

Pengaruh Musim Terhadap Distribusi Temperatur, Salinitas Dan Densitas Di Laut Halmahera

Delilla Suhandi¹ dan Muhammad Gilang Arindra Putra²

¹Sains Kebumihan, Institut Teknologi Bandung

²Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi: delillasuhandi@gmail.com

Abstrak

Laut Halmahera merupakan salah satu perairan yang memiliki peranan penting bagi perkembangan iklim Indonesia. Wilayah perairan Laut Halmahera merupakan jalur ARLINDO yang menjadi bagian dari sirkulasi arus global. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji profil suhu, salinitas densitas dan diagram T-S di Laut Halmahera secara horizontal dan vertikal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil horizontal dan vertikal di kedua musim tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pergerakan massa air *New Guinea* yang menyusur sepanjang pantai Papua Utara, kemudian masuk ke Laut Halmahera. Diagram T-S menunjukkan arus yang bergerak di Laut Halmahera secara vertikal termasuk kategori SPSW atau *South Pacific Subtropical Water*, dibuktikan dengan nilai salinitas 34.7 PSU dan nilai suhu 14°C pada kedalaman 500 m.

Kata Kunci : Laut Halmahera, Musim, arus *New Guinea*, SPSW

Abstract

The Halmahera Sea is one of the waters that has an important role for the development of Indonesia's climate. The waters of the Halmahera Sea are the ARLINDO route which is part of the global circulation flow. This study aimed to examine the horizontal and vertical temperature profiles, salinity density and T-S diagrams in the Halmahera Sea. The results showed that the horizontal and vertical profiles in the two seasons did not have a significant effect, this could be due to the movement of the New Guinea air mass along the coast of North Papua, then into the Halmahera Sea. T-chart showed the current moving in the Halmahera Sea vertically, including the SPSW or South Pacific Subtropical Water category, as evidenced by a salinity value of 34.7 PSU and a temperature value of 14°C at a depth of 500 m.

Key words : Halmahera Sea, Season, New Guinea current, SPSW

DOI: <https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i1.34>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang disebut dengan *maritime continent* (Dayem, dkk., 2007) karena terletak antara dua benua yakni Benua Asia dan Australia serta dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Indonesia dilalui sistem

Monsun Asia dan Monsun Australia. Monsun adalah siklus tahunan dengan keadaan atmosfer yang memiliki dua periode yaitu fase kering (musim dingin) dan fase basah (musim panas). Saat musim panas terbentuk pusat tekanan rendah di Benua Asia dan pada saat yang bersamaan terjadi musim dingin di Benua Australia sehingga di atmosfer benua Australia memiliki tekanan yang lebih tinggi. Angin yang bergerak dari Benua Australia menuju Benua Asia melalui Kawasan Indonesia terjadi akibat dari gradien tekanan, sehingga Indonesia mengalami musim kemarau. Demikian sebaliknya, Indonesia mengalami musim hujan karena terjadi pergerakan angin yang lembab dan mengandung banyak uap air yang bergerak dari Benua Asia menuju Benua Australia. (Erma, 2010).

Selain pergerakan atmosfer, terdapat juga pergerakan hidrosfer yang terjadi di kolom perairan Indonesia yaitu Arus Lintas Arlindo (ARLINDO) atau *The Indonesian Throughflow* (ITF) yang merupakan bagian dari sirkulasi arus global atau *Ocean Conveyor Belt*. Istilah *Ocean Conveyor Belt* digunakan untuk menggambarkan arus global yang terbentuk akibat adanya siklus thermohaline yang terjadi di lautan. Mekanisme tersebut memberikan peranan penting dalam proses perubahan iklim global, perubahan sirkulasi meridional, dan stratifikasi, (Surinati, 2013; dan Fachrudy, 2018)

