



# KARAKTERISTIK MASSA AIR DAN ESTIMASI PERCAMPURAN TURBULEN DI PERAIRAN BANGGAI DAN LAUT MALUKU

**RAISHA AUDYA SAPUTRA**



**ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Massa Air dan Estimasi Percampuran Turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Raisha Audya Saputra  
C5401211016



## ABSTRAK

RAISHA AUDYA SAPUTRA. Karakteristik Massa Air dan Estimasi Percampuran Turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku. Dibimbing oleh AGUS SALEH ATMADIPOERA dan ADI PURWANDANA.

Massa air mengalami perubahan karena adanya proses pencampuran di laut. Data suhu, salinitas, densitas dari alat CTD hasil ekspedisi BUDEE pada September 2022 digunakan untuk mengidentifikasi jenis massa air dan mengkuantifikasi nilai turbulensi massa air. Nilai turbulensi diperoleh menggunakan Metode Thorpe Teroptimasi. Hasil penelitian menunjukkan teridentifikasi 5 jenis massa air yang berasal dari Pasifik Utara, meliputi NPSW dan NPIW. Massa air Pasifik Selatan, meliputi SPSW dan SPSLTW. Massa air Antartik, yaitu AAIW. Nilai difusivitas *eddy* vertikal ( $K_\rho$ ) tertinggi terdapat pada Perairan Banggai dengan nilai  $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , sedangkan Laut Maluku dan Laut Seram memiliki nilai difusivitas *eddy* vertikal ( $K_\rho$ ) hanya mencapai ordo  $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ . Nilai turbulensi pada Perairan Banggai lebih tinggi dikarenakan dekat dengan Selat Bote dan memiliki topografi lebih dangkal, sedangkan di Laut Maluku dan Laut Seram cenderung rendah karena perairan lebih dalam dan minimnya interaksi yang memicu terjadinya pencampuran massa air. Topografi memiliki peran penting terhadap peningkatan nilai pencampuran karena dapat mengganggu stabilitas kolom air.

Kata kunci: Banggai, BUDEE, massa air Maluku, metode Thorpe, pencampuran

## ABSTRACT

RAISHA AUDYA SAPUTRA. Water Mass Characteristics and Estimation of Turbulent Mixing in Banggai Sea and Maluku Sea. Supervised by AGUS SALEH ATMADIPOERA dan ADI PURWANDANA.

Water mass can change mixing processes in the ocean. Temperature, salinity, and density data from CTD instrument from the BUDEE expedition in September 2022 were used to identify types of water masses and quantify water mass turbulence values. Turbulence values were obtained using the Optimized Thorpe Method. The results showed the identification of five types of water masses originating from the North Pacific, including the NPSW and NPIW. South Pacific water masses, including the SPSW and SPSLTW. Antarctic water masses, namely AAIW. The highest vertical eddy diffusivity ( $K_\rho$ ) value was found in the Banggai Waters with a value of  $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ . The Molucca Sea and Seram Sea regions have vertical eddy diffusivity ( $K_\rho$ ) values only reaching the order of  $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ . The turbulence value in the Banggai Waters was higher because close to the Bote Strait and have a shallower topography. Turbulence levels in the Molucca Sea and the Seram Sea smaller due to deeper waters and minimal interaction that triggers mixing of water masses. Topography have a significant role in increasing mixing because it can disrupt the stability of the water column.

Keywords: Banggai, BUDEE, Maluku water masses, mixing, Thorpe method



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

# KARAKTERISTIK MASSA AIR DAN ESTIMASI PERCAMPURAN TURBULEN DI PERAIRAN BANGGAI DAN LAUT MALUKU

**RAISHA AUDYA SAPUTRA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan

**ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Yuli Naulita, M.Si
2. Mochamad Tri Hartanto S.Pi., M.Si.



Judul Skripsi : Karakteristik Massa Air dan Estimasi Percampuran Turbulen di  
Perairan Banggai dan Laut Maluku.

