

# DETEKSI SCHOOLING IKAN PELAGIS DENGAN METODE HIDROAKUSTIK DI PERAIRAN TELUK PALU, SULAWESI TENGAH

## (THE DETECTION OF PELAGIC FISH USING HYDROACOUSTIC IN PALU BAY, CENTRAL SULAWESI)

Andi Achmadi<sup>1</sup>, Totok Hestirianoto<sup>2</sup>, Henry M. Manik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

E-mail: achmadimasyah@gmail.com

### ABSTRACT

Yield and catch data obtained from statistic and fisheries commercial data are incomplete and inaccurate. Effort to increase the accurate data and survey method become necessary to estimate the yield potential in Indonesia. The aim of this study is to detect the pelagic schooling (target strength/TS approach) by using hydroacoustic. Those detection are used to describe insitu condition of pelagic fishes in Palu Bay, Central Celebes. Result of this study showed that the range of TS interval of pelagic schooling are between -70dB to -40dB, found about 23 schools. Based on depth strata, dominant schooling (12 schools) found in 100 to 150 m, then followed by 9 schools in 0 to 50 m and 2 schools in 50 to 100 m. fish caught in Palu Bay that landed in Labuan Bajo fishing port dominate by large pelagic. Those information are relevant with the TS data. The longest size of skipjack is 74 cm in depth of 142 m. Medium size of the smallest value of 5 cm in depth 57 m with an average size of 27.8 cm.

**Keyword:** detection, schooling, hydroacoustic, pelagic fish

### ABSTRAK

Data potensi dan hasil tangkapan yang bersumber dari data statistik perikanan ataupun perikanan komersial sebagian besar belum lengkap dan akurat. Oleh sebab itu, upaya peningkatan akurasi data dan metode survey yang sesuai diperlukan untuk menjamin ketepatan sasaran pendugaan potensi sumberdaya ikan di Indonesia. Tujuan deteksi schooling ikan pelagis dengan hidroakustik ialah agar dapat memberikan gambaran akurat tentang kondisi insitu potensi sumberdaya ikan pelagis di Perairan Teluk Palu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa schooling ikan pelagis dominan berada pada interval TS -70dB s/d -40dB sebanyak 23 schooling ikan. Berdasarkan strata kedalaman, schooling ikan lebih banyak berada pada kedalaman 100 s/d 150 m sebanyak 12 schooling disusul pada kedalaman 0 s/d 50 m sebanyak 9 schooling dan kedalaman 50 s/d 100 m sebanyak 2 schooling. Nilai TS tersebut merupakan kisaran nilai dari jenis pelagis besar. Hal tersebut sejalan dengan hasil tangkapan ikan di perairan Teluk Palu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Labuan Bajo, Kabupaten Donggala yang didominasi jenis ikan pelagis besar. Ukuran terpanjang ikan cakalang senilai 74 cm di kedalaman 142 m. Sedang ukuran terkecil senilai 5 cm di kedalaman 57 m dengan rata-rata ukuran 27.8 cm.

**Kata kunci:** deteksi, schooling, hidroakustik, ikan pelagis

### I. PENDAHULUAN

Ikan pelagis merupakan organisme yang hidup di laut terbuka, lepas dari dasar perairan dan berada ke arah bagian lapisan permukaan. Ikan pelagis mempunyai kemampuan untuk bergerak sehingga mereka tidak bergantung pada arus laut yang kuat atau gerakan air yang disebabkan oleh angin. Jenis-jenis ikan pelagis terbagi dalam dua kelompok yaitu kelompok ikan pelagis besar dan kelompok ikan pelagis kecil (Nybakken, 1992).

Data potensi dan hasil tangkapan yang bersumber dari data statistik perikanan ataupun perikanan komersial sebagian besar belum lengkap dan akurat. Oleh sebab itu, upaya peningkatan akurasi data dan metode survey yang sesuai diperlukan untuk menjamin ketepatan sasaran pendugaan potensi sumberdaya ikan di Indonesia. Dalam upaya mendapatkan data dan informasi yang akurat diperlukan perpaduan antara ilmu dan teknologi sebagai dasar dalam mempertimbangkan metode-metode yang tepat. Salah satu metode yang handal didalam melakukan deteksi ikan ialah melalui pendekatan



