

ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK PERAIRAN BARAT LAMPUNG

Muhammad Hafidz Ibnu Khaldun^{1*}, Wiwid Andriyani Lestariningsih²

¹ Program Studi Teknik Kelautan, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

² Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115

* Corresponding email: muhammad.khaldun@kl.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima
18/07/2023
Disetujui
31/07/2023
Diterbitkan
31/07/2023

Abstrak

Stratifikasi massa air pada suatu perairan dapat disebabkan oleh perbedaan kerapatan massa air yang dipengaruhi oleh suhu dan salinitas. Kerapatan massa air akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Perairan barat Sumatera, khususnya perairan barat perairan lampung merupakan perairan yang berinteraksi langsung dengan Samudera Hindia. Metode penelitian yang digunakan adalah akuisisi dan analisis data Argo float yang berlokasi di perairan Barat Lampung dengan posisi geografis 102°BT-105°BT dan 4°LS-6°LS. Visualisasi dan pengolahan data menggunakan perangkat lunak ODV (Ocean Data View). Pengolahan data dilakukan di laboratorium Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sumatera. Analisis stratifikasi perairan dilakukan dengan menggunakan ambang batas suhu dan gradien suhu terhadap kedalaman, karakteristik massa air ditentukan dengan diagram T-S serta dilakukan analisis kestabilan massa air. Hasil penelitian menunjukkan suhu rerata pada lapisan tercampur berkisar 28.7-29.85 °C. Analisis menurut musim menunjukkan bahwa pada Musim Peralihan I, lapisan tercampur memiliki ketebalan lapisan yang lebih besar. Nilai salinitas secara musiman memperlihatkan musim peralihan I dan musim timur nilai salinitas pada lapisan tercampur > 34 psu. Distribusi vertikal densitas secara musiman memperlihatkan pada musim timur nilai densitas pada lapisan tercampur berkisar 21.32 – 24 Kg/ m³. Analisa diagram T-S menunjukkan tipe massa air yang dapat ditemukan pada perairan Barat Sumatera yakni pada lapisan permukaan ditemukan BBW, IEW, IUW dan SICW dengan variasi nilai isopiknal dari 21-27 Kg/m³ dengan variasi nilai suhu berkisar 8-30 °C dan nilai salinitas berkisar 33.1-35.2 psu.

Kata Kunci: Massa air, Karakter Fisik, Perairan Barat Lampung

Abstract

Stratification of water masses in waters can be caused by differences in the density of water masses which are influenced by temperature and salinity. The density of water masses will increase with increasing depth. The western waters of Sumatra, especially the western waters of Lampung waters, interact directly with the Indian Ocean. The research method used is data acquisition and analysis of the Argo float, which is located in West Lampung waters with a geographical position of 102°E-105°E and 4°S-6°S. Data visualization and processing using ODV software were processed at the Marine Engineering Laboratory, Sumatra Institute of Technology. Stratification analysis of waters was carried out using temperature gradients with respect to depth, the characteristics of the water masses were determined by means of a T-S diagram and an analysis of the stability of the water masses was carried out. The results showed that the average temperature in the mixed layer ranged from 28.7-29.85 °C. Analysis by season shows that during the First Transitional Season, the mixed layer has a larger. Seasonal salinity values show transitional season I and east monsoons, salinity values in mixed layers > 34 psu. The seasonal vertical distribution of density shows that in the east monsoon the density values in the mixed layer range from 21.32 – 24 Kg/m³. The T-S diagram analysis shows the types of water masses in West Lampung Waters, namely in the surface layer BBW, IEW, IUW and SICW are found with variations in isopicnal values from 21-27 Kg/m³ with variations in temperature values ranging from 8-30 °C and salinity values ranging from 33.1-35.2 psu.

Keywords: Water Mass, Physical Characteristics, West Lampung Waters

1. Pendahuluan

Stratifikasi massa air pada suatu perairan dapat disebabkan oleh perbedaan kerapatan massa air yang dipengaruhi oleh suhu dan salinitas. Kerapatan massa air akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pada skala regional, perubahan stratifikasi massa air akan berpengaruh pada lingkungan, iklim dan ekologi khususnya daerah pengelolaan dan penangkapan ikan [1]; [2].

