

Analisa Lapisan Termoklin Musiman Di Perairan Indonesia (Studi Kasus Selat Malaka)

Hendra^{1,3*}, Widodo S. Pranowo^{1,2}, Choirul Umam^{1,3}, Ferian Azhari^{1,3}, Agustinus^{1,3}

¹Program Studi Magister Oseanografi, Direktorat Pascasarjana, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut
Jl. Ganesha No.1, Kelapa Gading Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14240 Indonesia

²Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Pemuda Persil No.1, Rawamangun, Pulo Gadung, Jakarta Timur, Jakarta 13220 Indonesia

³Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut

Jalan Pantai Kuta V/1 Ancol Timur, Jakarta Utara Indonesia

E-mail: hendra110986@gmail.com

Abstract

The Malacca Strait is a strategic waterway for Indonesia as it serves as an international shipping route connecting East Asia with the Middle East and Europe. In addition, the Malacca Strait also has great potential for natural resources, such as oil and gas as well as fish and other marine products. This study aims to describe the Thermocline Layer in the Malacca Strait based on Marine Copernicus Data in 2020 with a depth of up to 1000 meters. The temperature data was visualized using ODV 5.5.2 software. The results of processing the Marine Copernicus Temperature Data in 2020 in the Malacca Strait with a depth of up to 1000 meters show that the thermocline boundary varies each season. In the western season, the thermocline boundary is at a depth between 11 meters to 131 meters, in the first transitional season, it is at a depth between 22 meters to 131 meters, in the eastern season, it is at a depth between 56 meters to 156 meters, and in the second transitional season, it is at a depth between 78 meters to 131 meters.

Keyword : Thermocline Layer, Temperature, Malacca Strait, Season.

Abstrak

Bagian Selat Malaka adalah perairan yang strategis bagi Indonesia karena menjadi jalur pelayaran internasional yang menghubungkan Asia Timur dengan Timur Tengah dan Eropa. Selain itu, Selat Malaka juga memiliki potensi sumber daya alam yang besar, seperti minyak dan gas bumi serta ikan dan hasil laut lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis Lapisan Termoklin di Perairan Selat Malaka berdasarkan Data Marine Copernicus tahun 2020 dengan kedalaman sampai 1000 meter. Data Temperatur diolah dan dianalisis menggunakan software ODV 5.5.2. Hasil pengolahan Data Temperatur Marine Copernicus tahun 2020 di Perairan Selat Malaka dengan kedalaman mencapai 1000 meter dengan batas termoklin setiap musim dimana pada Musim barat batas termoklin berada pada kedalaman antara 11 meter sampai dengan 131 meter, Musim Peralihan I batas termoklin berada pada kedalaman antara 22 meter sampai dengan 131 meter, Musim Timur batas termoklin berada pada kedalaman antara 56 meter sampai dengan 156 meter dan Musim Peralihan II batas termoklin berada pada kedalaman antara 78 meter sampai dengan 131 meter.

Kata kunci : Lapisan Termoklin, Temperatur, Selat Malaka, Musiman.

PENDAHULUAN

Selat Malaka adalah perairan yang strategis bagi Indonesia karena menjadi jalur pelayaran internasional yang menghubungkan Asia Timur dengan Timur Tengah dan Eropa. Selain itu, Selat Malaka juga memiliki potensi sumber daya alam yang besar, seperti minyak dan gas bumi serta ikan dan hasil laut lainnya. Namun, perairan ini juga memiliki tantangan yang perlu diatasi oleh Indonesia dalam mempertahankan keamanan dan kedaulatan wilayahnya.

Selat Malaka merupakan selat penting yang menghubungkan perairan Indonesia dengan Laut Andaman dan Samudra Hindia di bagian utara selat dan Laut Laut China Selatan di bagian selatan selat (Haditiar *et al.*, 2020). Perairan ini dikenal sebagai lintas laut yang padat dan penting di dunia yang menghubungkan antara Asia Timur serta Eropa (Sakmani *et al.*, 2013). Selain sebagai alur laut yang penting, Selat Malaka juga merupakan aset bagi sumber daya hayati dan non hayati seperti gas alam, perikanan, hutan mangrove, dan terumbu karang (Jatiandana dan

Nurdjaman., 2019; Lukman *et al.*, 2022). Wilayah bagian utara Selat Annisa Malaka tergolong sebagai perairan yang dalam serta lebar dan sangat dipengaruhi oleh dinamika dari Laut Andaman, sedangkan di wilayah bagian selatan selat ini tergolong sebagai perairan yang dangkal dengan topografi yang sempit dan dipengaruhi oleh dinamika dari Laut Cina Selatan (Siswanto dan Tanaka, 2014).

