

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perairan laut Indonesia merupakan perairan semi tertutup yang terletak di antara dua samudera, yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang masing-masing memiliki massa air yang berbeda (Harsono *et al.*, 2023). Perairan laut Indonesia dipengaruhi oleh massa air Samudera Pasifik yang mengalir sepanjang tahun dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia, yang disebut dengan Arlindo (Arus Lintas Indonesia). Arlindo memiliki dua jalur yang masuk ke perairan Indonesia. Jalur utama Arlindo adalah jalur barat, dimulai dari Selat Mindanao, Laut Sulawesi melewati Sangihe-Talaud dan juga Selat Makassar, Laut Flores, dan Laut Banda; dan sebagian lagi menuju Samudera Hindia melalui Selat Lombok (Radjawane *et al.*, 2014). Adapun jalur timur melalui Laut Maluku dan Laut Halmahera dan menuju ke Laut Banda (Naulita, 2016). Oleh karena itu, kompleksitas sirkulasi massa air dan pencampurannya di perairan laut Indonesia menjadi wilayah kajian yang menarik (Purwandana *et al.*, 2021; Purwandana *et al.*, 2014).

Arlindo membawa dua jenis massa air yaitu massa air Pasifik Utara dan massa air Pasifik Selatan. Massa air Pasifik Utara masuk ke laut Indonesia melalui jalur barat, sedangkan massa air Pasifik Selatan masuk melalui jalur timur (Feng *et al.*, 2018). Massa air dari Pasifik Utara mendominasi sekitar 90%, melewati Selat Makassar (Atmadipoera *et al.*, 2009).

Karakteristik massa air yang melewati jalur barat Arlindo di Pasifik Utara, terutama melalui Sangihe-Talaud, diduga mengalami perubahan yang disebabkan oleh proses pencampuran vertikal. Peristiwa pencampuran vertikal tersebut diyakini dapat menyebabkan penurunan salinitas maksimum di lapisan termoklin dan peningkatan salinitas minimum di lapisan kedalaman menengah bagi massa air Pasifik Utara. Saat memasuki wilayah perairan Indonesia, sekitar 40% dari massa air mengalami transformasi signifikan, terutama di sekitar Sangihe (Koch-Larrouy *et al.*, 2008). Faktor-faktor yang memicu pencampuran vertikal pada massa air

Arlindo terutama adalah energi pasang surut, topografi kasar seperti *sill* dan selat, serta gelombang internal yang kuat (Fan *et al.*, 2018; Suteja *et al.*, 2015).

Sangihe-Talaud dikenal sebagai lokasi pembangkit gelombang internal yang kuat karena keberadaan *sill* di wilayah tersebut (Hermansyah *et al.*, 2018). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa massa air termoklin NPSW dengan ciri salinitas maksimum dan massa air menengah NPIW dengan ciri salinitas minimum tipikal Pasifik Utara mendominasi Perairan Sangihe-Talaud. Perubahan nilai salinitas maksimum dan minimum menunjukkan adanya transformasi massa air di sepanjang lintasan, dengan nilai disipasi (ϵ) mencapai $O(10^{-5}) \text{ m}^2\text{s}^{-3}$ dan nilai difusivitas vertikal (K_ρ) mencapai $O(10^{-2}) \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ (Sani *et al.*, 2021).

Arus pasang surut baroklinik yang melintasi topografi kasar akan mengubah sebagian energi tersebut menjadi energi pasang surut baroklinik (Sani *et al.*, 2021). Energi baroklinik yang dihasilkan dapat terdispersi secara lokal atau merambat ke laut terbuka, terpecah ke skala yang lebih kecil di dalam spektrum gelombang internal, dan memicu turbulensi di kolom perairan laut dalam dan di sekitar pesisir ketika pecah. Hal ini menyebabkan perlu adanya kajian penelitian mengenai pencampuran massa air secara vertikal dengan mengestimasi nilai laju disipasi energi kinetik dan nilai difusivitas *eddy* vertikal yang akan disajikan secara spasial dengan analisis menggunakan metode Thorpe teroptimasi.

