

**TRANSFORMASI MASSA AIR DI JALUR ARLINDO (LAUT SULAWESI,
SELAT MAKASSAR, DAN SAMUDRA INDIA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



oleh:

WIDIA ANGGRAINI

08021281520050

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

TRANSFORMASI MASSA AIR DI JALUR ARLINDO (LAUT SULAWESI, SELAT MAKASSAR, DAN SAMUDRA INDIA)

Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

diajukan oleh:

Widia Anggraini

08021281520050

Indralaya, September 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Netty Kurniawati. S.Si., M.Si

NIP. 197201031997022002

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.

NIP. 197210041997021001

Mengetahui,



Dr. Firmawati Yango, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widia Anggraini

NIM : 08021281520050

Judul Skripsi : Transformasi Massa Air di Jalur ARLINDO (Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Samudra Hindia)

menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas saya susun dengan sejurnya berdasarkan norma akademik dan bukan merupakan hasil plagiat. Semua kutipan di dalam skripsi ini telah saya sertakan nama penulisnya dan telah saya cantumkan ke dalam Daftar Pustaka. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari saya terbukti melanggar pernyataan yang telah saya sampaikan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Indralaya, September 2019

Penulis,



Widia Anggraini

NIM.08021281520050

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi yang berjudul “**Transformasi Massa Air di Jalur ARLINDO (Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Samudra India)**” ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Skripsi ini diajukan dengan tujuan melengkapi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Disamping itu, skripsi ini juga diharapkan bermanfaat untuk pengembangan ilmu dalam bidang oseanografi di Indonesia.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak yang tanpanya, skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga penulis, Ayah, Ibu, Kakak dan Adik yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Netty Kurniawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu sabar memberikan waktunya untuk membantu dan mengarahkan Penulis dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan hasil tugas akhir.
5. Bapak Drs. Arsali, M.Sc., Bapak Drs. M Irfan, M.T., dan Ibu Erni, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pengaji yang telah memberikan kritik serta saran dalam menyempurnakan hasil penelitian tugas akhir ini.
6. Bapak Dr. Wijaya Mardiasyah, M.Si., selaku Dosen Jurusan Fisika yang turut membimbing Penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing Penulis sejak awal perkuliahan.
8. Seluruh dosen dan staf administrasi Jurusan Fisika yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama Penulis berada di bangku perkuliahan.

9. Teman-teman seperjuangan, Erna, Devita, Yanti, Tiara, Cindy, Emil, Inun, Kristin, dan Ghin yang membuat perjuangan penuh rintangan ini menjadi lebih menarik.
10. Rekan-rekan Himafia, dan OFSA serta seluruh pihak terkait lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis untuk menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dapat terbalaskan oleh Allah SWT.

Indralaya, September 2019



Widia Anggraini

NIM.08021281520050

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
LEMBAR MOTTO	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Massa Air dan Tipe-tipe Massa Air	4
2.2. Temperatur, Salinitas dan Densitas.....	7
2.2.1. Temperatur	7
2.2.2. Salinitas	7
2.2.3. Densitas	8
2.3. Diagram T-S.....	8
2.4. Arus Lintas Indonesia (ARLINDO).....	9
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2. Daerah Kajian.....	14
3.3. Data	14
3.4. Pengolahan Data dan Metode	15
3.5. Menghitung Temperatur Potensial θ	15