Temperatur air laut selalu mengalami perubahan menurut ruang dan waktu, secara umum temperatur akan menurun sesuai dengan meningkatnya kedalaman (Jatisworo dan Murdimanto, 2013). Pada lapisan tertentu akan terjadi penurunan temperatur yang berlangsung cepat sehingga terjadi gradien temperatur yang mencolok yang dikenal dengan lapisan termoklin (Suwartana, 1985).

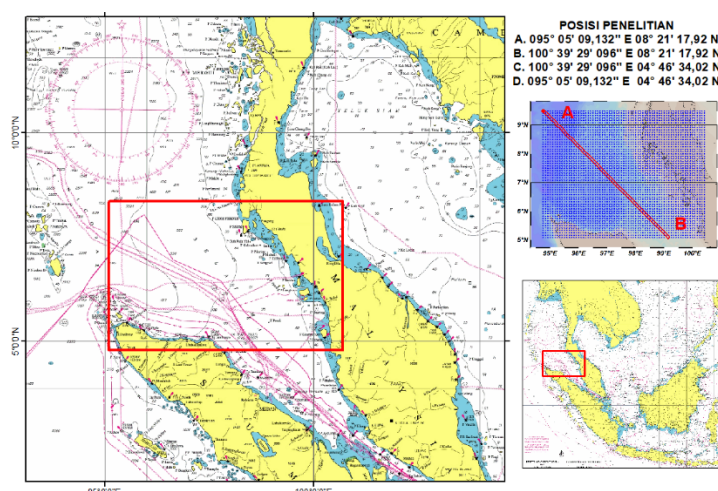
Lapisan termoklin dideskripsikan dengan melihat strukturnya. Struktur termoklin merupakan bagian dari struktur termal. Struktur termoklin secara sederhana berupa sebaran kedalaman batas atas, sebaran kedalaman batas bawah, gradien rata-rata temperatur dan besarnya termoklin (ketebalan termoklin) (Boston, 1966), cukup sulit untuk menentukan kedalaman lapisan termoklin secara tepat karena adanya ketidakteraturan sebaran temperatur secara vertikal, tetapi lebih mudah menemukan kedalaman termoklin sebagai rentangan kedalaman dengan gradien temperatur yang besar dibandingkan dengan lapisan di atas atau di bawahnya (Pickard, 1970).

Berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis Lapisan Termoklin di Perairan Selat Malaka berdasarkan Data Marine Copernicus tahun 2020 dengan kedalaman sampai 1000 meter. Data Temperatur diolah dan dianalisis menggunakan software ODV 5.5.2. Hasil pengolahan Data Temperatur Marine Copernicus tahun 2020 di Perairan Selat Malaka.

MATERI DAN METODE

Data penelitian ini di-download dari website <https://data.marine.copernicus.eu>. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data yang di-download berupa data NC yang berisi data temperatur potensial (°C) selama selama satu tahun 2020.

Metode penentuan stasiun penelitian menggunakan metode purposive sampling. Lokasi ditentukan berdasarkan pertimbangan tertentu berdasarkan dari tujuan dan sasaran dilakukannya penelitian (Sugiyono, 2009). Penentuan titik stasiun pengukuran ditetapkan dari barat laut ke tenggara Perairan Selat Malaka . terlihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Perairan Selat Malaka.

Data yang di-download berupa data NC yang berisi data temperatur potensial ($^{\circ}\text{C}$) selama selama satu tahun desember 2019 - November 2020. kemudian data tersebut menjadi data masukan untuk diolah di program Ms. Excel. Hasil pengolahan Ms. Excel menjadi data masukan untuk diolah di software ODV (Schlitzer, 2022). Dari pengolahan ODV akan didapatkan hasil output data sebaran vertikal dan Horizontal. Lapisan termoklin sebagai suatu kedalaman atau posisi dengan gradien temperatur lebih besar atau sama dengan $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Berdasarkan definisi tersebut maka kedalaman batas atas dan batas bawah lapisan termoklin dapat ditentukan. Formulasi untuk mencari kedalaman lapisan termoklin menurut Stern (1975) adalah : $H=\{\Delta T/(\max \partial T(z)/\partial z)\}$.

