

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO)* DAN
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP VARIABILITAS SUHU DAN
SALINITAS DI PERAIRAN SELAT BALI DAN SEKITARNYA PERIODE 2013-
2017**

SKRIPSI

**Oleh:
Muhammad Agung Herucokro
155080607111011**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) DAN
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP VARIABILITAS SUHU DAN
SALINITAS DI PERAIRAN SELAT BALI DAN SEKITARNYA PERIODE 2013-
2017**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar
Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :
**MUHAMMAD AGUNG HERUCOKRO
NIM. 155080607111011**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH EL NINO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) DAN
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP VARIABILITAS SUHU DAN
SALINITAS DI PERAIRAN SELAT BALI DAN SEKITARNYA PERIODE 2013-
2017**

Oleh :
MUHAMMAD AGUNG HERUCOKRO
NIM. 155080607111011

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1

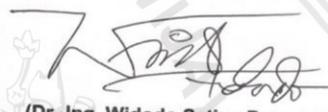
Dosen Pembimbing 2



(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D)

NIP. 19680901 199403 2 001

Tanggal: 23 DEC 2019



(Dr.-Ing. Widodo Setiyo Pranowo)

NIP. 19750905 200212 1 003

Tanggal: 23 DEC 2019

Mengetahui:
Ketua Jurusan PSPK



(Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.PI., MT)

NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal: 23 DEC 2019



Judul : ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) DAN *INDIAN OCEAN DIPOLE* (IOD) TERHADAP VARIABILITAS SUHU DAN SALINITAS DI PERAIRAN SELAT BALI DAN SEKITARNYA PERIODE 2013-2017

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD AGUNG HERUCOKRO

NIM : 155080607111011

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 : Feni Iranawati, S. Pi., M. Si., Ph. D

Dosen Penguji 2 : M. Arif As'adi, S. Kel., M. S



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Agung Herucokro

NIM : 155080607111011

Prodi : Ilmu Kelautan

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya, pemikiran serta pengalaman saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat tulisan, karya maupun pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil dari penjiplakan atau plagiasi, maka saya bersedia menerima konsekuensi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 Desember 2019

Penulis,

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyatakan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan laporan ini yaitu :

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang selalu diberikan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan usulan skripsi.
2. Kedua orang tua, serta kakak yang telah memberi motivasi dan selalu memberikan doa restu selama ini.
3. Ibu Ir. Aida Sartimbul M.Sc. Ph.D selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu, memberi masukan, pengarahan dalam penyusunan laporan usulan skripsi.
4. Bapak Dr.- Ing Widodo Setiyo Pranowo, M.Si sebagai pembimbing 2 di Pusat Riset Kelautan, Brdsm, Kkp, Jakarta, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan serta ilmu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan skripsi.
5. Teman-teman Polaris Ilmu Kelautan 2015 yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan laporan skripsi.

RINGKASAN

Muhammad Agung Herucokro. Analisis Pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) DAN *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Variabilitas Suhu dan Salinitas di Perairan Selat Bali dan sekitarnya periode 2013-2017 (dibawah bimbingan Ir. **Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D.** dan **Dr-Ing Widodo Pranowo M.Si**)

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) adalah fenomena interaksi antara laut dan atmosfer dapat mempengaruhi kondisi oseanografi pada perairan tertentu. ENSO merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali suhu permukaan laut (SPL) di wilayah ekuator Timur. Selain fenomena ENSO yang terjadi di samudera Pasifik, di Samudera Hindia terdapat fenomena interaksi antara laut dan atmosfer lainnya yakni fenomena IOD. IOD adalah kondisi interaksi laut-atmosfer yang terjadi di samudera hindia tropis bagian tenggara dan barat. Kenaikan dan penurunan suhu dan salinitas adalah parameter yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk menentukan daerah penangkapan ikan. Perairan Indonesia termasuk Selat Bali terletak diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, menyebabkan fenomena interaksi antara atmosfer dan lautan yang ada pada dua Samudera tersebut memiliki pengaruh pada kondisi oseanografi perairan di Selat Bali. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui Pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap Variabilitas suhu dan salinitas di perairan Bali dan Sekitarnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *review* data sekunder dan analisis deskriptif. Metode *review* data sekunder dilakukan dengan cara pengumpulan data dan informasi menggunakan data sekunder. Metode analisis deskriptif bertujuan untuk membuat deskripsi atau gambaran faktual dan akurat mengenai fakta-fakta serta hubungan fenomena yang diamati. Data yang akan diolah adalah data angin untuk mengetahui arah dan kecepatan angin di perairan Selat Bali dan sekitarnya, data ONI dan DMI untuk melihat kejadian ENSO dan IOD, data suhu dan salinitas untuk dilihat variabilitasnya. Data yang dibutuhkan selama 5 tahun dari tahun 2013-2017.

Variabilitas suhu yang terukur selama periode 2013 - 2017 menunjukkan nilai suhu tertinggi pada kedalaman 0,49 meter dan terendah berada pada kedalaman yang paling rendah yaitu pada kedalaman 266,04 meter. Diantara 3 zona, suhu tertinggi berada di perairan Utara Selat Bali dan terendah di perairan Selatan Selat Bali. Variabilitas salinitas yang terukur selama periode 2013 – 2017 menunjukkan nilai salinitas tertinggi berada pada kedalaman 155,85 meter, kecuali pada perairan Selatan Selat Bali yang terletak pada kedalaman 266,04 meter. Salinitas terendah terletak pada kedalaman 0,49 meter. Diantara 3 zona, salinitas tertinggi berada di perairan Selatan Selat Bali dan terendah di perairan Utara Selat Bali. Variabilitas suhu musiman menunjukkan bahwa pada saat Musim Barat nilai suhu memiliki nilai tertinggi dan terendah pada Musim Timur. Variabilitas salinitas musiman menunjukkan bahwa pada saat Musim Timur nilai salinitas memiliki nilai tertinggi dan terendah pada Musim Barat. Fenomena ENSO dan IOD memiliki pengaruh terhadap variabilitas suhu dan salinitas pada setiap kedalaman dan zona. Suhu tertinggi umumnya ditemukan saat fenomena *La Niña* dan IOD Negatif sedang berlangsung, sedangkan suhu terendah ditemukan saat fenomena *El Niño* dan IOD Positif. Salinitas tertinggi umumnya ditemukan saat fenomena *El Niño* dan IOD Positif sedang berlangsung, sedangkan salinitas terendah ditemukan saat fenomena *La Niña* dan IOD Negatif.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) DAN *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Variabilitas suhu dan salinitas di Perairan Selat Bali dan sekitarnya periode 2013-2017 “ dengan baik.

Laporan skripsi membahas tentang pengaruh ENSO dan IOD terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data harian suhu dan salinitas serta data ONI dan DMI. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya, Analisa fenomena ENSO dan IOD, dan Analisa pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya.

Penulis menyadari bahwa masih sangat banyak kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis untuk penulisan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran yang membangun guna pembuatan tulisan-tulisan selanjutnya.

Malang, 21 November 2019

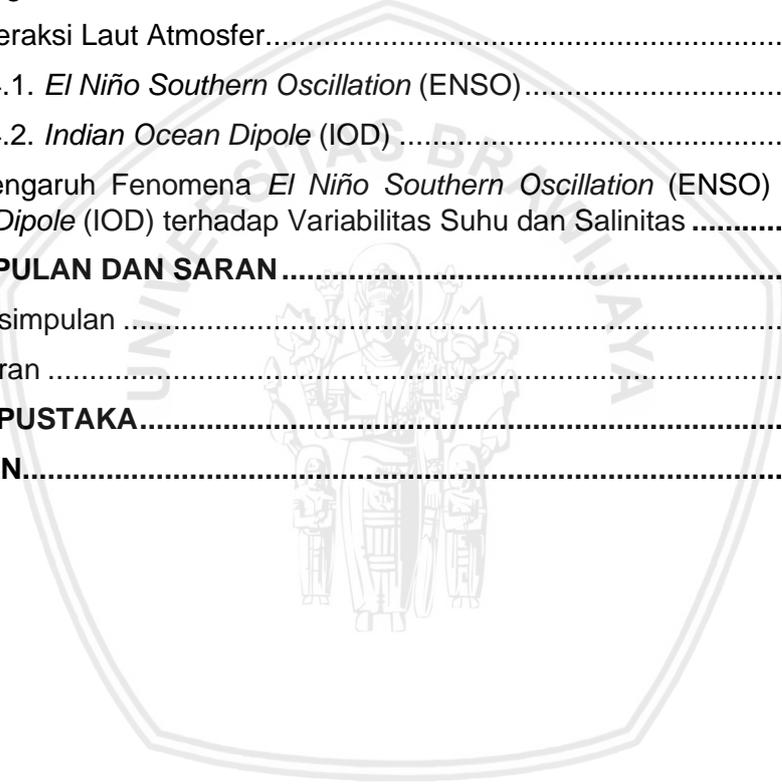
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
RINGKASAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Kegunaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>El Nino Southern Oscillation</i> (ENSO).....	5
2.1.1. <i>Oceanic Nino Index</i> (ONI).....	5
2.2. <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD).....	6
2.2.1. <i>Dipole Mode Index</i> (DMI).....	7
2.3. Angin Musim.....	8
2.4. Suhu.....	10
2.5. Salinitas.....	11
2.6. Kondisi Oseanografi Perairan Selat Bali.....	11
3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	15
3.5. Tahapan Penelitian.....	16
3.5.1. Tahap Persiapan.....	16
3.5.2. Tahap Pengolahan Data.....	18
3.5.3. Tahap Analisa Data.....	22



4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Variabilitas Suhu	25
4.1.1. Variabilitas Suhu 5 Tahun.....	25
4.1.2. Variabilitas Suhu Musiman	29
4.1.3. Anomali Suhu	33
4.2. Variabilitas Salinitas	40
4.2.1. Variabilitas Salinitas 5 Tahun.....	40
4.2.2. Variabilitas Salinitas Musiman	44
4.2.3. Anomali Salinitas	48
4.3. Diagram T-S.....	55
4.4. Interaksi Laut Atmosfer.....	58
4.4.1. <i>El Niño Southern Oscillation</i> (ENSO).....	58
4.4.2. <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD)	60
4.5. Pengaruh Fenomena <i>El Niño Southern Oscillation</i> (ENSO) dan <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD) terhadap Variabilitas Suhu dan Salinitas	61
5. KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	74



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Titik Koordinat.....	14
2. Alat Penelitian.....	14
3. Bahan Penelitian.....	15
4. <i>Principal Components Analysis</i> . Nilai components loadings dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Utara Selat Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD.....	61
5. <i>Principal Components Analysis</i> . Nilai components loadings dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selat Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD.....	64
6. <i>Principal Components Analysis</i> . Nilai components loadings dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan selatan Selat Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD.....	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Region NINO 3.4 (5°S –5°N; 170°W –120°W) (Hafez, 2016)	6
2. Fase IOD positif dan IOD negatif (Jamstec,2019)	7
3. Region (WTIO) (50°E – 70°E dan 10°S – 10°N) dan (SETIO) (90°E – 110°E dan 10°S – 0°N) (Vinayachandran <i>et al.</i> , 2009)	8
4. Lokasi Penelitian di Perairan Selat Bali dan Sekitarnya	13
5. Diagram Alir Penelitian	16
6. Hasil <i>station section</i> suhu ketiga zona penelitian di Selat Bali dan sekitarnya 20	
7. Grafik variabilitas suhu di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) selama 5 Tahun	26
8. Grafik variabilitas suhu musiman di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) pada kedalaman 0,49 m, 155,85 m, dan 266,04 m.....	30
9. Grafik anomali suhu di perairan utara Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	34
10. Grafik anomali suhu di perairan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	36
11. Grafik anomali suhu di perairan selatan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	38
12. Grafik variabilitas salinitas di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) selama 5 Tahun	41
13. Grafik variabilitas salinitas musiman di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) pada kedalaman 0,49 m, 155,85 m, dan 266,04 m.....	46
14. Grafik anomali salinitas di perairan utara Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	49
15. Grafik anomali salinitas di perairan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	51
16. Grafik anomali salinitas di perairan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)	53
17. Hasil diagram T-S di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c)	56
18. Grafik ONI yang menunjukkan peristiwa ENSO selama 5 Tahun	59
19. Grafik DMI yang menunjukkan peristiwa IOD selama 5 Tahun	60
20. Principal Components Analysis. Hasil <i>Principal Component Biplots</i> antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Utara Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)	63
21. Principal Components Analysis. Hasil <i>Principal Component Biplots</i> antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)	65
22. Principal Components Analysis. Hasil <i>Principal Component Biplots</i> antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan selatan Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Olahan PCA.....	74
2. Angin Musim.....	77



DAFTAR ISTILAH

El Niño Southern Oscillation (ENSO)

Fenomena di Samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali *Sea Surface Temperature* (SST) yang berdekatan dengan garis ekuator Timr.

Oceanic Nino Index (ONI)

Indikator utama yang digunakan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) untuk memantau fenomena *El Niño* dan *La Niña*.

Indian Ocean Dipole (IOD)

Interaksi antara atmosfer dan lautan yang menyebabkan variabilitas iklim antar tahunan di perairan Samudera Hindia ditandai dengan munculnya anomali *Sea Surface Temperature* (SST) di *Southeastern Tropical Indian Ocean* (SETIO), serta *Western Tropical Indian Ocean* (WTIO)

Dipole Mode Index (DMI)

Dipole Mode Index (DMI) merupakan tolak ukur dalam menentukan fenomena IOD positif atau negatif.

Northern Subtropical Lower Water (NSLW)

Jenis massa air yang memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -35,1 ppt dan kisaran suhu 15 °C -23 °C pada kedalaman 120-200 meter.

Northern Intermediate Water (NIW)

Jenis massa air yang memiliki ciri salinitas minimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,4 ppt -34,6 ppt dan kisaran suhu 9 °C–12 °C pada kedalaman 250-400 meter.

Subtropical Lower Water (SLW)

Jenis massa air yang memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -36 ppt dan kisaran suhu 16 °C -27 °C pada kedalaman 50-100 meter.



DAFTAR SINGKATAN

ENSO	: <i>El Niño Southern Oscillation</i>
ONI	: <i>Oceanic Nino Index</i>
IOD	: <i>Indian Ocean Dipole</i>
DMI	: <i>Dipole Mode Index</i>
ARLINDO	: Arus Lintas Indonesia
NSLW	: <i>Northern Subtropical Lower Water</i>
NIW	: <i>Northern Intermediate Water</i>
SLW	: <i>Subtropical Lower Water</i>



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) adalah fenomena interaksi antara laut dan atmosfer yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi pada perairan tertentu. ENSO merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali suhu permukaan laut (SPL) yang berdekatan dengan garis ekuator (Trenberth dan Caron, 2000). Variabilitas iklim ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, *El Niño* dan *La Niña* (Trenberth, 1997). Fenomena *El Niño* merupakan peningkatan SPL dari suhu normalnya di wilayah ekuator Samudera Pasifik Timur. Fenomena *La Niña* ditandai dengan penurunan SPL di wilayah ekuator Samudera Pasifik Timur (Panjaitan, 2011; Arisandi *et al.*, 2017). Selain fenomena ENSO yang terjadi di samudera Pasifik, di Samudera Hindia terdapat fenomena interaksi antara laut dan atmosfer lainnya yakni fenomena IOD. IOD adalah kondisi interaksi laut-atmosfer yang ditandai dengan anomali SPL di Samudera Hindia, dua wilayah yang menunjukkan anomali SPL terletak pada *Southeastern Tropical Indian Ocean* (SETIO), serta *Western Tropical Indian Ocean* (WTIO). Selama fenomena IOD positif, SPL secara anomali menghangat di Samudera Hindia barat, sedangkan di bagian timur lebih dingin dari normalnya. Fenomena IOD negatif ditandai dengan wilayah Afrika lebih dingin, wilayah selatan Indonesia dan barat Australia lebih panas (Saji *et al.* 1999; Vinayachandran *et al.*, 2002).

Kondisi oseanografi suatu perairan dapat dicerminkan melalui sifat fisika maupun sifat kimia dari massa airnya seperti suhu, salinitas. Hal ini dikarenakan suhu memiliki peran penting pada reaksi kimia dan proses biologi yang terjadi perairan laut. Salinitas merupakan faktor penting bagi penyebaran organisme

perairan laut (Nurhayati, 2006; Haikal *et al.*, 2012). Kenaikan dan penurunan suhu dan salinitas adalah parameter yang dapat dijadikan sebagai indikator dari fenomena *upwelling-downwelling*, dimana fenomena *upwelling* dapat digunakan untuk menentukan daerah penangkapan ikan (Wardani *et al.*, 2013).

Perairan Indonesia termasuk Selat Bali terletak diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, menyebabkan fenomena interaksi antara atmosfer dan lautan yang ada pada dua Samudera tersebut memiliki pengaruh pada kondisi oseanografi perairan di Selat Bali, seperti suhu dan salinitas yang dapat digunakan untuk penentuan daerah penangkapan ikan (Taufiqurohman, 2003; Haikal *et al.*, 2012). Selat Bali merupakan salah satu perairan yang kaya sumberdaya ikan terutama ikan-ikan pelagis yang hidup bergerombol seperti lemuru (*Sardinella lemuru*), tongkol (*Euthynnus affinis*), layang (*Decapterus spp.*) dan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) (Suniada dan Susilo, 2018). Menurut Sartimbul *et al.* (2010), pendaratan lemuru di Selat Bali tertinggi pada tahun 2006 sampai awal tahun 2007 dipengaruhi oleh *El Niño* yang kuat di Samudra Pasifik dan IOD positif di Samudra Hindia. Dikutip dari Antaranews (2019), paceklik ikan lemuru terjadi pada tahun 2016 akibat fenomena *La Niña*, dimana Selat Bali merupakan habitat endemik dari ikan lemuru.

Permasalahan yang muncul sebagai dampak fenomena interaksi antara laut dan atmosfer diduga berpengaruh terhadap sektor perikanan Indonesia. Sehingga perlu adanya penelitian terkait informasi Pengaruh ENSO dan IOD dengan variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan Sekitarnya, untuk meningkatkan optimalisasi kegiatan penangkapan. Banyak penelitian telah dilakukan, namun dari penelitian sebelumnya data suhu yang dihasilkan tidak dikaitkan dengan fenomena ENSO dan IOD yang dilakukan oleh Saragih (2002) dan fenomena ENSO dan IOD tidak dihubungkan dengan variabilitas suhu dan salinitas yang dilakukan oleh (Saputra *et al.*, 2017). Tujuan penelitian ini untuk

mengetahui Pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan Sekitarnya.

1.2 Perumusan Masalah

ENSO dan IOD adalah fenomena interaksi antara lautan dan atmosfer yang dapat mempengaruhi kondisi oseanografi. Kondisi oseanografi dapat dicerminkan melalui sifat fisika maupun sifat kimia dari massa airnya seperti suhu dan salinitas. Kenaikan dan penurunan suhu dan salinitas adalah parameter yang dapat digunakan untuk menentukan daerah penangkapan atau *fishing ground*. Permasalahan yang muncul sebagai dampak perubahan iklim global diduga berpengaruh terhadap sektor perikanan Indonesia. Sehingga perlu adanya penelitian terkait informasi pengaruh ENSO dan IOD dengan variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan Sekitarnya, untuk meningkatkan optimalisasi kegiatan penangkapan.

Berdasarkan hal tersebut rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana variabilitas suhu dan salinitas selama 5 tahun di perairan Selat Bali dan sekitarnya?
2. Bagaimana variabilitas suhu dan salinitas musiman di perairan Selat Bali dan sekitarnya?
3. Bagaimana pengaruh fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya?

1.3 Tujuan

Penelitian yang berjudul Analisis Pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Variabilitas suhu dan salinitas di

perairan Selat Bali dan Sekitarnya periode 2013-2017 memiliki beberapa tujuan, yaitu :

1. Mengetahui variabilitas suhu dan salinitas selama 5 tahun di perairan Selat Bali dan sekitarnya.
2. Mengetahui variabilitas suhu dan salinitas musiman di perairan Selat Bali dan sekitarnya.
3. Mengetahui pengaruh fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya.

1.4 Kegunaan

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai informasi tambahan tentang pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) dengan variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya. Dimana selat bali merupakan habitat endemik ikan lemuru yang disinyalir pernah menghilang dan meningkat akibat fenomena ENSO dan IOD. Sehingga informasi tersebut dapat meningkatkan optimalisasi kegiatan penangkapan di Selat Bali dan sekitarnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *El Nino Southern Oscillation (ENSO)*

ENSO merupakan fenomena gabungan interaksi lautan atmosfer yang menyebabkan variasi iklim tahunan di dunia (Ropelewski dan Halpert, 1987; Trenberth dan Caron, 2000; Trenberth dan Stephaniak, 2001; Mc Bride *et al.*, 2003; Aldrian, 2008; Sitompul, 2013). Komponen lautan dari ENSO adalah *El Niño* dan *La Niña*, sedangkan komponen atmosfernya adalah *Southern Oscillation* (Trenberth, 1997). ENSO merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim di Samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali suhu permukaan laut (SPL) yang berdekatan dengan garis ekuator (Trenberth dan Caron, 2000). Variabilitas iklim ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, *El Niño* dan *La Niña*.

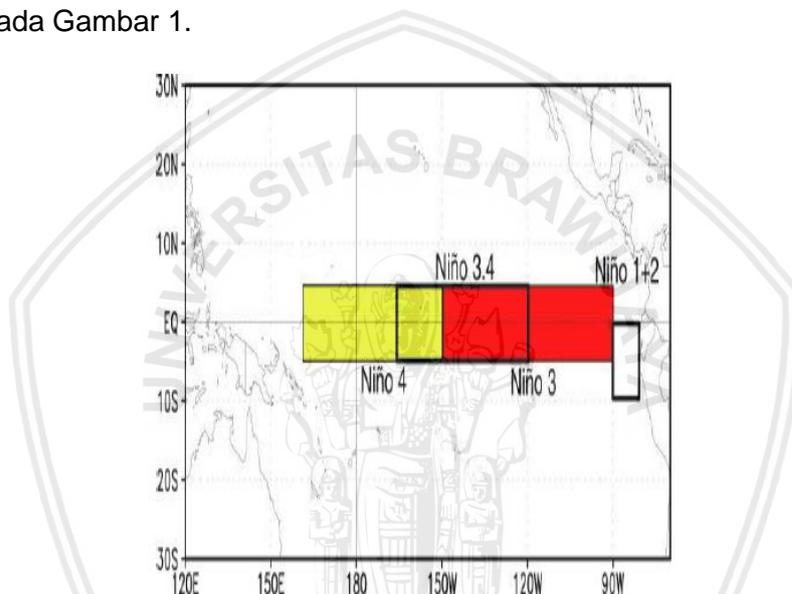
Fenomena *El Niño* ditandai dengan peningkatan SPL dari suhu normalnya di wilayah ekuator Samudera Pasifik Timur. Sedangkan pada saat fenomena *La Niña* ditandai dengan adanya penurunan SPL dari suhu normalnya di wilayah ekuator Samudera Pasifik Timur (Panjaitan, 2011; Arisandi *et al.*, 2017).

2.1.1 *Oceanic Nino Index (ONI)*

Fenomena ENSO yang terjadi di Indonesia umumnya diidentifikasi dengan menggunakan indikator yang ada di wilayah *Niño 3.4* (5°LU - 5°LS, 170°BB - 120°BB) termasuk *Oceanic Nino Index (ONI)*. Hal tersebut dikarenakan letak perhitungan indikator ONI sejajar dengan wilayah Indonesia yang terletak di garis ekuator (Ardhitama dan Sholihah, 2013). Selain itu, saat fenomena *La Niña* terjadi pada tahun 2016, fenomena tersebut hanya mampu teridentifikasi oleh indikator ONI.

ONI merupakan salah satu tolak ukur dalam menentukan fenomena *El Niño* dan *La Niña*. ONI adalah indikator utama yang digunakan oleh *National Oceanic*

and Atmospheric Administration (NOAA) untuk memantau fenomena *El Niño* dan *La Niña*. ONI dihitung oleh para peneliti dari NOAA dengan cara menghitung rata-rata suhu permukaan laut di wilayah Niño 3.4 untuk setiap bulan, dan kemudian meratakannya dengan nilai-nilai dari bulan-bulan sebelumnya dan berikutnya. Rata-rata tiga bulan berjalan ini dibandingkan dengan rata-rata 30 tahun (Huang *et al.*, 2015; Hafez, 2016). ONI didapatkan dari pengukuran *sea surface temperature* (SST) pada region NINO 3.4 ($5^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{N}$; $170^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{W}$), seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Region NINO 3.4 ($5^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{N}$; $170^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{W}$) (Hafez, 2016)

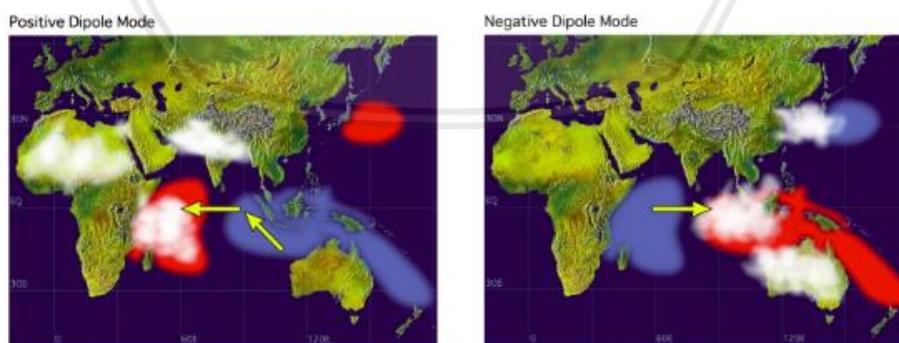
Fenomena *El Niño* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, sedangkan untuk fenomena *La Niña* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, NOAA (2019).

