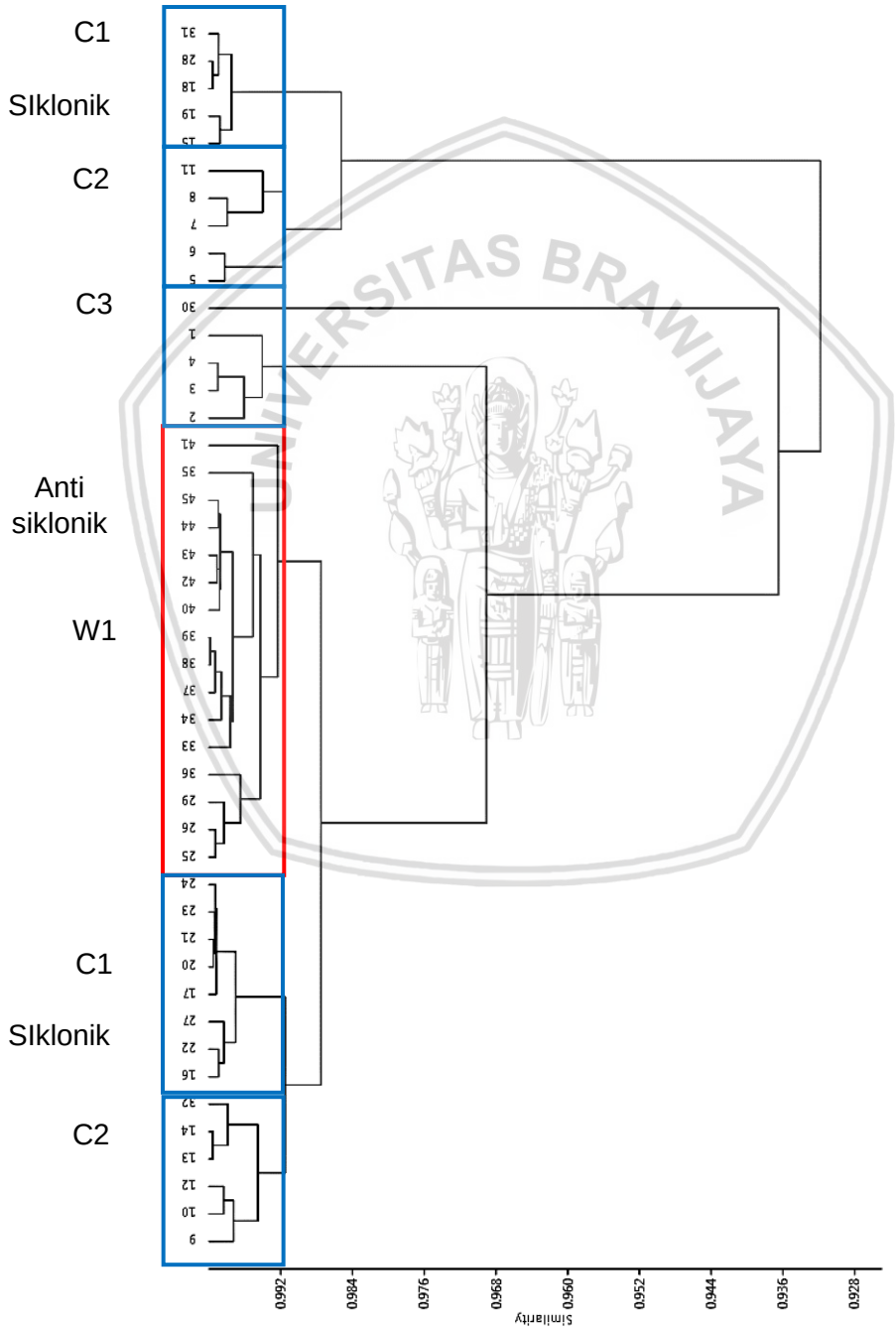
merupakan wilayah dekat dengan daerah pantai memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dan hangat. Hal tersebut terjadi karena sirkulasi pada wilayah tersebut yang ditumbulkan oleh beberapa faktor seperti angin dan arus pasang surut. Faktor lainnya yaitu karena adanya perbedaan tekanan gradien dari masukan air sungai yang dekat dengan wilayah pengamatan tersebut (Geyer *et al*., 2000).

