VARIABILITAS ARUS LAUT DAN SUHU DI BAGIAN UTARA SELAT MAKASSAR DENGAN DATA *REANALYSIS*

EGLA JULIANTI TRITOLAS
H1081221011

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

VARIABILITAS ARUS LAUT DAN SUHU DI BAGIAN UTARA SELAT MAKASSAR DENGAN DATA *REANALYSIS*

EGLA JULIANTI TRITOLAS
H1081221011

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Ilmu Kelautan

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Variabilitas Arus Laut Dan Suhu di Bagian Utara Selat Makassar Dengan Data *Reanalysis*
Nama : Egla Julianti Tritolas
NIM : H1081221011
Program Studi : Ilmu Kelautan
Tanggal Lulus : 27 Juli 2026
SK Pembimbing : No. 3749/DST/UN22.8/DT.00.09/2026
SK Penguji : No. 4634/DST/UN22.8/DT.00.09/2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Apriansyah, S.Si., M.Si	Yusuf Arief Nurrahman, S.Kel., M.Si
NIP198604292014041001	NIP198903172018031001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Shifa Helena, S.Kel., M.Si	Tia Nuraya, S.Si., M.Si
NIP199101312024062002	NIP199308192024062001

Pimpinan Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap anggota penguji)
Dr. Apriansyah, S.Si., M.Si	Yusuf Arief Nurrahman, S.Kel., M.Si
NIP198604292014041001	NIP198903172018031001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Egla Julianti Tritolas
NIM	: H1081221011
Program studi/Jurusan	: Ilmu Kelautan
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 29 Juli 2026



Egla Julianti Tritolas
H1081221011

Variabilitas Arus Laut dan Suhu di Bagian Utara Selat Makassar dengan Data *Reanalysis*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis variabilitas arus dan suhu, mengkaji struktur menegak arus dan suhu, mengidentifikasi periode dominan variabilitas menggunakan analisis *Power Spectral Density* (PSD) dan *Continuous Wavelet Transform* (CWT), serta menganalisis pengaruh ENSO dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap variabilitas arus dan suhu di bagian utara Selat Makassar. Penelitian menggunakan data *reanalysis Marine Copernicus* periode 2010–2025. Analisis yang dilakukan meliputi validasi data, analisis klimatologi, struktur menegak, PSD, CWT, serta korelasi dengan *Oceanic Niño Index* (ONI) dan *Dipole Mode Index* (DMI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus permukaan didominasi aliran ke selatan sebagai bagian dari Arlindo, sedangkan suhu menunjukkan pola musiman dan menurun seiring bertambahnya kedalaman. Analisis PSD dan CWT mengidentifikasi dominasi variabilitas intra-musiman (ISV), semi-tahunan (SAV), dan tahunan (AV) pada arus dan suhu. Analisis korelasi menunjukkan bahwa ENSO memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan IOD terhadap variabilitas arus dan suhu di lokasi penelitian.

Kata Kunci: Selat Makassar, Arlindo, Arus, Suhu, ENSO, IOD.

Variability of Ocean Currents and Temperature in the Northern Part of the Makassar Strait Using Reanalysis Data

Abstract

This study aims to analyze the variability of currents and temperatures, examine the vertical structure of currents and temperatures, identify the dominant period of variability using Power Spectral Density (PSD) and Continuous Wavelet Transform (CWT) analysis, and analyze the influence of ENSO and the Indian Ocean Dipole (IOD) on the variability of currents and temperatures in the northern part of the Makassar Strait. The study used Marine Copernicus reanalysis data for the period 2010–2025. The analysis includes data validation, climatology analysis, vertical structure, PSD, CWT, and correlation with the Oceanic Niño Index (ONI) and Dipole Mode Index (DMI). The results show that surface currents are dominated by southward flow as part of the Arlindo, while temperatures show a seasonal pattern and decrease with increasing depth. PSD and CWT analysis identified the dominance of intra-seasonal (ISV), semi-annual (SAV), and annual (AV) variability in currents and temperatures. Correlation analysis shows that ENSO has a greater influence than IOD on current and temperature variability at the study site.