3.6. Menghitung Densitas Air Laut.....	15
3.7. Diagram Alir Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakteristik Massa Air di Laut Sulawesi Tahun 2017 – 2018	18
4.2 Karakteristik Massa Air di Selat Makassar Tahun 2017 – 2018	22
4.3 Karakteristik Massa Air di Samudra India Tahun 2017 – 2018	26
4.4 Transformasi Massa Air di jalur ARLINDO	30
BAB V PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva T-S karakteristik untuk massa air di Samudra India bagian Bali – Australia.....	9
Gambar 2.2 Jalur dan transport air Arlindo dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia lewat selat-selat di Indonesia.....	10
Gambar 2.3 Arus hangat dan arus dingin dalam sistem Sabuk Penghantar Samudra Raya	10
Gambar 2.4 Diagram skematis arus permukaan utama di wilayah ARLINDO	11
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian dan sebaran data di daerah penelitian	14
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 4.1 Profil diagram T-S pada musim peralihan I: Maret – April – Mei (MAM) di Laut Sulawesi	18
Gambar 4.2 Profil diagram T-S pada musim kering: Juni – Juli – Agustus (JJA) di Laut Sulawesi.....	18
Gambar 4.3 Profil diagram T-S pada musim peralihan II: September – Oktober – November (SON) di Laut Sulawesi.....	19
Gambar 4.4 Profil diagram T-S pada musim basah: Desember – Januari – Februari (MAM) di Laut Sulawesi	19
Gambar 4.5 Profil diagram T-S tahunan di Laut Sulawesi	20
Gambar 4.6 Profil vertikal temperatur terhadap waktu di Laut Sulawesi	20
Gambar 4.7 Profil vertikal salinitas terhadap waktu di Laut Sulawesi	20
Gambar 4.8 Profil diagram T-S pada musim peralihan I: Maret – April – Mei (MAM) di Selat Makassar	22
Gambar 4.9 Profil diagram T-S pada musim kering: Juni – Juli – Agustus (JJA) di Selat Makassar	22
Gambar 4.10 Profil diagram T-S pada musim peralihan II: September – Oktober – November (SON) di Selat Makassar	23
Gambar 4.11 Profil diagram T-S pada musim basah: Desember – Januari – Februari (MAM) di Selat Makassar	23
Gambar 4.12 Profil diagram T-S tahunan di Selat Makassar	24
Gambar 4.13 Profil vertikal temperatur terhadap waktu di Selat Makassar	24

Gambar 4.14 Profil vertikal salinitas terhadap waktu di Selat Makassar	24
Gambar 4.15 Profil diagram T-S pada musim peralihan I: Maret – April – Mei (MAM) di Samudra India.....	26
Gambar 4.16 Profil diagram T-S pada musim kering: Juni – Juli – Agustus (JJA) di Samudra India.....	26
Gambar 4.17 Profil diagram T-S pada musim peralihan II: September – Oktober – November (SON) di Samudra India	27
Gambar 4.18 Profil diagram T-S pada musim basah: Desember – Januari – Februari (MAM) di Samudra India	27
Gambar 4.19 Profil diagram T-S tahunan di Samudra India	28
Gambar 4.20 Profil vertikal temperatur terhadap waktu di Samudra India	28
Gambar 4.21 Profil vertikal salinitas terhadap waktu di Samudra India	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik massa air Perairan Barat Equatorial Pasifik	4
Tabel 2.2 Karakteristik massa air Samudra Pasifik dan Transformasinya di Samudra Hindia.....	5
Tabel 2.3 Karakteristik temperatur-salinitas massa air di Samudra Hindia.....	6
Tabel 2.4 Karakteristik massa air Samudra Hindia.....	6
Tabel 4.1 Massa air di wilayah Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Samudra India ...	30
Tabel 4.2 Karakteristik massa air di wilayah Laut Sulawesi hasil penelitian yang dilakukan	30
Tabel 4.3 Karakteristik massa air di wilayah Selat Makassar hasil penelitian yang dilakukan	30
Tabel 4.4 Karakteristik massa air di wilayah Samudra India hasil penelitian yang dilakukan	31

TRANSFORMASI MASSA AIR DI JALUR ARLINDO (LAUT SULAWESI, SELAT MAKASSAR, DAN SAMUDRA INDIA)