2.2 Indian Ocean Dipole (IOD)

Indian Ocean Dipole (IOD) adalah interaksi antara atmosfer dan lautan yang menyebabkan variabilitas iklim antar tahunan di perairan Samudera Hindia dan memengaruhi iklim daerah sekitar Samudera Hindia (Saji *et al.*, 1999). Fenomena IOD ditandai dengan munculnya anomali *Sea Surface Temperature* (SST) di Samudera Hindia, dua wilayah yang menunjukkan anomali SST terletak pada

Southeastern Tropical Indian Ocean (SETIO) atau di sekitar perairan Sumatera dan perairan selatan dari pulau Jawa (90°E - 110°E dan 10°S - 0°N), serta *Western Tropical Indian Ocean* (WTIO) atau perairan timur dari benua Afrika (50°E - 70°E dan 10°S - 10°N) (Iizuka *et al.*, 2000; Iskandar, 2014).

Fenomena IOD memiliki dua fase, yaitu fenomena IOD Positif dan IOD Negatif. IOD Positif ditandai dengan Anomali SST dingin di Samudera Hindia Timur dan Anomali SST hangat di Samudera Hindia Barat. Hal tersebut menyebabkan perbedaan tekanan yang lebih tinggi di Samudera Hindia Timur dibandingkan dengan di Samudera Hindia Barat menyebabkan aliran udara mengalir dari Samudera Hindia Timur ke bagian barat dan membentuk awan-awan konvektif di wilayah Timur Afrika dan menghasilkan curah hujan yang tinggi, sedangkan di bagian Barat Indonesia mengalami kekeringan. Sebaliknya, IOD Negatif terjadi ketika anomali SST hangat di Samudera Hindia Timur dan Anomali SST dingin di Samudera Hindia Barat yang menyebabkan wilayah bagian Barat Indonesia mengalami curah hujan yang tinggi, sedangkan wilayah bagian Timur Afrika mengalami kekeringan (Saji *et al.*, 1999; Vinayachandran *et al.*, 2002). Fase IOD positif dan IOD negatif diperlihatkan pada Gambar 2.

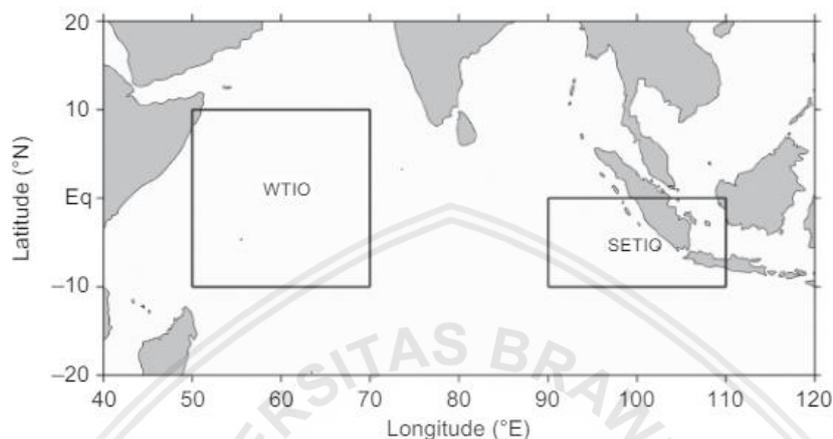


Gambar 2. Fase IOD positif dan IOD negatif (JAMSTEC,2019)

2.2.1 Dipole Mode Index (DMI)

Dipole Mode Index (DMI) merupakan tolak ukur dalam menentukan fenomena IOD positif atau negatif. DMI didapat dari perbedaan anomali *Sea Surface Temperature* (SST) antara *Western Tropical Indian Ocean* (WTIO) yang terletak

pada bagian timur dari benua afrika (50°E - 70°E dan 10°S - 10°N) dan *Southeastern Tropical Indian Ocean* (SETIO) yang terletak di sekitar Sumatera dan selatan Jawa (90°E - 110°E dan 10°S - 0°N) (Saji dan Yamagata 2003; Ashok *et al.* 2004; Shalin dan Sanilkumar, 2013), seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Region (WTIO) (50°E - 70°E dan 10°S - 10°N) dan (SETIO) (90°E - 110°E dan 10°S - 0°N) (Vinayachandran *et al.*, 2009)

Fenomena IOD Positif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5, sedangkan untuk fenomena IOD Negatif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5, Jamstec (2019). Hal ini harus berlangsung selama 3-4 bulan berturut-turut dalam satu tahun kejadian fenomena IOD (Yamagata *et al.*, 2002; Vinayachandran *et al.*, 2007; 2009).

2.3 Angin Musim

Angin merupakan unsur meteorologi yang berperan penting dalam bidang kelautan. Angin Musim (*monsoon*) merupakan pola angin yang sangat berpengaruh di Indonesia. Hal tersebut disebabkan oleh letak Indonesia yang berada diantara benua Australia dan Asia. Arah angin musim akan berbeda pada setiap musimnya dan juga memiliki pengaruh terhadap curah hujan di Indonesia. Musim Barat umumnya menyebabkan curah hujan yang tinggi di wilayah barat Indonesia dan saat musim Timur akan berlaku sebaliknya (Nontji, 2005).

Menurut Wyrcki (1961), keadaan musim di Indonesia dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Musim Barat

Musim Barat terjadi pada bulan Desember sampai Februari, saat musim ini berlangsung posisi matahari terletak di belahan bumi selatan, menyebabkan bumi bagian selatan atau khususnya Australia bertemperatur tinggi dan bertekanan rendah. Sebaliknya, temperature di wilayah Asia akan rendah dan bertekanan tinggi. Sehingga membuat aliran angin bergerak dari benua Asia ke benua Australia. Aliran angin akan dibelokkan saat melewati garis khatulistiwa oleh gaya coriolis yang membentuk angin monsoon baratan dan membuat arah angin berhembus dari barat ke tenggara. Musim Barat umumnya menyebabkan curah hujan yang tinggi di wilayah barat Indonesia.

2. Musim Timur

Musim Timur terjadi pada bulan Juni sampai Agustus, saat musim ini berlangsung posisi matahari terletak di belahan bumi utara, menyebabkan bumi bagian utara atau khususnya Asia bertemperatur tinggi dan bertekanan rendah. Sebaliknya, temperature di wilayah Australia akan rendah dan bertekanan tinggi. Sehingga membuat aliran angin bergerak dari benua Australia ke benua Asia. Umumnya arah dari musim ini berhembus dari tenggara menuju barat laut. Musim Timur umumnya tidak banyak membawa uap air atau menurunkan hujan

3. Musim Peralihan

Pada saat musim peralihan, matahari bergerak melewati khatulistiwa yang melemahkan aliran angin dan membuat arah angin tak menentu. Musim Peralihan I terjadi pada bulan Maret hingga Mei sedangkan Musim Peralihan II terjadi pada bulan September hingga bulan November.

2.4 Suhu

Suhu merupakan besaran fisika yang menyatakan derajat panas pada suatu zat. Suhu memiliki peran penting di laut karena mempengaruhi proses-proses fisik, kimiawi dan biologis yang terjadi di laut (Sverdup *et al.*, 1942).

Menurut Wyrтки (1961), secara vertikal nilai suhu akan semakin rendah seiring bertambahnya kedalaman. Sebaran suhu vertikal dapat dibagi menjadi 3 lapisan, yaitu:

1. Lapisan Homogen (*mixed layer*)

Lapisan ini terletak di bagian atas yang cenderung homogen melalui proses pencampuran massa air oleh arus, angin, dan pasang surut. Lapisan ini memiliki ketebalan hingga kedalaman tertentu sebelum mencapai lapisan termoklin dimana suhu akan turun secara drastis. Umumnya pada perairan tropis, *mixed layer* memiliki ketebalan hingga 50 meter sampai 100 meter dan memiliki kisaran suhu sekitar 26 °C hingga 30 °C.

2. Lapisan Termoklin (*thermocline layer*)

Lapisan ini terletak di antara *mixed layer* dan *deep layer*, pada lapisan ini suhu akan mengalami penurunan secara drastis. Penurunan suhu berakibat kepada peningkatan densitas air yang sangat mencolok. Hal tersebut menyebabkan lapisan ini tidak akan tercampur dengan *mixed layer* dan *deep layer*. Lapisan termoklin memiliki ketebalan hingga kedalaman hingga 100-200 meter dan memiliki kisaran suhu sekitar 9 °C hingga 26 °C.

3. Lapisan Dalam (*deep layer*)

Lapisan ini terletak di bawah *mixed layer* dan *thermocline layer*, pada lapisan ini suhu cenderung konstan dan sulit berubah-ubah. Umumnya ketebalan pada lapisan ini mencapai 100-400 meter dan suhu berkisar 2 °C hingga 4 °C.

2.5 Salinitas

Salinitas merupakan berat garam dalam gram yang ada di dalam 1 kilo gram air laut, dengan asumsi semua brom, karbonat yang teroksidasi, dan yodium dinyatakan menjadi khlor dengan jumlah yang sama dan semua zat organik sudah teroksidasi sempurna. Nilai salinitas umumnya dinyatakan dalam g/kg yang dituliskan dengan ‰ atau *part per thousand* (ppt) (Forch *et. al.*,1902; (Arief, 1984).

Secara vertikal nilai salinitas akan semakin tinggi seiring bertambahnya kedalaman. Sebaran nilai salinitas secara vertikal dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu a) lapisan tercampur, ketebalan pada lapisan bisa mencapai 50-100 m, dan memiliki nilai salinitas yang hamper homogen; b) lapisan haloklin, pada lapisan ini nilai salinitas mengalami perubahan besar seiring bertambahnya kedalaman; dan c) lapisan di bawah haloklin, pada lapisan ini nilai salinitas cenderung sampai dan memiliki ketebalan sekitar 600-1000 m (Garrison,2004).

2.6 Kondisi Oseanografi Perairan Selat Bali

Selat Bali adalah selat pemisah antara Pulau Jawa dan Bali yang berbentuk seperti corong, pada bagian selatan memiliki lebar 55 km dan bagian utara memiliki lebar yang lebih sempit yaitu 2,5 km. Secara geografis, Selat Bali ada di antara 114°20'-115°10' BT dan 8 °10'-8 °50' LS. Perairan Selat bali memiliki luas yang relatif sempit, yaitu sekitar 2.500 km² (Himelda *et al.*, 2011). Mulut selat bali pada bagian selatan memiliki luas yang lebih besar dari bagian utara, membuat perairan yang ada di Selat Bali cenderung lebih dipengaruhi oleh massa air Samudera Hindia dibandingkan dengan massa air laut Flores atau massa air dari perairan Selat Madura (Burhanuddin & Prasetyo, 1982; Setyohadi, 2009).

Menurut Ilahude (1975), saat musim Barat Arus Pantai Jawa (APJ) mengalir ke arah Timur dan masuk ke mulut Selat Bali, APJ membawa massa air yang memiliki salinitas rendah dan Suhu tinggi. Ketebalan lapisan homogen saat musim

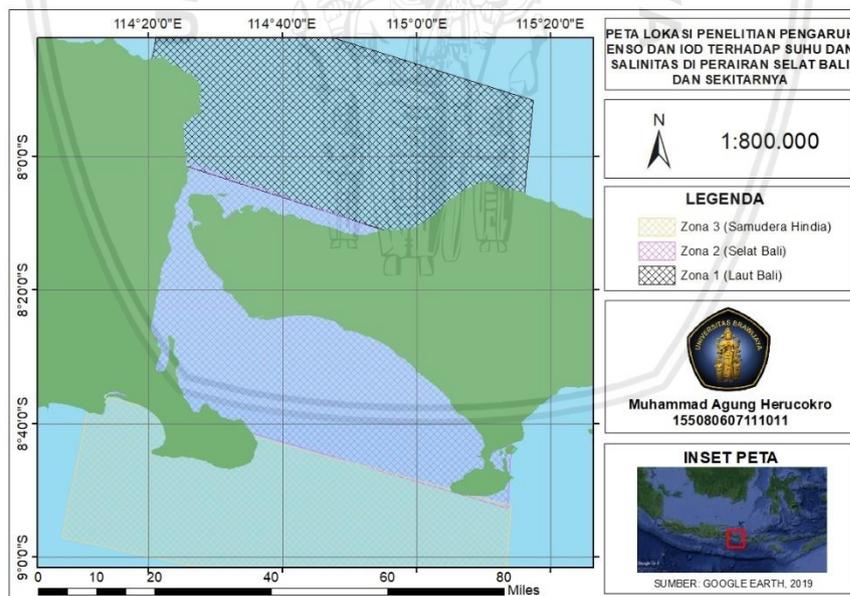
Barat bisa mencapai sekitar 100 meter. Sedangkan, saat musim Timur Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) mengalir ke arah barat yang melebar ke arah utara dan mendesak mundur APJ. Massa air pada musim timur memiliki suhu rendah dan salinitas tinggi. Ketebalan lapisan homogen saat musim Timur hanya sekitar 30 meter.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengolahan data penelitian ini dilaksanakan pada 5 Maret 2019 sampai 5 April 2019 di Pusat Riset Kelautan, BRDSM, KKP, Jakarta. Pusat Riset Kelautan, BRDSM beralamat di Kompleks Bina Samudera, Jalan Pasir Putih II, Ancol Timur. Lokasi kajian dalam penelitian ini terletak di Perairan Selat Bali dan sekitarnya yang tersaji dalam Gambar 4. Pada penelitian ini dilakukan pembagian wilayah menjadi 3 zona yang tersaji dalam Tabel 1. Pembagian zona dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dengan perairan yang ada disekitarnya.



Gambar 4. Lokasi Penelitian di Perairan Selat Bali dan Sekitarnya

Berikut adalah tabel Koordinat dari pembagian zona pengamatan yang dibagi menjadi 3 zona :

Tabel 1. Titik Koordinat

NO	ZONA	LAT	LONG
1	Zona I (Sebelah Utara dari Selat Bali)	-7.6563 °N -8.0761 °S	114.175°W 115.325 °E
2	Zona II (Selat Bali)	-8.0761 °N -8.7456 °S	114.175°W 115.325 °E
3	Zona III (Sebelah selatan dari Selat Bali)	-8.7456 °N -8.9979 °S	114.175°W 115.325 °E

3.2 Alat dan Bahan

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan pada pengambilan data, proses pengolahan data dan penyusunan laporan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Nama	Spesifikasi	Kegunaan
1	Laptop	Asus X454Y; Intel AMD A8, AMD Radeon R5 Graphics, RAM 8 GB	Alat untuk mengolah data penelitian dan penulisan laporan skripsi
2	<i>Software Ocean Data View (ODV)</i>	ODV.4	Mengolah data suhu dan salinitas dari format "nc" menjadi ".txt" sehingga data dapat dibuat grafik di <i>software Microsoft excel</i> , dan membuat diagram T-S
3	<i>Software ArcGis</i>	versi 10.3	Pembuatan peta lokasi penelitian
4	<i>Software Ms. Excel</i>	Ms. Excel 2016	Mengolah data dari software ODV
5	<i>Software Minitab</i>	versi 2017	Mengolah data ONI, DMI, suhu, dan salinitas untuk analisis statistik metode <i>Principal Components Analysis</i>

Adapun bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini hingga penyusunan laporan berlangsung terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan Penelitian

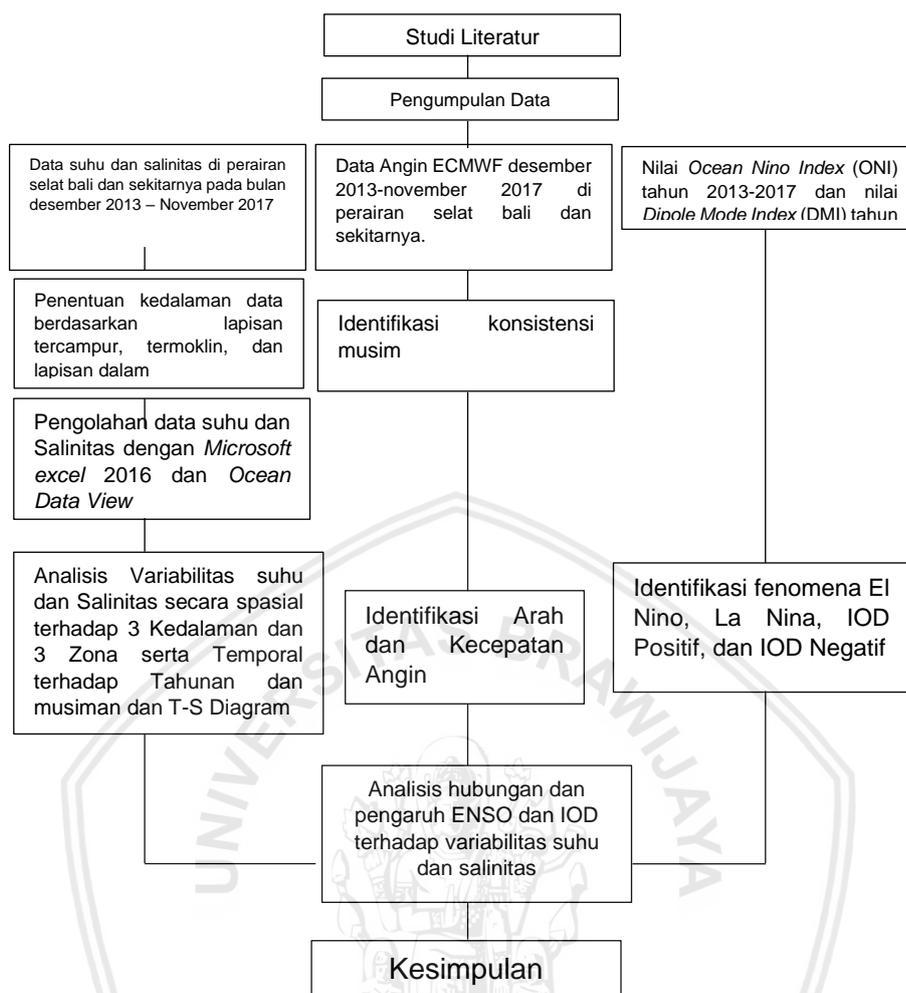
No	Nama	Kegunaan	Sumber
1	Data oseanografi Fisik suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya	Untuk diolah dan akan dijadikan hasil dalam penelitian	www.indeso.web.id
2	Data <i>Ocean Niño Index</i> (ONI)	Untuk dilakukan analisis Waktu terjadinya <i>El Niño</i> dan <i>La Niña</i>	www.esrl.noaa
3	Data <i>Dipole Mode Index</i> (DMI)	Untuk dilakukan analisis Waktu terjadinya IOD Positif dan Nefatif	www.jamstec.go.jp
4	Data Angin ECMWF	Untuk melihat arah angin dan kecepatan angin	www.ecmwf.int

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *review* data sekunder dan analisis deskriptif. Metode *review* data sekunder dilakukan dengan cara pengumpulan data dan informasi menggunakan data sekunder. Metode analisis deskriptif bertujuan untuk membuat deskripsi atau gambaran faktual dan akurat mengenai fakta-fakta serta hubungan fenomena yang diamati. Data yang akan diolah adalah data angin untuk mengetahui arah dan kecepatan angin di perairan Selat Bali dan sekitarnya, data ONI dan DMI untuk melihat kejadian ENSO dan IOD, data suhu dan salinitas untuk dilihat variabilitasnya. Data yang dibutuhkan selama 5 tahun dari tahun 2013-2017.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Langkah dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data, studi pustaka, pengambilan data suhu, salinitas ONI, DMI, dan angin, pengolahan data, hingga analisis data dan penarikan kesimpulan. Adapun diagram alir penelitian untuk mempermudah mengetahui tujuan dan tahapan penelitian seperti Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pengolahan data, dan analisa data.

3.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan pada penelitian meliputi studi pustaka dengan mencari literature dan berdiskusi mengenai kejadian ENSO dan IOD, menentukan kajian wilayah penelitian. Berikut merupakan data yang diolah dalam penelitian ini adalah :

1. Data angin diunduh dari ECMWF. Data yang digunakan adalah data 5 tahun dengan rentang waktu 2013-2017. Diunduh dalam format *netCDF files* (.nc). Data angin dapat di unduh pada web <https://www.ecmwf.int/>.

setelah itu pilih menu “forecasts” lalu pilih “public datasets” pada bagian *datasets* kemudian pilih *ERA-Interim (jam 1979-present)* setelah itu masukan data yang dibutuhkan seperti tahun data yang akan diunduh, parameter yang akan diunduh, *grid*, dan koordinat wilayah penelitian.

2. Data *Oceanic Nino Indication* (ONI) data yang didapatkan berupa nilai indeks dengan rentang waktu antara bulan januari 2013 sampai dengan desember 2017. Data ONI dapat diunduh pada web <https://www.origin.cpc.ncep.noaa.gov>. Setelah web tersebut terbuka klik “search” kemudian ketik “*Oceanic Nino Indication*”. Selanjutnya muncul data ONI, kemudian *copy* data tersebut dan *paste* pada lembar kerja Ms. Excel.
3. Data *Dipole Mode Index* (DMI) yang digunakan merupakan data yang didapatkan berupa nilai indeks dengan rentang waktu antara bulan januari 2013 sampai dengan desember 2017. Data DMI dapat diunduh pada web <https://www.jamstec.go.jp>. setelah web terbuka pilih “*Indian Ocean Dipole*”, setelah itu pilih menu “*data*”, kemudian akan muncul data DMI secara bulanan lalu *copy* dan *paste* data yang dibutuhkan ke *software* Ms. Excel.
4. Data suhu dan salinitas yang diunduh dari INDES0 milik BRSDM KKP. INDES0 menggunakan beberapa satelit, yaitu Jason-2, Cryosat-2, HY-2A, Saral, METOP-A, AQUA, dan TERRA. Data yang digunakan adalah data 5 tahun dengan rentang waktu 2013-2017. Diunduh dalam format *netCDF files* (.nc). Data suhu dan salinitas tersebut dapat diunduh pada web <http://indeso.web.id>. Setelah web tersebut terbuka pilih menu “*catalogue*”, lalu klik “*physical ocean model*” kemudian akan muncul “*indeso interactive*” *catalogue* pilih “*add to chart*” dan pilih *download* kemudian pilih data INDES0_PHY_1dAV lalu masukan koordinat wilayah penelitian yang

sudah ditentukan, semua kedalaman dan parameter yang dibutuhkan setelah itu klik “download”.

3.5.2 Tahap Pengolahan Data

Berikut merupakan tahapan pengolahan data, pengolahan data termasuk pengolahan data angin, *Oceanic Nino Indication* (ONI), *Dipole Mode Index* (DMI), suhu, dan salinitas.

3.5.2.1 Tahap Pengolahan Data Angin

Data angin yang telah didapatkan dalam bentuk .nc kemudian diolah menggunakan aplikasi *Ocean Data View* (ODV). Klik “open” dan pilih data yang diinginkan. Kemudian klik “properties” dan ubah “data display style” dengan “Arrows”. Letakkan komponen U sebagai X dan komponen V sebagai Y. Kemudian klik “ok” dan klik “save plot as” agar arah dan kecepatan angin dapat disimpan.

3.5.2.2 Tahap Pengolahan Data *Oceanic Nino Indication* (ONI)

Indikasi kejadian El Nino Southern Oscillation (ENSO) dapat dilihat pada *Oceanic Index Indication* (ONI). Data ONI yang telah diperoleh kemudian disajikan pada *software Microsoft Excel*. Data kemudian diurutkan berdasarkan tahun, dimulai dari tahun 2013 sampai tahun 2017. Setelah itu semua data diolah menjadi ke bentuk grafik dengan *tools* untuk membuat grafik di *software* Ms. Excel.

3.5.2.3 Tahap Pengolahan Data *Dipole Mode Index* (DMI)

Indikasi kejadian *Indian Ocean Dipole* (IOD) dapat dilihat pada *Dipole Mode Index* (DMI). Data DMI yang telah diperoleh kemudian disajikan pada *software Microsoft Excel*. Data kemudian diurutkan berdasarkan tahun, dimulai dari tahun 2013 sampai tahun 2017. Setelah itu semua data diolah menjadi ke bentuk grafik dengan *tools* untuk membuat grafik di *software* Ms. Excel.

