

VISUALISASI PARAMETER CTD MENGGUNAKAN ODV SECARA HORIZONTAL DAN VERTIKAL DI LAUT BALI PADA BULAN SEPTEMBER TAHUN 2016

VISUALIZATION OF CTD PARAMETER USING ODV HORIZONTALLY AND VERTICALLY IN BALI SEA ON SEPTEMBER 2016

¹Aisyah Hasna Mufidah*, ²Nadia Zahrina Wulansari, ²Dhimas Prabu Pratama

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: aisyahhm@student.ub.ac.id

Abstrak

Laut Bali terletak di antara Pulau Bali dan Pulau Lombok, serta berbatasan dengan Laut Flores di bagian timur dan Selat Bali di bagian barat. Laut Bali memiliki kedalaman yang bervariasi, mulai dari 100 meter di bagian barat hingga lebih dari 1000 meter di bagian timur. Penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasikan sebaran parameter oseanografi meliputi suhu, salinitas, densitas, konduktivitas, dan kecepatan suara baik secara horizontal maupun vertikal menggunakan data *Conductivity, Temperature, Depth (CTD)* hasil survei Pushidrosal pada bulan September 2016. Data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View (ODV)* untuk menghasilkan peta sebaran dan profil kedalaman perairan. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa suhu permukaan mencapai sekitar 30°C dan menurun secara bertahap hingga 5°C pada kedalaman 1000 meter. Nilai salinitas berkisar antara 20–35 psu secara horizontal dan 34,2–34,8 psu secara vertikal dengan kecenderungan meningkat terhadap kedalaman. Anomali densitas air laut meningkat dari 12,5 kg/m³ di permukaan hingga 32,5 kg/m³ di laut dalam, sedangkan konduktivitas menurun dari 54 µS/cm menjadi 28 µS/cm. Kecepatan suara juga mengalami penurunan dari 1545 m/s di permukaan menjadi 1485 m/s pada kedalaman 1000 meter. Pola distribusi parameter tersebut menunjukkan adanya stratifikasi yang jelas pada kolom perairan Laut Bali, yang mencerminkan variasi vertikal massa air akibat perbedaan suhu dan salinitas.

Kata Kunci: Parameter Oseanografi, Laut Bali, CTD, *Ocean Data View*, Horizontal, Vertikal.

Abstract

The Bali Sea is located between Bali Island and Lombok Island, bordered by the Flores Sea to the east and the Bali Strait to the west. Geographically, this semi-enclosed water body exhibits complex oceanographic dynamics influenced by the Indonesian Throughflow, tidal forces, and seasonal monsoonal winds. The Bali Sea possesses a varied seafloor morphology, with depths ranging from approximately 100 meters in the western part to more than 1000 meters in the eastern region. This study aims to visualize the spatial and vertical distribution of oceanographic parameters, including temperature, salinity, density, conductivity, and sound velocity, using Conductivity, Temperature, Depth (CTD) data obtained from a Pushidrosal survey conducted in September 2016. The data were processed using Ocean Data View (ODV) software to generate horizontal distribution maps and vertical profiles of the water column. The visualization results indicate that surface temperature reaches approximately 30°C and gradually decreases to about 5°C at a depth of 1000 meters. Salinity values range between 20–35 psu horizontally and 34.2–34.8 psu vertically, showing an increasing trend with depth. Seawater density rises from 12.5 kg/m³ at the surface to 32.5 kg/m³ in deeper waters, while conductivity decreases from 54 µS/cm to 28 µS/cm. Sound velocity also declines from 1545 m/s at the surface to 1485 m/s at 1000 meters depth. These distribution patterns clearly demonstrate the presence of thermohaline stratification in the Bali Sea water column, reflecting the vertical variability of water mass characteristics influenced by temperature and salinity gradients.

Keyword: Oceanographic Parameter, Bali Sea, CTD, *Ocean Data View*, Horizontal, Vertical.