Nama : Raisha Audya Saputra

NIM : C5401211016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Agus Saleh Atmadipoera D.E.S.S



Pembimbing 2:

Prof. (Ris). Adi Purwandana, S.Si.,M.Si.,Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Departemen :

Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si.

NIP 197207262005011002



Tanggal Ujian:  
(25 Juni 2025)

Tanggal Lulus:



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code



## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada *Allah subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia dan Rahmat-Nya serta atas doa restu orang tua sehingga penulisan skripsi ini berhasil diselesaikan dengan judul “Karakteristik Massa Air dan Estimasi Pencampuran Turbulen di Perairan Banggai, Laut Maluku”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Agus Saleh Atmadipoera D.E.S.S selaku dosen pembimbing I dan Prof. (Ris). Adi Purwandana, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan banyak saran serta arahan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. James Parlindungan Panjaitan, M.Phil. selaku dosen pembimbing akademik yang memberikan arahan selama masa akademik perkuliahan.
3. Tim Ekspedisi *Banggai Upwelling Dynamics and Ecosystem Experiment* (BUDEE) yang berpartisipasi dalam pengambilan data penelitian.
4. Ayah (Denih Saputra), ibu (Noviasari Ibrahim) dan kakak (Annisa Nadya Saputra) serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayangnya sehingga penulis berhasil berada pada tahap ini.
5. Alemina, Ainnun, Aulia, dan Thalia yang telah kebersamai saya selama masa perkuliahan. Terima kasih atas tawa, dukungan, dan kehadiran kalian di masa senang maupun sulit.
6. Fardan Ardiansyah yang telah menemani dan kebersamai dalam proses ini. Dukungan dan kehadirannya menjadi penguat dalam setiap langkah perjalanan ini.
7. Teman – teman Laboratorium Oseanografi Fisik, khususnya Arinal, yang telah kebersamai, mendukung, dan menjadi bagian penting dalam proses belajar dan penyusunan skripsi ini.
8. Terima kasih saya sampaikan kepada teman-teman “ITK Angkatan 58” atas kebersamaan, dukungan, dan semangat selama masa studi.

Bogor, Juli 2025

*Raisha Audya Saputra*



## DAFTAR ISI

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| DAFTAR TABEL                | xii  |
| DAFTAR GAMBAR               | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN             | xiii |
| I PENDAHULUAN               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang          | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah         | 3    |
| 1.3 Tujuan                  | 3    |
| 1.4 Manfaat                 | 3    |
| II METODE                   | 4    |
| 2.1 Waktu dan Tempat        | 4    |
| 2.2 Alat dan Bahan          | 4    |
| 2.3 Prosedur Kerja          | 6    |
| 2.4 Analisis Data           | 7    |
| III HASIL DAN PEMBAHASAN    | 12   |
| 3.1 Stratifikasi massa air  | 12   |
| 3.2 Karakteristik Massa Air | 15   |
| 3.3 Stabilitas Massa Air    | 18   |
| 3.4 Percampuran Massa Air   | 20   |
| IV SIMPULAN DAN SARAN       | 32   |
| 4.1 Simpulan                | 32   |
| 4.2 Saran                   | 32   |
| DAFTAR PUSTAKA              | 33   |
| LAMPIRAN                    | 36   |
| RIWAYAT HIDUP               | 39   |