Perairan barat provinsi Lampung termasuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 572 Negara Republik Indonesia. Pengelolaan dan penentuan daerah tangkap perikanan dipengaruhi oleh suhu pada lapisan tercampur dan lapisan termoklin, sehingga informasi mengenai persebaran suhu secara horizontal dan vertikal menjadi sangat penting. Lapisan tercampur merupakan lapisan yang berada dipermukaan dan memiliki suhu paling tinggi serta cenderung seragam [3]. Selanjutnya, lapisan dibawahnya merupakan lapisan termoklin yang mengalami perubahan suhu secara signifikan [4].

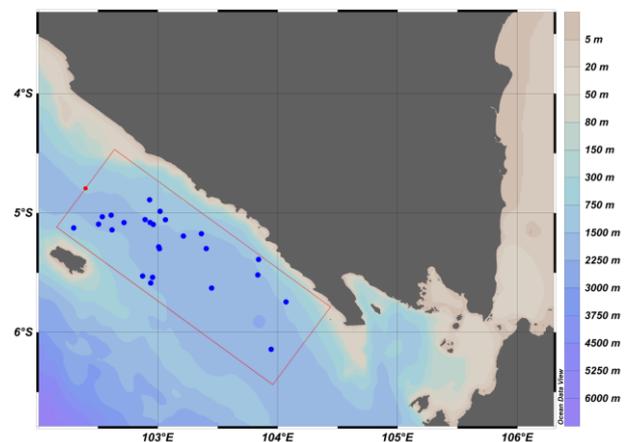
Perairan barat Sumatera, khususnya perairan barat perairan Lampung merupakan perairan yang berinteraksi langsung dengan Samudera Hindia. Samudera Hindia diketahui memiliki fenomena antar-tahunan yang dikenal dengan Indian Ocean Dipole Mode atau IOD. Perairan Barat Lampung sendiri terletak pada pusat anomali suhu samudera hindia yang menyebabkan terjadinya IOD, yakni daerah Timur Samudera Hindia (10°S - 0°U dan 90°BT - 110°BT) [5]. Fenomena ini akan memberikan dampak terhadap dinamika yang terjadi di perairan khususnya pada kedalaman lapisan tercampur dan termoklin, pada perairan pantai Selatan Jawa akan memicu terjadi proses *upwelling* [4]; [6].

Juniarti et al [7], telah menganalisis kondisi suhu dan salinitas perairan barat Sumatera dengan menggunakan Argo Float yang mengidentifikasi hubungannya terhadap kejadian DM (*Dipole Mode*) secara spasial. Hasil analisis data menunjukkan adanya korelasi antara suhu (salinitas) dengan DMI menunjukkan hubungan terbalik dengan tingkat korelasi sebesar $-0,72$ ($-0,52$). Selanjutnya, Al Ayubi et al. [8], menunjukkan bahwa suhu permukaan pada bervariasi menurut musim, dimana pada periode Desember-Februari dan Maret-Mei memiliki pola yang hampir sama. Sedangkan pola pada periode Juni-Agustus mirip dengan September-November. Sedangkan, suhu pada kedalaman 140 m ke bawah menunjukkan pola yang sama sepanjang tahun. Analisis massa air dengan menggunakan diagram TS menunjukkan terdapat beberapa tipe massa air yang ada di perairan Barat Sumatera, yakni *Bengal Bay Water* (BBW), *South Indian Central Water* (SICW), *Indian Equatorial Water* (IEW), *Subtropical Lower Water* (SLW), dan *Northern Salinity Minimum* (NSM). Pada Desember sampai Februari, dapat ditemui juga massa air *Arabian Sea Water* (ASW).

Secara umum, penelitian terkait karakteristik fisik oseanografi di perairan Barat Pulau Sumatera atau Samudra Hindia Timur telah dilakukan. Namun, penelitian mengenai dinamika perairan di perairan barat Lampung belum banyak dikaji secara detail, khususnya mengenai analisis karakteristik fisik oseanografi dengan menggunakan data observasi langsung. Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis karakteristik fisik oseanografi dengan menggunakan data Argo Float di perairan Barat Lampung. Data dan informasi yang diperoleh dari penelitian ini, khususnya stratifikasi massa air dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengelolaan dan penentuan daerah tangkap perikanan.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah akuisisi dan analisis data Argo float yang berlokasi di perairan Barat Lampung dengan posisi geografis 102°BT - 105°BT dan 4°LS - 6°LS (Gambar 1). Visualisasi dan pengolahan data menggunakan perangkat lunak ODV (*Ocean Data View*). Pengolahan data dilakukan di laboratorium Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sumatera.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Analisis Karakteristik Perairan Barat Lampung

