



ANALISIS UPWELLING DI PERAIRAN SELATAN PULAU JAWA BERDASARKAN EDDY DAN VARIABILITAS TINGGI PERMUKAAN LAUT SERTA HUBUNGANYA DENGAN ENSO DAN IOD

SKRIPSI

Oleh:
HASANAN RASIDI
NIM. 155080607111017



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN
KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



Analisis *Upwelling* di Perairan Selatan Pulau Jawa Berdasarkan *Eddy* dan Variabilitas Tinggi Permukaan Laut serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Kelautan

di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh:

HASANAN RASIDI

NIM. 155080607111017



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN
KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021



SKRIPSI

**ANALISIS UPWELLING DI PERAIRAN SELATAN PULAU JAWA BERDASARKAN
EDDY DAN VARIABILITAS TINGGI PERMUKAAN LAUT SERTA HUBUNGANYA
DENGAN ENSO DAN IOD**

Oleh:

HASANAN RASIDI**NIM. 155080607111017**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 29 Desember 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1**Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2****Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D****NIP. / NIK. 19680901 199403 2 001****Tanggal: 2/15/2021****Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo****NIP. / NIK. 19750905 200212 1 003****Tanggal: 2/15/2021****Mengetahui:****Ketua Jurusan****Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan****Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT****NIP. 19780717 200502 1 004****Tanggal: 2/15/2021**



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hasnan Rasidi

NIM : 155080607111017

Judul Skripsi : Analisis *Upwelling* di Perairan Selatan Pulau Jawa
Berdasarkan *Eddy* dan Variabilitas Tinggi Permukaan
Laut Serta Hubungannya Dengan ENSO dan IOD

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 11 Januari 2020

Hasnan Rasidi

NIM.155080607111017



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis *Upwelling* di Perairan Selatan Pulau Jawa Berdasarkan Eddy dan Variabilitas Tinggi Permukaan Laut Serta Hubungannya Dengan ENSO dan IOD

Nama Mahasiswa : Hasnan Rasidi

NIM : 155080607111017

Program Studi : Ilmu kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing 2 : Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D

Dosen Penguji 2 : Seftiawan Samsu Rijal, S.Si., M.Sc

Tanggal Ujian : 29 Desember 2020

RINGKASAN

HASANAN RASIDI 155080607111017. Analisis Upwelling di Perairan Selatan Pulau Jawa Berdasarkan Eddy dan Variabilitas Tinggi Permukaan Laut serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD. (Dibawah bimbingan **Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D** dan **Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo**)

Perairan selatan pulau Jawa memiliki produktivitas perairan yang tinggi. Produktivitas perairan yang tinggi pada daerah tersebut disebabkan karena adanya fenomena *Upwelling* pada daerah tersebut. Indikator *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa antara lain adalah arus dan Variabilitas tinggi permukaan laut. Penelitian ini dilakukan di Pusat Riset Kelautan Kementerian Perikanan dan Kelautan pada bulan Mei 2019, menggunakan data sekunder arus dan anomali tinggi permukaan laut di perairan selatan pulau Jawa dan sekitarnya. Data penelitian diperoleh dari Web INDESO berupa data arus dan data tinggi permukaan laut tahun 2016-2018. Data arus digunakan untuk melihat pola arus harian sehingga dapat mendeteksi *Eddy* dengan kriteria tertentu (diameter <50km dan arahnya siklonik) dan menentukan titik pusatnya. Sementara, data TPL digunakan untuk mengetahui dan menentukan titik pusat *Eddy* tersebut apabila didapatkan nilai terendah. Data EKE digunakan untuk menilai *Upwelling* yang memiliki indikasi paling baik. Data ENSO dan IOD sendiri digunakan sebagai data pembandingan yang akan digunakan sebagai data korelasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dinamika kejadian arus *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa, mengetahui variasi spasial dan temporal *Upwelling*, frekuensi kejadian *Upwelling* dan hubungannya dengan kejadian ENSO dan IOD di perairan selatan pulau Jawa

Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada tahun 2016 hingga tahun 2018, secara spasial didapatkan hasil bahwa terdapat dua jenis arus *eddy* pada perairan selatan Jawa yaitu siklonik dan antisiklonik, kejadian *Upwelling* terjadi saat *Eddy* (siklonik). Kejadian *Upwelling* terjadi antara $105,76^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $7,102^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ dan memiliki diameter $65,12\text{km} - 255,3\text{km}$. Tinggi permukaan laut pada titik pusat *Upwelling* nilainya berkisar antara $0,203\text{m} - 0,580\text{m}$. EKE pada semua kejadian *Upwelling* berkisar antara $0,003 \text{ m}^2/\text{s}^2 - 0,076 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Secara Temporal pada tahun 2016-2018 diketahui bahwa *Upwelling* berlangsung selama 4-51 hari, dengan TPL terendah terjadi pada bulan September 2018 dan EKE tertinggi pada Agustus 2018. *Upwelling* terjadi sebanyak 1-3 kali setiap bulan dan total ada 34 kejadian sepanjang tahun 2016-2018, puncaknya terjadi pada tahun 2016 dengan 14 kejadian. Secara keseluruhan diketahui kejadian *Upwelling* paling banyak terjadi pada musim timur. Berdasarkan analisa korelasi diketahui bahwa, frekuensi *Upwelling* memiliki korelasi yang lemah pada ENSO dan lemah hingga sedang pada IOD, sementara Panjang diameter *Upwelling* memiliki korelasi lemah hingga kuat dengan ENSO dan lemah dengan IOD. Korelasi EKE dengan ENSO memiliki nilai yang lemah, sedangkan dengan IOD memiliki korelasi lemah hingga sedang. EKE memiliki korelasi yang lemah hingga sedang baik dengan ENSO ataupun IOD.

SUMMARY

HASANAN RASIDI 155080607111017. Upwelling Analysis in Southern Waters of Java Based on Eddy and Sea Level Variability and its Relationship to ENSO and IOD. (Under the guidance of **Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D** and **Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo**)

The southern part of Java sea have high productivity. The high productivity in the area is caused by the upwelling phenomenon in the area, on this study, upwelling indicators in the southern waters of Java were sea currents and sea level variability. This research was conducted at Marine and Coastal Data Laboratory of Ministry of Marine Affairs and Fisheries Republic of Indonesia on May 2019, using secondary data of currents and sea level anomalies in the southern waters of the island of Java and its surroundings. This study uses secondary data of currents and sea level anomalies in the southern waters of the Java and its surroundings. This study uses secondary data of sea currents and sea level anomalies in the southern waters of Java and its surroundings with research data obtained from the INDESO web in the form of current data and sea level data for 2016-2018. Ocean current data is used to see daily current patterns, so that it can detect eddy with certain criteria ($<50\text{km}$ on diameter and cyclonic cycle direction) and after that its center point can be determined. Meanwhile, sea level data is used to determine and determine the center point of Eddy if he gets the lowest value than the surrounding area. ENSO and IOD data itself is used as comparison data which will be used as correlation data. The purpose of this study was to determine the dynamics of upwelling currents in the southern waters of Java, to determine the spatial and temporal variations of upwelling, the frequency of upwelling events and their relationship with the incidence of ENSO and IOD in the southern waters of Java.

The results in this study show that from 2016 to 2018 it was found that there were two types of eddies in the waters of southern Java, cyclonic and anticyclonic. Upwelling events occurred during cyclonic eddy. Upwelling events occur between $105,76^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ and $7,102^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ with $65,12\text{ km} - 255,3\text{ km}$ in diameters. The sea level at the center of the upwelling event ranges between $0,203\text{ m} - 0,580\text{ m}$. EKE on the upwelling event ranges between $0,003\text{ m}^2/\text{s}^2 - 0,076\text{ m}^2/\text{s}^2$. Temporally, in 2016-2018 upwelling event lasts for 4-51 days, with the lowest sea level anomalies occur in September 2018 and the highest EKE in August 2018. Upwelling occurs 1-3 times per month with total of 34 events during 2016-2018, the peak occurred in 2016 with 14 events. All in all, it is known that the most upwelling events occur in the eastern monsoon. Based on the correlation analysis, it is known that upwelling frequency has a weak correlation with ENSO and weak to moderate in IOD, while upwelling diameter length has weak to strong correlation with ENSO and weak with IOD. The correlation between EKE and ENSO has a weak value, whereas with IOD it has a weak to moderate correlation. EKE has a weak to moderate correlation with either ENSO or IOD.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul 'Analisis *Upwelling* di Perairan Selatan Pulau Jawa Berdasarkan *Eddy* dan Variabilitas Tinggi Permukaan Laut serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD' dengan baik.

Laporan skripsi membahas tentang pendeteksian *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa berdasarkan arus *Eddy* dan variabilitas tinggi permukaan laut pada pusat pusaran (*Eddy*) dan hubungannya dengan peristiwa ENSO dan IOD.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data harian arus dan tinggi permukaan laut serta data SOI dan DMI.

Penulis menyadari dalam penulisan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan kekurangan tersebut. Semoga nantinya hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2021

Penulis



DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
IDENTITAS TIM PENGUJI	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat, Waktu / Jadwal Pelaksanaan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perairan Selatan Pulau Jawa	6
2.2 ENSO dan IOD	7
2.3 Eddy	7
2.4 Upwelling	8
2.5 Variabilitas Tinggi Permukaan Laut	9
2.6 Energi Kinetik Eddy	10
BAB III. METODE PENELITIAN	11



3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Alur Penelitian	13
3.5 Pengolahan Data	15
3.5.1 Identifikasi <i>Eddy</i> (Siklonik)	15
3.5.2 Pengolahan Data TPL	16
3.5.3 Pengolahan Data <i>Upwelling</i>	17
3.5.4 Pengolahan Data EKE	17
3.5.4 Pengolahan Data ENSO dan IOD dengan Korelasinya	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil	19
4.1.1 Variasi Spasial	20
4.1.2 Variasi Temporal	38
4.1.3 Frekuensi <i>Upwelling</i> pada perairan selatan pulau Jawa Tahun 2016-2018	41
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Analisis Variasi Spasial Temporal <i>Upwelling</i>	43
4.2.2 Analisis Kondisi Tinggi Permukaan Laut dan EKE pada Saat <i>Upwelling</i>	45
4.2.3 Analisis Frekuensi Kejadian <i>Upwelling</i> di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018	49
4.2.4 Analisis Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap Frekuensi <i>Upwelling</i> , TPL, EKE	50
BAB V. KESIMPULAN & SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	73
Lampiran 1. Hasil Pengolahan Peta Bulanan Tinggi Permukaan Laut (TPL) ..	73
Lampiran 2. Hasil Pengolahan Data Arus	82
Lampiran 3. Hasil Pengolahan Peta Bulanan Energi Kinetik <i>Eddy</i> (EKE)	83



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Alat dan Bahan.....	12
Tabel 2. Tabel Durasi Upwelling Tahun 2016-2018	38
Tabel 3. Tabel Nilai TPL tahun 2016-2018.....	40
Tabel 4. Tabel Nilai EKE Tahun 2016-2018.....	41
Tabel 5. Frekuensi Bulanan Upwelling pada Perairan Selatan Pulau Jawa.....	41
Tabel 6. Frekuensi Musiman Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2016-2018.....	43
Tabel 7. Tabel Rata-rata TPL Tahun 2016-2018.....	45
Tabel 8. Tabel Rata-rata EKE Tahun 2016-2018.....	47
Tabel 9. Tabel Korelasi ENSO dan Frekuensi Upwelling	51
Tabel 10. Korelasi Tahunan ENSO dan Frekuensi Upwelling	53
Tabel 11. Korelasi IOD Musiman Terhadap Frekuensi Upwelling	54
Tabel 12. Korelasi Tahunan IOD Terhadap Frekuensi Upwelling.....	55
Tabel 13. Tabel Korelasi Musiman SOI dan TPL.....	56
Tabel 14. Korelasi ENSO dan TPL Tahun 2016-2018.....	58
Tabel 15. Korelasi Musiman IOD Terhadap TPL.....	58
Tabel 16. Korelasi Tahunan IOD Terhadap TPL.....	59
Tabel 17. Tabel Korelasi Musiman SOI dan EKE.....	60
Tabel 18. Tabel Korelasi Tahunan SOI dan EKE.....	61
Tabel 19. Korelasi Musiman IOD Terhadap EKE.....	62
Tabel 20. Korelasi Tahunan IOD Terhadap EKE.....	63
Tabel 21. Tabel Korelasi Musiman ENSO dan IOD Terhadap Diameter Upwelling	64
Tabel 22. Tabel Korelasi Tahunan ENSO dan IOD Terhadap Diameter Upwelling	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	11
Gambar 2. Alur Penelitian.....	14
Gambar 3. Cara Penentuan Eddy.....	16
Gambar 4. Interpretasi Koefisien Korelasi.....	18
Gambar 5. Ilustrasi Eddy di Belahan Bumi Utara dan Selatan.....	19
Gambar 6. Contoh Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2016.....	20
Gambar 7. Contoh Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2017.....	21
Gambar 8. Contoh Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2018.....	21
Gambar 9. TPL Terendah Tahun 2016 (Januari).....	22
Gambar 10. TPL Terendah Tahun 2017 (Agustus).....	22
Gambar 11. TPL Terendah Tahun 2018 (September).....	23
Gambar 12. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Januari 2016.....	24
Gambar 13. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Februari 2016.....	24
Gambar 14. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Maret 2016.....	25
Gambar 15. Contoh Kejadian Upwelling Bulan April 2016.....	25
Gambar 16. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Mei 2016.....	25
Gambar 17. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juni 2016.....	26
Gambar 18. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juli 2016.....	26
Gambar 19. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Agustus 2016.....	27
Gambar 20. Contoh Kejadian Upwelling Bulan September 2016.....	27
Gambar 21. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Oktober 2016.....	28
Gambar 22. Contoh Kejadian Upwelling Bulan November 2016.....	28
Gambar 23. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Maret 2017.....	29
Gambar 24. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Mei 2017.....	29
Gambar 25. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juni 2017.....	30
Gambar 26. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juli 2017.....	30
Gambar 27. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Agustus 2017.....	31
Gambar 28. Contoh Kejadian Upwelling Bulan September 2017.....	31
Gambar 29. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Oktober 2017.....	32
Gambar 30. Contoh Kejadian Upwelling Bulan November 2017.....	32
Gambar 31. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Maret 2018.....	33
Gambar 32. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Mei 2018.....	33
Gambar 33. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juni 2018.....	34
Gambar 34. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juli 2018.....	34
Gambar 35. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Agustus 2018.....	34
Gambar 36. Contoh Kejadian Upwelling Bulan September 2018.....	35
Gambar 37. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Oktober 2018.....	35
Gambar 38. Contoh Kejadian Upwelling Bulan November 2018.....	36
Gambar 39. EKE Tertinggi Tahun 2016 (Agustus).....	37
Gambar 40. EKE Tertinggi Tahun 2017 (September).....	37
Gambar 41. EKE Tertinggi Tahun 2018 (Agustus).....	37
Gambar 42. Grafik Rata-rata TPL (Siklonik) Tahun 2016 – 2018.....	46
Gambar 43. Ilustrasi SJC (South Java Current).....	47
Gambar 44. Grafik EKE tahun 2016-2016.....	48
Gambar 45. Grafik SOI tahun 2016-2018).....	51
Gambar 46. Grafik DMI tahun 2016-2018.....	54



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan selatan pulau Jawa merupakan bagian dari perairan samudera hindia di sebelah timur laut atau *North Eastern Indian Ocean*. Dinamika pada perairan selatan pulau Jawa sangat dipengaruhi oleh beberapa fenomena oseanografi-atmosfer seperti sistem arus permukaan laut, Arus Lintas Indonesia (Arlindo), Arus Pesisir Jawa (APJ), Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) (Atmadipoera *et al.*, 2020) pola pergerakan angin muson (Sukresno *et al.*, 2018) dan *El Nino* Southern Oscillation (ENSO) serta (Indian Oscillation Dipole Mode) IOD. (Wardani *et al.*, 2013). ENSO adalah salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali suhu permukaan laut (SPL) pada wilayah yang berdekatan dengan garis ekuator (Trenberth dan Caron, 2000). IOD merupakan kondisi interaksi laut-atmosfer yang ditandai dengan anomali SPL di Samudera Hindia, dua wilayah yang menunjukkan anomali SPL terletak pada perairan Southeastern Tropical Indian Ocean (SETIO), dan Western Tropical Indian Ocean (WTIO) (Saji *et al.*, 1999).

Selain ENSO dan IOD, fenomena *Upwelling* juga mempengaruhi hasil tangkapan terjadi pada wilayah perairan selatan pulau Jawa. *Upwelling* sendiri merupakan respon terhadap arah dan kecepatan angin yang berasosiasi dengan sistem iklim musim (Sprintall *et al.*, 1999) Secara vertikal *Upwelling* dapat dijelaskan sebagai pergerakan massa air dari bawah ke permukaan laut. Massa air yang naik ke permukaan ini umumnya mempunyai salinitas yang tinggi (Martono *et al.*, 2008). Massa air yang bergerak pada saat *Upwelling* adalah massa air dingin yang naik dari lapisan dalam ke permukaan laut yang disebabkan karena adanya kekosongan massa air di permukaan. *Downwelling* membawa massa air



hangat turun ke kolom perairan yang disebabkan karena adanya penumpukan massa air di lapisan permukaan (Yoga *et al.*, 2014). *Upwelling* akan membawa nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan oleh fitoplankton ke permukaan. Fitoplankton merupakan produsen utama di perairan maka dapat dikatakan bahwa wilayah *Upwelling* adalah daerah yang potensi perikanan nya tinggi (Nontji, 1993). *Upwelling* dan *Downwelling* umumnya dipicu oleh arus pusar atau arus *Eddy*.

Eddy merupakan arus melingkar yang terpisah dari arus utamanya. Arus ini dapat terbentuk di lautan mana saja dengan skala spasial dan temporal tertentu (Robinson, 1983). *Eddy* dengan arah arus putaran siklonik biasanya akan berdiameter lebih kecil dan rentan waktunya akan lebih sebentar (dibandingkan dengan *Eddy* antisiklonik), yaitu berkisar antara harian hingga bulanan. Arus *Eddy* penting pada suatu perairan karena memiliki energi kinetik yang besar, yang dapat menggerakkan massa air beserta komponen nya. Nilai Energi kinetik *Eddy* akan berbanding lurus dengan nilai kedalaman (Tussadiah *et al.*, 2018). Arus (*Eddy*) dan tinggi permukaan air laut dapat menunjukkan sebaran wilayah *Upwelling* dan *Downwelling* pada suatu perairan. *Downwelling* akan terjadi apabila suatu daerah tersebut memiliki arus *Eddy* dengan arah pusaran (antisiklonik) dan memiliki tinggi muka air laut yang cenderung lebih tinggi. *Upwelling* akan terjadi pada daerah yang memiliki arah arus pusaran (siklonik) dan mempunyai tinggi permukaan laut yang lebih rendah (Bakun, 2006).

Tinggi permukaan laut adalah jarak antara muka air laut terhadap referensi *ellipsoid*. Tinggi permukaan laut merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengetahui Profil topografi permukaan laut di perairan Indonesia. Sifat dari TPL dinamis atau selalu berubah-ubah tergantung dari kekuatan angin serta mencairnya es di kutub (Marpaung dan Harsanugraha, 2017). Kegunaan lain dari data tinggi permukaan laut (TPL) selain dapat mendeteksi zona *Upwelling* adalah



mendeteksi perubahan suhu dan kadar klorofil pada suatu wilayah (Kurniawan 2017). Perubahan kondisi dari beberapa parameter tersebut dapat mengubah pola *Upwelling* yang terjadi pada wilayah perairan selatan pulau Jawa. Menurut Alawiyah *et al* (2018), *Upwelling* terjadi puncaknya selama musim timur (Juni, Juli, Agustus) dengan puncak kejadian pada bulan juli. Dikutip dari Pranowo *et al* (2016) disepanjang tahun 2014 puncak dari pembentukan tipe siklonik *Eddy / Upwelling* di Samudera Hindia Selatan Jawa terjadi pada bulan februari dan pembentukanya cenderung dipengaruhi oleh ketidakstabilan arus yang terjadi pada aliran APJ dan ARLINDO – AKS.

Permasalahan yang muncul sebagai dampak fenomena interaksi laut - atmosfer diduga berpengaruh terhadap sektor perikanan Indonesia. Sehingga perlu adanya penelitian terkait informasi kejadian *Upwelling* dan hubungan nya terhadap arus *Eddy* dan tinggi permukaan laut di perairan Selatan pulau Jawa dan korelasinya terhadap ENSO dan IOD, untuk meningkatkan optimalisasi kegiatan penangkapan. Penelitian sebelumnya tentang analisa zona *Upwelling* yang berhubungan dengan *Eddy* ataupun variabilitas tinggi permukaan laut (TPL), saat ini masih minim dilakukan. Wilayah Indonesia yang sudah dijadikan wilayah penelitian diantaranya adalah (Umaroh *et al.*, 2017) di Laut Arafura, (Nuzula *et al.*, 2016) Perairan Makassar – Laut Flores dan sekitarnya serta (Amri *et al.*, 2013) pada wilayah perairan barat Sumatera – selatan Jawa barat. Analisis zona *Upwelling* dengan arah arus *Eddy* dan tinggi permukaan laut (TPL) yang menggunakan data harian diharapkan dapat menjadi metode alternatif untuk menganalisa zona *Upwelling* dan dapat berguna untuk penelitian selanjutnya oleh karena itu penelitian lebih lanjut sangat diperlukan.



1.2 Rumusan Masalah

Perairan selatan pulau Jawa memiliki produktivitas perairan yang tinggi. Produktivitas perairan yang tinggi pada daerah tersebut disebabkan karena adanya fenomena *Upwelling* pada daerah tersebut. Indikator *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa antara lain adalah arus *Eddy* dan Variabilitas tinggi permukaan laut. Hal ini membuat penelitian tentang analisa arus *Eddy*, Variabilitas tinggi muka air laut dengan keberadaan zona *Upwelling* diharapkan penting untuk dilakukan agar diketahui hubungan nya. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana variasi spasial dan temporal *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018?
2. Bagaimana frekuensi kejadian *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018?
3. Bagaimana hubungan *Upwelling*, tinggi permukaan laut dan EKE terhadap ENSO dan IOD di perairan selatan pulau Jawa tahun 2016-2018?

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, Antara lain:

1. Mengetahui variasi spasial dan temporal *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018
2. Mengetahui frekuensi kejadian *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018
3. Mengetahui hubungan *Upwelling*, tinggi permukaan laut dan EKE terhadap ENSO dan IOD di perairan selatan pulau Jawa tahun 2016-2018



1.4 Kegunaan

Hasil penelitian ini memiliki kegunaan yaitu dapat memberikan informasi untuk memahami karakteristik *Upwelling*, kondisi energi kinetiknya dan Variabilitas tinggi dan permukaan laut terhadap *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa dan sekitarnya. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi tambahan serta bahan kajian untuk penelitian penelitian selanjutnya.

1.5 Tempat, Waktu / Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Pusat Riset Kelautan Kementerian Perikanan dan Kelautan pada bulan Mei menggunakan data sekunder arus *Eddy* dan anomali tinggi permukaan laut di perairan selatan pulau Jawa dan Sekitar nya selama tahun 2016-2018.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perairan Selatan Pulau Jawa

Perairan selatan pulau Jawa merupakan perairan Indonesia yang terletak di selatan Pulau Jawa yang berhubungan secara langsung dengan Samudera Hindia. Bagian barat laut perairan selatan pulau Jawa berhubungan langsung dengan perairan Barat Sumatera. Selain berhubungan dengan perairan barat sumatera, perairan selatan pulau Jawa juga terhubung dengan Selat Sunda. Perairan selatan pulau Jawa berdasarkan letaknya dipengaruhi oleh Samudera Hindia, perairan Barat Sumatera dan juga massa air yang berasal dari laut Jawa yang masuk melalui Selat Sunda. Terdapat variasi pola pergerakan massa air laut di selatan pulau Jawa dikarenakan adanya variasi pergerakan angin sebagai pembangkit pergerakan massa air laut tersebut (Setyawan, 2017).

Perairan selatan pulau 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 pulau Jawa. Pola sirkulasi massa air perairan selatan pulau 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. Selain *Indian Ocean Dipole* (IOD), *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), Arus Lintas Indonesia (ARLINDO), arus dari pantai barat Pulau Sumatera hingga gelombang kelin merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika perairan selatan pulau Jawa. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi dinamika perairan selatan pulau Jawa adalah cabang arus perairan barat Pulau Sumatera yang disebut Arus Pantai Selatan Jawa (Suhana, 2018).



2.2 ENSO dan IOD

ENSO (El Nino Southern Oscilation) merupakan sebuah anomali iklim yang terjadi akibat ketidakseimbangan interaksi oseanografi-atmosfer yang terjadi pada samudra pasifik. ENSO akan berdampak pada suhu permukaan laut pada wilayah Indonesia, lebih dingin saat fase El Nino dan akan lebih hangat saat terjadi La Nina (Setyadi dan Amri, 2017). Hal tersebut membuat Bagian Barat Samudera Pasifik mengalami peningkatan tekanan udara dan terhambatnya pertumbuhan awan (Bramawanto dan Abida, 2017). ENSO dapat dideteksi dengan mengetahui SOI (*Southern Oscilation Index*) yang merupakan perbedaan tekanan udara antara wilayah Tahiti dan Darwin. Variasi iklim ENSO terdiri dari tiga fase/fenomena yaitu El Nino, La Nina dan fase normal (BOM, 2020).

IOD (Indian Ocean Dipole) adalah fenomena global yang menyebabkan variasi iklim tahunan. (Saji *et al.*, 1999). IOD dapat di deteksi dengan mengetahui nilai DMI (*Dipole Model Index*) yang merupakan selisih anomali SPL antara WTIO dan SETIO. IOD memiliki dua fase yaitu fase IOD positif dan IOD negatif. IOD positif akan terdeteksi apabila hasil selisih dari anomali SPL antara WTIO dan SETIO positif dan begitu sebaliknya (BOM, 2020). Dampak dari IOD positif adalah SPL akan lebih rendah daripada fase IOD negatif (Martono, 2016).

2.3 Eddy

Menurut Mann dan Lazier (2006), *Eddy* dapat tercipta di seluruh lautan di dunia. *Eddy* merupakan arus yang berbentuk lingkaran/melingkar pada perairan tersebut. *Eddy* dibagi menjadi dua berdasarkan penyebab pembentukannya, pertama adalah *Eddy* yang terbentuk karena adanya interaksi secara tidak langsung antara arus yang kuat dengan topografi di sekitar pesisir sehingga membentuk *Eddy*. Jenis kedua adalah *Eddy* yang tercipta karena adanya *wind forcing* pada permukaan laut. *Eddy* dapat mencapai kecepatan 1m/s pada laut



lepas apabila *Eddy* tersebut tidak bersinggungan dengan arus lain. *Eddy* secara spasial dapat mencapai luasan sejauh 10-100 km (mesoscale *Eddy*) dan secara temporal, pada umumnya satu *Eddy* memiliki siklus harian hingga bulanan.

Upwelling dan *Downwelling* dapat di deteksi berdasarkan arah pusaran *Eddy* dan suhu inti pusaran nya. *Eddy* dibagi menjadi dua jenis berdasarkan suhu inti/pusat pusaran nya, yaitu *Eddy* dengan inti hangat dan inti dingin. *Eddy* yang memiliki inti pusaran degan suhu hangat pada umumnya memiliki pola arus dengan arah putaran berlawanan jarum jam (antisiklonik). *Eddy* antisiklonik juga memiliki tinggi permukaan laut yang tinggi pada pusat pusaran nya. *Eddy* dengan arah putaran siklonik akan memiliki inti pusaran yang bersuhu dingin. Tinggi permukaan laut pada pusat pusaran *Eddy* siklonik cenderung lebih rendah (Stewart, 1996).

2.4 *Upwelling*

Upwelling merupakan gerakan massa air yang naik ke permukaan secara TPL vertikal. Peristiwa ini akan menyebabkan kekosongan pada permukaan yang dapat diisi oleh massa air yang naik dari kolom perairan. *Upwelling* membawa massa air dengan suhu yang lebih dingin, salinitas yang lebih tinggi dan nutrient yang berupa nitrat dan fosfat ke permukaan. Selain membawa nutrient, *Upwelling* juga membawa fitoplankton naik ke permukaan perairan. Umumnya kenaikan kandungan fitoplankton. Keberadaan fitoplankton yang naik ke permukaan di wilayah *Upwelling* menjadikan wilayah tersebut menjadi wilayah dengan potensi perikanan yang tinggi (Nontji, 1983).

Menurut Kunarso et al (2005), *Upwelling* terjadi karena angin yang membangkitkan arus permukaan ke arah selatan menjauhi garis pantai. Arus permukaan yang meninggalkan pantai ini menimbulkan kekosongan masa air permukaan yang segera diisi oleh masa air dari lapisan di bawahnya, maka



terjadilah proses *Upwelling*. Menurut Sartimbul *et al* (2010), wilayah perairan yang terjadi *Upwelling* memiliki suplai fitoplankton yang tinggi. Kandungan fitoplankton yang tinggi pada suatu perairan otomatis akan meningkatkan kandungan zooplankton karena fitoplankton merupakan nutrisi yang baik untuk zooplankton, larva ikan, dan ikan pelagis biasa. Kandungan fitoplankton yang berlimpah pada suatu perairan otomatis akan memicu aktivitas perikanan pada perairan tersebut.

2.5 Variabilitas Tinggi Permukaan Laut

Menurut Cheng *et al* (2017) perubahan variabilitas tinggi permukaan laut (TPL) dapat disebabkan oleh adanya gaya yang disebabkan oleh *wind forcing* pada perairan tersebut. Penyebab lain dari perubahan variabilitas TPL pada suatu tempat selain *wind forcing* adalah adanya *nonlinear rossby waves*. Menurut Bowen *et al* (2006), perubahan TPL secara signifikan dapat disebabkan karena *Ekman pumping*. Contoh kasus yang pernah terjadi adalah kasus kenaikan TPL secara drastis pada perairan antara Selandia Baru dan Fiji. Kasus ini terjadi karena adanya kegagalan *Upwelling* yang terjadi pada tahun 1998 yang pada akhirnya menyisakan fenomena *Downwelling* saja yang terjadi pada tahun tersebut, hal itu yang menyebabkan peningkatan nilai TPL pada fenomena tersebut.

Menurut (Gaol dan Nababan 2010) tinggi permukaan laut pada musim barat dan musim timur berbeda. Perubahan tinggi permukaan laut (TPL) dapat disebabkan karena adanya fenomena El-nino dan IOD. El-nino dan IOD menyebabkan adanya anomali positif angin yang memicu laju *Upwelling* pada suatu perairan semakin intensif. Arus juga menjadi salah satu penyebab perubahan TPL, contohnya pada laut perairan selatan pulau Jawa, Arus Pulau Jawa (APJ) menjadi salah satu penyebab perubahan TPL, selain El-nino dan IOD. Hal tersebut dikarenakan APJ memiliki kekuatan penuh di musim barat sehingga menyebabkan tingginya paras laut pada perairan selatan pulau Jawa.



2.6 Energi Kinetik Eddy

Menurut An'nisaa *et al* (2013) EKE dapat digunakan sebagai salah satu indikator kejadian *Upwelling*. Besarnya nilai EKE akan berkorelasi dengan besarnya intensitas *Upwelling* yang juga ditentukan oleh beberapa parameter lain.

Hal tersebut menunjukkan besarnya potensi arus turbulen yang menyebabkan terangkatnya massa air dari lapisan lebih dalam ke permukaan dengan salinitas tinggi. Menurut Moreno *et al* (2019), energi kinetik dari *mesoscale Eddy* memiliki peran yang besar dalam proses *mixing* di laut yang membantu distribusi massa air secara vertikal di perairan. Dengan kata lain semakin besar EKE maka semakin besar skala *mixing* pada perairan tersebut.

