JURNAL LAUT PULAU, 5 (2): 107 - 113
E-ISSN: 2830-1676
DOI: https://doi.org/10.30598/jlpvol5iss2pp107-113

Pengaruh Siklus Pasang Surut Terhadap Karakteristik Kolom Air di Perairan Ambang Poka-Galala, Teluk Ambon

Roles of Flood and Ebb Tidal Cycles on Water Column Characteristics at the Sill of Poka-Galala, Ambon Bay

Marlin Chrisye Wattimena[1*], Simon Tubalawony[1], Eva Susan Ratuluhain[1], Pedro El-Roy Wattimury[2], Moh Yusran Kelarat[2], Elia Tildjuir[2]

[1]Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia
[2]Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

*Corresponding author: E-mail: marlin.wattimena@lecturer.unpatti.ac.id

(Received: 28 Oktober 2026, Accepted: 23 November 2026, Online: 25 November 2026)

Abstract

The water column structure in the sill of Ambon Bay (temperature, salinity and density) was investigated concerning flood/ebb tidal cycles. Here, the sill connects outer Ambon Bay and inner Ambon Bay. The water column structure was measured using CTD during flood and ebb tides. In general, the flood/ebb tidal cycles cause a significant change in the formation of temperature with flood tides weakening thermal stratification (0,04 °C/m) and ebb tides increasing thermal stratification (0,125 °C/m). Meanwhile, the similar tidal variation did not occur in salt and density stratifications because both stratifications were maintained (around 0.05 psu/m for salinity and 0.05 kg/m^4 for density). The significant tidal variation in the thermal stratification in contrast to the salt and density stratification indicates faster thermal diffusion than salt. The weakening and increasing thermal stratification under the influence of flood and ebb tides were shown also through the TS diagram profiles.

Keywords: *Thermal Stratification, Salt Stratification, Density Stratification, Mixing Driven by Flood Tides*

Abstrak

Struktur kolom air di perairan Ambang Teluk Ambon (meliputi suhu, salinitas, dan densitas) diteliti dalam kaitannya dengan siklus pasang surut. Ambang ini merupakan penghubung antara Teluk Ambon bagian luar dan bagian dalam. Struktur kolom air diukur menggunakan instrumen CTD selama kondisi pasang dan surut. Secara umum, siklus pasang surut menyebabkan perubahan signifikan pada profil suhu; saat pasang, stratifikasi termal melemah (0,04 °C/m), sedangkan saat surut, stratifikasi termal menguat (0,125 °C/m). Sebaliknya, variasi serupa tidak ditemukan pada stratifikasi salinitas maupun densitas, yang cenderung tetap stabil (dengan nilai sekitar 0,05 psu/m untuk salinitas dan 0,05 kg/m^4 untuk densitas). Perbedaan variasi yang signifikan pada stratifikasi termal dibandingkan dengan stratifikasi salinitas dan densitas menunjukkan bahwa difusi termal berlangsung lebih cepat daripada difusi garam. Fenomena melemah dan menguatnya stratifikasi termal akibat pengaruh pasang surut ini juga terlihat melalui profil pada diagram TS.

Kata Kunci: Stratifikasi Termal, Stratifikasi Kadar Garam, Stratifikasi Densitas, Percampuran Akibat Siklus Pasang