Penelitian ini menggunakan data oseanografi yaitu data pengamatan langsung (CTD) dan data model (HYCOM). Kedua data tersebut akan dianalisis dan menghasilkan data dengan dua skala numerik, yaitu skala linear dan skala logaritmik. Data hasil analisis yang termasuk ke dalam skala linear adalah data temperatur, salinitas, dan densitas. Skala logaritmik sendiri terdiri dari data nilai laju disipasi energi kinetik (ϵ) dan nilai difusivitas *eddy* vertikal (K_ρ). Data hasil analisis juga akan divisualisasikan untuk dapat melihat karakteristik massa air beserta transformasinya serta mengestimasi nilai pencampuran dengan variabilitas spasial yang akan menghasilkan data visual secara vertikal untuk melihat pencampuran pada setiap kedalaman dan secara horizontal untuk melihat pencampuran di setiap stasiun.

Kajian pencampuran massa air memiliki dampak yang bervariasi. Salah satunya dari pergerakan vertikal massa air dapat mengakibatkan transfer nutrien dari lapisan dalam ke lapisan permukaan, memainkan peran krusial dalam menyediakan pasokan nutrien yang diperlukan untuk terjadinya proses fotosintesis (Thorpe, 2007). Nilai pencampuran vertikal yang lebih tinggi menunjukkan jumlah nutrien yang akan dibawa dari lapisan dalam, di mana nilai nutrien biasanya lebih tinggi pada lapisan dalam daripada pada lapisan atas (Purwandana, 2013).

B. Rumusan Masalah

1. Apa jenis/karakteristik massa air yang masuk ke Perairan Sangihe-Talaud?
2. Bagaimana mengidentifikasi dan memvisualisasikan transformasi massa air di Perairan Sangihe-Talaud pada bulan November 2017?
3. Bagaimana menganalisis dan memvisualisasikan nilai pencampuran vertikal massa air berdasarkan nilai disipasi energi kinetik turbulen dan difusivitas *eddy* vertikal di Perairan Sangihe-Talaud pada bulan November 2017?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berfokus pada rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, sehingga tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi dan memvisualisasikan karakteristik massa air di Perairan Sangihe-Talaud.
2. Mengidentifikasi dan memvisualisasikan transformasi massa air di Perairan Sangihe-Talaud pada bulan November 2017.
3. Menganalisis dan memvisualisasikan nilai pencampuran vertikal massa air di Perairan Sangihe-Talaud pada bulan November 2017.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi penulis

Hasil penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman penulis tentang cara pengembangan dan menerapkan teknik visualisasi data untuk data-data oseanografi, serta memperkaya keterampilan dalam menyajikan hasil penelitian dengan cara yang menarik dan informatif. Penggunaan *art work*

dalam visualisasi juga dapat mempermudah penulis dalam berkomunikasi dan berbagi temuan dengan audiens yang lebih luas.

2. Manfaat bagi pemerintah

Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat penting bagi pemerintah dalam konteks pemantauan dan pengelolaan ekosistem perairan. Data mengenai percampuran vertikal dapat memberikan wawasan tentang pergerakan nutrien dan produktivitas primer di Perairan Sangihe-Talaud. Pemerintah dapat membuat keputusan yang lebih informasional terkait manfaat kajian percampuran massa air untuk meminimalisir dampak negatif aktivitas percampuran massa air bagi operasional bawah air, terkhusus aktivitas operasi kapal selam. Manfaat kajian percampuran massa air juga dapat memberikan informasi terkait pengidentifikasian zona kesuburan perairan dari kelimpahan klorofil-a. Pemahaman terkait kajian percampuran massa air juga diperlukan untuk manajemen pembuangan limbah guna meminimalisir dispersinya di laut lepas. Perizinan terkait lokasi pembuangan limbah juga harus mempertimbangkan letak zona aktif pembangkitan gelombang pasang surut internal dan zona pecahnya gelombang internal.

3. Manfaat bagi instansi/komunitas ilmiah

Instansi/komunitas ilmiah dapat memperoleh manfaat dari penelitian ini untuk penyajian data yang lebih mudah diakses dan dipahami. Visualisasi data yang efektif memungkinkan peneliti untuk lebih cepat mengidentifikasi pola dan tren dalam data kompleks, yang dapat mempercepat proses analisis dan interpretasi.