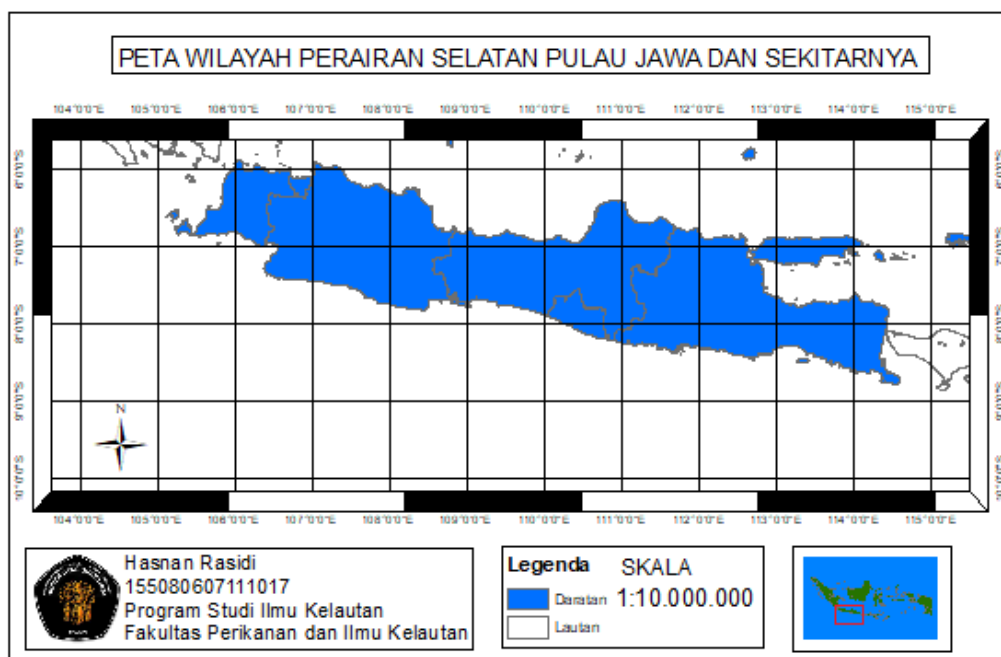
Besaran EKE akan berbeda setiap musim nya, baik itu musim barat ataupun musim timur. Selain musim, besaran EKE akan berbeda berdasarkan letak *Eddy* nya (pesisir atau *offshore*). Umumnya besar EKE akan semakin tinggi nilainya hingga kedalaman 100 meter dan akan menurun apabila mencapai kedalaman >100 meter (Wang *et al.*, 2012). Menurut Stammer (1997), teori ketidakstabilan hidrografi dapat digunakan untuk menganalisa ketidakstabilan baroklinik. Lebih lanjut, energi yang berasal dari *Eddy* yang terdeteksi dari satelit altimetri dan menunjukan bahwa energi yang dihasilkan dari ketidakstabilan baroklinik. Dengan adanya hal tersebut, maka diketahui ketidakstabilan baroklinik merupakan sumber energi utama dari *Eddy* di seluruh lautan.



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengolahan data penelitian ini dilakukan pada 26 Mei 2019 sampai dengan 2 Agustus 2019 di Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Ancol, Jakarta Utara. Lokasi objek penelitian ini adalah Perairan Selatan Pulau Jawa dan Sekitarnya.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Analisis zona *Upwelling* pada laut selatan pulau Jawa dan sekitarnya membutuhkan alat dan bahan sebagai penunjang analisis dalam proses identifikasi. Alat dan bahan yang digunakan juga berfungsi sebagai informasi



dalam melakukan teknik analisis, identifikasi hingga mengolah data dalam penelitian, alat, bahan dan spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Alat dan Bahan

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop	Intel I5 dan ram 4GB	Media untuk proses pengolahan data
2	Hardisk	1 TB	Menyimpan data.
3	Software Ocean Data View	Ver.4.0	Mengubah format .nc menjadi .txt dan mengolah data .txt menjadi kontur
4	Notepad		Mencatat koordinat station Eddy dan arah nya
5	Microsoft Excel 2013		Mengolah dan penyortiran data
6	Microsoft Word 2013		Penulisan laporan.
7	Software Minitab 17		Untuk mencari korelasi data

No	Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Data Arus Harian dari Web INDESO Tahun 2016 – 2018	Diperoleh dari www.indeso.web.id	Untuk mengidentifikasi jenis Eddy dan mencari nilai EKE dari kecepatan arus nya
2	Data TPL Harian dari Web INDESO Tahun 2016 – 2018	Diperoleh dari www.indeso.web.id	Untuk dilakukan analisis terjadinya perubahan muka air laut.
3	Data SOI	Diperoleh dari www.bom.gov.au	Untuk mengetahui index ENSO
4	Data DMI	Diperoleh dari www.Noaa.gov	Untuk mengetahui index IOD

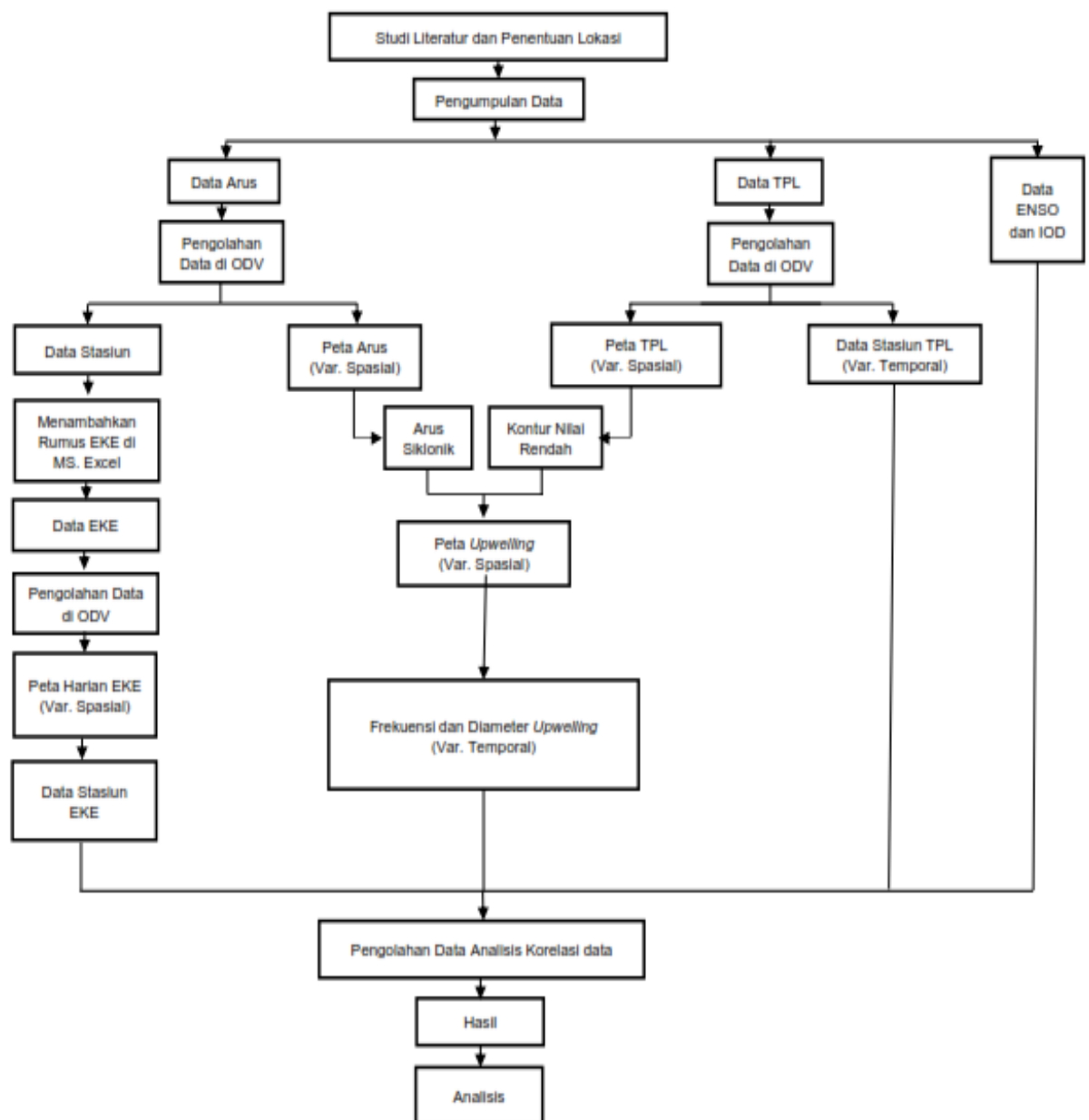


3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan metode observasi. Data yang digunakan berupa data sekunder yaitu data Tinggi Permukaan Laut (TPL) dari website INDESO Tahun 2016 – 2018. Setelah mengunduh data yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View (ODV)* untuk mencari arus *Eddy* (siklonik) beserta titik pusat nya. Setelahnya, data Tinggi Permukaan Laut (TPL) di unduh dan diubah menjadi peta kontur pada perangkat lunak ODV untuk kemudian disatukan (*overlay*) dengan peta arus. Data Energi Kinetik *Eddy* (EKE) diperoleh dari dua komponen kecepatan zonal dan meridional yang di proses di *sheet* data arus di *Ms Office Excel 2013*. Data dari *sheet* arus yang sudah ditambahkan nilai EKE kemudian dibuat menjadi peta kontur dan disatukan (*overlay*) dengan peta arus di ODV. Proses selanjutnya adalah mengolah data di *Ms Office Excel 2013* sehingga ditemukan rata-rata harian, bulanan, musiman dan tahunan nya, setelah itu dilakukan analisis data secara deskriptif.

3.4 Alur Penelitian

Prosedur penelitian *Upwelling* di perairan selatan pulau jawa berdasarkan arus *Eddy* dan variabilitas tinggi permukaa laut ini meliputi studi literatur, menentukan lokasi penelitian, pengunduhan data-data yang dibutuhkan, pengolahan data, serta hasil analisis penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian



3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai apabila data arus dan TPL tahun 2016-2018 sudah diunduh. Data arus dan TPL dapat diperoleh dari Web INDESO (<http://www.indeso.web.id>). Adapun beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut.

3.5.1 Identifikasi Eddy (Siklonik)

Langkah pertama pada penelitian ini adalah mengolah data arus. Data arus yang digunakan pada penelitian ini merupakan data arus perairan selatan pulau Jawa yang diperoleh dalam skala bulanan namun diolah dalam skala harian di tahun 2016-2018. Data arus kemudian diolah pada ODV untuk mengubah data dengan format .nc menjadi peta arus. Setelah peta arus selesai maka dilakukan pengamatan arus dengan tujuan untuk mengetahui dimana titik pusat Eddy (siklonik) berada, dan mengetahui frekuensi harian Eddy (siklonik), serta untuk mendapatkan peta arus harian untuk identifikasi Eddy. Menurut Klein dan Lapeyre (2009), Eddy dapat diidentifikasi menjadi dua tipe, yaitu *mesoscale* dan *sub-mesoscale*. Mesoscale memiliki diameter 50 – 200km sementara sub-mesoscale memiliki diameter puluhan kilometer. Menurut Nuzula et al. (2016) untuk menghitung luas diameter

$$D = \frac{||b| - |a|| \times 111 \text{ km}}{1 \text{ derajat}}$$

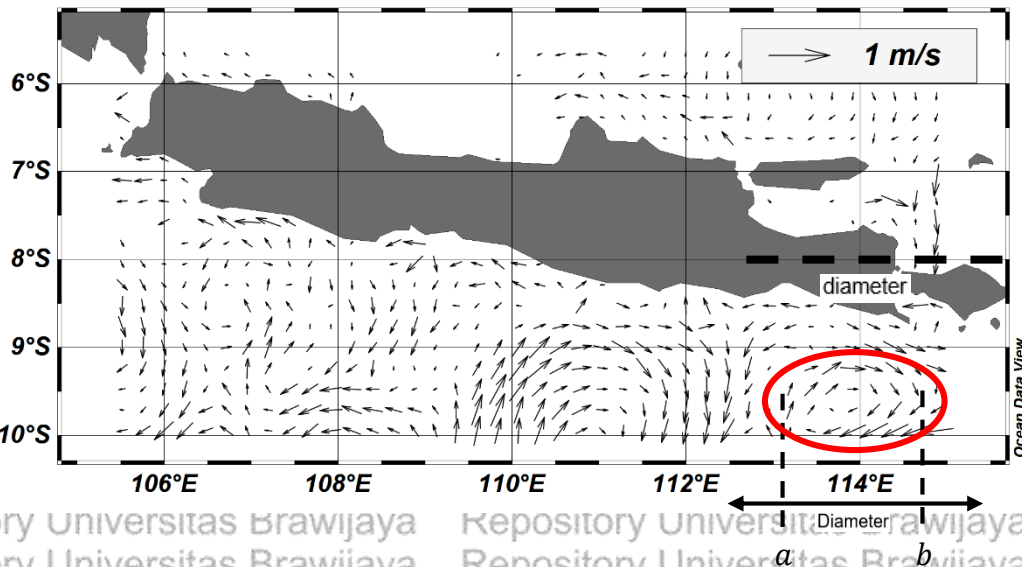
Keterangan:

D: Diameter Eddy

b: Tepi lingkaran bujur paling timur, atau tepi lingkaran lintang rendah

a: Tepi lingkaran bujur paling barat, atau tepi lingkaran lintang tinggi

Jika diameter lingkaran > 50 km dan berputar searah jarum jam maka diidentifikasi sebagai arus *Eddy* (siklonik) dan akan dilingkari dengan lingkaran merah. Contoh cara identifikasi *Eddy* Terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Cara Penentuan *Eddy*

Keterangan:

b: Tepi lingkaran bujur paling timur, atau tepi lingkaran lintang rendah

a: Tepi lingkaran bujur paling barat, atau tepi lingkaran lintang tinggi

3.5.2 Pengolahan Data TPL

Setelah berhasil mengunduh data Tinggi Permukaan Laut (TPL) harian, langkah selanjutnya adalah mencari nilai TPL pada titik pusat *Eddy* (siklonik) dengan cara membuat peta sebaran TPL pada software ODV dengan menggunakan metode *DIVA gridding*. Setelah membuat peta sebaran TPL, peta harian tersebut dijadikan peta kontur untuk melakukan overlay oleh peta arus. Tahap selanjutnya di MS Excel, data TPL selanjutnya diolah untuk mengetahui nilai TPL rata-rata, tertinggi dan terendah. TPL pada titik pusat *Eddy* (siklonik) akan diberi lingkaran warna merah untuk memudahkan identifikasi visual.



3.5.3 Pengolahan Data *Upwelling*

Peta sebaran wilayah *Upwelling* didapatkan dengan menggabungkan peta arus dan peta TPL *Upwelling* dan titik pusatnya dapat dideteksi dengan menggunakan identifikasi visual dari gabungan kedua peta tersebut. *Upwelling* ditandai dengan arus yang melingkar (siklonik) dan memiliki titik pusat dengan TPL terendah daripada sekitarnya. Mengetahui titik pusat pada zona *Upwelling* ditujukan agar memudahkan mencari nilai EKE dari suatu kejadian *Upwelling* tersebut. Durasi dari kejadian tersebut juga dicatat dalam satuan hari agar memudahkan diverensiasi kejadian *Upwelling*.

3.5.4 Pengolahan Data EKE

Menurut Tussadiah *et al.*, (2018) Data Energi Kinetik *Eddy* (EKE) didapatkan dari data arus yang dimasukan ke rumus:

$$EKE = \frac{1}{2} (U^2 + V^2)$$

Rumus tersebut digunakan untuk mengetahui EKE permukaan melalui komponen kecepatan zonal (*u*) dan meridional (*v*) yang sudah ada sebagai komponen dari data arus. Setelah nilai EKE ditemukan, nilai tersebut ditambahkan ke MS Excel dan diubah ke format .txt lalu dibuka pada software ODV. Selanjutnya melakukan proses *gridding* dengan metode untuk mendapatkan peta harian sebaran EKE. Format Peta harian tersebut kemudian diubah menjadi .xls agar bisa dibuka oleh MS Excel dan diketahui nilai tertinggi, terendah dan rata-ratanya.

Setelah peta sebaran EKE harian selesai, maka langkah terakhir adalah menjadikan peta harian tersebut menjadi peta kontur agar bisa melakukan *overlay* dengan peta arus, sehingga mendapatkan peta yang diinginkan. Eke pada titik pusat *Eddy* (siklonik) akan diberi lingkaran warna merah untuk memudahkan identifikasi visual.



Menurut Beckers *et al* (2014), analisis pengamatan spasial, atau yang juga disebut *gridding* merupakan tugas yang umum dilakukan saat melakukan pengamatan oseanografi dan meteorologi. *Software ODV (Ocean Data View)* memiliki 3 (tiga) metode *gridding* yaitu *quick gridding*, *weighted-average gridding* dan *DIVA gridding*. *DIVA* merupakan salah satu metode *gridding* yang merupakan singkatan dari *Data Interpolating Variational Analysis*. Metode *DIVA* memungkinkan interpolasi secara optimal sebanding dengan *OI (Optimal Interpolation)*. *DIVA* memiliki keunggulan dari *quick gridding* dan *weighted-average gridding* yaitu metode ini dinilai lebih cocok digunakan pada pengamatan oseanografi karena control kualitas dan bidang kesalahannya dapat dihitung.

3.5.4 Pengolahan Data ENSO dan IOD dengan Korelasinya

Setelah identifikasi *Eddy*, *TPL* dan *EKE* dilakukan maka selanjutnya dilakukan pencarian data ENSO dan IOD yang diperoleh dari www.bom.gov.au selama tahun penelitian. Data ENSO dan IOD yang diperoleh kemudian disusun berdasarkan musim (3 bulanan) serta tahunan. Data *EKE*, *TPL* dan frekuensi *Eddy* dari proses identifikasi kemudian dikorelasikan dengan data *SOI* dan *DMI* menggunakan *Pearson Correlation*. Menurut Prihatmi (2018), *Pearson Correlation* sendiri merupakan uji statistik untuk menguji 2 variabel yang berdata rasio ataupun data kuantitatif. Data dari hasil korelasi tersebut kemudian disusun dalam tabel sehingga memudahkan untuk proses analisa. Interpretasi dari hasil koefisien korelasi dari 2 variabel tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

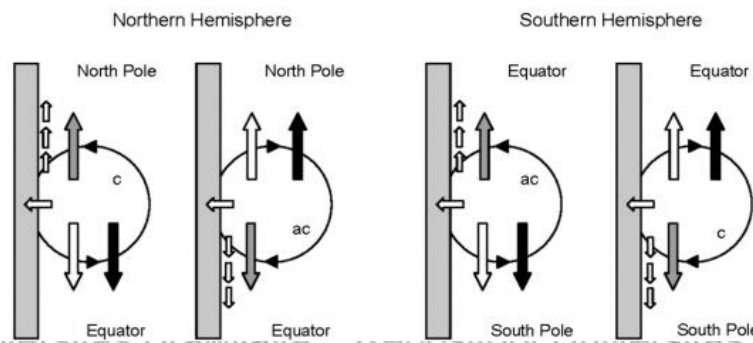
Table. Example of a Conventional Approach to Interpreting a Correlation Coefficient	
Absolute Magnitude of the Observed Correlation Coefficient	Interpretation
0.00–0.10	Negligible correlation
0.10–0.39	Weak correlation
0.40–0.69	Moderate correlation
0.70–0.89	Strong correlation
0.90–1.00	Very strong correlation

Gambar 4. Interpretasi Koefisien Korelasi

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan terhadap data harian arus *Eddy* pada tahun 2016 sampai dengan 2018, diperoleh 2 macam *Eddy* pada daerah penelitian yaitu *Eddy* antisiklonik dan *Eddy* siklonik. Kedua *Eddy* (siklonik dan anti siklonik) pada belahan bumi utara dan selatan memiliki pergerakan yang berbeda (Gambar 5). *Eddy* siklonik yang berada pada bumi bagian utara memiliki pergerakan kebalikan jarum jam dan *Eddy* antisiklonik bergerak searah jarum jam, sebaliknya berlaku pada belahan bumi bagian selatan (Azevedo *et al.*, 2012)



Gambar 5. Ilustrasi *Eddy* di Belahan Bumi Utara dan Selatan

Eddy antisiklonik pada Belahan Bumi Selatan (BBS) merupakan arus *Eddy* yang bergerak melawan arah jarum jam dan menjadi pertanda terjadinya *Downwelling*. Berbeda dengan *Eddy* antisiklonik, *Eddy* siklonik merupakan arus *Eddy* yang bergerak searah jarum jam dan menjadi pertanda terjadinya peristiwa *Upwelling*. Penelitian ini terfokus pada *Eddy* siklonik pada perairan selatan pulau Jawa.

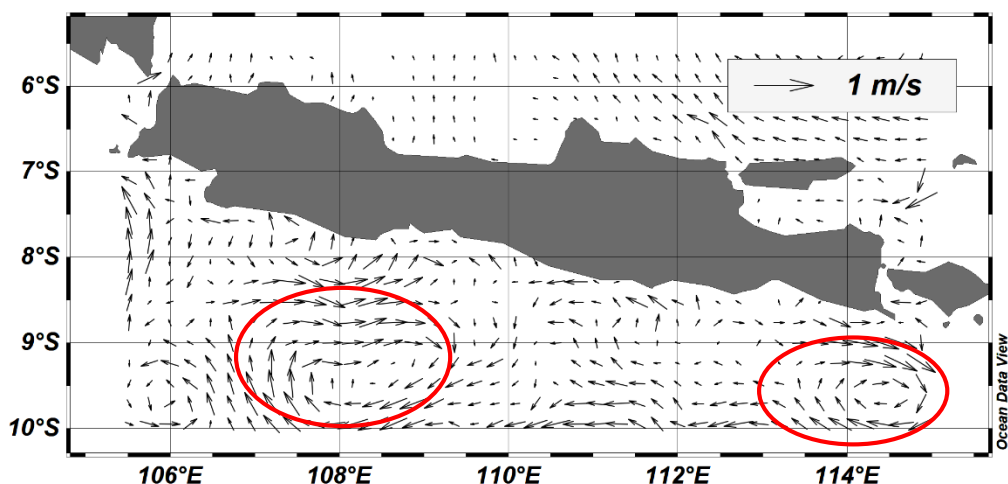


4.1.1 Variasi Spasial

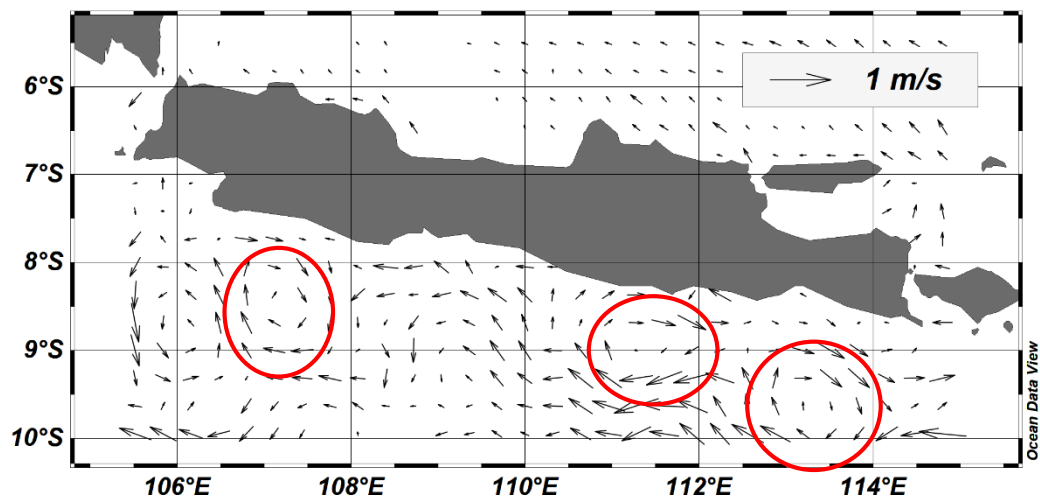
Upwelling dapat diketahui secara spasial dengan luas wilayah yang terjadi *Eddy* (siklonik) yang mengindikasikan *Upwelling* dan penentuan titik pusatnya berdasarkan TPL terendah.

4.1.1.1 Identifikasi Arus *Eddy* (Siklonik)

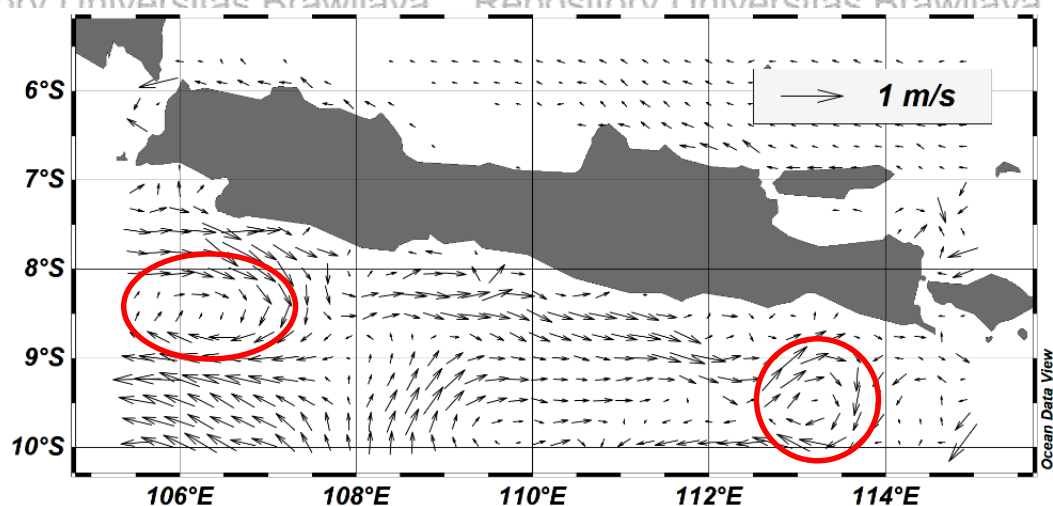
Peta *Eddy* (siklonik) didapatkan dengan cara mengidentifikasi pola arus yang melingkar dan searah jarum jam (siklonik). Berdasarkan data yang diolah, diketahui bahwa kemunculan *Eddy* (siklonik) yang mengindikasikan *Upwelling* dapat berpindah tempat setiap kali kemunculannya, pada tahun 2016-2018 kemunculannya berada pada sekitar $105,76^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $7,102^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$. *Eddy* (siklonik) sepanjang tahun 2016 (Gambar 6) terjadi pada $105,76^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $7,102^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$. Sebaran *Eddy* (siklonik) yang terjadi sepanjang 2017 (Gambar 7) terjadi pada $106,24^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $8,053^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$. Selama tahun 2018, arus *Eddy* (siklonik) (Gambar 8) teridentifikasi pada $105,76^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $7,34^{\circ}\text{LS} - 9,746^{\circ}\text{LS}$.



Gambar 6. Contoh Kejadian *Eddy* (Siklonik) Tahun 2016



Gambar 7. Contoh Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2017



Gambar 8. Contoh Kejadian Eddy (Siklonik) Tahun 2018

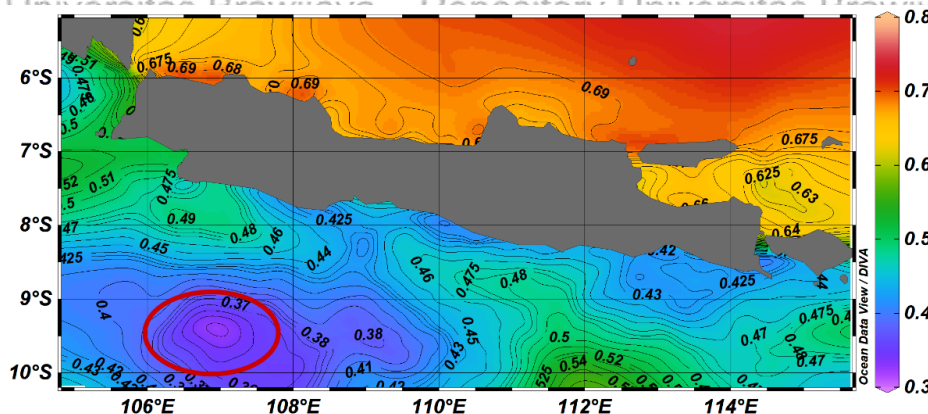
4.1.1.2. Variabilitas Tinggi Permukaan Laut (TPL) Tahun 2016 - 2018

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan terhadap data harian Tinggi Permukaan Laut (TPL) pada Eddy (siklonik) di tahun 2016 – 2018, diperoleh hasil rata-rata harian dan bulanan. Tinggi Permukaan Laut (TPL) pada Eddy (siklonik) di wilayah kajian pada tahun 2016-2018 berkisar antara 0,203m – 0,580m. TPL dengan nilai tersebut menurut Marpaung dan Harsanugraha (2014), tergolong normal karena umumnya anomali TPL pada suatu daerah *Upwelling*

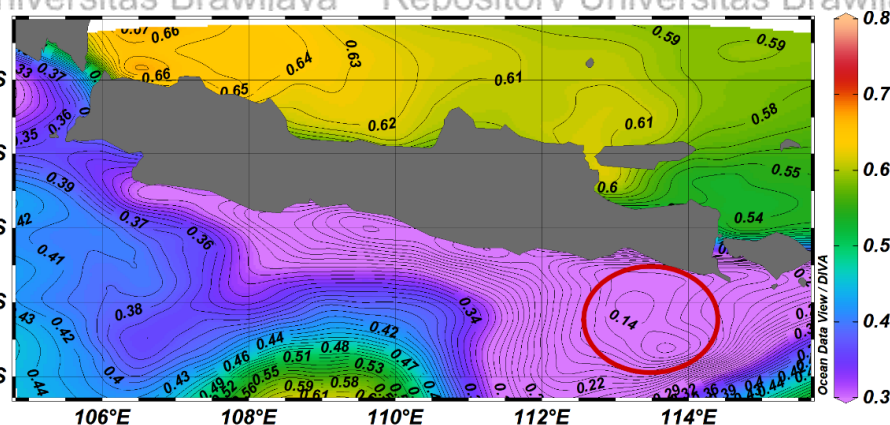


bisa berkisar antara -15 – 15 cm tergantung musim dan lokasi dari kejadian

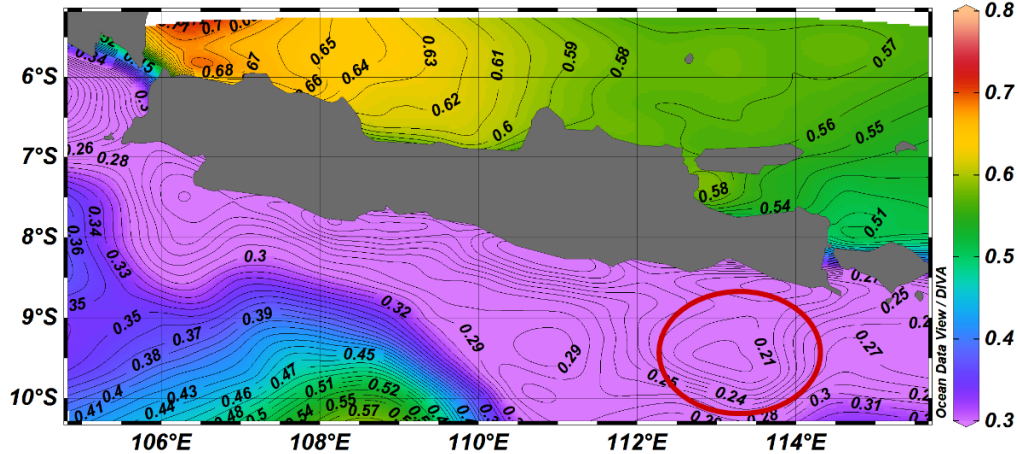
Upwelling tersebut. Berdasarkan data pada tahun 2016 diketahui bahwa Tinggi Permukaan Laut (TPL) terendah pada titik pusat *Eddy* (siklonik) di wilayah penelitian ditemukan terjadi pada bulan Januari (Gambar 9) dengan TPL rata-rata 0,372 m. TPL terendah tersebut ditemukan pada sekitar wilayah 106,72°BT – 107,92°BT dan 9,713°LS. Tahun 2017 nilai TPL terendah terjadi pada bulan Agustus (Gambar 10) dengan rata-rata TPL 0,204 m dan terjadi pada sekitar wilayah 112,48°BT – 114,16°BT dan 9,003°LS – 9,476°LS. TPL pada tahun 2018 memiliki rata-rata terendah pada bulan September (Gambar 11) dengan rata-rata nilai TPL 0,203 m yang terjadi pada sekitar 113,2°BT – 114,64°BT dan 9,24°LS – 9,713°LS.



Gambar 9. TPL Terendah Tahun 2016 (Januari).



Gambar 10. TPL Terendah Tahun 2017 (Agustus).



