

**DINAMIKA EKMAN MASS TRANSPORT DAN EKMAN
PUMPING VELOCITY PADA KEJADIAN EFEK FUJIWHARA
SIKLON TROPIS SEROJA DAN ODETTE DI SAMUDERA
HINDIA TAHUN 2021**

SKRIPSI

**CHRISTOPHER AGUNG HUTAHAEAN
26050120130088**



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

**DINAMIKA EKMAN MASS TRANSPORT DAN EKMAN
PUMPING VELOCITY PADA KEJADIAN EFEK FUJIWHARA
SIKLON TROPIS SEROJA DAN ODETTE DI SAMUDERA
HINDIA TAHUN 2021**

**CHRISTOPHER AGUNG HUTAHAEAN
26050120130088**

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 : Dinamika Ekman Mass Transport dan Ekman
Pumping Velocity pada Kejadian Efek Fujiwhara
Siklon Tropis Seroja dan Odette di Samudera Hindia
Tahun 2021

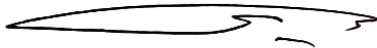
Nama Mahasiswa : Christopher Agung Hutahaean

Nomor Induk Mahasiswa : 26050120130088

Departemen : Oseanografi

Mengesahkan,

Pembimbing Utama



Ir. Gentur Handoyo, M.Si.
NIP. 196009111987031002

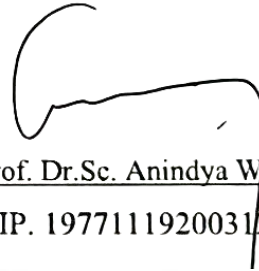
Dekan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro



Prof. Ir. Tri Winarta Agustini, M.Sc., Ph.D
NIP. 196508211990012001

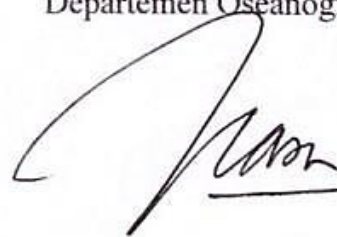
Pembimbing Anggota



Prof. Dr.Sc. Anindya Wirasatriya, S.T., M.Si., M.Sc.
NIP. 197711192003121003

Ketua

Departemen Oseanografi



Dr. Kunarso, S.T., M.Si
NIP. 196905251996031002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Dinamika Ekman Mass Transport dan Ekman
Pumping Velocity pada Kejadian Efek
Fujiwhara Siklon Tropis Seroja dan Odette di
Samudera Hindia Tahun 2021

Nama Mahasiswa : Christopher Agung Hutahaean

Nomor Induk Mahasiswa : 26050120130088

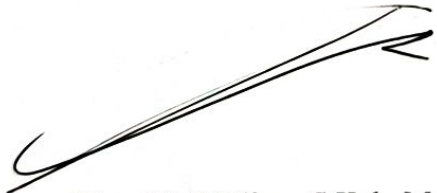
Departemen/Program Studi : Oseanografi

Skripsi ini telah disidangkan di hadapan Tim Penguji pada :

Hari/Tanggal : 18 April 2024

Tempat : B.310

Penguji Utama



Yusuf Jati Wijaya S.Kel., M.Sc.,
M.Si., Ph.D
NIP. H.7.199201032018071002

Penguji Anggota



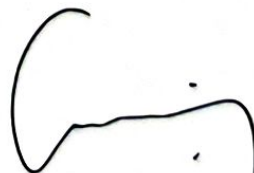
Dr. Drs. Heryoso Setiyono M.Si.
NIP. 196510101991031005

Pembimbing Utama



Ir. Gentur Handoyo, M.Si.
NIP. 196009111987031002

Pembimbing Anggota



Prof. Dr.Sc. Anindya Wirasatriya, S.T.,
M.Si., M.Sc.
NIP. 197711192003121003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya, Christopher Agung Hutahaeon, menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi yang berjudul “Investigasi Efek Fujiwhara pada Siklon Seroja dan Siklon Odette terhadap Pola *Upwelling* menggunakan Analisis Spasial EMT dan EPV” 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/skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Semarang, 18 April 2024

Penulis,



Christopher Agung Hutahaeon

NIM. 26050120130088

ABSTRAK

(Christopher Agung Hutahaean. 26050120130088. Dinamika Ekman Mass Transport dan Ekman Pumping Velocity pada Kejadian Efek Fujiwhara Siklon Tropis Seroja dan Odette di Samudera Hindia Tahun 2021. Gentur Handoyo dan Anindya Wirasatriya).