Data pada penelitian ini menggunakan data Argo Float INCOIS (*Indian National Center for Ocean Information Services*) India dengan kode 2901092 yang beroperasi setiap 10 hari di Timur perairan Samudera Hindia. Spesifikasi Argo Float secara jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis stratifikasi massa air dilakukan untuk mengelompokkan lapisan termasuk dalam lapisan kedalaman tercampur, lapisan termoklin dan lapisan dalam. Adapun dasar perhitungan dalam membedakan ketiga lapisan tersebut dengan menggunakan ambang batas suhu (ΔT) dan menggunakan gradien ($\frac{\Delta T}{\Delta Z}$) sebagai dasar penentuan lapisan termoklin, selanjutnya batas atas dan bawah menjadi dasar penentuan lapisan kedalaman tercampur dan lapisan dalam [9]; [10].

Penentuan gradien suhu dapat dihitung dengan persamaan berikut [11]; [12]:

$$G_j = \frac{T_{j+1} - T_j}{D_{j+1} - D_j} \tag{1}$$

dimana, G_j adalah nilai gradien suhu vertikal antara kedalaman standar D_j dan D_{j+1} , T_j merupakan suhu air pada kedalaman standar, dan D_j adalah kedalaman standar. Dalam hal ini, nilai G_j dalam kolom air yang merupakan perubahan suhu $\geq 0,05^\circ\text{C}/\text{m}$ menunjukkan batas atas dan batas bawah dari lapisan termoklin [12]; [13]; [14].

Tabel 1. Spesifikasi Argo Float 2901092

No	Parameter	Unit	Akurasi	Resolusi
1	Suhu	°C	0.002	0.001
2	Salinitas	Psu	0.005	0.001
3	Tekanan	Desibar	2.4	0.1

Analisis karakteristik massa air pada suatu perairan dapat ditentukan dengan menganalisis diagram TS (*Temperature-Salinity*). Analisis diagram TS dapat memberikan informasi dan gambaran terkait keterkaitan variabel suhu dan salinitas untuk mendapatkan nilai densitas secara vertikal diberbagai kedalaman. Jenis-jenis massa air dengan nilai suhu, salinitas dan densitas tersebut akan diklasifikasi berdasarkan [15] dan [16] dengan menggunakan diagram TS [17].

Analisis kestabilan massa air yang menggambarkan adanya stratifikasi dianalisis menggunakan grafik frekuensi Brunt Vaisala. Frekuensi ini menggambarkan kestabilan kolom air yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi (g) serta menggambarkan osilasi fluida secara vertikal. Frekuensi Brunt-Vaisala dihitung menggunakan persamaan [9]:

$$N^2 = - \frac{g}{\rho_0} \frac{d\rho}{dz} \tag{2}$$

dimana, ρ_0 merupakan rata-rata densitas kolom air, $d\rho/dz$ merupakan perubahan densitas terhadap kedalaman dan g merupakan percepatan gravitasi. Visualisasi grafik vertikal, sebaran melintang, diagram T-S dan grafik Brunt-Vaisala menggunakan perangkat lunak Ocean Data View (ODV) 2022 versi 5.6.2. Selain Analisis kestabilan juga dapat dilakukan dengan menggunakan diagram TS, analisis tersebut akan menunjukkan bahwa semakin bertambah nilai densitas terhadap kedalaman akan berbanding lurus dengan kestabilan kolom massa air dan semakin jelas stratifikasi yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Massa Air

Distribusi vertikal suhu di perairan Barat Sumatera menunjukkan adanya stratifikasi. Stratifikasi tersebut terbagi atas lapisan tercampur, termoklin dan lapisan dalam. Suhu rerata perairan

