

**VARIABILITAS DINAMIKA EKMAN DI PERAIRAN LAUT
BANDA SERTA DAMPAKNYA TERHADAP *UPWELLING***

SKRIPSI

SHUMANTY NATHIO SIMANJUNTAK

26050120130080



**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2024

**VARIABILITAS DINAMIKA EKMAN DI PERAIRAN LAUT
BANDA SERTA DAMPAKNYA TERHADAP *UPWELLING***

**SHUMANTY NATHIO SIMANJUNTAK
26050120130080**

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Derajat Sarjana S1 pada Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI OSEANOGRAFI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Variabilitas Dinamika Ekman di Perairan Laut
Banda serta Dampaknya terhadap *Upwelling*
Nama Mahasiswa : Shumanty Nathio Simanjuntak
Nomor Induk Mahasiswa : 2605020130080
Departemen/Program Studi : Oseanografi/Oseanografi

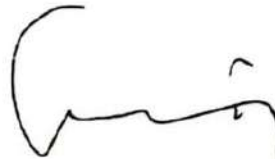
Mengesahkan,

Pembimbing Utama



Dr. Elis Indrayanti, S.T., M.Si.
NIP. 19761201 199903 2 003

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Sc. Anindya Wirasatriya, S.T., M.Si., M.Sc.
NIP. 19771119 200312 1 003

Dekan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Diponegoro



Prof. R. Eri Winarni Agustini, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19650821 199001 2 001

Ketua

Program Studi Oseanografi

Departemen Oseanografi



Dr. Kunarso, S.T., M.Si.
NIP. 19690525 199603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Variabilitas Dinamika Ekman di Perairan Laut
Banda serta Dampaknya terhadap *Upwelling*
Nama Mahasiswa : Shumanty Nathio Simanjuntak
Nomor Induk Mahasiswa : 2605020130080
Departemen/Program Studi : Oseanografi/Oseanografi

Skripsi ini telah disidangkan di hadapan Tim Penguji pada:

Hari/Tanggal : Rabu, 13 Maret 2024
Tempat : Gedung G, Ruang 101, Fakultas Perikanan dan
Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Penguji Utama



Dr. Kunarso S.T., M.Si.

NIP. 19690525 199603 1 002

Penguji Anggota



Ir. Gentur Handoyo M.Si.

NIP. 19600911 198703 1 002

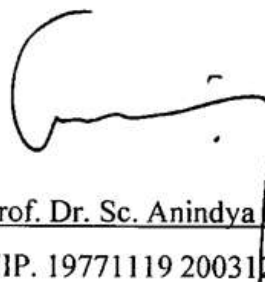
Pembimbing Utama



Dr. Elis Indrayanti, S.T., M.Si.

NIP. 19761201 199903 2 003

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Sc. Anindya Wirasatriya, S.T., M.Si., M.Sc.

NIP. 19771119 200312 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya, Shumanty Nathio Simanjuntak, menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi yang berjudul Variabilitas Dinamika Ekman di Perairan Laut Banda serta Dampaknya terhadap *Upwelling* adalah asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah/skripsi ini yang berasal dari karya orang lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua isi dari karya ilmiah/skrpsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Semarang, Januari 2024

Penulis,



Shumanty Nathio Simanjuntak

NIM. 26050120130080

ABSTRAK

(Shumanty Nathio Simanjuntak. 26050120130080. Variabilitas Dinamika Ekman di Perairan Laut Banda serta Dampaknya terhadap *Upwelling*. Elis Indrayanti dan Anindya Wirasatriya).

