

Thermal front dynamics and the correlation with *Sardinella Lemuru* catches in the Bali Strait

Dinamika Termal Front dan Korelasinya dengan Hasil Tangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali

Hendrik Anggi Setyawan^{1*}, Bogi Budi Jayanto¹, Ayu Retno Wardhani¹

*Corresponding author email: hendrikanggisetyawan@live.undip.ac.id

¹Departemen Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia.

Abstract. The Bali Strait is a marine area rich in lemuru fish (*Sardinella lemuru*), making it a potential fishery commodity in Indonesia. Sustainable management of lemuru fish populations in the Bali Strait is crucial for maintaining ecosystem balance and ensuring the sustainability of the fishing industry in the region. This study aimed to identify the thermal fronts in the Bali Strait and the relationship between thermal fronts and lemuru fish production. This research was conducted using monthly sea surface temperature and surface current data from the CMEMS for the year 2023, along with lemuru production data from PPN Pengambengan. An edge detection method was employed to determine thermal fronts. The results showed that sea surface temperatures ranged from 24.9°C to 29°C. The meridional movement from North to South dominates the Bali Strait surface currents. Thermal fronts were observed throughout the year, with weak fronts dominating during the west monsoon and transition season I, whereas strong fronts intensified during the southeast monsoon. However, the correlation between thermal fronts and lemuru catch was very weak ($r=-0.047442$), suggesting that thermal fronts are not the primary factor influencing lemuru catch.

Keywords: CMEMS, current, Python, sea surface temperature.

Abstrak. Selat Bali merupakan wilayah laut yang kaya akan sumber daya ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Pengelolaan populasi ikan lemuru yang berkelanjutan di Selat Bali sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan menjamin keberlanjutan industri perikanan di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *thermal front* di Selat Bali dan mengetahui hubungan antara *thermal front* dengan produksi ikan lemuru. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data suhu permukaan laut bulanan dan arus permukaan dari Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) untuk tahun 2023, serta data produksi lemuru dari PPN Pengambengan. Metode deteksi tepi digunakan untuk menentukan batas-batas termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu permukaan laut berkisar antara 24,9°C hingga 29°C. Arus permukaan Selat Bali didominasi oleh pergerakan meridional dari Utara ke Selatan. Front termal teramati sepanjang tahun, dengan front lemah mendominasi selama musim barat dan musim peralihan I, sementara front kuat meningkat selama musim tenggara. Namun, korelasi antara front termal dan hasil tangkapan lemuru ditemukan sangat lemah ($r = -0,047442$), yang menunjukkan bahwa front termal bukanlah faktor utama yang memengaruhi hasil tangkapan lemuru. Faktor-faktor lain seperti ketersediaan makanan dan kondisi oseanografi lainnya kemungkinan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap populasi dan distribusi lemuru.

Kata Kunci: arus, CMEMS, python, suhu permukaan laut.

Copyright © 2025 The Author(s).

This is an open access article under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



To cite this article (APA Style):

Setyawan, H. A., Jayanto, B. B., & Wardhani, A. R. (2025). Thermal front dynamics and the correlation with *Sardinella Lemuru* catches in the Bali Strait. *Nekton*, 5(1), 72-80. <https://doi.org/10.47767/nekton.v5i1.1020>

<https://ojs.poltesa.ac.id/index.php/nekton>

Submitted: 5 May 2025; Received in revised form: 17 May 2025; Accepted: 19 May 2025; Published regularly: 20 May 2025

PENDAHULUAN

Selat Bali merupakan perairan yang kaya akan sumber daya ikan lemuru (Simbolon, et al., 2011; Nugraha et al., 2018; Pratama et al., 2023) menjadikannya salah satu komoditas perikanan yang potensial di Indonesia. Pengelolaan berkelanjutan terhadap populasi ikan lemuru di Selat Bali sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan keberlanjutan industri perikanan di wilayah tersebut. Menurut Syamsudin et al. (2025) puncak penangkapan ikan lemuru di Selat Bali terjadi pada Bulan Desember.

Pemanfaatan sumber daya lemuru yang ada, nelayan masih mengandalkan metode tradisional, yaitu menggunakan insting dan pengalaman (Tarigan et al., 2020; Purwanto & Ramadha, 2020; Vikri et al., 2020; Asbar & Ihsan, 2022) untuk menentukan lokasi penangkapan ikan. Akibatnya, hasil tangkapan menjadi tidak menentu, yang menyebabkan ketidakpastian pada pendapatan dan kesejahteraan nelayan. Selain itu, metode tradisional ini juga dapat mengakibatkan penangkapan ikan yang berlebihan di area tertentu, berpotensi merusak ekosistem laut. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperkenalkan teknologi modern kepada nelayan, seperti sistem penentuan daerah penangkapan ikan (DPI) berbasis citra satelit, guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan praktik penangkapan ikan.