1. PENDAHULUAN

Dinamika dan kondisi perairan laut sangat ditentukan oleh sejumlah faktor, salah satunya parameter oseanografi fisik. Parameter tersebut berperan signifikan dalam memengaruhi kualitas dan karakteristik perairan (Salim *et al.*, 2017). Parameter oseanografi fisik yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik hidrologi laut, termasuk suhu, salinitas, densitas, konduktivitas, kecepatan suara (Winoviaz *et al.*, 2024). Guna mendapatkan data yang tepat dan menyeluruh terkait parameter-parameter tersebut, penggunaan instrumen *Conductivity, Temperature, Depth* (CTD) telah menjadi metode standar dalam pengukuran oseanografi (Khoirunnisaa & Wulansari, 2024). Salah satu kawasan yang memiliki potensi untuk dikaji secara mendalam adalah Laut Bali.

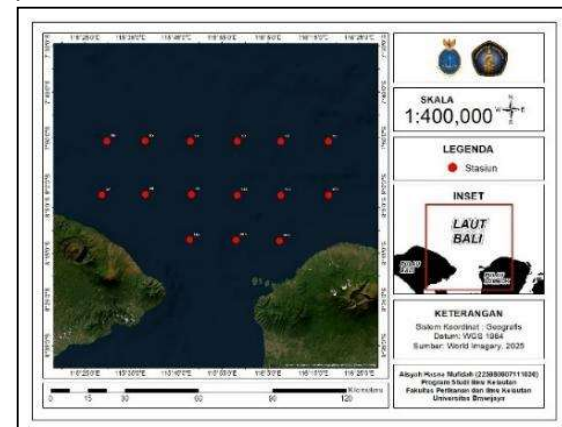
Laut Bali merupakan bagian dari wilayah perairan kepulauan Indonesia yang terletak di utara Pulau Bali. Secara geografis, laut ini berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Laut Flores di timur, serta Pulau Bali dan Selat Lombok di selatan. Morfologi dasar Laut Bali berbentuk cekungan dengan kedalaman bervariasi, mulai dari sekitar 100 m di bagian barat hingga melebihi 1000 m di bagian timur (Santosa *et al.*, 2022). Pemahaman parameter fisik secara utuh diperlukan visualisasi spasial secara horizontal dan vertikal menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) V.5.8. ODV merupakan *software* yang efektif untuk memvisualisasikan dan menganalisis data CTD, seperti pola sebaran parameter dalam bentuk grafik, peta, dan profil vertikal (Horja *et al.*, 2016).

Visualisasi horizontal dan vertikal bertujuan untuk menggambarkan sebaran parameter fisik laut secara spasial. Pendekatan ini dapat mencari variasi suhu, salinitas, densitas, dan parameter lainnya yang penting untuk memahami dinamika oseanografi di wilayah tersebut. Visualisasi secara vertikal dilaksanakan agar dapat

diketahui perbedaan nilai CTD per interval kedalaman, pada penelitian ini yaitu pada permukaan laut, kedalaman 100 m, 250 m, 500 m, dan 1000 m. Kedalaman berikut digunakan karena mewakili lapisan-lapisan massa air yang berbeda karakteristik dinamikanya. Lapisan permukaan menggambarkan zona yang paling dipengaruhi oleh atmosfer seperti angin, matahari, dan curah hujan. Pada kedalaman sekitar 100 meter, data merepresentasikan batas *mixed layer* menuju *thermocline*, di mana mulai terjadi penurunan suhu yang signifikan. Kedalaman 250 meter menunjukkan bagian tengah *thermocline* yang menjadi zona transisi penting antara massa air hangat di permukaan dan massa air lebih dingin di kedalaman. Sementara itu, kedalaman 500 meter dan 1000 meter menggambarkan lapisan air dalam (*deep layer*) yang memiliki kondisi relatif stabil dan tidak dipengaruhi dinamika permukaan.