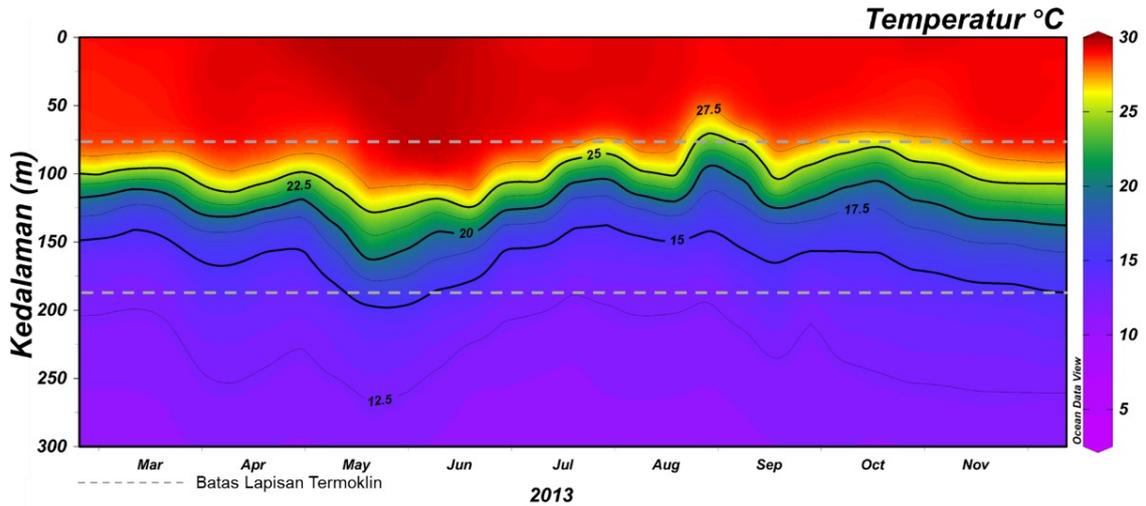
pada lapisan permukaan hingga batas kedalaman lapisan tercampur berkisar $28.7\text{-}29.85^\circ\text{C}$. Suhu rerata pada lapisan termoklin berkisar $9.75\text{-}21.5^\circ\text{C}$ dengan kedalaman minimum mencapai 43.6 m pada 29 Agustus 2013 dan kedalaman maksimum mencapai 263.12 m pada 21 Mei 2013. Selanjutnya, Suhu pada lapisan dalam berkisar $7.95\text{-}10.76^\circ\text{C}$ dimulai pada kedalaman > 151.75 m. Analisis perubahan kedalaman lapisan tercampur menurut musim menunjukkan bahwa pada Musim Peralihan I, lapisan tercampur memiliki ketebalan lapisan yang lebih besar dari Musim Peralihan II, Barat dan Timur. Analisis data menunjukkan ketebalan lapisan tercampur pada Musim Peralihan I sebesar 97.15 m. Selanjutnya, lapisan termoklin memiliki ketebalan lapisan yang lebih besar dari Musim Barat dan Timur. Analisis data menunjukkan ketebalan lapisan termoklin pada Musim Peralihan I (Musim Peralihan II) sebesar 107.1 m (108.99 m) (Gambar 2).

Tabel 2. batas lapisan termoklin pada berbagai musim

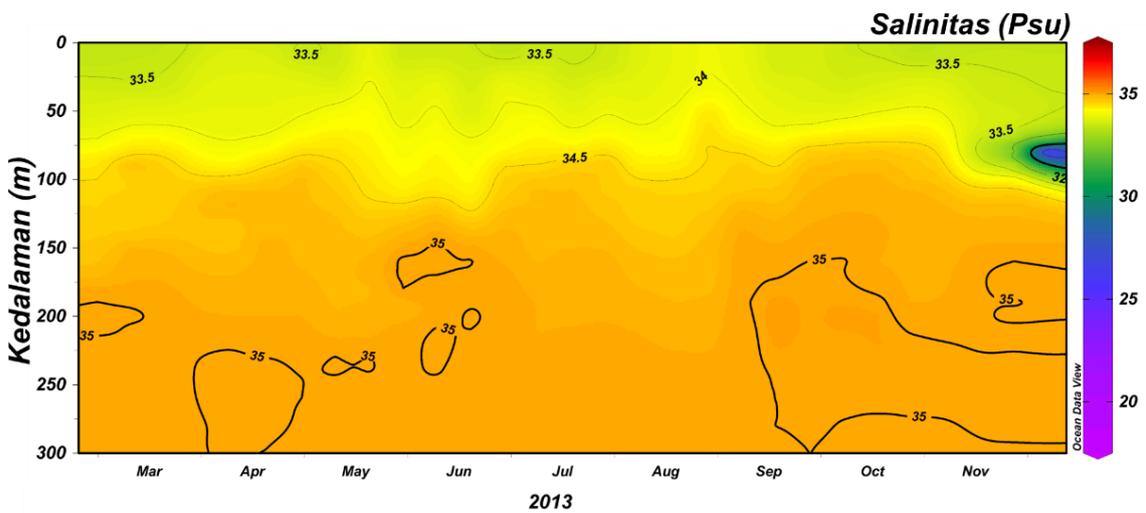
Keterangan	DJF (Barat)	MAM (Peralihan 1)	JJA (TIMUR)	SON (Peralihan 2)
Batas Atas (m)	83.60	97.15	92.02	77.56
Batas Bawah (m)	184.26	204.25	182.14	186.55
Ketebalan Termoklin (m)	100.65	107.10	90.11	108.99