3.5.2.4 Tahap Pengolahan Data Suhu dan Salinitas

Pengolahan data suhu dan salinitas dibagi menjadi 5 tahap, yaitu mengubah *format file*, penentuan lapisan kedalaman, pembuatan grafik variabilitas suhu dan salinitas 5 tahun, pembuatan grafik variabilitas suhu dan salinitas musiman, pembuatan grafik hubungan ONI, DMI dan nilai anomali suhu dan salinitas dan pembuatan grafik T-S. Berikut merupakan tahapan dalam pengolahan data suhu dan salinitas:

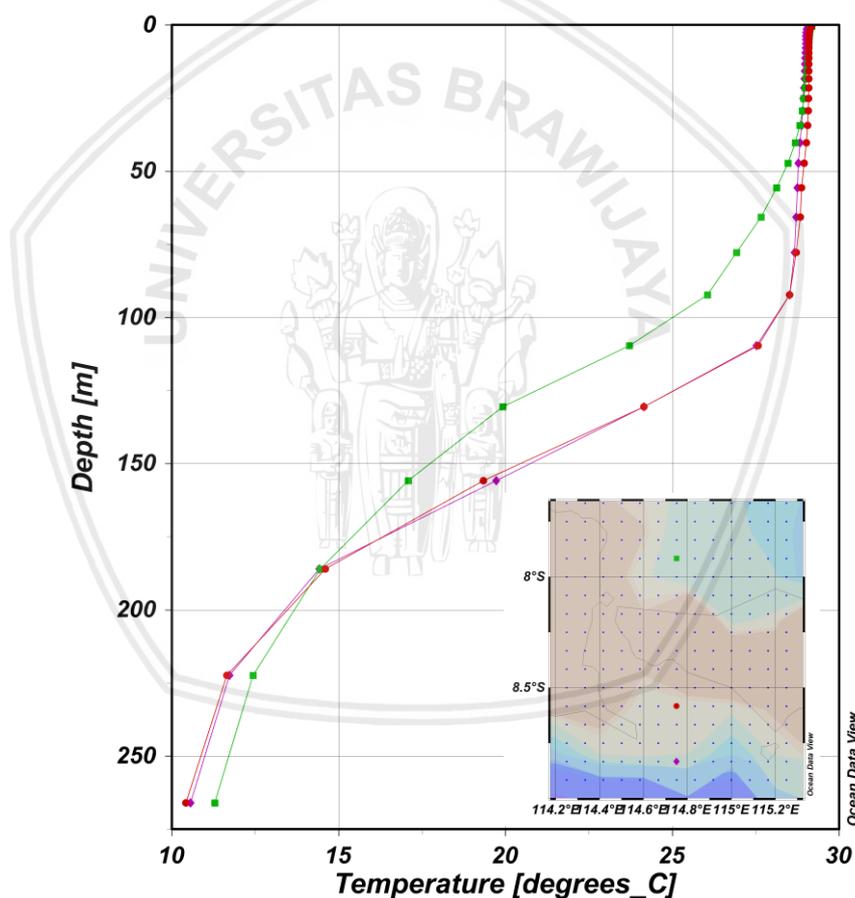
a. Mengubah *format file*

Pada saat pengolahan data menggunakan *software* microsoft excel, *format file* berupa *netCDF files* (.nc) harus dirubah menjadi *text files* (.txt). Pengubahan format untuk data suhu dan salinitas yang dilakukan pada *software* Ocean Data View (ODV). Klik "*open*" dan pilih data yang ingin diubah. Kemudian klik menu "*export*" dan pilih "*isosurface data*". Setelah itu klik "*save*" dan data akan berubah menjadi bentuk *text files* (.txt).

b. Penentuan Kedalaman

Pada penelitian ini penentuan lapisan kedalaman dibedakan menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan permukaan tercampur, lapisan termoklin, dan lapisan dalam. Lapisan tercampur terletak di atas lapisan termoklin, terdapat tiga kriteria lapisan tercampur berdasarkan suhu yaitu lapisan tercampur kriteria delta T (ΔT) = 0,5 °C, 0,8 °C dan 1 °C (Montegut et al., 2004; Teliandi et al., 2013). Lapisan dalam terletak di bawah lapisan tercampur. Lapisan tercampur dan lapisan dalam dilihat secara visual dari hasil penentuan lapisan termoklin. Lapisan termoklin dilakukan dengan melihat gradien suhu (ΔT), terdapat dua kriteria berdasarkan suhu, yaitu $\Delta T \geq 0,05$ °C dan $\Delta T \geq 0,1$ °C (BTSPC, 1992; Nontji, 1993; Aji et al., 2017). Menurut Harvey (1976), gradien suhu yang ada pada lapisan ini $\Delta T \geq 0,05$ °C. Penelitian ini menggunakan kriteria $\Delta T \geq 0,05$ °C karena kriteria ini adalah standar nilai absolut gradien penurunan temperatur

vertikal pada lapisan termoklin (*Bureau of technical supervision of the P.R of China, 1992; Herni et al., 2014*). Data suhu dan salinitas yang didapat diolah menggunakan *Ocean Data View (ODV) template station view*. Hasil *station section* suhu ketiga zona penelitian di Selat Bali dan sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 5. Pada perairan Utara Selat Bali (stasiun titik hijau), lapisan termoklin terdapat pada kedalaman 40,34 – 222,48 meter dengan ketebalan 182,14 meter. Pada lapisan termoklin ini terjadi penurunan suhu secara drastis dari 29 °C – 12 °C dengan gradien penurunan suhu sebesar 0,09 °C /m.



Gambar 6. Hasil *station section* suhu ketiga zona penelitian di Selat Bali dan sekitarnya

Hasil *station section* di perairan Selat Bali (stasiun titik merah), lapisan termoklin terdapat pada kedalaman 92,32 – 222,48 meter dengan ketebalan 130,16 meter. Pada lapisan termoklin ini terjadi penurunan suhu secara drastis dari 29 °C – 12 °C dengan gradien penurunan suhu sebesar 0,13 °C

/m. Pada perairan Selatan Selat Bali (stasiun titik ungu), lapisan termoklin terdapat pada kedalaman 92,32 - 222,48 meter dengan ketebalan 130,16 meter. Pada lapisan termoklin ini terjadi penurunan suhu secara drastis dari 29 °C – 12 °C dengan gradien penurunan suhu sebesar 0,13 °C /m. Penentuan kedalaman pada setiap lapisan berdasarkan kedalaman yang tersedia pada web <http://indeso.web.id>.

c. Pembuatan Grafik Variabilitas Suhu dan Salinitas 5 Tahun

Grafik variabilitas suhu dan salinitas didapatkan dari hasil pengolahan data dengan *software microsoft excel*. Data suhu dan salinitas yang telah diubah ke dengan ODV dimasukkan ke dalam *software Ms. Excel* berdasarkan pembagian zona, parameter, dan kedalaman. Data kemudian diurutkan berdasarkan tahun, dimulai dari tahun 2013 sampai tahun 2017. Setelah itu semua data diolah menjadi ke bentuk grafik dengan *tools* untuk membuat grafik di *software Ms. Excel*.

d. Pembuatan Grafik Variabilitas suhu dan Salinitas musiman

Grafik variabilitas suhu dan salinitas didapatkan dari hasil pengolahan data dengan *software Ms. Excel*. Data suhu dan salinitas yang telah diubah ke dengan ODV dimasukkan ke dalam *microsoft excel* berdasarkan pembagian zona, parameter, dan kedalaman. Data suhu dan salinitas selama 5 tahun dibuat rata-rata pada setiap bulannya agar mendapatkan nilai rata-rata 5 tahun dalam setiap bulannya. Data kemudian dibuat rata-rata setiap 3 bulan untuk mendapatkan data musiman. Musim Barat terdiri dari bulan Desember sampai Februari, musim peralihan 1 terdiri dari bulan Maret sampai Mei, musim Timur terdiri dari bulan Juni sampai Agustus, dan musim peralihan 2 terdiri dari bulan September sampai November. Setelah itu semua data diolah menjadi ke bentuk grafik dengan *tools* untuk membuat grafik di *software microsoft excel*. Hal tersebut dilakukan kembali pada setiap zona dan kedalaman.

- e. Pembuatan grafik hubungan ONI, DMI dan nilai anomali suhu dan salinitas

Grafik hubungan ONI, DMI dan nilai anomali suhu dan salinitas didapatkan dari hasil pengolahan data dengan *software* Ms. Excel. Data suhu dan salinitas yang telah diubah ke dengan ODV dimasukkan ke dalam *software* Ms. Excel berdasarkan pembagian zona, parameter, dan kedalaman. Kemudian nilai anomali suhu dan salinitas didapat dengan persamaan : $(x_i - \bar{x})$, ' x_i ' mewakili data orisinil dan \bar{x} mewakili nilai rata-rata perbulan data pada setiap kedalaman dan zona . Kemudian data ONI dan DMI yang telah didapat dimasukkan ke dalam *software* Ms. Excel. Setelah itu semua data diolah menjadi ke bentuk grafik dengan *tools* untuk membuat grafik di *software* Ms. Excel.

- f. Pembuatan Diagram T-S

Diagram T-S (*Temperature-Salinity*) berguna dalam menganalisis karakteristik fisik massa air yang dibuat dengan menggunakan *software* ODV. Diagram T-S menggambarkan hubungan antara suhu dan salinitas yang terobservasi secara bersamaan, pada berbagai kedalaman kolom air laut secara vertikal. Diagram T-S berguna untuk menggambarkan massa air, distribusi geografis, pencampuran massa air, dan gerakan air laut. Air laut dari daerah tertentu memiliki ciri khas suhu dan salinitas tertentu (Stewart, 2008). Analisis dan identifikasi massa air dilakukan secara visual terhadap Diagram T-S. Acuan yang digunakan dalam analisis dan identifikasi massa air adalah klasifikasi yang dilakukan oleh Wyrтки, (1961).

3.5.3 Tahap Analisis Data

Berikut merupakan tahapan analisis data. Pada tahap ini meliputi analisa ENSO, analisa IOD, analisa pengaruh ENSO dan IOD terhadap suhu dan salinitas.

3.6.3.1 Analisis ENSO

Analisis ENSO dapat dilakukan dengan mengidentifikasi grafik ENSO yang mewakili tren ENSO. Grafik ENSO menampilkan grafik yang membagi data anomali SPL menjadi *El Niño* dan *La Niña*. Fenomena *El Niño* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, sedangkan untuk fenomena *La Niña* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, NOAA (2019). Data yang dianalisis dalam penelitian ini berdasarkan kejadian ENSO pada tahun 2013 – 2017. Data ONI diolah dengan *software* Ms. Excel.

3.6.3.2 Analisis IOD

Analisis IOD dilakukan dengan mengidentifikasi grafik IOD yang mewakili tren IOD. Grafik IOD menunjukkan peristiwa yaitu, IOD Positif dan IOD Negatif. Fenomena IOD Positif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5, sedangkan untuk fenomena IOD Negatif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5, Jamstec (2019). Hal tersebut harus berlangsung selama 3-4 bulan berturut-turut dalam satu tahun kejadian fenomena IOD (Yamagata *et al.*,2002; Vinayachandran *et al.*,2007; 2009). Data yang digunakan untuk menganalisa peristiwa IOD yaitu data DMI pada tahun 2013 – 2017. Data DMI diolah menggunakan *software* Ms. Excel.

3.6.3.3 Analisis Pengaruh ENSO dan IOD terhadap Suhu dan Salinitas

Analisis pengaruh ENSO dan IOD terhadap suhu dan salinitas dilakukan dengan metode analisis statistik *Principal Component Analysis* (PCA). Metode analisis statistik PCA dapat digunakan untuk mengubah data dimensi yang lebih tinggi ke dimensi yang lebih rendah yang berguna dalam analisis data, visualisasi, *feature extraction* atau kompresi data (Raiko *et al.*, 2007). Kelebihan dari metode PCA adalah data akan menjadi lebih sederhana dan waktu yang dibutuhkan untuk

pengklasifikasian data menjadi lebih sedikit (Blei, 2008; Fachri *et al.*, 2015). Hasil dari analisis PCA ini akan menunjukkan variabel penelitian yang berperan penting. Sehingga dapat melihat variabel yang mempengaruhi suhu dan salinitas.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Variabilitas Suhu

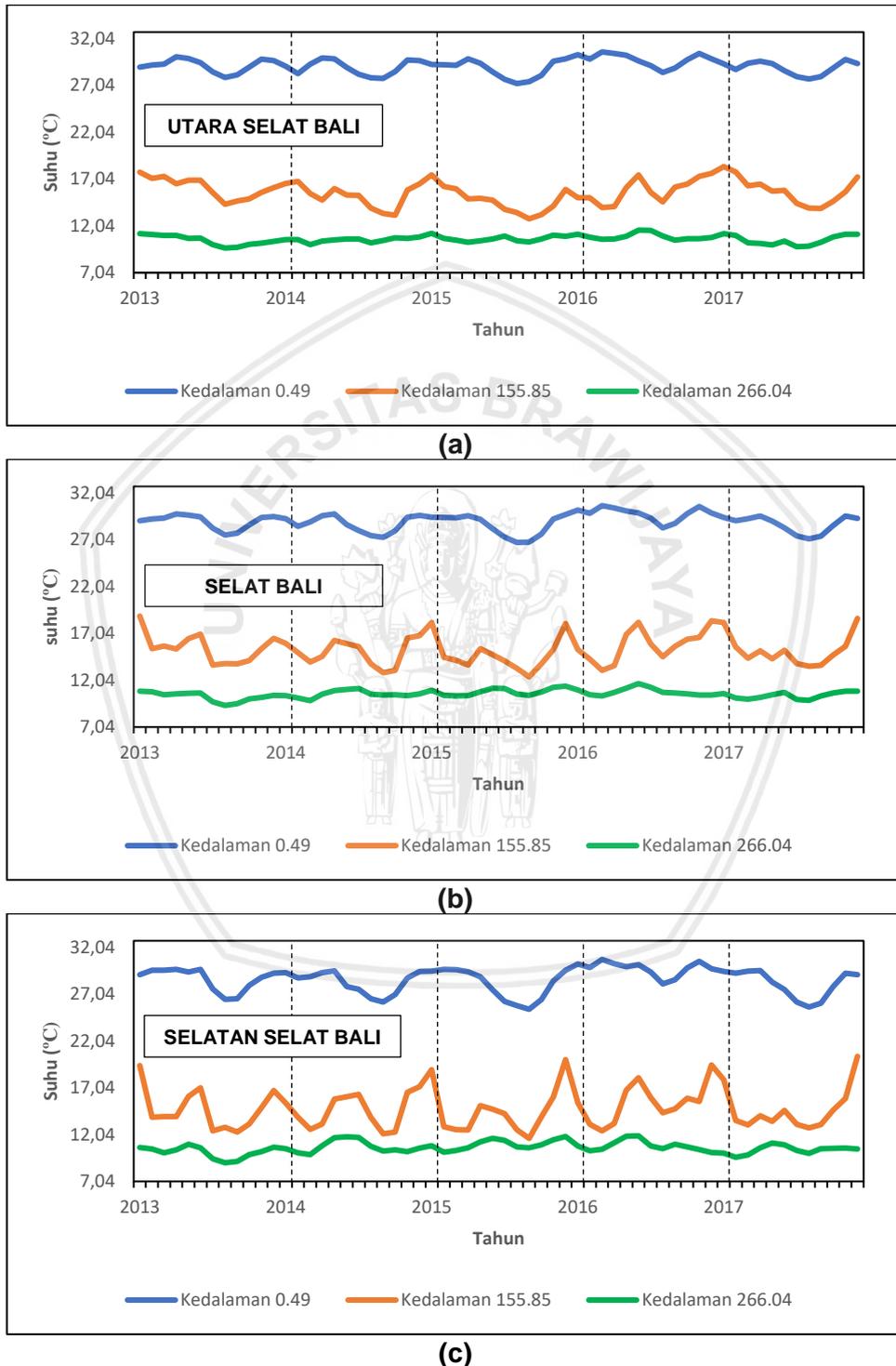
Variabilitas suhu menjelaskan tentang variabilitas suhu dalam kurun waktu 5 tahun, variabilitas suhu musiman, dan anomali suhu.

4.1.1 Variabilitas Suhu 5 Tahun

Analisis variabilitas suhu selama 5 tahun dilakukan dengan menggunakan data suhu rata-rata bulanan selama periode 2013 – 2017 di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali. Fluktuasi suhu yang terlihat selama 5 tahun disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7a untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 7b untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 7c untuk perairan selatan Selat Bali.

Berdasarkan Gambar 7a menunjukkan fluktuasi nilai suhu pada perairan utara Selat Bali di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 29,18 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 28,95 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 28,80 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 29,82 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 28,92 °C. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 16,16 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 15,27 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 14,82 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 15,81 °C. Tahun 2017 kembali mengalami kenaikan nilai suhu yaitu 15,87 °C. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,49 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai suhu yaitu 10,54 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami kenaikan kembali yaitu

berada di angka 10,68 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 10,91 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 10,52 °C.



Gambar 7. Grafik variabilitas suhu di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) selama 5 Tahun

Fluktuasi nilai suhu pada perairan Selat Bali (Gambar 7b) di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 28,99 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 28,73 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 28,58 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 29,84 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 28,69 °C. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 15,52 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 15,04 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 14,81 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 15,76 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 15,25 °C. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,28 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai suhu yaitu 10,55 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 10,82 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 10,81 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 10,41 °C.

Fluktuasi nilai suhu pada perairan selatan Selat Bali (Gambar 7c) di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 28,66 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 28,28 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 28,07 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 29,80 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 28,16 °C. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 14,74 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 14,62 °C. Tahun 2015 nilai suhu tidak mengalami penurunan maupun kenaikan yaitu berada di angka 14,81 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 15,44 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 14,72

°C. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,15 °C. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai suhu yaitu 10,74 °C. Tahun 2015 nilai suhu mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 11 °C. Pada tahun 2016 nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 10,85 °C. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai suhu yaitu 10,41 °C.

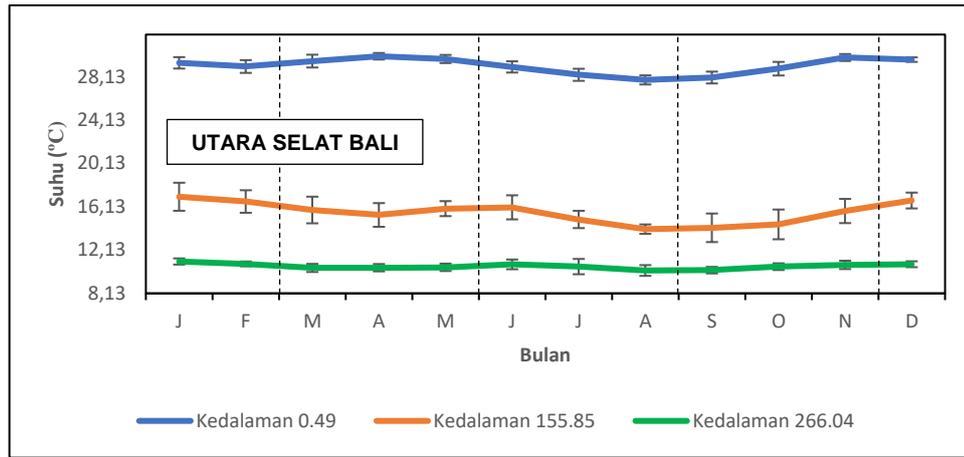
Data parameter Suhu yang terlihat selama periode 2013-2017 menunjukkan semakin bertambahnya kedalaman maka nilai Suhu akan mengalami penurunan. Menurut Wyrcki (1961), secara vertikal nilai suhu akan semakin rendah seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini dikarenakan suhu di perairan laut sangat dipengaruhi oleh pencaran energi sinar matahari. Energi matahari akan diserap oleh massa air yang disebut dengan Absorsi. Semakin dalam suatu lapisan perairan, semakin sulit untuk mengalami proses absorsi energi cahaya matahari.

Sebaran suhu secara horizontal menunjukkan nilai suhu di Perairan utara Selat Bali cenderung lebih hangat jika dibandingkan dengan perairan Selat Bali dan perairan selatan Selat Bali. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, menurut Saragih (2002), massa air di perairan Utara Selat Bali umumnya memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah selatannya. Hal tersebut diduga karena bentuk selat bali yang seperti corong menghadap ke selatan. Sehingga massa air di perairan Selat Bali lebih dipengaruhi massa air Samudera Hindia dan massa air hangat di Utara Selat Bali diduga berasal dari pantai Bali. Berdasarkan letak lintang, daerah-daerah pada lintang $10^{\circ}\text{LU} - 10^{\circ}\text{LS}$ memiliki intensitas penyinaran matahari yang lebih tinggi. Akibatnya suhu air laut di sekitar garis ekuator akan lebih hangat jikat dibandingkan suhu air laut yang semakin dekat ke arah kutub (Hutagalung, 1988).

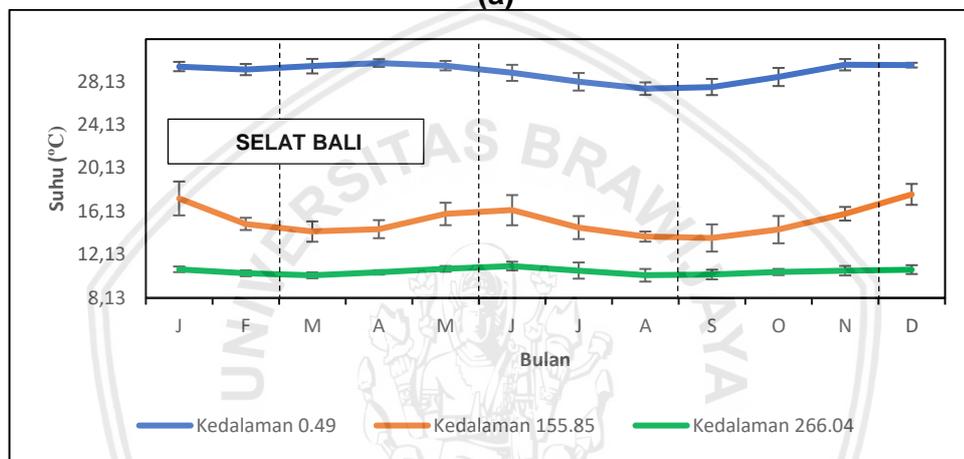
4.1.2 Variabilitas Suhu Musiman

Analisis variabilitas suhu musiman dilakukan dengan menggunakan data suhu rata-rata bulanan selama periode 2013 – 2017 yang dikelompokkan menjadi musim Barat (Desember - Februari), musim peralihan I (Maret – Mei), musim Timur (Juni – Agustus) dan musim peralihan II (September-November) di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali. Fluktuasi suhu musiman yang terlihat disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 8a untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 8b untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 8c untuk perairan selatan Selat Bali.

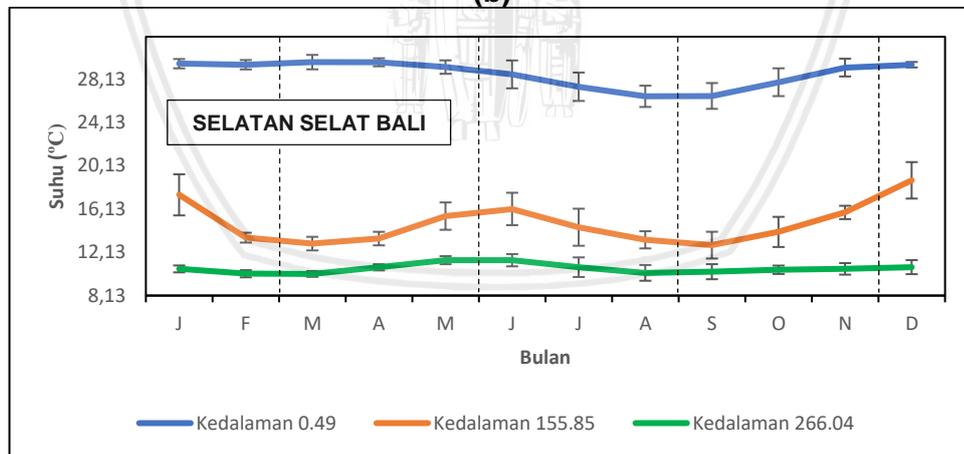
Berdasarkan pada Gambar 8a tersebut menunjukkan bahwa di perairan utara Selat Bali pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember- Februari) rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 29,25 °C. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei) mengalami sedikit kenaikan nilai suhu yaitu 29,79 °C. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai suhu mengalami penurunan yaitu berada di angka 28,40 °C. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 28,95 °C. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 16,83 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 15,72 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 15,03 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan kembali dengan nilai 14,81 °C. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,96 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami penurunan nilai suhu yaitu 10,50 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami kenaikan yaitu berada di angka 10,55 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 10,54 °C.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Grafik variabilitas suhu musiman di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) pada kedalaman 0,49 m, 155,85 m, dan 266,04 m

Variabilitas suhu musiman di perairan Selat Bali (Gambar 8b) pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember- Februari) rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 29,36 °C. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei) mengalami sedikit

kenaikan nilai suhu yaitu 29,65 °C. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai suhu mengalami penurunan yaitu berada di angka 28,16 °C. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 28,61 °C. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 16,14 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami penurunan nilai suhu yaitu 14,88 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami kenaikan yaitu berada di angka 14,89 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 14,67 °C. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,59 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami sedikit penurunan nilai suhu yaitu 10,51 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami kenaikan yaitu berada di angka 10,65 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 10,49 °C.

Variabilitas suhu musiman di perairan selatan Selat Bali (Gambar 8c) pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember- Februari) rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 29,50 °C. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei) mengalami sedikit kenaikan nilai suhu yaitu 29,53 °C. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai suhu mengalami penurunan yaitu berada di angka 27,50 °C. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai suhu mengalami kenaikan dengan nilai 27,86 °C. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 15,46 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami penurunan nilai suhu yaitu 13,93 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami kenaikan yaitu berada di angka 14,62 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 14,20 °C. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai suhu menunjukkan angka 10,37 °C. Pada saat musim peralihan I mengalami kenaikan nilai suhu yaitu 10,76 °C. Pada saat musim Timur nilai suhu mengalami kenaikan yaitu berada di angka 10,79 °C. Pada saat musim peralihan II nilai suhu mengalami penurunan dengan nilai 10,48 °C.