metode hidroakustik. Menurut Pujiyati (2008), metode hidroakustik merupakan metode pendeteksian objek bawah air menggunakan peralatan transduser yang menghasilkan gelombang suara. Gelombang suara tersebut kemudian merambat di medium air, dan pada saat membentur objek, maka gelombang suara selanjutnya dipantulkan kembali dalam bentuk gema (echo) untuk analisis lebih lanjut. Kemudian Fauziyah dkk. (2010), menyatakan, bahwa penggunaan metode hidroakustik dapat menjamin ketepatan dalam menduga potensi sumberdaya ikan serta menjadi rujukan untuk kesesuaian akurasi dengan data hasil tangkapan yang bersumber dari data statistika perikanan. Selain itu, MacLennan dan Gimmonds (1992) menyatakan, bahwa metode ini memiliki beberapa keunggulan didalam mengestimasi kawanan ikan dan kelimpahannya, antara lain informasi yang dihasilkan lebih cepat dan meliputi area yang lebih luas, pendugaan atau estimasi stok dapat dilakukan secara insitu dan *real time* tanpa bergantung dari data statistik perikanan, memiliki ketelitian dan ketepatan tinggi, dapat dipakai ketika metode lain tidak dapat digunakan dan tidak berbahaya atau merusak karena frekuensi suara yang digunakan tidak membahayakan bagi pengguna maupun target survei.

Secara akustik, obyek ikan yang terlihat pada *echogram* menggambarkan agregasi organisme bukan secara individual, sehingga disebut kawanan atau *schooling*. *Schooling*, nantinya terlihat pada peralatan survey akustik, dengan *Echo sounder* ataupun sonar pada bentuk yang sebagai bentuk. Bentuk yang paling utama adalah jejak gema (*echo trace*) yang kuat dan terputus-putus.

*Schooling* merupakan struktur utama dalam melangsungkan kehidupan ikan. Dalam kehidupan nyata, saat ikan mendekati gerombolan ikan, maka ikan tersebut spontan gerombolan ikan tersebut akan bersikap waspada. Sekali terdeteksi ada predator, gerombolan ikan akan mempertahankan diri daripada mencari makan (*feeding*) (Pitcher & Parrish, 1988). Untuk alasan tersebut maka ikan tidak dapat hidup sendiri. Contohnya ikan sardine, namun manusia dapat memanfaatkan *schooling* sebagai

indikator dalam menangkap ikan pelagis (contoh alat tangkap *trawl* dan *purse seine*) (Gerlotto *et al*, 2004) dalam jumlah yang banyak karena ikan dalam kondisi berkelompok nilai kepadatannya akan berbeda dibandingkan jika dalam kondisi scatter atau terpecah.

Penelitian bertujuan untuk mendeteksi *schooling* dan panjang ikan pelagis dengan peralatan hidroakustik sehingga dapat memberikan gambaran tentang kondisi insitu potensi sumberdaya ikan pelagis di Perairan Teluk Palu.

Penelitian bermanfaat sebagai data dasar tentang kondisi potensi ikan pelagis di Perairan Teluk Palu. Berdasarkan informasi tersebut, diharapkan pemerintah daerah dapat menentukan kebijakan pengelolaan sumberdaya perikanan dalam hal peningkatan penangkapan ikan target di wilayah perairan Teluk Palu.

## II. METODELOGI

Penelitian dilaksanakan di Perairan Teluk Palu. Waktu pelaksanaan dilakukan pada bulan Juni 2014. Peralatan penunjang berupa 1 unit kapal, beberapa live jacket, *Global Positioning System* (GPS), peta pelayaran dan komputer beserta printer. Sedang alat yang digunakan untuk pengambilan data akustik ialah 1 unit *scientific echosounder* BIOSONIC DT-X *splite beam acoustic system* dengan frekuensi 200 KHz. *Software* pengolahan terdiri atas Echoview 4.8 dan Microsoft Excel 2013. Sedang pengambilan data oseanografi baik suhu dan salinitas dilakukan menggunakan peralatan *Conductivity Temperature and Depth* (CTD) yang kemudian divisualisasikan dengan *software* ODV 4.0.