Berbeda halnya dengan suhu, kejadian *Eddy* dapat memberikan pengaruh terhadap nilai salinitas di wilayah pengamatan. Pada transek A – B dengan lintang 11^{o} – 20^{o} LS , *Eddy* memberikan pengaruh terhadap nilai salinitas, dimana pada pada lintang 14^{o} – 20^{o} LS nilai salinitas mengalami kenaikan maupun penurunan nilai. Perubahan nilai karena *Eddy* juga terjadi pada transek B – C. Transek B – C merupakan wilayah dengan lintang 112^{o} – 115^{o} BT yang dekat dengan daerah pantai. Menurut Harsono (2005), salinitas pada wilayah yang dekat dengan daerah pantai memiliki nilai salinitas yang lebih rendah karena dekat dengan daratan, sehingga pasokan massa air tawar bercampur dengan massa air laut yang membuat nilai salinitas menjadi lebih rendah. Nilai salinitas rendah tersebut juga terjadi karena adanya aliran Arus Pantai Jawa (APJ) yang membawa massa air dengan salinitas rendah dari arah barat menuju ke arah timur. APJ yang membawa massa air salinitas rendah, juga bertemu dengan arus searah lainnya di sekitar wilayah tersebut yang membuat terbentuknya 1 (satu) kejadian *Eddy* di sekitar lintang 115^{o} BT. *Eddy* yang terbentuk di lintang tersebut membuat nilai salinitas berubah, dimana pada kedalaman sekitar 300 – 400 m nilai salinitas berkisar antara 33.1 hingga 34.4 PSU. Menurut Kalangi *et al.* (2013), semakin bertambahnya kedalaman, maka nilai salinitas menjadi semakin meningkat secara perlahan, namun pada kedalaman tersebut nilai salinitas lebih rendah dibandingkan dengan nillai

salinitas di permukaan tersebut. Hal tersebut dapat diindikasikan bahwa *Eddy* memberikan pengaruh terhadap nilai salinitas.

Nilai similaritas atau kesamaan yang dilakukan dengan analisis *cluster*, juga dapat menunjukkan bahwa nilai suhu dan salinitas yang memiliki nilai dengan kesamaan yang hampir tinggi saling terkelompok dan menunjukkan adanya pengaruh *Eddy* pada nilai parameter tersebut. Hasil dendogram yang dapat dilihat pada Gambar 20 menunjukkan terbaginya kedua data tersebut menjadi beberapa *cluster. Cluster* I pada titik 9, 10, 12, 13, 14, 32 memiliki nilai parameter yang hampir sama, namun pada semua titik tersebut kecuali titik 32 merupakan titik yang dekat dengan kejadian *Eddy* siklonik C2, sehingga nilai parameter tersebut dapat serupa karena pengaruh *Eddy* siklonik dengan tinggi muka laut yang rendah. *Cluster* II pada titik 16, 22, 27, 17, 20, 21, 23, 24 merupakan titik lokasi, dimana kejadian *Eddy* tipe siklonik C1 terbentuk. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter perairan di lokasi tersebut mendapat pengaruh dari kejadian *Eddy* yang terbentuk tersebut. *Cluster* III pada titik 25, 26, 29, 36, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 35, 41, 30 merupakan titik lokasi yang dekat dengan daerah pantai dan merupakan lokasi dimana kejadian *Eddy* tipe antisiklonik W1 terbentuk. *Cluster* IV pada titik 2, 3, 4, 1 merupakan titik awal yang berada di laut lepas, dimana pada titik tersebut memiliki nilai similaritas atau kesamaan yang cukup tinggi. *Cluster* V berada pada titik 5, 6, 7, 8, 11 merupakan titik lokasi yang bertepatan dengan adanya kejadian *Eddy* tipe antisiklonik W3, dimana nilai parameter yang dimiliki hampir sama yang dapat berpotensi terjadi *upwelling*. *Cluster* yang terakhir yaitu *cluster* VI berada pada titik 15, 19, 18, 28, 31. Titik-titik lokasi tersebut merupakan titik lokasi yang dekat dengan kejadian *Eddy* tipe siklonik C1. Nilai parameter yang terjadi pada titik-titik tersebut juga sama dengan titik-titik lokasi lainnya yang memiliki nilai hampir