Pada bulan April terjadi kemunculan dua siklon tropis di Samudera Hindia bagian utara yang saling berinteraksi secara signifikan. Interaksi antara dua buah siklon ini disebut juga dengan Fujiwhara Effect dimana TC dari bagian Barat (Odette) diserap oleh TC yang lebih kuat di bagian Timur (Seroja) sehingga menghasilkan Siklon yang lebih kuat dan juga terjadi perubahan jalur lintasan TC ke arah selatan. Perubahan yang terjadi terhadap TC ini dianalisis secara spasial menggunakan prinsip *Ekman Mass Transport* dan *Ekman Pumping Velocity*. Dengan mengaitkannya dengan prinsip tersebut bertujuan untuk mengetahui dinamika perairan yang berinteraksi dengan adanya TC terutama pola *upwelling*. Dinamika yang dapat dilihat adalah Angin pasat Musim Peralihan 1 dimana angin bertiup dari benua Australia ke benua Asia berubah secara signifikan mengikuti jalur lintasan TC yang mengarah ke benua Australia sehingga adanya perubahan pola intensitas serta area terjadinya *upwelling* dan *downwelling* dari biasanya. *Ekman Mass Transport* menunjukkan adanya konvergensi transpor massa terhadap TC, menimbulkan zona *upwelling* pada daerah tertentu, sedangkan *Ekman Pumping Velocity* menunjukkan variasi pergerakan massa air secara vertikal mengindikasikan adanya peningkatan *upwelling* terhadap TC. Integrasi kedua parameter tersebut memberikan pemahaman terkait hubungan TC dengan dinamika *upwelling* sekaligus pola pergerakan TC itu sendiri.

Kata Kunci: Ekman Mass Transport, Ekman Pumping Velocity, Fujiwhara Effect, Upwelling.

ABSTRACT

(Christopher Agung Hutahaeen. 26050120130088. *The Dynamics of Ekman Mass Transport and Ekman Pumping Velocity in the Occurrence of the Fujiwhara Effect in Tropical Cyclones Seroja and Odette in the Indian Ocean in 2021.* Gentur Handoyo and Anindya Wirasatriya).

In the month of April, two tropical cyclones emerged in the northern Indian Ocean, exhibiting significant mutual interaction. This interaction between the two cyclones is commonly referred to as the Fujiwhara Effect, wherein the western cyclone (Odette) is absorbed by the stronger eastern cyclone (Sero-ja), resulting in the formation of a more potent cyclone and inducing a change in the track direction towards the south. The alterations brought about by this interaction were spatially analyzed using the principles of Ekman Mass Transport and Ekman Pumping Velocity. The objective of relating these principles was to understand the dynamic interactions of water associated with tropical cyclones, particularly in the context of upwelling patterns. An observable dynamic pertains to the Transition Season 1 trade winds, which significantly alter their direction from Australia to Asia, following the track of the cyclone directed towards the Australian continent. This alteration leads to changes in the intensity patterns and the areas of upwelling and downwelling that deviate from the norm. Ekman Mass Transport exhibits the convergence of mass transport towards the cyclone, resulting in the emergence of upwelling zones in specific regions. Meanwhile, Ekman Pumping Velocity demonstrates variations in vertical water movement, indicating an increased upwelling effect associated with the cyclone. The integration of both of these parameters provides insight into the relationship between tropical cyclones and upwelling dynamics, as well as the inherent movement patterns of the cyclones themselves.