Pengambilan data akustik dilakukan dengan menggunakan *Scientific echosounder* BIOSONIC DT-X *splite beam acoustic system* dengan frekuensi 200 KHz dioperasikan dengan *pulse duration* 0.4ms, *data collection threshold level* -130dB s/d 20dB dan kecepatan suara sebesar 1540,52 m/s. Akuisisi data akustik berlangsung selama 2 hari dari panjang lintasan survey 71,1 km dengan kecepatan kapal 4 knot. Waktu akuisisi dilakukan pada pukul 08.00 s/d 18.00 WITA. Hal ini didasari oleh tingkah laku



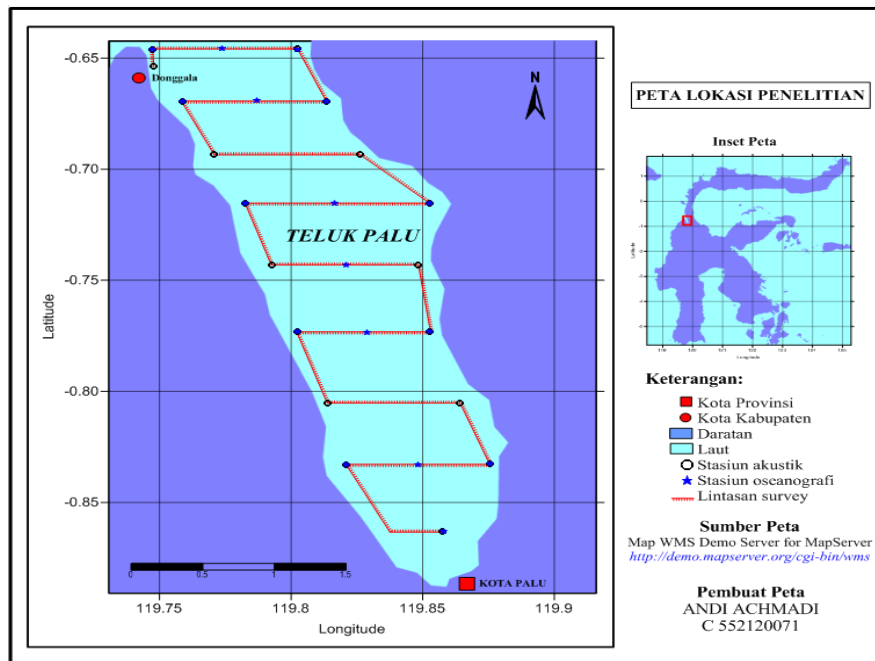
ikan pelagis dimana menurut Fauziyah (2005), ikan pelagis diwaktu siang lebih sering membentuk *schooling* sebagai upaya memudahkan mencari makan, mencari pasangan dalam memijah dan taktik untuk menghindari atau mempertahankan diri dari serangan predator sedang pada malam ikan tidak membentuk *schooling* akan tetapi ikan menyebar (*Scatter*) di kolom perairan.

Pengoperasian dan perekaman data suhu dan salinitas dimulai dengan

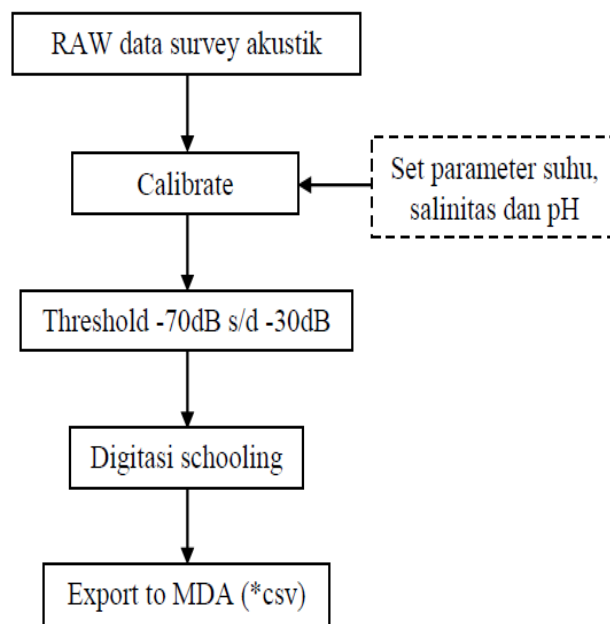
menurunkan peralatan CTD di kedalaman 0 m dari permukaan hingga kedalaman 150 m. Selanjutnya, nilai-nilai hasil perekaman parameter ini nantinya digunakan dalam pengolahan data selain itu berguna untuk melihat dinamika suhu dan salinitas di kolom perairan serta melihat hubungannya melalui analisis korelasi.