Distribusi vertikal salinitas di perairan Barat Sumatera menunjukkan adanya stratifikasi yang kuat dan membentuk lapisan haloklin. Distribusi nilai salinitas diperairan Barat Sumatera secara musiman memperlihatkan pada musim peralihan I dan musim timur nilai salinitas pada lapisan tercampur > 34 psu. Musim Barat nilai salinitas pada lapisan permukaan memiliki nilai yang rendah berkisar $33.2 - 33.8$ psu hingga kedalaman 70 m (Gambar 3). Selanjutnya, Distribusi vertikal densitas di perairan Barat Sumatera menunjukkan adanya stratifikasi yang kuat dan membentuk lapisan pknoklin. Distribusi nilai densitas diperairan Barat Sumatera secara musiman memperlihatkan pada musim timur nilai densitas pada lapisan tercampur berkisar $21.32 - 24$ Kg/m^3 hingga kedalaman 70 m. Sedangkan, Musim Peralihan I memiliki nilai paling rendah berkisar $20.6 - 21.33$ Kg/m^3 hingga kedalaman 100 m (Gambar 4).

Perbedaan karakteristik, kuat lemahnya stratifikasi dan ketebalan setiap lapisan massa air yang diakibatkan gradien vertikal suhu, sangat dipengaruhi oleh dinamika yang terjadi dilapisan permukaan perairan. Semakin kuat kecepatan angin arus dan gelombang yang terjadi dipermukaan dan kolom perairan maka lapisan termoklin akan semakin dalam [18]; [19]; [20]. Secara umum, suhu perairan Indonesia saat musim peralihan pada



Gambar 2. Distribusi Vertikal Suhu Terhadap Waktu di Perairan Barat Lampung.



Gambar 3. Distribusi Vertikal Salinitas Terhadap Waktu di Perairan Barat Lampung.

lapisan tercampur relatif lebih hangat berkisar 29 – 30 °C. Hal ini dikarenakan tekanan angin yang lemah dan laut relatif menjadi lebih tenang, sehingga proses pemanasan dan penyerapan bahang oleh laut berlangsung lebih mudah [21]; [22].

Secara umum, massa air laut di Samudera Hindia memiliki beberapa jenis atau tipe massa air dengan karakteristik yang berbeda beda dan telah berhasil teridentifikasi. Adapun jenis massa air tersebut terbagi atas lapisan atas (upper waters), lapisan tengah (Intermediate waters) dan lapisan dalam (Deep and abyssal waters). Lapisan atas diantaranya Bengal Bay Water (BBW) dengan ciri rentang suhu 25–29 °C, dan rentang salinitas 28–35 psu terdapat dari permukaan hingga kedalaman 60-100 m, Arabian Sea Water (ASW), dengan rentang suhu 24-30 °C dan salinitas berkisar 35.5-36.8 psu pada kedalaman 60 m, Indian Equatorial Water (IEW), dengan ciri rentang suhu 8°-23°C, dan rentang salinitas 34,6 - 35 psu terdapat pada kedalaman 100-140 m, Indonesian Upper Water

(IUW) dengan ciri rentang suhu 8°-23°C, dan rentang salinitas 34.4 - 35 psu dan *South Indian Central Water* (SICW) dengan ciri rentang suhu 8°-25 °C, dan rentang salinitas 34.6-35.8 psu terdapat pada kedalaman 100 m, namun terkadang dapat ditemukan pada kedalaman 60-100 m. Pada lapisan tengah (Intermediate waters) Samudra Hindia pada kedalaman 500–1500 m ditemukan massa air *Antarctic Intermediate Water* (AAIW) dengan rentang suhu 2–10°C dan salinitas berkisar 33.8–34.8 psu, *Indonesian Intermediate Water* (IIW) dengan rentang suhu 3.5–5.5°C dan salinitas 34.6–34.7 psu, dan *Red Sea-Persian Gulf Intermediate Water* (RSPGIW) dengan rentang suhu 5–14°C dan rentang salinitas 34.8–35.4 psu. Selanjutnya, Lapisan dalam (Deep and abyssal waters) terdapat massa air Circumpolar Deep Water (CDW) dengan rentang suhu 1.0–2.0°C dan salinitas berkisar 34.62–34.73 psu pada kedalaman 1500 m hingga dasar perairan [8]; [16]; [23]; [24].