Variabilitas suhu musiman pada perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, perairan selatan Selat Bali periode 2013-2017 menunjukkan bahwa Pada musim Barat memiliki nilai suhu lebih tinggi dibandingkan dengan musim Timur. Musim peralihan I umumnya suhu masih tergolong tinggi, dan saat musim peralihan II yang terjadi setelah musim Timur terlihat bahwa nilai suhu masih tergolong rendah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya, menurut (Siregar et al., 2017), umumnya musim Barat memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dibandingkan saat musim Timur. Hal tersebut diduga karena saat musim Barat massa air yang ditemukan massa air Laut Cina Selatan dan saat musim Timur ditemukan massa air Selat Makassar. Menurut Ilahude (1975), pada musim Barat di perairan Selat Bali dan sekitarnya memiliki suhu yang tinggi. Sedangkan pada musim Timur, nilai suhu pada musim ini relatif lebih rendah. Hal tersebut diduga karena saat musim Barat ada pergerakan Arus Pantai Jawa (APJ) yang bergerak menuju Timur dan masuk ke Selat Bali. Karakteristik massa air yang dibawa oleh APJ memiliki nilai suhu yang tinggi. Menurut Wyrcki (1961), pada saat musim Timur angin muson timur sedang berkembang yang mengakibatkan Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) mengalir ke arah barat dan mendesak APJ. AKS menyebabkan terjadinya proses *upwelling*. Beberapa indikator dari fenomena *upwelling* yaitu suhu menjadi lebih rendah dan salinitas akan bergerak dari bawah menuju permukaan (Susanto et al., 2001; Hendiarti et al., 2004; Pranowo et al., 2005; Kunarso et al., 2011; Wardani et al., 2013). Selain 2 arus tersebut, perairan di Indonesia dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Through Flow* (Wyrcki, 1961). ARLINDO masuk perairan Indonesia melalui Selat Makassar yang kemudian mengalir ke Samudera Hindia dan laut Banda melalui Laut Flores dan Selat Lombok (Gordon et al., 2010). Namun, perairan Selat Bali dan sekitarnya cenderung tidak terlalu dipengaruhi oleh Laut Flores atau Selat Lombok karena

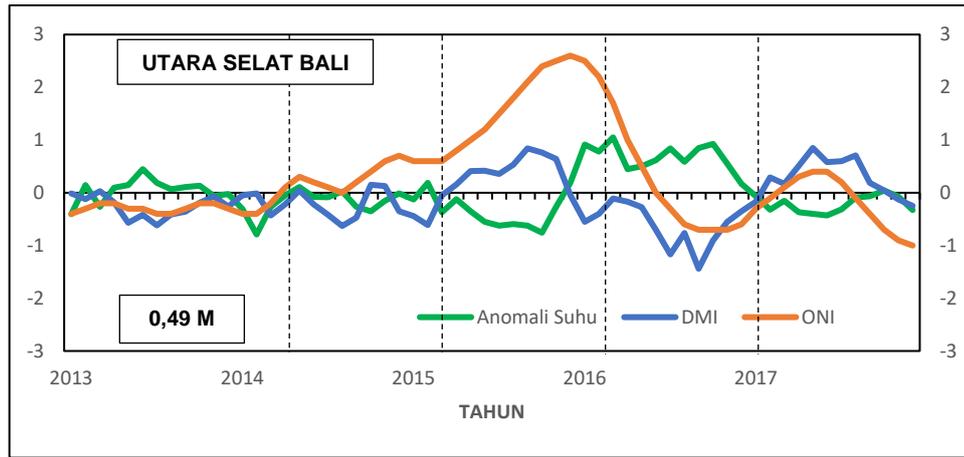
bentuknya yang menyerupai corong yang membuka luas ke arah selatan dan sempit di utara (Burhanuddin & Prasetyo, 1982; Setyohadi, 2009).

Secara umum, suhu tinggi terjadi pada saat musim Barat hingga peralihan I dan suhu rendah terjadi pada musim Timur dan peralihan II (Fitriah dan Nahib, 2007; Zulkhasyani, 2015).

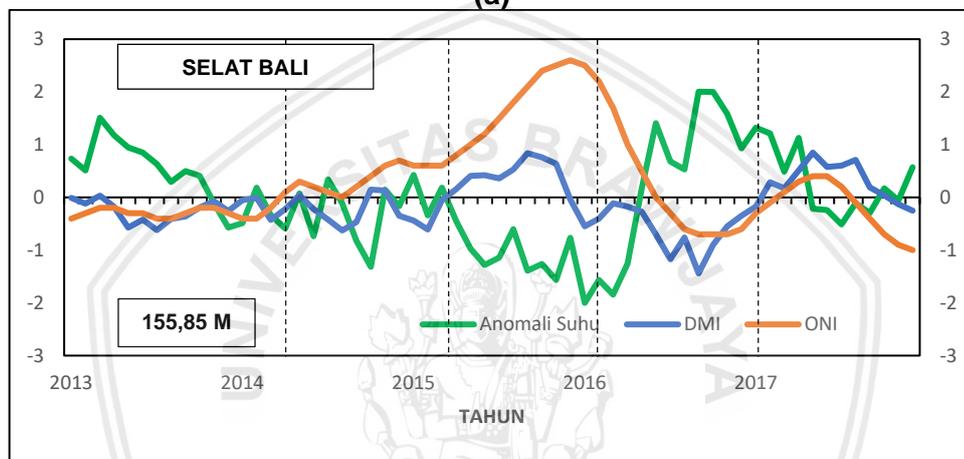
4.1.3 Anomali Suhu

Analisis anomali suhu dilakukan dengan menggunakan data anomali suhu bulanan selama periode 2013 – 2017 di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali dan dikaitkan dengan fenomena ENSO dan IOD. Hubungan dan pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap suhu yang terlihat selama 5 tahun disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9 untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 10 untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 11 untuk perairan selatan Selat Bali.

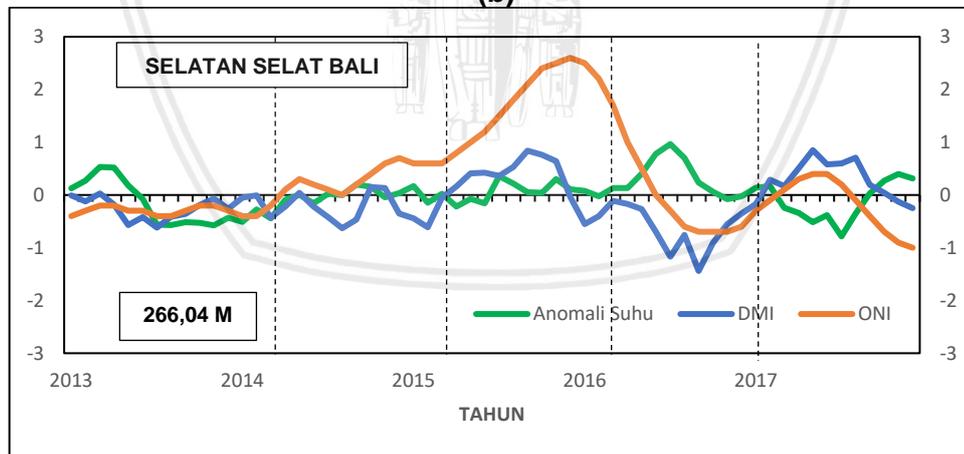
Gambar 9 menunjukkan fluktuasi anomali suhu di perairan utara Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda. Pada kedalaman 0,49 meter tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negative dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 1,05 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,91, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,04, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,45 dan pada tahun 2014 sebesar 0,11. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -0,79 terjadi pada saat fase normal pada tahun 2014 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD Negatif pada tahun 2016 sebesar 0,17, ketika terjadi fenomena IOD Positif pada tahun 2017 sebesar -0,43, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,41 dan saat fenomena El Nino dan IOD Positif pada tahun 2015 sebesar -0,76.



(a)



(b)



(c)

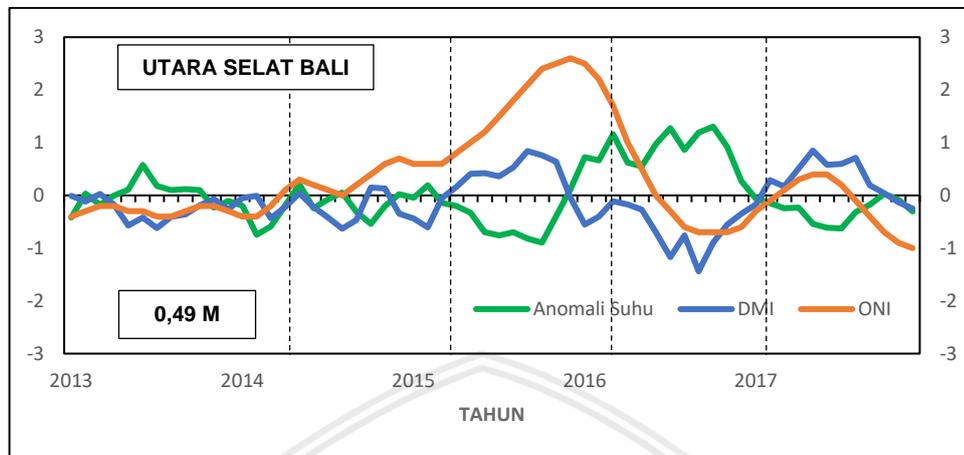
Gambar 9. Grafik anomali suhu di perairan utara Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

Fluktuasi anomali suhu di perairan utara Selat Bali selama 5 tahun pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 9b), tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 2

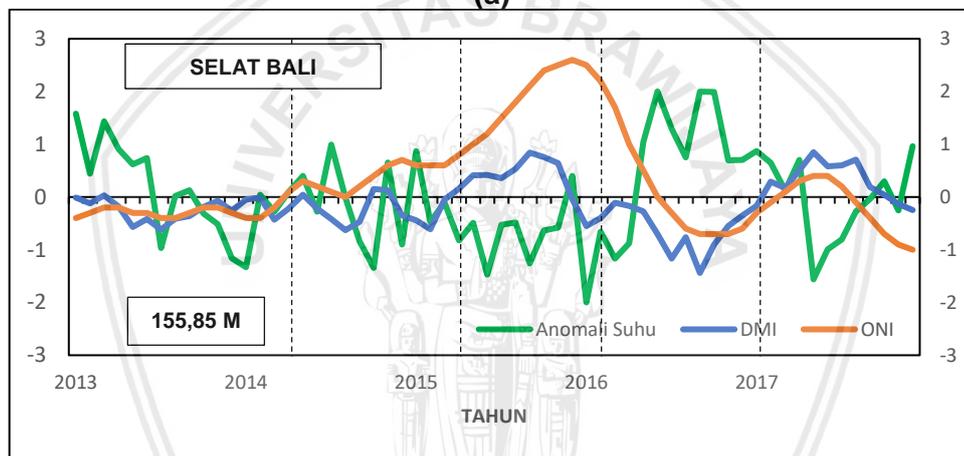
dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,43, ketika terjadi IOD Positif pada tahun 2017 sebesar 1,32, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 1,51 dan tahun 2014 sebesar 0,34. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -2 terjadi pada saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -1,57, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,51, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,57 dan pada tahun 2014 sebesar -1,32. Pada kedalaman 266,04 tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negative dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 0,97 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,36, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,40, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,53 dan pada tahun 2014 sebesar 0,20. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -0,78 pada tahun 2017 saat fase fenomena IOD positif dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,22, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar -0,08, saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,51 dan 2013 sebesar -0,58.

Gambar 10 menunjukkan fluktuasi anomali suhu di perairan Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda. Pada kedalaman 0,49 meter tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negative dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 1,30 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,19, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,03, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,58 dan pada tahun 2014 sebesar 0,21. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -0,90 terjadi pada saat saat fenomena El Nino dan IOD Positif pada tahun 2015 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD Negatif pada tahun 2016 sebesar 0,27, ketika terjadi fenomena IOD Positif pada tahun 2017

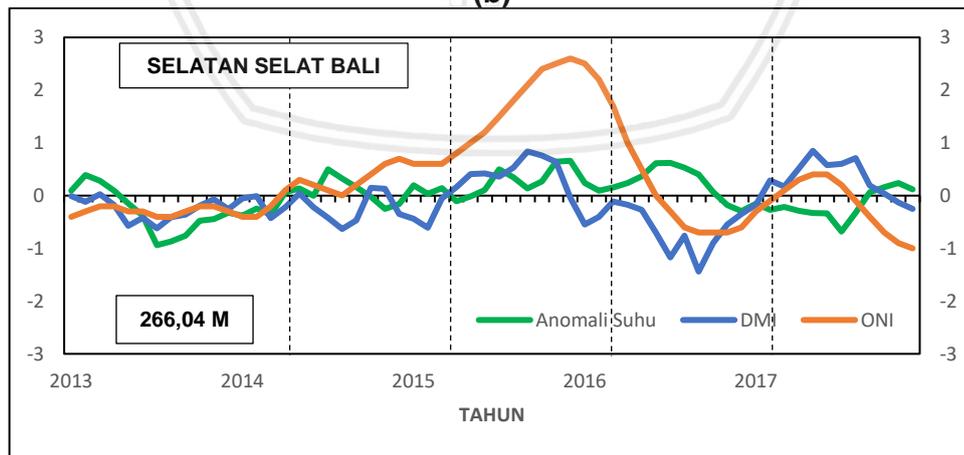
sebesar -0,63, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,42 dan pada tahun 2014 sebesar -0,75.



(a)



(b)



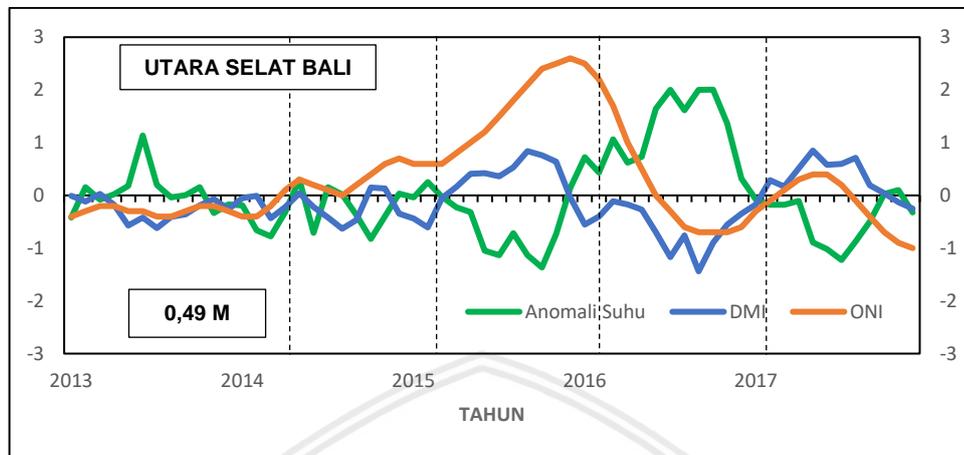
(c)

Gambar 10. Grafik anomali suhu di perairan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

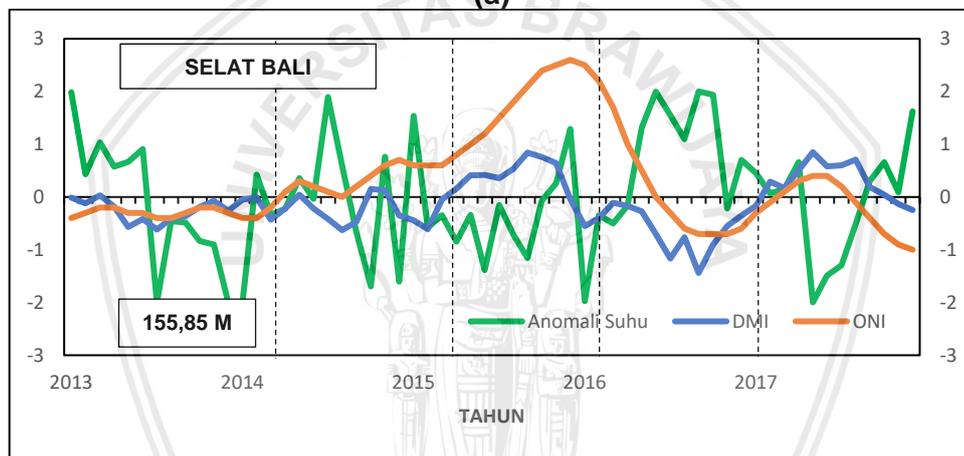
Fluktuasi anomali suhu di perairan Selat Bali selama 5 tahun pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 10b), tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 2 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,43, ketika terjadi IOD Positif pada tahun 2017 sebesar 1,32, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 1,51 dan tahun 2014 sebesar 0,34. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -2 terjadi pada saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -1,57, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,51, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,57 dan pada tahun 2014 sebesar -1,32. Pada kedalaman 266,04 tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 0,66 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,62, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,24, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,39 dan pada tahun 2014 sebesar 0,50. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -0,94 pada tahun 2013 saat fase normal dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,11, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar -0,29, saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,38 dan saat fenomena IOD positif tahun 2017 sebesar -0,68.

Gambar 11 menunjukkan fluktuasi anomali suhu di perairan selatan Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda. Pada kedalaman 0,49 meter tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negative dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 2 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,25, ketika

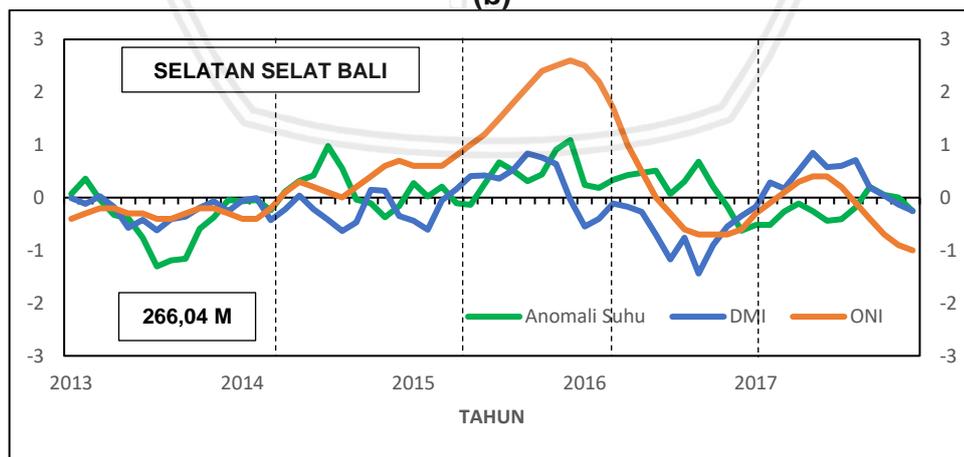
terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,10, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 1,14 dan pada tahun 2014 sebesar 0,30.



(a)



(b)



(c)

Gambar 11. Grafik anomali suhu di perairan selatan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

Penurunan anomali suhu terendah mencapai -1,37 terjadi pada saat saat fenomena El Nino dan IOD Positif pada tahun 2015 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD Negatif pada tahun 2016 sebesar 0,32, ketika terjadi fenomena IOD Positif pada tahun 2017 sebesar -1,23, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,42 dan pada tahun 2014 sebesar -0,82. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2016 sedang terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 2 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 1,54, ketika terjadi IOD Positif pada tahun 2017 sebesar 1,62, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 1,99 dan tahun 2014 sebesar 1,90. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -2 terjadi pada saat terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -2, saat fase normal pada tahun 2013 dan 2014 sebesar -2 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -1,39 dan saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar -1,97. Pada kedalaman 266,04 tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami kenaikan anomali suhu tertinggi mencapai 1,09 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,68, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,20, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,36 dan pada tahun 2014 sebesar 0,98. Penurunan anomali suhu terendah mencapai -1,30 pada tahun 2013 saat fase normal dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,14, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar -0,62, saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,37 dan saat fenomena IOD positif tahun 2017 sebesar -0,52.

Berdasarkan data yang didapatkan selama periode 2013 – 2017 respon nilai anomali suhu terhadap fenomena ENSO dan IOD dapat berubah – ubah berdasarkan kedalaman dan peristiwa apa yang sedang berlangsung. Umumnya

nilai anomali suhu dapat mencapai nilai maksimum saat terjadi fenomena *La Nina* dan IOD negative pada tahun 2016 dan dapat mencapai nilai minimum pada saat terjadi fenomena *El Nino* dan IOD positif pada tahun 2015. Hal tersebut diduga terjadi akibat pengaruh dari fenomena *El Nino* yang menyebabkan penurunan suhu di perairan Indonesia. Sedangkan *La Nina* menyebabkan peningkatan suhu di perairan Indonesia (Tjasyono, 2009; Elifant Yuggotomo dan Ihwan, 2014). Fenomena IOD memiliki dua fase, yaitu fenomena IOD Positif dan IOD Negatif. IOD Positif menyebabkan kekeringan atau penurunan curah hujan di Indonesia dan penurunan nilai suhu air laut. Sebaliknya, ketika fenomena IOD Negatif terjadi menyebabkan wilayah Indonesia mengalami curah hujan yang tinggi serta mengalami kenaikan suhu air laut (Saji *et al.*, 1999; Vinayachandran *et al.*, 2002).

4.2 Variabilitas Salinitas

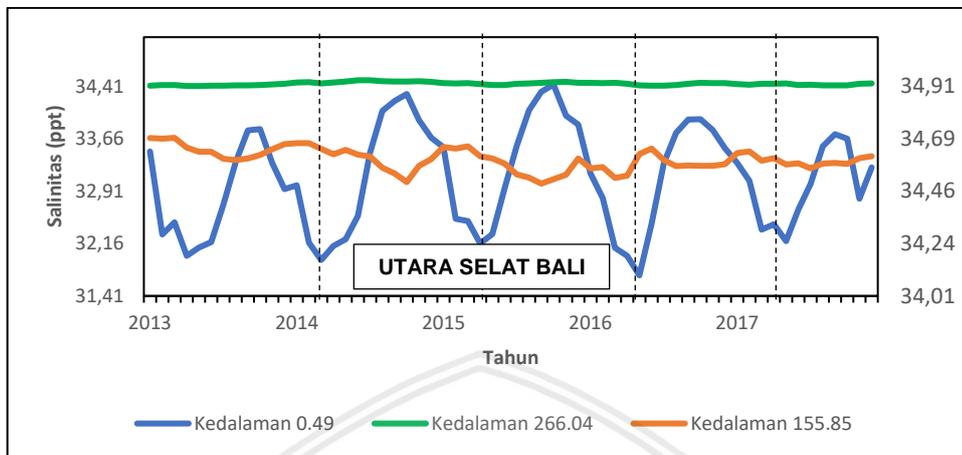
Variabilitas salinitas menjelaskan tentang variabilitas suhu dalam kurun waktu 5 tahun, variabilitas salinitas musiman, dan anomali salinitas.

4.2.1 Variabilitas Salinitas 5 Tahun

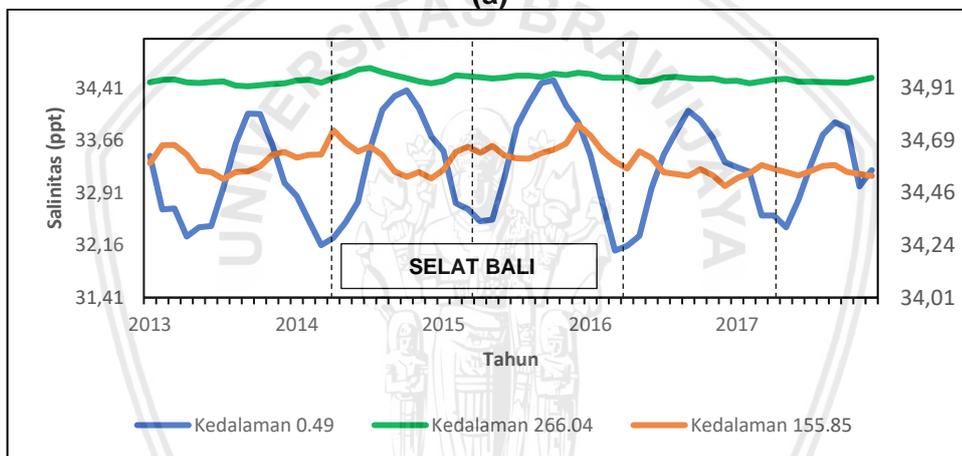
Analisis variabilitas salinitas selama 5 tahun dilakukan dengan menggunakan data suhu rata-rata bulanan selama periode 2013 – 2017 di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali. Fluktuasi salinitas yang terlihat selama 5 tahun disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 12a untuk perairan Utara Selat Bali, Gambar 12b untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 12c untuk perairan Selatan Selat Bali.

Berdasarkan Gambar 12a menunjukkan fluktuasi nilai salinitas pada perairan utara Selat Bali di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 32,87 ppt. Pada tahun 2014 mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 33,14 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 33,35 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas

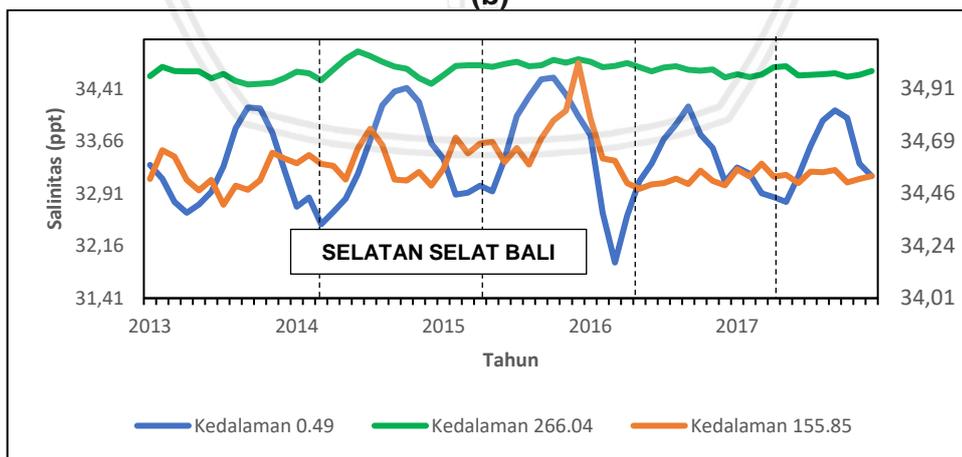
mengalami penurunan dengan nilai 33,04 ppt. Tahun 2017 mengalami penurunan kembali nilai salinitas yaitu 33 ppt.



