

KARAKTERISTIK MASSA AIR DAN SIRKULASI LAUT DI SEKITAR KEPULAUAN BANGGAI, LAUT MALUKU

NADZIR HASAN LATUAPO



**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN FAKULTAS
PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN INSTITUT
PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian tesis dengan judul “Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut di Sekitar Kepulauan Banggai-Laut Maluku” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 tesis ini.

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

Bogor, April 2025

Nadzir Hasan Latuapo
C5501211005



RINGKASAN

NADZIR HASAN LATUAPO. Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut di Sekitar Kepulauan Banggai-Laut Maluku. Dibimbing oleh AGUS SALEH ATMADIPOERA, ADI PURWANDANA, dan NYOMAN METTA N. NATIH.

Wilayah Perairan Banggai, Laut Maluku merupakan daerah wilayah perairan Indonesia. Perairan Indonesia merupakan satu-satunya wilayah perairan penghubung dua samudra, yakni Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Hal tersebut menyebabkan setiap daerah di perairan Indonesia mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis karakteristik massa air, stratifikasi massa air ARLINDO yang berada pada jalur penelitian, serta menganalisis struktur vertikal arus dan transpor arus pada Perairan Banggai, Laut Maluku.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2022 dalam rangka Ekspedisi Widya Nusantara Laut Maluku kepulauan Banggai, *Banggai Upwelling Dynamics dan Ecosistem Experiment* (BUDEE). Lokasi pengambilan data dilaksanakan pada bagian Selatan Laut Maluku menggunakan kapal riset Baruna Jaya VIII. Data kedalaman perairan diukur menggunakan Echosounder EA500 berfrekuensi 12 kHz; data temperatur, salinitas, densitas, *Dissolved Oxygen* (DO), dan klorofil-a diperoleh dengan menggunakan *Conductivity, Temperature, Depth* (CTD), Sea-Bird Electronics (SBE) 911 Plus, data arus diukur dengan menggunakan *Shipboard Acoustic Doppler Current Profiler* (SADCP) frekuensi 75 kHz. Data CTD perairan Banggai digunakan untuk menentukan karakteristik massa air dengan membuat sebaran vertikal, horizontal, dan identifikasi struktur massa air berdasarkan Diagram T-S. Data SADCP digunakan untuk menganalisis struktur arus vertikal pada perairan Banggai.

Hasil penelitian menunjukkan pada perairan Banggai terdapat pertemuan massa air dari Samudra Pasifik Utara dan Selatan, Banda dan Antartika. Pada lapisan tercampur Perairan Banggai Laut Maluku diidentifikasi mulai dari permukaan hingga 58m terdapat massa air *Banda Sea Water* (BSW) dengan nilai suhu 27-29 °C, nilai salinitas 33-34 PSU, dan nilai DO berkisar 175-184 µmol/kg. Pada lapisan termoklin terdapat masa air *North Pacific Subtropical Water* (NPSW) kedalaman 80 sampai 163 m dengan nilai suhu 20-24 °C, salinitas 34,8-35 PSU, dan oksigen 169-179 µmol/kg. Pada lapisan bawah termoklin dapat ditemukan karakteristik massa air *North Pacific Intermediate Water* (NPIW) kedalaman 273 sampai 393 m nilai suhu 10-11 °C, salinitas 34,5 PSU, dan DO berkisar 169-179 µmol/kg. Pada lapisan dalam ditemukan karakteristik massa air *Antarctic Intermediate Water* (AAIW) dengan kedalaman >750 m, dengan nilai suhu minimum dan terjadi sedikit peningkatan DO. Struktur pola arus Perairan Banggai, Laut Maluku menunjukkan perbedaan kecepatan dan arah arus di setiap kedalaman. Pada lapisan tercampur arah arus lebih dominan disebabkan oleh gesekan angin. Komponen arus zonal dominan bergerak ke Barat, meskipun terdapat arus mengarah ke Timur yang cenderung lebih kuat, sedangkan pada arus meridional lebih dominan menuju Selatan. Transpor arus pada penelitian ini menggunakan arus zonal, terdapat dua arah arus yaitu Barat dan Timur. Total transport pada latitude 125° dari integrasi kedalaman 20 hingga 400 m sebesar $0,89 \pm 0,93$ Sv.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Pada area kajian mengungkapkan partikel massa air bergerak mengikuti arus utama yaitu ARLINDO. Perairan Banggai-Laut Maluku dipengaruhi oleh karakteristik massa air Samudra Pasifik, identifikasi atas karakteristik massa air diperoleh 4 karakter massa air Pasifik di Perairan Banggai-Laut Maluku. Struktur vertikal arus meridional (v) Banggai-Laut Maluku LU Arus zonal ke Barat (negatif) kuat di kedalaman dangkal hingga menengah (20-70 m), secara keseluruhan pola arus menunjukkan fluktuasi arah dan intensitas yang beragam tergantung kedalaman.

