

DINAMIKA SPASIO-TEMPORAL DAN DISTRIBUSI VERTIKAL IKAN DI RUMPON HANYUT LAUT DALAM DENGAN METODE HIDROAKUSTIK AKTIF

RAMADHINI ZULFA ALWAFIA



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Dinamika Spasio-Temporal dan Distribusi Vertikal Ikan di Rumpon Hanyut Laut Dalam dengan Metode Hidroakustik Aktif” 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Ramadhini Zulfa Alwafia
C5502251010



RINGKASAN

RAMADHINI ZULFA ALWAFIA. Dinamika Spasio-Temporal dan Distribusi Vertikal Ikan di Rumpon Hanyut Laut Dalam dengan Metode Hidroakustik Aktif. Dibimbing oleh SRI PUJIYATI, STEVEN SOLIKIN, dan ANGGA DWINOVANTYO.

Rumpon merupakan struktur terapung yang dimanfaatkan ikan pelagis sebagai lokasi berasosiasi, berlindung, dan mencari makan. Keberadaan rumpon dapat membentuk agregasi ikan yang bersifat dinamis secara spasial dan temporal. Namun, informasi mengenai karakteristik akustik, distribusi vertikal, serta dinamika spasio-temporal ikan yang berasosiasi dengan rumpon di wilayah utara Laut Maluku masih terbatas. Kondisi oseanografi Laut Maluku yang kompleks sebagai bagian dari sistem *Indonesian Throughflow* (ITF) juga berpotensi memengaruhi pola distribusi dan pergerakan ikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik akustik ikan pelagis berdasarkan *Target Strength* (TS) dan *Volume Backscattering Strength* (SV), mengkaji pengaruh waktu dan kedalaman, mengidentifikasi dinamika spasio-temporal, serta mengaitkannya dengan kondisi oseanografi.

Penelitian menggunakan data hidroakustik hasil survei pada 10 rumpon di Laut Maluku pada 5–17 Januari 2016. Akuisisi dilakukan menggunakan Single Beam Echosounder SIMRAD EK-15 berfrekuensi 200 kHz. Data akustik diolah menggunakan ESP3 untuk memperoleh TS melalui Single Target Detection dan SV melalui Echo Integration. Analisis mencakup statistik deskriptif, distribusi berdasarkan waktu dan kedalaman, visualisasi spasial, analisis distribusi vertikal, integrasi dengan suhu, salinitas, dan arus, serta *Generalized Additive Model* (GAM) untuk menguji hubungan waktu dan kedalaman terhadap TS dan SV.

Hasil menunjukkan nilai SV sebesar $-52,29 \pm 4,17$ dB dan TS sebesar $-51,36 \pm 3,55$ dB, yang menunjukkan variasi kepadatan agregasi dan karakteristik ukuran relatif target ikan pelagis yang terdeteksi di sekitar rumpon. Komposisi tangkapan mendukung interpretasi tersebut, dengan dominasi ikan layang (*Decapterus spp.*), tongkol (*Euthynnus spp.*), tuna sirip kuning/madidihiang (*Thunnus albacares*), dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Dinamika distribusi menunjukkan adanya perubahan posisi agregasi menurut siklus harian, dengan kecenderungan ikan berada lebih dalam pada siang hari dan kembali ke lapisan lebih dangkal pada sore hingga malam. Secara horizontal, agregasi membentuk pola linear, radial, bergeser, dan menyebar. Analisis GAM menunjukkan waktu pengamatan dan kedalaman berpengaruh signifikan terhadap TS dan SV. Secara keseluruhan, penelitian menunjukkan bahwa distribusi ikan pelagis di sekitar rumpon bersifat dinamis dan mencerminkan interaksi antara perilaku ikan dan kondisi oseanografi perairan Laut Maluku.

Kata kunci: Hidroakustik, Ikan Pelagis, Rumpon, Spasio-Temporal



SUMMARY

RAMADHINI ZULFA ALWAFIA. Spatio-Temporal Dynamics and Vertical Distribution of Fish in Deep-Sea Drifting Fish Aggregating Devices Using Active Hydroacoustic Methods. Supervised by SRI PUJIYATI, STEVEN SOLIKIN, and ANGGA DWINOVANTYO.