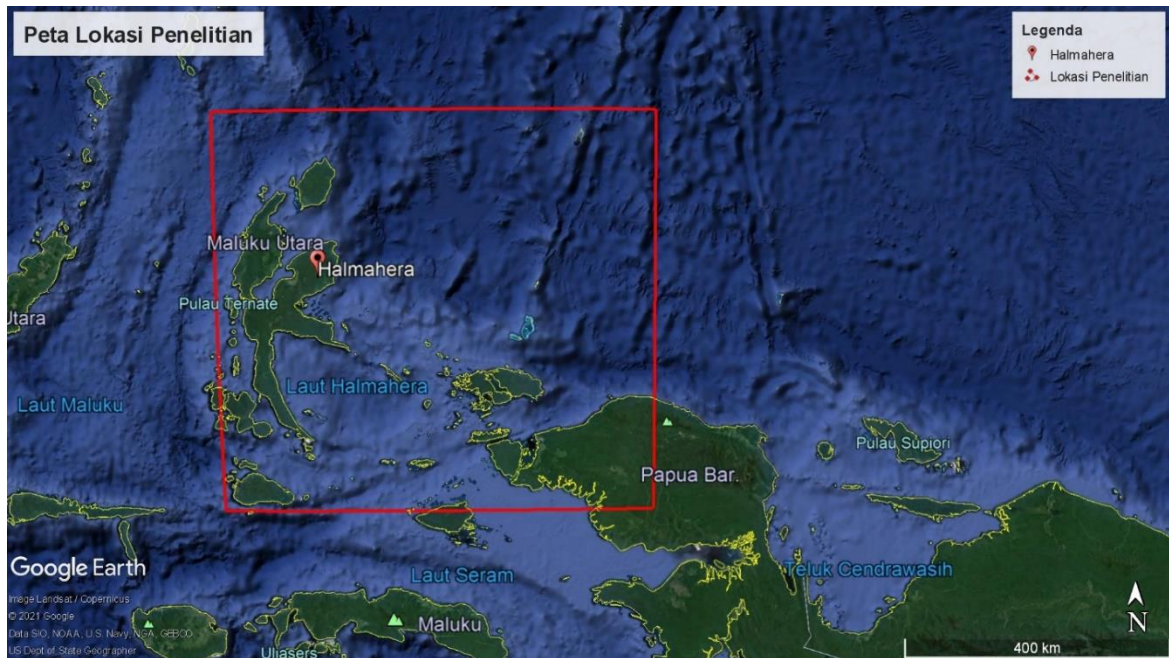
Perbedaan karakteristik dua musim dan pergerakan ARLINDO dapat mempengaruhi kondisi oseanografi khususnya distribusi suhu, salinitas dan densitas di suatu perairan baik secara horizontal maupun secara vertikal, salah satunya yang terjadi di perairan Halmahera. Laut Halmahera memiliki kedalaman basin mencapai 2.039 m dan terletak di timur bagian tengah Laut Mediterania Australia. Bagian utara Laut Halmahera berbatasan dengan Samudera Pasifik, bagian timur dengan Irian Jaya dan Waigeo, bagian selatan dengan Laut Seram, dan di bagian barat dengan Pulau Halmahera. Adanya dinamika barat tropis Samudera Pasifik dan pengaruh ARLINDO yang menghubungkan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia dapat mempengaruhi massa air di Laut Halmahera. (Fachrudy, 2018 dan Wattimena, 2014).

Perairan Laut Halmahera memiliki dinamika yang kompleks, maka penelitian ini fokus mengkaji dan mendeskripsikan distribusi suhu, salinitas dan densitas secara horizontal dan vertikal di laut Halmahera pada Musim Barat dan Musim Timur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dinamika yang terjadi di perairan Laut Halmahera.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Laut Halmahera yang pusatnya secara astronomis terletak pada koordinat 1°LS dan 129°BT , sehingga cakupan lokasi penelitian pada penelitian ini meliputi $3.5^{\circ}\text{LU} - 2^{\circ}\text{LU}$ dan $127^{\circ}\text{BT} - 133^{\circ}\text{BT}$ (Gambar 1).