Oleh:
Widia Anggraini
NIM. 08021281520050

ABSTRAK

Perairan di Laut Sulawesi dan Selat Makassar merupakan perairan yang di lalui ARLINDO dan massa air di perairan ini dipengaruhi oleh massa air dari Samudra Pasifik. Massa air dari Samudra Pasifik mengalami modifikasi saat melalui perairan Indonesia yang kemudian menuju Samudra India. Penelitian ini meganalisis tentang transformasi massa air berdasarkan analisis diagram T-S. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data dari alat *argo float* yang di dalamnya terdapat data tekanan, temperatur dan salinitas. Data diolah menggunakan *software Ocean Data View* (ODV) dan analisis diagram T-S menggunakan metode *core layer*. Hasil yang diperoleh bahwa Di Laut Sulawesi dan Selat Makassar teridentifikasi massa air TSW, NPSW, dan NPIW. Ciri khas massa air Pasifik Utara yang melewati Laut Sulawesi dan Selat Makassar tidak terlihat di Samudra India dikarenakan telah termodifikasi saat melewati perairan Indonesia. Di Samudra India teridentifikasi massa air BBW, ISW, ICW, dan IIW. Tranformasi massa air yang terjadi di jalur ARLINDO ditandai dengan terkikisnya massa air salinitas maksimum NPSW dari salinitas 34.95-35.00 psu di Laut Sulawesi menjadi salinitas 34.60-34.80 psu di Selat Makassar yang disebabkan oleh percampuran pasir surut pada rute tersebut. Massa air ARLINDO yang masuk ke Samudra India menjadi massa air *Indonesian Water*.

Kata Kunci: transformasi massa air, ARLINDO, diagram T-S, *core layer*

Indralaya, Oktober 2019
Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Netty Kurniawati, S.Si., M.Si
NIP. 197201031997022002

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Mengetahui,



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Massa air merupakan suatu volume air laut yang relatif besar yang terbentuk di daerah tertentu dan memiliki sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi tertentu serta terdistribusi dalam waktu yang lama dan konstan (Siregar dkk., 2017). Arus (pergerakan massa air) merupakan fenomena penting dalam oseanografi, karena berkaitan dengan sirkulasi atau aliran massa air. Gerakan-gerakan air laut disebabkan oleh beberapa faktor dan gerakan air laut ini sangat penting bagi berbagai proses alam laut, baik itu biologis atau non-biologis. Fenomena-fenomena tersebut salah satunya adalah ARLINDO.

Arus lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Troughflow (ITF)* adalah aliran massa air antar samudra yang melewati Perairan Indonesia. Indonesia merupakan negara yang diapit oleh dua samudra yaitu Samudera Pasifik di bagian utara dan timur laut serta Samudera India di bagian selatan dan barat daya Indonesia berlaku sebagai saluran bagi aliran massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera India. Aliran massa air ini terjadi akibat adanya perbedaan tekanan antara kedua lautan tersebut yang menyebabkan terjadinya perbedaan tinggi permukaan air antara Pasifik bagian barat dengan Samudera India yang berada di selatan Indonesia (Hasanudin, 1998). Massa air yang mengalir dari Samudera Pasifik ke Samudera India melalui ARLINDO mengalami perubahan karakter di sepanjang perjalannya di perairan dalam (*interior seas*) Indonesia (Siregar dkk., 2017).

Lautan Indonesia mewakili susunan rumit dari bagian-bagian yang menghubungkan laut dangkal dan dalam. Nilai transport rata-rata tahunan untuk ARLINDO, dari mendekati nol hingga 25 Sv (Sv dibaca: Sverdrup, 1 Sv = 10^6 m³/s). Berdasarkan pengamatan yang diperoleh dari pertengahan 1980-an dan pertengahan 1990-an menunjukkan transport ARLINDO rata-rata ~10 Sv antar tahunan dan berfluktuasi secara musiman (Gordon dkk., 2009). ARLINDO adalah satu-satunya jalur lintang rendah antara dua samudra. Karena posisinya yang strategis, ARLINDO memainkan peran penting di lautan global dan regulasi iklim. ARLINDO dibagi menjadi tiga cabang utama yang berasal dari perairan Pasifik utara atau selatan. Rute utama menggerakkan air Pasifik Utara, ditandai dengan salinitas maksimum sekitar 34,8 psu, *North Pacific Subtropical*