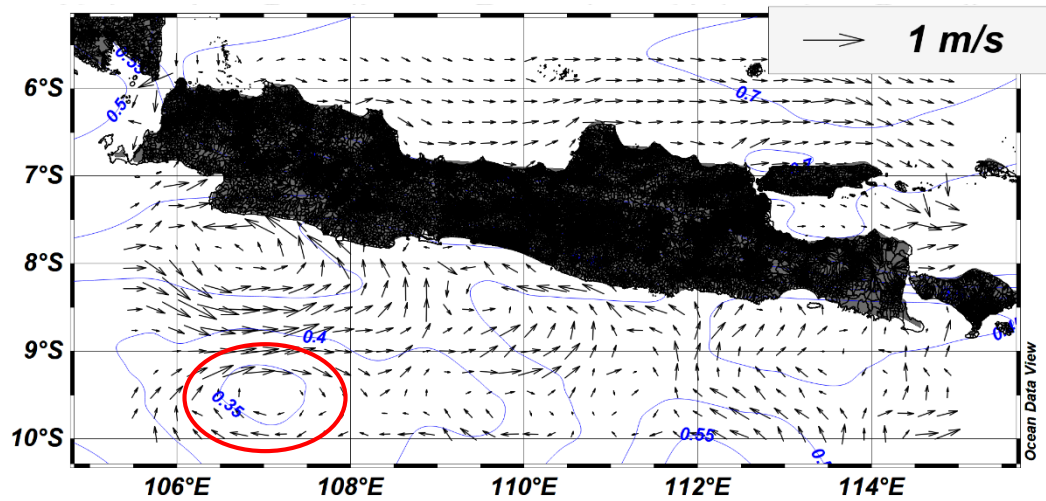
Gambar 11. TPL Terendah Tahun 2018 (September)

4.1.1.3 Sebaran dan Diameter Wilayah *Upwelling*

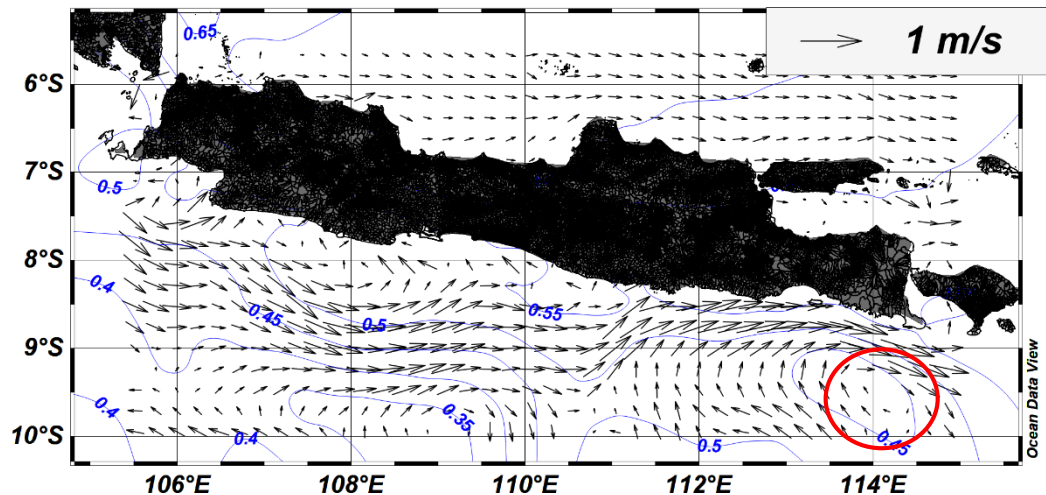
Peta sebaran spasial *Upwelling* diperoleh dengan menggabungkan peta *Eddy* dan TPL menjadi satu peta. Peta pada sub-bab ini ditampilkan setiap bulannya agar diketahui perbedaan titik kemunculan *Upwelling* pada setiap bulannya. Titik pusat *Upwelling* diketahui pada titik TPL terendah dalam suatu *Eddy* (Siklonik). Diameter *Upwelling* tahun 2016-2018 diketahui memiliki kisaran rata-rata antara 65,12km - 255,3km.

4.1.1.3.1 Tahun 2016

Adapun kejadian *Upwelling* pada tahun 2016 terjadi sebanyak 14 kali, *Upwelling* terjadi pada setiap bulan kecuali bulan Desember. Diameter *Upwelling* pada tahun 2016 berkisar 53,28 - 372,96. Terjadi satu *Upwelling* pada bulan Januari 2016 (A-16) (Gambar 12) yang memiliki rata-rata diameter pada 199,8 km berada pada 106,72 °BT – 107,2 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS. Rata-rata diameter *Upwelling* B-16 (Gambar 13) pada bulan Februari 249,75 km dengan rentang 113,68 °BT – 114,16 °BT dan 9,24 °LS – 9,713 °LS.



Gambar 12. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Januari 2016

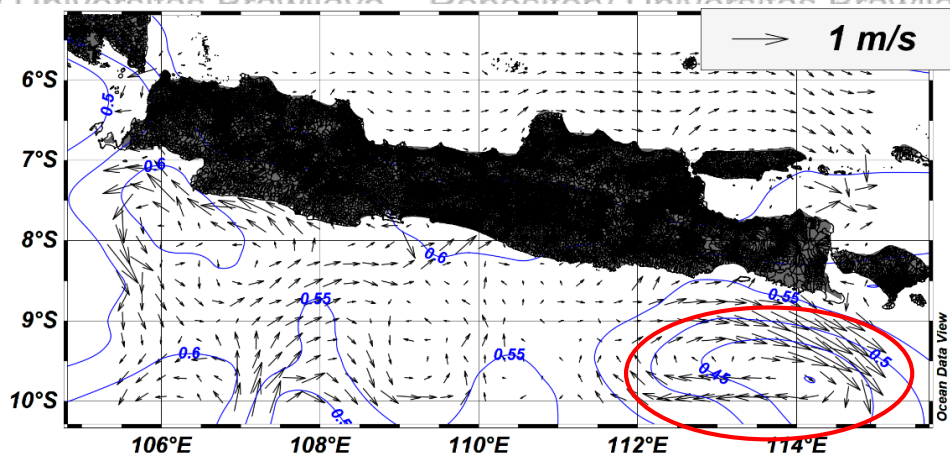


Gambar 13. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Februari 2016

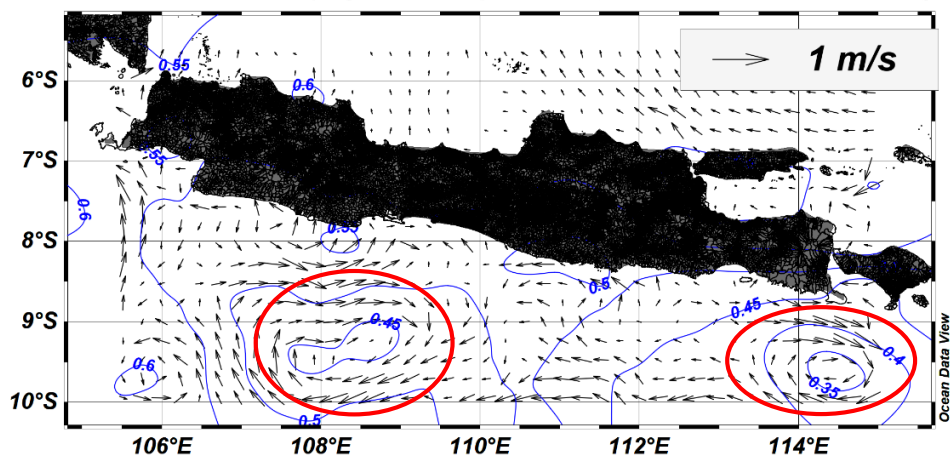
Upwelling Bulan Maret (C-16) (Gambar 14) berada pada 112,96 °BT – 114,64 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 246,42 km. Terdapat dua Upwelling pada bulan April (Gambar 15), Upwelling C-16 berada pada 113,44 °BT-114,64 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 157,23 km dan Upwelling D-16 berada pada 106,72 °BT – 108,64 °BT dan 8,291 °LS – 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 197,469 km. Bulan Mei juga terdapat dua Upwelling (Gambar 16), Upwelling E-16 berada pada rentang 113,68 °BT – 113,92 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 137 km,



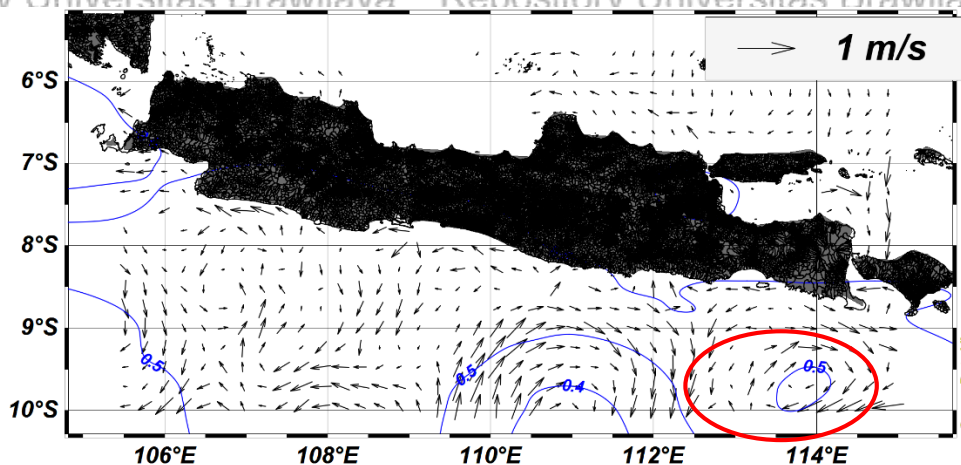
Upwelling E-16 berada pada rentang $106^{\circ}\text{BT} - 107,2^{\circ}\text{BT}$ dan $9,24^{\circ}\text{LS} - 9,476^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 139,86 km.



Gambar 14. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Maret 2016



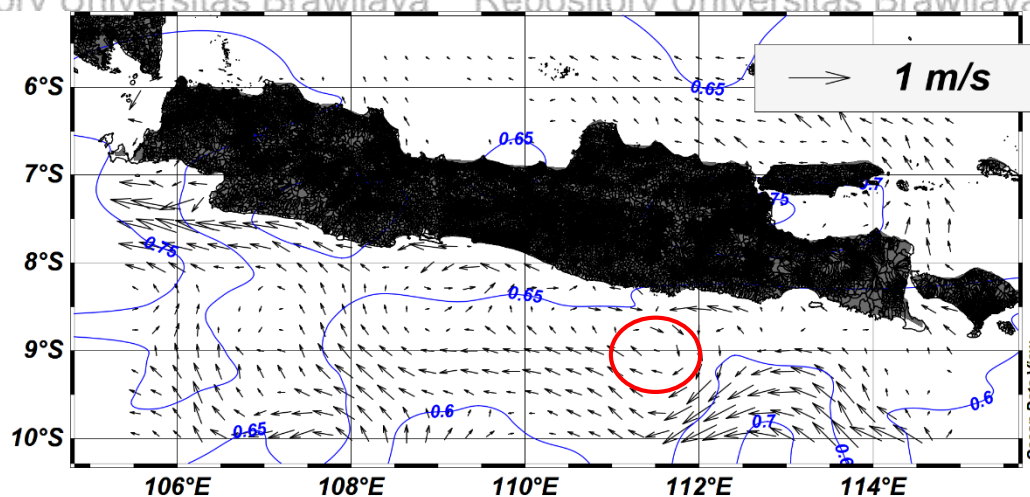
Gambar 15. Contoh Kejadian Upwelling Bulan April 2016



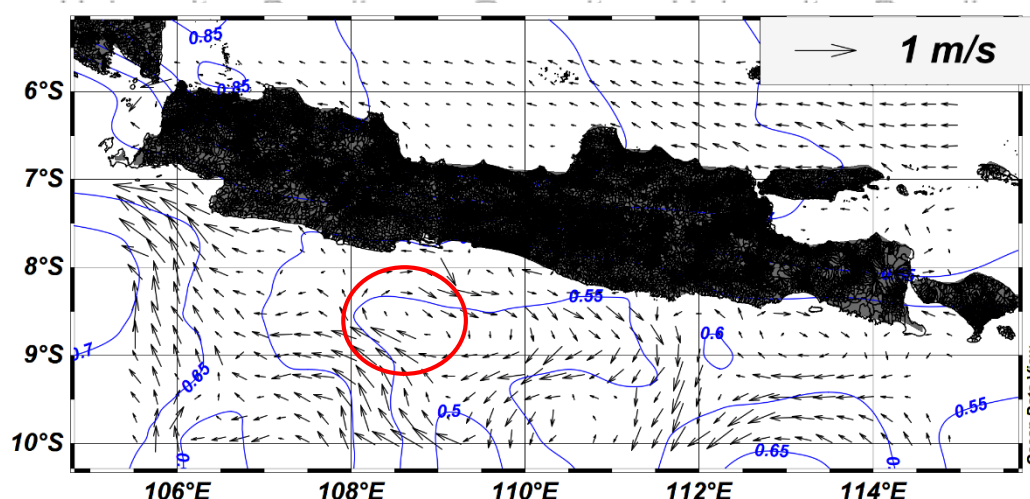
Gambar 16. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Mei 2016



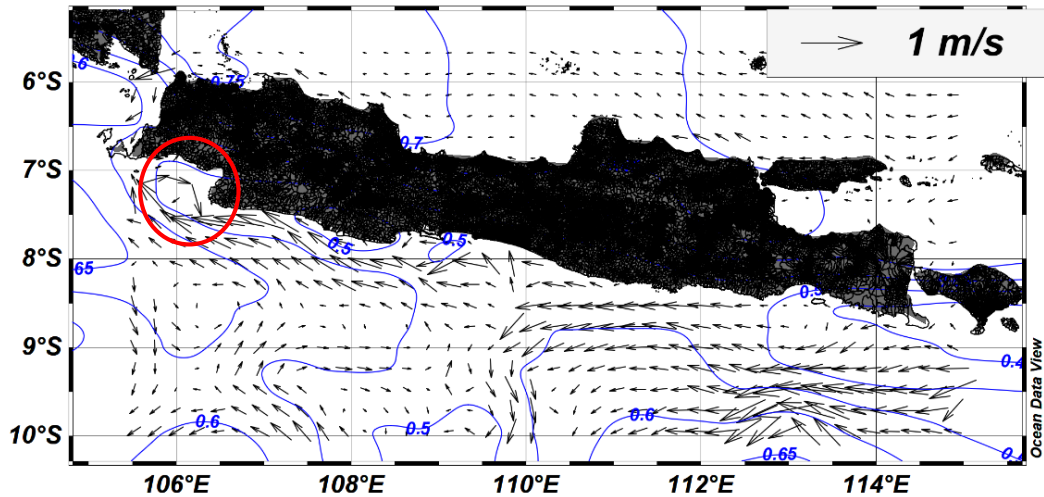
Bulan Juni hanya terdapat satu *Upwelling* (Gambar 17) yang berada pada $111,04^{\circ}\text{BT} - 111,76^{\circ}\text{BT}$ dan $9^{\circ}\text{LS} - 9,24^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 133,2 km. Hanya terdeteksi satu *Upwelling* pada bulan Juli (Gambar 18) dengan Rata-rata diameter 180,56 km yang berada pada $108,4^{\circ}\text{BT} - 109,36^{\circ}\text{BT}$ dan $8,528^{\circ}\text{LS} - 9,003^{\circ}\text{LS}$. Bulan Agustus terdapat dua *Upwelling*, I-16 berada pada $113,92^{\circ}\text{BT} - 114,4^{\circ}\text{BT}$ dan $9,003^{\circ}\text{LS} - 9,24^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 73,26 km, *Upwelling* J-16 (Gambar 19) berada pada $105,76^{\circ}\text{BT} - 106^{\circ}\text{BT}$ dan $7,102^{\circ}\text{LS} - 7,34^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 65,12 km.



Gambar 17. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Juni 2016

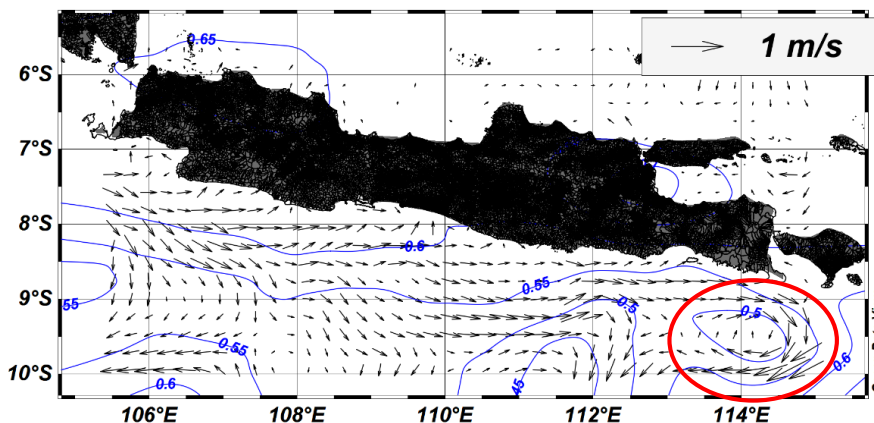


Gambar 18. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Juli 2016

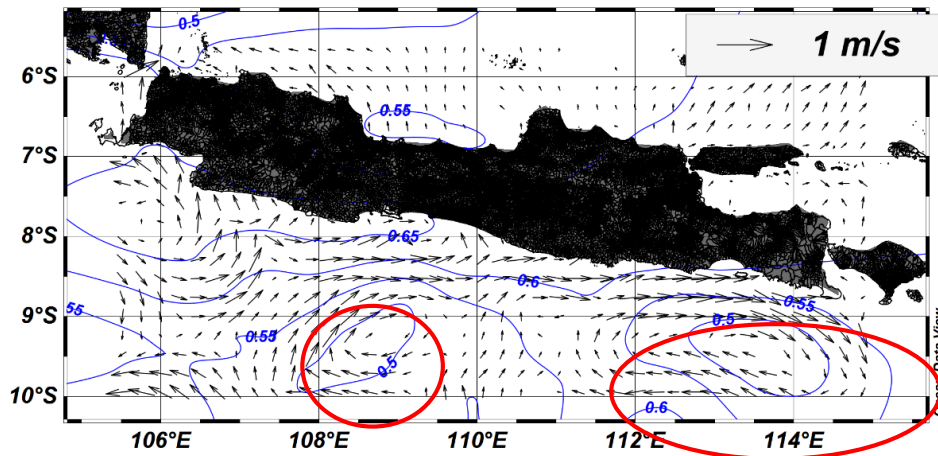


Gambar 19. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Agustus 2016

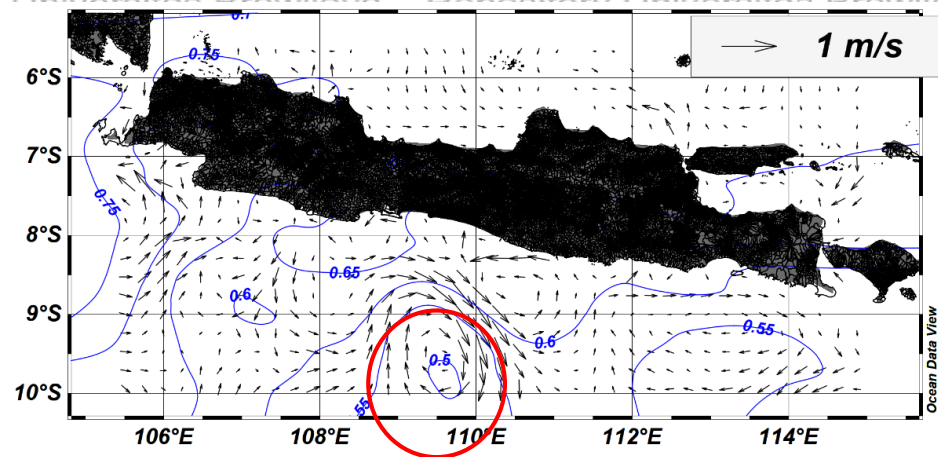
Upwelling pada bulan September hanya terdeteksi satu kejadian (Gambar 20) yaitu berada pada 113,68 °BT – 114,64 °BT dan 9,24 °LS dengan rata-rata diameter 112,5km. Terdapat dua *Upwelling* pada bulan Oktober (Gambar 21), *Upwelling* K-16 berada pada 112,96 °BT – 113,68 °BT dan 9,24 °LS dengan rata-rata diameter 248 km, *Upwelling* L-16 berada pada 108,4 °BT – 109,36 °BT dan 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 163,17 km. Terdapat dua *Upwelling* pada bulan November, *Upwelling* M-16 berada pada 112,96 °BT – 114,16 °BT dan 9,003 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 177,6 km, *Upwelling* N-16 (Gambar 22) berada pada 109,36 °BT – 109,6 °BT dan 9,24 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 139,86 km.



Gambar 20. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan September 2016



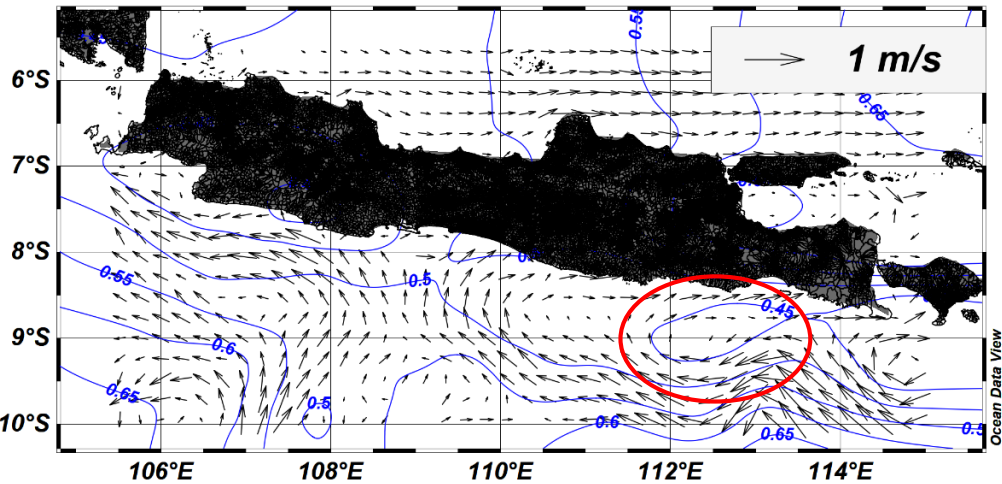
Gambar 21. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Oktober 2016



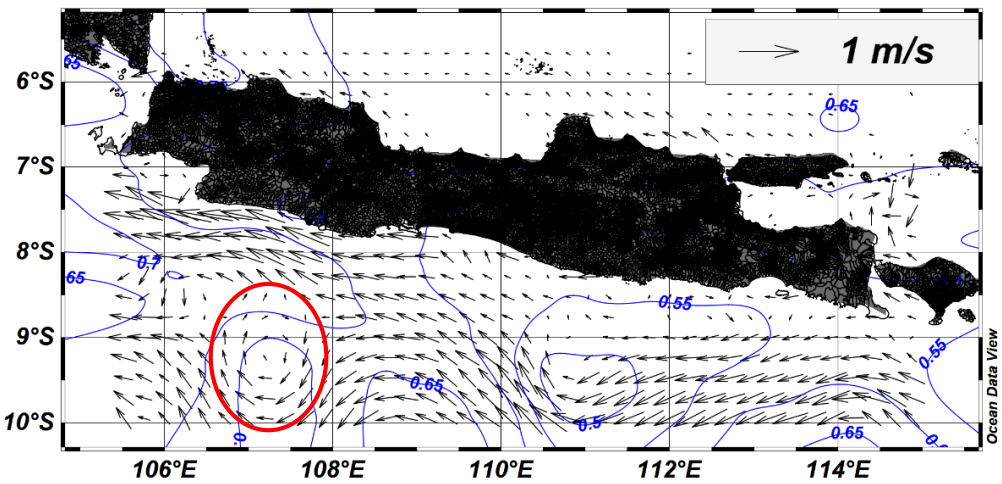
Gambar 22. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan November 2016

4.1.1.3.2 Tahun 2017

Kejadian *Upwelling* pada tahun 2017 terjadi sebanyak 10 kali yaitu pada bulan Maret, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober dan November, diameter *Upwelling* pada tahun 2017 berkisar antara 53,28 – 479,52 km. Bulan Maret hanya terdapat satu *Upwelling* (A-17) yaitu berada pada rentang 107,92 °BT – 108,88 °BT dan 8,528 °LS – 9,003 °LS dengan rata-rata diameter 111,4 km (Gambar 23). *Upwelling* pada bulan Mei (B-17) berada pada 107,2 °BT – 9,4 – 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 117,21 km (Gambar 24).



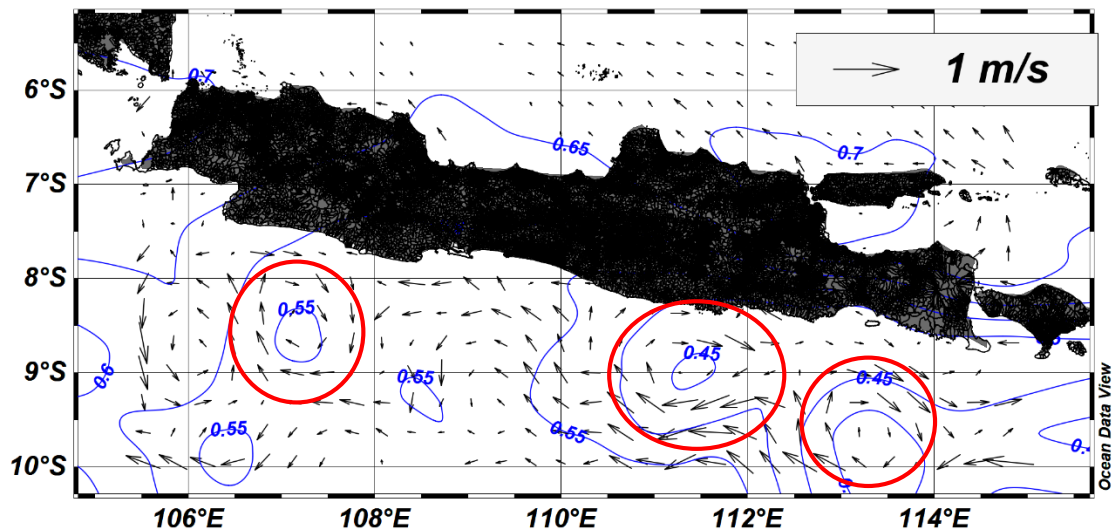
Gambar 23. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Maret 2017



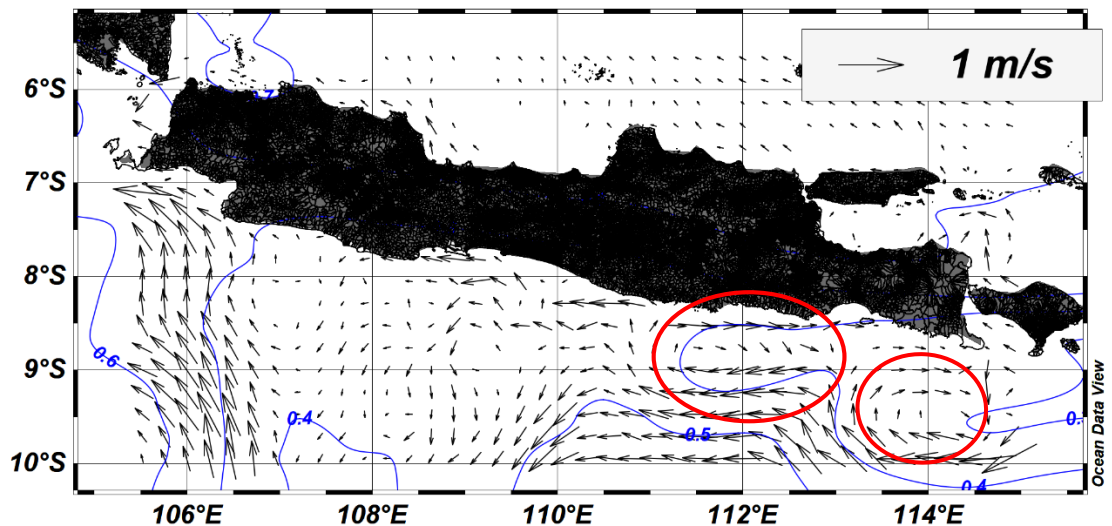
Gambar 24. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Mei 2017

Terdapat tiga kejadian *Upwelling* pada bulan Juni, *Upwelling* C-17 yaitu berada pada $106,8^{\circ}\text{BT} - 108^{\circ}\text{BT}$ dan $8,053^{\circ}\text{LS} - 9,634^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 141,61 km, *Upwelling* D-17 yaitu berada pada $109,68^{\circ}\text{BT} - 112,24^{\circ}\text{BT}$ dan $8,686^{\circ}\text{LS} - 9,319^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 157,5 km, *Upwelling* E-17 berada pada $113,2^{\circ}\text{BT} - 113,52^{\circ}\text{BT}$ dan $9,634^{\circ}\text{LS} - 9,634^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 115,44 km (Gambar 24). Bulan Juli terdapat dua *Upwelling*, *Upwelling* E-17 berada pada $111,52^{\circ}\text{BT} - 111,76^{\circ}\text{BT}$ dan $8,766^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 165,168 km, *Upwelling* F-17 berada pada $113,68^{\circ}\text{BT} - 114,4^{\circ}\text{BT}$ dan $9,476^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 127,872 km (Gambar 26). Bulan Agustus

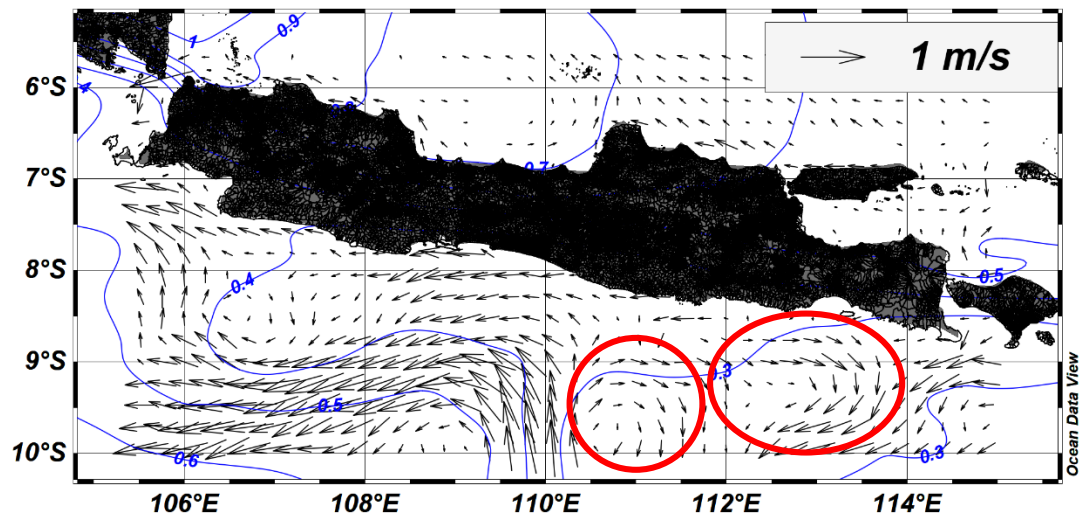
terdapat dua *Upwelling*. *Upwelling* G-17 yaitu berada pada $112,48^{\circ}\text{BT} - 114,16^{\circ}\text{BT}$ dan $9,003^{\circ}\text{LS} - 9,476^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 118,215 km, *Upwelling* H-17 berada pada $110,56^{\circ}\text{BT} - 110,8^{\circ}\text{BT}$ dan $9,476^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 106,56 km (Gambar 27).



Gambar 25. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Juni 2017



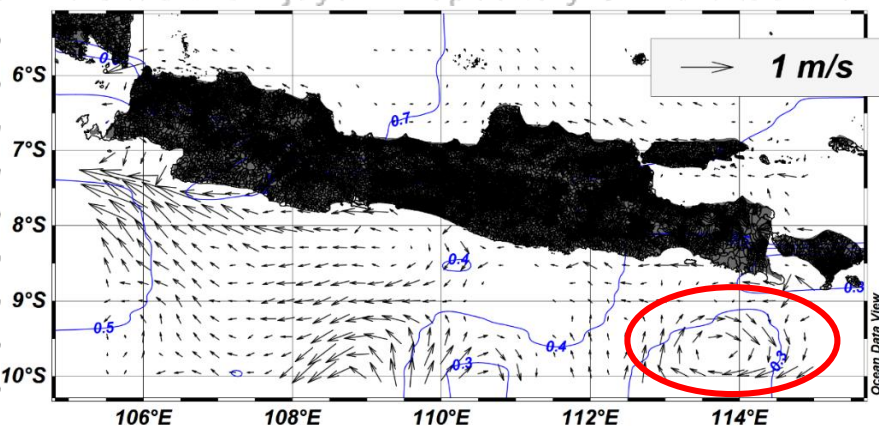
Gambar 26. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Juli 2017



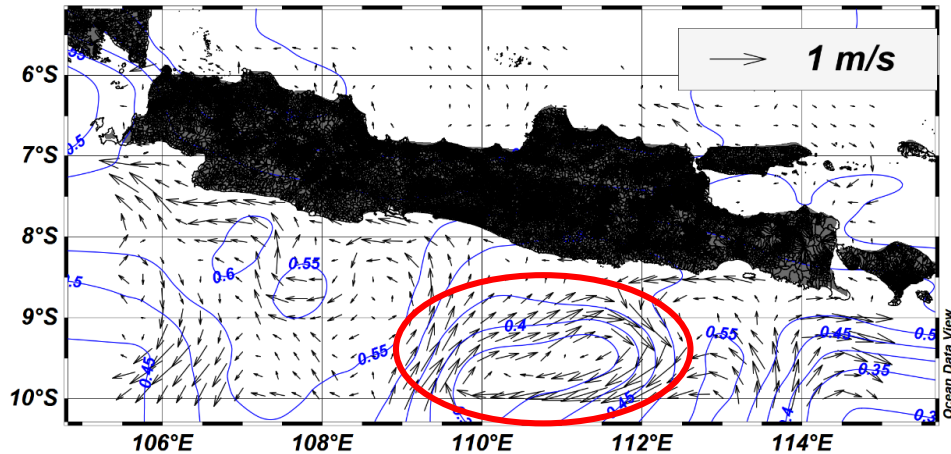
Gambar 27. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Agustus 2017

Rata-rata diameter *Upwelling* pada bulan September (Gambar 28) yaitu 139,5 km yang berada pada 112,96 °BT – 114,64 °BT dan 8,766 °LS – 9,713 °LS.