Prakiraan DPI dapat dilakukan melalui analisis parameter oseanografi, seperti suhu permukaan laut (SPL) dan arus, dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Selain itu, penentuan DPI juga dapat dilakukan dengan menganalisis fenomena oseanografi, yaitu *thermal front* (Nugroho et al., 2019; Trinugroho et al., 2019; Prasetya et al., 2022). *Thermal front* adalah perairan dengan dua massa air yang memiliki suhu berbeda bertemu dan menyebabkan daerah tersebut kaya akan nutrisi dan menjadikannya sebagai *feeding ground* (Jatiandana & Nurdjaman, 2020; Vikri et al., 2020; Zandika et al., 2024). *Thermal front* sangat penting bagi penentuan DPI karena perannya yang signifikan untuk meningkatkan kadar klorofil-a, yang dapat meningkatkan populasi ikan lemuru yang ada di Selat Bali. Menurut Hidayat et al. (2019) dan Zainuddin et al. (2020) bahwa keberadaan *thermal front* memiliki dampak positif untuk mendeteksi daerah penangkapan ikan yang potensial untuk ikan pelagis.

Penelitian terdahulu masih terbatas studi yang secara kuantitatif menghubungkan dinamika *thermal front* dengan fluktuasi hasil tangkapan saja. Pada penelitian ini merupakan salah satu studi yang mengintegrasikan analisis *thermal front* berbasis data CMEMS dengan hasil tangkapan lemuru di Selat Bali tahun 2023 secara spasial dan temporal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi *thermal front* yang ada di Selat Bali serta menganalisis hubungan antara *thermal front* dan hasil tangkapan ikan lemuru di Selat Bali.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Selat Bali pada koordinat 8–9°LS dan 114–115°BT. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data produksi lemuru yang didaratkan di PPN Pengambengan tahun 2023 serta data suhu permukaan laut bulanan dan arus permukaan bulanan Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) tahun 2023 melalui website <https://marine.copernicus.eu/>. Data produksi lemuru berupa total hasil tangkapan bulanan ikan lemuru yang didaratkan di PPN Pengambengan pada tahun 2023.

Metode Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang diterapkan pada penelitian ini melibatkan penggunaan Google Colab, sebuah platform layanan komputasi *cloud* yang memungkinkan eksekusi kode Python secara daring. Variabel data yang dianalisis dalam pengolahan ini mencakup data arus dan suhu permukaan laut di Perairan Selat Bali tahun 2023.

Metode yang digunakan untuk menentukan *thermal front* pada penelitian ini menggunakan *edge detection*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi *thermal front* sebagai indikasi fenomena oseanografi seperti *front upwelling*, *eddy frontal*, dan *front* yang terkait dengan fitur geomorfologi. Menurut [Ardianto et al. \(2017\)](#) penggunaan metode *edge detection* ini memungkinkan proses identifikasi *thermal front* menjadi lebih cepat dibandingkan dengan metode manual.

Nilai ambang yang digunakan adalah 5 untuk identifikasi *thermal front* kuat (perbedaan suhu $0,5^{\circ}\text{C}$), dan nilai ambang 3 untuk identifikasi *thermal front* lemah (perbedaan suhu $0,3^{\circ}\text{C}$) ([Syamsuddin et al., 2023](#)). Selanjutnya, diuji korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara statistik bulanan hasil tangkapan ikan lemuru, yang kemudian diselaraskan secara temporal dengan data *thermal front*. Tes korelasi ini bertujuan untuk menentukan apakah peningkatan intensitas front termal berkorelasi positif dengan peningkatan tangkapan tuna sirip kuning berdasarkan nilai koefisien korelasi. Kekuatan hubungan antara kedua variabel tersebut akan tescermin melalui nilai koefisien korelasi ([Pratama et al., 2025](#)).