sama pada masing-masing kelompok itu sendiri, sehingga diketahui dari keseluruhan titik lokasi dan hasil dendogram, menunjukkan *Eddy* memberikan pengaruh terhadap parameter perairan tersebut. Hasil dendogram parameter suhu dan salinitas pada seluruh titik t dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Dendogram Parameter Seluruh Titik Lokasi Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Arus *Eddy* di Perairan Selatan Jawa terbentuk sebanyak 5 kejadian pada tipe *Eddy* siklonik berputar searah jarum jam dan 3 – 4 kejadian pada tipe *Eddy* antiskilonik berputar berlawanan arah jarum jam. Hal tersebut disebabkan karena Perairan Selatan Jawa terletak di Belahan Bumi Selatan (BBS).
2. Diameter *Eddy* terbesar terbentuk pada tipe *Eddy* antisiklonik dengan ukuran 333 km, sedangkan diameter *Eddy* terkecil berukuran 83,25 km terbentuk pada kedua tipe jenis *Eddy.* Tinggi muka laut terbesar terjadi pada tipe antisiklonik dengan nilai 0,6 m, sedangkan nilai tinggi muka laut terendah terjadi pada *Eddy* tipe siklonik dengan nilai 0,34 m. Titik pusat *Eddy* yang bergerak pada kedua tipe biasanya bergerak sebanyak 0,25 derajat.
3. Karakteristik suhu dan salinitas pada Perairan Selatan pada bagian yang dekat dengan pantai memiliki nilai suhu yang lebih hangat dan nilai salinitas lebih rendah. Pada wilayah kejadian *Eddy* memberikan pengaruh terhadap nilai salinitas, namun tidak memberikan pengaruh terhadap suhu.

5.2 Saran

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, perlu dilakukan pengamatan atau penelitian karakteristik *Eddy* dan hubungan dengan parameter perairan lainnya secara lebih lanjut dalam skala bulanan dan tahunan dengan menggunakan tambahan data pendukung lainnya, selain itu perlu dilakukan validasi data dengan menggunakan data penangkapan ikan atau data klorofil.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, A., 2013. Variabilitas Arus Eddy di Perairan Selatan Jawa-Bali Berdasarkan Data Satelit (Skripsi). Universitas Padjajaran, Bandung.

Bakun, A., 2006. Fronts and Eddies as Key Structures in The Habitat of Marine Fish Larvae : Opportunity Adaptive Response, and Competitive Advantage. Sci. Mar. 70, 105–122.

Deckker, P.D., Gingele, F.X., 2002. On the Occurrence of the Giant Diatom Ethmodiscus rex in an 80-ka Record from a Deep-Sea Core, Southeast of Sumatra, Indonesia: Implications for Tropical Palaeoceanography. Mar. Geol. 183, 31–43.

Dimas R., R., Setiyono, H., Muhammad Helmi, 2015. Arus Geostropik Permukaan Musiman Berdasarkan Data Satelit Altimetri Tahun 2012-2013 di Samudera Hindia Bagian Timur. J. Oseanografi 4, 756–764.

Farida, Z., 2014. Analisis Dinamika Arus Eddy dalam Pendugaan Potensi Upwelling Perairan Selatan Jawa dan Sekitarnya dengan Menggunakan Satelit Altimetri (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang.

Flora, S.M., Setiyono, H., A. Rita Tisiana, 2015. Pengaruh Lapisan Termoklin Terhadap Kandungan Oksigen Terlarut di Samudera Hindia Bagian Timur. J. Oseanografi 4, 185–194.

Ganachaud, A., A. Melet, A. Schiller, N. Holbrook, Cravatte, S., M. Widlansky, Bowen, M., J. Verron, Gordeau, L., T. Hasegawa, Kessler, W., Richards K. J., Send, U., 2014. The Southwest Pacific Ocean and Climate Experiment (SPICE). J. Geophys. Res. 10.

Geyer, W.R., P. Hill, T. Milligan, P. Traykovski, 2000. The Structure of the Eel River Plume during Floods. Cont. Shelf Res. 20, 2067–2093.

Hanifah, F., Ningsih, N.S., I Sofian, 2016. Dynamics of Eddies in the Southeastern Tropical Indian Ocean. J. Phys. Conf. Ser. 739.

Harsono, G., 2005. Studi Karakteristik Massa Air Arus Pantai Selatan Jawa pada Bulan Desember 2003 (Tesis). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Harsono, G., Djisman Manurung, Agus S. Atmadipoera, Mulyono S. Baskoro, Fadli Syamsudin, 2014. Analisis Pergeseran Halmahera Eddy Menggunakan Data Satelit Multisensor dan Hidrografi. J. Segara 10, 61–70.

Hutabarat, S., Stewart, M.E., 2012. Pengantar Oseanografi. UI Press, Depok.

Hyakudome, T., 2011. Design of Autonomous Underwater Vehicle. Int. J. Adv. Robot. Syst. 8, 122–130.

Ismoyo, D.O., Putri, M.R., 2014. Identifikasi Awal Eddies di Perairan Laut Jawa. J. Oseanologi Indones. 1.

Kalangi, P.N., Anselun Mandagi, KWA Masengi, Alfret Luasunaung, FPT Pangalila, Masamitsu Iwata, 2013. Sebaran Suhu dan Salinitas di Teluk Manado. J. Perikan. Dan Kelaut. Trop. IX, 71–75.