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

OPEN ACCESS

PENDAHULUAN

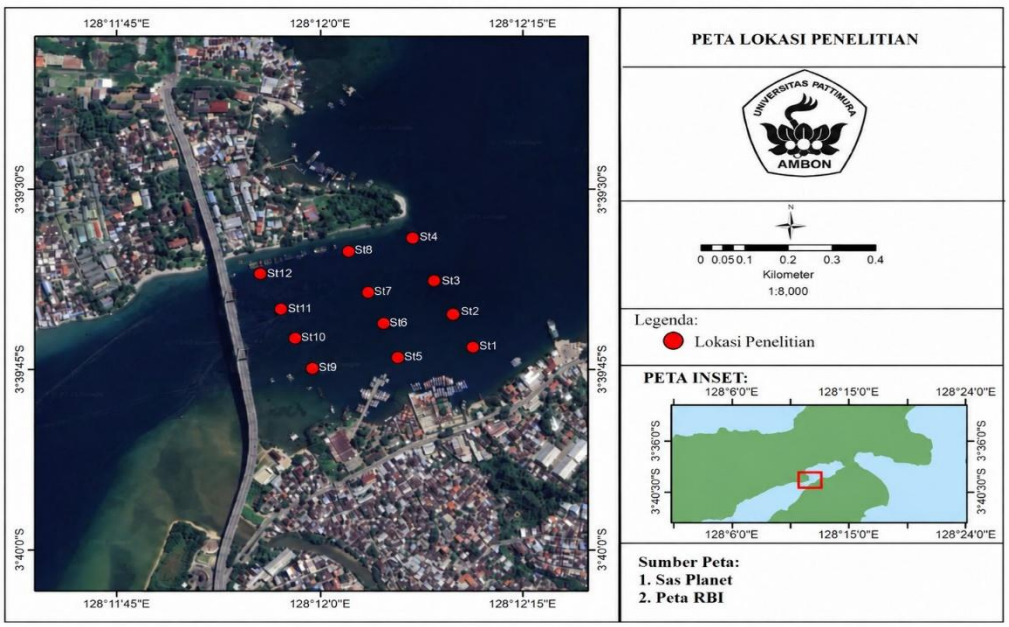
Teluk Ambon merupakan sebuah perairan pesisir semi-tertutup yang terletak di Pulau Ambon, Provinsi Maluku. Teluk Ambon terbagi atas Teluk Ambon Luar (TAL) dan Teluk Ambon Dalam (TAD), yang dipisahkan oleh ambang sempit dan dangkal yang dikenal dengan Ambang Poka-Galala (APG) yang memiliki lereng yang stabil (Salamena et al., 2021; Wattimury et al., 2023). APG memiliki panjang sekitar 1 km dan lebar 400 meter, dengan kedalaman rata-rata sekitar 12 meter (Basit et al., 2012; Pello et al., 2014; Salamena et al., 2021; Wattimury et al., 2023). APG yang dangkal berperan penting dalam proses hidrodinamika turbulen ketika massa air dari perairan TAL menuju perairan TAD selama periode air bergerak pasang maupun ketika air bergerak surut dari TAD menuju TAL. Topografi dasar laut APG dapat menghambat proses sirkulasi massa air TAD dan TAL, mempercepat proses percampuran massa air yang tersirkulasi selama periode pasang surut (Wattimury et al., 2023)

Teluk Ambon memiliki tipe pasang surut campuran condong semidiurnal dan menjadi salah satu gaya pembangkit terjadinya percampuran massa air di TAL dan TAD (Hamzah & Wenno, 1987). Siklus pasang surut purnama (*spring tide*) di Teluk Ambon menghasilkan perbedaan ketinggian air pasang-surut maksimum sebesar 2,5 m, dibandingkan dengan 1,2 m pada siklus pasang surut perbani (*neap tide*) (van Oostenbrugge, 2003).