Sumber: Google earth

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data

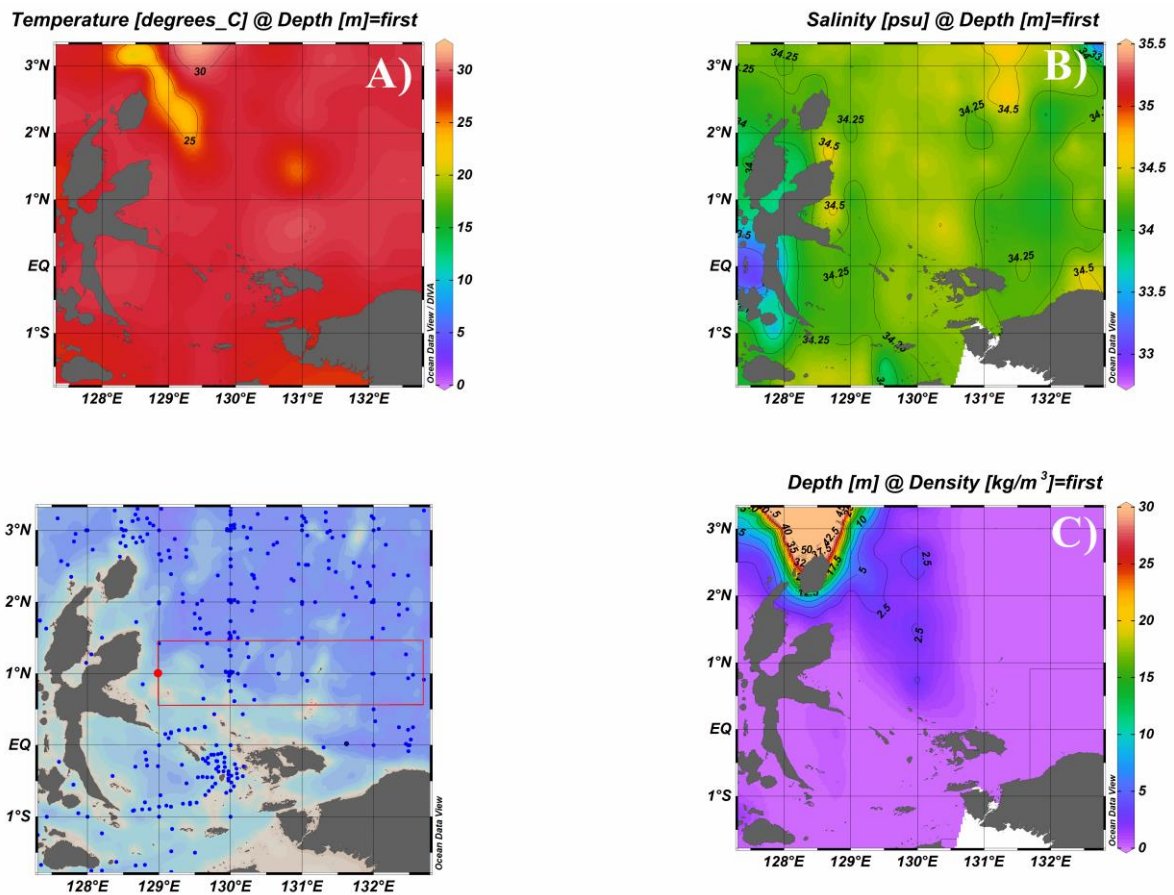
Parameter yang diamati meliputi suhu dan salinitas yang diperoleh menggunakan analisis citra satelit melalui situs *National Centers for Environmental Information National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) di *World Ocean Database* (WOD), kemudian divisualisasikan dengan menggunakan *software Ocean Data View* (ODV) dengan penampang horizontal dan vertikal. Data penampang vertikal divisualisasikan hingga kedalaman 2000 m. Pembagian musim dibagi menjadi dua yaitu saat Musim Barat yang diambil pada Desember Januari Februari (DJF) dan saat Musim Timur yang diambil pada Juni Juli Agustus (JJA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Horizontal

Ditinjau dari distribusi suhu pada Laut Halmahera menunjukkan perairan yang hangat dengan kisaran suhu $23 - 30^{\circ}\text{C}$ suhu terendah terdapat di bagian utara Pulau

Halmahera (Gambar 2). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Iis (2017), wilayah utara Pulau Halmahera memiliki nilai suhu yang rendah, akibat adanya pergerakan arus permukaan.



Sumber: Ocean Data View

Gambar 2. Distribusi Horizontal Parameter A) Suhu; B) Salinitas; dan C) Densitas.

Bagian utara Halmahera merupakan tempat bertemunya arus dari Laut Sulawesi, Laut Maluku dan Samudera Pasifik Utara (Tomczak dan Godfrey, 2003). Massa air dari Laut Maluku cenderung hangat karena berasal dari wilayah ekuator, sedangkan terjadi pencampuran dari Laut Sulawesi, Laut Maluku dan Samudera Pasifik Utara.

Nilai salinitas divisualisasikan pada bagian kanan atas (gambar 2), dimana secara horizontal nilai salinitas di Laut Halmahera berkisar antara 33.5 – 34 PSU dengan sebaran nilai salinitas yang berbeda-beda. Salinitas yang tinggi berada di tengah Laut Halmahera, proses sebaran salinitas di wilayah tersebut dapat disebabkan proses mekanik dan fisika seperti transformasi dua masa air di permukaan yang berbeda. Nilai salinitas dapat lebih

rendah atau lebih tinggi daripada wilayah sekitarnya. seperti contoh di wilayah 130°BT menghasilkan data dengan salinitas yang cukup tinggi, apabila dilihat dari persebarannya hal ini dapat dikarenakan adanya masa air dengan salinitas yang tinggi dari arah pasifik.

Sebaran densitas secara horizontal divisualisasikan pada bagian kanan bawah gambar (Gambar 2). Bagian utara Pulau Halmahera memiliki nilai densitas yang tinggi ditandai dengan visualisasi data berwarna *cream* dan menyebar ke bagian bawah Laut Halmahera. Nilai densitas yang tinggi dapat disebabkan oleh temperatur dan salinitas. Saat nilai temperatur tinggi dan salinitas rendah dapat mengindikasikan densitas bernilai maksimal, begitu juga sebaliknya. Apabila dilihat pada gambar di atas berbanding terbalik dengan pernyataan atau teori sebelumnya. Selain itu, nilai salinitas juga dapat dipengaruhi oleh faktor tekanan, pergerakan arus, proses presipitasi, pemanasan permukaan, dan runoff dari daratan.