HASIL DAN PEMBAHASAN

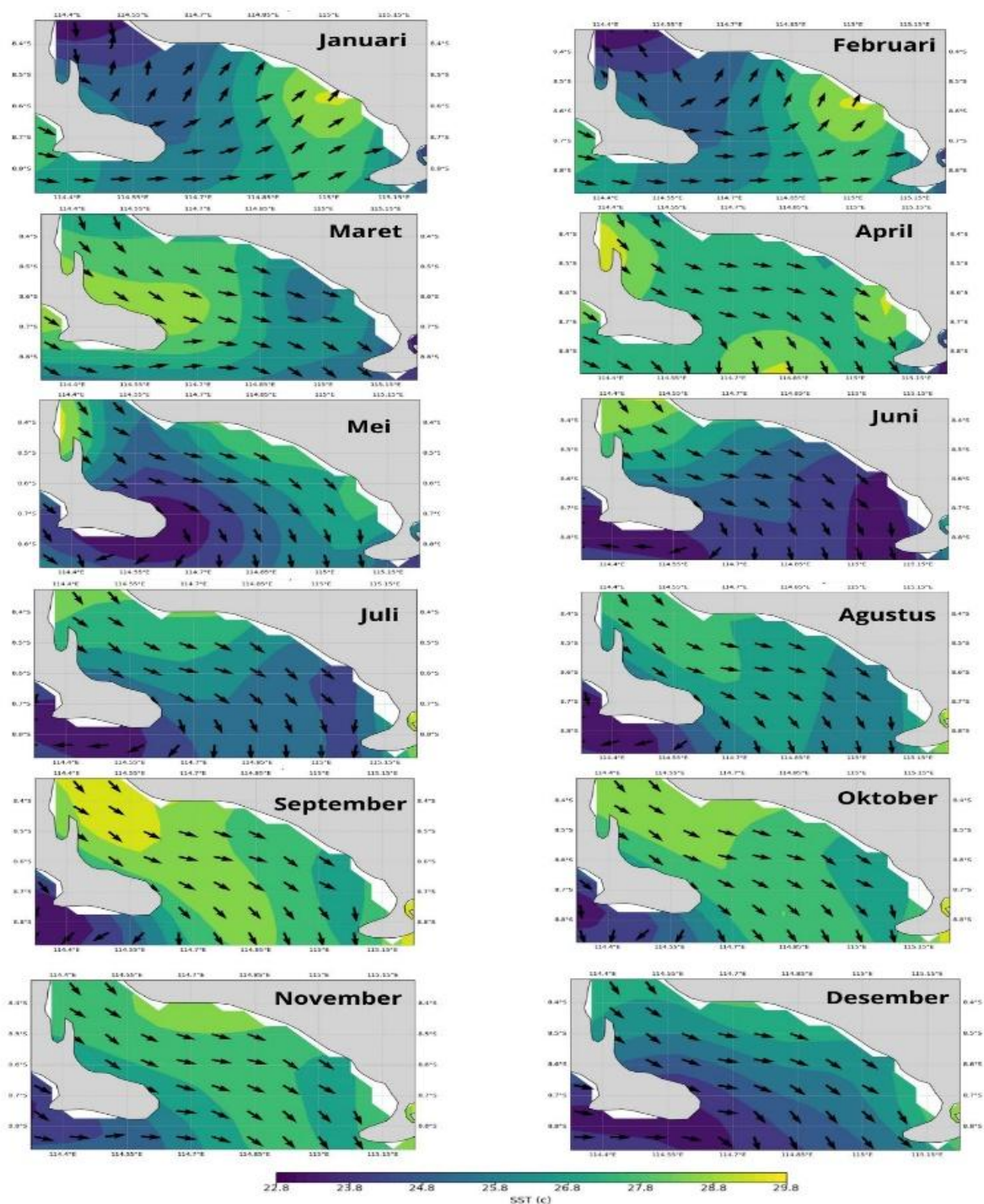
Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Arus

Suhu Permukaan Laut (SPL) berkisar antara $28,7^{\circ}\text{C}$ hingga 29°C pada bulan Desember hingga Maret ([Gambar 1 & 2](#)). Suhu mulai turun pada bulan April menjadi $28,6^{\circ}\text{C}$ dan terus turun pada bulan Mei menjadi $27,5^{\circ}\text{C}$. Dari Juni hingga September, suhu lebih rendah, antara $24,9^{\circ}\text{C}$ hingga $26,9^{\circ}\text{C}$. Pada bulan Oktober dan November, suhu masing-masing adalah $25,8^{\circ}\text{C}$ dan $27,4^{\circ}\text{C}$. Secara temporal, SPL terendah terjadi pada bulan September, yaitu $24,9^{\circ}\text{C}$, dan SPL tertinggi terjadi pada bulan Maret, yaitu 29°C . Menurut [Yuniarti et al. \(2013\)](#) dan [Rahadian et al. \(2019\)](#) SPL biasanya tinggi dan terus meningkat pada bulan Desember-Mei, mencapai puncaknya pada bulan Februari atau Maret. Menurut [Susanto](#) dan [Ray \(2022\)](#) angin muson Tenggara menyebabkan sepanjang pesisir Selatan Indonesia mengalami pola SPL yang khas, yang ditandai dengan udara yang kering dan curah hujan yang lebih sedikit.