Kang, J.H., Woong Seo, K., Kyung Il Chang, Jae Hoon Noh, 2004. Distribution of Plankton Related to the Mesoscale Physical Structure within the Surface Mixed Layer in the Southwestern East Sea, Korea. J. Plankton Res. 26, 1515–1528.

Klein, P., Lapeyre, G., 2015. The Oceanic Vertical Pump Induced by Mesoscale and Submesoscales Turbulance. Annu. Rev. Mar. Sci.

Ludwig, J.A., Reynolds, J.F., 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, Inc, New York.

Manik, H.M., Agung D. Syakti, Jales Veva Jaya, Dony Apdillah, Steven Solikin, Angga Dwinovantyo, Rina Fajaryanti, Bagas O. Siahaan, Muhammad Sanubari, 2017. Autonomous Underwater Vehicle untuk Survei dan Pemantauan Laut. J. Rekayasa Elektr. 13, 27–34.

Mann, K.H., Lazier, J.R.N., 2006. Dynamic of Marine Ecosystems : Biological Phsycal Interactions in The Oceans, 3rd ed. Blackwell Publishing.

Marpaung, S., Prayogo, T., 2014. Analisis Arus Geostropik Permukaan Laut Berdasarkan Data Satelit Altimetri. Semin. Nas. Penginderaan Jauh 2014.

McGillicuddy, D.J., Robinson A R, Siegel D A, Jannasch H W, Johnson R, Dickey T D, McNeil J, Michaels A F, Knap A H, 1998. Influence of Mesoscale Eddies on New Production in the Sargasso Sea.

Nontji, A., 1987. Laut Nusantara, 1st ed. Djambatan, Jakarta.

Pranowo, W.S., Hellen Phillips, Susan Wijffels, 2005. Upwelling Event 2003 Along South Java Sea and Lesser Sunda Islands. J. Segara 1, 93–135.

Pranowo, W.S., Tussadiah, A., Mega L. Syamsudin, Noir P. Purba, Indah Riyantini, 2016. Karakteristik dan Variabilitas Eddy di Samudera Hindia Selatan Jawa. J. Segara 12, 159–165.

Purba, M., 2007. Dinamika Perairan Selatan Pulau Jawa - Pulau Sumbawa Saat Muson Tenggara. Torani J. Ilmu Kelaut. Dan Perikan. 17, 65.

Quadfasel, D., Cresswell, G.R., 1992. A Note on the Seasonal Variability of the South Java Current. J. Geophys. Res. 97, 3685–3688.

Savitria, R., Sari, R.P., 2012. Pemantauan Parameter Fisis Oseanografi di Perairan Senunu Kabupaten Sumbawa Barat. Pros. Semin. Nas. Kelaut. Inst. Teknol. Bdg.

Seeber, G., 2003. Satellite Geodesy, 2nd Edition. ed. Walter de Gruyter GmbH & Co, Berlin.

Sell, A., 2002. Eddy - An Introduction Impact on Marine Food Chains. University of Hamburg, Germany.

Stewart, R.H., 2008. Introduction to Physical Oceanography. Department of Oceanography Texas A & M University, Texas.

Sutanto, H.T., 2009. Cluster Analysis. Pros. Semin. Nas. Mat. Dan Pendidik. Mat. Jur. Pendidik. Mat. FMIPA UNY 2009 681–689.

Tolmazin, D., 2012. Element of Dynamic Oceanography. Springer Science & Business Media.

Tubalawony, S., 2008. Dinamika Massa Air Lapisan Ekman Perairan Jawa - Sumbawa Selama Muson Tenggara. J. Torani 18, 148–159.

Wardani, R., Pranowo, W.S., Elis Indrayati, 2013. Struktur Vertikal Upwelling - Downwelling di Samudera Hindia Selatan Jawa hingga Selatan Bali Berdasarkan Salinitas Musiman Periode 2004-2010. J. Depik 2, 191–199.

Wuriatmo, H., Koesuma, S., Mohtar Yunianto, 2012. Analisa Sea Level Rise dari Data Satelit Altimetri TOPEX/POSEIDON, JASON-1 dan JASON-2 di Perairan Laut Pulau Jawa Periode 2000-2010. Indones. J. Appl. Phys. 2.

Wyrtki, K., 1961. The Physical Pceanography of South East Asian Waters, Naga Report. University of California Press, La Jolla, California.

Yoga, R.B., Setyono, H., Gentio Harsono, 2014. Dinamika Upwelling dan Downwelling Berdasarkan Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A di Perairan Selatan Jawa. J. Oseanografi 3, 58.

Zheng, S., Y. Du, J. Li, X. Cheng, 2015. Eddy Characteristics in the South Indian Ocean as Inffered from surface Drifters. Ocean Sci. 11, 361–371.