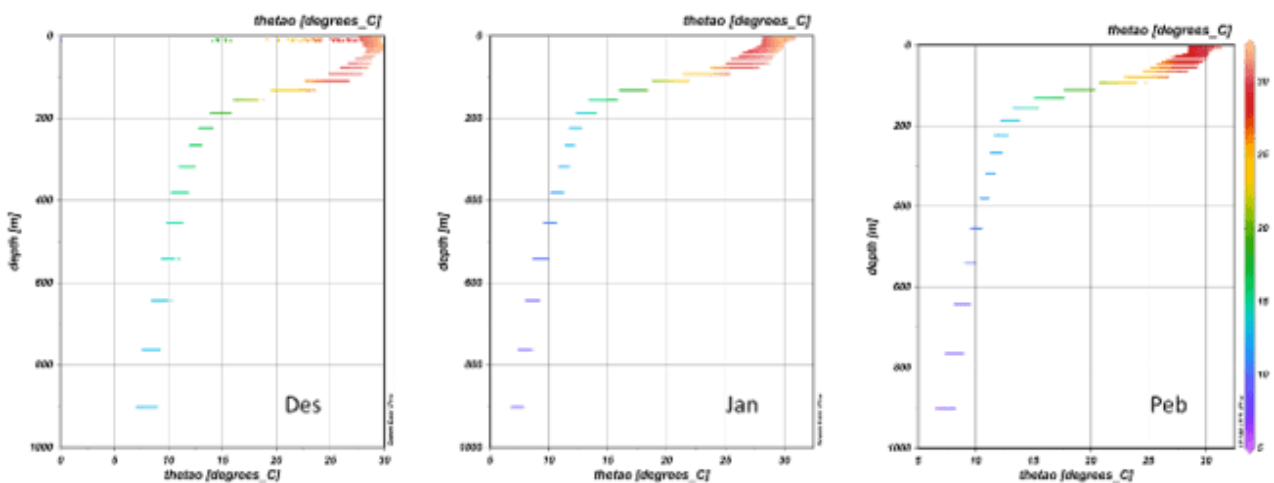
Analisis yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif, yaitu statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sebaran temperatur yang berupa profil vertikal temperatur dapat diketahui adanya perubahan temperatur terhadap kedalaman sehingga terbentuk pola pelapisan massa air yang terdiri dari 3 bagian yaitu lapisan homogen, lapisan termoklin dan lapisan dalam Hal ini disebabkan oleh penetrasi cahaya matahari yang semakin kecil seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan. Menurut Boston (1966) Untuk mendefinisikan kedalaman batas atas lapisan termoklin harus mencari kedalaman lapisan homogen yang efektif.

Profil temperatur secara vertikal memberikan gambaran mengenai perubahan temperatur terhadap kedalaman (Agustinus *et al.*, 2022) mulai dari kedalaman 10 m sampai 1000 m. Sebaran temperatur untuk semua stasiun menunjukkan pola yang relatif sama. Temperatur di permukaan relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai temperatur yang ada di bawah lapisan permukaan. Temperatur mengalami penurunan seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini disebabkan oleh penetrasi cahaya matahari semakin kecil seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan (Agustinus *et al.*, 2016; Gunawan *et al.*, 2019). Perairan Selat malaka pada tahun 2020 yaitu pada Musim barat pada gambar 2 batas termoklin berada pada kedalaman antara 11 meter sampai dengan 131 meter dimana pada bulan desember terjadi pada kedalaman antara 78–131 meter, bulan januari terjadi pada kedalaman antara 34–131 meter dan bulan pebruari terjadi pada kedalaman 11–110 meter.