Mekanisme *upwelling* yang dibangkitkan oleh angin tidak terlepas dari dinamika Ekman yang terjadi, *Ekman Mass Transport* (EMT) dapat mendorong massa air menuju lepas pantai dan *Ekman Pumping Velocity* (EPV) yang membawa air dari lapisan yang lebih dalam menuju permukaan. Laut Banda yang memiliki produktivitas perairan yang tinggi, sangat dipengaruhi oleh siklus monsun yang kemudian meregulasi pola angin permukaan. Sebelumnya telah diketahui terkait peran EMT dan EPV dalam proses *upwelling* di Laut Banda. Namun, variasi dinamika Ekman belum sepenuhnya dijelaskan dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran lebih lanjut mengenai karakteristik *upwelling* di perairan Laut Banda dengan melakukan analisis terhadap variabilitas spasial dan temporal EMT dan EPV. Penelitian ini menggunakan data angin permukaan yang diperoleh dari ASCAT, data suhu permukaan laut (SST) dari OSTIA, dan data konsentrasi klorofil-a yang berasal dari *Global Ocean Colour*. Pengamatan data-data tersebut dilakukan selama 16 tahun dari Januari 2007 hingga Desember 2022. Hasil penelitian menunjukkan variabilitas spasial dan temporal dari dinamika Ekman di Laut Banda mempunyai pola yang berkaitan erat dengan perubahan arah dan kecepatan angin akibat pengaruh monsun musiman. EMT dan EPV terkuat ditemukan selama musim angin monsun tenggara, adapun EMT lepas pantai yang lebih kuat ditemukan pada area A (sebelah barat) sedangkan positif EPV terbesar terdapat pada area C (sebelah timur) dibandingkan area pengamatan lainnya. Nilai EMT negatif dan positif EPV sebagai dinamika Ekman yang menguntungkan dalam mempertahankan *upwelling* di Laut Banda juga ditandai dengan penurunan SST dan tingginya konsentrasi klorofil-a, yang mana pengaruh EMT terhadap variasi SST lebih dominan daripada EPV. Variabilitas antar tahunan Ekman menunjukkan kondisi El-Niño (La Niña) cenderung memperkuat (melemahkan) EMT dan EPV.

Kata kunci: *Ekman Mass Transport, Ekman Pumping Velocity, upwelling, suhu permukaan laut, angin monsun*

ABSTRACT

(Shumanty Nathio Simanjuntak. 26050120130080. Variability of Ekman Dynamics in the Banda Sea Waters and its Impact on Upwelling. Elis Indrayanti and Anindya Wirasatriya).

The mechanism of upwelling generated by wind is inseparable from the Ekman dynamics that occur, Ekman Mass Transport (EMT) can push water masses towards the offshore and Ekman Pumping Velocity (EPV) which brings water from deeper layers to the surface. The Banda Sea has high productivity waters, is strongly influenced by the monsoon cycle which regulates surface wind patterns. Previously, the role of EMT and EPV in the upwelling process in the Banda Sea has been known. However, variations in Ekman dynamics have yet to be fully explained in previous studies. Therefore, this study aims to provide further insight into the characteristics of upwelling in the Banda Sea waters by analyzing the spatial and temporal variability of EMT and EPV. This study uses surface wind data obtained from ASCAT, sea surface temperature (SST) data from OSTIA, and chlorophyll-a concentration data from Global Ocean Color. These data were observational for 16 years from January 2007 to December 2022. The results showed that the spatial and temporal variability of Ekman dynamics in the Banda Sea has a pattern that is closely related to changes in wind direction and speed due to seasonal monsoon influences. The strongest EMT and EPV were found during the southeast monsoon season, the stronger offshore EMT was found in area A (west) while the most prominent positive EPV was found in area C (east) compared to other observation areas. Negative EMT and positive EPV values as favorable Ekman dynamics in maintaining upwelling in the Banda Sea are also characterized by a decrease in SST and high chlorophyll-a concentrations, where the influence of EMT on SST variations is more dominant than EPV. El-Niño (La Niña) conditions tend to strengthen (weaken) EMT and EPV for interannual variations.

Keywords: *Ekman Mass Transport, Ekman Pumping Velocity, upwelling, sea surface temperature, monsoon winds*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Variabilitas Dinamika Ekman di Perairan Laut Banda serta Dampaknya terhadap *Upwelling*” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan serta memperoleh gelar Sarjana (S1) pada program studi Oseanografi.

Penulis menyadari terdapat peran dari berbagai pihak yang turut memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Elis Indrayanti, S.T., M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahnya selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Sc. Anindya Wirasatriya, S.T., M.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahnya dari penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Denny Nugroho Sugianto, S.T., M.Si selaku dosen wali yang senantiasa memberikan dukungan dan saran akademis selama perkuliahan.
4. Orang tua, adik-adik, dan keluarga besar sebagai penyemangat yang selalu mendukung dan mendoakan yang terbaik bagi masa depan penulis.
5. Semua pihak yang turut berperan dalam rampungnya skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari akan kekurangan dalam penulisan dan penyampaian hasil penelitian. Oleh karena itu, penulis mengharapkan serta menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian dalam skripsi ini dapat memberikan manfaat terutama bagi penulis sendiri.