Terdapat proses fisis yang terjadi pada wilayah kajian secara horizontal yakni pertemuan arus Samudera Pasifik dan Laut Sulawesi yang sebelumnya sudah tercampur oleh massa air di permukaan Laut Maluku yang ditandai dengan adanya penyebaran salinitas.

Distribusi Vertikal

Hasil pengolahan data Densitas menunjukkan adanya perubahan densitas terhadap kedalaman. Pada bagian permukaan densitas berkisar antara 21 kg/m³ kemudian mengalami penurunan densitas secara drastis dari lapisan permukaan 100 m sampai ke kedalaman 500 m, hal ini disebut dengan lapisan piknoklin, dimana nilai densitas mengalami kenaikan secara tiba-tiba. Kemudian lapisan deep layer ditandai dengan perubahan densitas yang mulai stabil, yaitu pada kedalaman > 500 m.

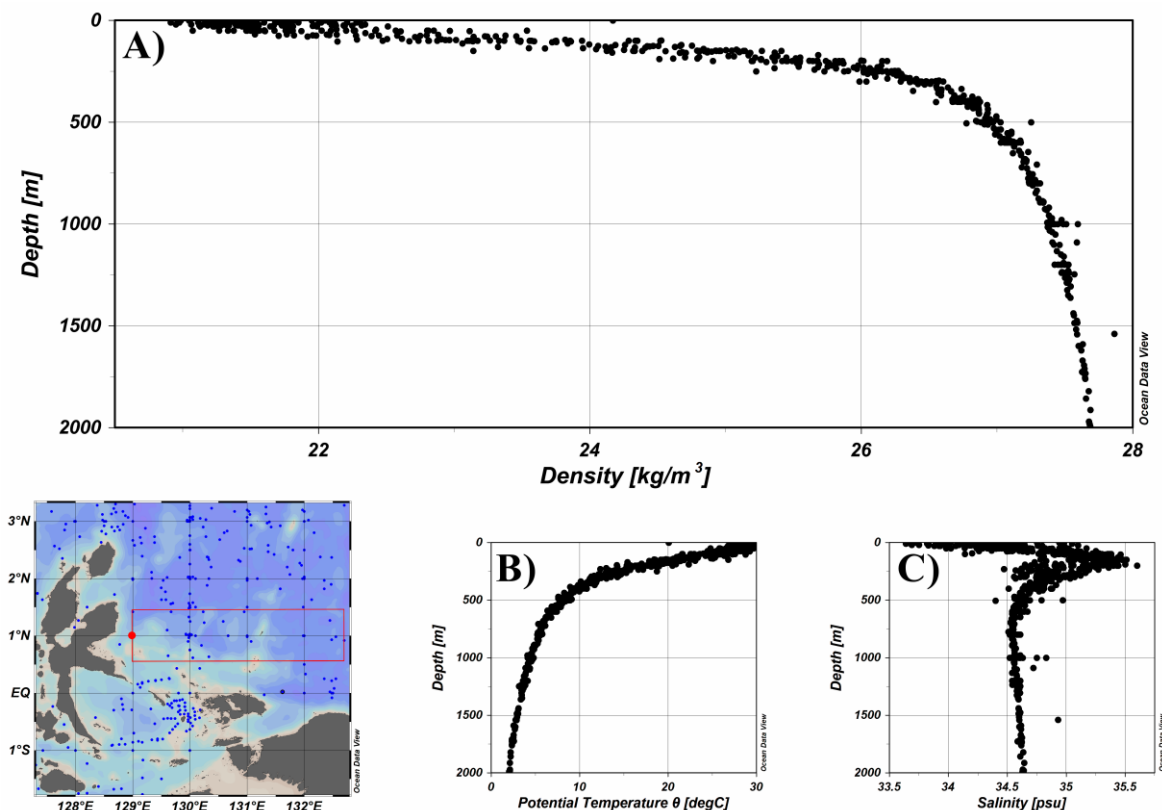
Gambar dibawah (Gambar 3) menunjukkan hasil distribusi secara vertikal dengan parameter suhu, salinitas dan densitas. Secara garis besar perubahan suhu semakin bertambah kedalaman akan semakin berkurang, sedangkan densitas semakin berkurang.

Distribusi secara vertikal pada parameter suhu membentuk 3 lapisan stratifikasi massa air (Gambar 3). Lapisan permukaan/*mixed* layer berkisar pada 28 – 30°C hingga kedalaman 200 m, sedangkan lapisan termoklin akibat adanya penambahan nilai kedalaman dimulai pada ketebalan perairan 200 – 500 m, selanjutnya perubahan suhu berkisar antara 5°C sampai 2°C hingga mencapai titik kedalaman 2000 m. Lapisan yang terdapat di bawah lapisan termoklin dianggap lapisan yang memiliki nilai yang stasioner (hampir tidak berubah) (Purba dan Widodo, 2015). Pada profil sebaran salinitas menunjukkan

adanya perbedaan salinitas, dimana terdapat kenaikan dan penurunan nilai salinitas secara signifikan, hal ini terjadi pada kisaran kedalaman 200 – 500 m. Perubahan nilai salinitas secara tiba-tiba ini disebut dengan lapisan haloklin. Lapisan pencampuran/*mixed layer* terjadi dikisaran 0 – 200 m dan lapisan laut dalam terjadi pada kedalaman 500 m.