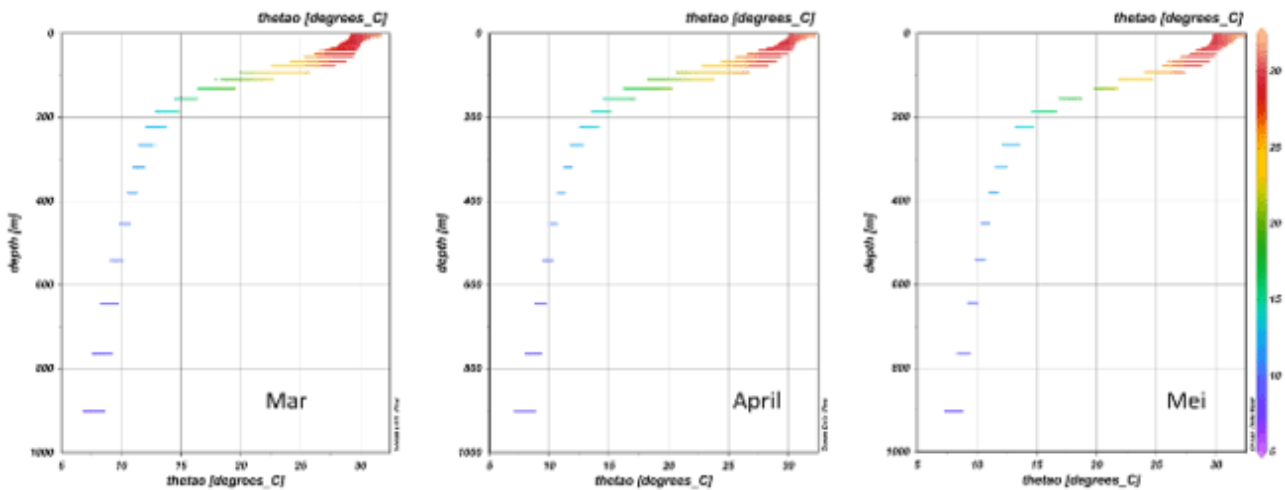
Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Tomczak & Godfrey., 2001) yang menyatakan pada musim barat ini dipengaruhi arus dari samudera pasifik yang membawa massa air yang hangat masuk melalui Selat Malaka.