## DAFTAR TABEL

|   |                                                                                                                                                       |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Alat yang digunakan pada penelitian karakteristik massa air dan estimasi percampuran turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku                     | 5  |
| 2 | Rincian data CTD yang digunakan pada penelitian karakteristik massa air dan estimasi percampuran turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku         | 5  |
| 3 | Jenis massa air dalam penelitian Karakteristik Massa air dan Estimasi Percampuran Turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku                        | 17 |
| 4 | Nilai laju disipasi energi kinetik turbulen di Perairan Banggai ( <i>Cluster</i> 1) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) di Perairan Banggai | 23 |
| 5 | Nilai laju disipasi energi kinetik turbulen di Laut Maluku ( <i>Cluster</i> 2) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) Laut Maluku              | 23 |
| 6 | Nilai laju disipasi energi kinetik turbulen di Laut Seram ( <i>Cluster</i> 3) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) di Laut Seram             | 23 |
| 7 | Nilai difusivitas <i>eddy</i> vertikal di Perairan Banggai ( <i>Cluster</i> 1) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) di Perairan Banggai      | 27 |
| 8 | Nilai difusivitas <i>eddy</i> vertikal di Laut Maluku ( <i>Cluster</i> 2) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) di Laut Maluku                | 27 |
| 9 | Nilai difusivitas <i>eddy</i> vertikal di Laut Seram ( <i>Cluster</i> 3) pada lapisan isopiknal ( $\text{kg m}^{-3}$ ) di Laut Seram                  | 27 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                        |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Peta lokasi penelitian di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                                                             | 4  |
| 2  | Diagram alir pemrosesan data karakteristik massa air dan estimasi percampuran turbulen di Perairan Banggai dan Laut Maluku.            | 7  |
| 3  | Profil menegak (a) suhu, (b) salinitas, (c) densitas, (d) Lokasi stasiun di Perairan Banggai dan Laut Maluku                           | 12 |
| 4  | Ketebalan lapisan tercampur dan termoklin berdasarkan gradien suhu dan densitas di Perairan Banggai dan Laut Maluku                    | 14 |
| 5  | (a) Diagram T-S, (b) diagram T-DO, (c) diagram S-DO, (d) Lokasi penelitian di Perairan Banggai dan Laut Maluku                         | 15 |
| 6  | Sirkulasi arus pada lapisan densitas $24,5 \text{ kg m}^{-3}$ pada rentang $117,5 - 135^\circ\text{E}$ (Suryadarma <i>et al.</i> 2025) | 16 |
| 7  | Hasil visualisasi ketidakstabilan kolom air pada setiap stasiun di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                    | 19 |
| 8  | Profil perpindahan Thorpe setelah di seleksi ( $dTx$ ) di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                             | 21 |
| 9  | Profil vertikal Skala Thorpe ( $L_T$ ) pada penelitian di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                             | 22 |
| 10 | Grafik vertikal lapisan densitas dengan nilai $\epsilon$ pada setiap stasiun di Perairan Banggai dan Laut Maluku                       | 25 |



|    |                                                                                                                                                                |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11 | Sebaran spasial Laju disipasi energi kinetik turbulen: (a) kedalaman <50 m, (b) kedalaman 50 – 300 m, dan kedalaman >300 m di Perairan Banggai dan Laut Maluku | 26 |
| 12 | Grafik vertikal antara nilai densitas dengan difusivitas eddy vertikal pada setiap stasiun di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                 | 28 |
| 13 | Sebaran spasial Difusivitas Eddy Vertikal: (a) kedalaman <50 m, (b) kedalaman 50 – 300 m, dan kedalaman >300 m di Perairan Banggai dan Laut Maluku             | 29 |
| 14 | Diagram T-S yang ditumpangsusun dengan nilai : (a) laju disipasi energi kinetik turbulen, (b) Difusivitas Eddy Vertikal di Perairan Banggai dan Laut Maluku    | 30 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Variasi batas kedalaman lapisan tercampur dan lapisan termoklin berdasarkan gradien suhu di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                                                                                     | 37 |
| 2 | Variasi batas kedalaman lapisan tercampur dan lapisan termoklin berdasarkan gradien densitas di Perairan Banggai dan Laut Maluku                                                                                                 | 37 |
| 3 | Profil Kuadrat frekuensi Brunt-Väisälä ( $N^2$ ) seluruh stasiun di Perairan Banggai, Laut Maluku setelah dihaluskan menggunakan rata rata bergerak 50 m untuk melihat dinamika antarstasiun di Perairan Banggai dan Laut Maluku | 38 |



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University