Fishing aggregating devices (FADs) are floating structures used by pelagic fish as sites for aggregation, shelter, and foraging. The presence of FADs can lead to fish aggregations that are spatially and temporally dynamic. However, information regarding the acoustic characteristics, vertical distribution, and spatiotemporal dynamics of fish associated with FADs in the northern Maluku Sea remains limited. The complex oceanographic conditions of the Maluku Sea, as part of the Indonesian Throughflow (ITF) system, also have the potential to influence fish distribution patterns and movements. Therefore, this study was conducted to analyze the acoustic characteristics of pelagic fish based on Target Strength (TS) and Volume Backscattering Strength (SV), examine the effects of time and depth, identify spatiotemporal dynamics, and relate these to oceanographic conditions.

The study utilized hydroacoustic data collected during surveys at 10 fish aggregating devices (FADs) in the Maluku Sea from January 5–17, 2016. Data acquisition was performed using a SIMRAD EK-15 Single Beam Echosounder operating at 200 kHz. Acoustic data were processed using ESP3 to obtain TS via Single Target Detection and SV via Echo Integration. The analysis included descriptive statistics, distributions based on time and depth, spatial visualization, vertical distribution analysis, integration with temperature, salinity, and currents, as well as a Generalized Additive Model (GAM) to test the relationships between time and depth and TS and SV.

The results showed an SV value of -52.29 ± 4.17 dB and a TS value of -51.36 ± 3.55 dB, indicating variations in aggregation density and the relative size characteristics of pelagic fish targets detected around the FADs. The catch composition supports this interpretation, with a dominance of flying fish (*Decapterus* spp.), skipjack tuna (*Euthynnus* spp.), tuna sirip kuning/madidihang (*Thunnus albacares*), and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). Distribution dynamics revealed changes in aggregation positions according to a diurnal cycle, with fish tending to stay at deeper depths during the day and return to shallower layers in the afternoon through the evening. Horizontally, aggregations formed linear, radial, shifting, and dispersed patterns. GAM analysis showed that time and depth had a significant effect on TS and SV. Overall, the study indicates that the distribution of pelagic fish around fish aggregating devices is dynamic and reflects the interaction between fish behavior and the oceanographic conditions of the Maluku Sea.

Keywords: Fish Aggregation Device, Hydroacoustic, Pelagic Fish, Spatio-Temporal



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 2026
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.

DINAMIKA SPASIO-TEMPORAL DAN DISTRIBUSI VERTIKAL IKAN DI RUMPON HANYUT LAUT DALAM DENGAN METODE HIDROAKUSTIK AKTIF

RAMADHINI ZULFA ALWAFIA

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

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 Tesis:

- 1 Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
- 2 Dr. Risti Endriani Arhatin, S.Pi., M.Si



Judul Tesis : Dinamika Spasio-Temporal dan Distribusi Vertikal Ikan di Rumpon Hanyut Laut Dalam dengan Metode Hidroakustik Aktif

Nama : Ramadhini Zulfa Alwafia
NIM : C5502251010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si

Pembimbing 2:
Dr. Steven Solikin, S.I.K, M.Si

Pembimbing 3:
Dr. Angga Dwinovantyo, S.I.K, M.Si

BRIN TT ELEKTRONIK

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknologi Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si
NIP 196710211992032002

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si.
NIP 198001182005011003

Tanggal Ujian:
12 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



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



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Juli 2026 ini ialah keterkaitan antara akustik perikanan dengan pemanfaatan rumpon dengan judul “Dinamika Spasio-Temporal dan Distribusi Vertikal Ikan di Rumpon Hanyut Laut Dalam dengan Metode Hidroakustik Aktif”.

Terima kasih penulis ucapkan atas segala dukungan dari berbagai pihak yang terlibat dalam penyusunan tesis ini, khususnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si, Bapak Dr. Steven Solikin, S.I.K., M.Si, dan Bapak Dr. Angga Dwinovantyo, S.I.K., M.Si. sebagai dosen pembimbing tesis serta Bapak Widhya Nugroho Satrioajie, S.Pi., M.Si sebagai pemilik data atas bimbingan penuh antusias dan dedikasi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc. dan Ibu Dr. Risti Endriani Arhatin, S.Pi., M.Si. sebagai penguji sidang tesis atas bimbingan dan saran yang berharga.
3. Seluruh dosen Departemen Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu dan membimbing penulis selama perkuliahan.
4. Ayah Ali Makmuri dan Ibu Rusmini, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan penuh dan doa tulus tiada hentinya.
5. Para sahabatku Nahdah, Arsyah, Taffy, Ainun, Ferlina, Nisrina, Sabila, Ulfa, Rahma, Dinda, ciwiteka *Odontanthias Randall*, dan teman-teman yang belum dapat disebutkan, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis selama menempuh pendidikan sarjana maupun magister. Terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, tawa, serta setiap momen kebersamaan yang telah menguatkan penulis dalam menghadapi berbagai tantangan hingga akhirnya tesis ini dapat diselesaikan
6. Saudara Caesar Aditya Wirayudha Putra yang telah tulus mendampingi dan memberi dukungan bagi penulis sejak awal studi sarjana hingga terselesaikannya studi magister ini