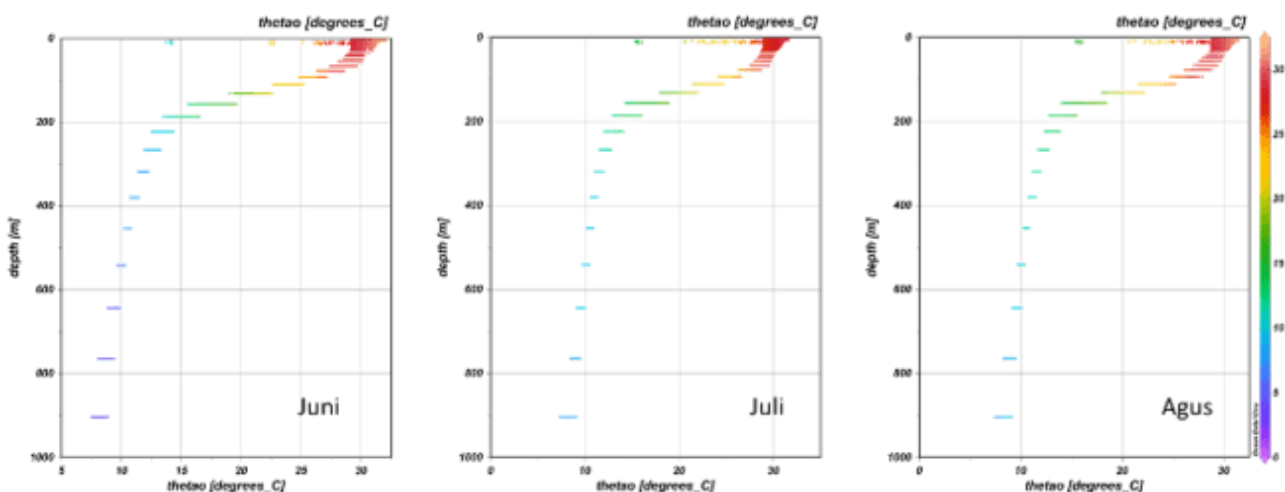
Gambar 2. Profil Termoklin Musim Barat

Musim Peralihan I pada gambar 3 batas termoklin berada pada kedalaman antara 22 meter sampai dengan 131 meter dimana pada bulan Maret terjadi pada kedalaman antara 22–131 meter, bulan April terjadi pada kedalaman antara 25–131 meter dan bulan Mei terjadi pada kedalaman 56–131 meter. Menurut (Ayubi *et al.*, 2013) sesuai dengan hasil penelitian ini pada musim peralihan I ini disebabkan angin permukaan yang berhembus tidak terlalu kencang dan memiliki arah yang tidak tetap. hal ini sejalan dengan penelitia (Yang *et al.*, 2019 ; Isa *et al.*, 2020) mengatakan bahwa pada Musim Peralihan I dipengaruhi oleh angin permukaan yang berhembus tidak terlalu kencang dan arahnya tidak tetap karena merupakan transisi perubahan musim dari musim Barat ke musim Timur (Manoppo *et al.*, 2014; Richasari *et al.*, 2020; Rahmatullah *et al.*, 2022).

Musim Timur pada gambar 4 batas termoklin berada pada kedalaman antara 56 meter sampai dengan 156 meter, dimana pada bulan Juni terjadi pada kedalaman antara 56 meter – 156 meter, bulan Juli terjadi pada kedalaman antara 66–131 meter dan bulan Agustus terjadi pada kedalaman 66–131 meter. Berdasarkan (Tomczak & Godfrey, 2001) sesuai dengan hasil penelitian ini pada musim Timur ini dipengaruhi angin Barat Daya ke arah Timur pada seluruh wilayah utara.



Gambar 3. Profil Termoklin Musim Peralihan I



Gambar 4. Profil Termoklin Musim Timur

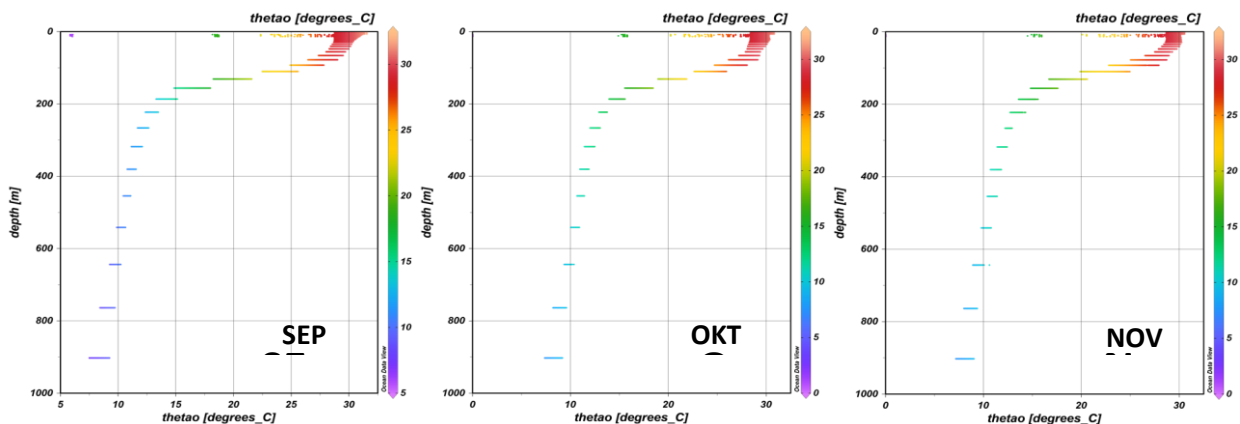
Musim Peralihan II pada gambar 5 batas termoklin berada pada kedalaman antara 78 meter sampai dengan 131 meter dimana pada bulan September terjadi pada kedalaman antara 56–156 meter, bulan Oktober terjadi pada kedalaman antara 78–131 meter dan bulan November terjadi pada kedalaman 66–131 meter. Hasil penelitian ini sesuai dengan (Isa *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa hasil termoklin pada musim peralihan II ini dipengaruhi angin barat daya yang mulai melemah dan juga angin dari timur laut.

Sebaran Horizontal Lapisan Termoklin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tekanan angin, pemanasan matahari dan partikel yang membatasi penetrasi bahang pada kedalaman (Hasse dan Dobson, 1986). Pada Musim barat memiliki suhu termoklin berkisar antara 16-29°C dimana pada bulan desember berada di antara 19°-27°C dan bulan januari berkisar 16-28°C sedangkan pada bulan pebruari sama dengan pada bulan januari yaitu berada di antara 16-28°C. Pada Musim peralihan I suhu termoklin berkisar antara 17-29°C dimana pada bulan Maret terjadi pada suhu 18-28°C dan pada bulan april 21-29°C sedangkan pada bulan mei antara 18-29°C.