Arus di permukaan Selat Bali memiliki karakteristik yang unik, dengan dominasi pergerakan pada arah meridional, yaitu dari Utara ke Selatan. Fenomena ini terutama disebabkan oleh arus harmonik ([Setiawan et al., 2019](#)), yang merupakan hasil interaksi antara pasang surut dan topografi dasar laut di wilayah tersebut. Selain itu, angin muson memengaruhi dari kecepatan arus yang terjadi di perairan tersebut. [Susanto](#) dan [Ray \(2022\)](#) menyebutkan selama muson tenggara, aliran Arlindo ke arah selatan adalah yang terkuat dan lebih bertingkat.

SPL tertinggi tercatat pada bulan Maret dengan nilai SPL adalah 29°C ([Gambar 2](#)). Namun, hal ini berbanding terbalik dengan kecepatan arus yang relatif rendah, yaitu $0,387\text{ m/s}$. Sebaliknya, pada bulan September, suhu permukaan laut menurun menjadi $24,9^{\circ}\text{C}$, sementara kecepatan arus meningkat menjadi $0,551\text{ m/s}$. Berdasarkan [Tabel 1](#), nilai korelasi antara suhu permukaan laut dan kecepatan arus adalah $-0,216501$. Nilai korelasi ini menunjukkan hubungan negatif yang lemah antara kedua variabel tersebut.

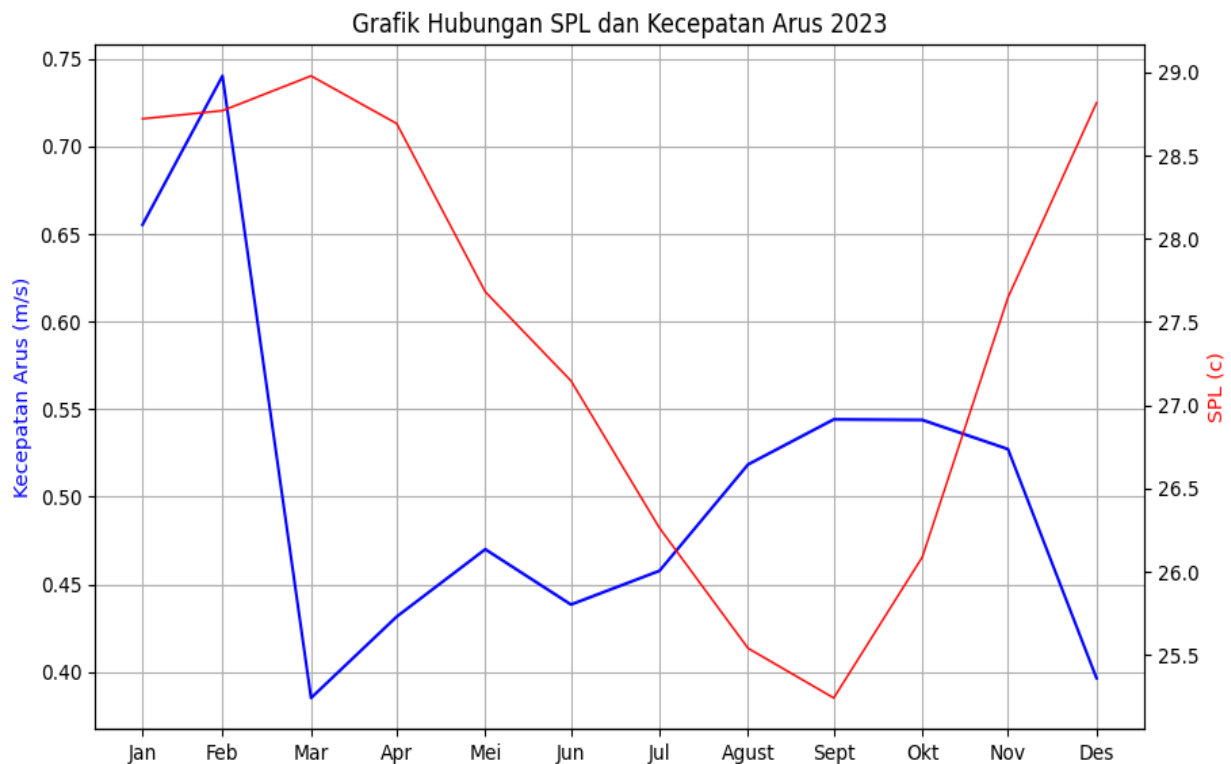
Artinya, ketika suhu permukaan laut meningkat, kecepatan arus cenderung menurun sedikit, atau sebaliknya. Namun karena korelasinya lemah, pengaruh perubahan suhu permukaan laut terhadap kecepatan arus tidak signifikan. Korelasi lemah antara suhu permukaan laut dan arus permukaan juga terjadi di Perairan Selatan Jawa Barat (Putra et al., 2016).