Studi-studi oseanografi sebelumnya telah dilakukan di perairan APG Teluk Ambon dan lebih berfokus pada proses pembaruan atau pembilasan (*flushing*) air dalam di bagian dalam Teluk Ambon (Anderson & Sapulete, 1982; Wenno & Anderson, 1984; Pello et al., 2014; Salamena et al., 2021), serta studi terkait front dan sirkulasi estuari di APG (Salamena et al., 2022), Penelitian-penelitian tersebut mengkaji proses pembilasan di TAD akibat masuknya air dalam dari TAL, yang berdampak pada kesehatan lingkungan perairan TAD, misalnya ledakan alga akibat eutrofikasi dan stagnasi air yang disebabkan oleh isolasi TAD dari laut lepas (Likumahua et al., 2020), bahkan akumulasi sampah plastik di laut Teluk Ambon (Salamena et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kolom air berdasarkan suhu, salinitas dan densitas akibat pengaruh pasang surut di Perairan Ambang Poka-Galala, Teluk Ambon. Manfaat penelitian ini adalah sebagai dasar pengelolaan perairan Teluk Ambon pada ambang Poka-Galala, khususnya dalam terhadap kualitas lingkungan, perikanan, dan aktivitas pesisir.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2025 saat air bergerak menuju surut dan Desember 2025 saat air bergerak menuju pasang di 12 stasiun pengamatan (Gambar 1) yang dibagi menjadi 4 transek yang melintang dari arah TAL menuju TAD yaitu Transek 1 (Stasiun 9, 5, 1), Transek 2 (Stasiun 10, 6, 2), Transek 3 (Stasiun 11, 7, 3) dan Transek 4 (Stasiun 12, 8, 4), dan berlokasi di perairan Ambang Poka–Galala Teluk Ambon, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Perolehan data suhu, salinitas dan densitas yang digunakan dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan instrumen *Conductivity, Temperature, and Depth* (CTD) Rinko ASTD 101. Data suhu, salinitas, dan densitas kemudian diolah, selanjutnya gambar dan grafik divisualisasikan dengan menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) 2026 dalam bentuk gambar pola sebaran melintang suhu, salinitas, dan densitas dari 4 transek yang melintang dari arah TAL menuju TAD di perairan Ambang Poka Galala dan grafik T-S diagram massa air perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