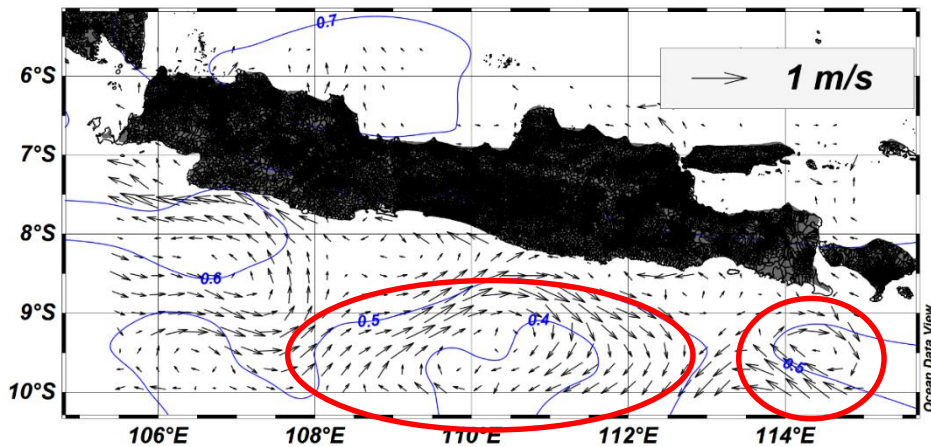
Bulan Oktober terdapat dua *Upwelling* (Gambar 29), *Upwelling* G-17 berada pada 112 °BT – 113,68 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 109,224 km, *Upwelling* H-17 berada pada 110,8 °BT – 111,76 °BT dan 9,476 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 193,745 km. Bulan November terdapat dua *Upwelling* (Gambar 30), *Upwelling* I-17 yaitu berada pada 107,68 °BT – 111,04 °BT dan 9,24 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 255,3 km dan *Upwelling* J-17 berada pada 106,24 °BT – 106,96 °BT dan 9,24 °LS – 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 147,73 km.



Gambar 28. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan September 2017



Gambar 29. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Oktober 2017

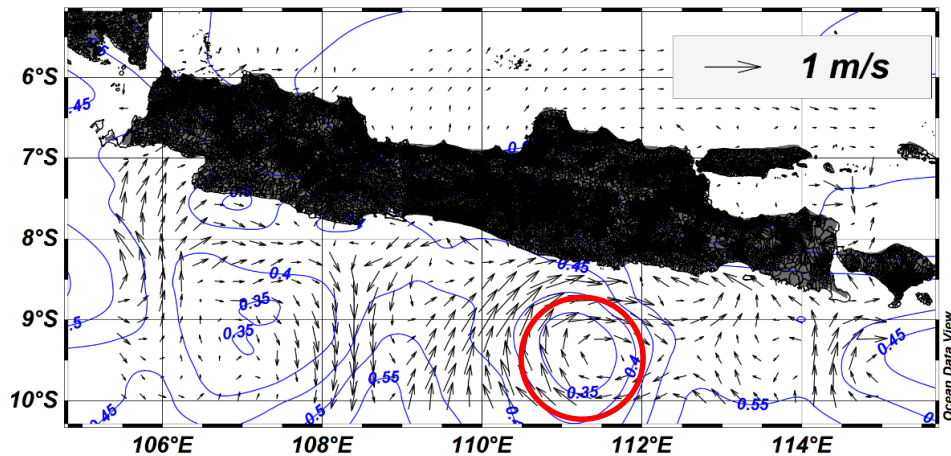


Gambar 30. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan November 2017

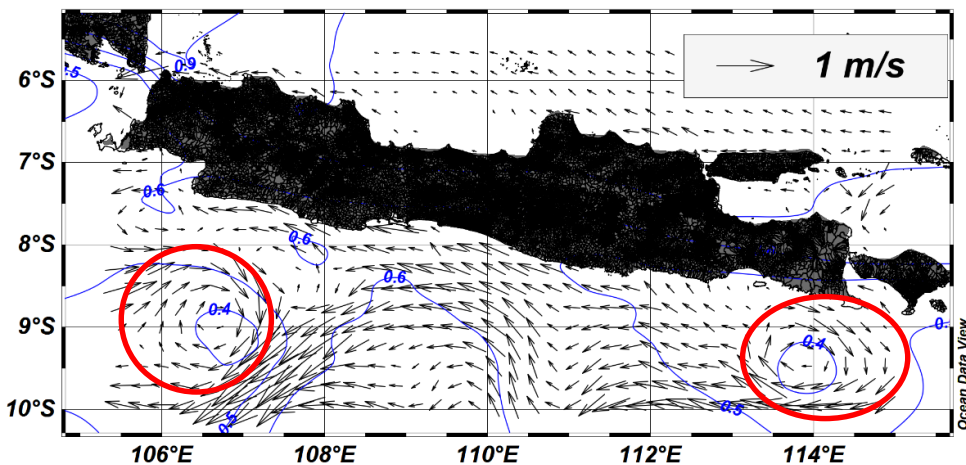
4.1.1.3.3 Tahun 2018

Kejadian *Upwelling* pada tahun 2018 terjadi sebanyak 10 kali, yaitu pada bulan Maret, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, dan November.

Diameter *Upwelling* pada tahun 2018 berkisar 53,28 – 399,6 km. Bulan Maret hanya terdapat satu *Upwelling* (Gambar 31) yaitu berada pada 111,4 °BT – 114,64 °BT dan 9,003 °LS – 9,713 °LS dengan rata-rata diameter 213,12 km. Bulan Mei terdapat dua *Upwelling* (Gambar 32), *Upwelling* B-18 berada pada 106,48 °BT – 113,68 °BT dan 8,766 °LS – 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 144,855 km, dan *Upwelling* C-18 berada pada 113,44 °BT – 113,92 °BT dan 9,476 °LS dengan rata-rata diameter 159,84 km.

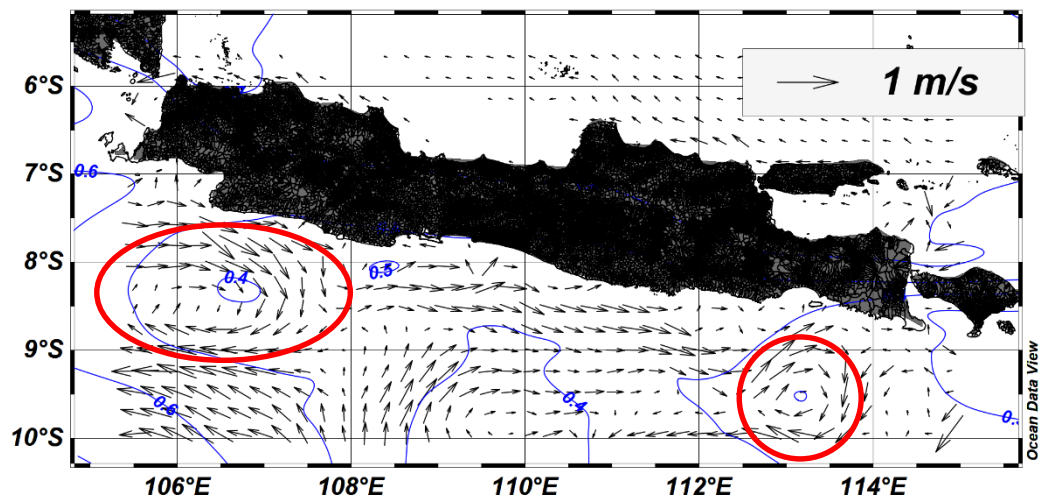


Gambar 31. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Maret 2018

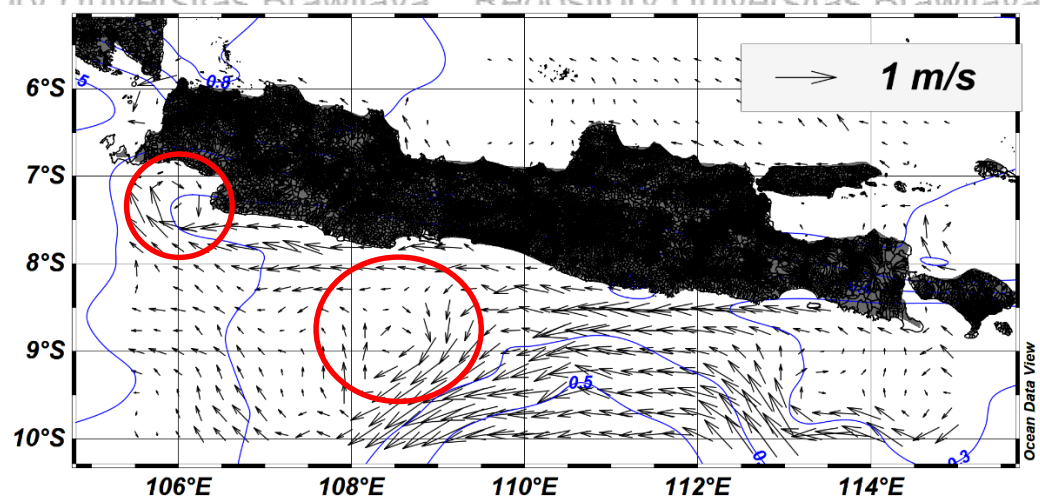


Gambar 32. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Mei 2018

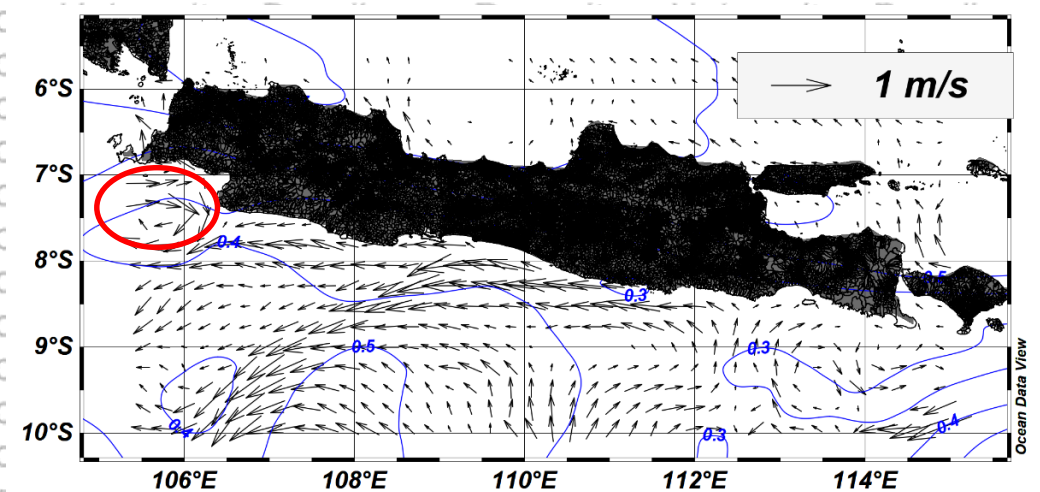
Bulan Juni terdapat dua *Upwelling* (Gambar 33), *Upwelling* D-18 berada pada $106,24^{\circ}\text{BT} - 106,96^{\circ}\text{BT}$ dan $8,291^{\circ}\text{LS} - 8,528^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 134,2 km, dan *Upwelling* E-18 berada pada $112^{\circ}\text{BT} - 113,4^{\circ}\text{BT}$ dan $9,24^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 186,48 km. Bulan Juli juga terdapat dua *Upwelling* (Gambar 34), *Upwelling* F-18 berada pada $108,4^{\circ}\text{BT} - 110,08^{\circ}\text{BT}$ dan $8,528^{\circ}\text{LS} - 9,24^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 72,3 km dan *Upwelling* G-18 berada pada 106°BT dan $7,34^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 53,28 km. Rata-rata diameter *Upwelling* pada bulan Agustus yaitu 79,92 km yang berada pada $105,76^{\circ}\text{BT}$ dan $7,34^{\circ}\text{LS} - 7,816^{\circ}\text{LS}$ (Gambar 35).



Gambar 33. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juni 2018



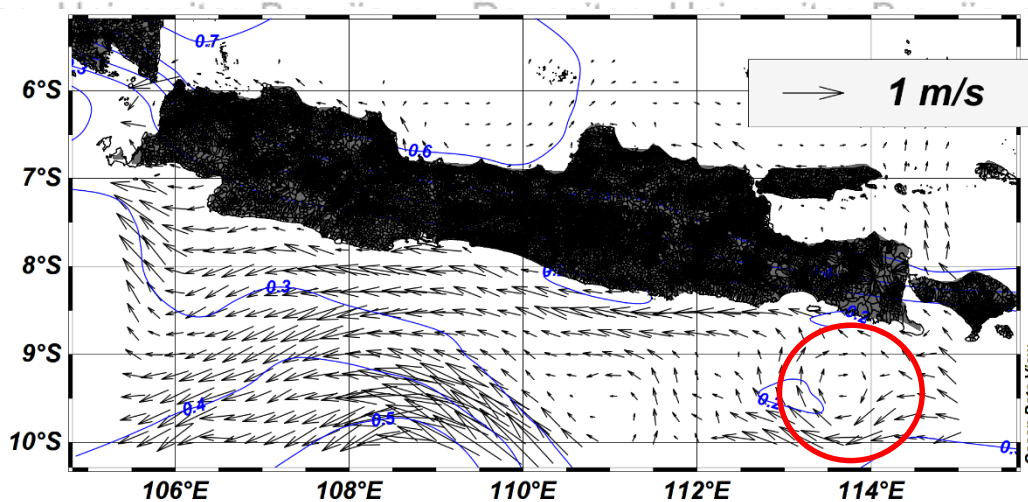
Gambar 34. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Juli 2018



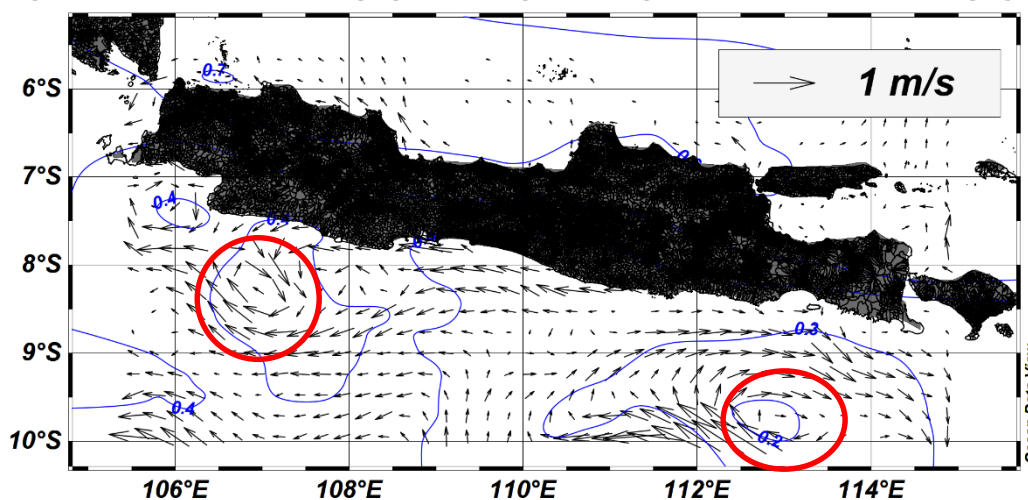
Gambar 35. Contoh Kejadian Upwelling Bulan Agustus 2018



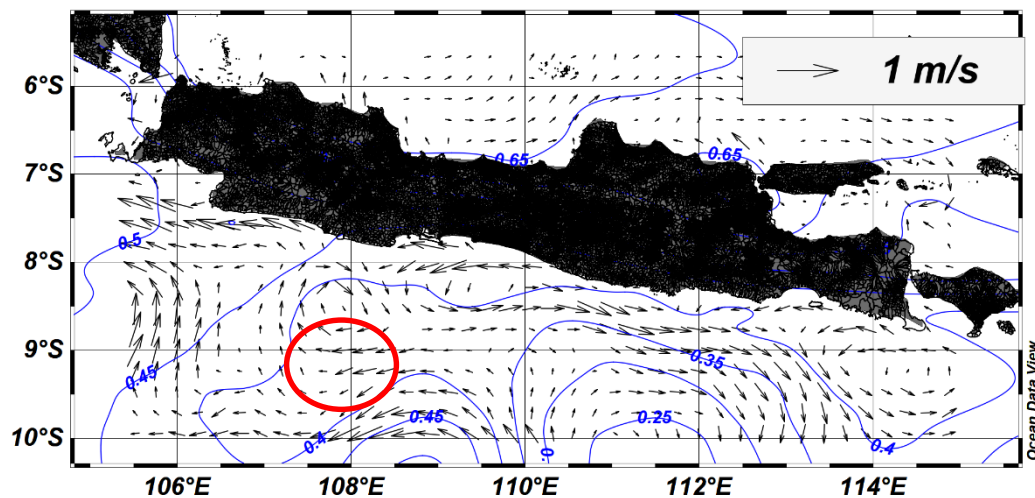
Bulan September, hanya terdapat satu *Upwelling* (Gambar 36) yang berada pada $113,2^{\circ}\text{BT} - 114,64^{\circ}\text{BT}$ dan $9,003^{\circ}\text{LS} - 9,713^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 142,08 km. Terdapat dua *Upwelling* pada bulan Oktober (Gambar 37), *Upwelling* I-18 berada pada rentang $106^{\circ}\text{BT} - 107,44^{\circ}\text{BT}$ dan $7,34^{\circ}\text{LS} - 8,766^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 119,88 km, *Upwelling* J-18 berada pada $112,72^{\circ}\text{BT} - 112,96^{\circ}\text{BT}$ dan $9,713^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 167,24 km dan *Upwelling*. Bulan November hanya terdapat satu *Upwelling* (Gambar 38) yaitu berada pada rentang $107,68^{\circ}\text{BT} - 107,92^{\circ}\text{BT}$ dan $8,291^{\circ}\text{LS} - 8,528^{\circ}\text{LS}$ dengan rata-rata diameter 74,592 km.



Gambar 36. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan September 2018



Gambar 37. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan Oktober 2018



Gambar 38. Contoh Kejadian *Upwelling* Bulan November 2018

4.1.1.4 Energi Kinetik *Eddy* (Siklonik) Tahun 2016-2018

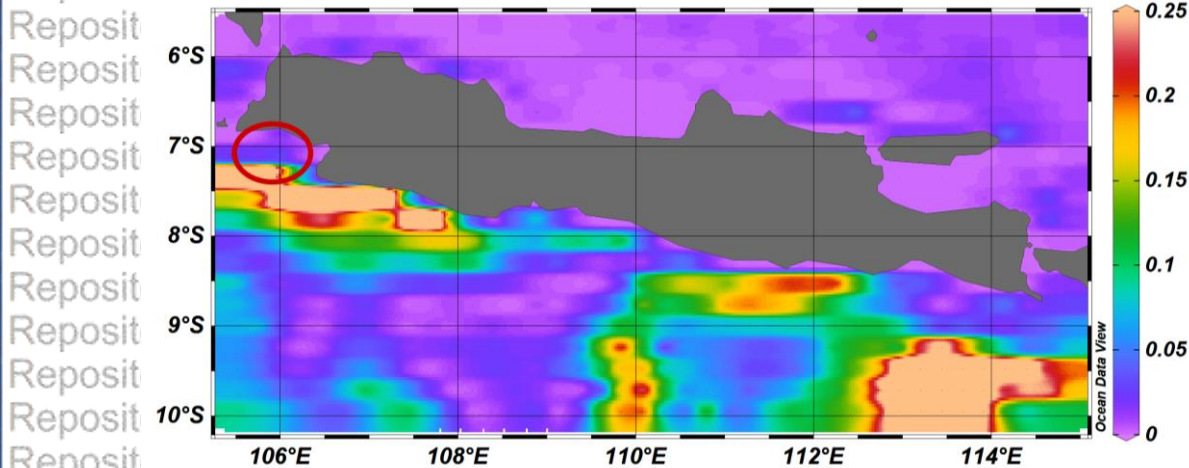
Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan terhadap data harian Arus *Eddy* (siklonik) di tahun 2016 sampai dengan 2018, diketahui bahwa nilai rata-rata EKE berkisar antara $0,003 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – $0,076 \text{ m}^2/\text{s}^2$ data tersebut merupakan hasil dari pengolahan data rata-rata harian dan bulanan Energi Kinetik *Eddy* (EKE) pada *Eddy* (siklonik) di wilayah kajian. Hasil pengamatan EKE di wilayah kajian pada tahun 2016 dapat dilihat bahwa pada tahun tersebut memiliki kisaran antara $0,007 \text{ m}^2/\text{s}^2$ - $0,075 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Berdasarkan data pada tahun 2016 diketahui bahwa pada wilayah penelitian memiliki EKE tertinggi pada bulan Agustus (Gambar 39) dengan rata-rata $0,075 \text{ m}^2/\text{s}^2$. EKE tertinggi tersebut ditemukan pada sekitar $105,67^\circ \text{BT}$ - 106°BT dan $7,102^\circ \text{LS}$ – $7,34^\circ \text{LS}$. EKE pada tahun 2017 menunjukkan nilai tertinggi pada bulan September (Gambar 40) dengan rata-rata $0,020 \text{ m}^2/\text{s}^2$. EKE tertinggi pada tahun tersebut terjadi pada bulan Agustus dan terjadi pada sekitar $112,96^\circ \text{BT}$ – $114,64^\circ \text{BT}$ dan $8,766^\circ \text{LS}$ – $9,713^\circ \text{LS}$. EKE tertinggi pada tahun 2018 terjadi pada bulan Agustus (Gambar 41) dengan rata-rata $0,076 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan terjadi disekitar $105,76^\circ \text{BT}$ dan $7,34^\circ \text{LS}$ – $7,816^\circ \text{LS}$.



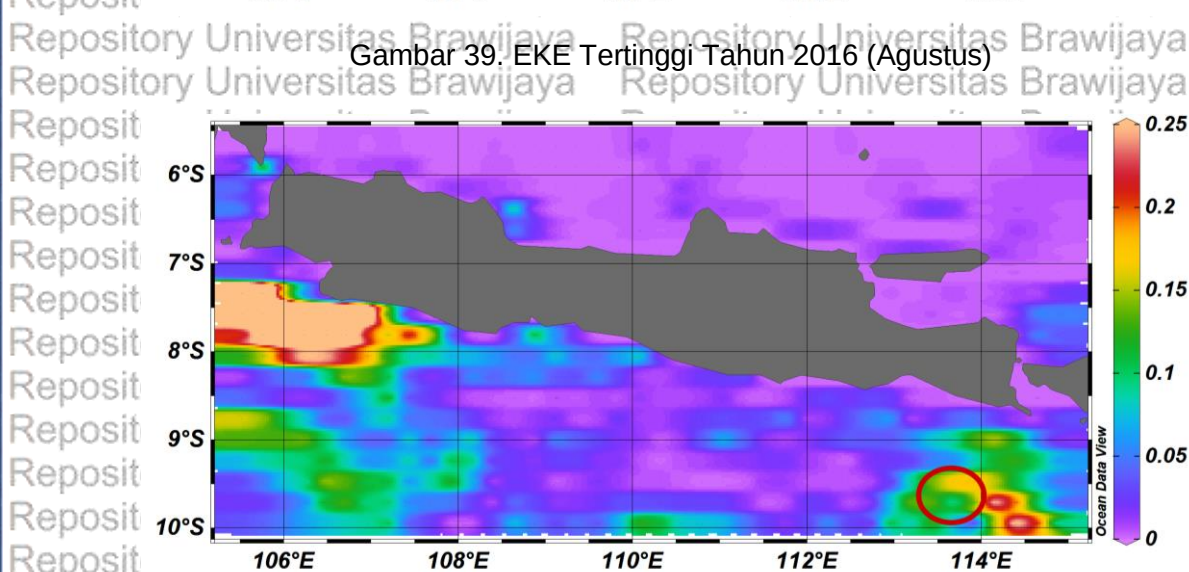
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

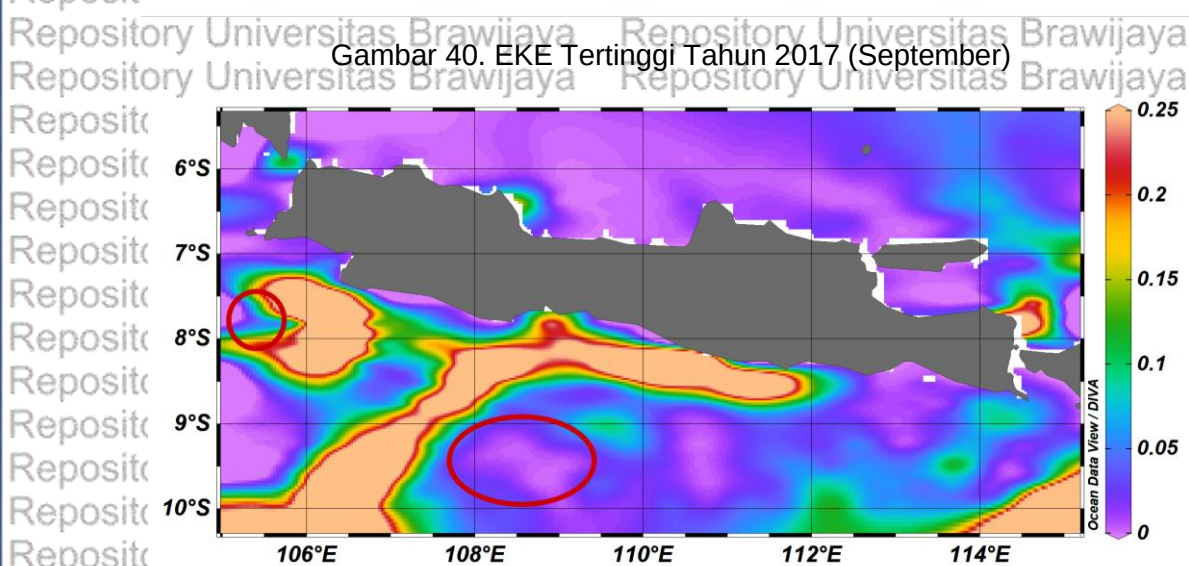
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository



Gambar 39. EKE Tertinggi Tahun 2016 (Agustus)



Gambar 40. EKE Tertinggi Tahun 2017 (September)



Gambar 41. EKE Tertinggi Tahun 2018 (Agustus)



4.1.2 Variasi Temporal

Selain dilihat dari variasi spasial, *Upwelling* juga dapat dilihat dari variasi temporal berdasarkan durasi eddy pada perairan, TPL dan Nilai EKE sepanjang waktu penelitian

4.1.2.1 Variabilitas Temporal *Upwelling* tahun 2016-2018

Variabilitas *Upwelling* secara temporal tahun 2016-2018 berdasarkan lama waktu/durasi *Upwelling* tersebut pada satu titik dalam suatu waktu pada daerah penelitian.

Tabel 2. Tabel Durasi *Upwelling* Tahun 2016-2018

Nama <i>Upwelling</i>	Durasi (Hari)
A-16	5
B-16	6
C-16	21
D-16	10
E-16	7
F-16	8
G-16	6
H-16	9
I-16	4
J-16	9
K-16	16
L-16	8
M-16	9
N-16	8
A-17	11
B-17	5
C-17	19
D-17	19
E-17	9
F-17	5
G-17	51
H-17	16
I-17	16
J-17	11
A-18	16
B-18	16



C-18	9
D-18	23
E-18	10
F-18	7
G-18	14
H-18	14
I-18	20
J-18	5

Lamanya durasi *Upwelling* dapat diketahui setelah melalui pengolahan data (Tabel 2). Tahun 2016 fenomena *Upwelling* dengan durasi paling lama yaitu

Upwelling C-16 dengan durasi 21 hari yang terjadi pada bulan Maret-April.

Upwelling dengan durasi paling lama pada tahun 2017 terjadi pada bulan Agustus-Oktober dengan waktu total 51 hari. Tahun 2018 fenomena *Upwelling* yang paling

lama tercatat yaitu *Upwelling* D-18 yang terjadi pada bulan Juni. Secara keseluruhan dapat diketahui siklus *Upwelling* pada wilayah penelitian dapat bervariasi mulai dari 4-51 hari dan tidak terjadi pada setiap bulan.

4.1.2.2. Variabilitas Temporal TPL tahun 2016-2018

Hasil dari pengolahan data TPL pada Tabel 3, diketahui bahwa TPL pada wilayah penelitian berkisar antara 0,372m – 0,580m dan memiliki variasi disetiap bulannya. Tahun 2016 rata-rata TPL terendah terjadi pada bulan Januari dengan rata-rata TPL 0,372 m, sementara rata rata TPL tertinggi terjadi pada bulan Juni dengan rata-rata TPL 0,580 m. Tahun 2017 nilai TPL terendah terjadi pada bulan Agustus dengan rata-rata TPL 0,204 m, sementara TPL tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan rata-rata 0,566 m. Rata-rata TPL pada tahun 2018 memiliki nilai terendah pada bulan September dengan tinggi 0,203 m, sementara rata-rata TPL tertinggi di tahun 2018 terjadi pada bulan Mei dengan tinggi 0,427m. Selama 2016-2018 nilai TPL terendah terjadi pada bulan September 2018.



Tabel 3. Tabel Nilai TPL tahun 2016-2018

Bulan/Tahun	TPL (m)		
	2016	2017	2018
Januari	0,372	0	0
Februari	0,451	0	0
Maret	0,428	0,501	0,355
April	0,409	0	0
Mei	0,485	0,566	0,427
Juni	0,580	0,422	0,389
Juli	0,546	0,300	0,317
Agustus	0,468	0,204	0,317
September	0,456	0,207	0,203
Oktober	0,481	0,324	0,291
November	0,493	0,392	0,367
Desember	0	0	0

4.1.2.3. Varibilitas Temporal EKE (siklonik) tahun 2016-2018

Tabel nilai EKE (Tabel 4) menunjukan tahun 2016 memiliki nilai EKE tertinggi pada bulan Agustus dengan nilai EKE $0,075 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan terendah terjadi pada bulan Februari dengan nilai EKE $0,003 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Tahun 2017 nilai EKE mencapai puncak nya pada bulan September dengan nilai EKE $0,020 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan terendah pada bulan Mei dengan nilai EKE $0,005 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Nilai EKE puncak di tahun 2018 terjadi pada bulan Agustus dengan nilai EKE $0,076 \text{ m}^2/\text{s}^2$, sementara EKE paling rendah terjadi pada bulan November dengan nilai $0,007 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Menurut Prayogo *et al* (2015), Jumlah hasil tangkapan ikan memiliki hubungan erat dengan fenomena/kenampakan oseanografi fisik seperti daerah front (frontal zone) dan



daerah *Eddy* (*Eddy field*) dimana fenomena oseanografi ini dapat teridentifikasi secara nyata dari parameter lingkungan seperti EKE dan SSHA. EKE dan SSHA merupakan indikator sekunder (bukan primer) yang berperan dominan pada keberadaan dan distribusi daerah tangkapan ikan.

Tabel 4. Tabel Nilai EKE Tahun 2016-2018

Bulan/Tahun	EKE (m^2/s^2)		
	2016	2017	2018
Januari	0,007	0	0
Februari	0,003	0	0
Maret	0,050	0,008	0,061
April	0,008	0	0
Mei	0,008	0,005	0,013
Juni	0,038	0,016	0,034
Juli	0,040	0,013	0,033
Agustus	0,075	0,010	0,076
September	0,032	0,020	0,016
Oktober	0,046	0,012	0,014
November	0,015	0,006	0,007
Desember	0	0	0

4.1.3 Frekuensi *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa Tahun 2016-2018

Berdasarkan data yang diolah, diperoleh hasil analisis data yaitu jumlah frekuensi *Upwelling* pada wilayah kajian sebanyak 1 – 3 kali/bulan dengan total frekuensi tahun 2016-2018 adalah 34 kejadian.