Water (NPSW), melalui Laut Sulawesi dan Selat Makassar, dan keluar melalui Selat Lombok dan Selat Ombai dan melalui Selat Timor. Sekitar 90% dari air termoklin ARLINDO mengalir melalui rute utama ini dengan perkiraan transport \pm 5-10 Sv. Rute kedua adalah air subtermoklin Pasifik Selatan melalui Laut Maluku dan Selat Lifamatola yang memiliki transport \sim 1,5-3 Sv. Air Pasifik Selatan ditandai oleh salinitas maksimum yang lebih tinggi sekitar 35,45 psu, *South Pacific Subtropical Water* (SPSW) mengalir melewati rute terakhir melalui Laut Halmahera, Laut Seram dan Laut Banda. Sekitar 10% dari air termoklin dibawa oleh cabang terakhir ini dengan transport \sim 1 atau 2 Sv. Di Laut Banda, di mana dua rute air termoklin bertemu, tidak ada lagi ciri khas dari salinitas maksimal. Sebaliknya, transformasi dari air Pasifik yang masuk telah membentuk massa air unik yang memiliki salinitas konstan sekitar 43,58 psu di bawah 20°C. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa percampuran massa air oleh pasang surut menyebabkan transformasi massa air di wilayah ARLINDO (Larrouy dkk., 2007). Percampuran yang terjadi sangat memodifikasi sifat-sifat air yang mengalir melalui kepulauan Indonesia. Akibatnya, ciri khas massa air Pasifik telah sepenuhnya lenyap ketika mereka memasuki Samudra Hindia, yang kemudian massa air tersebut disebut sebagai *Indonesian Water* (Coatanoan, 1999).

Karakteristik massa air di perairan Laut Sulawesi, Selat Makassar yang kemudian menuju Samudra Hindia merupakan daerah penelitian yang menarik untuk dikaji karena keberadaannya di jalur ARLINDO dan membawa sekitar 90% air termoklin ARLINDO mengalir melalui jalur ini. Sehingga perairan tersebut akan dipengaruhi oleh massa air dari Samudra Pasifik. Pengetahuan tentang karakteristik dan pergerakan massa air laut sangat penting dalam menentukan jenis massa air yang menyusun dan melewati suatu perairan.