Samudera Hindia pada lapisan permukaan secara umum didominasi oleh massa air yang

suhu berkisar 3-6 °C dan nilai salinitas berkisar 34.7-34.8 psu. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Al-Ayubi *et al.* [8] yang menyatakan bahwa massa air pada Perairan Timur Laut Samudera Hindia terdapat massa air BBW, SICW, dan IEW.

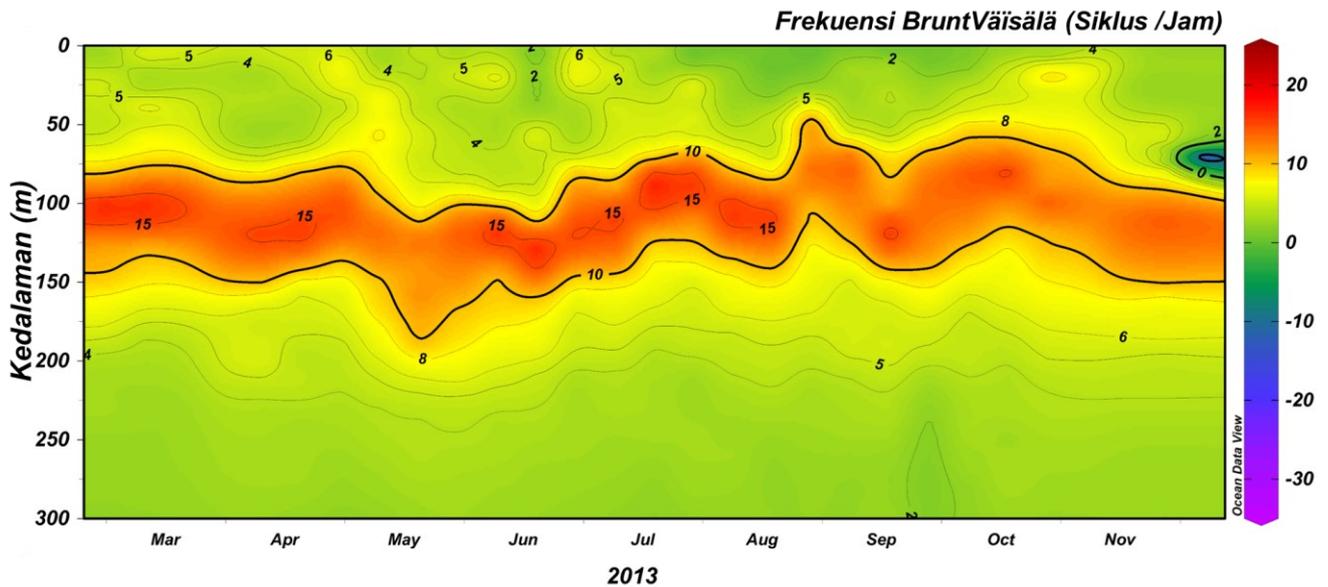
3.2. Kestabilan Massa Air

Analisis kestabilan massa air dengan memperlihatkan nilai frekuensi Brunt-Vaisala (Gambar 6) di Perairan Barat Lampung menunjukkan adanya ketidakstabilan massa air pada lapisan atas dengan kedalaman 0-97 m yang mengindikasikan adanya stratifikasi yang dikategorikan sebagai lapisan kedalaman tercampur atau *Mixed layer depth* (MLD). Lapisan ini terbentuk karena adanya pengaruh angin yang bergerak dipermukaan perairan. Angin sangat berperan penting dalam variasi kedalaman lapisan tercampur, dimana kekuatan angin karena monsoon dan badai tropis akan mempengaruhi nilai lapisan kedalaman tercampur, khususnya perairan pantai barat secara umum sangat dipengaruhi oleh *monsoon* [10]; [19].

Pada kedalaman rerata 89-200 m di Perairan Barat Lampung menunjukkan adanya kestabilan massa air yang kuat yang mengindikasikan adanya stratifikasi yang dikategorikan sebagai termoklin. Menurut Pond dan Pickard [26], lapisan termoklin

memiliki nilai kestabilan paling tinggi, dimana pada lapisan ini juga terdapat lapisan lapisan piknoklin yang memiliki gradien vertikal densitas yang besar. Gradien yang besar tersebut akan menyebabkan lapisan ini akan sulit mengalami pencampuran karena membutuhkan energi yang sangat besar untuk menginduksi proses tersebut seperti siklon tropis [10]; [19].