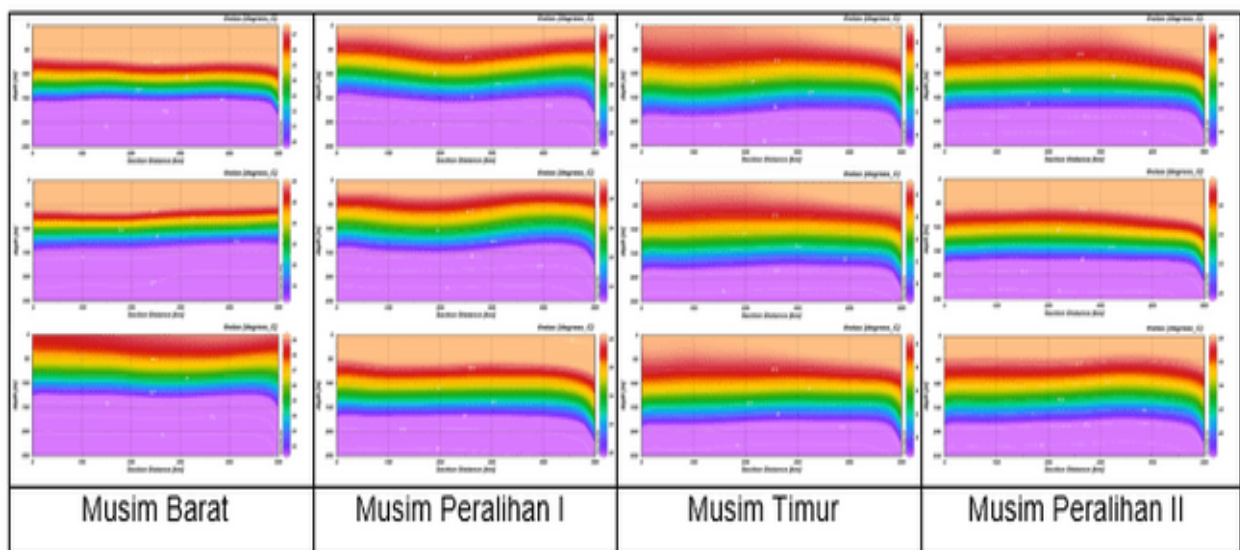
Pada Musim Timur suhu termoklin berada antara 18-29°C dimana juni antara 19-29°C dan bulan juni pada suhu 18-29°C sedangkan bulan agustus berkisar antara 18-28°C. Pada musim peralihan II suhu termoklin terjadi berkisar antara 18-28°C dimana pada bulan september terjadi pada suhu 18-28°C dan bulan oktober 19-27°C. Hal ini disebabkan menurut (Isa *et al.*, 2019) pada bulan oktober angin barat daya yang hangat sedikit menurun dan angin timur akan bertiup diatasnya sedangkan pada bulan november berada antara 18-28°C. lihat gambar 6.

Secara keseluruhan kedalaman sebaran batas bawah lapisan termoklin memiliki kisaran rata – rata kedalaman 136,962 m dengan temperature sebesar 29,292 °C sedangkan kedalaman sebaran batas atas lapisan termoklin memiliki kisaran rata – rata kedalaman 38,644 m dengan temperature sebesar 17,669 °C sedangkan kedalaman sebaran batas bawah lapisan termoklin memiliki kisaran Maximum kedalaman 155,851 m dengan temperature sebesar 29,445 °C sedangkan kedalaman sebaran batas atas lapisan termoklin memiliki kisaran Maximum kedalaman 65,807 m dengan temperature sebesar 18,435 °C.

Untuk kedalaman sebaran batas bawah lapisan termoklin memiliki kisaran Minimum kedalaman 130,666 m dengan temperature sebesar 28,965 °C sedangkan kedalaman sebaran batas atas lapisan termoklin memiliki kisaran Minimum kedalaman 11,405 m dengan temperature sebesar 16,559 °C, Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Sidabutar *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa terjadinya variasi nilai kedalaman pada batas atas dan bawah lapisan termoklin diduga dipengaruhi pola gerak massa air yang memiliki nilai temperatur dan salinitas yang berbeda sangat signifikan.