Langkah pertama pengolahan data akustik di perangkat lunak Echoview 4.8 terlihat pada Gambar 2.

- 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.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Prosedur pengolahan RAW data akustik di echoview

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan buku, atau karya ilmiah, dan tidak diperjualbelikan;

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB;

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak salinan dengan cara apapun tanpa izin IPB.

Data Matriks Data Akustik (MDA), yakni matriks data akustik *back-scattering volume* (SV) dari schooling ikan pelagis. Hasil keluaran analisis berupa data SV yang selanjutnya digunakan untuk memperoleh Nilai TS hasil integrasi menggunakan persamaan (*Schoview*) berikut:

$$TS = \frac{S_v}{\rho} \quad (1)$$

$$TS = 10 \log(\tau_s) \quad (2)$$

Nilai  $S_v$  dan  $\rho$  diperoleh dari persamaan (*Schoview 4.8*) berikut:

$$TS = 10 \log(s_v)$$

$$TS = 10^{SV/10}$$

$$TS = \frac{n}{v}$$

Peterangan:

- target strength* (dB)
- target strength* (linear)
- volume backscattering strength* (dB)
- volume backscattering coefficient* (linear)
- densitas ikan* (individu/ $m^3$ )
- number of samples* (individu)
- beam volume sum* ( $m^3$ )

Di sisi lain salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai *target strength* adalah ukuran ikan. Pada ikan dengan spesies yang sama, semakin besar ukuran ikan maka nilai TS nya juga akan semakin besar. Ukuran dari panjang ikan (L) berhubungan linear dengan *scattering cross section* ( $\sigma = aL^2$ ).

Menurut Foote, (1987), bahwa pada ukuran insitu *target strength* dengan metode akustik, nilai rata-rata *target strength* mempunyai hubungan linear dengan nilai rata-rata panjang ikan (cm).

Untuk ikan dengan gelembung renang tertutup (*physoclist*):

$$TS = 20 \log L - 67,5dB(3)$$

Sedang untuk ikan dengan gelembung renang terbuka (*physostome*):

$$TS = 20 \log L - 71,9dB(4)$$

Dan untuk ikan yang tidak memiliki gelembung renang (*bladderless fish*):

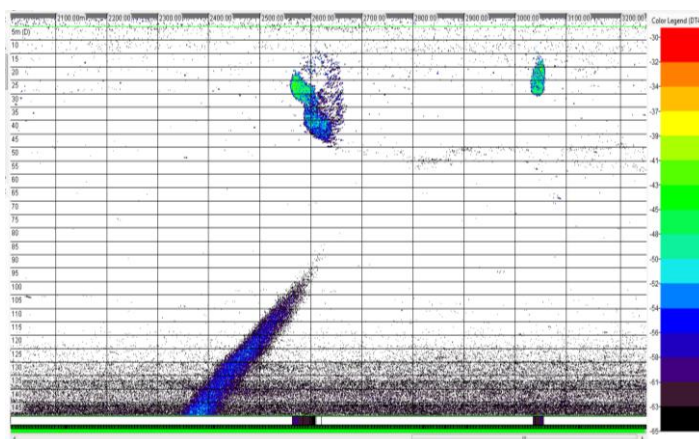
$$TS = 20 \log L - 80dB(5)$$

Sedang untuk melihat hubungan antara nilai TS dengan panjang ikan digunakan analisis regresi linear sederhana. Regresi linear sederhana merupakan suatu persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara satu peubah bebas (x, *independent variable*) dan satu peubah tak bebas (y, *dependent variable*). Persamaan umum dari regresi linear sederhana yaitu  $y = ax + b$ . Jika dihubungkan antara persamaan umum regresi dengan persamaan foote, (1987), maka dapat dilihat bahwa nilai TS merupakan variabel yang tak bebas (y) dan nilai dari panjang ikan (L) merupakan variabel yang bebas (x), sehingga yang mempengaruhi nilai TS adalah nilai dari panjang ikan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Schooling