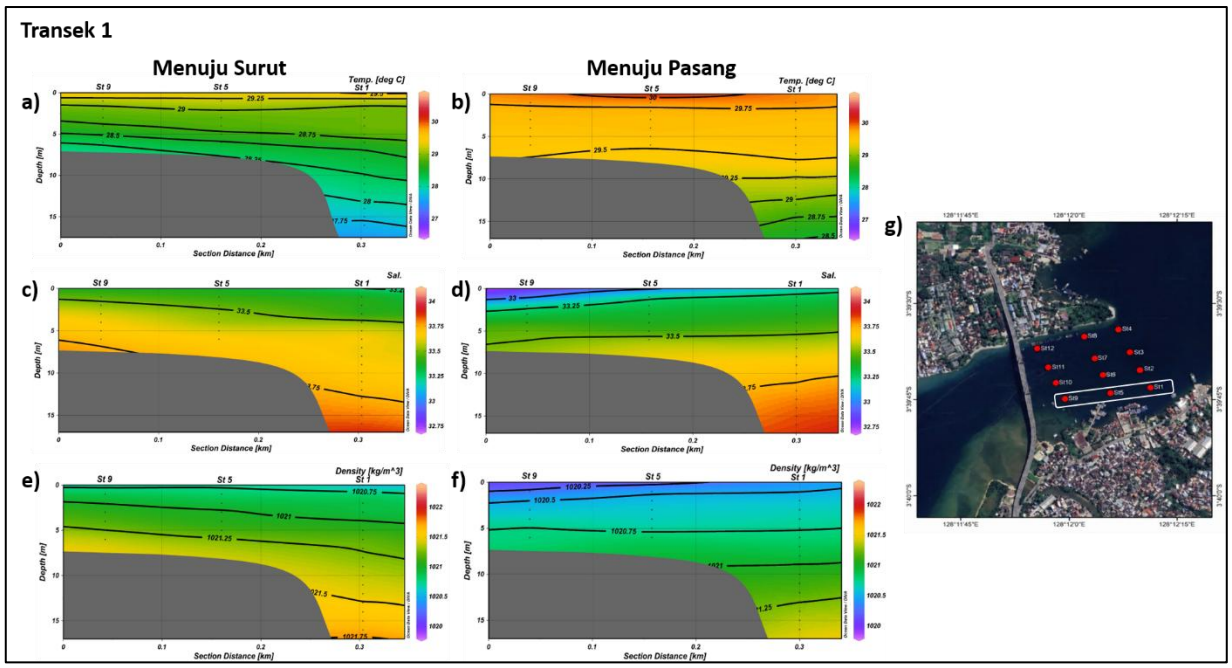


Gambar 1 Peta lokasi penelitian

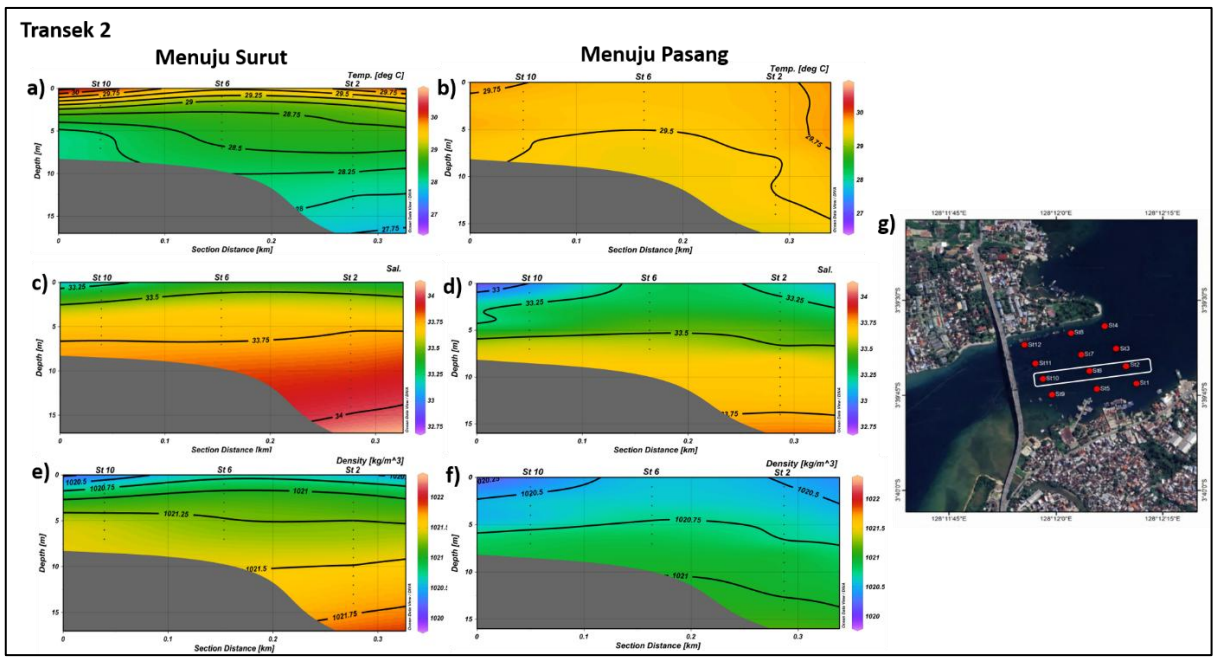
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Kolom Air Berdasarkan Sebaran Melintang Suhu, Salinitas dan Densitas di Ambang Poka Galala, Teluk Ambon