Keywords*: Makassar Strait, ITF, Sea Current, Temperature, ENSO, IOD.*

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "**Variabilitas Arus Laut Dan Suhu di Bagian Utara Selat Makassar Dengan Data *Reanalysis***". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada program studi Ilmu Kelautan di Universitas Tanjungpura.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas Arus dan Suhu serta fenomena yang mempengaruhi variabilitas tersebut di Selat Makassar di bagian utara. Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Papa, Mama, kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan moral dan material selama penulis berkuliah dan melaksanakan penelitian ini.
2. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
3. Dr. Apriansyah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi selama proses penyusunan Skripsi ini.
4. Yusuf A. Nurrahman, S. Kel., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi selama proses penyusunan Skripsi ini.
5. Shifa Helena, S.Kel., M.Si. selaku Penguji 1 yang telah memberikan masukan dan saran terkait penelitian ini.
6. Tia Nuraya, S.Si., M.Si. selaku Penguji 2 yang telah memberikan masukan dan saran terkait penelitian ini.
7. Teman yang menemani proses kuliah, dari awal masuk kuliah hingga akhir penulisan Skripsi, kepada Yolanda Lola.
8. Serta teman-teman yang selalu menyemangati selama proses penulisan ini, Ang, Cicay, Chita, Nadila, Licu, Elisya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan guna menyempurnakan penelitian ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dan menjadi kontribusi positif dan memahami respon laut di Indonesia.

Pontianak, 30 Juni 2026



Egla Julianti Tritolas
H1081221011

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL ix

BAB I PENDAHULUAN 6
1.1 Latar Belakang 6
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Arus Laut 4
2.2 Kondisi Oseanografi Selat Makassar 5
2.3 Arus Meridional (Utara-Selatan) 5
2.4 Arus Musiman yang Dipengaruhi Monsun 6
2.5 ENSO 7
2.6 ITF (*Indonesian Throughflow*) 7
2.7 Suhu 8
2.8 Penelitian Terdahulu 10

BAB III METODE PENELITIAN 12
3.1 Lokasi Penelitian 12
3.2 Peralatan Penelitian 12
3.3 Diagram Alir 17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 18
4.1 Validasi Model dan Data Altimetri 18
4.2 Struktur Arus dan Suhu Secara Spasial. 19
4.3 Struktur Menegak Arus. 40
4.4 Fluktuasi Temporal 44
4.5 Spektrum Densitas Energi 49
4.6 Transformasi *wavelet* 55

BAB V SIMPULAN 62
5.1 Simpulan 62
5.2 Saran 63

DAFTAR PUSTAKA 64

LAMPIRAN 68

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Arus Lintas Indonesia (Gordon, 2019) 8

Gambar 2.2 Sebaran suhu permukaan hasil pemodelan level 30 di Indonesia pada Musim Barat (Januari), Musim Peralihan I (April), Musim Timur (Juli) dan Musim Peralihan II (Oktober) (Prihatiningsih, 2014). 9

Gambar 3.1 Peta lokasi data penelitian..... 12

Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 17

Gambar 4.1 Korelasi Suhu Model (Garis Hitam) dan Satelit OSTIA (Garis Biru) Data Tahun 2010-2025. 18

Gambar 4.2 Korelasi ADT (Garis Hitam) dan TPL (Garis Biru) Data Tahun 2010-2025..... 19

Gambar 4.3 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 20

Gambar 4.4 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 22

Gambar 4.5 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 24

Gambar 4.6 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 26

Gambar 4.7 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 29

Gambar 4.8 Plot vektor arus bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 31

Gambar 4.9 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* ... 32

Gambar 4.10 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 34

Gambar 4.11 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 35

Gambar 4.12 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 37

Gambar 4.13 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 38

Gambar 4.14 Sebaran suhu bulanan rata-rata hasil model *Marine Copernicus* 39

Gambar 4.15 Struktur menegak komponen arus rata-rata musiman meridional titik A (a), rata-rata musiman zonal titik A (b) rata-rata musiman arus meridional titik B (c), rata-rata musiman arus zonal titik B (d). 43

Gambar 4.16 Deret waktu suhu lapisan permukaan tahun 2010-2025. 44

Gambar 4.17 Deret waktu komponen arus a) VO dan b) UO (2010-2025) di lapisan permukaan 45

Gambar 4.18 Deret waktu komponen arus a) VO dan b) UO (2010-2025) di lapisan termoklin..... 46

Gambar 4.19 Deret waktu komponen arus a) VO dan b) UO (2010-2025) di lapisan termoklin..... 47