Kata Kunci: BUDEE, Laut Maluku, CTD, SADCP, massa air, Sirkulasi Laut, Arlindo.

- 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.



SUMMARY

NADZIR HASAN LATUAPO. Characteristics of Water Mass and Ocean Circulation around Banggai Islands-Maluku Sea. Supervised by AGUS SALEH ATMADIPOERA, ADI PURWANDANA, dan NYOMAN METTA N. NATIH.

The Banggai-Maluku Sea region is an area of Indonesian waters. Indonesian waters are the only water area connecting two oceans, namely the Pacific Ocean and the Indian Ocean, so each area in Indonesian waters has different characteristics from each other. This study aims to analyze the types of water mass characteristics, stratification of ARLINDO water masses in the research path, and analyze the vertical structure of currents and current transport in the Banggai-Maluku Sea.

This research was conducted from August to September 2022 as part of the Widya Nusantara Expedition in the Maluku Sea of the Banggai Islands, specifically in the Banggai Upwelling Dynamics and Ecosystem Experiment (BUDEE) area. Data collection was carried out in the southern part of the Maluku Sea using the Baruna Jaya VIII research vessel. The water depth data were obtained using an EA500 echosounder with a frequency of 12 kHz. The temperature, salinity, density, dissolved oxygen (DO), and chlorophyll-a data were acquired using a Conductivity, Temperature, Depth (CTD) sensor, specifically the Sea-Bird Electronics (SBE) 911 Plus. The current data were recorded using a Shipboard Acoustic Doppler Current Profiler (SADCP) with a frequency of 75 kHz. The CTD data from the Banggai waters are employed to ascertain the attributes of the water masses, with the aid of T-S diagrams, through the delineation of their vertical and horizontal distributions. The SADCP data are utilized to examine the vertical current structure in the Banggai waters.

The results indicated that the waters of Banggai are characterised by the convergence of water masses from the North and South Pacific Oceans, Banda Sea, and Antarctic. In the mixed layer of the Banggai Waters of the Maluku Sea, which was identified at depths between 1 and 58 meters, a mass of Banda Sea Water (BSW) was observed. This mass exhibited a temperature value of 27-29 °C, a salinity value of 33-34 PSU, and a DO value ranging from 175-184 µmol/kg. In the thermocline layer, a mass of North Pacific Subtropical Water (NPSW) was observed at a depth of 80 to 163 m, with a temperature value of 20-24 °C, salinity of 34.8-35 PSU, and oxygen concentration of 169-179 µmol/kg. The thermocline layer is characterized by the presence of North Pacific Subtropical Water (NPSW), which occurs at depths between 80 and 163 meters. This water mass exhibits a temperature range of 20 to 24 degrees Celsius, a salinity of 34.8 to 35 practical salinity units (PSU), and a dissolved oxygen concentration of 169 to 179 micromoles per kilogram (µmol/kg). In the lower layer of the thermocline, the water mass characteristics of North Pacific Intermediate Water (NPIW) can be found at a depth of 273 to 393 m with a temperature value of 10-11 °C, salinity of 34.5 PSU, and a dissolved oxygen (DO) concentration ranging from 169-179 µmol/kg. In the deep layer, the Antarctic Intermediate Water (AAIW) was identified, exhibiting water mass characteristics with a depth of >750 m, a minimum temperature value, and a slight increase in dissolved oxygen (DO). The structure of the Banggai-Malucca Sea current pattern demonstrates variations in current speed and direction with depth. In the mixed layer, the direction of the current is predominantly determined



by wind friction. The dominant zonal current component is directed westward, although there are eastward currents that are stronger in terms of velocity, while the meridional current is more dominant in the southward direction. In this study, current transport is defined in terms of zonal currents, which can be classified into two distinct directions: westward and eastward. The total transport at 125° latitude from 20 to 400 metres depth was found to be 0.89 ± 0.93 Sv.

Keywords: BUDEE, Maluku Sea, CTD, SADCP, water mass, Ocean Circulation, Indonesian Throughflow.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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.



KARAKTERISTIK MASSA AIR DAN SIRKULASI LAUT DI SEKITAR KEPULAUAN BANGGAI, LAUT MALUKU

NADZIR HASAN LATUAPO

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



(a) Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. D. Sc. Faisal Hamzah, S.Pi
2. Dr. Yuli Naulita, M.Si



Judul Tesis : Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut di Sekitar Kepulauan Banggai, Laut Maluku

Nama : Nadzir Hasan Latuapo

NIM : C5501211005

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Agus Saleh Atmadipoera, DESS



Pembimbing 2:

Prof.(R). Dr. Adi Purwandana, S.Si. M. Si



Pembimbing 3:

Dr. Ir. Nyoman Metta N. Natih, M.Si



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Neviaty Putri Zamani, M.Sc
NIP. 196410141988032001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc
NIP. 196307311988031002



