

## PENDUGAAN BIOMASSA IKAN PELAGIS DI PERAIRAN TELUK TOMINI DENGAN METODE AKUSTIK BIM TERBAGI

Mohammad Natsir<sup>1)</sup>, Bambang Sadhotomo<sup>1)</sup>, dan Wudianto<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan estimasi biomassa ikan pelagis di wilayah perairan Teluk Tomini dengan menggunakan metode akustik, khususnya metode akustik bim terbagi, yang penggunaannya untuk keperluan eksplorasi sumber daya perikanan, khususnya ikan pelagis telah berkembang dengan pesat di beberapa negara maju. Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Tomini dari tanggal 22 Juli sampai dengan 5 Agustus 2003. Pendugaan biomassa ikan pelagis dilakukan pada perairan dari permukaan sampai dengan kedalaman 150 m. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata nilai densitas ikan absolut untuk masing-masing strata kedalaman adalah 5,8 ekor  $1.000\text{ m}^{-3}$  untuk strata kedalaman 0 sampai dengan 25 m, 7,2 ekor  $1.000\text{ m}^{-3}$  untuk strata kedalaman 25 sampai dengan 50 m, 2,2 ekor  $1.000\text{ m}^{-3}$  untuk strata kedalaman 50 sampai dengan 100 m, 0,8 ekor  $1.000\text{ m}^{-3}$  untuk strata kedalaman 100 sampai dengan 150 m. Besaran nilai estimasi stok biomassa ikan secara keseluruhan untuk perairan Teluk Tomini yang memiliki luas sekitar  $17.220\text{ mil}^2$  (sekitar  $59.000\text{ km}^2$ ) dari lapisan permukaan sampai dengan kedalaman 150 m adalah 303.624 ton. Dari biomassa total tersebut terdiri atas ikan pelagis kecil 204.695 ton atau 67% dan ikan pelagis besar 98.930 ton atau 33%. Biomassa ikan pelagis kecil cenderung menurun dengan bertambahnya kedalaman, sedangkan biomassa ikan pelagis besar memiliki kecenderungan meningkat seiring dengan meningkatnya kedalaman perairan.

**ABSTRACT:** *Estimation of the pelagic fish abundance in the waters of Tomini Bay using split beam acoustic method. By: Mohammad Natsir, Bambang Sadhotomo, and Wudianto*

*The current study aims to estimate pelagic fish abundance in Tomini Bay waters using acoustic methods, particularly split beam acoustic for which the use, in fisheries resources exploration was rapidly developed in several developed countries and research institutes. This study was conducted in Tomini Bay waters from 22<sup>nd</sup> July 2003 until 5<sup>th</sup> August 2003. The analysis resulted the average of densities for each stratum were 5.8 ind.  $1,000\text{ m}^{-3}$  for 0–25 m stratum, 7.2 ind.  $1,000\text{ m}^{-3}$  for 25–50 m stratum, 2.2 ind.  $1,000\text{ m}^{-3}$  for 50–100 m stratum, and 0.8 ind.  $1,000\text{ m}^{-3}$  for 100–150 m stratum. The total biomass of pelagic fish in Tomini Bay (area around of  $59,000\text{ km}^2$ ) was estimated around 303,624 ton. Total biomass for small pelagic fish was about 204,695 ton (67%), whereas the total biomass for large pelagic fish was 98,930 ton (33%). Small pelagic biomass was decreasing unanimously to the increasing of the depth, in contrast, the biomass of large pelagic fish was increasing when the depth of waters was increase.*

**KEYWORDS:** *estimation, abundance, pelagis fish, acoustic, Tomini Bay*

### PENDAHULUAN

Teluk Tomini merupakan salah satu perairan di Indonesia yang sangat potensial untuk pengembangan usaha perikanan. Potensi sumber daya perikanan pelagis, baik itu pelagis kecil maupun pelagis besar telah dimanfaatkan oleh nelayan-nelayan yang tinggal di sekitar perairan Teluk Tomini, di antaranya nelayan berasal dari Manado, Marisa, Bitung, Gorontalo, Parigi, Poso, Pagimana, dan Luwuk. Kajian tentang potensi sumber daya perikanan di wilayah ini mutlak dibutuhkan untuk memberikan gambaran mengenai status stoknya.

Informasi tentang dugaan biomassa ikan di suatu perairan merupakan hal yang sangat penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan di wilayah tersebut. Beberapa metode dapat digunakan untuk menduga nilai biomassa ikan di suatu wilayah perairan. Salah satu metode yang dapat diaplikasikan adalah dengan menggunakan metode akustik.

Menurut MacLennan & Simmonds (1992) pendugaan stok ikan yang diperoleh melalui pendekatan akustik memiliki sedikit perbedaan dengan konsep pedugaan stok dengan pendekatan biologi seperti yang dikembangkan Gulland (1983).

Penggunaan *echo sounder* dan *echo integrator* untuk keperluan eksplorasi sumber daya perikanan khususnya ikan-ikan pelagis, pada tahun terakhir ini berkembang dengan pesat terutama di negara-negara maju dan pada beberapa lembaga penelitian. Peralatan *echo integrator* digunakan untuk mendapatkan integrasi-sinyal *echo* dari *echo sounder* bim tunggal, bim ganda, maupun bim terbagi atau sonar konvensional. Tingkat ketepatan teknik ini sangat tinggi dan menguntungkan sehingga dapat digunakan sebagai penduga kelimpahan ikan di suatu perairan (Kailola & Trap, 1984).