Kedalaman rerata >200 m di Perairan Barat Lampung menunjukkan adanya ketidakstabilan massa air yang mengindikasikan adanya stratifikasi yang dikategorikan sebagai lapisan dalam. Ketidakstabilan massa air pada lapisan dalam dapat disebabkan oleh pengaruh arus dan topografi serta pasang surut yang menginduksi terjadinya gelombang internal yang mengakibatkan terjadinya pencampuran massa air. Saat proses itu terjadi, maka akan terdapat massa air yang memiliki densitas yang lebih besar terletak di atas massa air dengan densitas yang rendah, sehingga massa air akan mencari kesetimbangan dengan bergerak naik dan turun yang menyebabkan pencampuran vertikal [9]; [10]; [19].



Gambar 6. Distribusi Vertikal Frekuensi Brunt-Väisälä Terhadap Waktu di Perairan Barat Lampung

4. Kesimpulan

Distribusi vertikal suhu di perairan Barat Sumatera menunjukkan adanya stratifikasi. Stratifikasi tersebut terbagi atas lapisan tercampur, termoklin dan lapisan dalam. Suhu rerata perairan pada lapisan permukaan hingga batas kedalaman lapisan tercampur berkisar 28.7-29.85 °C. Analisis menurut musim menunjukkan bahwa pada Musim Peralihan I, lapisan tercampur memiliki ketebalan lapisan yang lebih besar dari Musim Peralihan II, Barat dan Timur. Lapisan termoklin memiliki ketebalan lapisan yang lebih besar dari Musim Barat dan Timur. Analisis data menunjukkan ketebalan lapisan termoklin pada Musim Peralihan I (Musim Peralihan II) sebesar 107.1 m (108.99 m).

Distribusi vertikal salinitas secara musiman memperlihatkan musim peralihan I dan musim timur nilai salinitas pada lapisan tercampur > 34 psu. Musim Barat nilai salinitas pada lapisan permukaan memiliki nilai yang rendah berkisar 33.2 – 33.8 psu. Distribusi vertikal densitas secara musiman memperlihatkan pada musim timur nilai densitas pada lapisan tercampur berkisar 21.32 – 24 Kg/m³. Analisa diagram T-S menunjukkan tipe massa air yang dapat ditemukan pada perairan Barat Sumatera yakni pada lapisan permukaan ditemukan BBW, IEW, IUW dan SICW dengan variasi nilai isopiknal dari 21-27 Kg/m³ dengan variasi nilai suhu berkisar 8-30 °C dan nilai salinitas berkisar 33.1-35.2 psu. Pada lapisan intermediate atau lapisan tengah ditemukan massa air AAIW dan IIW dengan variasi nilai isopiknal dari 27-27.6 Kg/m³ dengan variasi nilai suhu berkisar 3-6 °C dan nilai salinitas berkisar 34.7-34.8 psu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data Argo float diperoleh dari INCOIS (*Indian National Center for Ocean Information Services*) India.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. A. L. Elken dan K. Myrberg, "Ch. 7. Recent Change-Marine Circulation and Stratification," dalam *HJ Bolle, M Menenti, S Sebastiano & SI Rasool. (Eds). Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, Regional Climate Studies*, 2015, p. 131– 144.
- [2] E. Kusmanto dan D. Surinati, "Stratifikasi Massa Air di Teluk Lasolo Sulawesi Tenggara," *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 17-29, 2016.
- [3] Y. Suteja, M. Purba dan A. Atmadipoera, "Percampuran Turbulen di Selat Ombai," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 7, no. 1, p. 71 – 82, 2015.
- [4] Kunarso, S. Hadi, N. Ningsih dan M. S. Baskoro, "Perubahan Kedalaman dan Ketebalan Termoklin pada Variasi Kejadian ENSO, IOD dan Monsun di Perairan Selatan Jawa Hingga Pulau Timor," *Jurnal Ilmu Kelautan*, vol. 17, no. 2, pp. 87-98, 2012.
- [5] M. H. I. Khalidun, A. Wirasatriya, A. D. S. Suryo dan Kunarso, "The Influence of Indian Ocean Dipole (IOD) on The Variability of Sea Surface Temperature and Precipitation in Sumatera Island," dalam *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018.
- [6] N. Saji, B. Goswami dan P. Vinayachandran, "A dipole mode in the tropical Indian Ocean," *Nature*, vol. 401, p. 360–363, 1999.
- [7] L. Juniarti, M. I. Jumarang dan Apriansyah., "Analisis Kondisi Suhu dan Salinitas Perairan Barat Sumatera Menggunakan Data Argo Float," *Physic Communication*, vol. 1, no. 1, p. 74–84, 2017.
- [8] M. A. Al Ayubi, H. Surbakti dan L. O. N. Mbay, "Identifikasi Massa Air di Perairan Timur Laut Samudera Hindia," *Jurnal Maspari*, vol. 5, no. 2, pp. 119-133, 2013.
- [9] A. Purwandana, M. Purba dan A. S. Atmadipoera, "Distribusi Percampuran Turbulen di Perairan Selat Alor," *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, vol. 19, no. 1, pp. 43-54, 2014.
- [10] M. H. I. Khalidun, Y. Naulita dan A. F. Koropitan, "Percampuran Turbulen Di Tenggara Samudera Hindia Saat Siklon Tropis Marcus Menggunakan Data ARGO Float," *journal of marine and aquatic sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 293-300, 2020.
- [11] L. M. Song dan Y. G. Zhou, "Environmental Preferences of Longlining for Big Eye Tuna (*Thunnus obesus*) in The Tropical High Seas of The Indian Ocean," *IOTC Proceeding WPTT*, vol. 14, no. 15, 2006.
- [12] A. B. Lana, N. Kurniati, N. P. Purba dan M. Syamsuddin, "Thermocline Layers Depth and Thickness in Indonesian Waters when Souteast Monsoon," *Omni Akuatika*, vol. 13, no. 2, pp. 65-72, 2017.