Gambar 4.20 Grafik Time Series ONI dengan garis pada yline 0,5 dan -0,5..... 48

Gambar 4.21 Grafik Time Series DMI dengan garis pada yline 0,4 dan -0,4 48

Gambar 4.22 PSD komponen suhu pada a) lapisan permukaan, b) lapisan termoklin dan c) lapisan dalam..... 50

Gambar 4.23 PSD komponen arus zonal pada a) lapisan permukaan, b) lapisan... 52

Gambar 4.24 PSD komponen arus meridional pada a) lapisan permukaan, ... 54

Gambar 4.25 Analisis *Continuous Wavelet Transform* (CWT) komponen suhu pada a) lapisan permukaan, b) lapisan termoklin, dan c) lapisan dalam. Garis putih putus-putus menunjukkan hasil periodisitas suhu dominan yaitu *Intra-Seasonal Variability* (ISV), *Semi-Annual Variability* (SAV), dan *Annual Variability* (AV)..... 56

Gambar 4.26 Analisis *Continuous Wavelet Transform* (CWT) komponen arus zonal pada lapisan permukaan, lapisan termoklin, dan lapisan dalam. Garis putih putus-putus menunjukkan hasil periodisitas

arus dominan yaitu *Intra-Seasonal Variability* (ISV), *Semi-Annual Variability* (SAV), dan *Annual Variability* (AV). 58

Gambar 4.27 Analisis *Continuous Wavelet Transform* (CWT) komponen arus meridional pada a) lapisan permukaan, b) lapisan termoklin, dan c) lapisan dalam. Garis putih putus-putus menunjukkan hasil periodisitas arus dominan yaitu *Intra-Seasonal Variability* (ISV), *Semi-Annual Variability* (SAV), dan *Annual Variability* (AV) .. 60

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi 13

Tabel 4.1 Deret waktu komponen arus meridional dan zonal (2010-2025) di.....
..... 44

Tabel 4.2 PSD komponen suhu pada lapisan permukaan, lapisan termoklin .....
..... 51

Tabel 4.3 PSD komponen arus zonal pada lapisan permukaan, lapisan .....
..... 53

Tabel 4.4 PSD komponen arus meridional pada lapisan permukaan, lapisan .....
..... 55

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. *Script* FERRET Struktur Arus Dan Suhu Secara Spasial 68

Lampiran 2. Struktur Menegak Arus 69

Lampiran 3. Fluktuasi Temporal 70

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selat Makassar berada di sebelah timur pulau Kalimantan dan di sebelah Barat pulau Sulawesi. Selat Makassar dibagi menjadi dua bagian, yaitu Selat Makassar bagian Utara dan Selat Makassar bagian Selatan. Kecepatan arus di bagian Utara Selat Makassar cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Selat Makassar di bagian Selatan (Jufri *et al*., 2020). Selat Makassar dilalui oleh Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang bergerak dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia melalui Selat Makassar (Horhoruw *et al*., 2015). Arus laut (*Sea Current*) merupakan pergerakan massa air laut secara vertikal dan horizontal. Di belahan bumi utara arus dibelokkan ke arah kanan dan di belahan bumi selatan arus dibelokkan ke arah kiri (Kasharjanto *et al*., 2017). Arus di kedalaman laut disebabkan oleh perbedaan densitas massa air (Suwito dan Susanti, 2017). Arus juga dibangkitkan oleh angin, pola angin berbeda-beda tiap musimnya, dibagi menjadi 4 musim dapat dikatakan sebagai monsun (Mahie, 2012). Monsun memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dinamika arus laut di Selat Makassar, terutama dalam mengontrol variasi *Indonesian Throughflow* (ITF). Pola angin monsun memicu perubahan tekanan yang berdampak pada kecepatan dan arah arus laut di wilayah ini (Li *et al*., 2021).