2. METODE

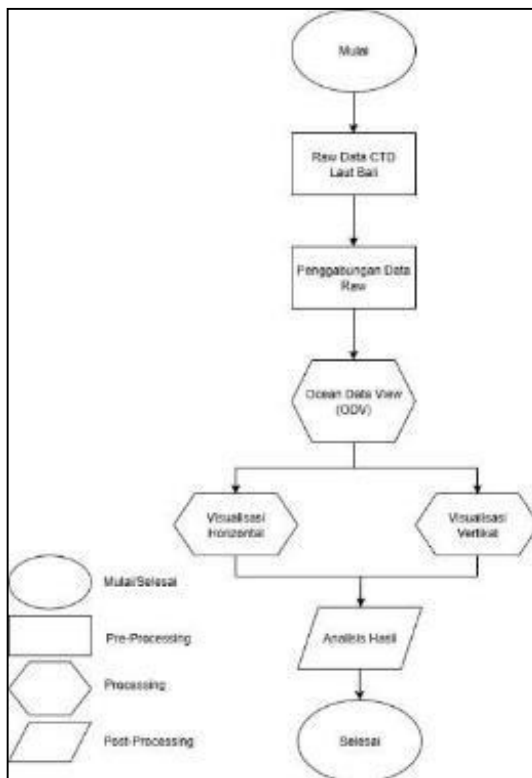
Penelitian ini menggunakan data sekunder dari survei Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL (Pushidrosal) yang dilakukan di Laut Bali pada bulan September tahun 2016. Data CTD dikumpulkan dari beberapa titik pengamatan yang tersebar di wilayah studi. Distribusi titik stasiun pengambilan data disajikan dalam peta lokasi pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi

Alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu laptop yang berfungsi sebagai alat untuk mengolah data, *software* ODV untuk memvisualisasikan dan data parameter CTD secara spasial, dan Microsoft Excel untuk penggabungan data mentah CTD dari Pushidrosal.

Bahan yang digunakan merupakan data sekunder dari survei instrumen CTD yang dilakukan oleh Pusat Pushidrosal pada bulan September tahun 2016. Berikut merupakan alur pengolahan yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pengolahan Data

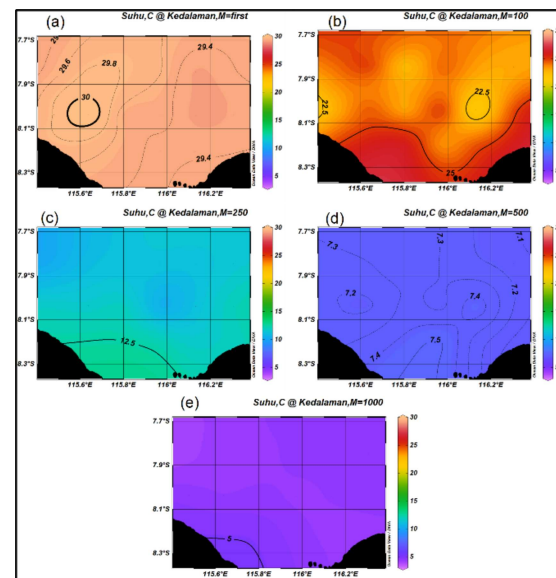
Tahapan penelitian ini terdiri dari tiga bagian utama. Pada tahap *pre-processing*, data mentah CTD dari perairan Laut Bali bulan September 2016 yang diperoleh dari hasil survei Pushidrosal dikumpulkan dan digabungkan. Data tersebut awalnya terpisah berdasarkan titik stasiun, sehingga perlu disatukan ke dalam satu file Excel dengan format *Text (Tab Delimited)* agar dapat digunakan sebagai input dalam ODV. Pada tahap *processing*, data CTD yang telah

digabungkan kemudian diolah. Visualisasi dilakukan secara horizontal untuk melihat sebaran parameter di permukaan atau kedalaman tertentu, dan secara vertikal dalam bentuk profil kedalaman terhadap parameter. Terakhir, pada tahap *post-processing* dilakukan interpretasi dan analisis terhadap hasil visualisasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Visualisasi Horizontal

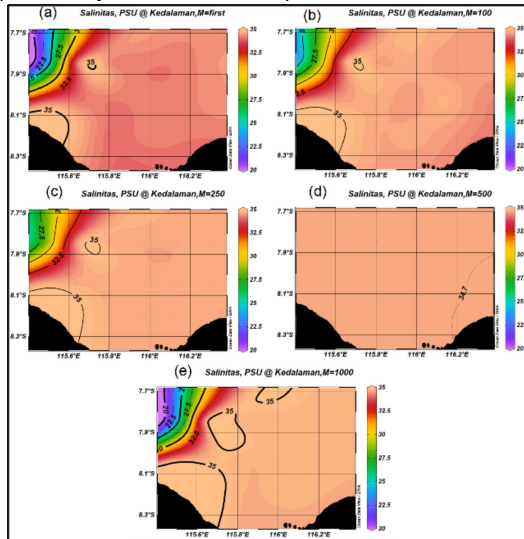
Visualisasi horizontal yang dihasilkan dari pengolahan data CTD dalam penelitian ini mencakup profil pada kedalaman 0, 100, 250, 500, 1000 meter.