(a)



(b)



(c)

Gambar 12. Grafik variabilitas salinitas di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) selama 5 Tahun

Fluktuasi nilai salinitas di perairan utara Selat Bali pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 12a), tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,64 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit penurunan nilai salinitas yaitu 34,60 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 34,58 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan kembali dengan nilai 34,57 ppt. Tahun 2017 mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 34,59 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,43 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,48 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami penurunan yaitu berada di angka 34,46 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan kembali dengan nilai 34,45 ppt. Tahun 2017 kembali mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 34,44 ppt.

Fluktuasi nilai salinitas di perairan Selat Bali (Gambar 12b) di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 33,11 ppt. Pada tahun 2014 mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 33,27 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 33,52 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 33,17 ppt. Tahun 2017 mengalami penurunan kembali nilai salinitas yaitu 33,16 ppt. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,59 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,61 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 34,64 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 34,58 ppt. Tahun 2017 mengalami penurunan kembali nilai salinitas yaitu 34,55 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,49 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,57 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 34,58 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas

mengalami penurunan dengan nilai 34,55 ppt. Tahun 2017 kembali mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 34,51 ppt.

Fluktuasi nilai salinitas pada perairan selatan Selat Bali (Gambar 12c) di setiap kedalaman, pada kedalaman 0,49 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 33,33 ppt. Pada tahun 2014 mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 33,43 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 33,70 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 33,29 ppt. Tahun 2017 mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 33,36 ppt. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,54 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,59 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 34,70 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 34,55 ppt. Tahun 2017 mengalami penurunan nilai salinitas kembali yaitu 34,54 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter tahun 2013 rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,59 ppt. Pada tahun 2014 mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,70 ppt. Tahun 2015 nilai salinitas mengalami kenaikan kembali yaitu berada di angka 34,76 ppt. Pada tahun 2016 nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 34,71 ppt. Tahun 2017 kembali mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 34,63 ppt.

Sebaran nilai salinitas secara vertikal akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Ross, 1970). Data parameter salinitas yang terlihat selama periode 2013-2017 menunjukkan semakin bertambahnya kedalaman maka nilai salinitas akan mengalami kenaikan. Namun, pada kedalaman 266,04 salinitas pada perairan Utara Selat Bali, Selat Bali, dan cenderung mengalami penurunan nilai salinitas dari kedalaman 155,85 meter. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya Saragih (2002), nilai salinitas pada lapisan haloklin mengalami kenaikan yang sangat drastis dan lapisan di

bawahnya memiliki nilai salinitas yang lebih rendah. Hal tersebut diduga berasal dari massa air Samudera Hindia yang memiliki nilai salinitas yang tinggi.

Sebaran salinitas secara horizontal menunjukkan nilai salinitas di Perairan Utara Selat Bali cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan perairan Selat Bali dan perairan Selatan Selat Bali. Hal tersebut diduga karena perairan Utara Selat Bali terletak pada garis lintang yang lebih tinggi disbanding dengan perairan Selat Bali dan perairan Selatan Selat Bali. Nilai salinitas akan semakin tinggi apabila terletak ke arah garis lintang yang lebih tinggi (Ross, 1970).

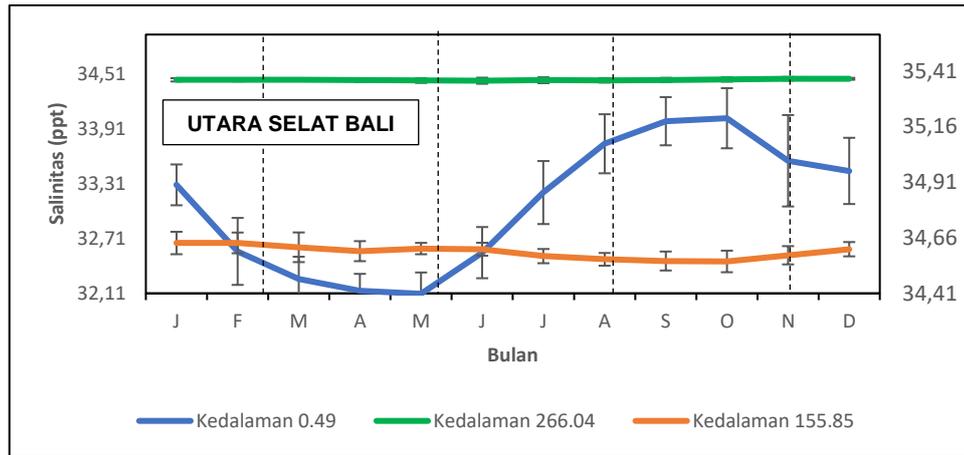
4.2.2 Variabilitas Salinitas Musiman

Analisis variabilitas salinitas musiman dilakukan dengan menggunakan data suhu rata-rata bulanan selama periode 2013 – 2017 yang dikelompokkan menjadi musim Barat (Desember - Februari), musim peralihan I (Maret – Mei), musim Timur (Juni – Agustus) dan musim peralihan II (September-November) di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali. Fluktuasi salinitas musiman yang terlihat disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 13a untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 13b untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 13c untuk perairan selatan Selat Bali.

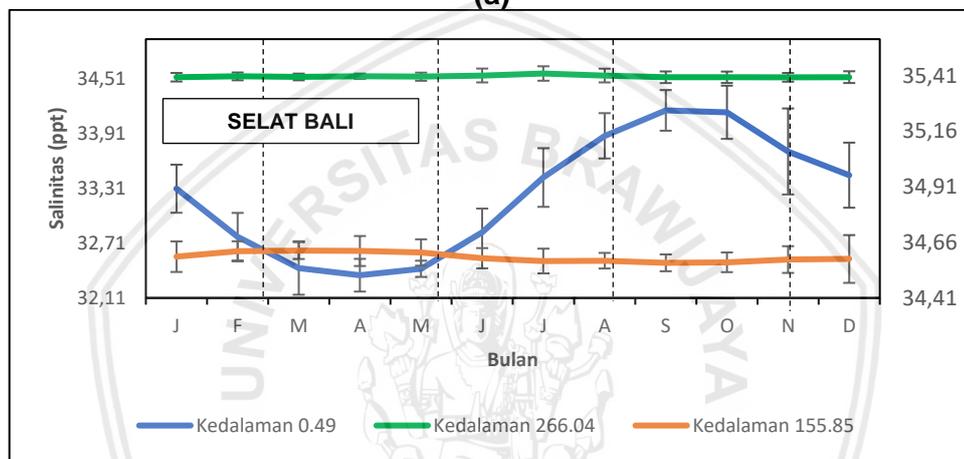
Berdasarkan pada Gambar 13a tersebut menunjukkan bahwa di perairan utara Selat Bali pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember-Februari) rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 32,94 ppt. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei) mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 32,17 ppt. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai salinitas mengalami kenaikan yaitu berada di angka 33,17 ppt. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai salinitas mengalami kenaikan dengan nilai 33,87 ppt. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,64 ppt. Pada saat musim peralihan I mengalami sedikit penurunan nilai salinitas yaitu 34,61 ppt.

Pada saat musim Timur nilai salinitas mengalami penurunan kembali yaitu berada di angka 34,58 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami penurunan kembali dengan nilai 34,56 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,45 ppt. Variabilitas salinitas musiman di perairan utara Selat Bali pada saat musim peralihan I tidak mengalami penurunan maupun kenaikan nilai salinitas yaitu 34,45 ppt. Pada saat musim Timur nilai salinitas tidak mengalami penurunan maupun kenaikan yaitu berada di angka 34,45 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami kenaikan dengan nilai 34,46 ppt.

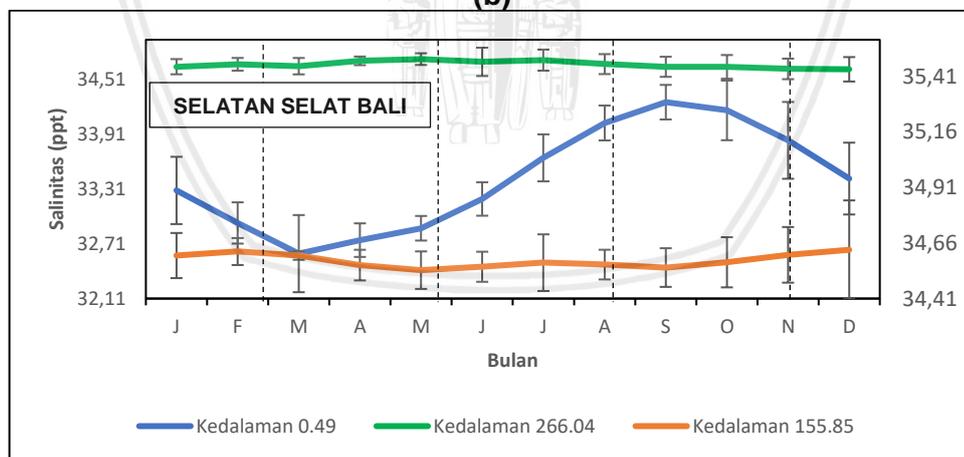
Variabilitas salinitas musiman di perairan Selat Bali (Gambar 13b) pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember- Februari) rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 33,05 ppt. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei) mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 32,41 ppt. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai salinitas mengalami kenaikan yaitu berada di angka 33,38 ppt. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai salinitas mengalami kenaikan dengan nilai 34,01 ppt. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,61 ppt. Pada saat musim peralihan I mengalami sedikit kenaikan nilai salinitas yaitu 34,62 ppt. Pada saat musim Timur nilai salinitas mengalami penurunan yaitu berada di angka 34,58 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami penurunan kembali dengan nilai 34,57 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,54 ppt. Pada saat musim peralihan I tidak mengalami penurunan maupun kenaikan nilai salinitas yaitu 34,54 ppt. Pada saat musim Timur nilai salinitas mengalami kenaikan yaitu berada di angka 34,56 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 34,53 ppt.



(a)



(b)



(c)

Gambar 13. Grafik variabilitas salinitas musiman di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c) pada kedalaman 0,49 m, 155,85 m, dan 266,04 m

Variabilitas salinitas musiman di perairan selatan Selat Bali (Gambar 13c) pada kedalaman 0,49 meter saat musim Barat (Desember- Februari) rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 33,12 ppt. Pada saat musim peralihan I (Maret-Mei)

mengalami penurunan nilai salinitas yaitu 32,75 ppt. Pada saat musim Timur (Juni-Agustus) nilai salinitas mengalami kenaikan yaitu berada di angka 33,63 ppt. Pada saat musim peralihan II (September-November) nilai salinitas mengalami kenaikan dengan nilai 34,10 ppt. Pada kedalaman 155,85 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,61 ppt. Pada saat musim peralihan I mengalami sedikit penurunan nilai salinitas yaitu 34,57 ppt. Pada saat musim Timur nilai salinitas mengalami penurunan yaitu berada di angka 34,56 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami kenaikan dengan nilai 34,58 ppt. Pada kedalaman 266,04 meter saat musim Barat rata-rata nilai salinitas menunjukkan angka 34,67 ppt. Pada saat musim peralihan I mengalami kenaikan nilai salinitas yaitu 34,71 ppt. Pada saat musim Timur nilai salinitas tidak mengalami kenaikan maupun penurunan yaitu berada di angka 34,71 ppt. Pada saat musim peralihan II nilai salinitas mengalami penurunan dengan nilai 34,65 ppt.

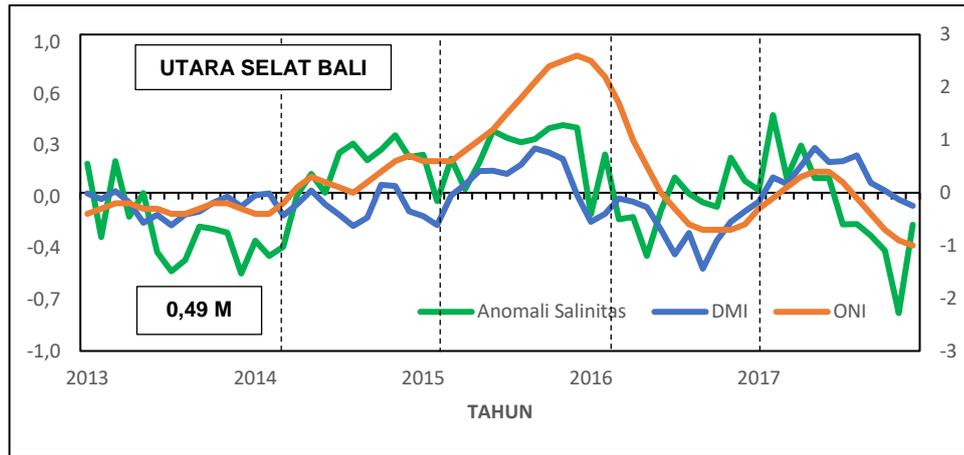
Variabilitas Salinitas musiman pada perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, perairan selatan Selat Bali periode 2013-2017 menunjukkan bahwa Pada musim Barat memiliki nilai salinitas lebih rendah dibandingkan dengan musim Timur. Sedangkan saat musim peralihan I umumnya salinitas masih tergolong rendah, dan saat musim peralihan II yang terjadi setelah musim Timur terlihat bahwa nilai salinitas masih tergolong tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya, menurut (Siregar et al., 2017), umumnya musim Barat memiliki nilai salinitas yang lebih rendah dibandingkan saat musim Timur. Hal tersebut diduga karena saat musim Barat massa air yang ditemukan massa air Laut Cina Selatan dan saat musim Timur ditemukan massa air Selat Makassar. Menurut Ilahude (1975), pada musim Barat di perairan Selat Bali dan sekitarnya memiliki salinitas yang rendah. Sedangkan pada musim Timur, nilai salinitas pada musim ini relatif lebih tinggi. Hal tersebut diduga karena pada saat musim Barat ada pergerakan

Arus Pantai Jawa (APJ) yang bergerak menuju Timur dan masuk ke Selat Bali. Karakteristik massa air yang dibawa oleh APJ memiliki nilai salinitas yang rendah. Menurut Wyrcki (1961), pada saat musim Timur angin muson timur sedang berkembang yang mengakibatkan Arus Khatulistiwa Selatan (AKS) mengalir ke arah barat dan mendesak APJ. AKS menyebabkan terjadinya proses *upwelling*. Beberapa indikator dari fenomena *upwelling* yaitu nilai salinitas meningkat (Susanto *et al.*, 2001; Hendiarti *et al.*, 2004; Pranowo *et al.*, 2005; Kunarso *et al.*, 2011; Wardani *et al.*, 2013). Selain 2 arus tersebut, perairan di Indonesia dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Through Flow* (Wyrcki, 1961). ARLINDO masuk perairan Indonesia melalui Selat Makassar yang kemudian mengalir ke Samudera Hindia dan laut Banda melalui Laut Flores dan Selat Lombok (Gordon *et al.*, 2010). Namun, perairan Selat Bali dan sekitarnya cenderung tidak terlalu dipengaruhi oleh Laut Flores atau Selat Lombok karena bentuknya yang menyerupai corong yang membuka luas ke arah selatan dan sempit di utara (Burhanuddin & Prasetyo, 1982; Setyohadi, 2009).

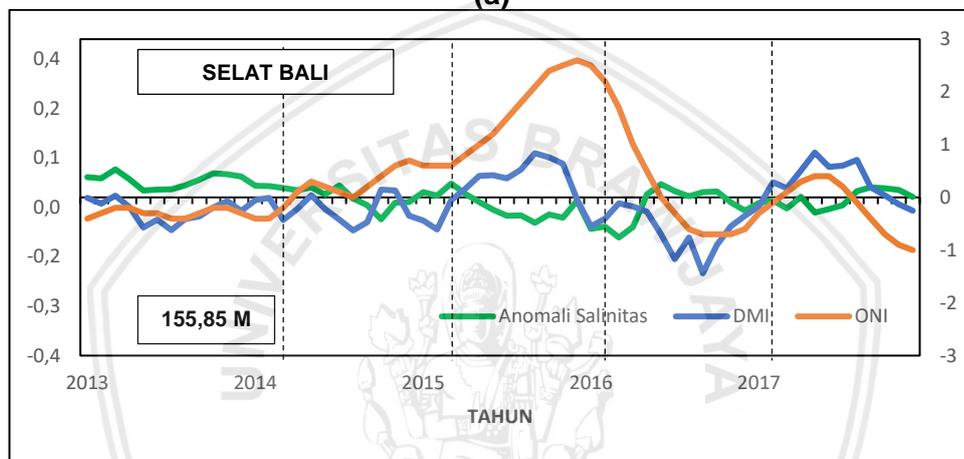
4.2.3 Anomali Salinitas

Analisis anomali salinitas dilakukan dengan menggunakan data anomali salinitas bulanan selama periode 2013 – 2017 di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, dan perairan selatan Selat Bali dan dikaitkan dengan fenomena ENSO dan IOD. Hubungan dan pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap salinitas yang terlihat selama 5 tahun disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 14 untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 15 untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 16 untuk perairan selatan Selat Bali.

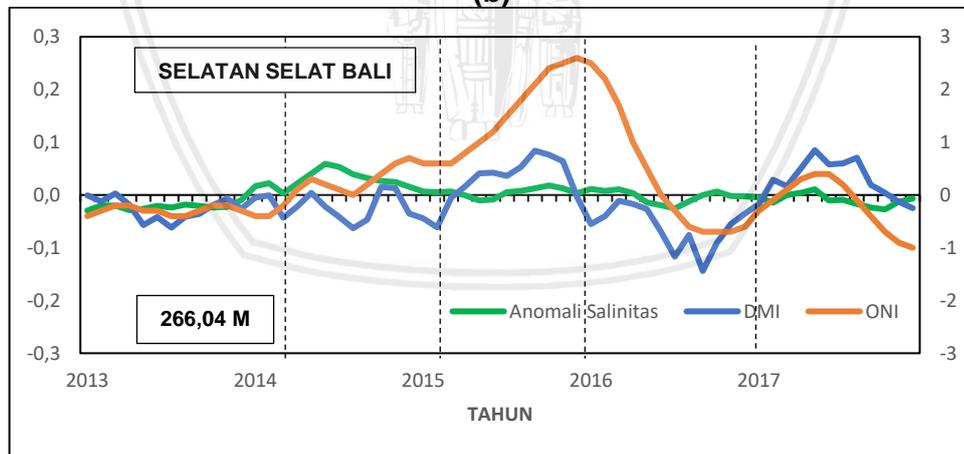
Gambar 14 menunjukkan fluktuasi anomali salinitas di perairan utara Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda.



(a)



(b)

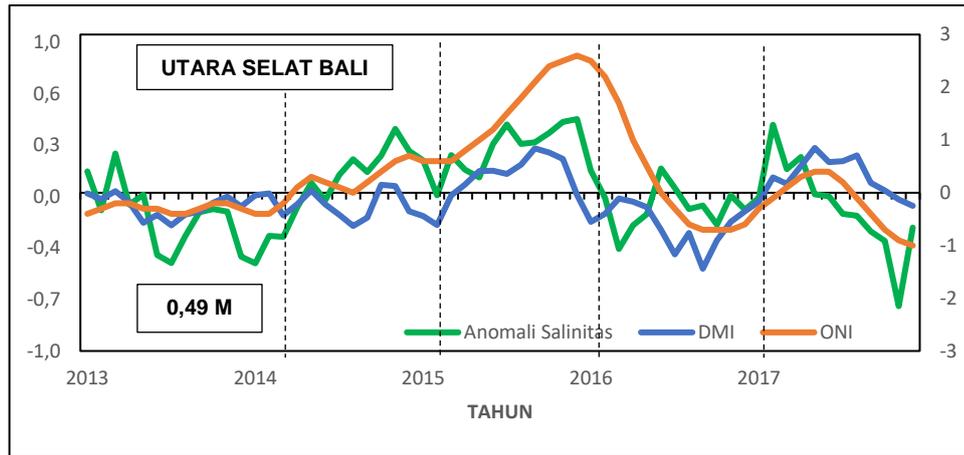


(c)

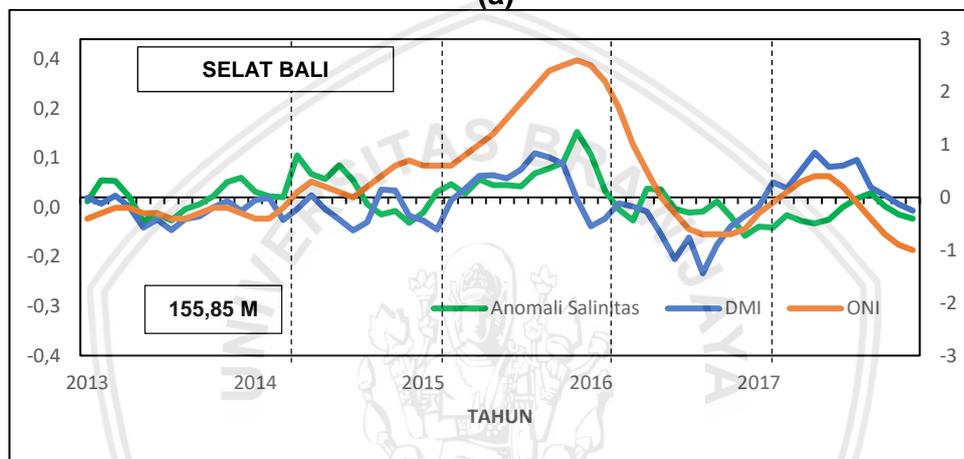
Gambar 14. Grafik anomali salinitas di perairan utara Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

Fluktuasi anomali salinitas di perairan utara Selat Bali selama 5 tahun pada kedalaman 0,49 meter (14a), tahun 2017 sedang terjadi fenomena IOD positif dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,49 dibandingkan saat

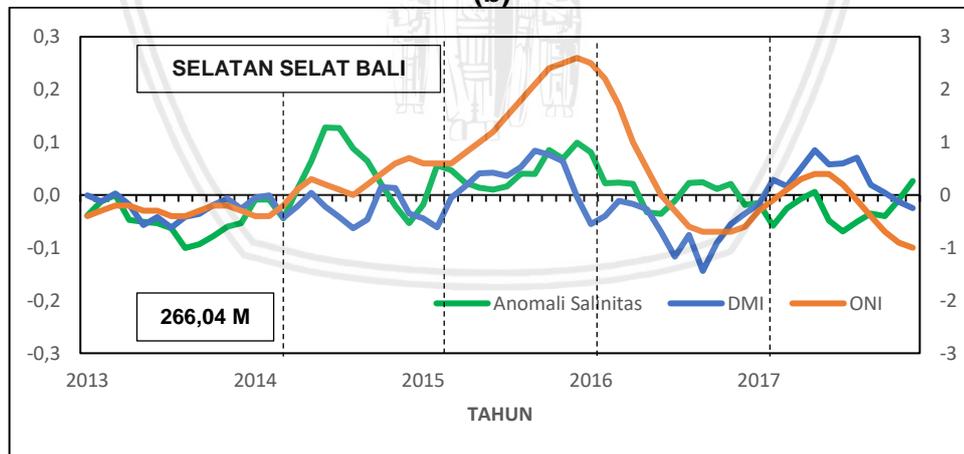
terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,43, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,24, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,20 dan pada tahun 2014 sebesar 0,36. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,76 terjadi pada saat saat fenomena IOD Positif pada tahun 2017 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD Negatif pada tahun 2016 sebesar 0,40, ketika terjadi fenomena El Nino dan IOD Positif pada tahun 2015 sebesar -0,05, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,51 dan pada tahun 2014 sebesar -0,40. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2013 sedang terjadi fase normal dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,07 dibandingkan saat terjadinya fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015, ketika terjadi IOD Positif pada tahun 2017, dan saat fase normal pada tahun 2014 dan fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar 0,03. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,10 terjadi pada saat terjadi fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,06 dan saat fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,04, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,02 dan tahun 2014 sebesar -0,06. Pada kedalaman 266,04 tahun 2014 sedang fase normal dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,06 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,01, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,01, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,01 dan terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,02. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,03 terjadi pada saat terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017, saat fase normal pada tahun 2013 dan saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,01 dan saat fase normal pada tahun 2014 sebesar 0,00.