Gambar 1. Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Arus di Selat Bali Tahun 2023

Tabel 1. Nilai Korelasi SPL dan Kecepatan Arus di Selat Bali Tahun 2023

	Suhu Permukaan Laut	Kecepatan Arus
Suhu Permukaan Laut	1.000000	-0,216501
Kecepatan Arus	-0,216501	1.000000

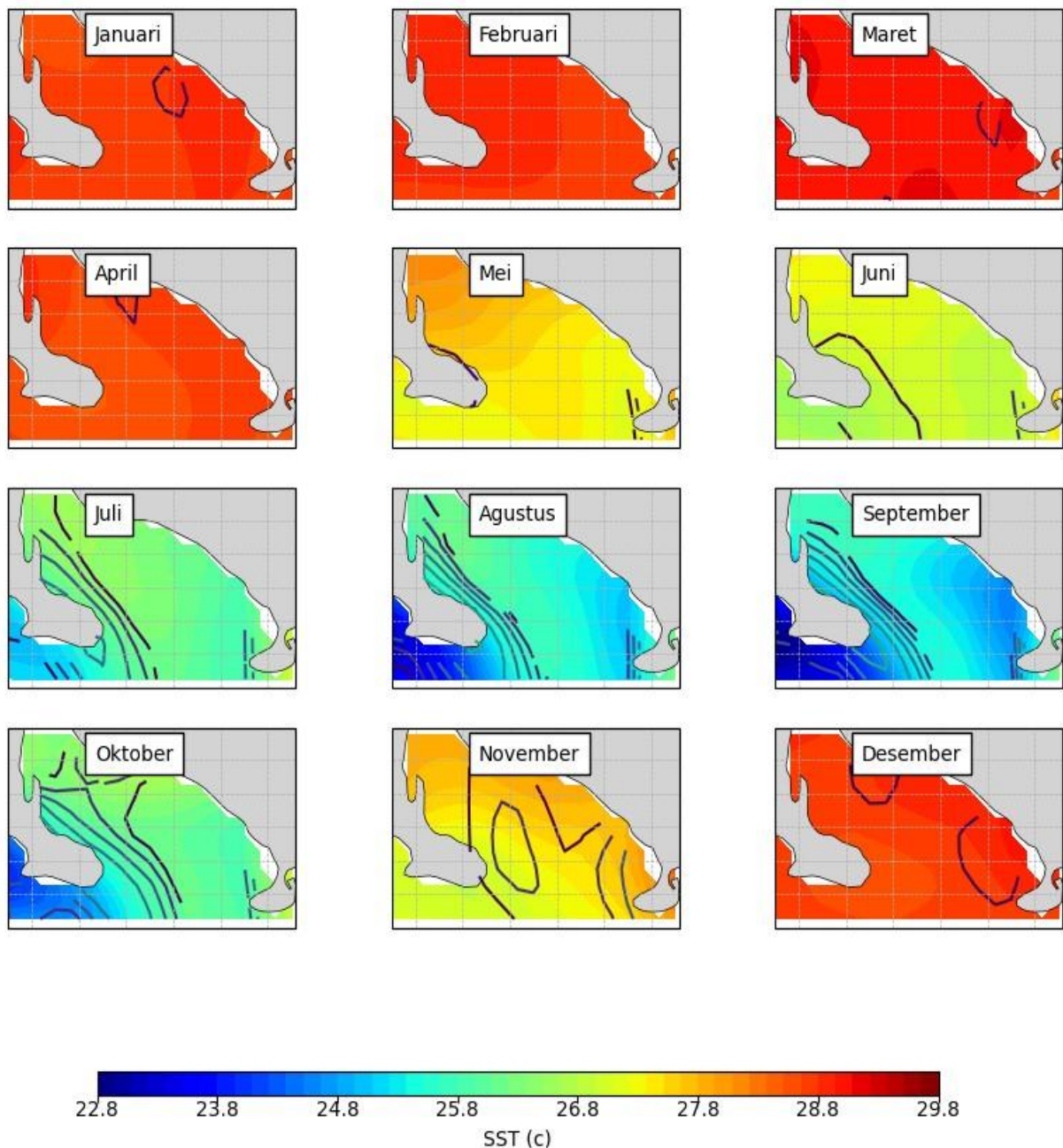


Gambar 2. Grafik Hubungan SPL dan Kecepatan Arus di Selat Bali Tahun 2023

Sebaran *Thermal Front* di Selat Bali

Perairan Selat Bali dipengaruhi secara signifikan oleh Samudra Hindia. Salah satu fenomena dinamis yang terjadi adalah peristiwa *thermal front*, yang memiliki dampak besar terhadap produktivitas primer. *Thermal front* merupakan daerah pertemuan dua massa air dengan perbedaan SPL sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ (*weak front*), dan $>0,5^{\circ}\text{C}$ (*strong front*). Berdasarkan Gambar 3, secara umum, *thermal front* di Selat Bali terjadi sepanjang tahun. Hal ini dikarenakan Arus Lintas Indonesia yang datang dari utara membawa air hangat, sedangkan Arus Khatulistiwa Selatan dari Samudra Hindia membawa air yang lebih dingin (Suhadha & Ibrahim, 2020). Pola temporal *thermal front* di Selat Bali tahun 2023 menunjukkan dinamika yang kompleks dan terkait erat dengan perubahan musim. Pada musim barat (DJF) dan musim peralihan I (MAM), *weak front* mendominasi perairan Selat Bali yang ditandai dengan garis berwarna hitam (Gambar 3). Hal ini disebabkan oleh kondisi atmosfer yang relatif stabil dan perbedaan suhu permukaan laut yang tidak terlalu signifikan selama periode tersebut. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan pengaruh angin muson barat yang membawa massa udara hangat dan lembap.