Berdasarkan Gambar 2-5 yang mendeskripsikan pola sebaran melintang data suhu, salinitas dan densitas dari 4 transek hasil pengukuran CTD di perairan Ambang Poka Galala dari luar ke dalam teluk Ambon, secara umum memperlihatkan pengaruh siklus pasang surut sangat jelas mengubah komposisi kolom air, terutama dari sebaran melintang suhu. Pada waktu surut (Gambar 2a, 3a, 4a dan 5a), komposisi kolom air di sebaran melintang suhu menunjukan adanya stratifikasi termal (*dT/dz*) dengan kekuatan sebesar 0,125 °C/m. Nilai ini lebih besar dari *dT/dz* pada saat pasang yakni sekitar 0,04 °C/m (Gambar 2b, 3b, 4b dan 5b). Hal ini menunjukan bahwa kondisi pasang melemahkan stratifikasi termal yang mana kondisi pelemahan stratifikasi termal mengindikasikan adanya kekuatan percampuran termal yang meningkat ketika air menuju pasang. Disisi lain, untuk salinitas dan densitas, perubahan stratifikasi salinitas (*dS/dz*) dan stratifikasi densitas (*dρ/dz*) sangat kecil antara kondisi pasang dan surut. Nilai *dS/dz* berkisar pada nilai 0,05 psu/m untuk kondisi pasang (Gambar 2d, 3d, 4d dan 5d) dan kondisi surut (Gambar 2c, 3c, 4c dan 5c). Dalam hal stratifikasi densitas (*dρ/dz*), hal yang sama juga berlaku dimana kondisi pasang (Gambar 2f, 3f, 4f dan 5f) dan kondisi surut (Gambar 2e, 3e, 4e dan 5e) menghasilkan nilai *dρ/dz* sebesar 0,05 kg/m^4 dan 0,06 kg/m^4 dimana perbedaan kedua kondisi pasut ini pada *dρ/dz* sangat kecil. Kecenderungan percampuran terjadi pada suhu dibandingkan pada salinitas yang mengindikasikan bahwa kecepatan difusi termal lebih tinggi (~100 kali) dari kecepatan difusi salinitas (Schmitt, 2001).

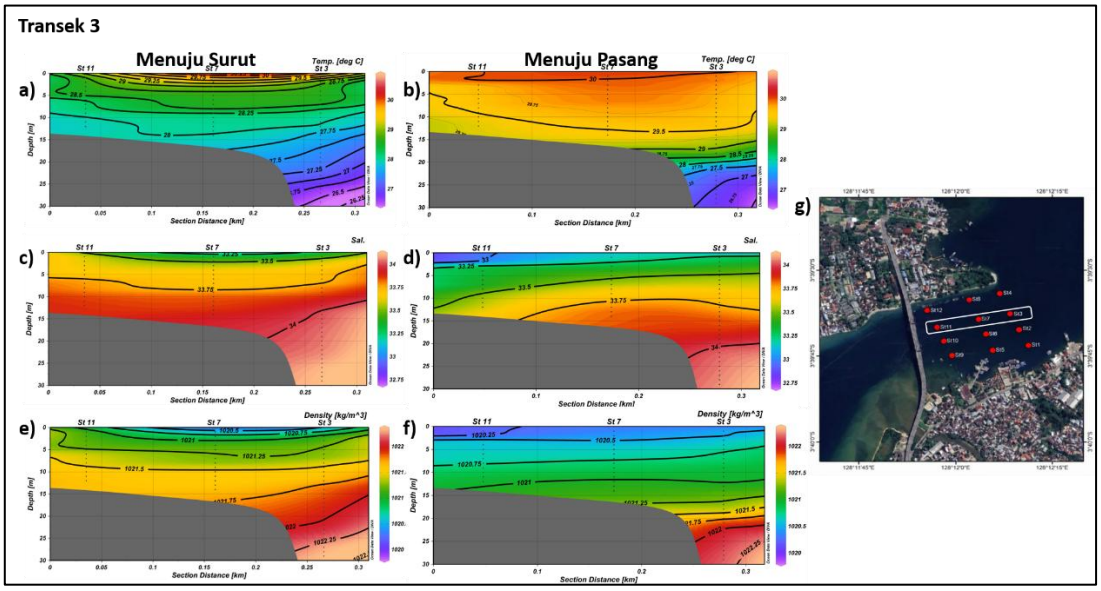


Gambar 2 Pola sebaran melintang suhu, salinitas dan densitas saat air menuju surut (a,c,e) dan menuju pasang (b,d,f) di transek 1 (g) pengukuran dari arah TAL menuju TAD di perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