Perubahan parameter suhu, salinitas dan densitas di duga akibat adanya massa air dari luar (eksternal) yaitu dari Samudera Pasifik yang alirannya melintasi perairan Indonesia (ARLINDO) pada lapisan termoklin. Pola arus di lapisan tengah menunjukkan pola *intermediate* yang bergerak dari samudera Pasifik kemudian masuk ke Indonesia melalui Laut Halmahera dan masuk ke Laut Banda (Tomczak dan Godfrey, 2003).

Apabila ditinjau secara vertikal perubahan suhu, salinitas dan densitas lapisan termoklin, piknoklin, dan haloklin terjadi pada kisaran kedalaman 200 – 500 m. Perubahan suhu, salinitas dan densitas pada lapisan dalam dipengaruhi oleh arus bawah laut yang bergerak dari Samudera Pasifik bagian selatan yang membawa massa air subtropis.

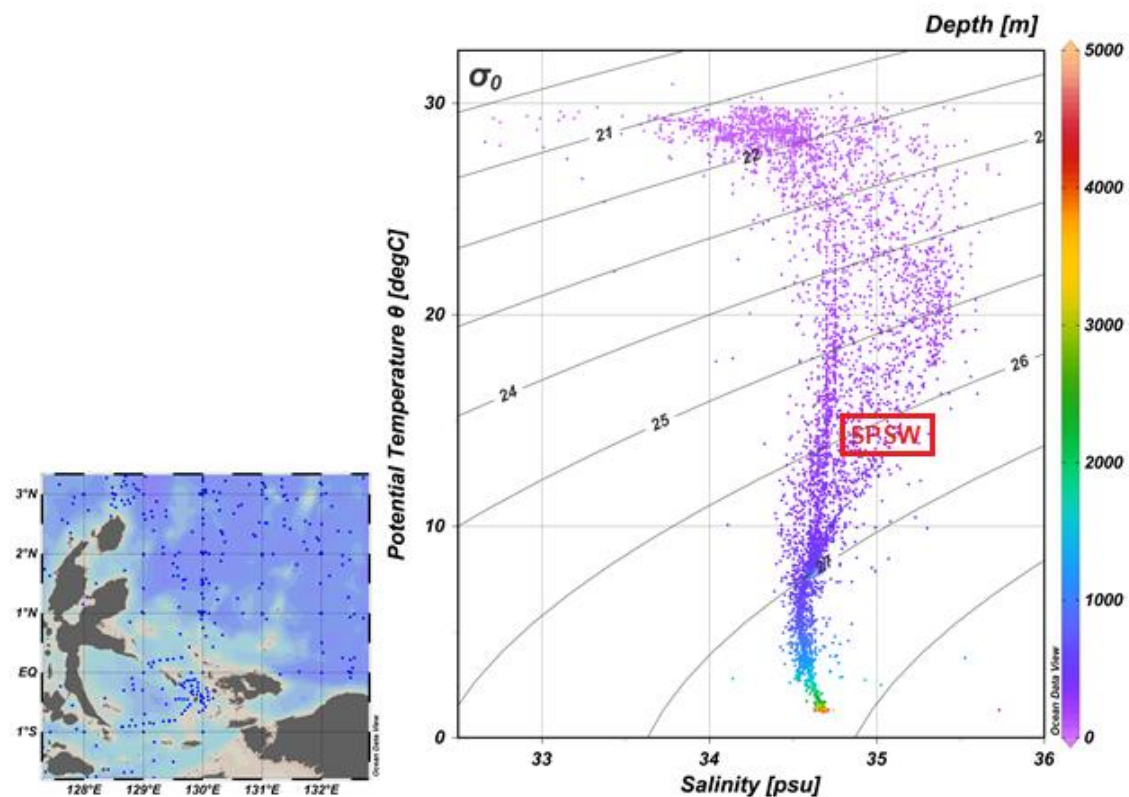


Sumber: Ocean Data View

Gambar 3. Distribusi Vertikal Parameter A) Densitas; B) Salinitas; dan C) Suhu.

Diagram T-S

Diagram Temperatur-Salinitas atau yang biasa dikenal dengan Diagram T-S merupakan diagram yang dapat menjelaskan karakteristik arus dan massa air yang melewati suatu perairan. Faktor yang mempengaruhi variabilitas Diagram T-S antara lain arus, topografi perairan, suhu, salinitas tekanan, dan kondisi geografis (Hautala dkk., 2001). Diagram T-S dapat mengindikasikan jenis massa air yang melewati perairan tersebut.