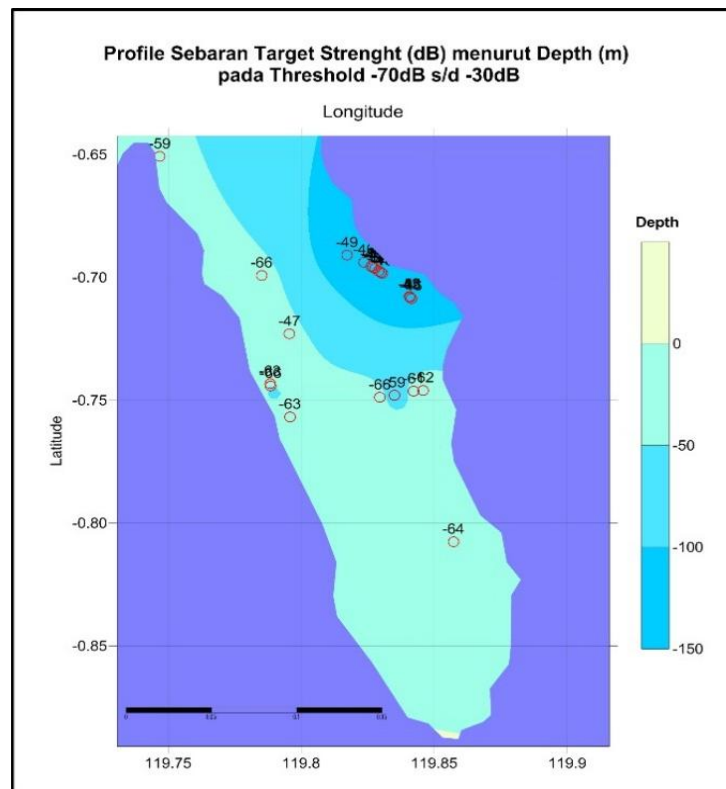
Selama survey pelayaran, data akustik yang direkam sebanyak 17 file. *Schooling* ikan pelagis dominan berada pada kisaran TS (-67dB) s/d (-42dB) dengan jumlah sebanyak 23 *schooling*. Contoh *schooling* ikan pelagis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Schooling* ikan pelagis di Perairan Teluk Palu

Tabel 1. Dugaan jumlah *schooling* di Perairan Teluk Palu

TS (dB)	Depth (m)			Σ
	0 - 50	50 - 100	100 - 150	
(-42) - (-47)	0	0	5	5
(-47) - (-52)	1	0	6	7
(-52) - (-57)	0	0	1	1
(-57) - (-62)	2	1	0	3
(-62) - (-67)	6	1	0	7
Σ	9	2	12	23



Gambar 4. Profil sebaran TS menurut Depth pada *threshold* -70dB s/d -30dB.

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.  
 2. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Berdasarkan strata kedalaman, *schooling* ikan lebih banyak berada pada kedalaman 100 s/d 150 m sebanyak 12 *schooling* disusul pada kedalaman 0 s/d 50 m sebanyak 9 *schooling* dan kedalaman 50 s/d 100 m sebanyak 2 *schooling* (Tabel 1 dan Gambar 4).

**3.2. Hasil Tangkapan**

Hasil tangkapan di perairan Teluk Palu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Indonesia Labuan Bajo di Kabupaten Donggala pada bulan Juni 2014 dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa ikan cakalang sangat mendominasi jenis ikan pelagis di perairan Teluk Palu dengan persentase 49,17%. Disamping itu data tangkapan juga berasal dari beberapa nelayan pesisir Teluk Palu yang menggunakan alat tangkap pancing rawai dimana jenis ikan tangkapan juga didominasi oleh ikan cakalang.

Tingginya jenis ikan cakalang yang ditemukan di Teluk Palu dipengaruhi oleh kondisi geografis dimana bentuk Teluk Palu semi tertutup dan kondisi astronomis yang berdekatan dengan garis khatulistiwa yang membuat