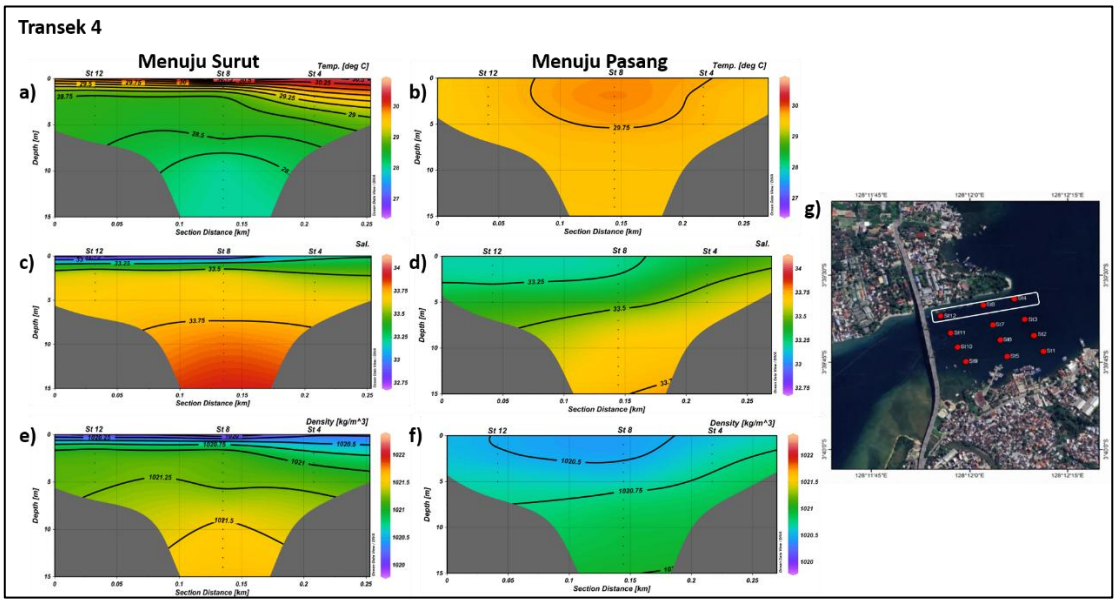


Gambar 3 Pola sebaran melintang suhu, salinitas dan densitas saat air menuju surut (a,c,e) dan menuju pasang (b,d,f) di transek 2 (g) pengukuran dari arah TAL menuju TAD di perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

Pola ini sejalan dengan temuan Likumahua et al. (2026) di Selat Saparua. Pada pasang purnama, percampuran vertikal akibat pasut yang kuat di sekitar ambang selat membuat profil suhu relatif seragam, sekitar 25,5 °C, sehingga stratifikasi termal lebih mudah rusak daripada stratifikasi salinitas. Kemiripan ini menunjukkan bahwa ambang di perairan semi-tertutup Maluku, baik Poka-Galala maupun Selat Saparua, menjadi lokasi percampuran pasut yang intens dan mengatur struktur vertikal massa air. Perbedaannya, di Teluk Ambon percampuran menghangatkan kolom air, sedangkan di Selat Saparua suhu yang seragam dipengaruhi oleh intrusi air Laut Banda yang lebih dingin (24,5-25,5 °C).



Gambar 4 Pola sebaran melintang suhu, salinitas dan densitas saat air menuju surut (a,c,e) dan menuju pasang (b,d,f) di transek 3 (g) pengukuran dari arah TAL menuju TAD di perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