Gambar 5. Profil Termoklin Musim Peralihan II



Gambar 6. Profil Horizontal Termoklin Musiman

Tabel 1. Tabulasi Struktur Lapisan Termoklin Setiap Musim

Tabulasi Struktur Termoklin Setiap Musim						
No	Sebaran Batas Atas Depth (M)	Sebaran Batas Atas Temperatur (°C)	Sebaran Batas Bawah Depth (M)	Sebaran Batas Bawah Temperatur (°C)	Ketebalan (M)	Temperatur Gradien (°C/M)
Musim Barat						
1	11.405	16.559	130.666	29.367	119.261	0.139
Musim Peralihan I						
2	21.599	17.572	130.666	29.39	109.067	0.123
Musim Timur						
3	55.764	18.435	155.851	29.445	100.086	0.139
Musim Peralihan II						
4	65.807	18.109	130.666	28.965	64.859	0.139
Rata- Rata	38.644	17.669	136.962	29.292	98.318	0.135
Max	65.807	18.435	155.851	29.445	119.261	0.139
Min	11.405	16.559	130.666	28.965	64.859	0.123

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan Temperatur setiap Musim dari data Marine Copernicus tahun 2020 di Perairan Selat Malaka dengan kedalaman mencapai 1000 meter dengan batas termoklin setiap musim dimana pada Musim barat batas termoklin berada pada kedalaman antara 11 meter sampai dengan 131 meter, Musim Peralihan I batas termoklin berada pada kedalaman antara 22 meter sampai dengan 131 meter, Musim Timur batas termoklin berada pada kedalaman antara 56 meter sampai dengan 156 meter dan Musim Peralihan II batas termoklin berada pada kedalaman antara 78 meter sampai dengan 131 meter. Suhu termoklin pada Musim barat memiliki suhu termoklin berkisar antara 16-29°C, Musim peralihan I suhu termoklin berkisar antara 17-29°C, Musim Timur suhu termoklin berada antara 18- 29°C, dan musim peralihan II suhu termoklin terjadi