- [13] Bureau, Oceanographic Survey Data Processing in The Spesification for Oceanographic Survey, 68-72: China: Standard Press of China, 1992.
- [14] J. J. Hao, Y. L. Chen dan F. Wang, "Temperature Inversion in China Seas," *Journal Geophysical Research*, no. 115, 2010.
- [15] K. Wyrtki, "Physical oceanography of the Southeast Asian waters NAGA Report," *Scripps Institute Of Oceanography*, vol. 2, p. 195, 1961.
- [16] W. J. Emery, "Water Types and Water Masses," *Encyclopedia of Ocean Sciences*, p. 3179–3187, 2003.
- [17] G. Neumann dan W. J. Pierson, Principles of Physical Oceanography, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1966, p. 458.
- [18] M. Tomczak, "An introduction to online physical oceanography," *Oceanography*, vol. 13, pp. 104-105, 2000.
- [19] A. S. Atmadipoera, R. Molcard, G. Madec, S. Wijffels, A. A. Koch-Larrouy, I. Jaya, A. Supangat dan J. Sprintall, "Characteristics and variability of the Indonesian throughflow water at the outflow straits," *Deep-Sea Research I*, 2009.
- [20] A. F. Koropitan, M. H. I. Khalidun dan Y. Naulita, "Impact of tropical cyclone Marcus on ocean subsurface and surface layers," *Global J. Environ. Sci. Manage*, vol. 8, no. 3, pp. 353-368, 2022.
- [21] M. C. Wattimena, E. S. Ratuluhaina dan S. Tubalawonya, "Karakteristik Fisik Perairan Selatan Kabupaten Kepulauan Tanimbar pada Musim Transisi II," *Jurnal Laut Pulau*, vol. 2, no. 1, pp. 20-28, 2023.
- [22] J. Sprintal dan W. T. Liu, "Ekman mass and heat transport in the Indonesian seas," *Oceanography*, vol. 18, no. 4, 2005.
- [23] W. J. Emery dan J. Meincke, "Global Water Masses: Summary and Review," *Oceanologica Acta*, vol. 9, pp. 383-391, 1986.
- [24] A. Bayhaqi, I. Iskandar, D. Surinati, A. S. Budiman, A. K. Wardhana, Dirhamsyah, D. Yuan dan D. O. Lestari, "Water mass characteristic in the outflow region of the Indonesian throughflow during and post 2016 negative Indian ocean dipole event," dalam *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018.
- [25] T. Aji, W. S. Pranowo, Y. N. Santosa, Hendra dan C. Umam, "Analisis Massa Air Musiman Di Selat Sunda," *Jurnal Chart Datum*, vol. 8, no. 2, pp. 125-142, 2022.
- [26] S. Pond dan G. R. Pickard, Introductory to Dynamic Oceanography, Pergamon Press Great Britanian, 1978.