Tabel 5. Frekuensi Bulanan *Upwelling* pada Perairan Selatan Pulau Jawa



BULAN	TAHUN		
	2016	2017	2018
Januari	1	0	0
Februari	1	0	0
Maret	1	1	1
April	2	0	0
Mei	2	1	2
Juni	1	3	2
Juli	1	2	2
Agustus	2	2	1
September	1	1	1
Oktober	1	2	2
November	2	2	1
Desember	0	0	0
Total	14	10	10

Berdasarkan Tabel 5, Jumlah kejadian *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016 adalah 14 kali kejadian, sedangkan pada tahun 2017 terjadi sebanyak 10 kali kejadian dan tahun 2018 terjadi 10 kali kejadian. Selama jangka waktu penelitian 3 tahun, frekuensi *Upwelling* terjadi paling banyak (tahunan) pada tahun 2016 dengan 14 kali kejadian dan paling sedikit rekuensi kemunculan *Upwelling* per-bulan (bulanan) terjadi paling banyak pada bulan Juni 2017 dengan 3 kejadian dalam sebulan. Selama kurun waktu 3 tahun tersebut juga diketahui bahwa *Upwelling* muncul pada musim timur (Juni, Juli, Agustus) dan musim peralihan II (September, Oktober, November) dan musim peralihan I (Maret, April, Mei). *Upwelling* jarang terjadi pada musim barat (Desember, Januari, Februari).

Berdasarkan Pembagian musim, yaitu musim barat (Desember, Januari, Februari), musim peralihan I (Maret, April, Mei), Musim Timur (Juni, Juli, Agustus)

dan musim peralihan II (September, Oktober, November). Secara Musiman *Upwelling* di selatan perairan pulau Jawa pada tahun 2016-2018 dapat diperlihatkan secara spesifik pada Tabel 5.

Tabel 6. Frekuensi Musiman Kejadian *Upwelling* Tahun 2016-2018

Musim	2016	2017	2018	Total
Musim Barat	2	0	0	2
Musim Peralihan I	4	2	3	9
Musim Timur	4	6	4	14
Musim Peralihan II	4	5	3	9

Perairan selatan pulau Jawa memiliki 4 musim yang terjadi dalam satu tahun, dari Tabel 6. dapat dilihat jumlah *Upwelling* yang muncul di tahun 2016 – 2018. Berdasarkan jumlahnya, dapat diketahui bahwa *Upwelling* paling banyak muncul pada musim timur tepatnya dibulan Juni, Juli dan Agustus yaitu sebanyak 14 kejadian *Upwelling* dalam kurun waktu tiga tahun. *Upwelling* pada perairan selatan pulau jawa tahun 2016 – 2018 ditemukan paling sedikit pada musim barat tepatnya pada bulan Desember, Januari dan Februari yaitu dua *Upwelling*.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui variasi data spasial dan temporal yang selanjutnya akan dianalisa keterkaitannya dengan ENSO dan IOD.

4.2.1 Analisis Variasi Spasial Temporal *Upwelling*

Secara spasial, *Upwelling* diketahui memiliki diameter yang bervariasi antara 53,28 – 479,52 km. Diameter terbesar disetiap tahunnya terjadi pada bulan Juni, Juli, Oktober dan November. Lokasi *Upwelling* juga berubah-ubah seiring



waktu, selama tahun 2016-2018 *Upwelling* terjadi pada $105.76^{\circ}\text{BT} - 114.64^{\circ}\text{BT}$ dan $7.102^{\circ}\text{LS} - 9.746^{\circ}\text{LS}$. Arus eddy pada permukaan umumnya dipicu oleh pergerakan arus, angin dan fenomena ENSO-IOD. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Silubun *et al* (2016) yang menyatakan bahwa *Upwelling* umumnya terjadi pada musim timur dan musim peralihan II. Selain itu menurut Kunarso *et al* (2012), musim timur – peralihan II pada saat IOD (+) merupakan musim dengan *Upwelling* yang terluas dibandingkan musim-musim lain nya. Hal tersebut dapat dikatakan karena pada saat musim timur dan IOD (+) maka angin berhembus kearah barat sehingga menimbulkan penumpukan massa air di daerah perairan barat Sumatera dan kekosongan massa air pada perairan selatan pulau Jawa.

Secara Temporal, dinamika *Upwelling* dapat dilihat dari berapa lama durasi dari kejadian *Upwelling* tersebut. Hasilnya pada penelitian ini dapat diketahui *Upwelling* yang terjadi pada wilayah penelitian berlangsung selama 4-51 hari. Puncak dari fenomena *Upwelling* yang terjadi selama 51 hari terjadi pada bulan Agustus-Oktober atau dari akhir musim timur hingga pertengahan musim peralihan II. Perihal *Upwelling* dengan jangka waktu pendek menurut Rossi *et al* (2013), *Upwelling* yang terjadi dalam rentang waktu beberapa hari (3-10 hari) disebut *Sporadic Upwelling*. *Sporadic Upwelling* bisa terjadi kapanpun sepanjang tahun.

Fenomena ini berdampak baik pada perairan karena pada wilayah tersebut apabila terjadi *Sporadic Upwelling* maka otomatis akan terjadi juga *nutrient enrichment* pada perairan tersebut. Perihal *Upwelling* jangka panjang menurut Martono (2018), proses *Upwelling* di mulai dari selatan Jawa Timur dan melebar ke arah barat hal tersebut terjadi karena angina zonal bertiup kearah barat dengan durasi umumnya 1-2 bulan, oleh karena itu *Upwelling* yang terjadi selama 51 hari tergolong wajar.

4.2.2 Analisis Kondisi Tinggi Permukaan Laut dan EKE pada Saat *Upwelling*

Analisis kondisi TPL dan EKE menjelaskan tentang fluktuasi nilai parameter tersebut selama penelitian.

4.2.2.1 Kondisi TPL

Berdasarkan hasil pengamatan pada tahun 2016 – 2018 (Tabel 7) diperoleh variasi nilai TPL dari setiap bulanya yang kemudian dirangkai dalam grafik (Gambar 42). Nilai TPL pada tahun 2016 memiliki nilai terendah pada bulan Januari dengan nilai 0,372 m, pada tahun 2017 nilai TPL terendah adalah 0,204 m yang terjadi pada bulan Agustus dan tahun 2018 nilai terendah TPL terjadi pada bulan September dengan nilai TPL 0,203 m.

Tabel 7. Tabel Rata-rata TPL Tahun 2016-2018

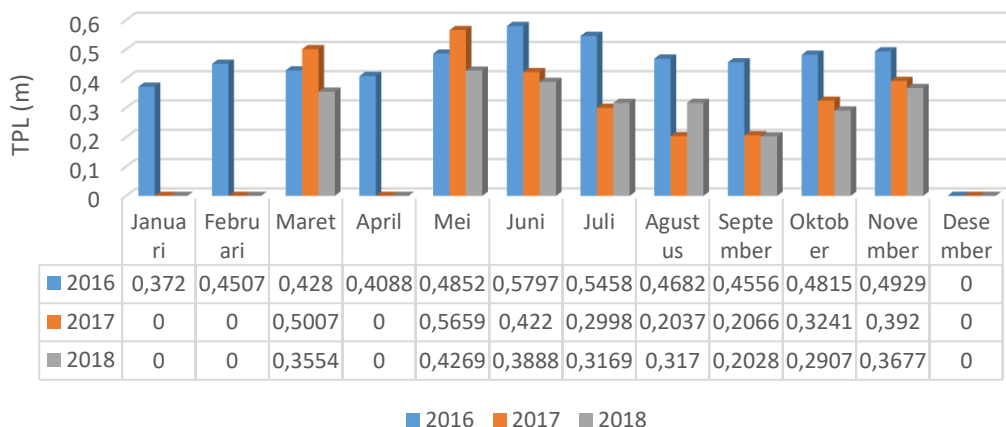
BULAN	2016	2017	2018
Januari	0,372 m	0 m	0 m
Februari	0,451 m	0	0 m
Maret	0,428 m	0,501 m	0,375 m
April	0,409 m	0 m	0 m
Mei	0,485 m	0,566 m	0,427 m
Juni	0,571 m	0,422 m	0,389 m
Juli	0,546 m	0,291 m	0,317 m
Agustus	0,468 m	0,204 m	0,317 m
September	0,455 m	0,206 m	0,203 m
Oktober	0,481 m	0,324 m	0,291 m
November	0,493 m	0,392 m	0,368 m
Desember	0 m	0 m	0 m

Berdasarkan Gambar 42. dapat diketahui bahwa TPL Eddy (siklonik) terendah selama 2016-2018 terjadi pada bulan September tahun 2018 dengan rata-rata 0,203 m dan tertinggi pada bulan Juni 2016 dengan rata-rata 0,580 m.

Menurut Li et al (2012), perbedaan TPL tersebut dapat terjadi karena pada

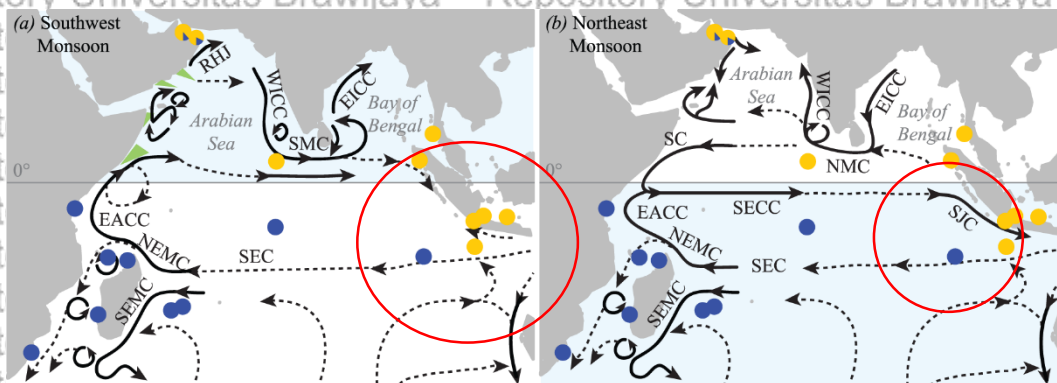
perairan yang mengalami Eddy (siklonik) terjadi divergensi dan pada wilayah Eddy (antisiklonik) terjadi konvergensi.

GRAFIK TPL EDDY (SIKLONIK) DI PERAIRAN SELATAN PULAU JAWA 2016-2018



Gambar 42. Grafik Rata-rata TPL (Siklonik) Tahun 2016 – 2018

Menurut Pranowo *et al* (2016), divergensi merupakan penyebab dari kosongnya massa air yang mempengaruhi rendah nya TPL pada titik pusat dari Eddy (siklonik) tersebut. Eddy (siklonik) memiliki nilai TPL yang cenderung lebih rendah pada titik pusat Eddy dengan rata-rata 0,2 – 0,5 m pada perairan selatan pulau Jawa. Menurut Marpaung dan Harsanugraha (2014), *Upwelling* di pesisir selatan pulau Jawa terjadi mulai dari bulan Juni hingga Oktober dengan nilai TPL terendah ada di bulan Agustus dan Oktober dengan kisaran 10 – 8 meter. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan penelitian Mbay dan Nurjaya (2011), yang menyatakan bahwa pada musim barat pada barat daya Sumatera terjadi puncak transfer massa air yang digerakan oleh APJ mencapai puncaknya pada musim barat. Hal tersebut berarti pada musim timur puncak transfer massa air ada di perairan selatan pulau Jawa. Pernyataan tersebut sesuai dengan ilustrasi dari Vogler *et al* (2012), (Gambar 43).



Gambar 43. Ilustrasi SJC (South Java Current)

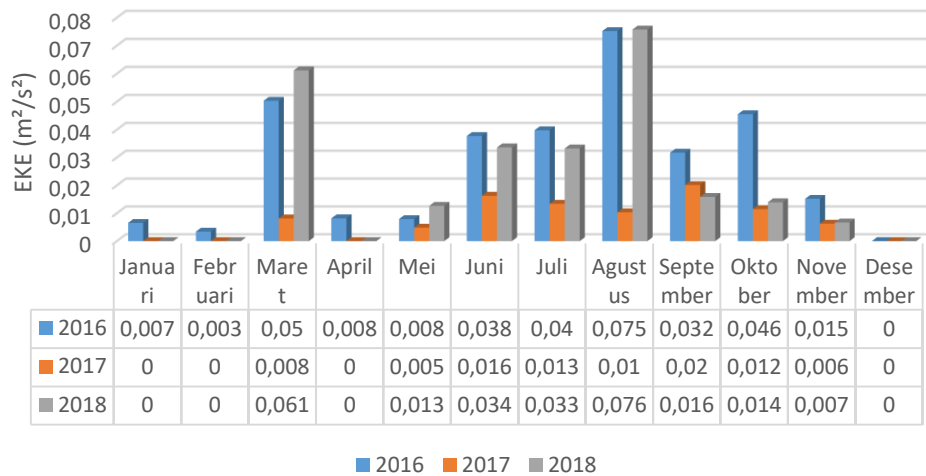
4.2.2.2 Kondisi EKE

Berdasarkan hasil pengamatan pada tahun 2016 – 2018 diperoleh nilai EKE yang bervariasi dari setiap bulannya (Tabel 8) yang kemudian dirangkai dalam grafik (Gambar 44).

Tabel 8. Tabel Rata-rata EKE Tahun 2016-2018

BULAN	2016	2017	2018
Januari	0,007 m ² /s ²	0 m ² /s ²	0 m ² /s ²
Februari	0,003 m ² /s ²	0 m ² /s ²	0 m ² /s ²
Maret	0,050 m ² /s ²	0,008 m ² /s ²	0,061 m ² /s ²
April	0,008 m ² /s ²	0 m ² /s ²	0 m ² /s ²
Mei	0,008 m ² /s ²	0,005 m ² /s ²	0,013 m ² /s ²
Juni	0,038 m ² /s ²	0,016 m ² /s ²	0,034 m ² /s ²
Juli	0,040 m ² /s ²	0,013 m ² /s ²	0,033 m ² /s ²
Agustus	0,075 m ² /s ²	0,010 m ² /s ²	0,076 m ² /s ²
September	0,032 m ² /s ²	0,020 m ² /s ²	0,016 m ² /s ²
Oktober	0,046 m ² /s ²	0,012 m ² /s ²	0,014 m ² /s ²
November	0,015 m ² /s ²	0,006 m ² /s ²	0,007 m ² /s ²
Desember	0 m ² /s ²	0 m ² /s ²	0 m ² /s ²

GRAFIK EKE (SIKLONIK) DI PERAIRAN SELATAN PULAU
JAWA 2016-2018



Gambar 44. Grafik EKE tahun 2016-2018

EKE di titik pusat *Eddy* (Siklonik) pada tahun 2016 memiliki nilai tertinggi pada bulan Agustus dengan nilai $0,075 \text{ m}^2/\text{s}^2$, tahun 2017 dengan nilai tertinggi di bulan September dengan nilai $0,020 \text{ m}^2/\text{s}^2$ dan tahun 2018 dengan nilai tertinggi di bulan agustus $0,075 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Terlihat bahwa pada hasil tersebut EKE pada saat terjadi *Eddy* (siklonik) / *Upwelling* berada pada puncaknya di musim timur (2016 dan 2018) dan musim peralihan II (2017). Menurut Tussadiah *et al* (2018), pada musim timur dan peralihan I perairan selatan pulau jawa memiliki nilai rata-rata EKE siklonik (titik pusat *Eddy*) yang paling tinggi daripada musim lainnya. Namun bukan berarti EKE akan tinggi nilainya setiap musim timur dan peralihan I di tiap tahunnya. Hal tersebut dikarenakan *Eddy* pada selatan pulau jawa dapat terbentuk dari angin ataupun dari arus yang bersifat dinamis pada tiap tahun nya. Umumnya *Eddy* yang terbentuk dari angin tidak akan memiliki energi sebesar *Eddy* yang terbentuk dari arus.



4.2.3 Analisis Frekuensi Kejadian *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa pada tahun 2016-2018

Frekuensi *Upwelling* pada tahun 2016 adalah 14 kejadian, tahun 2017 dengan 10 kejadian dan 2018 dengan 10 kejadian. Tahun 2016 menjadi puncaknya karena pada tahun tersebut hanya bulan Desember yang tidak memiliki kejadian *Upwelling*, sementara pada tahun 2017 dan 2018 tidak memiliki kejadian *Upwelling* pada bulan Januari, Februari, April dan Desember. *Upwelling* pada tahun 2016-2018 puncaknya terjadi pada musim timur daripada musim lainnya, dengan jumlah 16 kali kejadian, kemudian musim peralihan II dengan 13 kejadian, musim peralihan I 10 kejadian dan musim barat 2 kejadian. *Upwelling* pada musim timur disebabkan oleh monsoon timur (Mahagnyana et al., 2017), dan menyebabkan suhu permukaan laut yang cenderung lebih rendah daripada musim lainnya, (Yuhendrasmiko dan Wirasatriya, 2016), suhu permukaan laut yang rendah tersebut otomatis memicu kandungan chl-a pada perairan tersebut menjadi lebih tinggi daripada musim-musim lainnya (Purwanti, 2017). Menurut Ismoyo dan Putri (2014), selain pada musim timur, *Upwelling* juga dapat terjadi pada musim peralihan. Menurut Wyrki (1961), *Upwelling* jarang terjadi dari bulan desember hingga februari, hal tersebut dikarenakan terbentuknya APJ (arus pantai jawa) dengan kecepatan tinggi yang melintas di selatan pesisir pulau Jawa dari bagian barat daya Sumatra hingga Sumbawa. Sementara menurut Ratnawati et al (2016), menyatakan bahwa pada saat musim barat yang terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari pada tiap tahunnya, konsentrasi klorofil pada perairan selatan pulau Jawa berada pada titik terendah karena adanya monsoon barat. Sebaliknya, pada saat monsun timur, pergerakan angin regional yang kuat yang berasosiasi dengan sistem iklim monsoon akan menciptakan *Upwelling* dengan konsentrasi klorofil yang tinggi. Selain itu menurut Wardani et al (2013), penyebab lain musim barat tidak memiliki kejadian *Upwelling*, adalah karena *Upwelling* yang



terjadi tidak sampai terdeketsi ke permukaan yang disebabkan oleh meningkatnya transpor Ekman yang meninggalkan pantai karena pengaruh sistem angin musiman. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Siswanto and Suratno (2010), yang menyatakan bahwa pada musim barat, angin barat dari benua Eurasia (eropa-asia) bertiup konsisten kearah pulau jawa dan menggerakannya kesebelah kiri (utara jawa), yang menyebabkan pada musim barat tidak ada *Upwelling* di perairan selatan jawa.

4.2.4 Analisis Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap Frekuensi *Upwelling*, TPL, EKE

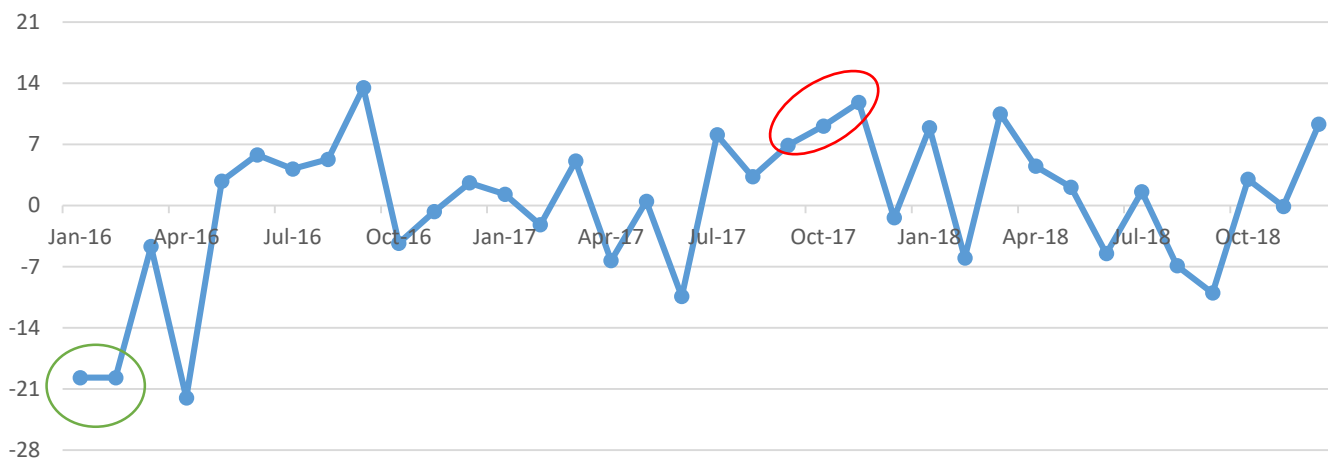
Kejadian *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa umumnya dipengaruhi oleh ENSO dan IOD (Sukresno *et al.*, 2018). Korelasi *Upwelling* dengan ENSO dan IOD dapat dianalisa menggunakan *Pearson Correlation* dan nilai koefisien korelasinya. ENSO pada perairan selatan jawa dapat di deteksi dengan SOI (*Southern Oscillation Index*) yang merupakan tekanan udara di Tahiti dan Darwin. IOD dapat di deteksi dengan DMI (*Dipole Model Index*) yang merupakan selisih anomali SPL pada WTIO dan SETIO.

4.2.4.1 Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap Frekuensi *Upwelling*

Fenomena El Nino dan La Nina dapat diketahui dari indeks SOI yang terjadi secara terus menerus. Menurut Hidayat *et al* (2018), ENSO diartikan sebagai *El Nino* apabila nilai SOI < -7 dan terjadi secara berkelanjutan. Apabila nilai SOI selalu berada diatas $+7$ secara terus menerus, maka menunjukkan indikasi terjadinya fenomena *La Nina*. Gambar 45 menunjukkan bahwa selama rentang waktu penelitian pada tahun 2015, bulan Januari dan Februari (lingkaran hijau) merupakan ekor/akhir dari El nino yang terjadi pada tahun sebelumnya. Tahun 2017 pada bulan September, Oktober dan November atau Musim peralihan 2 (lingkaran merah) hampir terjadi fenomena *La Nina*. Grafik SOI (Gambar 45)

menunjukkan bahwa nilai SOI tertinggi terjadi pada bulan September 2016 adalah 13,5 dan terendah pada bulan Januari dan Februari 2016.

GRAFIK SOI TAHUN 2016-2018



Gambar 45. Grafik SOI tahun 2016-2018)

Tabel 9. Tabel Korelasi ENSO dan Frekuensi *Upwelling*

Bulan	Koefisien Korelasi
JF 2016	0
MAM 2016	-0,222
JJA 2016	0,211
SON 2016	-0,325
DJF 2017	0
MAM 2017	0,916
JJA 2017	-0,968
SON 2017	0,835
DJF 2018	0
MAM 2018	-0,277
JJA 2018	0,627
SON 2018	0,684

Korelasi ENSO terhadap frekuensi *Upwelling* dianalisa dengan menggunakan data jumlah frekuensi dan indeks SOI yang kemudian di korelasi dengan metode *Pearson Correlation*. Tabel 9. menunjukkan korelasi ENSO dan frekuensi *Upwelling* pada perairan selatan pulau jawa selama tahun 2016-2018.



Korelasi ENSO dan frekuensi *Upwelling* pada tahun ahun 2017 di tiap musim nya memiliki korelasi terkuat dibandingkan tahun-tahun lainnya. Korelasi terkuat terjadi pada musim timur (JJA 2017) dengan nilai -0,968 yang juga merupakan musim dengan frekuensi *Upwelling* terbanyak yaitu 3 kejadian. Musim barat di tahun 2016 - 2018 memiliki koefisien korelasi 0, namun pada musim ini terjadi 2 *Upwelling* masing-masing satu kejadian di bulan Januari dan Februari. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Yananto dan Sibarani (2016) yang menyatakan bahwa pada pertengahan Tahun 2015 hingga awal Tahun 2016 terjadi fenomena *El Nino* pada level kuat karena memiliki index $SOI > 7$, yang berarti musim barat pada tahun 2016 ini masih termasuk dalam rangkaian *El Nino* yang terjadi dari bulan Desember - Februari 2016. Musim peralihan I pada tahun 2016 dan 2018 memiliki koefisien korelasi yang negatif lemah, namun pada tahun 2017 memiliki koefisien korelasi positif yang kuat. Musim timur memiliki hasil paling kuat dan negatif dikarenakan puncak kejadian *Upwelling* tahun 2016-2018 terjadi pada musim timur tahun 2017 dengan 3 kejadian pada bulan juni 2017. Jumlah *Upwelling* pada musim peralihan satu tidak sebanyak musim timur. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Syafik dan Soedharto (2013) yang menyatakan bahwa *Upwelling* dimulai setelah bulan Mei dan berakhir setelah bulan agustus. Angin pada saat musim peralihan I akan berubah arah tiupnya dari barat/barat daya menjadi kearah utara/barat laut.

Musim timur pada tahun 2016-2018 memiliki koefisien korelasi positif di tahun 2016 dan 2018 dengan korelasi lemah pada tahun 2016 dan kuat di tahun 2018, pada tahun 2017 koefisien korelasi dari ENSO dan frekuensi *Upwelling* memiliki nilai negatif sangat kuat. Musim timur merupakan musim yang paling produktif pada tahun 2016-2018 dengan total 16 kejadian *Upwelling*. Menurut Surinati dan Wijaya (2017), pada musim timur angin Muson Tenggara yang bertiup



dari tenggara ke arah barat laut menyebabkan terjadinya Transport Ekman yang mengarah menjauhi Pantai Selatan Jawa, maka akan terjadi kekosongan (*slope*) yang berakibat naiknya air (*Upwelling*) dari bawah menuju ke lapisan permukaan. Musim peralihan II memiliki koefisien korelasi antar ENSO dengan frekuensi *Upwelling* yang sedang dan tinggi pada tahun 2017 dan 2018, sementara tahun 2016 memiliki koefisien korelasi yang tergolong rendah dan negatif.

Tabel 10. Korelasi Tahunan ENSO dan Frekuensi *Upwelling*

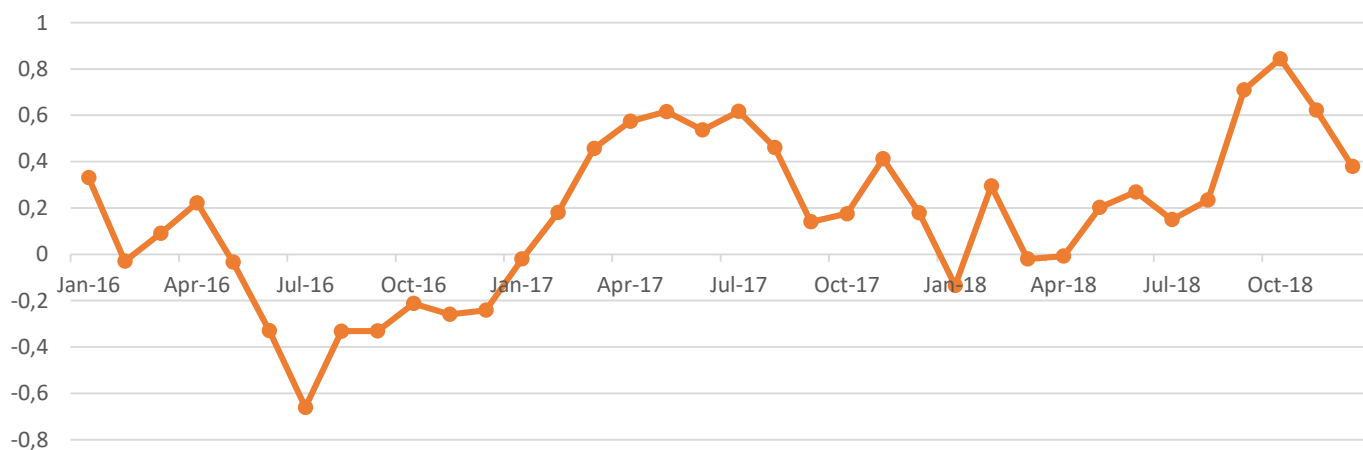
Tahun	Koefisien Korelasi
2016	0,102
2017	0,286
2018	-0,224

Hubungan antara ENSO dan frekuensi *Upwelling* pada tahun 2016-2018 (Tabel 10), dapat dikaitkan dengan jumlah kejadian *Upwelling*. *Upwelling* dengan jumlah terbanyak terjadi pada tahun 2016 dan menurun nya jumlah *Upwelling* pada tahun 2017 serta menurun kembali pada tahun 2018. *Upwelling* pada tahun 2016 terjadi pada setiap musim/bulan. Kejadian *Upwelling* sepanjang tahun pada 2016 disebabkan karena pada bulan Januari-februari merupakan ekor *El Nino* dari tahun 2015. Tahun 2017-2018 tidak memiliki *Upwelling* sebanyak tahun 2016 karena diindikasikan bahwa tahun 2017 dan 2018 tidak terjadi *El Nino*.

Grafik DMI (Gambar 46) menunjukkan nilai DMI pada tahun pengamatan yaitu dari tahun 2016-2018. DMI didapatkan dengan cara menghitung antara selisih anomali SPL WTIO dan SETIO. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa apabila terjadi fenomena IOD negatif maka SPL pada SETIO atau bagian barat Indonesia dan selatan pulau jawa akan cenderung lebih tinggi, begitupun sebaliknya. IOD positif paling tinggi terjadi pada bulan Oktober tahun 2018 dengan nilai 0,844, sementara IOD negatif terendah terjadi pada bulan Juli 2016. Menurut

Hafizhurrahman *et al* (2015), IOD (-) merupakan kondisi anomali SPL tinggi di samudera hindia bagian timur lebih rendah daripada bagian barat, selain itu kondisi angin yang bertiup adalah angin dari samudera hindia barat ke timur.

GRAFIK DMI TAHUN 2016-2018



Gambar 46. Grafik DMI tahun 2016-2018

Koefisien korelasi hasil uji korelasi antara IOD terhadap frekuensi *Upwelling* selama tahun 2016 – 2018 dapat dilihat pada Tabel 11. IOD dan frekuensi *Upwelling* pada musim barat memiliki korelasi positif sangat rendah di tahun 2016, negatif rendah pada tahun 2017 dan positif kuat pada tahun 2018. Musim barat pada tiap tahun nya memiliki kondisi normal ($DMI = -0,4 > 0 > 0,4$).

Tabel 11. Korelasi IOD Musiman Terhadap Frekuensi *Upwelling*

Musim	Koefisien Korelasi
JF 2016	0
MAM 2016	0,013530408
JJA 2016	0,493176895
SON 2016	0,120409588
DJF 2017	0
MAM 2017	-0,262765132
JJA 2017	-0,014802231



SON 2017	0,598910676
DJE 2018	0
MAM 2018	0,84099633
JJA 2018	-0,23128651
SON 2018	0,920504984

Musim peralihan I memiliki kondisi normal pada tahun 2016 dan 2018, serta IOD (+) tahun 2017. Terjadi total 10 *Upwelling* pada musim peralihan I, masing-masing 5 kejadian pada 2018, 2 kejadian pada tahun 2017 dan 3 kejadian di tahun 2018. Korelasi paling lemah terjadi di tahun 2016, kemudian lemah juga pada tahun 2017 dan menguat pada tahun 2018. IOD dan frekuensi *Upwelling* memiliki korelasi yang sedang namun cenderung rendah pada musim timur. Musim timur merupakan musim dengan jumlah *Upwelling* terbanyak dengan total 16 kejadian.

Berdasarkan identifikasi *Upwelling* dengan menggunakan peta arus diketahui bahwa pada JJA atau musim timur terjadi pembelokan arus AKS oleh angin muson timur yang bertiup dari Australia kearah Indonesia. Musim peralihan II pada selatan Jawa memiliki korelasi positif baik lemah, sedang dan juga kuat selama waktu penelitian. Hasil pada musim timur dan peralihan II sesuai dengan penelitian Rohman dan Bey (2016) yang menyatakan bahwa pada saat musim timur terjadi *El Nino* dan IOD (+) sehingga udara panas akan berpindah dari Australia menuju ke samudera hindia dan pasifik dan pada musim peralihan II memiliki korelasi ENSO dan IOD yang paling tinggi.

Tabel 12. Korelasi Tahunan IOD Terhadap Frekuensi *Upwelling*

Tahun	Koefisien Korelasi
2016	0,150556143
2017	0,446799599
2018	0,330504836



Berdasarkan Tabel 12. dapat dianalisa bahwa korelasi IOD terhadap frekuensi *Upwelling* memiliki keterkaitan lemah pada tahun 2016 dan 2018, serta sedang pada tahun 2017. Hasil korelasi tersebut cukup mencerminkan keadaan wilayah penelitian. Tahun 2017 menjadi tahun puncaknya karena pada bulan Maret – Agustus terjadi IOD (+) berturut-turut serta bulan November. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sakya (2017) yang menyatakan DMI positif dapat diartikan sebagai musim kemarau. Musim kemarau wilayah Indonesia dimulai sejak bulan maret minggu pertama hingga akhir agustus minggu ketiga. Hasil tersebut juga didukung oleh pernyataan Sukresno *et al* (2018) yang menyatakan bahwa ENSO dan IOD memiliki korelasi dengan kejadian upwelling di selatan perairan pulau jawa karena pada saat terjadi ENSO ataupun IOD terjadi juga fluktuasi suhu permukaan laut yang lebih tinggi ataupun rendah jika dibandingkan dengan kondisi normal.