(a)



(b)



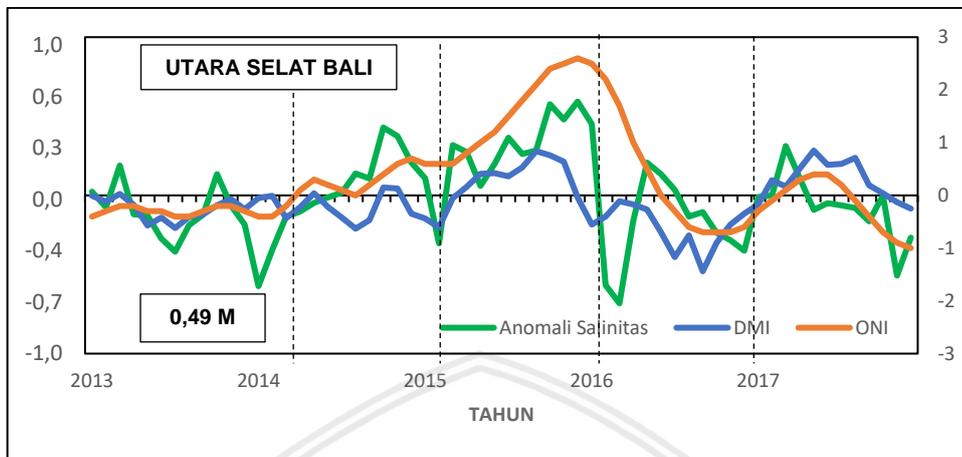
(c)

Gambar 15. Grafik anomali salinitas di perairan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

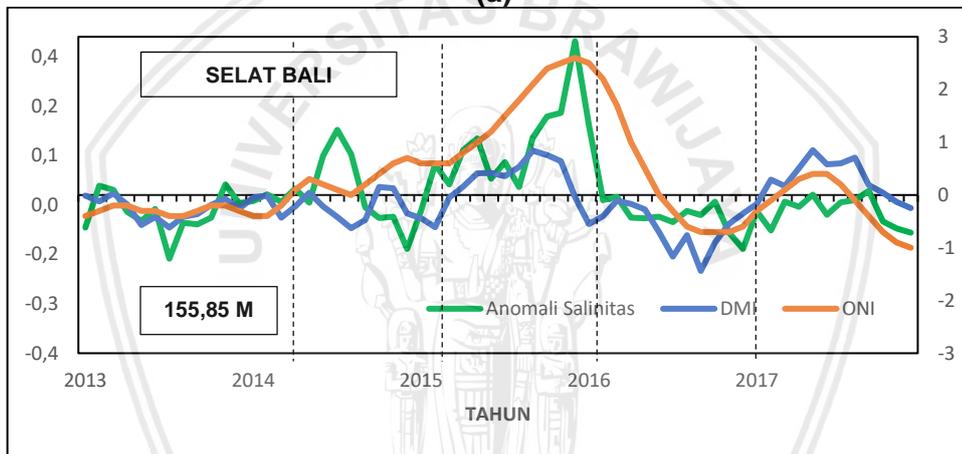
Gambar 15 menunjukkan fluktuasi anomali salinitas di perairan Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda. Pada kedalaman 0,49 meter tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami

kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,47 dibandingkan saat terjadinya fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,25, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,15, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,25 dan pada tahun 2014 sebesar 0,40. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,72 terjadi pada saat saat fenomena IOD Positif pada tahun 2017 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD Negatif pada tahun 2016 sebesar -0,36, ketika terjadi fenomena El Nino dan IOD Positif pada tahun 2015 sebesar -0,02, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,44 dan pada tahun 2014 sebesar -0,45. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,17 dibandingkan saat terjadinya fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,01, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,11, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,05 dan pada tahun 2014 sebesar 0,11. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,10 terjadi pada saat terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,04 dan saat fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,08, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,06 dan tahun 2014 sebesar -0,06. Pada kedalaman 266,04 tahun 2014 sedang fase normal dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,13 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar 0,08, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,03, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,00 dan terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,10. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,10 terjadi pada saat fase normal pada tahun 2013 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,02, saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar -0,04, saat

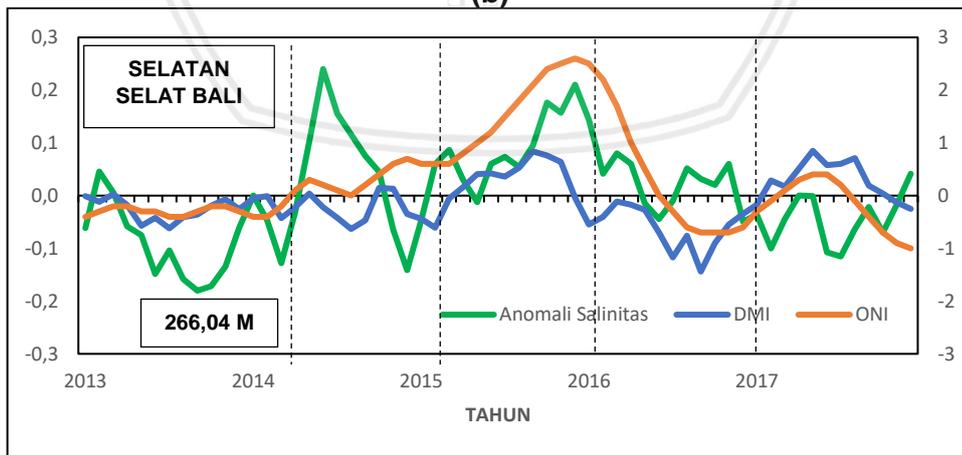
terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,07, dan saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,05.



(a)



(b)



(c)

Gambar 16. Grafik anomali salinitas di perairan selatan Selat Bali dengan ONI dan DMI pada kedalaman 0,49 m (a), 155,85 m (b), dan 266,04 m (c)

Gambar 16 menunjukkan fluktuasi anomali salinitas di perairan utara Selat Bali selama 5 tahun pada setiap kedalaman yang berbeda. Fluktuasi anomali salinitas di perairan selatan Selat Bali selama 5 tahun pada kedalaman 0,49 meter tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,59 dibandingkan saat terjadinya fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,31, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,45, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,19 dan pada tahun 2014 sebesar 0,43. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,68 terjadi pada saat terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,30 dan saat fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,51, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar -0,36 dan tahun 2014 sebesar -0,57. Pada kedalaman 155,85 meter tahun 2015 sedang terjadi fenomena El Nino IOD positif dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,39 dibandingkan saat terjadinya fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,01, ketika terjadi fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar 0,18, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,03 dan pada tahun 2014 sebesar 0,16. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,16 terjadi pada saat fase normal pada tahun 2013 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,04, saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar -0,14, saat terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,10, dan saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,14. Pada kedalaman 266,04 tahun 2014 sedang fase normal dan mengalami kenaikan anomali salinitas tertinggi mencapai 0,24 dibandingkan saat terjadinya fenomena La Nina dan IOD negatif pada tahun 2016 sebesar 0,14, ketika terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar 0,04, dan saat fase normal pada tahun 2013 sebesar 0,05 dan terjadi fenomena

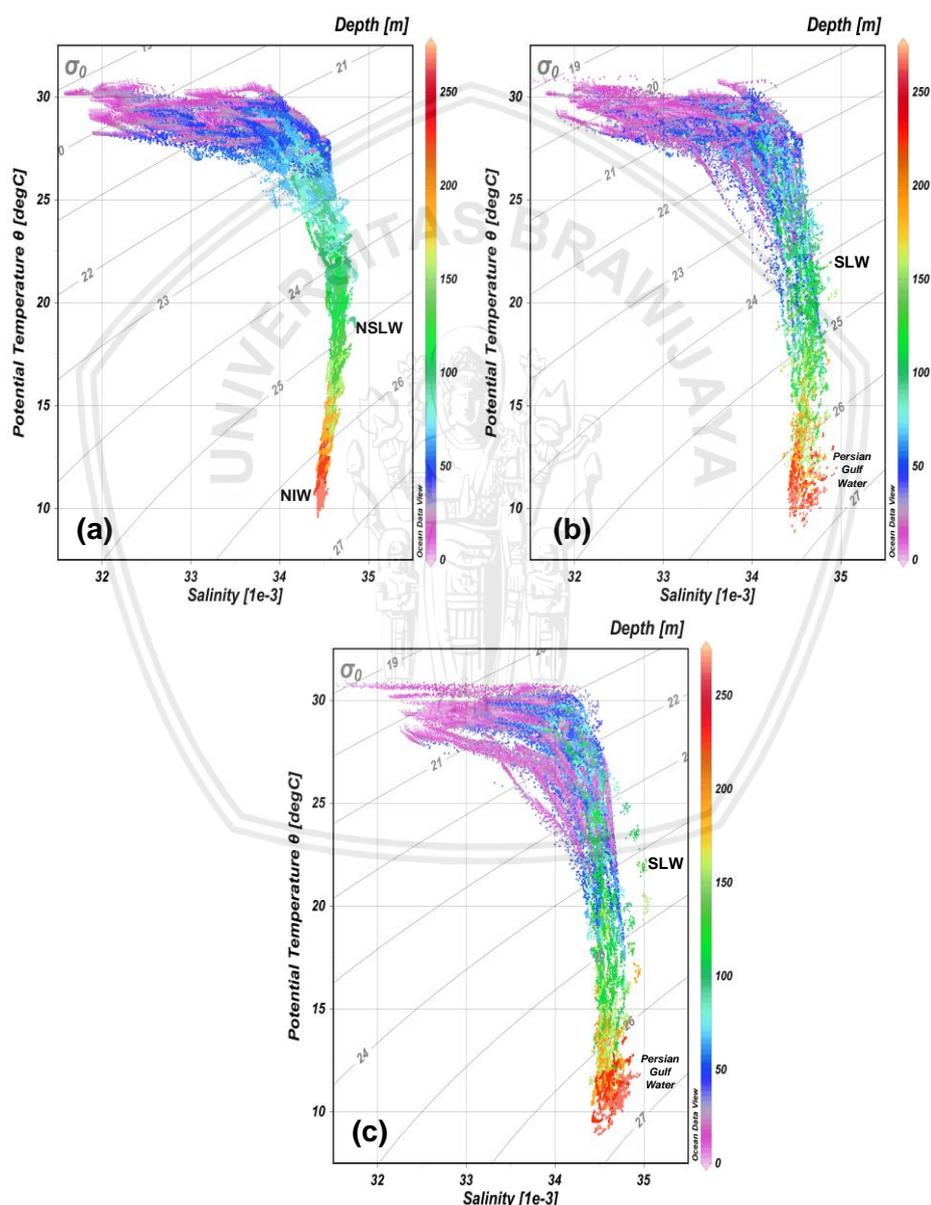
El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar 0,21. Penurunan anomali salinitas terendah mencapai -0,18 terjadi pada saat fase normal pada tahun 2013 dibandingkan dengan saat terjadi fenomena El Nino IOD positif pada tahun 2015 sebesar -0,05, saat fenomena La Nina dan IOD negative pada tahun 2016 sebesar -0,05, saat terjadi fenomena IOD positif pada tahun 2017 sebesar -0,12, dan saat fase normal pada tahun 2014 sebesar -0,14.

Berdasarkan data yang didapatkan selama periode 2013 – 2017 respon nilai anomali salinitas terhadap peristiwa ENSO dan IOD dapat berubah – ubah berdasarkan kedalaman dan peristiwa apa yang sedang berlangsung. Umumnya nilai anomali salinitas dapat mencapai nilai minimum saat terjadi fenomena *La Nina* dan IOD negative pada tahun 2016 dan dapat mencapai nilai maksimum pada saat terjadi fenomena *El Nino* dan IOD positif pada tahun 2015. Hal tersebut diduga dikarenakan pengaruh Kejadian El Nino biasanya diikuti oleh penurunan curah hujan dan peningkatan salinitas air laut, sedangkan kejadian La Nina mengakibatkan kenaikan curah hujan di atas curah hujan normal dan penurunan nilai salinitas (Maulidya *et al.*, 2012). Fenomena IOD memiliki dua fase, yaitu fenomena IOD Positif dan IOD Negatif. IOD Positif menyebabkan di Indonesia mengalami kekeringan dan penurunan nilai suhu air laut. Sebaliknya, IOD Negatif menyebabkan wilayah Indonesia mengalami curah hujan yang tinggi serta mengalami kenaikan suhu air laut (Saji *et al.*, 1999; Vinayachandran *et al.*, 2002).

4.3 Diagram T-S

Identifikasi jenis massa air yang ada di perairan utara Selat Bali, perairan Selat Bali, perairan selatan Selat Bali bisa diketahui dengan menggunakan analisis massa air melalui diagram T-S. Hasil diagram T-S masing-masing dapat dilihat pada Gambar 17a untuk perairan utara Selat Bali, Gambar 17b untuk perairan Selat Bali, dan Gambar 17c untuk perairan selatan Selat Bali.

Berdasarkan Gambar 17a yang menunjukkan hasil diagram T-S di perairan utara Selat Bali diatas dapat disimpulkan secara keseluruhan Karakteristik Massa Air di perairan utara Selat Bali terdapat 2 jenis Massa Air, yaitu pertama Massa Air *Northern Subtropical Lower Water* (NSLW) dengan salinitas maksimum 34,69 ppt pada lapisan termoklin. Kedua, *Northern Intermediate Water* (NIW) dengan salinitas minimum 34,42 ppt pada lapisan bawah termoklin atau lapisan dalam.



Gambar 17. Hasil diagram T-S di perairan utara Selat Bali (a), Selat Bali (b), selatan Selat Bali (c)

Menurut Wyrcki (1961), jenis massa air sepanjang perairan di antara Laut Flores dan Selat Madura termasuk perairan Utara Selat Bali adalah *Northern Subtropical Lower Water* (NSLW) dan *Northern Intermediate Water* (NIW). NSLW memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt - 35,1 ppt dan kisaran suhu 15 °C -23 °C pada kedalaman 120-200 meter. NIW memiliki ciri salinitas minimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,4 ppt - 34,6 ppt dan kisaran suhu 9 °C–12 °C pada kedalaman 250-400 meter.

Hasil diagram T-S pada perairan Selat Bali (Gambar 17b) dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan Karakteristik Massa Air di perairan Selat Bali terdapat 2 jenis Massa Air, yaitu pertama Massa Air *Subtropical Lower Water* (SLW) dengan salinitas maksimum 34,75 ppt pada lapisan termoklin. Kedua, *Persian Gulf Water* dengan dengan salinitas maksimum 34,70 ppt pada lapisan bawah termoklin atau lapisan dalam. Menurut Wyrcki (1961), jenis massa air Samudera Hindia yang mempengaruhi perairan Selat Bali adalah *Subtropical Lower Water* (SLW) dan *Persian Gulf Water*. SLW memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -36 ppt dan kisaran suhu 16 °C -27 °C pada kedalaman 50-100 meter. *Persian Gulf Water* memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -35,1 ppt dan kisaran suhu 8 °C–14 °C pada kedalaman 200-300 meter.

Hasil diagram T-S pada perairan selatan Selat Bali (Gambar 17c) dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan Karakteristik Massa Air di perairan Selatan Selat Bali terdapat 2 jenis Massa Air, yaitu pertama Massa Air *Subtropical Lower Water* (SLW) dengan salinitas maksimum 35,02 ppt pada lapisan termoklin. Kedua, *Persian Gulf Water* dengan dengan salinitas maksimum 34,95 ppt pada lapisan bawah termoklin atau lapisan dalam. Menurut Wyrcki (1961), jenis massa air Samudera Hindia yang mempengaruhi perairan Selatan Selat Bali adalah *Subtropical Lower Water* (SLW) dan *Persian Gulf Water*. SLW memiliki ciri salinitas

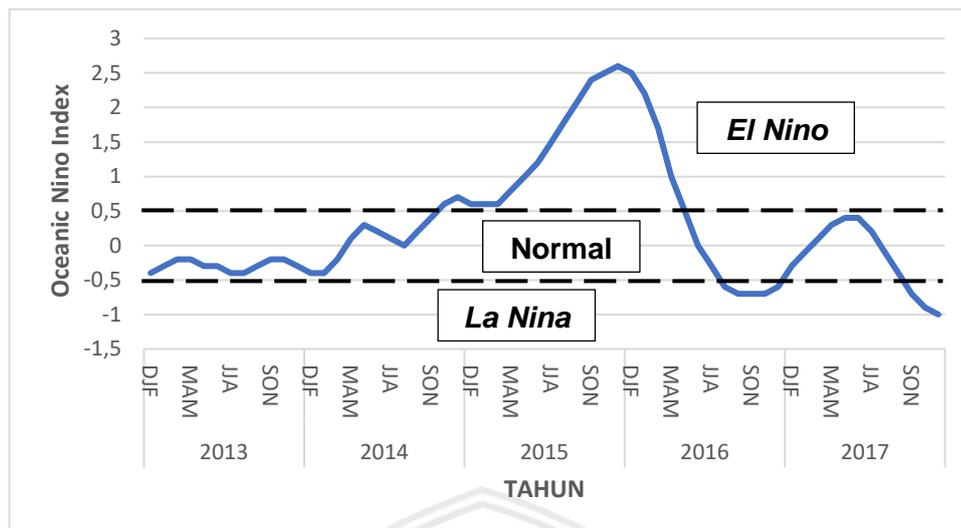
maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -36 ppt dan kisaran suhu 16 °C -27 °C pada kedalaman 50-100 meter. *Persian Gulf Water* memiliki ciri salinitas maksimum. Massa air ini memiliki kisaran salinitas 34,6 ppt -35,1 ppt dan kisaran suhu 8 °C–14 °C pada kedalaman 200-300 meter.

4.4 Interaksi Laut Atmosfer

Analisis interaksi laut atmosfer dilakukan dengan menentukan fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) selama periode 2013-2017. Fenomena ENSO ditentukan dengan menggunakan data *Oceanic Nino Indication* (ONI) yang merujuk pada daerah irisan dari Samudera Pasifik bagian timur dan bagian tengah. Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) menggunakan *Dipole Mode Index* (DMI) yang merujuk pada hasil selisih anomali suhu permukaan laut antara bagian barat dan timur dari samudera hindia.

4.4.1 *El Niño Southern Oscillation* (ENSO)

Penelitian ini dalam menentukan fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) menggunakan *Oceanic Nino Indication* (ONI) yang merujuk pada daerah irisan dari Samudera Pasifik bagian timur dan bagian tengah. Fenomena *El Niño* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, sedangkan untuk fenomena *La Niña* didefinisikan ketika nilai ONI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5 minimal 5 kali secara berturut-turut, NOAA (2019).

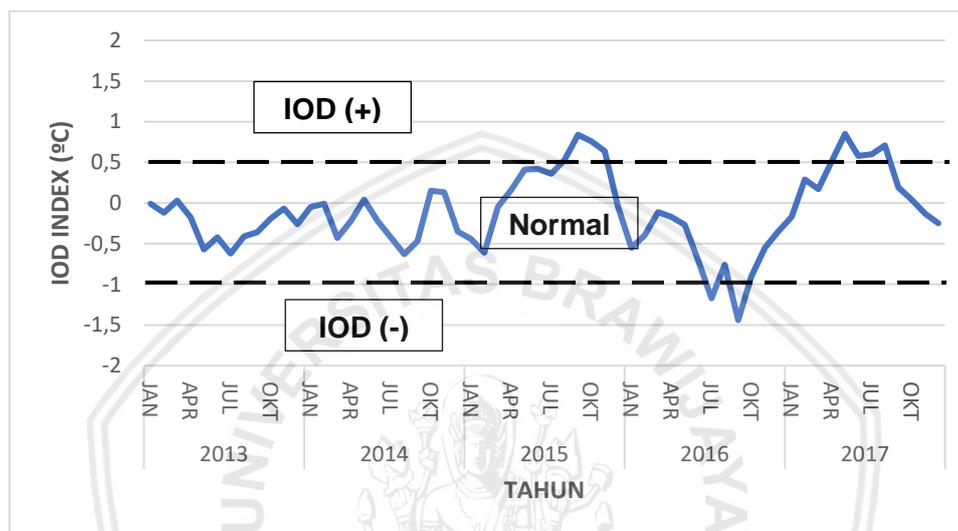


Gambar 18. Grafik ONI yang menunjukkan peristiwa ENSO selama 5 Tahun

Pada Gambar menunjukkan fluktuasi nilai ONI selama 5 tahun pada tahun 2013-2017. Pada tahun 2013 mengalami fase normal karena pada Desember, Januari, Febuari (DJF), Januari, Febuari, Maret (JFM), Febuari, Maret, April (FMA), Maret, April, Mei (MAM), April, Mei, Juni (AMJ), Mei, Juni, Juli (MJJ), Juni, Juli, Agustus (JJA), Juli, Agustus, September (JAS) Agustus, September, Oktober (ASO), September, Oktober, November (SON), Oktober, November, Desember (OND), November, Desember, Januari (NDJ) nilai ONI tidak sama dengan atau tidak lebih besar dari 0,5 dan tidak sama dengan atau tidak lebih kecil dari -0,5. Pada tahun 2014 juga mengalami fase normal karena pada DJF, JFM, FMA, MAM, AMJ, MJJ, JJA, JAS, ASO, SON nilai ONI tidak sama dengan atau tidak lebih besar dari 0,5 dan tidak sama dengan atau tidak lebih kecil dari -0,5, sedangkan pada OND dan NDJ memiliki nilai ONI lebih besar dari 0,5, tetapi tidak terjadi sebanyak 5 kali secara berturut-turut. Pada tahun 2015 terjadi fenomena *El Niño* karena nilai ONI pada DJF, JFM, FMA, MAM, AMJ, MJJ, JJA, JAS, ASO, SON, OND dan NDJ lebih besar dari 0,5. Pada tahun 2016 terjadi fenomena *El Niño* dan *La Niña* karena nilai ONI pada DJF, JFM, FMA, MAM, AMJ lebih besar dari 0,5, sedangkan nilai ONI pada JAS, ASO, SON, OND dan NDJ lebih kecil dari -0,5. Pada tahun 2017 mengalami fase normal karena pada DJF, JFM, FMA, MAM, AMJ, MJJ, JJA,

JAS, ASO, nilai ONI tidak sama dengan atau tidak lebih besar dari 0,5 dan tidak sama dengan atau tidak lebih kecil dari -0,5, sedangkan pada SON, OND dan NDJ memiliki nilai ONI lebih kecil dari -0,5, tetapi tidak terjadi sebanyak 5 kali secara berturut-turut.

4.4.2 Indian Ocean Dipole (IOD)



Gambar 19. Grafik DMI yang menunjukkan peristiwa IOD selama 5 Tahun

Penelitian ini dalam menentukan fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) menggunakan *Dipole Mode Index* (DMI) yang merujuk pada hasil selisih anomali suhu permukaan laut antara bagian barat dan timur dari samudera hindia. Fenomena IOD Positif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih besar dari 0,5, sedangkan untuk fenomena IOD Negatif terjadi saat nilai DMI memiliki nilai sama dengan atau lebih kecil dari -0,5, Jamstec (2019). Hal tersebut harus berlangsung selama 3-4 bulan berturut-turut dalam satu tahun kejadian fenomena IOD (Yamagata et al.,2002; Vinayachandran et al., 2007; 2009).

Gambar 19 menunjukkan fluktuasi nilai DMI selama 5 tahun pada tahun 2013-2017. Pada tahun 2013 dan 2014 mengalami fase normal karena pada tahun-tahun tersebut tidak memiliki nilai DMI lebih besar atau sama dengan 0,5 dan lebih kecil atau sama dengan -0,5 secara 3-4 bulan berturut-turut. Pada Tahun 2015

mengalami fase IOD positif karena nilai DMI dari bulan Agustus hingga bulan November selalu lebih besar dari 0,5. Pada Tahun 2016 mengalami fase negatif karena nilai DMI dari Juni sampai November selalu lebih kecil dari -0,5. Pada Tahun 2017 mengalami fase IOD positif karena nilai DMI dari bulan April hingga bulan Agustus selalu lebih besar dari 0,5.

4.5 Pengaruh Fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap Variabilitas Suhu dan Salinitas

Analisis pengaruh ENSO dan IOD terhadap suhu dan salinitas dilakukan dengan metode analisis statistik *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil analisis PCA masing-masing dapat dilihat pada Tabel untuk perairan Utara Selat Bali, Tabel untuk perairan Selat Bali, dan Tabel untuk perairan Selatan Selat Bali.

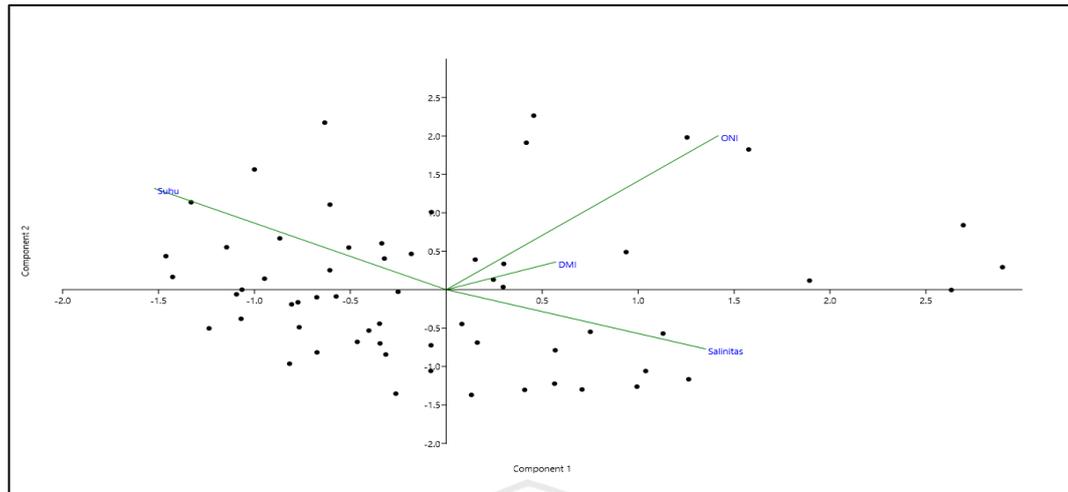
Nilai *components loadings* dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Utara Selat Bali tahun 2013-2017 (Tabel 4) menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,49 meter suhu dan salinitas berada di PC 1, ONI terletak pada PC 2, sedangkan DMI terletak pada PC 3. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 155,85 meter ONI, suhu, dan salinitas, dan terletak pada PC 1, sedangkan DMI terletak pada PC 2. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 266,04 meter DMI, ONI terletak pada PC 1, suhu pada PC 2, sedangkan salinitas pada PC 3. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD).