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

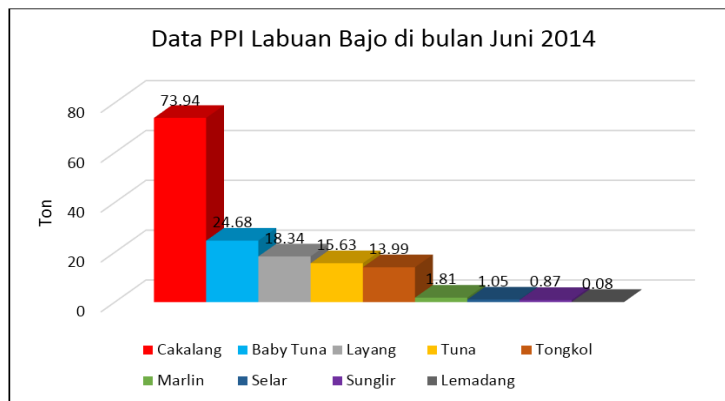
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

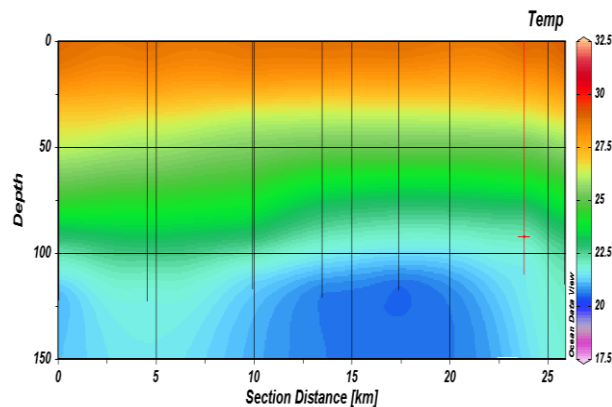
perairan ini bersifat panas. Menurut Simbolon (2010) kondisi perairan panas seperti ini sangat sesuai untuk proses keberlangsungan pemijahan ikan cakalang, ini dibuktikan sebagian besar larva cakalang ditemukan di perairan dengan suhu di atas 24 °C. Data perekaman suhu dan salinitas dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

Selain itu, dari sisi oseonografi penyebaran ikan cakalang di suatu

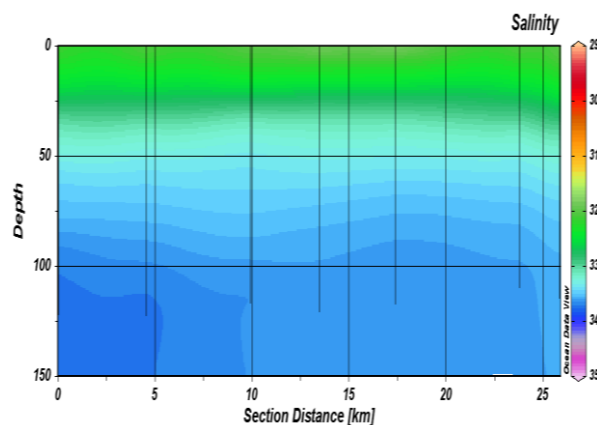
perairan adalah pada suhu 17 s/d 23 °C dan suhu optimum untuk penangkapan adalah 20 s/d 22 °C, waktu makan yang terikat pada kebiasaan-kebiasaan tertentu dan kondisi salinitas berkisar antara 32 s/d 35‰ dan jarang ditemui pada perairan dengan salinitas rendah (Simbolon, 2010).



Gambar 5. Hasil tangkapan bulan Juni 2014 di perairan Teluk Palu



Gambar 6. Profil suhu pada kolom perairan Teluk Palu



Gambar 7. Profil salinitas pada kolom perairan Teluk Palu

### 3.3. Hubungan Target Strength dengan Panjang Ikan (L)

Pengukuran ini mengasumsikan bahwa ikan yang berada di perairan Teluk Palu jenis cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Penentuan ini mengacu dominasi hasil tangkapan yang di daratkan di PPI Labuan Bajo.

Pada spesies ikan cakalang atau biasa juga dikenal dengan nama *Skipjack* tidak memiliki gelembung renang (*Swim Bladder*) (Collette dan Nauen, 1983) sehingga perhitungannya menggunakan Persamaan 5. Berdasarkan nilai TS, ukuran panjang ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa ukuran terpanjang ikan cakalang senilai 74 cm di kedalaman 142m. Sedang ukuran

terkecil senilai 5 cm di kedalaman 57 m dengan rata-rata ukuran 27.8 cm. Sedang untuk melihat hubungan antara nilai TS dengan panjang ikan digunakan analisis regresi linear sederhana (Gambar 8).