berkisar antara 18-28°C. Pada Musim Peralihan angin berhembus tidak terlalu kencang dan juga memiliki arah angin yang tidak tetap. Kedalaman sebaran batas bawah lapisan termoklin Selat Malaka memiliki kisaran rata – rata kedalaman 136,962 m dengan temperature sebesar 29,292 °C sedangkan kedalaman sebaran batas atas lapisan termoklin memiliki kisaran rata – rata kedalaman 38,644 m dengan temperature sebesar 17,669 °C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama pada artikel ilmiah ini. Artikel ini merupakan bagian dari Riset Pemutakhiran Basis Data Fungsi-Oseanografi untuk kepentingan Oseanografi Taktis yang dikelola oleh Laboratorium Hidro-Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan (STAL).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, A., Kuswardani, A.R.T.D., Pandoe, W.W., & Riyadi, N. (2016). Studi Karakteristik Massa Air untuk Menentukan Shadow Zone di Selat Makassar: Study of Water Mass Characteristics to Determine Shadow Zone in Makassar Strait. *Jurnal Chart Datum*, 2(2), 177-186.
- Agustinus, A., Pranowo, W.S., Nurhidayat, Asmoro, W.D., & Hendra. (2022). Karakteristik Suhu dan Salinitas di Selat Makassar berdasarkan Data CTD Cruise Arlindo dan Timit 2015. *Jurnal Chart Datum*, 8(2), 107-116
- Ayubi, M.A.A., H. Subarkti, & Mbay, L.O.N. (2013). Identifikasi Massa Air di Perairan Timur Laut Samudra India, *Maspuri Journal*, 5(2), 119-133.
- Boston, N.J.E. (1966). Objective Definition of the Thermocline. Department of Oceanography College Station, Texas A&M University, Texas, 38 p.
- Gunawan, I., Pranowo, W.S., & Sukoco, N.B. (2019). Studi Karakteristik Massa Air Laut di Perairan Timur Indonesia dengan Memanfaatkan Data Argo Float: Study of Seawater Mass Characteristics in Eastern Indonesian Waters by Utilizing Argo Float Data. *Jurnal Chart Datum*, 5(2), 130–143. doi: 10.37875/chartdatum.v5i2.151
- Haditjar, Y., Putri, M., Ismail, N., Muchlisin, Z., Ikhwan, M., & Rizal, S. 2020. Numerical study of tides in the Malacca Strait with a 3-D model. *Heliyon*, 6, e04828. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04828.
- Isa, N.S., Akhir, M.F., Khalil, I., Kok, P.H., & Roseli, N.H. (2020). Seasonal characteristics of the sea surface temperature and sea surface current of the Strait of Malacca and Andaman Sea. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15(4), 66-77.
- Jatiandana, A.P. & Nurdjaman, S. (2020). Identification of thermal front in Indonesian Waters during 2007-2017. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 618, 1-7
- Jatisworo, D. & Murdimanto, A. (2013). Identifikasi thermal front di Selat Makassar dan Laut Banda. Balai Penelitian dan Observasi Laut.
- Lukman, A.A., Tarya, A., & Pranowo, W.S. (2022). Surface Thermal Front Persistence in Malacca Strait. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2), 239-250. doi: 10.35800/jip.v10i2.40879
- Manoppo, A.K.S., Emiyati, Budhiman, S. & Hasyim, B. (2014). Ekstraksi Informasi Keterlindungan Perairan dari Data Penginderaan Jauh untuk Kesesuaian Budi- daya Rumput Laut Di Pulau Lombok. *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, pp598–609.
- Pickard, G. L., & Phil, D. (1970). *Descriptive Physical Oceanography*. Pergamon Press. Oxford. New York. Toronto. Sydney.
- Rahmatullah, A., Umam, C., Pranowo, W. S., Setiyadi, J., & Agustinus, A. (2022). Karakteristik Angin dan Gelombang di Perairan Selatan Pulau Biak untuk Perencanaan Awal Pembangunan Dermaga Lanal: Characteristics of Wind and Waves in The Waters of The Southern Biak Island Coastal Waters for Construction Planning of The Navy Harbour. *Jurnal Chart Datum*, 8(2), 85-94.
- Richasari, D.S. & Handoko, E.Y. (2021). Analisis Pemodelan Arus Geostropik di Perairan Indonesia menggunakan Data Satelit Altimetri. *Geoid*, 16(1), p.93. doi: 10.12962/j24423998.v16i1.8564.
- Sakmani, A. S., Lam, W. H., Hashim, R., & Chong, H. Y. (2013). Site selection for tidal turbine installation in the Strait of Malacca. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 590-602.
- Schlitzer, R. (2022). Ocean Data View. <https://odv.awi.de>.
- Sidabutar, H.C., Rifai, A. & Indrayanti, E. (2014). Kajian Lapisan Termoklin Di Perairan Utara Jayapura. *Journal of Oceanography*, 3(2), 135-141.

- Siswanto, E. & Tanaka, K. (2014). Phytoplankton biomass dynamics in the Straits of Malacca within the period of the SeaWiFS full mission: seasonal cycles, interannual variation and decadal-scale trend. *Remote Sensing*, 6, 2718-2742.
- Stern, H.H. (1975). What Can We Learn from the Good Language Learner? *Canadian Modern Language Review*, 31(3), 304-318.
- Sugiyono. (2009). Metode Penelitian Pendidikan pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Penerbit Alfabeta. Bandung. 329 hlm.
- Suwartana, A. (1985). Sebaran Kedalaman Batas Atas dan Batas Bawah Lapisan termoklin di Laut Banda. *Oseanologi di Indonesia*, 19, 17-31.
- Tomczak, M. & Godfrey, J.S. 2001. Regional Oceanography : An Introduction. Bulter and Tanner Ltd, London.
- Yang, Y. & Wu, R. , 2019. Seasonal variation of precipitation over the Indochina Peninsula and its impact on the South China Sea spring warming. *International Journal of Climatology*, 39(3), 1618-1633.
- Yuliarinda, R.E., Muslim, M., & Atmodjo, W. 2012. Studi Struktur Lapisan Termoklin di Perairan Selat Makassar. *Journal of Oceanography*, 1(1), 33-39.