Tabel 4. *Principal Components Analysis*. Nilai *components loadings* dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Utara Selat

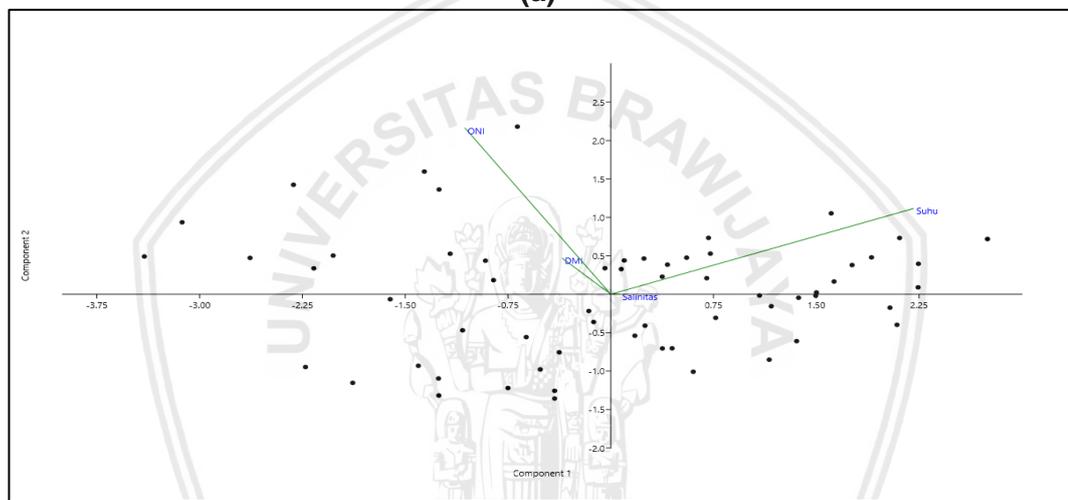
Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD

Kedalaman	Variabel	COMP.1	COMP.2	COMP.3	COMP.4
Kedalaman 0,49	DMI	0,496	-0,499	-0,516	0,489
	ONI	0,400	-0,592	0,566	-0,412
	Suhu	-0,576	-0,414	0,398	0,582
	Salinitas	0,512	0,479	0,505	0,503
Kedalaman 155,85	DMI	-0,383	0,803	-0,437	-0,131
	ONI	-0,51	0,230	0,826	0,118
	Suhu	0,552	0,337	0,339	-0,683
	Salinitas	0,545	0,435	0,109	0,709
Kedalaman 266,04	DMI	0,606	-0,363	0,375	0,600
	ONI	0,643	0,309	0,285	-0,640
	Suhu	-0,216	0,758	0,493	0,368
	Salinitas	0,415	0,446	-0,731	0,307

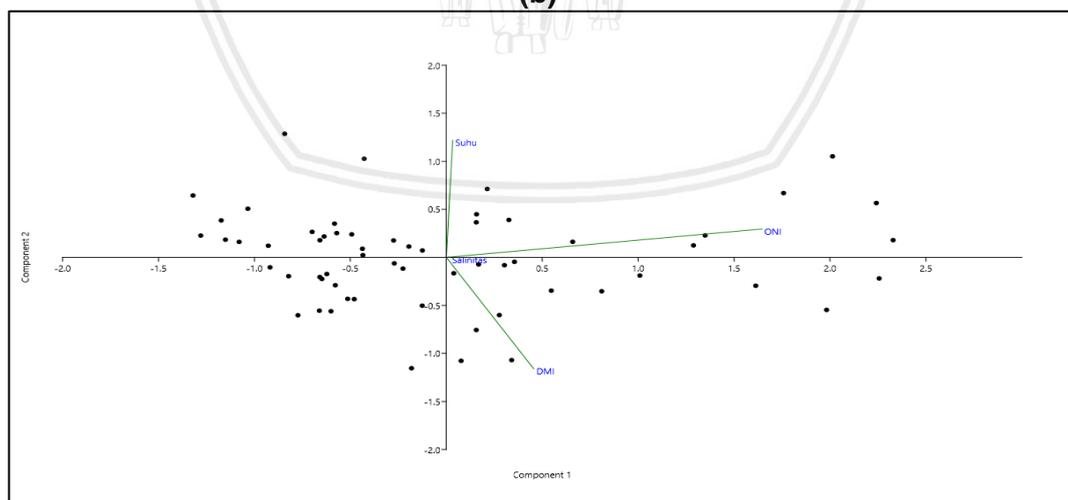
Hasil analisis *Principal Component Biplots* pada kedalaman 0,49 meter (Gambar 20a) menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif. Pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 20b), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif. Pada kedalaman 266,04 meter (Gambar 20c), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif.



(a)



(b)



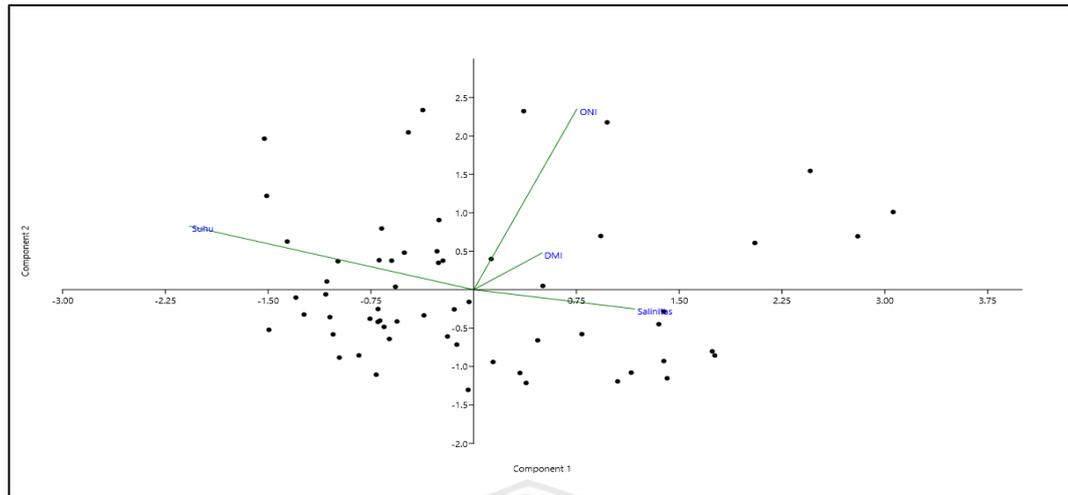
(c)

Gambar 20. Principal Components Analysis. Hasil *Principal Component Biplots* antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Utara Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)

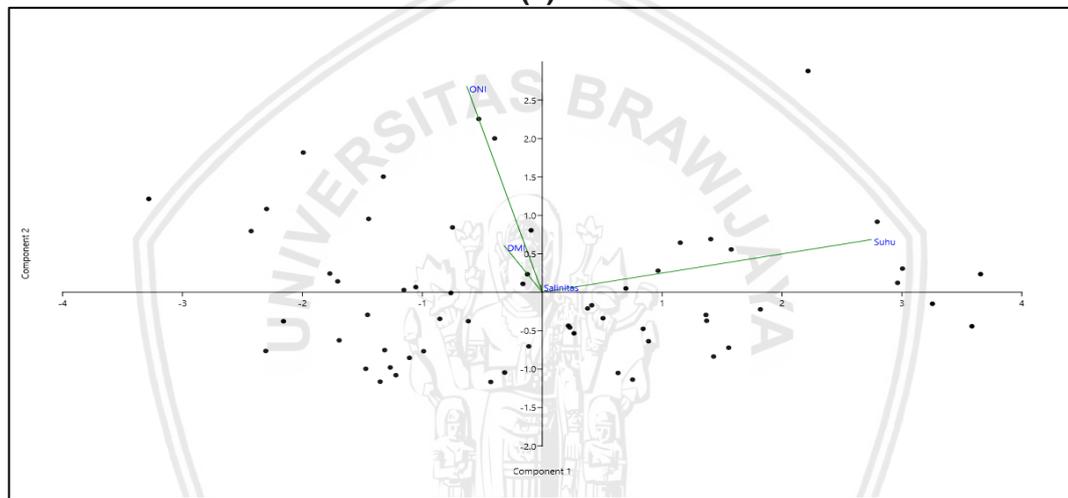
Nilai *components loadings* dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selat Bali tahun 2013-2017 (Tabel 5) menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,49 meter suhu dan salinitas berada di PC 1, sedangkan DMI dan ONI terletak pada PC 2. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 155,85 meter ONI terletak pada PC 1, suhu dan salinitas terletak pada PC 2, sedangkan DMI terletak pada PC 3. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 266,04 meter ONI, suhu, dan salinitas terletak pada PC 1, sedangkan DMI pada PC 2. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD).

Tabel 5. *Principal Components Analysis.* Nilai *components loadings* dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selat Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD

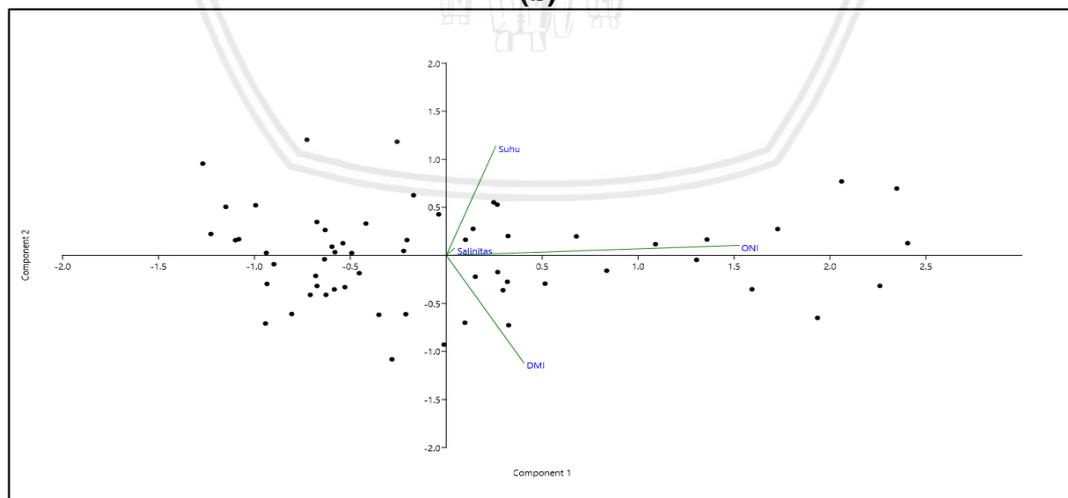
Kedalaman	Variabel	COMP.1	COMP.2	COMP.3	COMP.4
Kedalaman 0,49	DMI	0,483	-0,510	0,534	-0,470
	ONI	0,379	-0,601	-0,615	0,342
	Suhu	-0,598	-0,367	-0,353	-0,618
	Salinitas	0,515	0,494	-0,459	-0,529
Kedalaman 155,85	DMI	0,499	0,362	0,719	0,321
	ONI	0,616	-0,218	0,019	-0,756
	Suhu	-0,380	-0,658	0,642	-0,104
	Salinitas	0,476	-0,624	-0,267	0,560
Kedalaman 266,04	DMI	0,211	0,794	-0,364	-0,439
	ONI	0,578	0,352	0,279	0,681
	Suhu	0,515	-0,428	-0,738	0,086
	Salinitas	0,596	-0,252	0,496	-0,579



(a)



(b)



(c)

Gambar 21. Principal Components Analysis. Hasil *Principal Component Biplots* antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)

Hasil analisis *Principal Component Biplots* pada kedalaman 0,49 meter (Gambar 21a) menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif. Pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 21b), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif. Pada kedalaman 266,04 meter (Gambar 21c), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang positif.

Nilai *components loadings* dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan Selatan Selat Bali 2013-2017 (Tabel 6) menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,49 meter suhu dan salinitas berada di PC 1, sedangkan DMI dan ONI terletak pada PC 2. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 155,85 meter ONI dan salinitas terletak pada PC 1, suhu terletak pada PC 2, sedangkan DMI terletak pada PC 3. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada kedalaman 266,04 meter ONI, suhu, dan salinitas terletak pada PC 1, sedangkan DMI pada PC 2. Hal ini berarti bahwa variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD).

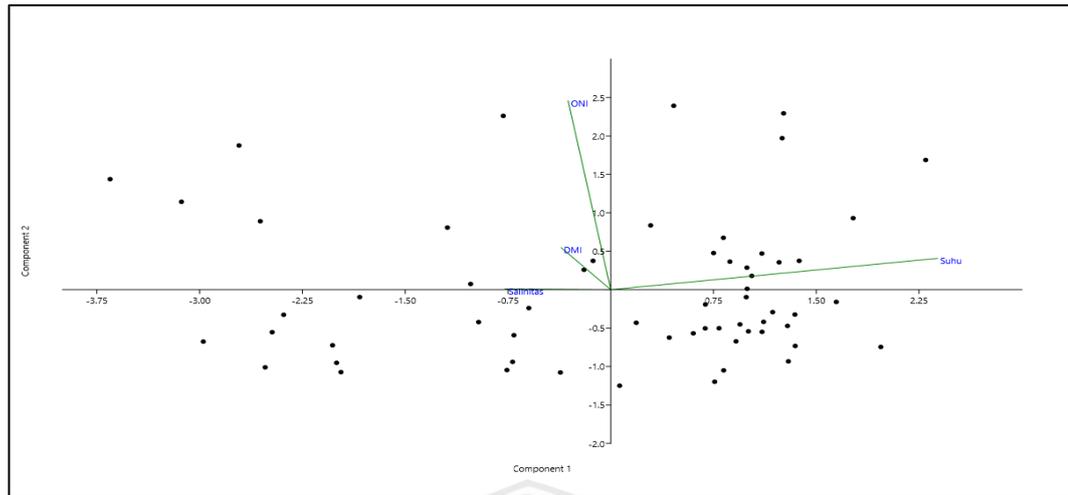
Hasil analisis *Principal Component Biplots* pada kedalaman 0,49 meter (Gambar 22a) menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi variabilitas

suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang negatif. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang negatif.

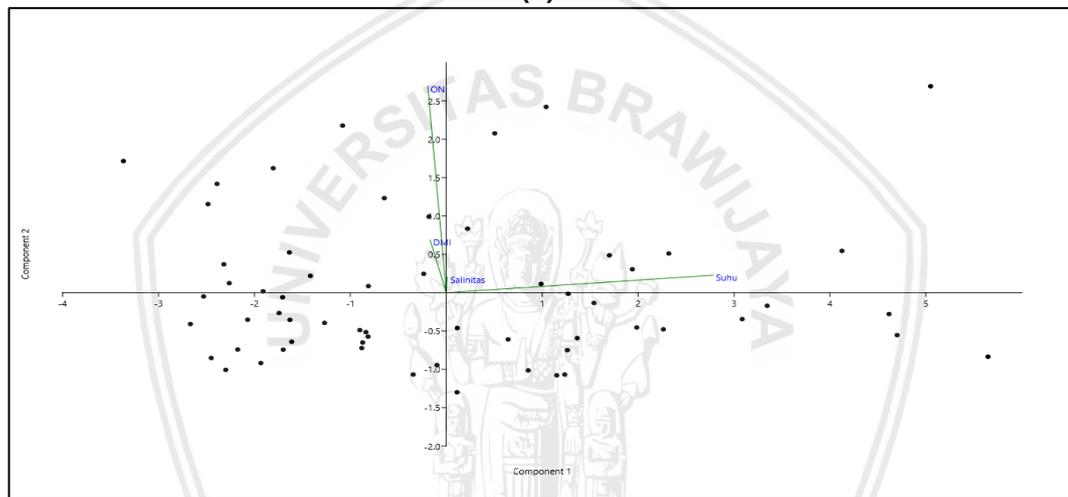
Hasil analisis *Principal Component Biplots* pada kedalaman 155,85 meter (Gambar 21b), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO. Korelasi suhu dengan fenomena ENSO dan IOD memiliki arah yang negatif, sedangkan untuk salinitas memiliki arah yang negatif. Pada kedalaman 266,04 meter (Gambar 21c), faktor yang paling mempengaruhi variabilitas suhu dan salinitas adalah fenomena ENSO.

Tabel 6. *Principal Components Analysis.* Nilai components loadings dari matriks korelasi analisis PCA antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan selatan Selat Bali tahun 2013-2017. Variabilitas suhu dan salinitas dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD

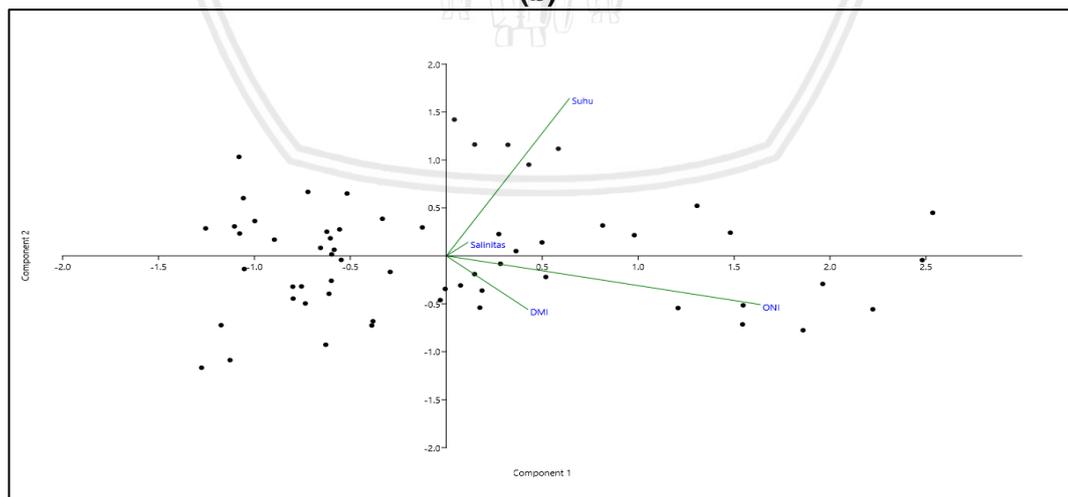
Kedalaman	Variabel	COMP.1	COMP.2	COMP.3	COMP.4
Kedalaman 0,49	DMI	0,462	-0,517	0,592	-0,411
	ONI	0,357	-0,625	-0,644	0,260
	Suhu	-0,610	-0,338	-0,277	-0,661
	Salinitas	0,535	0,478	-0,397	-0,572
Kedalaman 155,85	DMI	0,487	-0,361	-0,784	0,133
	ONI	0,641	0,116	0,222	-0,726
	Suhu	-0,161	0,829	-0,510	-0,166
	Salinitas	0,571	0,412	0,277	0,654
Kedalaman 266,04	DMI	0,286	0,801	-0,502	-0,156
	ONI	0,540	0,314	0,704	0,338
	Suhu	0,538	-0,398	-0,500	0,550
	Salinitas	0,581	-0,318	0,056	-0,747



(a)



(b)



(c)

Gambar 22. Principal Components Analysis. Hasil *Principal Component Biplots* antara DMI, ONI, suhu, dan salinitas di perairan selatan Selat Bali tahun 2013-2017 pada kedalaman 0,49 meter (a), 155,85 meter (b), dan 266,04 meter (c)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

- Variabilitas suhu yang terukur selama periode 2013 – 2017 menunjukkan nilai suhu tertinggi pada kedalaman 0,49 meter dan terendah berada pada kedalaman yang paling dalam yaitu pada kedalaman 266,04 meter. Diantara 3 zona, suhu tertinggi berada di perairan Utara Selat Bali dan terendah di perairan Selatan Selat Bali. Variabilitas salinitas yang terukur selama periode 2013 – 2017 menunjukkan nilai salinitas tertinggi berada pada kedalaman 155,85 meter, kecuali pada perairan Selatan Selat Bali yang terletak pada kedalaman 266,04 meter. Salinitas terendah terletak pada kedalaman 0,49 meter. Diantara 3 zona, salinitas tertinggi berada di perairan Selatan Selat Bali dan terendah di perairan Utara Selat Bali.
- Variabilitas suhu musiman menunjukkan bahwa pada saat Musim Barat nilai suhu memiliki nilai tertinggi dan terendah pada Musim Timur. Variabilitas salinitas musiman menunjukkan bahwa pada saat Musim Timur nilai salinitas memiliki nilai tertinggi dan terendah pada Musim Barat.
- Fenomena ENSO dan IOD memiliki pengaruh terhadap variabilitas suhu dan salinitas pada setiap kedalaman dan zona. Suhu tertinggi umumnya ditemukan saat fenomena *La Niña* dan IOD Negatif sedang berlangsung, sedangkan suhu terendah ditemukan saat fenomena *El Niño* dan IOD Positif. Salinitas tertinggi umumnya ditemukan saat fenomena *El Niño* dan IOD Positif sedang berlangsung, sedangkan salinitas terendah ditemukan saat fenomena *La Niña* dan IOD Negatif.

5.2 Saran

Disarankan agar kedepannya dilakukan penelitian tentang pengaruh fenomena ENSO dan IOD terhadap variabilitas suhu dan salinitas di perairan Selat Bali dan sekitarnya secara berkelanjutan, sehingga kedepannya kegiatan penangkapan di wilayah tersebut dapat lebih optimal karena informasi tersebut dapat membantu dalam meramalkan ketersediaan ikan di perairan Selat Bali dan sekitarnya. Sebaiknya juga dilakukan pengambilan data primer agar adanya pembandingan antara data sekunder dan primer.



DAFTAR PUSTAKA

- Antaraneews.2019.<https://www.antaraneews.com>. Diakses pada 20 Desember 2019 pukul 17.58.
- Aji, T., Pranowo, W.S., Harsono, G., Alam, T.M., 2017. Seasonal Variability of Thermocline, Sound Speed, & Probable Shadow Zone in Sunda Strait, Indonesia. *J Omni-Akuatika* **13**, 111–127.
- Ardhitama, A., Sholihah, R., 2013. Model Simulasi Prakiraan CH Bulanan pada Wilayah Riau Dengan Menggunakan Input Data SOI, SST, NINO 3.4, dan IOD. *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca* **14**, 95.
- Arief, D., 1984. Pengukuran Salinitas Air Laut dan Peranannya Dalam Ilmu Kelautan. *Oseana* **IX**, 3–10.
- Arisandi, R.C., Jumarang, M.I., Apriansyah, 2017. Variabilitas Suhu dan Salinitas Perairan Selatan Jawa Timur. *Prisma Fis.* **V**, 131–137.
- Elifant Yuggotomo, M., Ihwan, A., 2014. Pengaruh Fenomena El Niño Southern Oscillation dan *Dipole Mode* Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Ketapang. *Positron* **IV**, 35–39.
- Fachri, F.R., Afdal, Sartimbul, A., Hidayati, N., 2015. Fluks CO2 di Perairan Pesisir Timur Pulau Bintan, Propinsi Kepulauan Riau. *Segara* **11**, 1–84.
- Gordon, A.L., Sprintall, J., Van Aken, H.M., Susanto, D., Wijffels, S., Molcard, R., Ffield, A., Pranowo, W., Wirasantosa, S., 2010. The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program. *Dyn. Atmospheres Oceans* **50**, 115–128.
- Hafez, Y., 2016. Study on the Relationship between the Oceanic Nino Index and Surface Air Temperature and Precipitation Rate over the Kingdom of Saudi Arabia. *J. Geosci. Environ. Prot.* **04**, 146–162.
- Haikal, V.M., Taofiqurohman, A., Riyantini, I., 2012. Analisis Massa Air di Perairan Maluku Utara. *J. Perikan. Dan Kelaut.* **3**, 1–9.
- Harvey, J.G., 1976. Atmosphere ans Sea. *sussex*.
- Herni, C.S., Rifai, A., Indrayanti, E., 2014. Kajian Lapisan Termoklin Di Perairan Utara Jayapura. *J. Oseanografi* **3**, 135–141.
- Himelda, Wlyono, E.S., Purbayanto, A., Mustaruddin, 2011. Analisis Sumberdaya Perikanan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Selat Bali. *Mar. Fish.* **2**, 165–176.
- Huang, B., Banzon, V.F., Freeman, E., Lawrimore, J., Liu, W., Peterson, T.C., Smith, T.M., Thorne, P.W., Woodruff, S.D., Zhang, H.-M., 2015. Extended

- Reconstructed Sea Surface Temperature Version 4 (ERSST.v4). Part I: Upgrades and Intercomparisons. *J. Clim.* **28**, 911–930.
- Hutagalung, H.P., 1988. Pengaruh Suhu Air Terhadap Kehidupan Organisme Laut. *Oseana XIII*, 153–164.
- Ilahude, A.G., 1975. Seasonal Feature of the Hydrology of the Bali Srait. *Mar. Res. Indones.* **15**, 37.
- Iskandar, M.R., 2014. Mengenal Indian Ocean Dipole (IOD) dan Dampaknya pada Perubahan Iklim. *Oseana XXXIX*, 2, 13–22.
- JAMSTEC.2019. <https://www.jamstec.go.jp>. Diakses pada 11 oktober 2019 pukul 17.58.
- Maulidya, H., Ihwan, A., Jumarang, M.I., 2012. Penentuan Kejadian El-Nino dan La-Nina Berdsarkan Nilai Southern Oscillation Indejs. *Positron II*, 6–14.
- Nontji, A., 2005. Laut Nusantara, cet. 4. ed. *Djambatan*, Jakarta.
- NOAA.2019. <https://www.origin.cpc.ncep.noaa.gov>. Diakses pada tanggal 10 oktober 2019 pukul 18.15.
- Raiko, T., Ilin, A., Karhunen, J., 2007. Principal Component Analysis for Large Scale Problems with Lots of Missing Values, in: Kok, J.N., Koronacki, J., Mantaras, R.L. de, Matwin, S., Mladenič, D., Skowron, A. (Eds.), Machine Learning: ECML 2007. *Springer*, Berlin Heidelberg.
- Ross, D.A., 1970. Introduction to Oceanography. Meredith Corporation, New York.
- Saji, N.H., Goswami, B.N., Vinayachandran, P.N., Yamagata, T., 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* **401**, 360–363.
- Saputra, C., Arthana, I.W., Hendrawan, I.G., 2017. The Vulnerability Study of Lemuru (*Sardinella Lemuru*) Fish Resources Sustainability in Bali Strait in Correlation With ENSO and IOD. *J. Environ. Sci.* **11**, 140.
- Saragih, D.A., 2002. Studi Karakteristik Massa Air di Perairan Selat Bali pada Bulan Agustus 2000. *IPB: SKRIPSI*.
- Sartimbul, A., Nakata, H., Rohadi, E., Yusuf, B., Kadarisman, H.P., 2010. Variations in chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia. *Prog. Oceanogr.* **87**, 168–174.
- Setyohadi, D., 2009. Studi Potensi dan Dinamika Stok Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali Serta Alternatif Penangkapannya. *J. Perikan.* **xi**, 97–107.
- Shalin, S., Sanilkumar, K.V., 2013. Climatic oscillations in aerosol optical depth over tropical oceanic regions pertaining to genesis of the Indian Ocean Dipole. *Int. J. Remote Sens.* **34**, 86–95.