Gambar 8 memvisualisasikan bahwa nilai TS ikan berhubungan linear positif terhadap ukuran panjang ikan. Ini dibuktikan dengan tingginya nilai korelasi ( $r$ ) yaitu 96% dengan koefisien determinasinya adalah 92%. Artinya, bahwa variasi nilai TS dapat dijelaskan atau ditafsirkan oleh ukuran panjang ikan sebesar 92% dan 8% lainnya tidak dapat dijelaskan oleh ukuran panjang ikan.

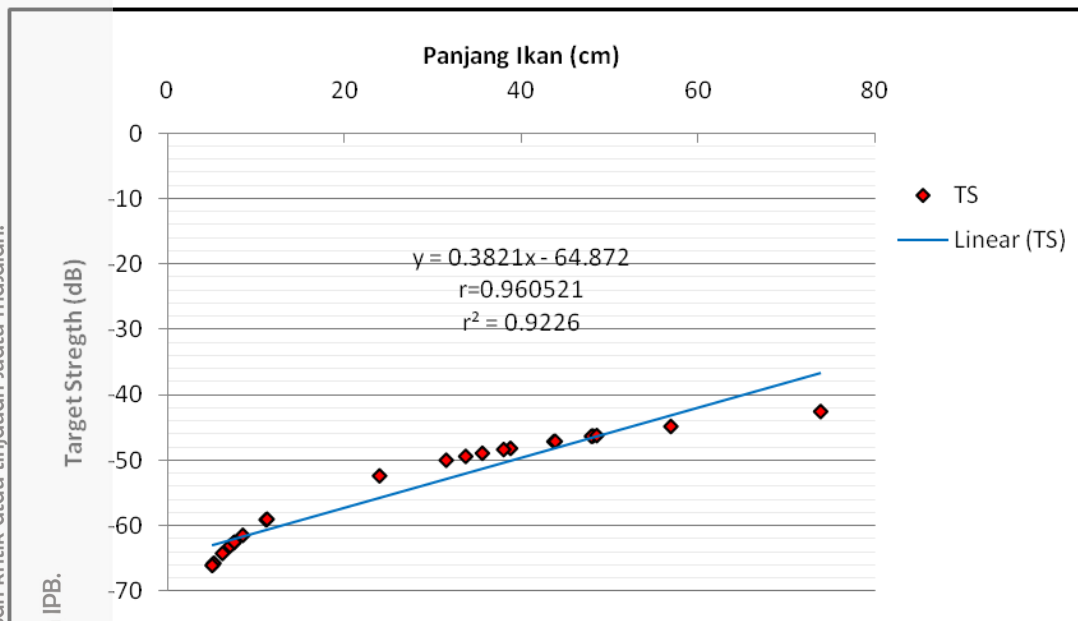
Tabel 2. Panjang Ikan berdasarkan nilai target strength

Fileset (IDS)*	TS (dB)	D (m)	FL (cm)
124318 (1)	-59,1	25,7	11,1
153010 (1)	-65,9	31,1	5,1
160010 (2)	-49,4	141,1	33,7
160010 (3)	-46,3	128,5	48,2
160010 (4)	-46,4	132,2	48,0
160010 (5)	-48,2	137,2	38,8
160010 (6)	-49,0	135,7	35,6
160010 (7)	-50,0	136,3	31,5
160010 (8)	-47,2	136,7	43,7
160010 (9)	-48,4	135,6	38,0
160010 (10)	-52,4	100,2	24,0
160010 (11)	-42,6	142,0	74,0
160010 (12)	-46,3	135,0	48,6
160010 (13)	-44,9	137,1	57,0
171512 (3)	-47,2	38,0	43,9
084532 (13)	-65,7	57,9	5,2
084532 (14)	-62,6	20,8	7,4
091013 (1)	-63,1	38,8	7,0
093638 (9)	-66,0	28,0	5,0
093638 (10)	-59,0	84,7	11,2
093638 (11)	-61,5	34,9	8,5
093638 (15)	-62,5	23,5	7,5
114918 (1)	-64,2	20,8	6,2

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.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