Strong front (Gambar 3 – garis berwarna biru) menjadi lebih menonjol selama musim tenggara, terutama pada puncak musim tenggara (Juli-September). Intensifikasi *thermal front* ini dapat dikaitkan dengan penguatan angin muson timur yang mendorong proses *upwelling* di pantai Jawa dan Bali bagian selatan. Massa air yang lebih dingin naik ke permukaan melalui proses *upwelling*, menciptakan gradien suhu yang lebih tajam dan menghasilkan *thermal front* yang lebih kuat. Jatiandana dan Nurdjaman (2020) menyatakan bahwa selama Musim Timur, posisi matahari terdapat pada belahan bumi utara, menyebabkan gradien suhu permukaan laut yang tajam. Hal ini mengakibatkan perairan Indonesia bagian selatan menjadi lebih dingin dibandingkan musim lainnya. Hal berbeda pada WPP 715, Bulan Desember menjadi puncak kejadian *thermal front*, yang bertepatan dengan musim barat (Suhadha & Asriningrum, 2020).



Gambar 3. Sebaran *Thermal Front* di Selat Bali Tahun 2023

Hubungan *Thermal Front* dan Hasil Tangkapan Lemuru

Thermal front adalah salah satu indikator yang digunakan untuk menentukan daerah potensial penangkapan ikan. Kombinasi antara suhu dengan peningkatan unsur hara dapat meningkatkan produktivitas plankton. Keadaan oseanografi yang sesuai merupakan faktor utama bagi keberadaan ikan di suatu wilayah perairan.

Nilai korelasi antara *thermal front* dan data hasil tangkapan lemuru yang didaratkan di PPN Pengambengan sebesar -0,047442 (Tabel 2) menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat lemah antara kedua variabel tersebut. Korelasi negatif mengindikasikan bahwa ketika intensitas *thermal front* meningkat, hasil tangkapan lemuru cenderung menurun, atau sebaliknya. Namun, dengan nilai korelasi yang sangat mendekati nol, hubungan ini dapat dianggap tidak signifikan. Secara keseluruhan, hasil tangkapan di area yang mengalami *thermal front* tidak selalu banyak jika dibandingkan dengan pembentukan *thermal front* itu sendiri. Menurut Pratama et al. (2025), belum ada pengaruh signifikan yang ditemukan antara hasil tangkapan ikan dan *thermal front*.