Sumber: Ocean Data View

Gambar 4. Diagram T-S (Temperature – Salinity).

Hasil visualisasi menunjukkan karakteristik pada kedalaman 500 m memiliki nilai salinitas 34,7 PSU dan nilai temperature 14°C (gambar 4) apabila dilihat dari kedua parameter tersebut, massa air yang bergerak dilapisan bawah termoklin masuk kedalam kategori SPSW atau *South Pacific Subtropical Water*. Arus SPSW bergerak dari selatan pasifik membawa massa air subtropikal, sehingga pada lapisan bawah termoklin terjadi pencampuran masa air yang dapat menyebabkan nilai suhu dan salinitas berubah. Apabila

ditinjau secara vertikal perubahan suhu, salinitas dan densitas lapisan termoklin, piknoklin, dan haloklin terjadi pada kisaran kedalaman 200 – 500 m. Perubahan suhu, salinitas dan densitas pada lapisan dalam dipengaruhi oleh arus bawah laut yang bergerak dari Samudera Pasifik bagian selatan yang membawa massa air subtropis.

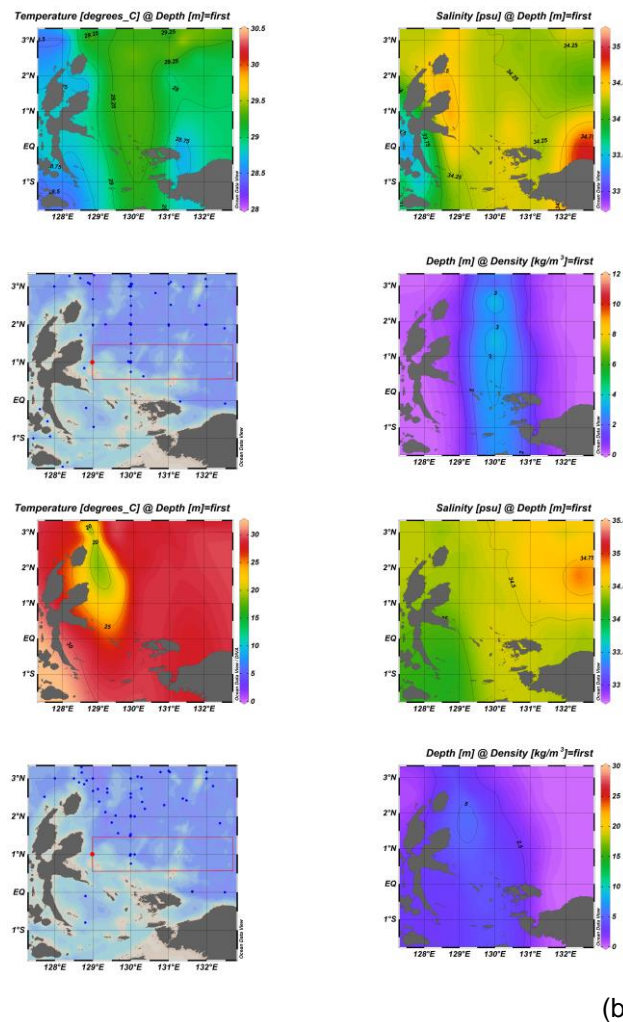
Hubungan Musim Dengan Temperatur, Salinitas Dan Densitas

Suhu permukaan secara horizontal pada musim barat berkisar antara 20°C – 30°C, sedangkan pada musim timur berkisar antara 28.5° – 29.5°C (Gambar 5). Dari hasil rata-rata musiman tersebut menunjukkan pada musim barat suhu permukaan di wilayah kajian lebih hangat akibat adanya pergerakan angin muson yang bertiup dari Benua Asia ke Benua Australia, karena tekanan udara di Benua Asia lebih tinggi dibandingkan dengan di Benua Australia. Angin merupakan salah satu faktor utama penggerak terjadinya arus. Pergerakan arus ini membawa masa air hangat sehingga suhu di musim barat menjadi lebih hangat, begitu juga sebaliknya pada angin muson timur.

Nilai salinitas pada perairan Laut Halmahera pada kedua musim tidak mengalami perubahan yang signifikan. Nilai Salinitas pada musim Timur berkisar antara 33.75 – 34.75 PSU dan pada musim Barat berkisar antara 34 – 34.75 PSU (Gambar 5). Saat Musim Barat nilai salinitas cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan musim timur, hal ini memiliki hasil yang serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Fachrudy (2018) yang menyatakan bahwa pergerakan massa air yang memasuki Laut Halmahera merupakan pergerakan massa air yang membawa salinitas tinggi dari Pantai Utara Papua yang terjadi di permukaan perairan selama Musim Barat.