4.2.4.2 Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap TPL

Koefisien korelasi ENSO dan TPL selama tahun 2016-2018 ditunjukkan pada Tabel 13. Data tersebut diperoleh dengan menghubungkan nilai rata-rata TPL pada setiap bulan nya dan nilai SOI.

Tabel 13. Tabel Korelasi Musiman SOI dan TPL

Bulan	Koefisien Korelasi
JF 2016	0
MAM 2016	0,876
JJA 2016	0,088
SON 2016	-0,879
DJF 2017	0
MAM 2017	0,869
JJA 2017	-0,760
SON 2017	0,978
DJF 2018	0
MAM 2018	0,085
JJA 2018	-0,362



SON2018

0,755

Data diatas menunjukan bahwa pada tahun 2016 di musim timur memiliki koefisien korelasi nol. Menurut Ratnasari et al (2017), nilai korelasi nol tidak berkorelasi linear, tetapi masih dimungkinkan berkorelasi non linear. Tahun 2017 dan 2018 musim barat atau bulan Desember – Februari, tidak memiliki kejadian *Upwelling* sehingga pearson correlation tidak bias dilakukan. Musim peralihan I tahun 2016 dan 2017 memiliki korelasi positif yang kuat dan 2018 memiliki korelasi positif lemah yang menunjukan adanya penumpukan massa air di selatan Jawa yang merupakan massa air kiriman APJ dari perairan barat daya Sumatra pada bulan Maret hingga Mei. Menurut Mbay dan Nurjaya (2011), APJ merupakan arus yang mengalir ke arah tenggara, di sepanjang perairan pantai barat daya Sumatra dan arah ke timur di selatan Jawa hingga Sumbawa. APJ pada selatan pulau Jawa berkembang dari bulan November hingga Juni dengan puncak kekuatannya pada bulan Maret. Musim Timur pada tahun 2016 memiliki koefisien korelasi 0,088 dan 2018 memiliki koefisien korelasi -0,362 sehingga dapat diartikan bahwa korelasi SOI dan TPL pada bulan Juni, Juli dan Agustus memiliki korelasi yang sangat rendah sementara di tahun 2017 SOI dan TPL memiliki korelasi negative kuat dengan koefisien korelasi -0,760. AKS pada musim timur di selatan Jawa mendominasi pergerakan massa air yang menyebabkan kekosongan massa air pada permukaan di wilayah selatan Jawa. Musim peralihan II yang terjadi pada bulan September, Oktober dan November pada tahun 2016 dan 2017 memiliki koefisien korelasi antara SOI dan TPL yang negatif kuat dan pada tahun 2018 koefisien korelasi SOI dan TPL tergolong kuat, pada musim ini terjadi transisi AKS dan APJ, AKS kembali melemah dan perlahan APJ yang mengarah ke timur.



Tabel 14. Korelasi ENSO dan TPL Tahun 2016-2018

Tahun	Koefisien Korelasi
2016	0,103
2017	0,286
2018	-0,224

Berdasarkan Tabel 14, nilai korelasi antara SOI dan TPL selama tahun 2016-2018 memiliki korelasi yang cenderung sangat lemah. Korelasi SOI dan TPL pada tahun 2016 memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,102; tahun 2017 dengan koefisien korelasi 0,285 dan 2018 dengan koefisien korelasi -0,223.

Kejadian ENSO mempengaruhi variasi jumlah *Upwelling* pada perairan selatan pulau jawa. Menurut Ahmad dan Syamsuddin (2017), Fenomena El Niño ini mempengaruhi massa air di perairan tersebut yang mana SPL menjadi lebih rendah daripada pada saat keadaan normal sehingga memperkuat intensitas *Upwelling* yang telah ada yang mengalami puncaknya pada musim timur. Menurut Umaroh et al (2017), TPL dan ENSO memiliki keterkaitan berupa adanya kejadian *Upwelling* dan *downwelling* hal tersebut berlaku karena kejadian *Upwelling* umumnya terjadi pada daerah yang memiliki TPL rendah dan *Eddy* (siklonik).

Tabel 15. Korelasi Musiman IOD Terhadap TPL

Bulan	Koefisien Korelasi
JF 2016	-1
MAM 2016	-0,958
JJA 2016	-0,213
SON 2016	0,760
DJF 2017	0
MAM 2017	-0,160
JJA 2017	0,426



SON 2017	0,848
DJF 2018	0
MAM 2018	0,591
JJA 2018	0,728
SON2018	-0,355

Koefisien korelasi antara IOD yang diperoleh dari nilai DMI dan TPL selama tahun 2016 – 2018 dapat dilihat pada Tabel 15. Musim barat pada tahun 2016 memiliki koefisien negatif kuat sementara pada tahun 2017 dan 2018 koefisien nya 0 karena tidak terdeteksinya kejadian *Upwelling* pada musim barat tahun tersebut. Musim peralihan I memiliki korelasi negative kuat di tahun 2016, lemah di tahun 2017 positif sedang di 2018. Korelasi IOD terhadap TPL di musim timur pada tahun 2016 memiliki korelasi yang tergolong negatif rendah, tahun 2017 memiliki korelasi sedang dan 2018 memiliki korelasi yang kuat. Musim peralihan II pada tahun 2016 dan 2017 memiliki nilai koelasi antar variabel yang tinggi/kuat, sementara pada 2018 korelasi antara IOD dan TPL cukup lemah. Menurut Xin-Yu et al/ (2015) variabilitas tahunan TPL di laut pasifik memiliki kaitan degan ENSO dan IOD dalam proses dinamika nya. TPL pada daerah pasfik barat dan timur akan lebih rendah saat terjadi *El Nino* yang bersamaan dengan adanya IOD(+).

Tabel 16. Korelasi Tahunan IOD Terhadap TPL

Tahun	Koefisien Korelasi
2016	-0,215137275
2017	0,559634961
2018	0,238477868

Berdasarkan Tabel 16, dapat di analisa bahwa korelasi IOD dengan TPL memiliki korelasi rendah yang cenderung sedang. Hasil korelasi pada data diatas dinilai cukup menggambarkan keadaan wilayah penelitian. Data IOD terhadap TPL Tahun 2016 dan 2018 memiliki korelasi yang dinilai rendah, namun pada tahun



2017 korelasi dinilai sedang. Hal tersebut sesuai dengan keadaan wilayah pada tahun 2017 terjadi IOD (+) di bulan Maret-Agustus. Menurut fadlan *et al* (2017) tahun terjadinya fenomena El Niño yang bersamaan dengan dengan terjadinya IOD+ ditemukan bahwa pada wilayah penelitian terjadi penurunan anomali tinggi muka laut yang cukup signifikan.

4.2.4.3 Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap EKE

Koefisien korelasi ENSO dan EKE pada perairan selatan pulau jawa selama tahun 2016-2018 ditampilkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Tabel Korelasi Musiman SOI dan EKE

Bulan	Koefisien Korelasi
JF 2016	0
MAM 2016	0,217
JJA 2016	0,164
SON 2016	-0,139
DJF 2017	0
MAM 2017	0,999
JJA 2017	-0,701
SON 2017	-0,980
DJF 2018	0
MAM 2018	0,888
JJA 2018	-0,633
SON 2018	-0,473

Musim barat di tahun 2016-2018 memiliki koefisien korelasi 0. Musim Peralihan I pada tahun 2017-2018 memiliki koefisien korelasi positif sangat kuat, namun pada tahun 2016 memiliki koefisien korelasi sangat lemah. Hal tersebut sesuai dengan fluktuasi dinamika EKE pada selatan jawa yang rendah pada 2016 kemudian mencapai puncaknya pada tahun 2017 kemudian menurun kembali



pada tahun 2018. Menurut Tussadiah et al (2018), EKE tertinggi tidak terjadi pada musim peralihan I, namun terjadi pada musim timur. Arus di musim peralihan I masih di dominasi oleh arus APJ perlahan melemah dan AKS yang lebih aktif dari musim sebelumnya. Korelasi EKE dengan ENSO pada musim timur memiliki nilai koefisien korelasi negatif kuat pada tahun 2017 dan sedang pada tahun 2018, sementara pada tahun 2016 memiliki korelasi positif yang lemah. EKE pada musim timur memiliki nilai paling tinggi pada tahun 2016-2018. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Safitri dan Cahyarini (2012) yang menyatakan bahwa EKE memiliki pola musiman yaitu maksimum pada *southeast monsoon* dan minimum pada *northeast monsoon*. Kenaikan EKE pada *southeast monsoon* disebabkan oleh ketidakstabilan AKS dan ARLINDO yang mempengaruhi *Upwelling* khususnya pada perairan selatan pulau Jawa bagian timur. Musim peralihan II mempunyai korelasi negatif lemah pada tahun 2016, sangat kuat pada 2017 dan sedang pada tahun 2018. Nilai koefisien korelasi pada musim peralihan II dinilai cukup menggambarkan nilai EKE pada musim ini, semakin besar nilai EKE nya maka akan semakin lemah korelasi negatifnya.

Tabel 18. Tabel Korelasi Tahunan SOI dan EKE

Tahun	Koefisien Korelasi
2016	0,471
2017	0,278
2018	-0,180

Berdasarkan Tabel 18. nilai korelasi antara ENSO dan EKE selama tahun 2016-2018 memiliki korelasi positif sedang pada 2016 dan lemah pada 2017, serta korelasi positif rendah pada tahun 2018. Variasi nilai EKE pada selatan pulau Jawa dipengaruhi oleh arus permukaan. Berdasarkan pengolahan data arus di dapat nilai EKE tertinggi yaitu pada musim timur tahun 2016 dan 2018 serta musim



peralihan II tahun 2017. Arus yang mendominasi saat EKE tertinggi merupakan AKS yang diakumulasi angin muson timur yang bertiup dari benua Australia kearah utara menuju benua Asia.

Tabel 19. Korelasi Musiman IOD Terhadap EKE

Bulan	Koefisien Korelasi
JF 2016	1
MAM 2016	-0,008
JJA 2016	0,450
SON 2016	0,343
DJF 2017	0
MAM 2017	-0,631
JJA 2017	0,502
SON 2017	-0,856
DJF 2018	0
MAM 2018	-0,366
JJA 2018	0,239
SON 2018	0,663

Korelasi IOD terhadap EKE dapat diperoleh dengan menghubungkan DMI dan nilai EKE pada wilayah penelitian selama tahun 2016-2018 dapat dilihat pada

Tabel 19. Korelasi IOD terhadap EKE pada musim barat memiliki nilai kuat pada

tahun 2016 dan memiliki hasil 0 pada musim barat karena tidak terdeteksi

Upwelling pada daerah penelitian. Musim peralihan I memiliki korelasi negatif

lemah pada ketiga tahun penelitian. Korelasi antara IOD dan EKE pada musim

timur memiliki nilai sedang pada tahun 2016 -2017, namun pada tahun 2018

korelasi melemah. Musim peralihan II pada daerah penelitian memiliki nilai korelasi

sedang pada tahun 2016, namun pada tahun 2017-2018 korelasi tersebut menjadi

korelasi yang bernilai kuat. Sesuai dengan nilai koefisien korelasi, EKE pada

perairan selatan jawa memiliki puncak pada bulan Agustus dan September atau



musim timur dan peralihan II. Menurut Safitri dan Cahyarini (2012), menurunnya kekuatan EKE pada bulan Juni dan Desember disebabkan oleh *monsoon transition* atau Arus transisi (APJ dan AKS). Arus transisi yang terjadi pada bulan tersebut diindikasikan menjadi penyebab turunnya EKE pada pusat *Eddy* di bulan tersebut.

Tabel 20. Korelasi Tahunan IOD Terhadap EKE

Tahun	Koefisien Korelasi
2016	-0,444984688
2017	0,185939671
2018	-0,171837539

Berdasarkan Tabel 20, nilai korelasi antara IOD dan EKE selama tahun 2016-2018 memiliki korelasi negatif sedang pada 2016 dan lemah pada 2017, serta korelasi negatif rendah pada tahun 2018. Variasi nilai EKE pada selatan pulau Jawa dipengaruhi oleh arus permukaan dan angin. Berdasarkan pengolahan data arus di dapat nilai EKE tertinggi yaitu pada musim timur tahun 2016 dan 2018 serta musim peralihan II tahun 2017. Menurut Surinati dan Wijaya (2017), angin pada saat muson timur berhembus kuat sehingga AKS melebar ke utara melebihi 10° LS dan bergerak dari Sumbawa sampai sepanjang pantai selatan Jawa, kemudian berbelok ke arah barat daya, dorongan angin dari Australia yang di akumulasikan dengan aktifnya AKS menyebabkan EKE mempunyai nilai tertinggi pada musim timur.

4.2.4.4 Korelasi ENSO dan Korelasi IOD Terhadap Diameter *Upwelling*

Korelasi ENSO dan IOD terhadap diameter *Upwelling* diperoleh dengan menghubungkan luas diameter *Eddy* terhadap SOI dan DMI di wilayah kajian pada tahun 2016-2018 yang dapat dilihat pada Tabel 21.



Tabel 21. Tabel Korelasi Musiman ENSO dan IOD Terhadap Diameter *Upwelling*

Musim	Koefisien Korelasi ENSO	Koefisien Korelasi IOD
JF 2016	0	0
MAM 2016	-0,987	0,932
JJA 2016	-0,606	-0,815
SON 2016	-0,944	0,992
DJF 2017	0	0
MAM 2017	0,898	-0,220
JJA 2017	-0,035	0,955
SON 2017	-0,929	0,998
DJF 2018	0	0
MAM 2018	0,499	0,194
JJA 2018	-0,509	0,830
SON 2018	-0,139	0,882

Musim barat memiliki koefisien korelasi 0 pada setiap tahunnya baik korelasi terhadap ENSO ataupun IOD, pada tahun 2016 sebenarnya terjadi kejadian *Upwelling* namun nilai koefisien korelasi tidak muncul karena hanya menguji 2 variabel, berbeda dengan tahun 2016 pada tahun 2017 dan 2018 tidak terdeteksi *Eddy* di wilayah kajian. Koefisien korelasi antara diameter *Upwelling* terhadap ENSO pada musim peralihan I (DJF) di tahun 2016 dan 2017 bernilai kuat sementara pada tahun 2018 bernilai sedang. IOD pada musim peralihan I memiliki nilai kuat pada tahun 2016 kemudian melemah pada tahun 2017 dan 2018. Musim Timur (JJA) memiliki korelasi sedang terhadap ENSO pada tahun 2016 dan 2018 serta lemah pada tahun 2017, sementara terhadap IOD selama tahun 2016-2018 pada musim timur korelasi antara IOD dengan diameter *Upwelling* memiliki korelasi yang kuat sepanjang tahun kajian. Diameter *Upwelling* dan ENSO pada musim peralihan II memiliki korelasi kuat pada tahun 2016 dan 2017 sementara pada tahun 2018 korelasinya lemah, untuk korelasi diameter *Upwelling* dengan IOD pada musim peralihan II memiliki korelasi kuat sepanjang tahun penelitian. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rachim et al (2019), yang menyatakan bahwa IOD memiliki pengaruh terhadap TPL, suhu dan diameter

terhadap suatu *Eddy*. Pembentukan *Upwelling* pada saat IOD (+) memiliki kecenderungan memiliki diameter yang lebih besar jika dibandingkan saat terjadi IOD (-). IOD (+) sendiri dapat terjadi apabila suhu pada SETIO lebih rendah daripada WTIO.

Tabel 22. Tabel Korelasi Tahunan ENSO dan IOD Terhadap Diameter *Upwelling*

Tahun	Koefisien Korelasi ENSO	Koefisien Korelasi IOD
2016	-0,618	0,307
2017	0,584	0,374
2018	-0,126	0,272

Korelasi antara diameter *Upwelling* dengan ENSO dan IOD dalam skala tahunan selama tahun 2016-2018 dapat dilihat pada Tabel 22. Koefisien korelasi diatas menunjukan bahwa IOD konstan berkorelasilemah terhadap diameter *Upwelling* selama waktu kajian. Korelasi ENSO dengan diameter *Upwelling* pada tahun 2016 dan 2017 dinilai sedang, sementara pada tahun 2018 cenderung lemah, dengan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa ENSO dan IOD memiliki hubungan dengan diameter *Upwelling* pada wilayah kajian. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Simanungkalit et al (2018), yang menyatakan bahwa kejadian ENSO dapat menentukan karakteristik dari *Upwelling* yang terbentuk. Diameter dan jumlah *Upwelling*, serta suhu pada pusat *Upwelling* akan menurun pada saat *El Nino*, dan akan meningkat pada *La Nina* jika dibandingkan dengan tahun normal.



BAB V. KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara spasial pada tahun 2016 hingga 2018 diameter *Upwelling* di perairan selatan pulau Jawa dan sekitarnya berkisar 53,28 – 479,52 km dan berada pada rentang 105,76 °BT – 114,64 °BT dan 7,102 °LS – 9,746 °LS. Secara temporal diketahui *Upwelling* terjadi dengan durasi 4-51 hari.
2. Selama Tahun 2016 hingga Tahun 2018 terjadi fenomena *Upwelling* sebanyak 34 kali kejadian. Frekuensi tertinggi terjadi pada tahun 2016 (14 kejadian) dan penurunan kejadian pada tahun 2017 (10 kejadian) dan 2018 (10 kejadian). Secara keseluruhan *Upwelling* pada perairan selatan pulau Jawa terjadi pada bulan maret – November dan optimal pada bulan Juni-Agustus pada setiap tahun, namun pada tahun 2016 *Upwelling* juga muncul pada bulan Januari dan Februari karena bulan-bulan tersebut merupakan ekor dari *El Nino* tahun 2015.
3. (a) *Upwelling* dan ENSO memiliki korelasi lemah sepanjang waktu penelitian yaitu 2016 (0.102), 2017 (0.286) dan 2018 (-0.224). Semenrara *Upwelling* dan IOD memiliki korelasi sedang di tahun 2017 (0.447), lemah di tahun 2016 (0.150) dan 2018 (0.330). Ukuran diameter *Upwelling* dan ENSO memiliki korelasi tinggi pada tahun 2016 (-0.618), 2017 (0.584) dan korelasi rendah pada tahun 2018 (-0.126). Ukuran diameter *Upwelling* dan IOD memiliki korelasi lemah sepanjang tahun penelitian yaitu tahun 2016 (0.307), 2017(0.374) dan 2018(0.272).



(b) Korelasi TPL dengan ENSO seluruhnya memiliki keterkaitan yang lemah pada tahun 2016 (0.103), 2017 (0.286) dan 2018 (-0.224). Korelasi TPL dengan IOD, memiliki keterkaitan yang lemah pada tahun 2016 (-0.215) dan 2018 (0.238), sementara di tahun 2017 memiliki keterkaitan sedang (0.559).

(c) EKE pada titik pusat *Upwelling* memiliki keterkaitan yang lemah terhadap ENSO pada tahun 2017 (0.278) dan 2018 (-0.180), namun memiliki korelasi sedang di tahun 2016 (0.471). Korelasi EKE dan IOD bernilai sedang pada tahun 2016 (-0.445), lemah pada tahun 2017 (0.186) dan 2018 (-0.172).

5.2 Saran

Disarankan agar kedepannya dilakukan penelitian Analisis *Upwelling* di Perairan Selatan Pulau Jawa Berdasarkan Arus *Eddy* dan Variabilitas Tinggi Permukaan Laut serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD secara berkelanjutan dan dengan menggunakan data primer agar adanya data pembanding, sehingga diharapkan kedepannya kegiatan penangkapan dapat lebih efisien dengan adanya perkiraan wilayah *Upwelling* dan karakteristiknya pada wilayah perairan selatan pulau Jawa dan sekitarnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Ayu L., and Mega L. Syamsuddin. 2017. "KONDISI THERMAL FRONT DITINJAU DARI EL NIÑO, DAN ARLINDO DI PERAIRAN SELATAN JAWA TIMUR DAN BALI PADA MUSON TIMUR," no. 1: 6.
- Alawiyah, Esa Agustin, Bandi Sasmito, and Nurhadi Bashit. 2018. Analisis Pola Arus Geostropik Perairan Samudera Hindia untuk Identifikasi Upwelling Menggunakan Data Satelit Altimetri 7: 11. ISSN:2337:845X
- Amri, Khairul, Djisman Manurung, Jonson L Gaol, and Mulyono S Baskoro. 2013. "KARAKTERISTIK SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KEJADIAN UPWELLING FASE INDIAN OCEAN DIPOLE MODE POSITIF DI BARAT SUMATERA DAN SELATAN JAWA BARAT" 9 (1): 14.
- An'nisaa, Muallimah, Ankiq Taufiqurohman, and Titin Herawati. 2013. "PENENTUAN DAERAH POTENSIAL PENANGKAPAN IKAN BERDASARKAN HASIL MODEL LAUT DI PERAIRAN TIMUR LAUT JAWA, SELATAN SELAT MAKASSAR, DAN LAUT FLORES," December, 12.
- Atmadipoera, Agus S., Agitha Saverti Jasmine, Mulia Purba, and Anastasia R.T.D. Kuswardani. 2020. "UPWELLING CHARACTERISTICS IN THE SOUTHERN JAVA WATERS DURING STRONG LA NINA 2010 AND SUPER EL NINO 2015." *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 12 (1): 257–76. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.28977>.
- Azevedo, José L. L., Doron Nof, and Mauricio M. Mata. 2012. "Eddy-Train Encounters with a Continental Boundary: A South Atlantic Case Study." *Journal of Physical Oceanography* 42 (9): 1548–65. <https://doi.org/10.1175/JPO-D-11-027.1>.
- Bakun, Andrew. 2006. "Fronts and Eddies as Key Structures in the Habitat of Marine Fish Larvae: Opportunity, Adaptive Response and Competitive Advantage." *Scientia Marina* 70 (S2): 105–22. <https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70s2105>.
- Beckers, Jean-Marie, Alexander Barth, Charles Troupin, and Aida Alvera-Azcárate. 2014. "Approximate and Efficient Methods to Assess Error Fields in Spatial Gridding with Data Interpolating Variational Analysis (DIVA)." *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 31 (2): 515–30. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-13-00130.1>.
- Bowen, Melissa M., Philip J. H. Sutton, and Dean Roemmich. 2006. "Wind-Driven and Steric Fluctuations of Sea Surface Height in the Southwest Pacific." *Geophysical Research Letters* 33 (14): L14617. <https://doi.org/10.1029/2006GL026160>.
- Bramawanto, Rikha, and Rizal Fadlan Abida. 2017. "TINJAUAN ASPEK KLIMATOLOGI (ENSO DAN IOD) TERHADAP PRODUKSI GARAM INDONESIA." *Pusat Riset Kelautan, Badan Riset Dan Sumber Daya Manusia KP - KKP Komplek Bina Samudera, Jalan Pasir Putih II, Jakarta Utara, 14330, JURNAL KELAUTAN NASIONAL*, 12 (2): Hal. 91-99.



Cheng, Xuhua, Julian P. McCreary, Bo Qiu, Yiquan Qi, and Yan Du. 2017. "Intraseasonal-to-Semiannual Variability of Sea-Surface Height in the Astern, Equatorial Indian Ocean and Southern Bay of Bengal: SSH VARIABILITY IN THE SOUTHERN BOB." *Journal of Geophysical Research: Oceans* 122 (5): 4051–67. <https://doi.org/10.1002/2016JC012662>.

Gaol, Jason Lumban, and Bisman Nababan. 2010. "Deteksi Mesoscale Eddies Dari Satelit Dan Hubungannya Dengan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Mata Besat (Thunus Obesus) Di Perairan Selatan Jawa."

Hafizhurrahman, Irfan, Agus Anugroho Dwi Suryoputro, and Kunarso. 2015. "PENGARUH IOD (INDIAN OCEAN DIPOLE) TERHADAP VARIABILITAS NILAI SERTA DISTRIBUSI SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KLOROFIL-a PADA PERIODE UPWELLING DI PERAIRAN SEKITAR BUKIT BADUNG BALI," 11.

Hidayat, Anistia Malinda, Usman Efendi, Lisa Agustina, and Paulus Agus Winarso. 2018. "KORELASI INDEKS NINO 3.4 DAN SOUTHERN OSCILLATION INDEX (SOI) DENGAN VARIASI CURAH HUJAN DI SEMARANG." *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 19 (2): 75. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v19i2.3143>.

Klein, Patrice, and Guillaume Lapeyre. 2009. "The Oceanic Vertical Pump Induced by Mesoscale and Submesoscale Turbulence." *Annual Review of Marine Science* 1 (1): 351–75. <https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163704>.

Kunarso, Safwan Hadi, Nining Sari Ningsih, and Mulyono S Baskoro. 2012. "Variabilitas Luasan Upwelling Intensitas Kuat Pada Variasi Kejadian ENSO Dan IOD Di Perairan Selatan Jawa Hingga Timor." *Penerbit ITB, Persembahan Oseanografi ITB untuk Indonesia*, 102–13.

Kunarso, Agus Supangat, and Nining Sari Ningsih. 2005. "Karakteristik Upwelling di Sepanjang Perairan Selatan NTT Hingga Barat Sumatera." Vol. 10: 7.

Kurniawan, Reski. 2017. "DINAMIKA UPWELLING MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH DAN DATA MODEL INDESO DI LAUT FLORES," 102.

Li, Michael Z, Christopher R Sherwood, and Philip R Hill. 2012. *Sediments, Morphology and Sedimentary Processes on Continental Shelves: Advances in Technologies, Research and Applications*. John Wiley & Sons.

Mann, K. H., and J. R. N. Lazier. 2006. *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans*. 3rd ed. Malden, MA: Blackwell Pub.

Marpaung, Sartono, and Wawan K. Harsanugraha. 2014. "ANALYSIS OF SEA SURFACE HEIGHT ANOMALY CHARACTERISTICS BASED ON SATELLITE ALTIMETRY DATA (CASE STUDY: SEAS SURROUNDING JAVA ISLAND)." *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)* 11 (2): 137. <https://doi.org/10.30536/ijreses.2014.v11.a2611>.

Martínez-Moreno, Josué, Andrew McC. Hogg, Andrew E. Kiss, Navid C. Constantinou, and Adele K. Morrison. 2019. "Kinetic Energy of Eddy-Like Features From Sea Surface Altimetry." *Journal of Advances in Modeling*



Earth Systems 11 (10): 3090–3105.
<https://doi.org/10.1029/2019MS001769>.

Martono. 2016. "DAMPAK KEJADIAN INDIAN OCEAN DIPOLE TERHADAP INTENSITAS UPWELLING DI PERAIRAN SELATAN JAWA." *Seminar Nasional Peran Geospasial Dalam Membingkai NKRI 2016*, 81–88.

Martono, Halimurahman, Rudi Komarudin, and Slamet Priyanto. 2008. "Studi Variabilitas Lapisan Atas Perairan Samudera Hindia," 7.

Martono, Martono. 2018. "KARAKTERISTIK ANGIN ZONAL SELAMA UPWELLING DI PERAIRAN SELATAN JAWA PADA KONDISI NORMAL DAN ENSO." *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 18 (3).
<https://doi.org/10.31172/jmg.v18i3.382>.

Nuzula, Firdaus, Lintang Permata Sari, Mega Laksmi, and Martono. 2016. "Variabilitas Temporal Eddy di Perairan Makassar – Laut Flores," no. 1: 9.

Pranowo, Widodo S, Armyanda Tussadiah, Mega Syamsudin L, and Noir Purba P. 2016. "KARAKTERISTIK DAN VARIABILITAS EDDY DI SAMUDERA HINDIA SELATAN JAWA" 12 (3): 13.

Prayogo, Teguh, Bidawi Hasyim, Taufik Hidayat, Maryani Hartuti, Sartono Marpaung, Yennie Marini, Kuncoro Teguh Setiawan, Anneke K S Manoppo, and Rossi Hamzah. 2015. "LITBANG PEMANFAATAN DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK INFORMASI ZONA POTENSI PENANGKAPAN IKAN (ZPPI)," December, 85.

Prihatmi, Tutut Nani. 2018. "Pengaruh Media Sosial terhadap Prestasi Belajar Bahasa Inggris pada Program Studi Teknik Mesin ITN Malang" 9: 5.

Purwanti, Indah. 2017. "ANALISIS POLA PERSEBARAN KLOROFIL-A, SUHU PERMUKAAN LAUT, DAN ARAH ANGIN UNTUK IDENTIFIKASI KAWASAN UPWELLING SECARA TEMPORAL TAHUN 2003-2016" 6: 11.

Rachim, Fadliyan R, Mega L Syamsudin, Indah Riyantini, and Lintang P S Yuliadi. 2019. "Influence of Indian Ocean Dipole Phenomena Towards the Eddy Variability in Southern Java Ocean," 11.

Ratnasari, Sharifah L, Syawaluddin Harahap, and Sunarto. 2017. "VARIABILITAS ENSO TERHADAP ARUS PUSARAN DAN SEBARAN IKAN CAKALANG (Katsuwonus pelamis) DI WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN 713." . Oktober., 16.

Ratnawati, Herlina Ika, Rahmat Hidayat, Ahmad Bey, and Tania June. 2016. "Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta Hubungannya dengan ENSO dan IOD." *Omni-Akuatika* 12 (3).
<https://doi.org/10.20884/1.oa.2016.12.3.134>.

Reese, Douglas C., Robert T. O'Malley, Richard D. Brodeur, and James H. Churnside. 2011. "Epipelagic Fish Distributions in Relation to Thermal Fronts in a Coastal Upwelling System Using High-Resolution Remote-Sensing Techniques." *ICES Journal of Marine Science* 68 (9): 1865–74.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr107>.

Rohmah, Mufridatur, and Ahmad Bey. 2016. "HUBUNGAN KEJADIAN SIMULTAN EL NIÑO DAN INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP VARIASI SERTA ESTIMASI SUHU VIRTUAL," 11.



Rossi, Vincent, Ming Feng, Charitha Pattiaratchi, Moninya Roughan, and Anya M. Waite. 2013. "On the Factors Influencing the Development of Sporadic Upwelling in the Leeuwin Current System: Sporadic Upwelling Off Western Australia." *Journal of Geophysical Research: Oceans* 118 (7): 3608–21. <https://doi.org/10.1002/jgrc.20242>.

Safitri, M, and S Y Cahyarini. 2012. "VARIASI ARUS ARLINDO DAN PARAMETER OSEANOGRAFI DI LAUT TIMOR SEBAGAI INDIKASI KEJADIAN ENSO." *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 4 (2): 9.

Saji, N. H., B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999. "A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean." *Nature* 401 (6751): 360–63. <https://doi.org/10.1038/43854>.

Sartimbul, Aida, Hideaki Nakata, Erfan Rohadi, Beni Yusuf, and Hanggar Prasetyo Kadarisman. 2010. "Variations in Chlorophyll-a Concentration and the Impact on Sardinella Lemuru Catches in Bali Strait, Indonesia." *Progress in Oceanography* 87 (1–4): 168–74. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.002>.

Setyadi, Bram, and Khairul Amri. 2017. "Pengaruh Anomali Iklim (Enso Dan Iod) Terhadap Sebaran Ikan Pedang (Xiphias Gladius) Di Samudera Hindia Bagian Timur." *Jurnal Segara* 13 (1). <https://doi.org/10.15578/segara.v13i1.6422>.

Setyawan, Wahyu Budi. 2017. "SELATAN PULAU JAWA: Pasang-surut, Arus, dan Gelombang," 12.

Silubun, Dortje Theodora, Jonson Lumban Gaol, and Yuli Naulita. 2016. "ESTIMASI INTENSITAS UPWELLING PANTAI DARI SATELIT AQUAMODIS DI PERAIRAN SELATAN JAWA DAN BARAT SUMATERA." *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* 6 (1): 21–29. <https://doi.org/10.24319/jtpk.6.21-29>.

Simanungkalit, Y A, W S Pranowo, N P Purba, I Riyantini, and Y Nurrahman. 2018. "Influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) Phenomena on Eddies Variability in the Western Pacific Ocean." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 176 (July): 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012002>.

Siswanto, -, and - Suratno. 2010. "SEASONAL PATTERN OF WIND INDUCED UPWELLING OVER JAVA-BALI SEA WATERS AND SURROUNDING AREA." *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)* 5 (1). <https://doi.org/10.30536/ijreses.2008.v5.a1228>.