Tabel 2. Nilai Korelasi *Thermal Front* dengan Data Produksi Lemuru di Selat Bali

	Thermal Front	Produksi Lemuru
Thermal Front	1.000000	-0,047442
Produksi Lemuru	-0,047442	1.000000

Pada penelitian lain Syamsuddin et al. (2023), distribusi hasil tangkapan tidak selalu bertepatan dengan kejadian *thermal front* setiap bulannya. Khoir dan Safruddin (2023), dari 61 lokasi penangkapan, hanya 5 yang berada di daerah *thermal front* meskipun hasil tangkapan ikan di sana lebih banyak dibandingkan dengan rata-rata tangkapan di luar daerah tersebut. *Thermal front* bukan merupakan faktor utama yang memengaruhi hasil tangkapan lemuru. Faktor-faktor lain seperti ketersediaan makanan, atau kondisi oseanografi lainnya memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap populasi dan distribusi lemuru. Menurut Suhadha dan Ibrahim (2020), faktor lain adalah terdapat jeda waktu pada siklus makan ikan setelah pembentukan *thermal front*, dan nelayan tidak menggunakan informasi *thermal front* untuk menentukan lokasi penangkapan ikan. Penelitian selanjutnya memerlukan informasi area mesotropik (klorofil-a 0,2-0,5 mg/m³) untuk menentukan daerah penangkapan ikan yang baik (Suhadha & Asriningrum, 2020).

SIMPULAN

Thermal front di Selat Bali terjadi sepanjang tahun, dengan pola yang berbeda antara musim barat dan musim tenggara. *Weak front* mendominasi pada musim barat dan peralihan I, sementara *strong front* lebih menonjol selama musim tenggara. Korelasi antara *thermal front* dan hasil tangkapan lemuru sangat lemah, menunjukkan bahwa *thermal front* bukan faktor utama yang memengaruhi hasil tangkapan lemuru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak PPN Pengembangan yang telah memberikan informasi dan data yang sangat berharga untuk penelitian ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Penulis menyatakan bahwa kontribusi setiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini adalah Hendrik Anggi Setyawan sebagai korespondensi, Bogi Budi Jayanto dan Ayu Retno Wardhani sebagai anggota. Penulis telah melampirkan surat pernyataan deklarasi penulis.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis telah menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan pihak manapun terkait penerbitan artikel ini.

REFERENSI

- Ardianto, R., Setiawan, A., Hidayat, J. J., & Zaky, A. R. (2017). Development of an automated processing system for potential fishing zone forecast. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 54, 3rd International Symposium on LAPAN-IPB Satellite For Food Security and Environmental Monitoring 2016 25–26 October 2016, Bogor, Indonesia. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012081>
- Asbar, A., & Ihsan, I. (2022). Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Untuk Meningkatkan Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Kota Makassar. *Jurnal*

- Hidayat, R., Zainuddin, M., Safruddin, S., Mallawa, A., & Farhum, S. A. (2019). Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) catch about the Thermal and Chlorophyll-a Fronts during May - July in the Makassar Strait. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 253, *MarSave International Symposium 2018: "Strengthening Marine Resilience for Sustainable Development Goals" 7-8 August 2018, Makassar, South Sulawesi, Indonesia*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012045>
- Jatiandana, A. P., & Nurdjaman, S. (2020). Identification of Thermal Front in Indonesian Waters during 2007 - 2017. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 618, *2nd Maritime Science and Advanced Technology; Marine Science and Technology in Framework of The Sustainable Development Goals 7-8 August 2019, Makassar, South Sulawesi, Indonesia*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/618/1/012039>
- Khoir, M., & Safruddin, S. (2023). The Catch of Little Tuna (*Euthynnus* sp.) in Relation to Thermal Front in the Makassar Strait. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 6(2), 119-125. <https://doi.org/10.35911/torani.v6i2.27191>
- Nugraha, S. W., Ghofar, A., & Saputra, S. W. (2018). Monitoring perikanan lemuru di perairan Selat Bali. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), 130-140. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i1.22533>
- Nugroho, R. A., Syamsudin, M. L., Andriani, Y., & Apriliani, I. M. (2019). Efek Thermal Front Untuk Penentuan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Pelagis. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 3(2), 205-215. <https://doi.org/10.29244/core.3.2.205-215>
- Prasetya, A., Hasidu, L. O. A. F., Maharani, M., Kasim, M., & Mustasim, M. (2022). Pendugaan Thermal Front Sebagai Indikator Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Laut Banda. *Jurnal Airaha*, 11(02), 297-303. <https://doi.org/10.15578/ja.v11i02.372>
- Pratama, G. B., Pramesti, R. F., & Wijayanti, L. A. S. (2025). Identification of The Temporal Relationship Between Thermal Front Intensity and Skipjack Fisheries Production Landed at PPN Ternate. *Jurnal Perikanan Unram*, 15(2), 797-807. <https://doi.org/10.29303/jp.v15i2.1459>
- Pratama, I. G. M. Y., Putri, M. R., & Setiawan, A. (2023). Kajian Standing Stock Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali Menggunakan Metode Hidroakustik. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 9(2), 217. <https://doi.org/10.24843/jmas.2023.v09.i02.p07>
- Purwanto, A. D., & Ramadhani, D. P. (2020). Analisis Zona Potensi Penangkapan Ikan (Zppi) Berdasarkan Citra Satelit Suomi Npp-Viirs (Studi Kasus: Laut Arafura). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(3), 249-259. <https://doi.org/10.21107/jk.v13i3.8126>
- Putra, F. A., Hasan, Z., & Purba, N. P. (2016). Kondisi Arus dan Variabilitas Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat dan Kaitannya dengan Distribusi Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacores*) Di Perairan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2), 156-163.
- Rahadian, L. D., Khan, A. M. A., Dewanti, L. P., & Apriliani, I. M. (2019). Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat dan Musim Timur terhadap Produksi Hasil Tangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 28-34.
- Setiawan, F., Prasita, V. D., & Widagdo, S. (2019). Pergerakan arus permukaan laut selat bali berdasarkan parameter angin dan cuaca. *Jurnal Riset Kelautan Tropis*