Gambar 3. Sebaran suhu secara horizontal: (a) permukaan, (b) 100 m, (c) 250 m, (d) 500 m, (e) 1000 m

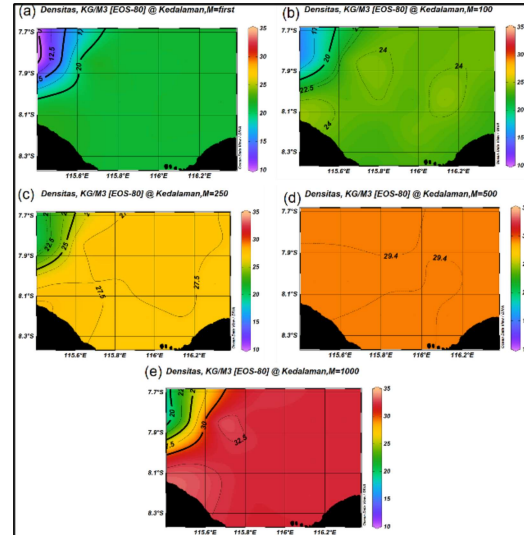
Visualisasi suhu horizontal dari data CTD di Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 5–30°C. Suhu tertinggi sebesar 30°C terletak di permukaan laut (warna krem) (Gambar 3a), sedangkan suhu terendah 5°C berada di kedalaman 1000 m (warna ungu) (Gambar 3e). Perubahan warna dari krem ke ungu menggambarkan penurunan suhu seiring bertambahnya kedalaman. Suhu di lapisan dalam lebih rendah akibat terbatasnya cahaya matahari dan pengaruh angin terhadap distribusi suhu antar wilayah. Visualisasi kondisi perairan

dapat diinterpretasikan melalui kerapatan garis kontur. Semakin banyak garis kontur yang terbentuk, mengindikasikan kondisi yang semakin heterogen / bervariasi. Semakin sedikit garis kontur, menunjukkan kondisi perairan yang semakin homogen (Edwarsyah *et al.*, 2021).



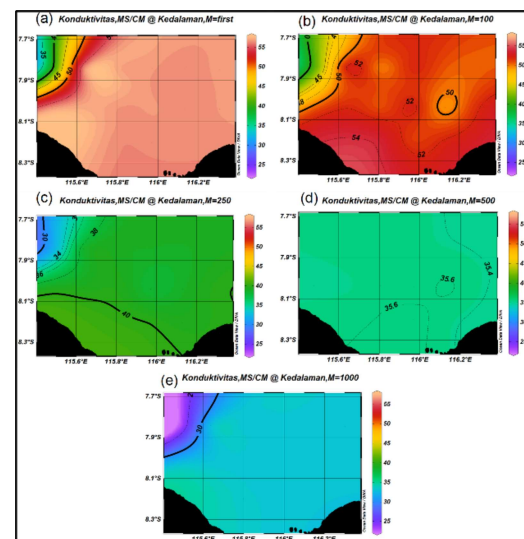
Gambar 4. Sebaran salinitas secara horizontal: (a) permukaan, (b) 100 m, (c) 250 m, (d) 500 m, (e) 1000 m

Visualisasi horizontal salinitas dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 20–35 psu. Nilai tertinggi sebesar 35 psu terdapat di permukaan, 100 m, 250 m, dan 1000 m (warna krem) (Gambar 4a, 4b, 4c, 4e), sedangkan nilai terendah 20 psu berada di permukaan dan kedalaman 1000 m (warna ungu) (Gambar 4e). Perubahan warna terhadap kedalaman cenderung meningkat seiring kedalaman. Hal ini menunjukkan lapisan dalam mengandung kadar garam lebih tinggi dibandingkan permukaan. Visualisasi ini digambarkan melalui kerapatan garis kontur; semakin rapat garis kontur yang terbentuk, semakin tinggi variabilitas dinamika di bagian barat yang menunjukkan besarnya pengaruh dari Selat Madura (Suhana, 2018).