Sprintall, Janet, Jackson Chong, Fadli Syamsudin, Werner Morawitz, Susan Hautala, Nan Bray, and Susan Wijffels. 1999. "Dynamics of the South Java Current in the Indo-Australian Basin." *Geophysical Research Letters* 26 (16): 2493–96. <https://doi.org/10.1029/1999GL002320>.

Stammer, Detlef. 1997. "Global Characteristics of Ocean Variability Estimated from Regional TOPEX/ POSEIDON Altimeter Measurements." *JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY* 27: 27.

Stewart, Robert H. 1996. "Introduction To Physical Oceanography," 351.

Suhana, Mario Putra. 2018. "Karakteristik Sebaran Menegak dan Melintang Suhu dan Salinitas Perairan Selatan Jawa," 3.



Sukresno, Bambang, Denarika Jatisworo, and Denny Wijaya Kusuma. 2018. "ANALISIS MULTILAYER VARIABILITAS UPWELLING DI PERAIRAN SELATAN JAWA." *Jurnal Kelautan Nasional* 13 (1): 15. <https://doi.org/10.15578/jkn.v11i.6619>.

Surinati, Dewi, and Jaka Harry Mulyanto Wijaya. 2017. "ARUS SELATAN JAWA." *OSEANA* 42 (3): 1–8. <https://doi.org/10.14203/oseana.2017.Vol.42No.3.78>.

Syafik, Akhmad, and Ji H Soedharto. 2013. "PENGARUH SEBARAN DAN GESEKAN ANGIN TERHADAP SEBARAN SUHU PERMUKAAN LAUT DI SAMUDERA HINDIA (WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN REPUBLIK INDONESIA 573)," 11.

Trenberth, Kevin E, and Julie M Caron. 2000. "The Southern Oscillation Revisited: Sea Level Pressures, Surface Temperatures, and Precipitation." *JOURNAL OF CLIMATE* 13: 8.

Tussadiah, A, W S Pranowo, M L Syamsuddin, I Riyantini, B Nugraha, and D Novianto. 2018. "Characteristic of Eddies Kinetic Energy Associated with Yellowfin Tuna in Southern Java Indian Ocean." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 176 (July): 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012004>.

Umaroh, Sutrisno Anggoro, and Muslim. 2017. "The Dynamics of Sea Surface Height and Geostrophic Current in the Arafura Sea." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 55 (February): 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/55/1/012046>.

Wang, Hui, Dakui Wang, Guimei Liu, Huiding Wu, and Ming Li. 2012. "Seasonal Variation of Eddy Kinetic Energy in the South China Sea." *Acta Oceanologica Sinica* 31 (1): 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13131-012-0170-7>.

Wardani, Restu, Widodo S Pranowo, and Elis Indrayanti. 2013. "Vertical structure of upwelling – downwelling in South of Java and Bali Seas of Indian Ocean based on seasonal salinity during period of 2004 - 2010," 9.

Wyrtki, Klaus. 1961. "Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters," 226.

Xin-Yu, Duan, Liu Na, and Li Shuanglin. 2015. "The Connection between the Sea Surface Height Anomaly Preceding the Indian Ocean Dipole and Summer Rainfall in China." *Atmospheric and Oceanic Science Letters* 8 (4): 238–43. <https://doi.org/10.1080/16742834.2015.11447266>.

Yananto, Ardila, and Rini Mariana Sibarani. 2016. "ANALISIS KEJADIAN EL NINO DAN PENGARUHNYA TERHADAP INTENSITAS CURAH HUJAN DI WILAYAH JABODETABEK (Studi Kasus : Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015/2016)." *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 17 (2): 65. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v17i2.541>.

Yoga, Raden Bima, Heryoso Setyono, and Gentio Harsono. 2014. "Dinamika Upwelling dan Downwelling Berdasarkan Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Selatan Jawa," 10.

Yuhendrasmiko, Randy, and Anindya Wirasatriya. n.d. "IDENTIFIKASI VARIABILITAS UPWELLING BERDASARKAN INDIKATOR SUHU dan KLOROFILA DI SELAT LOMBOK," 8.

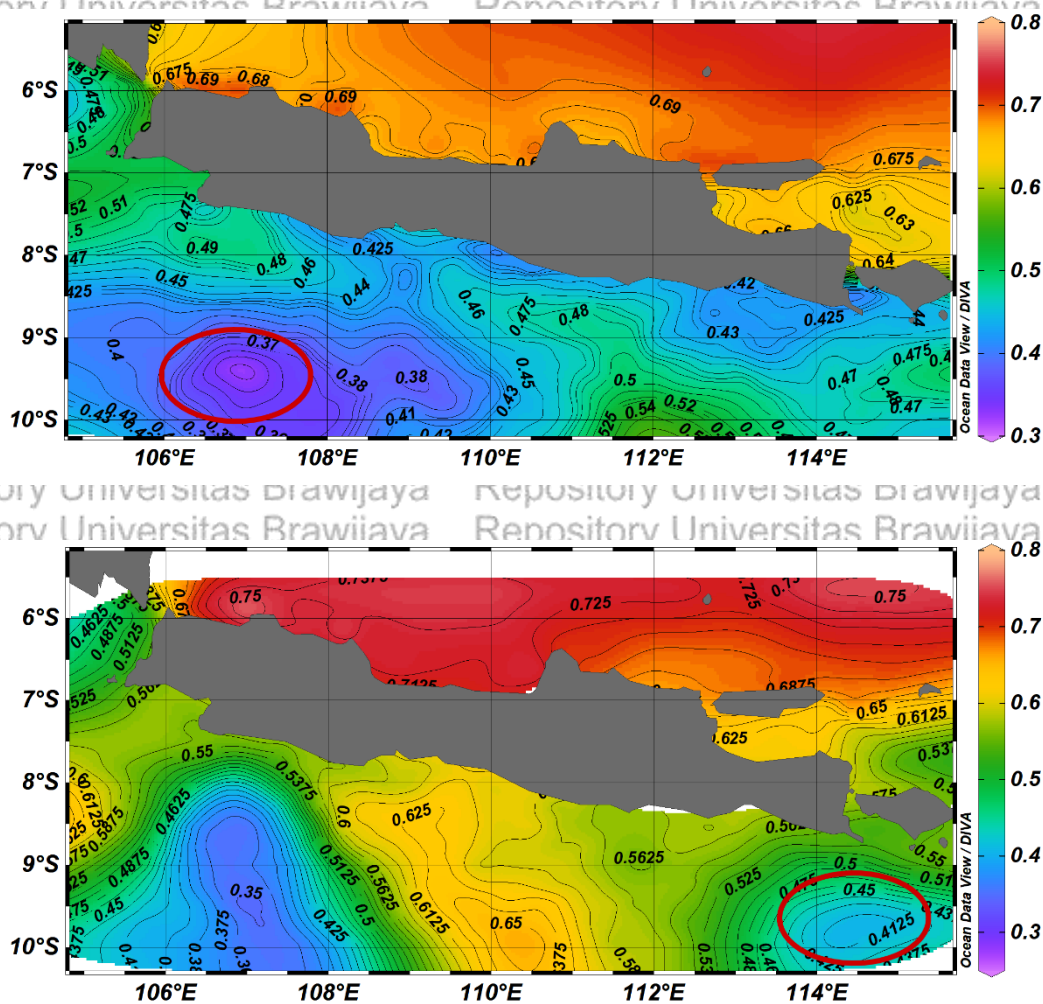


LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengolahan Peta Bulanan Tinggi Permukaan Laut (TPL)

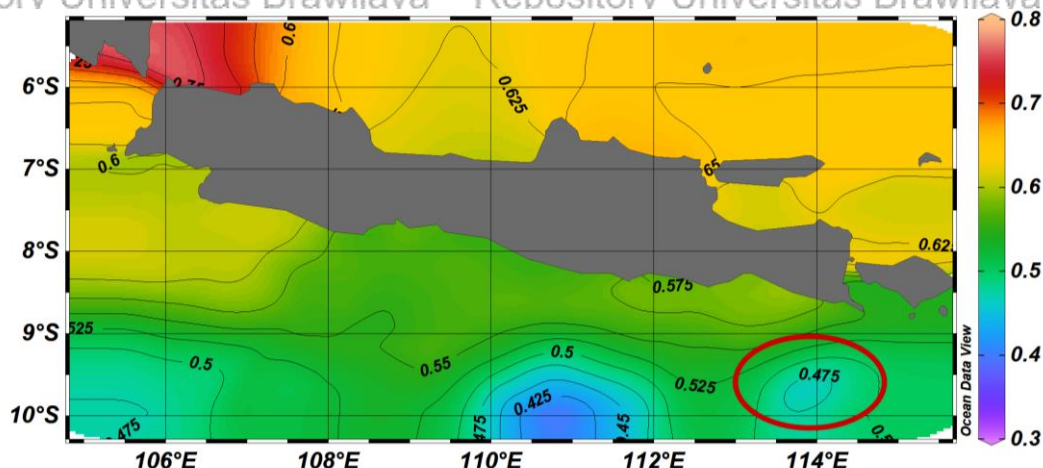
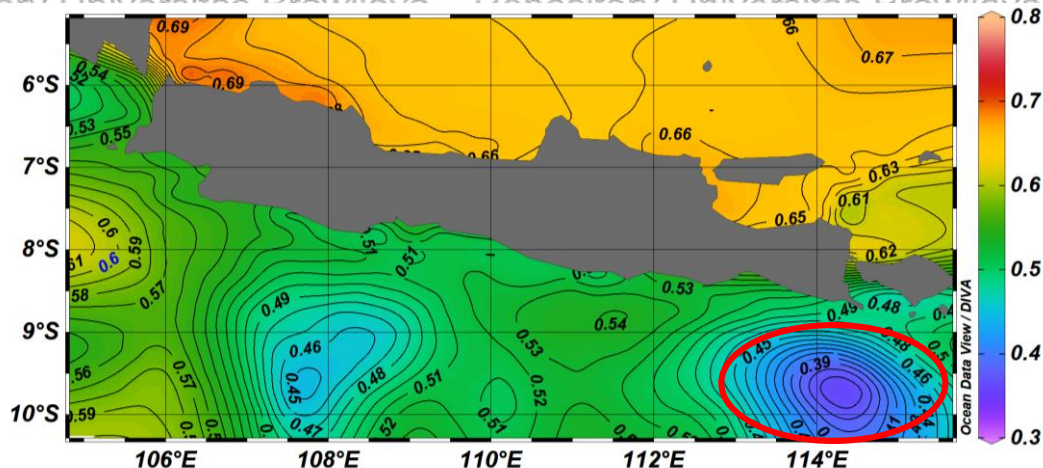
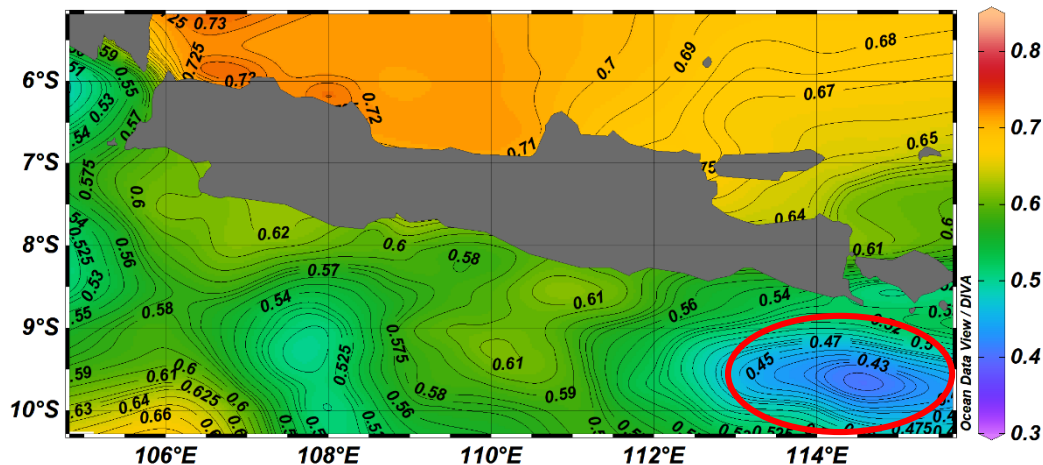
Hasil peta bulanan TPL tahun 2016:

- Peta Bulanan TPL Januari dan Februari 2016 (musim barat)



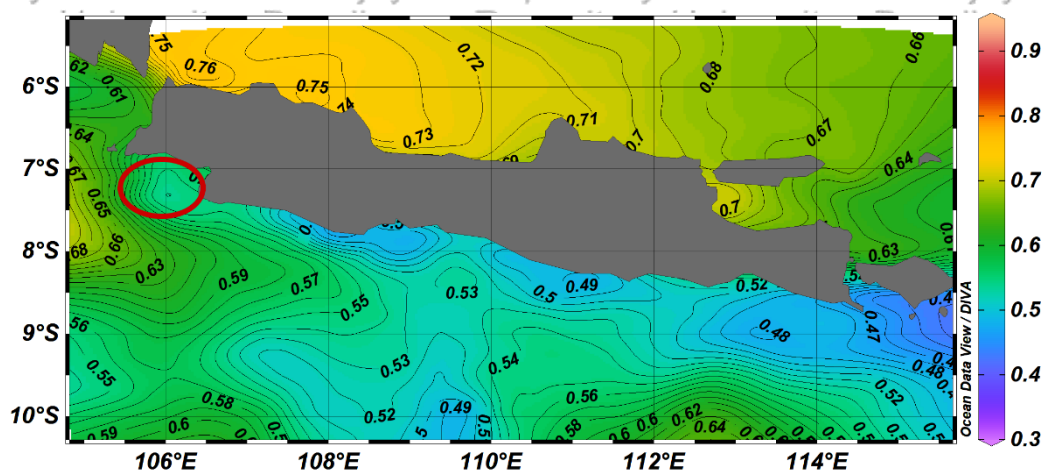
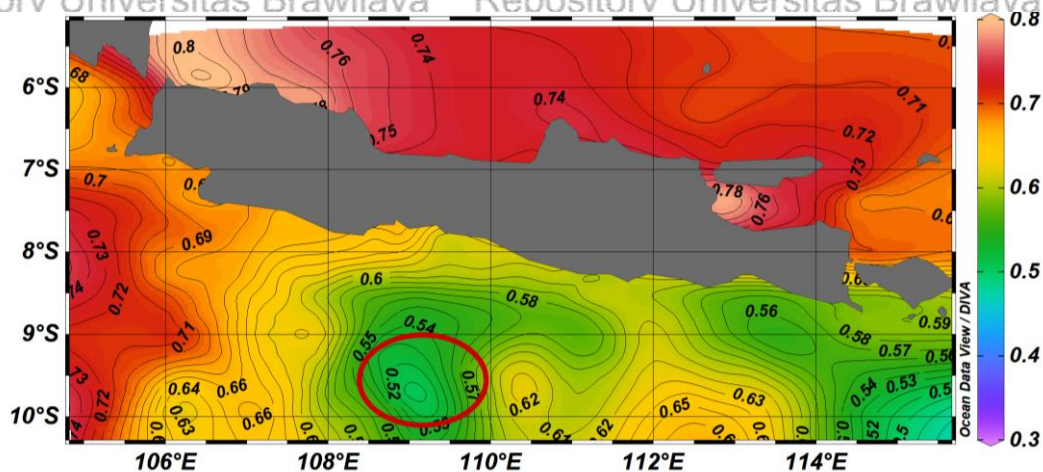
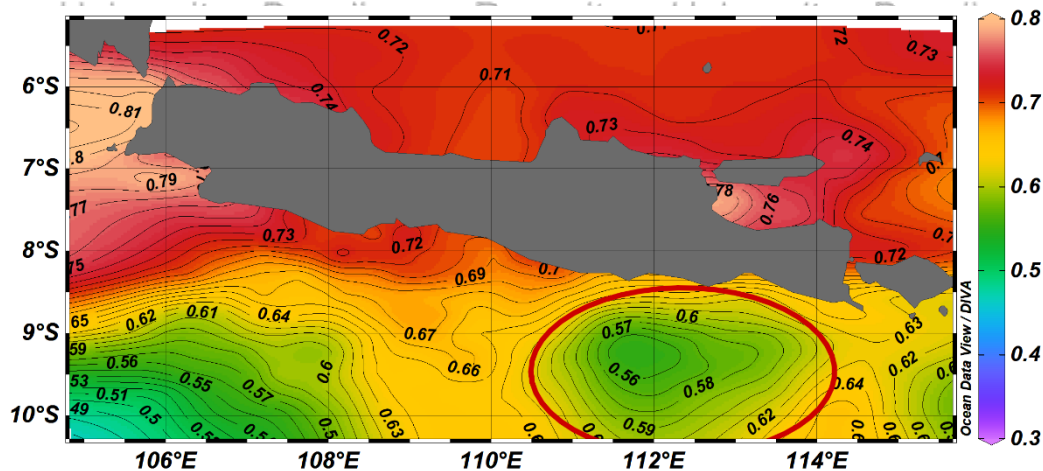


• Peta Bulanan TPL Maret, April dan Mei 2016 (musim peralihan I)



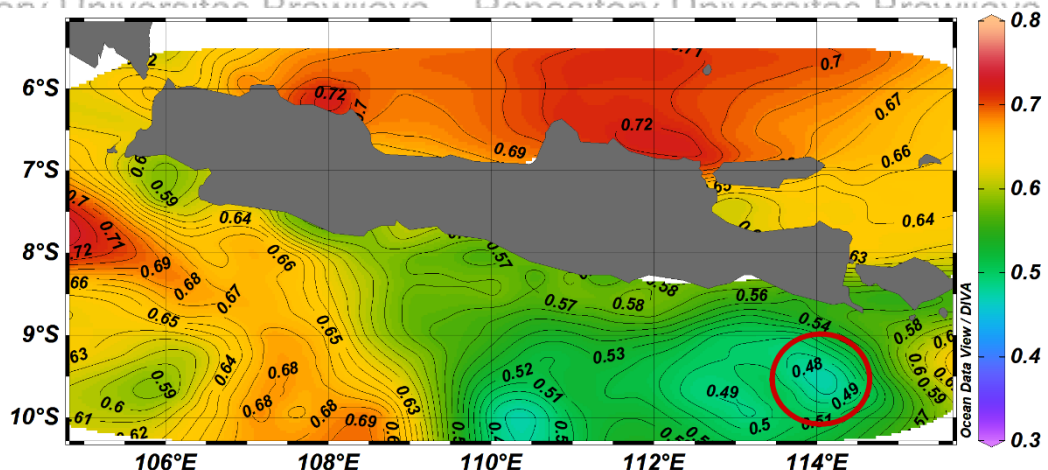
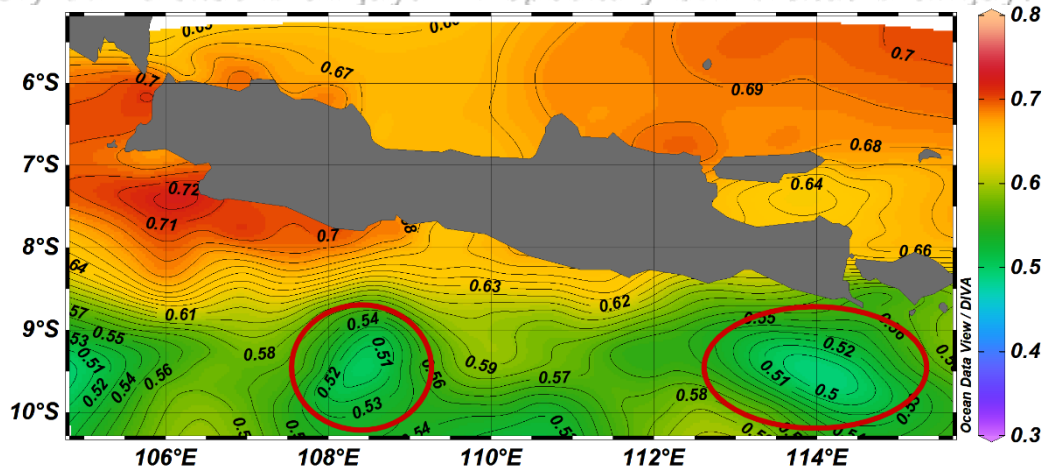
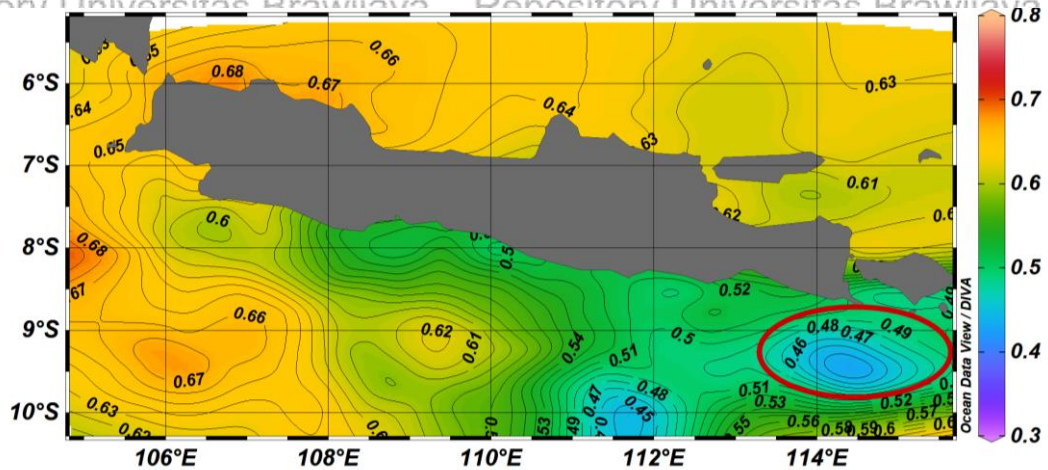


- Peta Bulanan TPL Juni, Juli dan Agustus 2016 (musim timur)





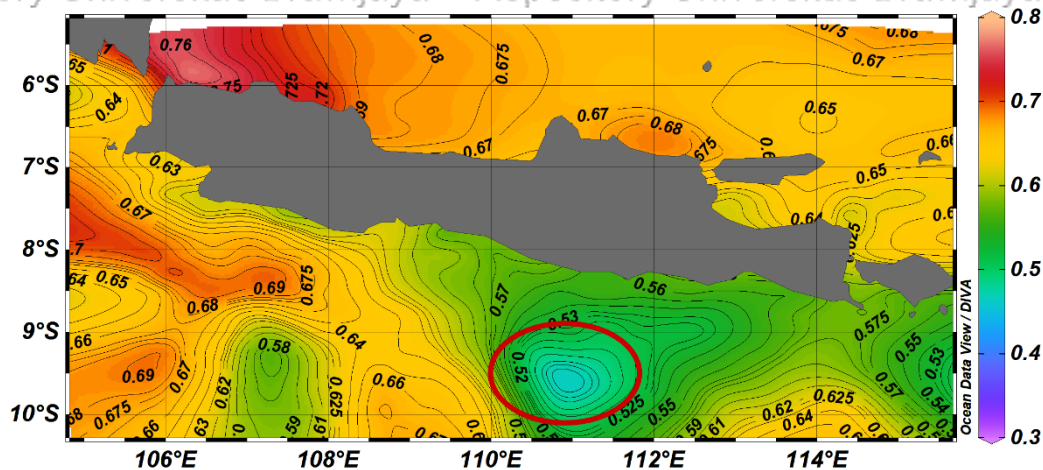
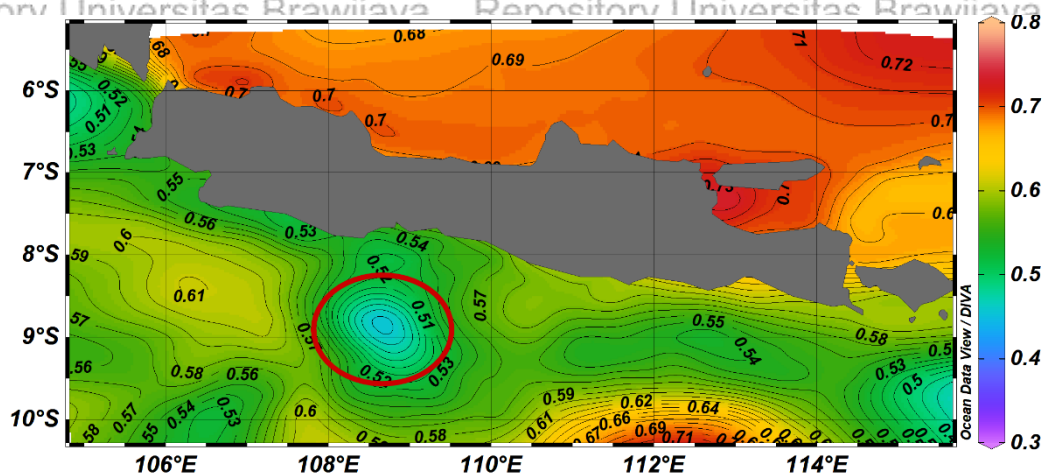
- Peta Bulanan TPL September, Oktober dan November 2016 (musim perihan II)



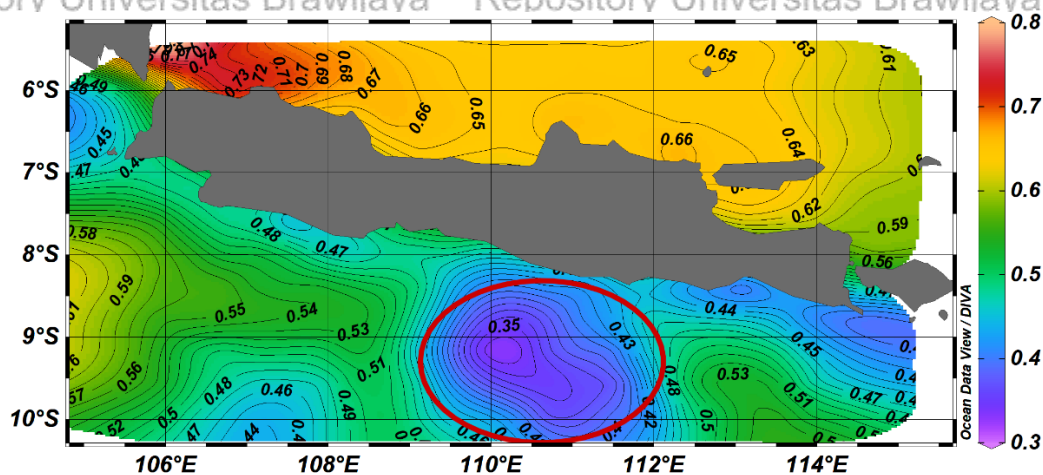


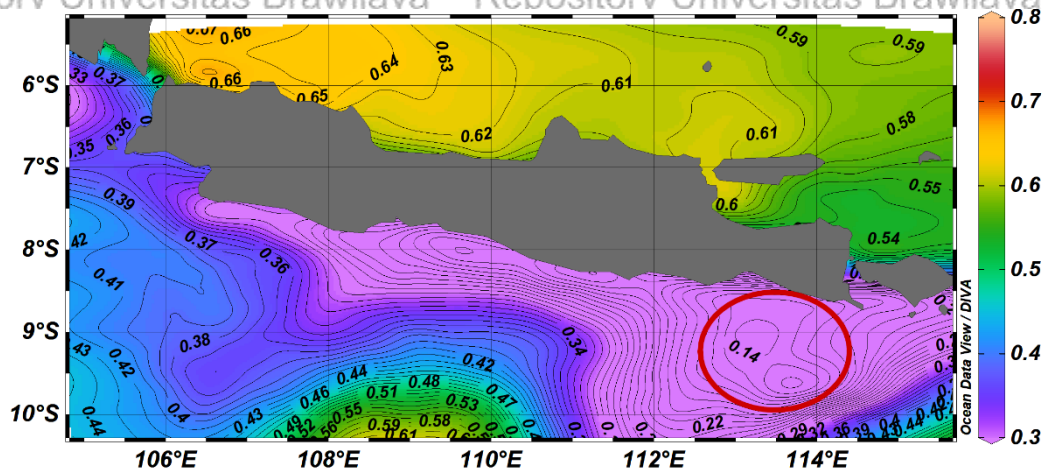
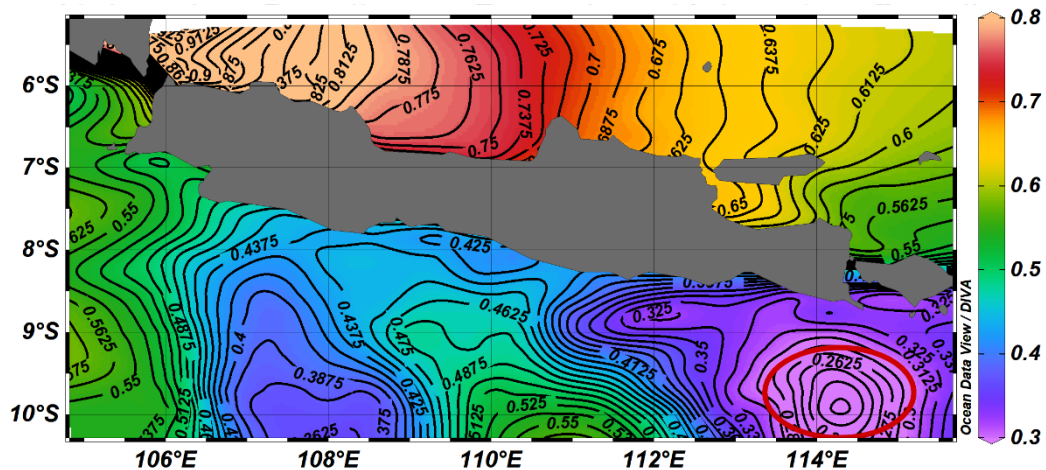
Hasil peta bulanan TPL tahun 2017:

- Peta Bulanan TPL Maret dan Mei 2017 (musim peralihan I)

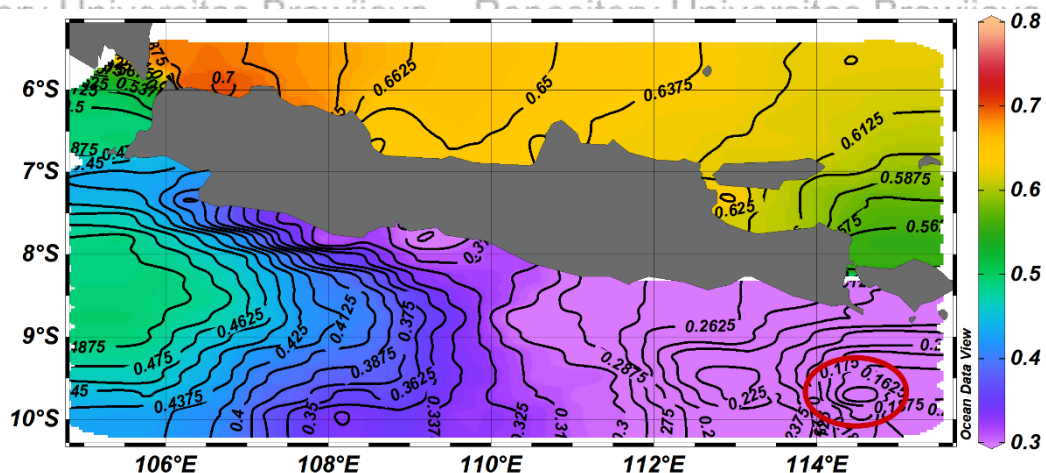


- Peta Bulanan TPL Juni, Juli, Agustus 2017 (musim timur)





- Peta bulanan TPL September, Oktober dan November 2017 (musim peralihan II)