- (*Journal Of Tropical Marine Research*)(J-Tropimar), 1(2), 63-76.
<https://doi.org/10.30649/jrkt.v1i2.25>
- Simbolon, D., Wiryawan, B., Wahyuningrum, P. I., & Wahyudi, H. (2011). Tingkat pemanfaatan dan pola musim penangkapan ikan lemuru di Perairan Selat Bali. *Buletin PSP*, 19(3), 293-307.
- Suhadha, A. G., & Asriningrum, W. (2020). Potential Fishing Zones Estimation Based On Approach Of Area Matching Between Thermal Front And Mesotrophic Area. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 565-581.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.28305>
- Suhadha, A. G., & Ibrahim, A. (2020). Association Study Between Thermal Front Phenomena and Bali Sardinella Fishing Areas in Bali Strait. *Indonesian Journal of Geography*, 52(2), 154-162. <https://doi.org/10.22146/ijg.51668>
- Susanto, R. D., & Ray, R. D. (2022). Seasonal and interannual variability of tidal mixing signatures in Indonesian seas from high-resolution sea surface temperature. *Remote Sensing*, 14(8), 1934. <https://doi.org/10.3390/rs14081934>
- Syamsuddin, M. L., Faiz, H. U., Ismail, M. R., & Zallesa, S. (2023). Spatial distributions of the thermal front and of catches of mackerel (*Scomberomorus commerson*) in the Java Sea, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 16(1), 199-208.
- Syamsudin, F., Fadhilah, R., & Syamsuddin, M. L. (2025). Chlorophyll-a Variability in Relation to Lemuru Fish (*Sardinella lemuru*) Catching Season in The Bali Strait. *Jurnal Perikanan Unram*, 15(2), 709-719.
<https://doi.org/10.29303/jp.v15i2.1428>
- Tarigan, D. J., Sasongko, A. S., Cahyadi, F. D., Yonanto, L., & Rahayu, B. D. (2020). Daerah penangkapan ikan kembung (*Rastrelliger* sp) di Selat Sunda pada musim peralihan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 63-79.
<https://doi.org/10.24319/jtpk.11.63-79>
- Trinugroho, T., Satriadi, A., & Muslim, M. (2019). Sebaran Thermal Front Musiman di Wilayah Perairan Selat Madura Menggunakan Single Image Edge Detection. *Journal of Marine Research*, 8(4), 416-423.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v8i4.24815>
- Vikri, A., Siregar, S. H., & Mubarak. (2020). Potential Area Estimation Of Fishing Ground Based On Thermal Front And Upwelling In West Sumatera Waters In East Season. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, Desember 2020, 3(3), 217-224.
- Yuniarti, A., Maslukah, L., & Helmi, M. (2013). Studi variabilitas suhu permukaan laut berdasarkan citra satelit aqua MODIS tahun 2007-2011 di Perairan Selat Bali. *Journal of Oceanography*, 2(4), 416-421.
- Zainuddin, M., Mallawa, A., Safruddin, S., Farhum, S. A., Hidayat, R., Putri, A. R. S., & Ridwan, M. (2020). Spatio-Temporal Thermal Fronts Distribution During January-December 2018 in The Makassar Strait: An Important Implication for Pelagic Fisheries. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 6(1), 11-15.
<https://doi.org/10.20956/jiks.v6i1.9899>
- Zandika, R., Ismunarti, D. H., Kunarso, K., Hatmaja, R. B., & Ayubi, M. A. A. (2024). Variabilitas Thermal Front dan Keterkaitan dengan Klorofil-a di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia 711. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(2), 250-260. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i2.60304>