Semarang, 16 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Angin Monsun	5
2.2 Dinamika Ekman	6
2.3 <i>Upwelling</i>	7
2.4 Suhu Permukaan Laut	8
2.5 Klorofil-a	9
2.6 Perairan Laut Banda	9
3. MATERI DAN METODE	11
3.1 Materi Penelitian	11
3.2 Metode Penelitian	12
3.3 Metode Pengumpulan Data	12
3.3.1 Data Angin	12
3.3.2 Data SST	12
3.3.3 Data Klorofil-a	13
3.4 Metode Pengolahan	13
3.4.1 Pengolahan Data Angin	13

3.4.2	Perhitungan <i>Ekman Transport</i> dan <i>Ekman Pumping</i>	14
3.4.3	Pengolahan Data SST dan Klorofil-a.....	15
3.5	Metode Analisis Data	15
3.5.1	Analisis Spasial.....	15
3.5.2	Analisis Korelasi.....	16
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	17
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1	Hasil.....	18
4.1.1	Sebaran Spasial Spasial Suhu Permukaan Laut, Klorofil-a, dan Angin Permukaan secara Klimatologi di Perairan Laut Banda	18
4.1.2	Variasi <i>Ekman Mass Transport</i> (EMT) dan <i>Ekman Pumping Velocity</i> (EPV) di Perairan Laut Banda	24
4.1.3	Variasi Antar Tahunan Dinamika Ekman Terkait ENSO.....	32
4.2	Pembahasan	35
4.2.1	Pengaruh Angin terhadap Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Laut Banda.....	35
4.2.2	Dinamika Musiman <i>Ekman Mass Transport</i> (EMT) dan <i>Ekman Pumping Velocity</i> (EPV) di Perairan Laut Banda.....	36
4.2.3	Variabilitas Antar Tahunan Dinamika Ekman.....	41
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	49
	RIWAYAT HIDUP	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan Penelitian.....	11
Tabel 3.2 Alat Penelitian	11
Tabel 4.1 Korelasi kecepatan angin, SST, dan klorofil-a di perairan Laut Banda	24
Tabel 4.2 Korelasi SST, komponen meridional EMT, dan kecepatan pemompaan ekman (EPV) di perairan Laut Banda.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	4
Gambar 2.1 Mekanisme <i>upwelling</i> dan <i>downwelling</i> pada wilayah pesisir	7
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	17
Gambar 4.1 <i>Overlay</i> data spasial klimatologi bulanan suhu permukaan laut dengan vektor angin.....	20
Gambar 4.2 Sebaran spasial klimatologi bulanan konsentrasi klorofil-a	21
Gambar 4.3 Sebaran spasial konsentrasi klorofil-a bulan Juni–Agustus dengan tiga area pengamatan merah (A), biru (B), dan kuning (C)	22
Gambar 4.4 Grafik hubungan klimatologi bulanan kecepatan angin, SST, dan klorofil-a.....	23
Gambar 4.5 Sebaran pola EMT (vektor merah) dan <i>wind stress</i> (vektor hitam) di perairan Laut Banda	26
Gambar 4.6 Distribusi spasial EPV perairan Laut Banda	28
Gambar 4.7 Grafik hubungan klimatologi bulanan SST, komponen meridional EMT, dan EPV pada area A	29
Gambar 4.8 Grafik hubungan klimatologi bulanan SST, komponen meridional EMT, dan EPV pada area B	30
Gambar 4.9 Grafik hubungan klimatologi bulanan SST, komponen meridional EMT, dan EPV pada area C	31
Gambar 4.10 Grafik <i>time series</i> selama 16 tahun komponen meridional EMT, EPV, angin, dan ONI	33
Gambar 4.11 Grafik <i>time series</i> selama 16 tahun suhu permukaan laut, klorofil-a, dan ONI.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data klimatologi bulanan pada area A.....	49
Lampiran 2 Data klimatologi bulanan pada area B.....	49
Lampiran 3 Data klimatologi bulanan pada area C.....	49