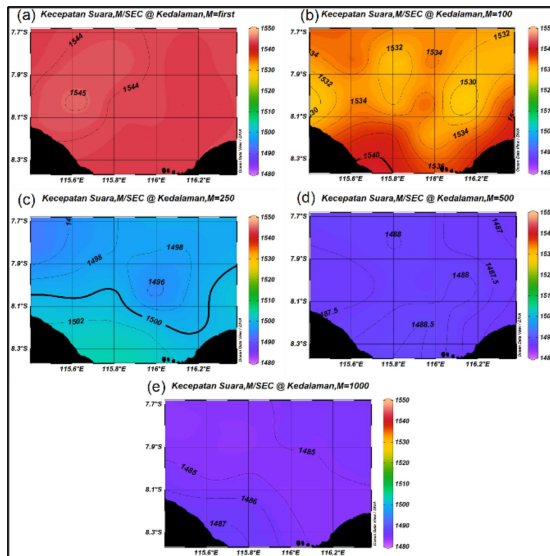
Gambar 5. Sebaran densitas secara horizontal: (a) permukaan, (b) 100 m, (c) 250 m, (d) 500 m, (e) 1000 m

Visualisasi densitas horizontal dari data CTD memiliki rentang 10–35 kg/m³. Nilai tertinggi sebesar 32,5 kg/m³ terdapat pada kedalaman 1000 m (warna merah) sedangkan nilai terendah 12,5 kg/m³ berada di permukaan laut (warna ungu). Perubahan warna dari ungu ke krem menunjukkan peningkatan densitas seiring bertambahnya kedalaman. Profil densitas memperlihatkan pembentukan lapisan dengan ketebalan mirip pola temperatur (Firdaus *et al.*, 2022).



Gambar 6. Sebaran konduktivitas secara horizontal: (a) permukaan, (b) 100 m, (c) 250 m, (d) 500 m, (e) 1000 m

Visualisasi konduktivitas horizontal dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 28–55 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai tertinggi 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ terdapat di permukaan dan kedalaman 100 m (warna merah muda). Sedangkan nilai terendah 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ berada pada kedalaman 1000 m (warna ungu) (Gambar 6e). Perubahan warna dari merah muda ke ungu menandakan penurunan konduktivitas seiring bertambahnya kedalaman. Peningkatan suhu air laut meningkatkan konduktivitas karena suhu tinggi memperbesar energi kinetik ion sehingga memperlancar hantaran listrik. Konduktivitas bergantung pada jumlah ion. Semakin banyak garam terlarut atau semakin besar salinitas, maka semakin banyak ion penghantar listrik dan semakin besar konduktivitasnya. (Prihatno *et al.*, 2021).



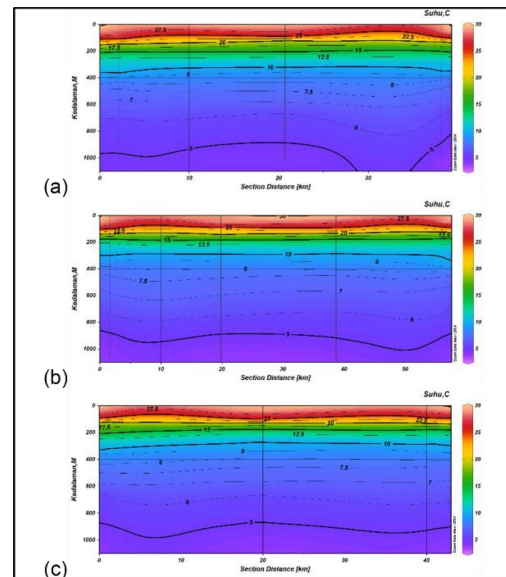
Gambar 7. Sebaran kecepatan suara secara horizontal: (a) permukaan, (b) 100 m, (c) 250 m, (d) 500 m, (e) 1000 m

Visualisasi kecepatan suara horizontal dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 1480–1550 m/s. Nilai tertinggi sebesar 1545 m/s berada di permukaan laut (warna merah) (Gambar 7a), sedangkan nilai terendah 1485 m/s terdapat pada kedalaman 1000 m (warna ungu) (Gambar 7e). Perubahan warna dari merah ke ungu menunjukkan penurunan kecepatan suara seiring bertambahnya kedalaman.