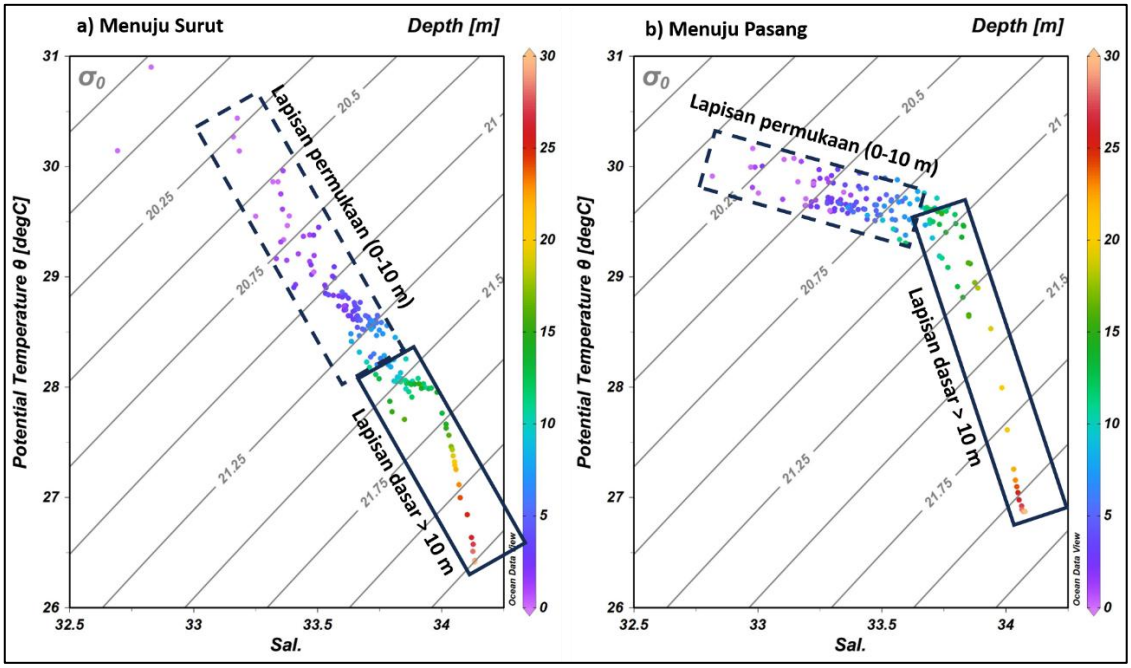


Gambar 5 Pola sebaran melintang suhu, salinitas dan densitas saat air menuju surut (a,c,e) dan menuju pasang (b,d,f) di transek 4 (g) pengukuran dari arah TAL menuju TAD di perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

2. Percampuran Massa Air berdasarkan T-S diagram di Perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon

Diagram T-S pada Gambar 6 memperlihatkan dua zona massa air yakni lapisan permukaan antara 0 dan 10 m dan lapisan dasar yakni > 10 m. Secara umum, lapisan permukaan berubah secara sensitif terhadap siklus pasang dan siklus surut dimana saat pasang, lapisan permukaan cenderung menunjukan perubahan yang kecil di suhu (antara 29,5-30^{o}C) terhadap perubahan salinitas yang mengindikasikan kondisi suhu hampir seragam di lapisan permukaan sementara pada saat surut keseragaman ini hilang dengan kisaran suhu antara 28-30^{o}C. Hal ini menunjukan bukti proses percampuran vertikal yang ditemukan pada saat air bergerak pasang sementara saat air bergerak surut percampuran itu melemah yang ditandai dengan menguatnya stratifikasi. Pada lapisan dasar profil

cenderung mirip antara kondisi pasang dan kondisi surut. Hal ini serupa dengan temuan Likumahua et al. (2026) di Selat Sapurua bahwa percampuran pasut di ambang lebih mudah menghilangkan stratifikasi termal. Massa air dasar yang dingin dan asin (±34 psu) tetap muncul pada kedua fase, yang berarti percampuran di ambang bersifat lokal dan belum menghomogenkan seluruh kolom air.



Gambar 6 T-S diagram massa air menuju surut (a) dan menuju pasang (b) di perairan Ambang Poka Galala, Teluk Ambon.