- Siregar, S.N., Sari, L.P., Purba, N.P., Pranowo, W.S., Syamsuddin, M.L., 2017. Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik* **6**, 44–59.
- Sitompul, Z., 2013. Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Curah Hujan Musiman dan Tahunan di Indonesia. *Geol. UGM* **2**.
- Stewart, R.H., 2008. Introduction to Physical Oceanography, 11th ed. *A&M University, Texas*.
- Suniada, K.I., Susilo, E., 2018. Keterkaitan Kondisi Oseanografi Dengan Perikanan Pelagis di Perairan Selat Bali. *J. Penelit. Perikan. Indones.* **23**, 275.
- Sverdup, H.U., Johnson, M.W., Fleming, R.H., 1942. The Oceans: Their Physics, Chemistry, and General Biology. *J. R. Meteorol. Soc.* **70**, 159–160.
- Teliandi, D., Djunaedi, O.S., Purba, N.P., Setiyo, W., 2013. Relationship between variability mixed layer depth $\Delta T=0.5^{\circ}\text{C}$ criterion and distribution of tuna in the eastern Indian Ocean.
- Trenberth, K.E., 1997. The Definition of El Niño. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* **78**, 2771–2777.
- Trenberth, K.E., Caron, J.M., 2000. The Southern Oscillation Revisited: Sea Level Pressures, Surface Temperatures and Precipitation. *J. Clim.* 4358–4365.
- Vinayachandran, P.N., Francis, P.A., Rao, S.A., 2009. Indian Ocean Dipole: Process and Impacts.
- Vinayachandran, P.N., Iizuka, S., Yamagata, T., 2002. Indian Ocean dipole mode events in an ocean general circulation model. *Elsevier Sci. Ltd Rights Reserv. Deep-Sea Research II* **49**, 1573–1596.
- Wardani, R., Pranowo, W.S., Indrayanti, E., 2013. Struktur vertikal upwelling – downwelling di Samudera Hindia Selatan Jawa hingga Selatan Bali berdasarkan salinitas musiman periode 2004 – 2010. *Depik* **2**, 191–199.
- Wyrtki, K., 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian waters. *Naga Report I*, California: The University of California.
- Zulkhasyni, 2015. Pengaruh Suhu Permukaan Laut Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang di Perairan Kota Bengkulu. *J. Agroqua* **13**.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Olahan PCA

1. Utara Selat Bali

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.6818	1.2581	0.7368	0.3233
Proportion	0.420	0.315	0.184	0.081
Cumulative	0.420	0.735	0.919	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0,496	-0,499	-0.516	0.489
ONI	0.400	-0.592	0.566	-0.412
Suhu	-0.576	-0.414	0.398	0.582
Salinitas	0.512	0.479	0.505	0.503

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	2.3853	0.8482	0.5161	0.2503
Proportion	0.596	0.212	0.129	0.063
Cumulative	0.596	0.808	0.937	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	-0.383	0.803	-0.437	-0.131
ONI	-0.501	0.230	0.826	0.118
Suhu	0.552	0.337	0.339	-0.683
Salinitas	0.545	0.435	0.109	0.709

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.5836	1.1531	0.8597	0.4037
Proportion	0.396	0.288	0.215	0.101
Cumulative	0.396	0.684	0.899	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.606	-0.363	0.375	0.600
ONI	0.643	0.309	0.285	-0.640
Suhu	-0.216	0.758	0,493	0.368

Salinitas 0.415 0.446 -0.731 0.307

2. Selat Bali

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.7995	1.2178	0.7152	0.2675
Proportion	0.450	0.304	0.179	0.067
Cumulative	0.450	0.754	0.933	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.483	-0.510	0.534	-0.470
ONI	0.379	-0.601	-0.615	0.342
Suhu	-0.598	-0.367	-0.353	-0.618
Salinitas	0.515	0.494	-0.459	-0.529

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.9168	1.0188	0.6746	0.3898
Proportion	0.479	0.255	0.169	0.097
Cumulative	0.479	0.734	0.903	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.499	0.362	0.719	0.321
ONI	0.616	-0.218	0.019	-0.756
Suhu	-0.380	-0.658	0.642	-0.104
Salinitas	0.476	-0.624	-0.267	0.560

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.9219	1.2410	0.4775	0.3595
Proportion	0.480	0.310	0.119	0.090
Cumulative	0.480	0.791	0.910	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.211	0.794	-0.364	-0.439
ONI	0.578	0.352	0.279	0.681
Suhu	0.515	-0.428	-0.738	0.086
Salinitas	0.596	-0.252	0.496	-0.579

3. Selatan Selat Bali

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.9511	1.1761	0.6711	0.2018
Proportion	0.488	0.294	0.168	0.050
Cumulative	0.488	0.782	0.950	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.462	-0.517	0.592	-0.411
ONI	0.357	-0.625	-0.644	0.260
Suhu	-0.610	-0.338	-0.277	-0.661
Salinitas	0.535	0.478	-0.397	-0.572

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	1.9487	1.1345	0.6250	0.2917
Proportion	0.487	0.284	0.156	0.073
Cumulative	0.487	0.771	0.927	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.487	-0.361	-0.784	0.133
ONI	0.641	0.116	0.222	-0.726
Suhu	-0.161	0.829	-0.510	-0.166
Salinitas	0.571	0.412	0.277	0.654

Principal Component Analysis: DMI, ONI, Suhu, Salinitas

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

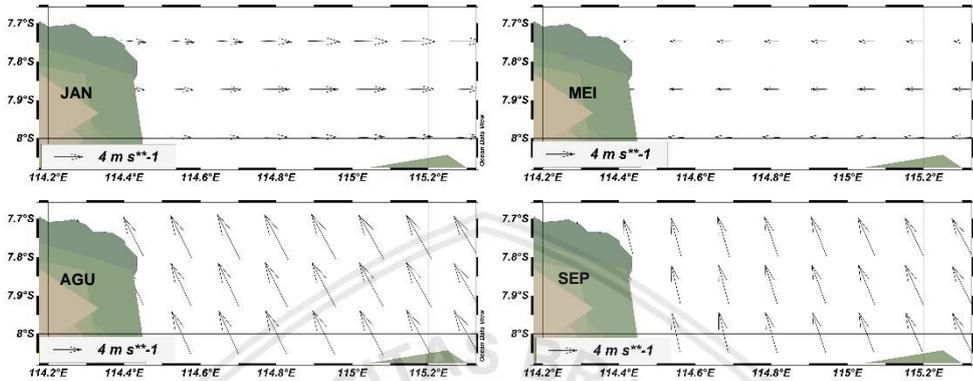
Eigenvalue	2.1498	1.0879	0.4699	0.2924
Proportion	0.537	0.272	0.117	0.073
Cumulative	0.537	0.809	0.927	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
DMI	0.286	0.801	-0.502	-0.156
ONI	0.540	0.314	0.704	0.338
Suhu	0.538	-0.398	-0.500	0.550
Salinitas	0.581	-0.318	0.056	-0.747

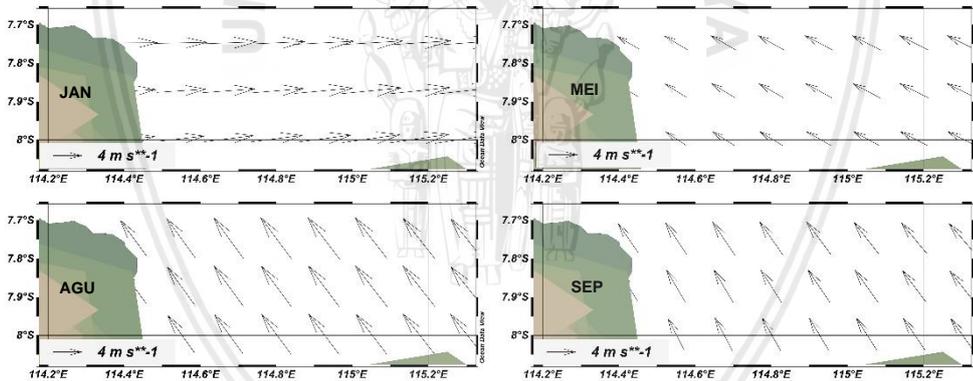
Lampiran 2. Angin Musim

Utara Selat Bali

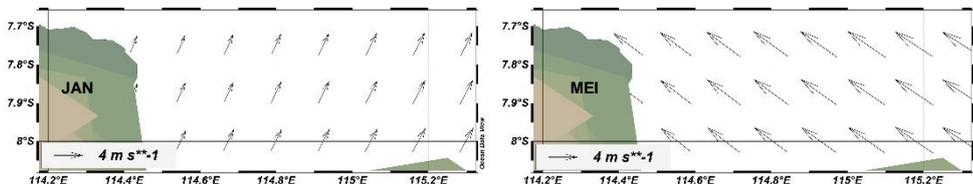
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2013

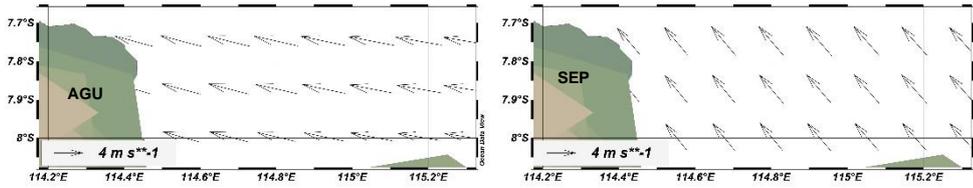


- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2014

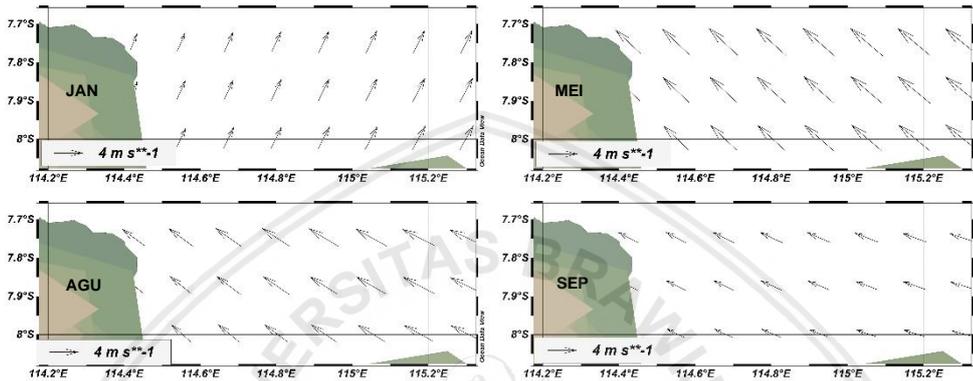


- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2015

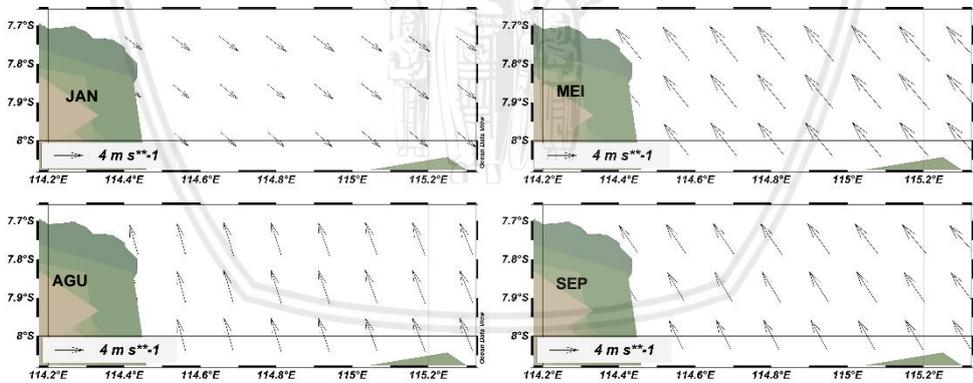




- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2016

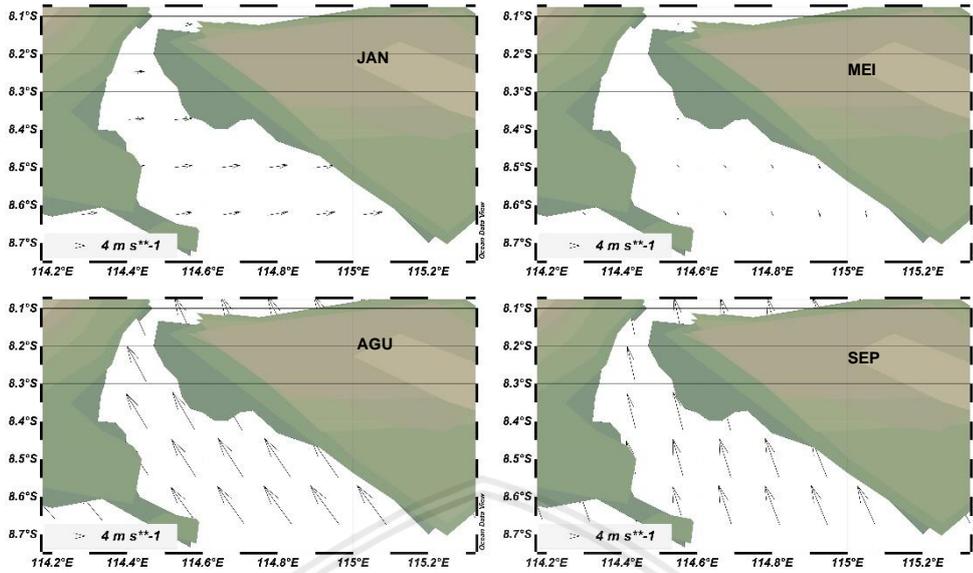


- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2017

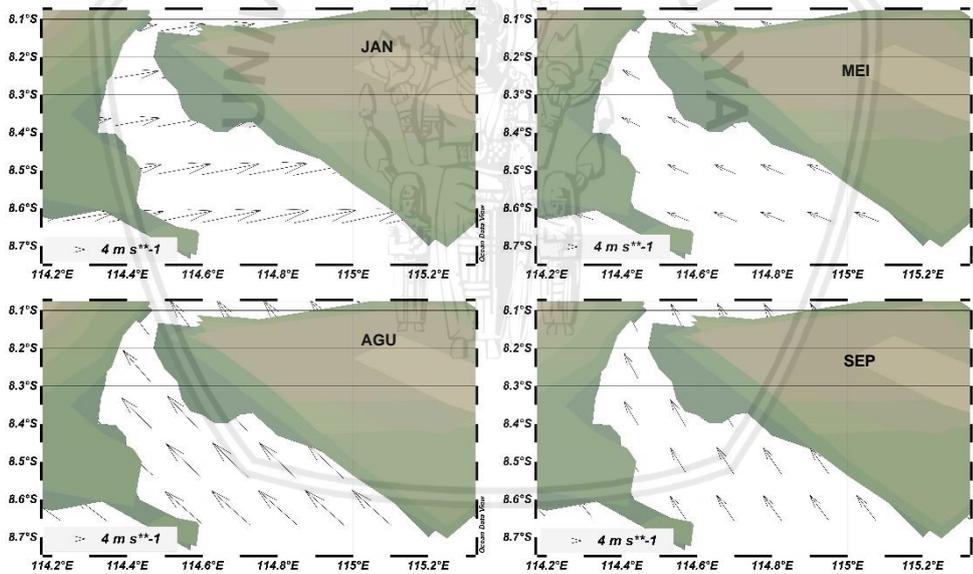


Selat Bali

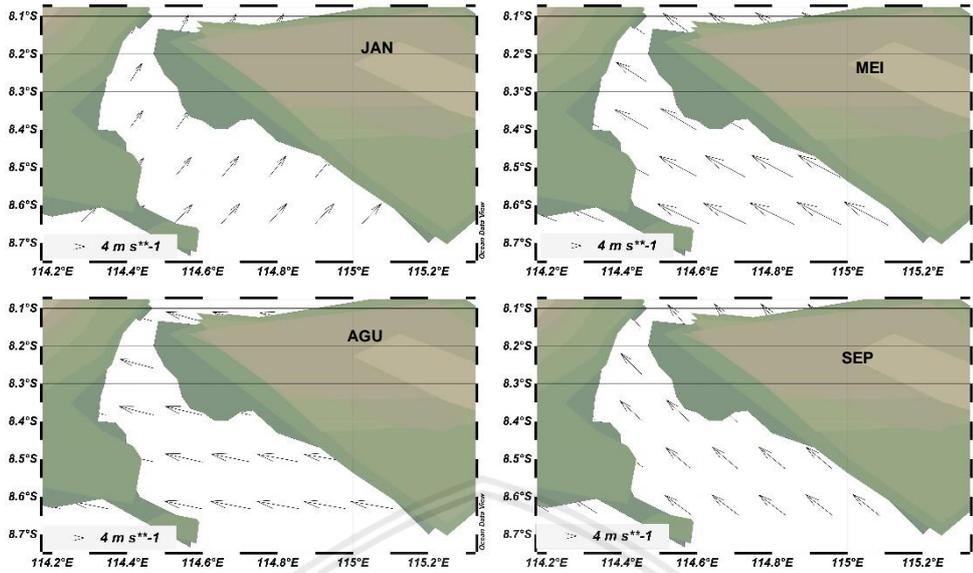
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2013



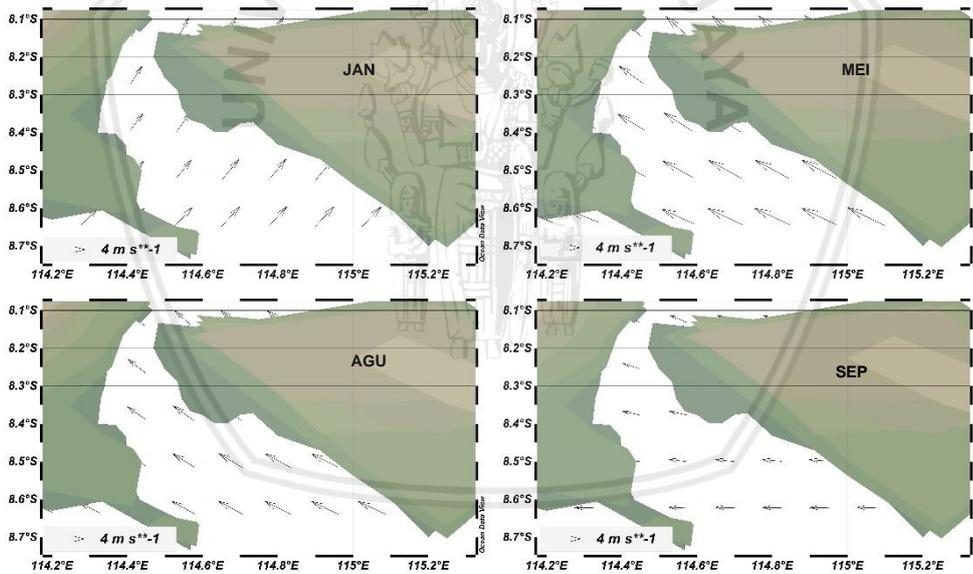
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2014



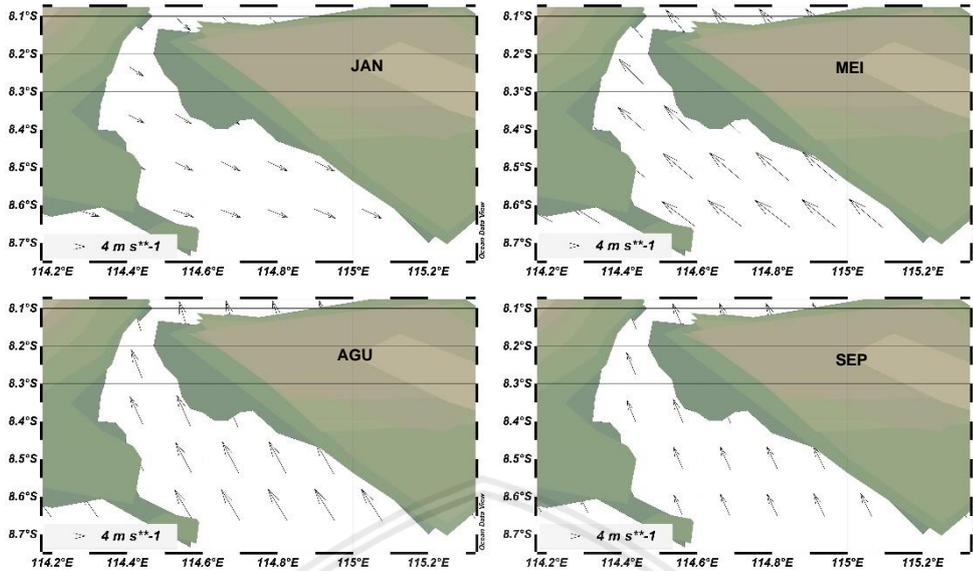
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2015



- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2016

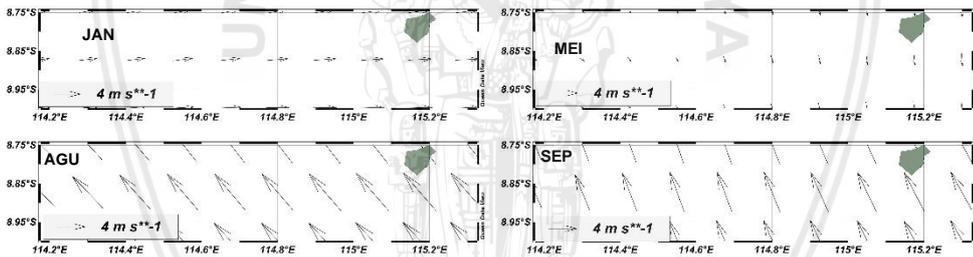


- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2017

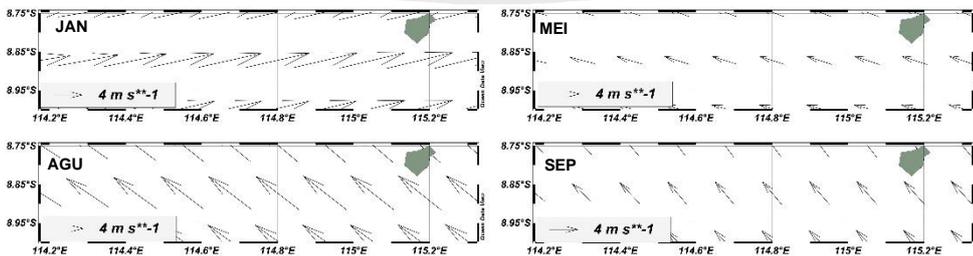


Selatan Selat Bali

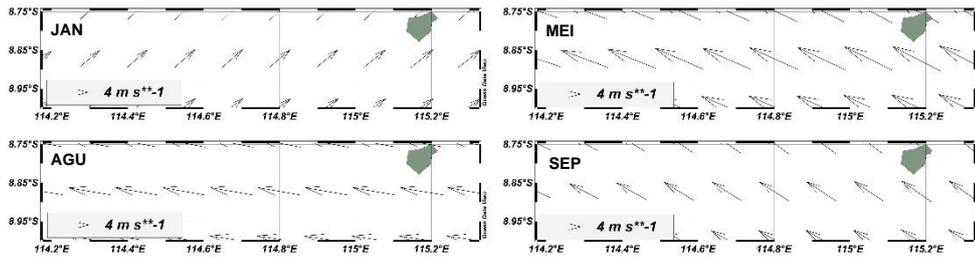
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2013



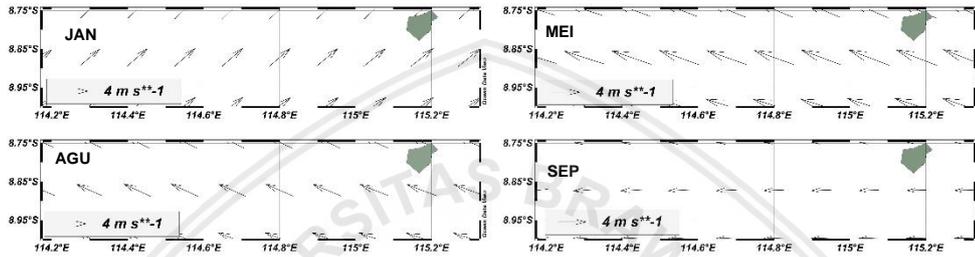
- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2014



- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2015



- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2016



- Angin Musim Barat (Januari), Peralihan I (Mei), Timur (Agustus), dan Peralihan II (September) pada tahun 2017