Penelitian di Selat Makassar, seperti yang dilakukan oleh Jufri *et al*., (2020) bertujuan mengetahui pola distribusi arus permukaan laut di Selat Makassar sepanjang tahun 2019 menggunakan data citra satelit *AVISO*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus permukaan di Selat Makassar umumnya bergerak dari selatan ke utara, dengan kecepatan arus yang lebih kuat pada musim barat (Desember–Februari) dan musim timur yaitu antara 0,3243–0,5059 m/s, sedangkan pada musim peralihan kecepatannya menurun menjadi sekitar 0,05347–0,2352 m/s. Pola arus ini sangat dipengaruhi oleh musim, terutama perubahan angin monsun, serta faktor lain seperti arus lintas Indonesia

Penelitian oleh Lellouche *et al*., (2021) membahas analisis ulang samudra dan es laut global *GLORYS12*, yaitu reanalisis fisik resolusi tinggi 1/12° yang dikembangkan dalam kerangka *Copernicus Marine Service* untuk merekonstruksi kondisi laut global sejak 1993 hingga 2019, menggunakan model *NEMO* yang digerakkan angin *ERA-Interim* serta menggabungkan data altimetri, suhu permukaan laut satelit, konsentrasi es laut, dan profil suhu salinitas *in-situ* melalui filter Kalman sederhana dan koreksi bias *3D-VAR*, hasilnya berupa peta statistik (*RMS error* suhu 0,45°C dan salinitas 0,1 psu di 0-2000 m selama era *Argo*), deret waktu tren (pemanasan laut sedikit lebih tinggi dan kenaikan muka laut global 2,77 mm/tahun), transport volume (misalnya 157 Sv di Selat Drake), serta energi kinetik eddy (14 cm^2/s^2 rata-rata).

Data reanalisis *CMEMS GLOBAL_MULTIYEAR_PHY_001_030* berbasis *NEMO 3.6* menyediakan data 3D resolusi 1/12° (~8 km) dan 50 level vertikal (0-5.727 m), digerakkan *ECMWF ERA-Interim* via *Copernicus Climate Data Store* (CDS). Penelitian sebelumnya oleh Jufri *et al*. (2020) berfokus pada distribusi arus permukaan (0-15 m) di Selat Makassar menggunakan data satelit *AVISO*, sedangkan Lellouche *et al*. (2021) menganalisis dinamika laut secara global dengan *GLORYS12*, sehingga penelitian lebih lanjut yang berfokus pada variabilitas arus dan suhu di Selat Makassar bagian utara dengan kedalaman 0-1500 m skala musiman dengan model perlu dilakukan karena selat ini merupakan jalur utama dan sekunder Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) yang sangat memengaruhi distribusi massa air, energi, dan sifat oseanografi di perairan Indonesia, serta dipengaruhi oleh faktor musiman, angin, sehingga studi variabilitas arus dan suhu di Selat Makassar sangat penting untuk integrasi pengetahuan dinamika laut, pengelolaan sumber daya, dan mitigasi resiko pelayaran maupun perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Wilayah utara Selat Makassar berada di bawah pengaruh langsung dinamika Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) dan sistem monsun yang bersifat musiman. Interaksi kedua faktor ini menyebabkan variasi pola arus dan suhu yang cukup signifikan sepanjang tahun. Selain itu, fenomena iklim global seperti ENSO (El

Niño-Southern Oscillation) turut mempengaruhi dinamika sirkulasi di wilayah tersebut, baik pada skala waktu musiman maupun antar-tahunan. Variasi faktor-faktor tersebut menjadikan wilayah utara Selat Makassar penting untuk dikaji guna memahami karakteristik dan mekanisme variabilitas arus dan suhu yang terjadi. Dalam Upaya memahami pengaruh berbagai fenomena tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan secara *spatio-temporal* untuk mengidentifikasi serta menganalisis pola variabilitas arus dan suhu pada domain waktu dan frekuensi dalam konteks spasial. Berdasarkan hal tersebut rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini yaitu bagaimana variabilitas arus dan suhu di bagian utara Selat Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis variabilitas arus dan suhu di Selat Makassar menggunakan data *reanalysis* di bagian Utara.
2. Mengidentifikasi tren variabilitas arus dan suhu selama periode 15 tahun terakhir menggunakan data reanalysis bagian Utara Selat Makassar pada kedalaman 0-1500 m.
3. Menganalisis variabilitas vertikal arus di kolom air Selat Makassar untuk memahami stratifikasi termohalin dan respons terhadap monsun bagian Utara Selat Makassar.
4. Mengkaji pengaruh ENSO terhadap variabilitas arus permukaan dan suhu permukaan.

1.4 Manfaat

Studi tentang variabilitas arus dan suhu di bagian utara Selat Makassar dapat memberikan informasi penting mengenai fenomena global seperti ENSO, Arlindo, angin monsun di wilayah utara Selat Makassar yang dapat digunakan sebagai prediksi oseanografi jangka panjang.