KESIMPULAN

Pola sebaran suhu, salinitas, dan densitas di perairan Ambang Poka-Galala, Teluk Ambon, dipengaruhi oleh pertukaran massa air antara Teluk Ambon Luar (TAL) dan Teluk Ambon Dalam (TAD) melalui ambang ysng digerakan oleh pasang surut. Secara umum, siklus pasang surut menyebabkan perubahan signifikan pada profil suhu; saat pasang, stratifikasi termal melemah (0,04 °C/m), sedangkan saat surut, stratifikasi termal menguat (0,125 °C/m). Sebaliknya, variasi serupa tidak ditemukan pada stratifikasi salinitas maupun densitas, yang cenderung tetap stabil (dengan nilai sekitar 0,05 psu/m untuk salinitas dan 0,05 kg/m⁴ untuk densitas). Perbedaan variasi yang signifikan pada stratifikasi termal dibandingkan dengan stratifikasi salinitas dan densitas menunjukkan bahwa difusi termal berlangsung lebih cepat daripada difusi garam. Fenomena melemah dan menguatnya stratifikasi termal akibat pengaruh pasang surut ini juga terlihat melalui profil pada diagram TS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Gerry G. Salamena, Dr. Sem Likumahua dan Ferdimon Kainama dari Pusat Riset Laut Dalam BRIN Ambon yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapangan.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun non-finansial yang dapat memengaruhi, atau secara wajar dapat dianggap memengaruhi, penelitian, interpretasi temuan, atau publikasi artikel ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (AI)

Penulis menyatakan bahwa tidak ada teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) yang digunakan dalam penyusunan, analisis, atau pembuatan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Basit A., Putri MR., Tatipatta WM. 2012. Estimation of seasonal vertically integrated primary productivity in Ambon Bay using the depth-resolved, time-integrated production model. *Marine Research in Indonesia,* 37(1): 47–56.

Hamzah MS., Wenno LF. 1987. Sirkulasi arus di Teluk Ambon. *Journal Biologi, Perikanan, Oseanografi dan Geologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, 3–8.

Likumahua S., de Boer MK., Krock B., Hehakaya S., Imu L., Müller A., Buma AGJ. 2020. Variability of dinoflagellates and their associated toxins in relation with environmental drivers in Ambon Bay, eastern Indonesia. *Marine Pollution Bulletin,* 150: 110778.

Likumahua S., Salamena GG., Tubalawony S., Wattimena MC., Ruli F., de Fretes CE., Kainama, Sudin MA., Ainarwowan A., Yamko AK., Pesilette RN. 2026. Formation of tidal intrusion fronts in the low-freshwater input environment of oceanic island system and the associated chlorophyll-a responses. *Regional Studies in Marine Science,* 104967.

Pelu F. 2025. Pola Stratifikasi Massa Air Di Perairan Teluk Ambon Pada Bulan Mei, Juni, dan Juli 2024. *Jurnal Perikanan dan Kelautan,* 2(2): 71–78.

Salamena GG., Whinney JC., Heron SF., Ridd PV. 2021. Internal tidal waves and deep-water renewal in a tropical fjord: Lessons from Ambon Bay, eastern Indonesia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* 253: 107291. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107291

Salamena GG., Whinney JC., Heron SF., Ridd PV. 2022. Frontogenesis and estuarine circulation at the shallow sill of a tropical fjord: Insights from Ambon Bay, eastern Indonesia. *Regional Studies in Marine Science,* 56: 102696.

Salamena GG., Heron SF., Ridd PV., Whinney JC. 2023. A risk assessment of marine plastics in coastal waters of a small island: Lessons from Ambon Island, eastern Indonesia. *Regional Studies in Marine Science,* 65: 103086.

Saputra FR., Lekalette JD. 2016. Dinamika massa air di Teluk Ambon. *Widyariset,* 2(2): 143–152.

Schmitt RW. 2001. Double-diffusive Convection. In: Weller RA. (Ed.), *Encyclopedia of Ocean Sciences,* 3100–314. https://doi.org/10.1006/rwos.2001.0159

Wattimury JJ., Waas HJ., Hukubun RD. 2023. Pemetaan morfologi ambang Galala Poka (APG). *Jurnal Laut Pulau: Hasil Penelitian Kelautan,* 2(1): 51–58. https://doi.org/10.30598/jlpvol2iss1pp51-58