Gambar 8. Grafik hubungan TS terhadap panjang ikan

Tabel 3. Korelasi target *strenght* dengan parameter oseanografi

	<b>Ts</b>	<b>Depth</b>	<b>Temp</b>	<b>Salinity</b>
<b>Ts</b>	1			
<b>Depth</b>	<b>.696</b>	1		
<b>Temp</b>	<b>.626</b>	-.970	1	
<b>Salinity</b>	<b>.601</b>	.912	-.971	1

#### 4. Hubungan Target Strength dengan Oseanografi

Hubungan TS dengan oseanografi dilakukan melalui keeratn hubungan variabel yang dinyatakan dengan kecilnya koefisien korelasi. Berdasarkan analisis korelasi metode Pearson yang dilakukan (Tabel 3) bahwa variabel target *strenght* (TS) berhubungan dengan variabel depth sebesar 0.696. Artinya semakin dalam kawasan dijumpai maka nilai TSnya semakin besar. Sementara variabel suhu berhubungan negatif dengan variabel TS sebesar 0.626. Artinya bila suhu nilainya semakin kecil maka *schooling* ikan semakin banyak. Sedang variabel salinitas berhubungan positif terhadap TS sebesar 0.601. Artinya bila salinitas nilainya semakin besar maka *schooling* ikan

pelagis dengan nilai TS besar yang akan dijumpai.

#### IV. KESIMPULAN

Potensi ikan pelagis di perairan Teluk Palu didominasi oleh ikan pelagis besar dengan 23 *schooling* yang terdeteksi. Berdasarkan strata kedalaman, *schooling* ikan lebih banyak berada pada kedalaman 100 s/d 150 m sebanyak 12 *schooling* disusul pada kedalaman 0 s/d 50 m sebanyak 9 *schooling* dan kedalaman 50 s/d 100 m sebanyak 2 *schooling*. Perairan teluk palu sangat mumpuni ditempati oleh berbagai jenis ikan pelagis dikarenakan kondisi geografis dan astronominya yang mendukung pertumbuhan ikan.

Berdasarkan hasil analisis regresi hubungan TS dengan panjang ikan



berhubungan positif. Analisis korelasi Pearson memperlihatkan bahwa nilai TS ikan pelagis berhubungan erat dengan variabel depth, suhu dan salinitas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Collette, B.B. & C.E. Nauen. (1983). FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackarels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop. 125(2):137p. Rome: FAO
- Fauziyah, 2005. Identifikasi, Klasifikasi Dan Analisis Struktur Spesies Kawan Ikan Pelagis Berdasarkan Metode Descriptor Akustik. Disertasi sekolah pascasarjana Institute Pertanian Bogor.
- Fauziyah, Hartoni dan Agussalim, 2010. Karakteristik *Schooling* Ikan Pelagis Menggunakan Data Akustik Splite Beam di Perairan Selat Bangka Pada Musim Timur. Jurnal Ilmu Kelautan, Maret 2010. ISSN 0853-7291 Vol. 15 (1) 17 – 22.
- Gerlotto, F., J. Castillo, A. Saavedra, M.A. Barbieri, M. Espejo, and P. Cotel, 2004, Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile, e ICES Journal of Marine Science, 61: 1120e 1126.
- MacLennan, D. N., and Simmonds, E. J. 1992. *Fisheries Acoustics*. Chapman and Hall, London. 325 pp.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh: H. M. Eidiman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. xv+ 459 h.
- Pelabuhan Perikanan Indonesia, 2014. Laporan Produksi 2010 s/d 2014. Dinas Provinsi Sulawesi Tengah. Donggala.
- Pujiyati, S. 2008. Pendekatan Metode Hidroakustik untuk Analisis Keterkaitan Antara Tipe Substrat Dasar Perairan Dengan Komunitas Ikan Demersal. Disertasi (Tidak dipublikasikan). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Pitcher, T.J., and Parrish, J.K., 1993. Behavior of teleost fishes, 2<sup>nd</sup> Edition. Chapman & Hall, London. 295-337.
- Simbolon. D., 2010. Eksplorasi Daerah Penangkapan Ikan Cakalang Melalui Analisis Suhu Permukaan Laut dan Hasil Tangkapan di Perairan Teluk Palabuhanratu. Jurnal Mangrove dan Pesisir. ISSN 1411-0679, Vol.-X

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut Tropis (PKSPL-TROPIS) Universitas Tadulako dan BAPPEDA Kota Palu yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

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.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