Distribusi horizontal nilai densitas tidak memiliki perubahan nilai yang signifikan, hanya terjadi sedikit perbedaan nilai densitas antara Musim Barat dan Musim Timur. Nilai densitas pada Musim Barat berkisar antara 0 – 5 kg/m³, sedangkan pada Musim Timur berkisar antara 0 – 3 kg/m³.

Perbedaan antara ketiga parameter terjadi akibat adanya *mixing* atau pencampuran massa air yang terjadi di Laut Halmahera seperti *Halmahera Eddy* (HE) yang terjadi di utara Laut Halmahera, *Ekman pumping*, dan pergerakan massa air yang berbeda dari beberapa perairan seperti massa air yang ditandai dengan arus yang kuat pada kedua musim yang bergerak menyusur pantai *New Guinea* kemudian masuk ke Laut Halmahera (Fachrudy, 2018)



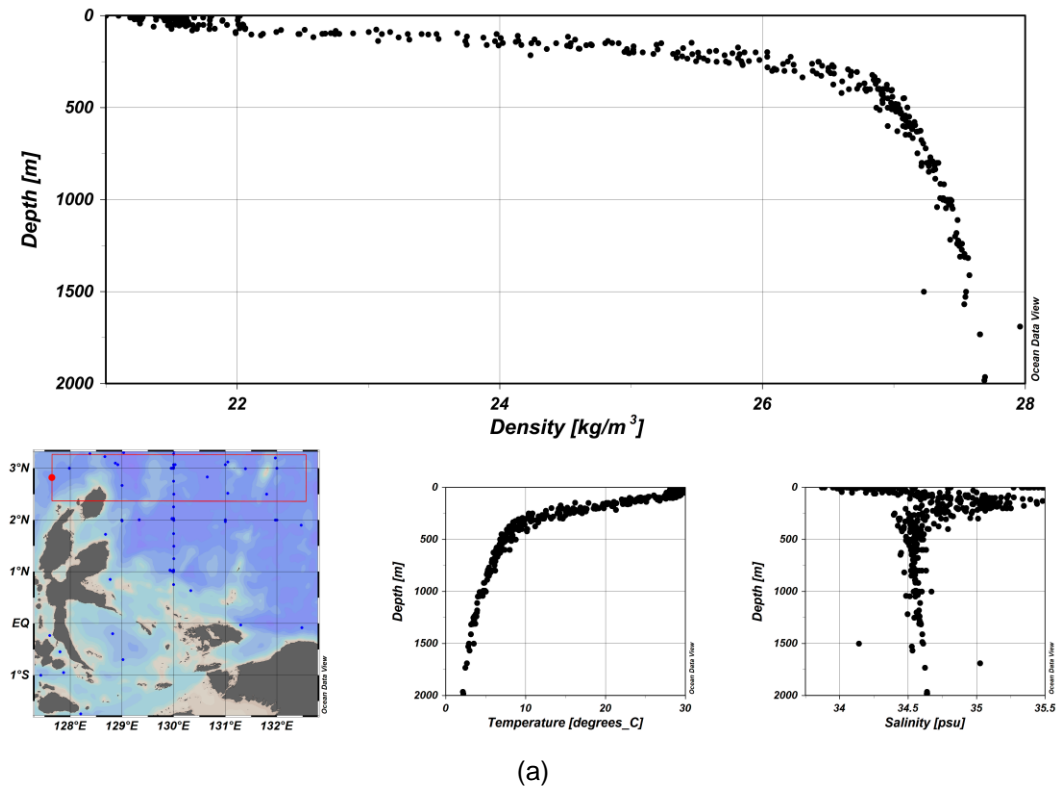
(a)

(b)