Penurunan suhu air laut turut menurunkan kecepatan rambat suara karena energi gelombang akustik lebih rendah pada temperatur dingin (Harianto & Yumm, 2020).

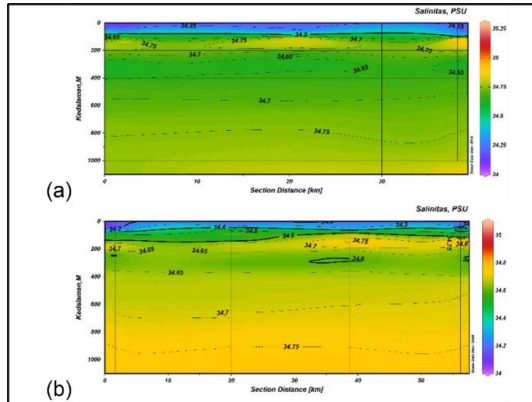
3.2 Visualisasi Vertikal

Visualisasi vertikal yang dihasilkan dari pengolahan data CTD dalam penelitian ini mencakup 3 *section* yaitu garis dekat daratan, jauh dari daratan, dan garis tegak lurus vertikal.

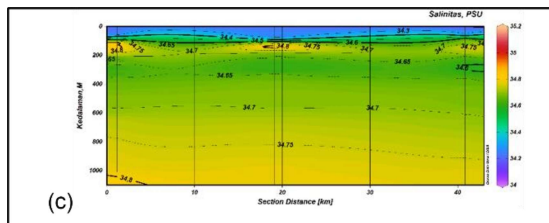


Gambar 23. Profil suhu secara vertikal: dekat darat (a), jauh darat (b), vertikal (c)

Visualisasi vertikal suhu dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 5–30°C. *Section* dekat darat memiliki suhu permukaan 27,5°C dan 5°C di laut dalam (Gambar 8a), *section* jauh darat 30°C di permukaan dan 5°C di kedalaman (Gambar 8b), sedangkan *section* vertikal 27,5°C di permukaan dan 5°C di laut dalam (Gambar 8c). Perubahan warna dari merah ke ungu menandakan penurunan suhu seiring bertambahnya kedalaman. Suhu di lapisan dalam lebih rendah karena minimnya cahaya matahari serta dipengaruhi oleh karakteristik Massa Air Pasifik yang mengisi cekungan Laut Bali. Penurunan suhu di dekat daratan didominasi oleh Pencampuran Vertikal (Mixing) akibat kedalaman dangkal dan gesekan dasar. (Edwarsyah *et al.*, 2021).

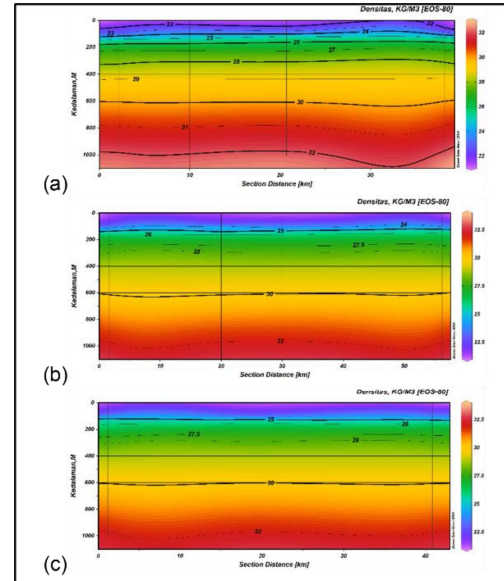


Gambar 24. Profil salinitas secara vertikal: dekat darat (a), jauh darat (b)