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

Bogor, Agustus 2026

Ramadhini Zulfa Alwafia



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	I
DAFTAR GAMBAR	I
DAFTAR LAMPIRAN	I
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Akuisisi Data	4
2.3.1 Data Oseanografi	4
2.3.2 Data Akustik	5
2.3.3 Data Tangkapan Ikan	6
2.4 Pengolahan Data	7
2.4.1 Data Akustik	7
2.4.2 Data Oseanografi	9
2.5 Analisis Data	10
2.5.1 Analisis Data Oseanografi	10
2.5.2 Analisis <i>Target Strength</i> (TS)	10
2.5.3 Analisis <i>Volume Backscattering Strength</i> (SV)	11
2.5.4 Analisis Karakteristik Ikan berdasarkan nilai TS dan SV	12
2.5.5 Analisis Hubungan Waktu dan Kedalaman terhadap Nilai TS dan SV	13
III HASIL DAN PEMBAHASAN	14
3.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	14
3.2 Karakteristik Akustik Ikan di Sekitar Rumpon	16
3.3 Distribusi Nilai TS dan SV	19
3.4 Distribusi Horizontal Kawanan Ikan di Sekitar Rumpon	27
3.5 Struktur Vertikal Ikan di Sekitar Rumpon	30
3.6 Distribusi Kawanan Ikan dengan Kondisi Oseanografi	32
3.7 Uji Statistik Hubungan Waktu dan Kedalaman dengan TS dan SV	34
3.8 Implementasi Hidroakustik dalam Bidang Perikanan	37
IV SIMPULAN DAN SARAN	38
4.1 Simpulan	38
4.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39



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.

DAFTAR TABEL

1	Alat dan bahan penelitian	4
2	Spesifikasi data oseanografi	4
3	Spesifikasi SIMRAD EK-15	5
4	Spesifikasi armada dan alat tangkap	7
5	Pengolahan data akustik menggunakan ESP3	7
6	Parameter hubungan panjang-bobot setiap jenis ikan	13
7	Komposisi ikan hasil tangkapan pada setiap rumpon	19
8	Uji statistik waktu dan kedalaman dengan nilai TS dan SV di setiap rumpon	35

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian di Perairan Laut Maluku	3
2	Ilustrasi konstruksi rumpon dan akuisisi data akustik	6
3	Diagram alir pengolahan data akustik	8
4	Diagram alir pengolahan dan analisis data oseanografi serta integrasinya dengan data akustik	9
5	Profil suhu dan salinitas di setiap Rumpon Laut Maluku	14
6	Distribusi pola sebaran arus di sekitar Rumpon Laut Maluku	15
7	Histogram distribusi <i>Target Strength</i> seluruh rumpon	16
8	Histogram distribusi <i>Volume Backscattering Strength</i> seluruh rumpon	16
9	Karakteristik dugaan ukuran ikan dan kepadatan ikan setiap rumpon	17
10	Distribusi nilai TS berdasarkan strata kedalaman setiap rumpon	20
11	Distribusi nilai TS berdasarkan kategori waktu setiap rumpon	22
12	Distribusi nilai SV berdasarkan strata kedalaman setiap rumpon	24
13	Distribusi nilai SV berdasarkan kategori waktu setiap rumpon	26
14	Distribusi kawanan horizontal kawanan ikan di setiap rumpon	28
15	Ilustrasi struktur vertikal ikan di sekitar rumpon berdasarkan nilai TS	30
16	<i>Baseline</i> data untuk menghasilkan ilustrasi Gambar 15	30
17	Distribusi kawanan ikan terhadap profil suhu dan salinitas setiap rumpon	32
18	Distribusi TS berdasarkan interaksi waktu dan kedalaman	35
19	Distribusi SV berdasarkan interaksi waktu dan kedalaman	35

DAFTAR LAMPIRAN

1	Proses akuisisi data oseanografi	44
2	Proses pengolahan dan analisis data akustik	44
3	Data tangkapan ikan	45



@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.