Keywords: *Ekman Mass Transport, Ekman Pumping Velocity, Fujiwhara Effect, Upwelling.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Dinamika Ekman Mass Transport dan Ekman Pumping Velocity pada Kejadian Efek Fujiwhara Siklon Tropis Seroja dan Odette di Samudera Hindia Tahun 2021” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) dalam Program Studi Oseanografi.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dukungan, dan saran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dari lubuk hati yang paling dalam kepada:

1. Prof. Ir. Tri Winarni Agustini, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro;
2. Dr. Kunarso, S.T., M.Si. selaku Ketua Departemen Program Studi Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro;
3. Ir. Gentur Handoyo, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penulisan skripsi sehingga skripsi ini terselesaikan;
4. Prof. Dr.Sc. Anindya Wirasatriya, S.T., M.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penulisan skripsi sehingga skripsi ini terselesaikan;
5. Tim penulisan jurnal INCREASE 2023, Hanna Sazidah, Aloysius Dimas, Patricia Ester, dan Laurentia Saragih yang berjuang bersama dan membantu penulis dalam program BRIN INCREASE 2023;
6. Teristimewa untuk kedua orang tua tersayang Papaku Tumpal Hutahaean dan Mamaku Rizki Sushartati atas doa, dukungan, motivasi, dan pengajaran yang sangat berarti untuk penulis serta menjadi modal bagi kehidupan penulis;
7. Saudara kandungku Abang Kevin dan Adikku, Amanda Freyscha yang senantiasa memberikan motivasi serta dukungan mental terhadap penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Diponegoro;

8. Fans Windah Basudara, Audrey atau Ody yang senantiasa menyemangati, menghibur, mendukung, dan membantu penulis selama perkuliahan dan penulisan skripsi;
9. Rekan kolega penulis, Zinedine yang selalu profesional dalam menghibur dan membantu penulis selama masa perkuliahan serta penulisan skripsi ini;
10. Serta teman seperjuanganku Doding, Aziz, Fikra, Silva, Stenli, serta Warga Burjo Remaja 2 yang senantiasa menemani dan mendukung penulis selama masa perkuliahan serta penulisan skripsi ini;
11. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang memberikan penulis semangat dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis juga berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Terima kasih.

Semarang, 18 April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Waktu dan Tempat	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Siklon Tropis	4
2.1.1 Siklon Tropis Seroja.....	5
2.1.2 Siklon Tropis Odette	6
2.2 <i>Fujiwhara Effect</i>	6
2.3 <i>Upwelling</i>	8
2.4 <i>Ekman Mass Transport</i>	9
3. MATERI DAN METODE.....	11
3.1 Materi Penelitian	11
3.2 Metode Penelitian.....	11
3.3 Alur Penelitian.....	13

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil.....	14
4.1.1 Kecepatan Angin Siklon	14
4.1.2 Ekman Mass Transport	15
4.1.3 <i>Ekman Pumping Velocity</i>	17
4.2 Pembahasan	18
5. KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
RIWAYAT HIDUP	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Penelitian	11
Tabel 2. Alat Penelitian	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	3
Gambar 2. Siklon Tropis Seroja	5
Gambar 3. Siklon Tropis Odette.....	6
Gambar 4. 5 Jenis Efek Fujiwhara	8
Gambar 5. Struktur Lapisan Ekman	10
Gambar 6. Skema <i>ekman pumping velocity</i> saat terjadi transpor ekman secara divergensi	10
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 8. Distribusi Spasial Kecepatan Angin dari 1 April 2021 – 12 April 2021	14
Gambar 9. Grafik Timeseries Kecepatan Angin pada Pusat Siklon.....	15
Gambar 10. Distribusi Spasial <i>Ekman Mass Transport</i> (EMT) dari 1 April 2021 – 12 April 2021	16
Gambar 11. Grafik Timeseries EMT pada Pusat Siklon	17
Gambar 12. Distribusi Spasial <i>Ekman Pumping Velocity</i> (EPV) dari 1 April 2021 – 12 April 2021	18