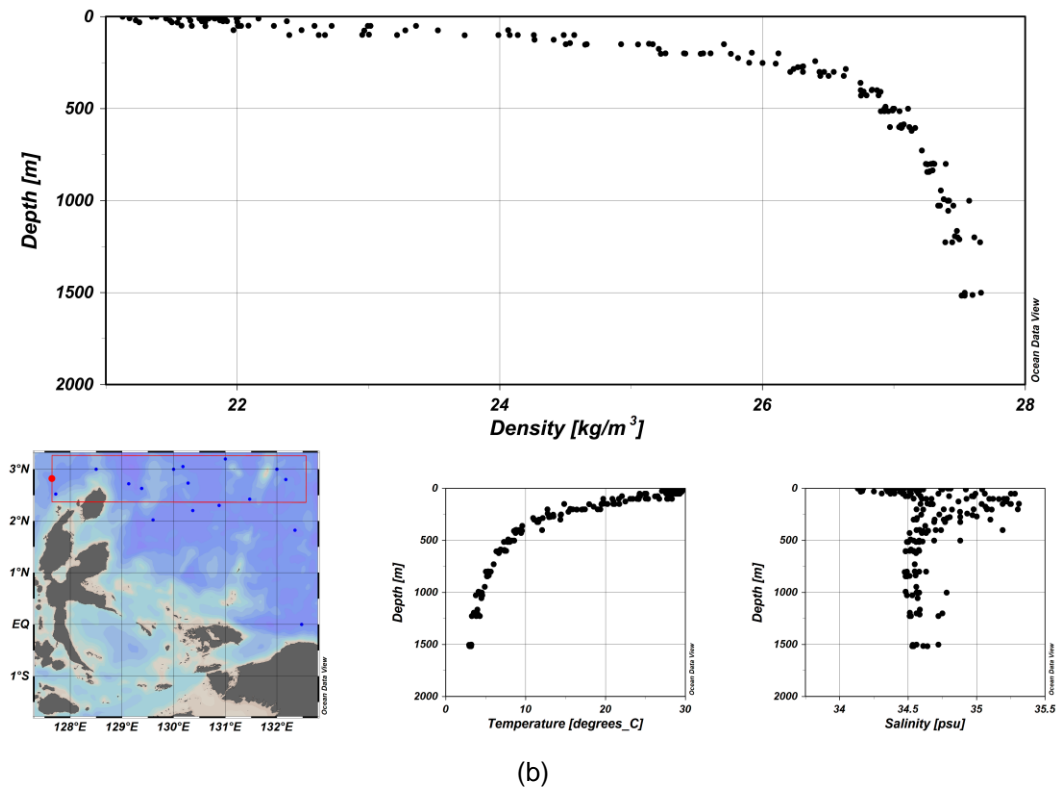
Sumber: Ocean Data View

Gambar 5. Visualisasi Profil Suhu, Salinitas dan Densitas secara horizontal (a) musim timur dan (b) musim barat.

Hasil visualisasi distribusi parameter suhu dan densitas secara vertikal menunjukkan pada musim barat dan timur tidak jauh berbeda (Gambar 6). Terdapat perbedaan pada parameter salinitas, dimana distribusi pada lapisan *mixed layer* salinitas mencapai 36.5 PSU, yang artinya nilai salinitas pada musim timur lebih tinggi apabila dibandingkan dengan musim barat. perbedaan nilai salinitas dapat diakibatkan karena pada musim timur (musim kemarau) tidak terjadi presipitasi sedangkan evaporasi berlangsung secara terus menerus akibat dari paparan sinar matahari. Proses tersebut menyebabkan kondisi di laut memiliki kadar garam atau nilai salinitas yang lebih tinggi.



(a)



(b)

Sumber: Ocean Data View

Gambar 6. Profil Suhu, Salinitas dan Densitas secara vertikal (a) musim timur dan (b) musim barat.

KESIMPULAN

Profil suhu, salinitas, dan densitas pada Musim Barat dan Musim Timur tidak terjadi perbedaan yang signifikan, hal ini diduga karena adanya proses *mixing* seperti *Halmahera Eddy*, *Ekman pumping*, dan pergerakan massa air berupa arus. Ditinjau dari nilai suhu dan salinitas pada diagram T-S, massa air yang bergerak di lapisan termoklin termasuk massa air *South Pacific Subtropical Water* (SPSW).

Referensi

- Dayem, K. E., Noone, D. C., Molnar, P. (2007). Tropical western Pacific warm pool and maritime continent precipitation rates and their contrasting relationships with the Walker Circulation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D6). Diakses 24 Januari 2021, dari <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2006JD007870>.
- Fachrud, M. A., Munir, R., Mandang, I. (2018). Analisis Spasial Pergerakan Massa Air Di Laut Halmahera Dan Laut Banda Menggunakan Metode *Empirical Orthogonal Function* (EOF). *GEOSAINS KUTAI BASIN*, 1(1).
- Hautala, S. L., Sprintall, J., Potemra, J. T., Chong, J. C., Pandoe, W., Bray, N., *et al.* (2001). Velocity structure and transport of the Indonesian Throughflow in the major straits restricting flow into the Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 106(C9), 19527-19546. Diakses 28 Januari 2021, dari <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2000JC000577>.
- Purba, N.P., dan W.S. Pranowo. (2015). *Dinamika Oseanografi, Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut*, ISBN: 978-602-0810-20-1
- Surinati, D. (2013). Telekoneksi suhu permukaan laut perairan Indonesia dengan data buoy di Samudera Pasifik. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Indonesia. Diakses 30 Januari 2021, dari Universitas Indonesia Library The Crystal of Knowledge.
- Tomzchak, M. Godfrey, J. S. (2003). *Regional Oceanography: an Introduction* (2nd edition). Daya Publishing House, New Delhi.
- Wattimena, M. C., Atmadipoera, A. S., Purba, M. (2014). Variabilitas Intra-Musiman Arus Dekat-Dasar Di Laut Halmahera. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2), 267-281.
- Yulihastin, E. (2010). Mekanisme Interaksi Monsun Asia dan Enso. *Berita Dirgantara*, 11(3).