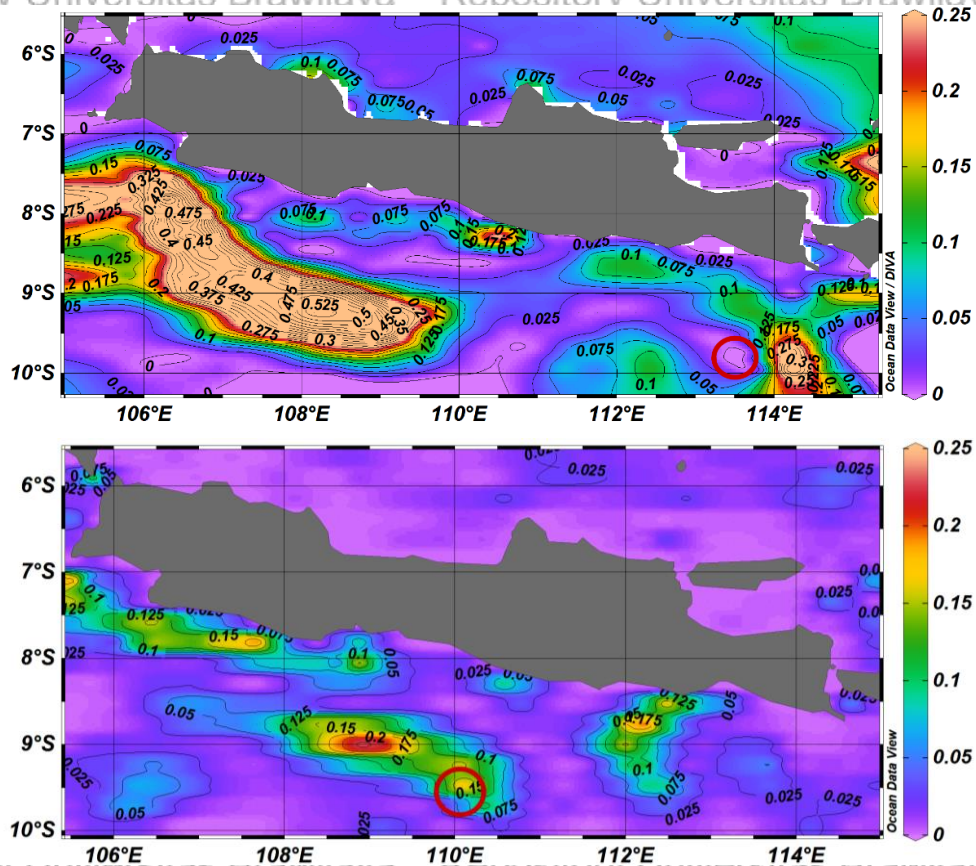


J2										
=0.5*((H2*H2)+(I2*I2))										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Cruise	Station	Type	yyyy-mm	Longitude	Latitude	Depth [m]	u-veloc. [91.2H] [m/s]	v-veloc. [91.2H] [m/s]	[EKE=m2/s2]
1	expt_91.2	1 B		2016-06-0	105.52	-9.9496	0	0.05635	-0.16026	0.014429295
2	expt_91.2	2 B		2016-06-0	105.76	-9.9496	0	-0.01993	-0.25411	0.032484549
3	expt_91.2	3 B		2016-06-0	106	-9.9496	0	-0.07105	-0.2874	0.043823431
4	expt_91.2	4 B		2016-06-0	106.24	-9.9496	0	-0.00192	-0.3043	0.046301088
5	expt_91.2	5 B		2016-06-0	106.48	-9.9496	0	0.04181	-0.2449	0.030862043
6	expt_91.2	6 B		2016-06-0	106.72	-9.9496	0	0.07536	-0.13445	0.011877966
7	expt_91.2	7 B		2016-06-0	106.96	-9.9496	0	0.05365	-0.07999	0.004638361
8	expt_91.2	8 B		2016-06-0	107.2	-9.9496	0	0.02228	-0.02146	0.000478465
9	expt_91.2	9 B		2016-06-0	107.4399	-9.9496	0	0.05922	0.05301	0.003158534
10	expt_91.2	10 B		2016-06-0	107.6801	-9.9496	0	0.15929	0.03847	0.013426623
11	expt_91.2	11 B		2016-06-0	107.92	-9.9496	0	0.21385	-0.00781	0.022896409
12	expt_91.2	12 B		2016-06-0	108.16	-9.9496	0	0.24182	-0.08063	0.032489055
13	expt_91.2	13 B		2016-06-0	108.4	-9.9496	0	0.19735	-0.10065	0.024538723
14	expt_91.2	14 B		2016-06-0	108.64	-9.9496	0	0.11464	-0.14317	0.016819989
15	expt_91.2	15 B		2016-06-0	108.88	-9.9496	0	0.0409	-0.16542	0.014518293
16	expt_91.2	16 B		2016-06-0	109.12	-9.9496	0	0.07579	-0.1696	0.017254142
17	expt_91.2	17 B		2016-06-0	109.36	-9.9496	0	-0.04817	-0.19061	0.019326261
18	expt_91.2	18 B		2016-06-0	109.6	-9.9496	0	-0.20125	-0.39302	0.097483141
19	expt_91.2	19 B		2016-06-0	109.84	-9.9496	0	-0.21995	-0.29771	0.068504623
20	expt_91.2	20 B		2016-06-0	110.08	-9.9496	0	-0.20684	-0.13971	0.031150835
21	expt_91.2	21 B		2016-06-0	110.32	-9.9496	0	-0.27027	0.01157	0.036589869
22	expt_91.2	22 B		2016-06-0	110.5601	-9.9496	0	-0.33589	0.07398	0.059147566
23	expt_91.2	23 B		2016-06-0	110.8	-9.9496	0	-0.33363	0.03308	0.061730036

Lampiran 3. Hasil Pengolahan Peta Bulanan Energi Kinetik Eddy (EKE)

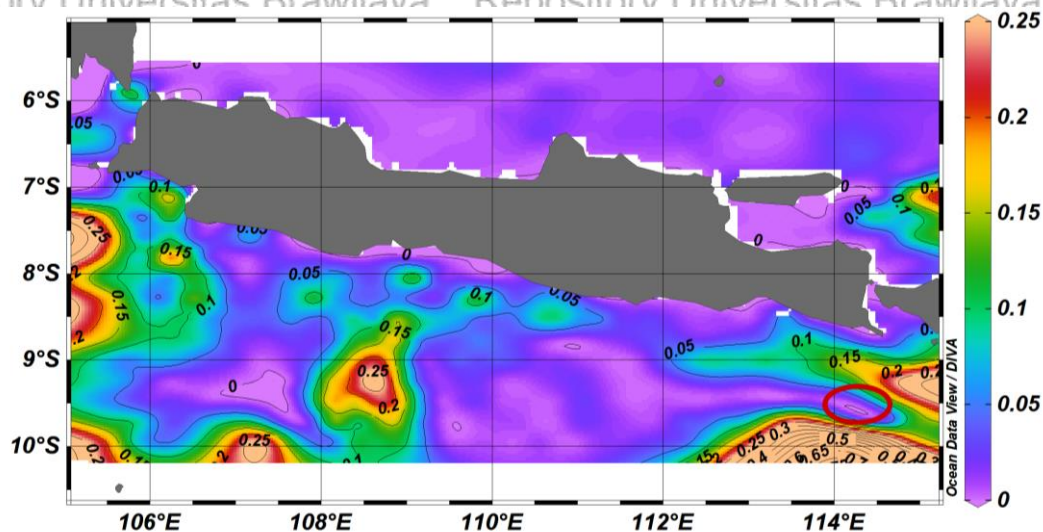
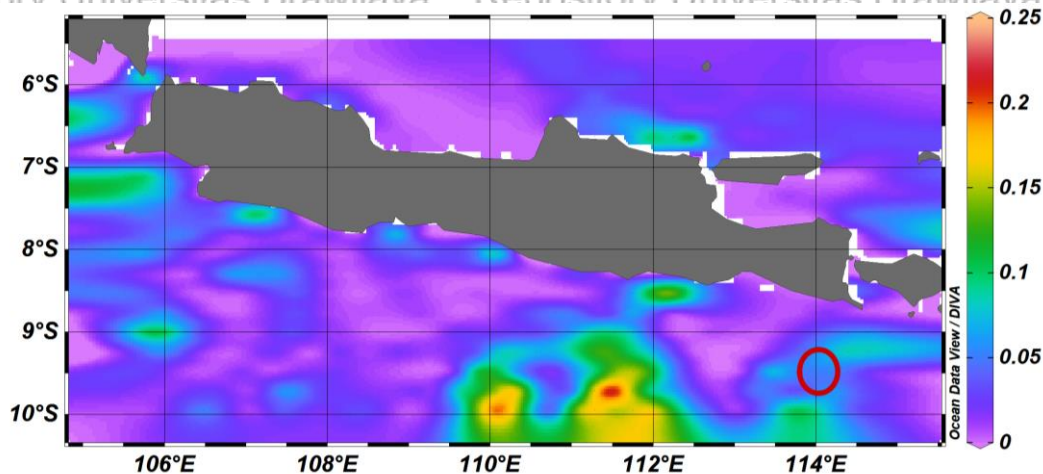
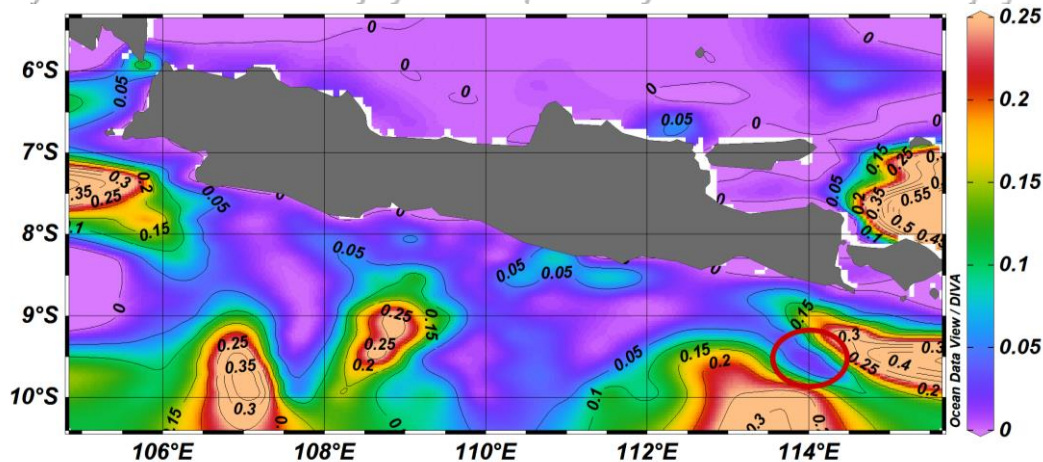
Hasil peta bulanan EKE tahun 2016:

- Peta Bulanan EKE Januari dan Februari 2016 (musim barat)



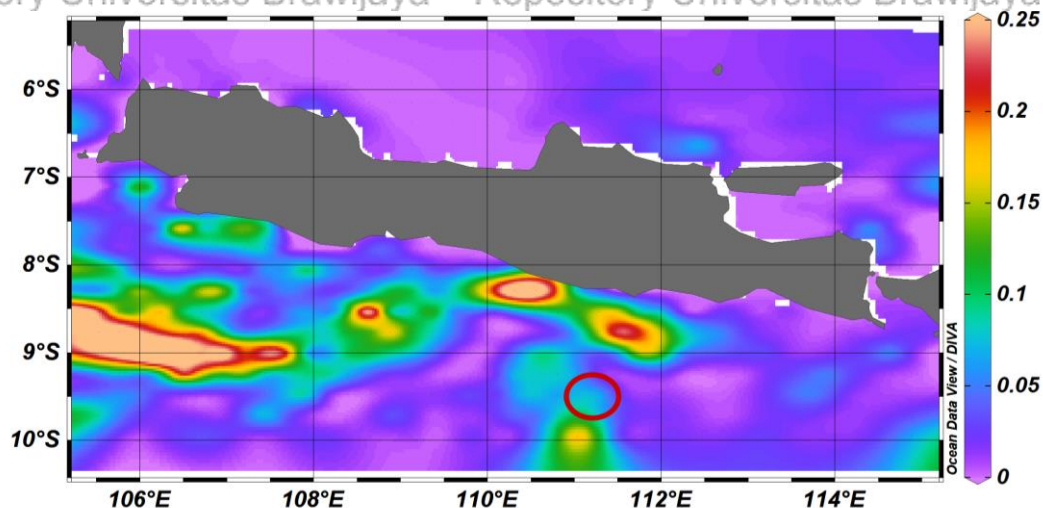
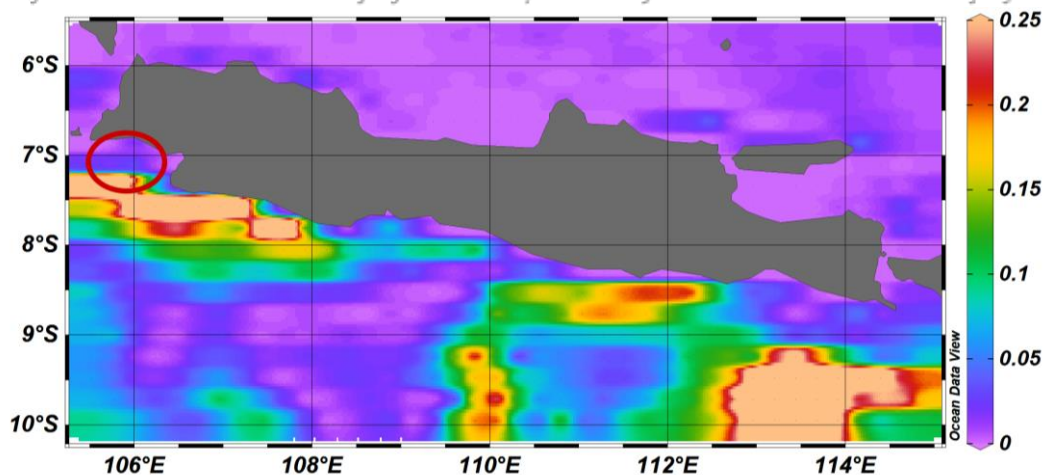
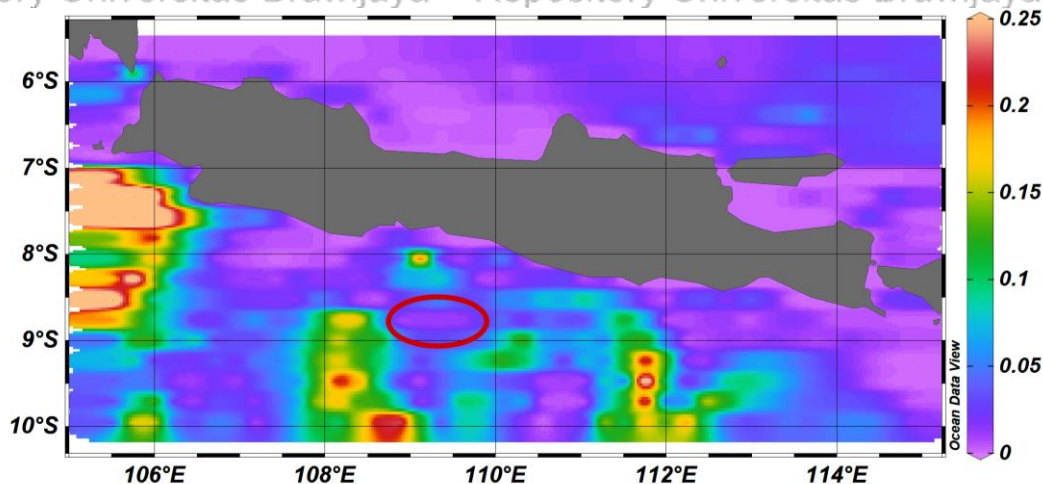


- Peta Bulanan EKE Maret, April dan Mei 2016 (musim peralihan I)



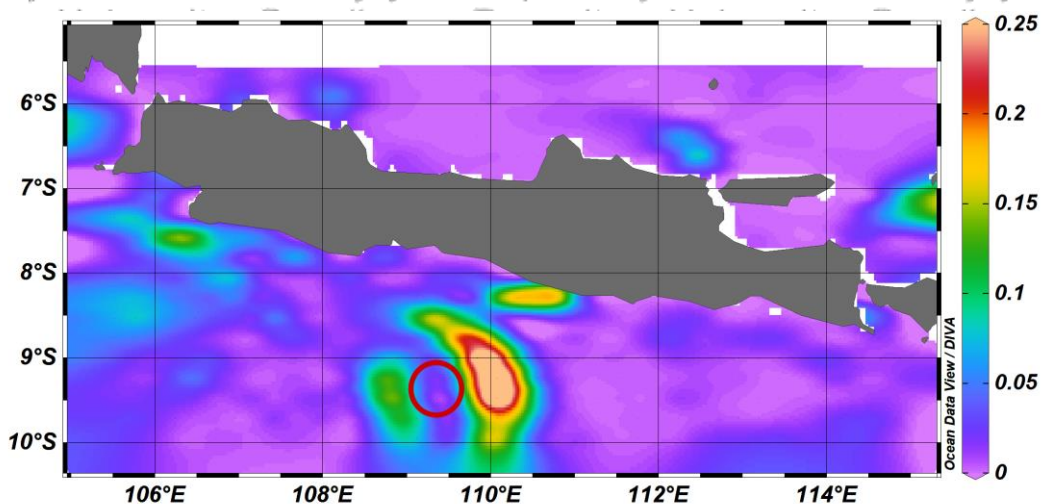
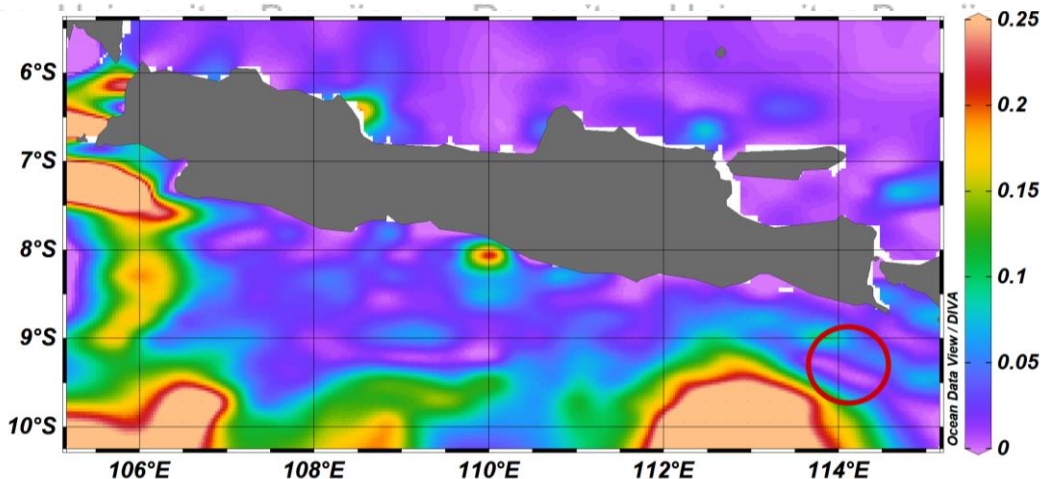
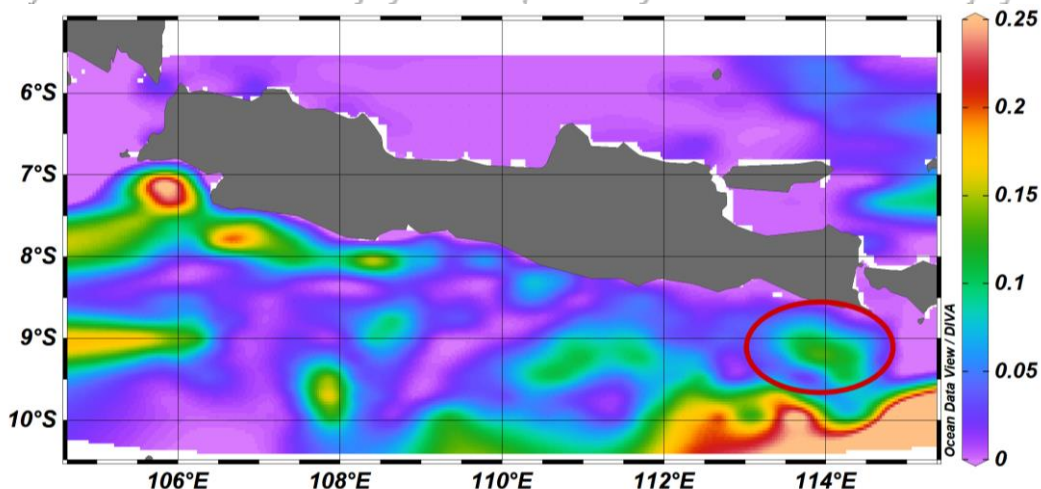


- Peta bulanan EKE Juni, Juli dan Agustus 2016 (musim timur)





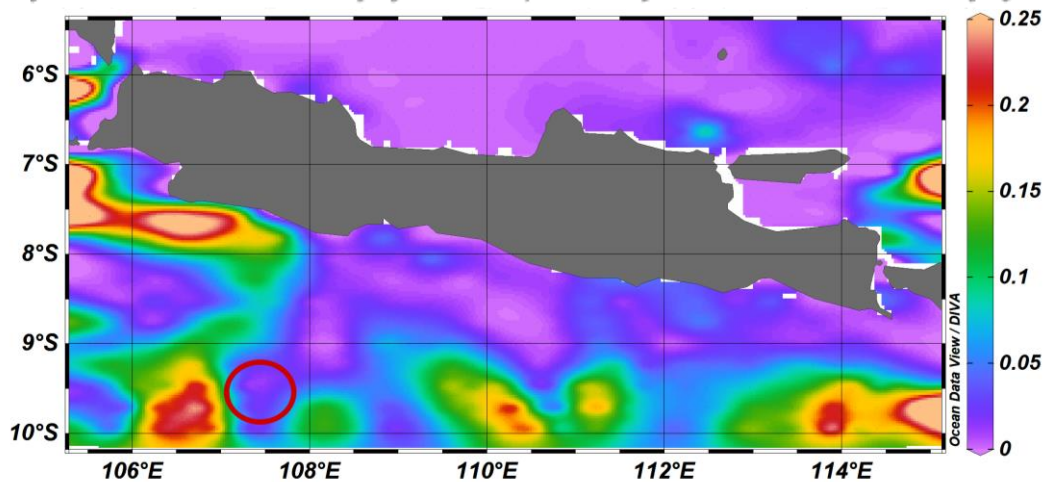
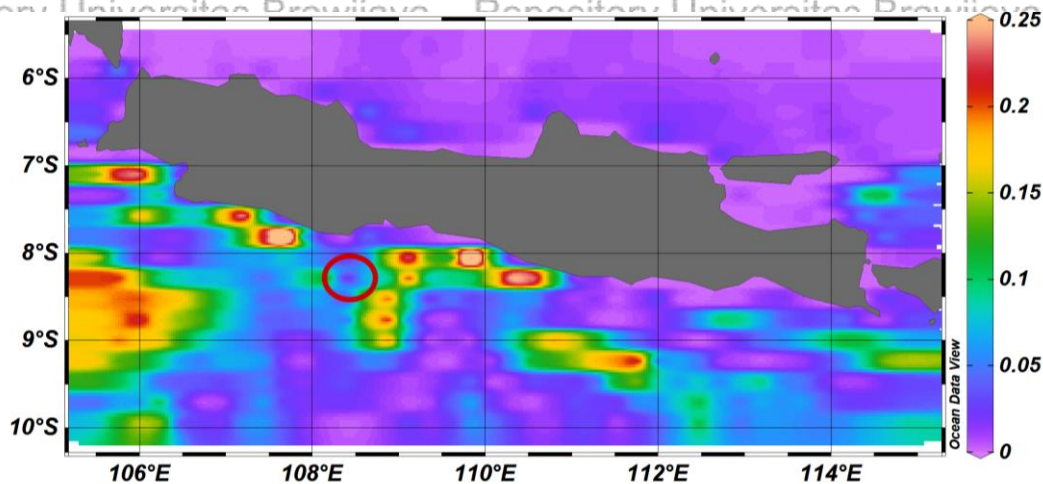
- Peta Bulanan EKE September, Oktober dan November (musim peralihan II)



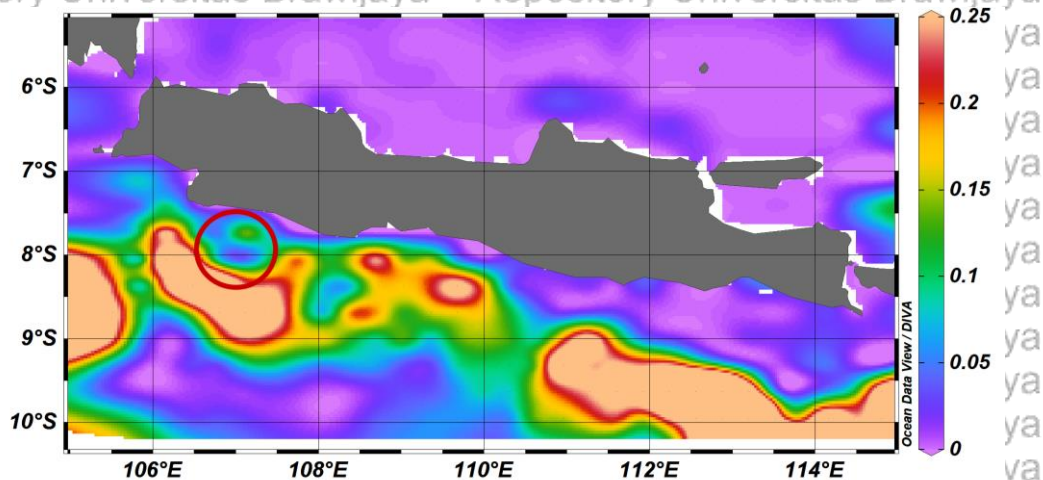


Hasil peta bulanan EKE tahun 2017

- Peta bulanan EKE Maret dan Mei 2017 (musim peralihan I)



- Peta bulanan EKE Juni, Juli dan Agustus 2017 (musim timur)



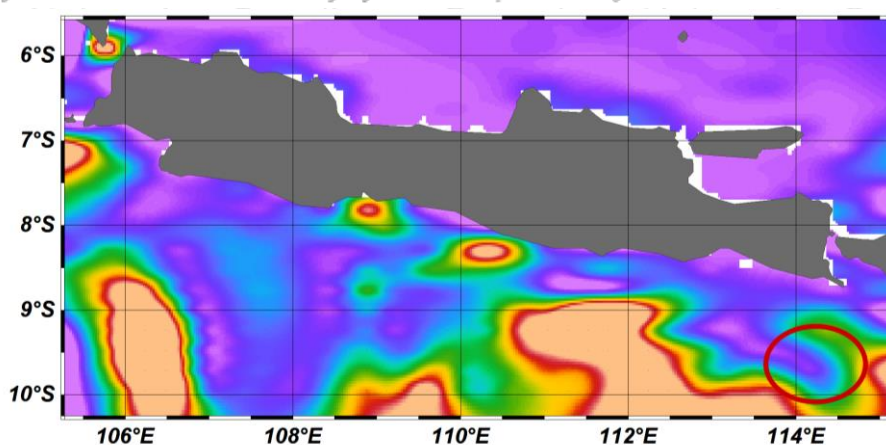


Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

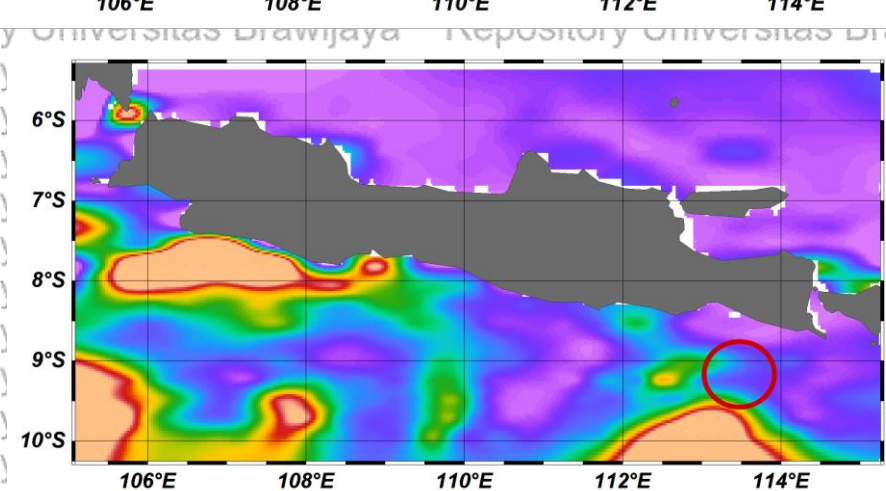
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor
Repositor



0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
Ocean Data View / DIVA

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

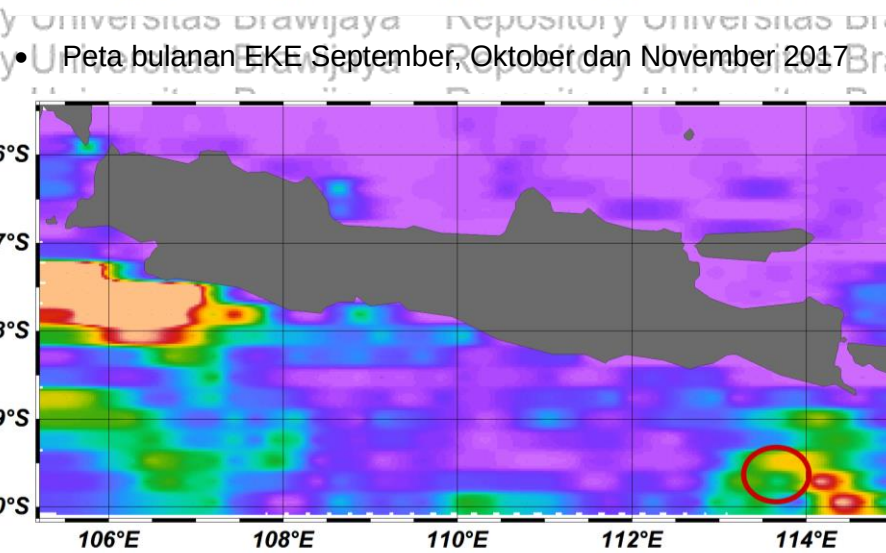
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository



0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
Ocean Data View / DIVA

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository



0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
Ocean Data View / DIVA

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

• Peta bulanan EKE September, Oktober dan November 2017



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

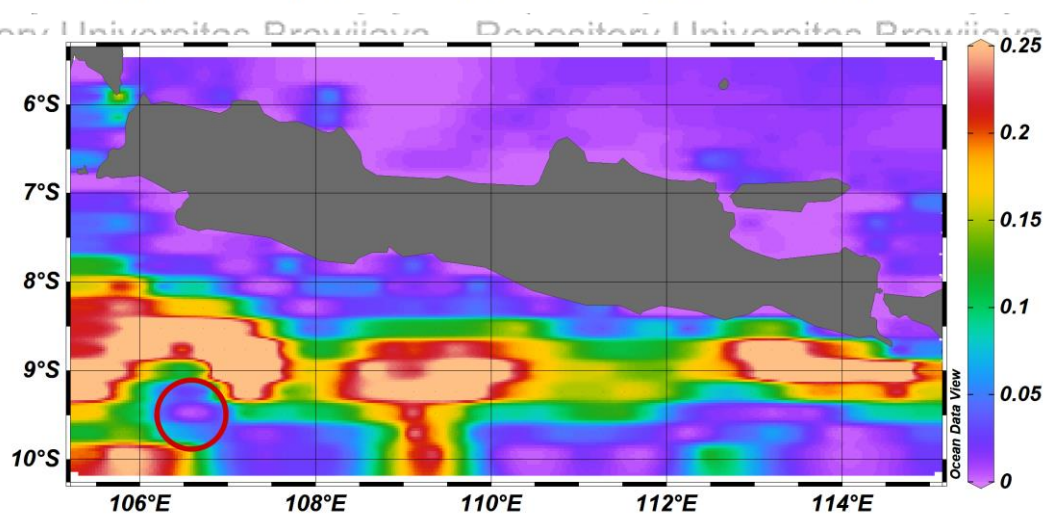
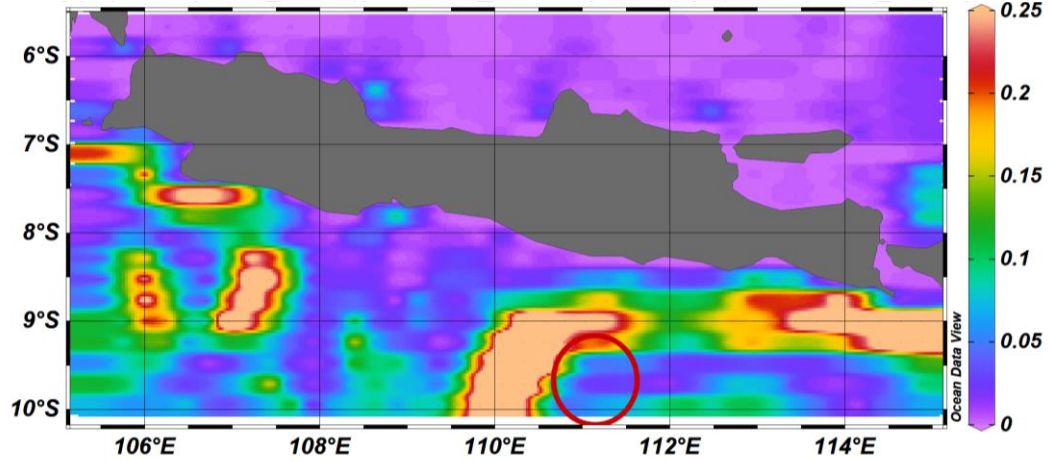
Reposit

Reposit

Reposit

Reposit

Reposit



Hasil peta bulanan EKE tahun 2018

- Peta bulanan EKE Maret dan Mei 2018 (musim peralihan I)