Tanggal Ujian: 6 Februari 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena hanya atas izin dan anugerahNYA sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini mengusung tema “Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut di Sekitar Kepulauan Banggai, Laut Maluku”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Agus Saleh Atmadipoera, DESS selaku Ketua Komisi Pembimbing, Prof (Ris). Adi Purwandana, S.Si, M.Si, Ph.D dan Bapak Dr. Ir. Nyoman Metta N. Natih, M.Si selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan masukan sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, Institut Pertanian Bogor.
3. Kedua orang tua yakni Hasan Latuapo dan Wiwik Widiyati/P serta adik Wafiqah Hasan Latuapo serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moril, materil, doa selama menempuh studi magister hingga selesai.
6. Theo Imanuel Noya, Amanda Christin Dompeipen, dan Lieng-Lieng yang telah membantu dan memberi masukan yang bersifat membangun selama menjalani studi maupun proses penyelesaian tesis.
8. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam proses studi magister di Institut Pertanian Bogor.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 15 April 2025

NADZIR HASAN LATUAPO

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Alur Penelitian	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
II METODOLOGI PENELITIAN	5
2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan Penelitian	5
2.3 Prosedur Pengambilan dan Pemrosesan Data	6
2.3.1 Pengambilan Data CTD dan ADCP	6
2.3.2 Pemrosesan Data CTD	7
2.3.3 Pemrosesan Data ADCP	8
2.4 Analisis Data	8
2.4.1 Penentuan Lapisan Massa Air	10
2.4.2 Karakteristik Massa Air	10
2.4.3 Pengolahan Data Arus (ADCP)	10
2.4.4 Volume Transpor	11
III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Profil Vertikal Suhu, Salinitas, dan Densitas	13
3.2 Profil Vertikal Oksigen dan Klorofil-a	15
3.3 Profil Melintang Temperatur, salinitas, dan Densitas	16
3.4 Profil Melintang Oksigen dan Klorofil-a	18
3.5 Karakteristik Massa air Perairan Banggai-Laut Maluku	20
3.6 Pola Spasial Arus	21
3.7 Struktur Arus Meridional dan Arus Zonal	24
3.8 Transpor Arus	26
IV KESIMPULAN DAN SARAN	27
4.1 Kesimpulan	27
4.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	34



DAFTAR TABEL

1	Perangkat Keras Pengambilan Data Parameter Massa Air dan Arus	6
2	Perangkat Lunak Pengolahan Data Massa Air	6
3	Kedalaman Data CTD dan ADCP	6
4	Ketebalan Lapisan Massa Air serta Nilai Suhu pada Setiap Lapisan Massa Air Perairan Banggai-Laut Maluku	18
5	Acuan Karakteristik Massa Air Samudra Pasifik	21

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram Kerangka Pikir Penelitian	4
2	Peta Lokasi Penelitian Perairan Banggai-Laut Maluku	5
3	Diagram Alir Analisis Data Massa Air dan Arus	9
4	Transek Perhitungan Transpor Volume A-B (garis merah), dengan setiap Stasiun (warna kuning) Memiliki Kedalaman 0 hingga 400 m pada 125° BT	12
5	Profil Vertikal Suhu (a), Salinitas (b), dan Densitas (c) dari Pengukuran Data CTD Perairan Banggai-Laut Maluku	14
6	Profil Vertikal Oksigen (a), dan Klorofil-a (b) dari Pengukuran Data CTD Perairan Banggai-Laut Maluku.	15
7	Profil Profil Melintang Suhu (a), Salinitas (b), dan Densitas (d) dari Pengukuran Data CTD Perairan Banggai-Laut Maluku	17
8	Profil Melintang Oksigen (A) Dan Klorofil-a (b) dari Pengukuran Data CTD Perairan Banggai-Laut Maluku	19
9	Diagram Suhu-Salinitas (a), Suhu-Oksigen Terlarut (b) dan Salinitas-Oksigen Terlarut (c) di stasiun Banggai-Laut Maluku	20
10	Pola spasial Arus Kedalaman 20 hingga 52m (a), Pola Spasial Arus Kedalaman 52 hingga 100m (b), Pola Spasial Arus Kedalaman 100 hingga 148m (c), Pola Spasial Arus Kedalaman 148 hingga 204m (d), Pola Spasial Arus Kedalaman 204 hingga 252m (e), Pola Spasial Arus Kedalaman 252 hingga 300m (f), Pola Spasial Arus Kedalaman 300 hingga 348 (g), pola Spasial Arus Kedalaman 348 hingga 404m (h)	23
11	Arus zonal U dan Arus Vertikal Atas-Bawah W (a), Arus Meridional V dan Arus Vertikal Atas-Bawah W (b) Pengukuran Data ADCP Perairan Banggai-Laut Maluku	25
12	Transpor Arus Sesaat (Sv), Pengukuran Data ADCP Perairan Banggai-Laut Maluku	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Script</i> Filter Salinitas (Matlab)	33
2	<i>Script</i> Membuat Estimasi Transpor Arus Perairan Banggai (Ferret)	33