Karakteristik massa air dapat dikaji melalui karakter fisik perairan tersebut. Dalam penelitian ini mengkaji karakteristik massa air berdasarkan sifat fisik yang meliputi salinitas, temperatur dan tekanan pada perairan tersebut menggunakan diagram T-S (Temperatur potensial - Salinitas). Parameter tersebut merupakan parameter penting yang digunakan dalam mempelajari kondisi dan sifat-sifat perairan serta sebaran, lapisan dan percampuran massa air pada suatu perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian didapat rumusan masalah sebagai berikut: Bagaimana transformasi massa air di jalur ARLINDO (Laut Sulawesi, Selat Makassar dan Samudra Hindia) berdasarkan analisis diagram T-S.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah karakteristik massa air yang dikaji berdasarkan diagram T-S dari karakter fisik yang meliputi parameter temperatur, salinitas, dan tekanan yang terletak pada Laut Sulawesi yang terletak antara garis lintang $1^{\circ}\text{LU} - 6,5^{\circ}\text{LS}$ dan garis bujur $118^{\circ}\text{BT} - 125^{\circ}\text{BT}$, Selat Makassar yang terletak antara garis lintang $0,5^{\circ}\text{LU} - 6,5^{\circ}\text{LS}$ dan garis bujur $116^{\circ}\text{BT} - 120^{\circ}\text{BT}$, sebagian Samudra Hindia yang terletak antara garis lintang $8,5^{\circ}\text{LS} - 14^{\circ}\text{LS}$ dan garis bujur $113,5^{\circ}\text{BT} - 118^{\circ}\text{BT}$.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui transformasi massa air di jalur ARLINDO (Laut Sulawesi, Selat Makassar, dan Samudra India) berdasarkan analisis diagram T-S.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah bertambahnya wawasan penulis dan pembaca serta bermanfaat dalam perkembangan ilmu pada bidang oceanografi terutama mengenai massa air. Selain itu penelitian ini juga bermanfaat sebagai bahan referensi penelitian selanjutnya khususnya mengenai karakteristik massa air di jalur ARLINDO.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, D., 1984. *Pengukuran Salinitas Air Laut dan Peranannya dalam Ilmu Kelautan.* Jurnal Oseana, Vol.9, No.1: 3-10.
- Coatanoan, C., Metzl, N., Fieux, M., dan Cost, B., 1999. *Seasonal Water Mass Distribution in the Indonesian Throughflow Entering the Indian Ocean.* Journal of Geophysical Research, Vol.104, No.C9: 20,801-20,826.
- Emery, W. J., 2003. *Ocean Circulation / Water Types and Water Masses.* United States of America: Elsevier Science Ltd. Halaman 1556-1567.
- Garrison, T., 2012. *Essentials of Oceanography 6th Edition.* Canada: Brooks/Cole Cengage Learning. 439 Halaman.
- Gill, A. E., 1982. *Atmosphere-Ocean Dynamics.* California: Academic Press An Imprint of Elsevier. 681 Halaman.
- Gordon, A. L. dkk, 2009. *The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program.* Dynamics of Atmospheres and Oceans, Vol.5, No.2010: 115-128.
- Harvianto, L., Parengkuan, M., Koropitan, A. F. dan Agustiadi, T., 2015. *Analisis Diagram T-S Berdasarkan Parameter Oseanografis di Perairan Selat Lombok.* Journal of Science and Technology, Vol.1, No.1: 103-119.
- Hasanudin, M., 1998. *Arus Lintas Indonesia (ARLINDO).* Jurnal Oseana, Vol.23, No.2: 1-9.
- Kalangi, P. N. I. dkk, 2013. *Sebaran Suhu dan Salinitas di Teluk Manado.* Jurnal Perikanan dan Kelautan tropis, Vol.9, No.2: 71-75.
- Larrouy, A. K. dkk, 2007. *On the Transformation of Pacific Water into Indonesian Throughflow Water by Internal Tidal Mixing.* Geophysical Research Letters, Vol.34, No.L04604: 1-6.
- Mardiansyah, W., dan Iskandar, I., 2013. *Dinamika Oseanografi & Karakteristik Massa Air Arlindo di Perairan Indonesia Bagian Timur.* Palembang: Simetri. 138 Halaman.
- Morey, S. L., Shriver, J. F., O'Brien, J. J., 1999. *The effects of Halmahera on the Indonesian Throughflow.* Journal of Geophysical Research. Vol.104, No.C10: 23,281-23,296.
- Nontji, A, 2017. *ARLINDO (Arus Lintas Indonesia): Koridor Penting dalam Sistem*

- Sirkulasi Samudra Raya.* Jakarta: Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 8 Halaman.
- Nuzula, F., Sari, L. P., Laksmini, M., Martono, dan Purba, N. P., 2016. *Variabilitas Temporal Eddy di Perairan Makassar – Laut Flores*. Jurnal Perikanan Kelautan , Vol.VII, No.1: 130-138.
- Siregar, S. N., Sari, L. P., Purba, N. P., Pranowo, W. S., dan Syamsuddin, M. L., 2017. *Pertukaran Massa Air di Laut Jawa Terhadap Periodisitas Monsun dan ARLINDO pada Tahun 2015*. Jurnal Ilmi-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan, Vol.6, No.1:44-59.
- Stewart, R. H., 2000. *Introduction to Physical Oceanography*. Texas: Department of Oceanography Texas A & M University. 351 Halaman.
- Supangat, A., dan Susanna, 2003. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Pusat Riset Kelautan dan Perikanan. 286 Halaman.
- UNESCO, 2010. *The International Thermodynamic Equation of Seawater – 2010: Calculation and Use of Thermodynamic Properties*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 218 Halaman.
- Young, H. D. dan Freedman, R. A., 2002. *Fisika Universitas Edisi 10 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga. 608 Halaman.