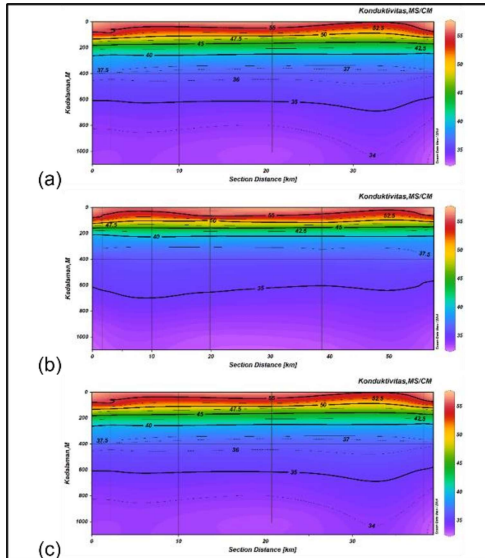
Gambar 25. Profil salinitas secara vertikal: vertikal (c)

Visualisasi vertikal salinitas dari data CTD Laut Bali pada September 2016 memiliki rentang 34–35,25 psu. *Section* dekat darat menunjukkan salinitas 34,25 psu di permukaan dan 34,75 psu di laut dalam (Gambar 9a), *section* jauh darat 34,2–34,75 psu (Gambar 10b), sedangkan *section* vertikal 34,3–34,8 psu (Gambar 10c). Perubahan warna dari biru ke kuning menandakan peningkatan salinitas seiring bertambahnya kedalaman. Pola ini menunjukkan bahwa lapisan laut dalam memiliki kandungan garam lebih tinggi dibandingkan perairan permukaan (Suhana, 2018).



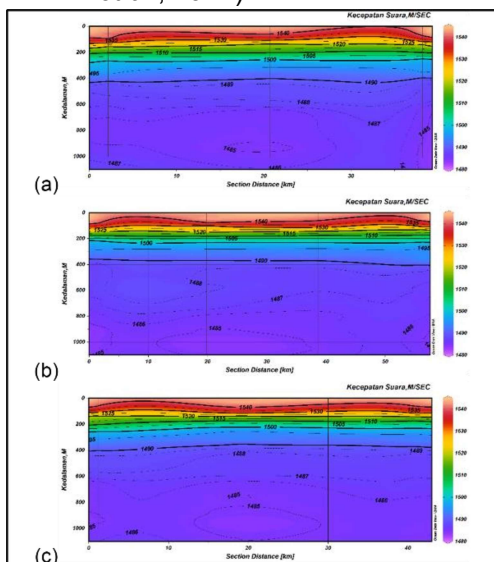
Gambar 26. Profil densitas secara vertikal: dekat darat (a), jauh darat (b), vertikal (c)

Visualisasi vertikal densitas dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 22,5–32,5 kg/m³. *Section* dekat darat memiliki densitas 22 kg/m³ di permukaan dan 32 kg/m³ di laut dalam (Gambar 11a), *section* jauh darat 24–32 kg/m³ (Gambar 11b), sedangkan *section* vertikal 25–32 kg/m³ (Gambar 11c). Perubahan warna dari ungu ke merah menandakan peningkatan densitas seiring kedalaman. Densitas membentuk stratifikasi kolom air dengan ketebalan lapisan yang sejalan dengan pola perubahan temperatur (Firdaus *et al.*, 2022).



Gambar 27. Profil konduktivitas secara vertikal: dekat darat (a) jauh darat (b), vertikal (c)

Visualisasi vertikal konduktivitas dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 35–55 $\mu\text{S/cm}$. Semua *section* memperlihatkan nilai 55 $\mu\text{S/cm}$ di permukaan dan 34 $\mu\text{S/cm}$ di laut dalam (Gambar 12). Perubahan warna dari merah ke ungu menandakan penurunan konduktivitas seiring bertambahnya kedalaman. Konduktivitas air laut meningkat bersama kenaikan suhu karena energi ion lebih tinggi pada temperatur yang lebih panas (Prihatno *et al.*, 2021).



Gambar 28. Profil kecepatan suara secara vertikal: dekat darat (a), jauh darat (b), vertikal (c)

Visualisasi vertikal kecepatan suara dari data CTD Laut Bali pada September 2016 menunjukkan rentang 1480–1540 m/s. Semua *section* memperlihatkan nilai 1540 m/s di permukaan dan 1485 m/s di laut dalam (Gambar 13). Perubahan warna dari merah ke ungu menunjukkan penurunan kecepatan suara seiring bertambahnya kedalaman. Penurunan suhu mengurangi kecepatan rambat suara karena energi partikel dalam air lebih rendah pada temperatur dingin (Hariato & Yumm, 2020).

4. KESIMPULAN

Hasil visualisasi data CTD secara horizontal di Laut Bali pada September 2016 menunjukkan bahwa suhu, konduktivitas, dan kecepatan suara menurun seiring kedalaman, masing-masing dari 30°C, 54 $\mu\text{S/cm}$, dan 1545 m/s di permukaan menjadi 5°C, 25 $\mu\text{S/cm}$, dan 1485 m/s di kedalaman 1000 m. Nilai anomali densitas (σ_t) meningkat dari 12,5 kg/m^3 menjadi 32,5 kg/m^3 , sementara salinitas berkisar antara 20–35 psu dengan kecenderungan naik di laut dalam. Visualisasi vertikal memperlihatkan pola konsisten pada seluruh *section*, di mana suhu, konduktivitas, dan kecepatan suara menurun terhadap kedalaman, sedangkan salinitas dan densitas menunjukkan peningkatan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di Pushidrosal. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dinas Oseanografi dan Meteorologi PUSHIDROSAL atas bimbingannya selama penelitian ini, serta pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

6. DAFTAR PUSTAKA

Edwarsyah, M., Raudhati, N., Hendri, A., & Zurba, N. (2021). Karakteristik Suhu, Salinitas dan Klorofil-A di Pulau

- Simeulue Provinsi Aceh untuk Mengestimasi Zonasi Ikan. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(3), 499–507.
- Firdaus, R., Purwanto, B., Harsono, G., & Setiyono, H. (2022). Karakteristik Massa Air Lapisan Tercampur dan Lapisan Termoklin di Selat Lombok Pada Bulan November 2015. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 4(1), 41–50.
- Hariato, P. A., & Yumm, R. H. (2020). Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Kemampuan Sonar Kri Dalam Mendeteksi Kontak Bawah Air. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(1), 1–10.
- Horja, M. C., Călinescu, I., Fudulu, A., Radu, M., Purcareanu, B., Colie, M., & Mihaiescu, D. E. (2016). In Situ Measurement of Basic Parameters of the Marine Waters Using CTD Systems. *University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin Series B–Chemistry and Materials Science*, 78(4), 75–82.
- Khoirunnisaa, A. A., & Wulansari, N. Z. (2024). Analisis Sebaran Parameter CTD di Selatan Pulau Bawean pada Bulan Maret 2019 Menggunakan Ocean Data View: Analysis of The Distribution of CTD Parameters in The Southern Part of Bawean Island in March 2019 using Ocean Data View. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 6(1), 45–54.
- Prihatno, H., Abida, R. F., & Sagala, S. L. (2021). Korelasi antara konduktivitas air laut dengan jumlah mineral terlarut pada perairan selat madura. *Jurnal Kelautan Nasional*, 16(3), 211–222.
- Salim, D., Yuliyanto, Y., & Baharuddin, B. (2017). Karakteristik parameter oseanografi fisika kimia perairan pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano*, 2(2), 218–228.
- Santosa, Y. N., Setiyadi, J., Aji, T., & Pranowo, W. S. (2022). Hidrodinamika Laut Bali: The Hydrodynamics of Bali Sea. *Jurnal Hidropilar*, 8(1), 53–80.
- Suhana, M. P. (2018). Karakteristik sebaran menegak dan melintang suhu dan salinitas perairan Selatan Jawa. *Dinamika Maritim*, 6(2), 9–11.
- Winoviaz, R. F., Zahrina, N., Yanfeto, B., & Agassi, R. N. (2024). Visualisasi Parameter Oseanografi Secara Vertikal dan Horizontal di Laut Jawa pada Bulan Februari–Maret 2019. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 6(1), 1–6.