Tulisan ini memberikan gambaran tentang estimasi stok ikan pelagis di wilayah perairan Teluk Tomini

<sup>1)</sup> Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Jakarta



melalui metode akustik, khususnya metode akustik bim terbagi (*split beam acoustic system*). Dari hasil ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang besaran biomassa ikan pelagis sehingga dapat digunakan sebagai bahan kebijakan dalam pemanfaatan sumber daya ikan secara optimal dan berkelanjutan.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Tomini pada tanggal 22 Juli sampai dengan 5 Agustus 2003, dengan menggunakan KM. Malalugis, kapal latih dari Balai Pelatihan Perikanan Bitung. Data akustik diperoleh dengan alat *echo sounder* SIMRAD EY 500 yang ditempatkan di atas kapal dengan penempatan *transducer* bim terbagi (*split beam echosounder*) yang ditempatkan pada sisi kanan luar kapal dengan sistem *side mounted*. Dalam pengambilan data akustik digunakan bentuk tansek sistematis paralel (Mac Lennan, 1990) seperti disajikan pada Gambar 1.

**Perhitungan Biomassa Jumlah Individu**

Data yang terkumpul dari hasil akuisisi dianalisis menggunakan software EP 500 dengan *elementary distance sampling unit* sepanjang 1 mil, analisis terhadap hasil akuisisi ini menghasilkan nilai rata-rata densitas absolut dengan satuan ind. m<sup>-3</sup> untuk masing-masing strata kedalaman, nilai densitas yang digunakan adalah nilai densitas rata-rata untuk seluruh transek pada sepanjang jalur pelayaran. Selanjutnya, dari nilai densitas rata-rata ini didapatkan

jumlah individu per strata kedalaman dengan menggunakan persamaan:

$$n_i = \sum(\rho \cdot V_i) \dots\dots\dots 1)$$

di mana:

- $n_i$  = Jumlah individu strata kedalaman ke- $i$
- $\rho$  = Rata-rata volume densitas
- $V_i$  = Volume perairan strata kedalaman ke- $i$

**Komposisi Ukuran**

Secara akustik, hubungan antara TS (*target strength*) dengan *backscattering crosssection* ( $\sigma_{bs}$ ) adalah sebagai berikut:

$$TS = 10 \log \sigma_{bs} \dots\dots\dots 2)$$

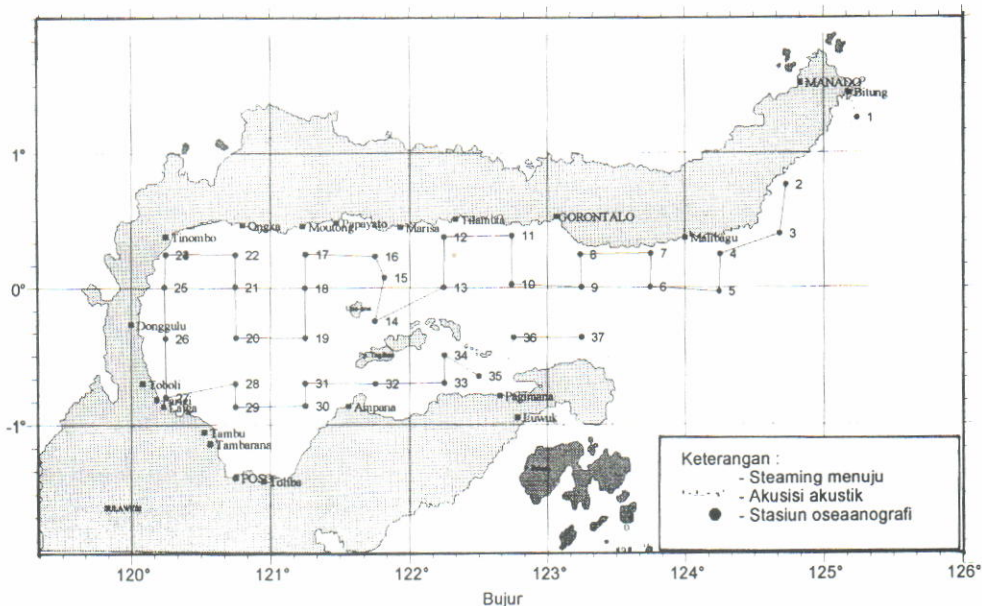
Sehingga ukuran panjang ikan (L) berhubungan juga dengan *backscattering crosssection* ( $\sigma_{bs}$ ) dengan persamaan  $\sigma_{bs} = aL^2$ , dengan demikian hubungan antara *target strength* (TS) dan L (panjang ikan) menjadi sebagai berikut:

$$TS = 20 \log L + A \dots\dots\dots 3)$$

di mana:

- A = Nilai target strength untuk 1 cm panjang ikan (*normalized target strength*) nilai ini tergantung pada spesies ikan

Khusus untuk ikan-ikan yang mempunyai gelembung renang (*bladder fish*), hubungan linear tersebut sudah banyak diteliti dan diuji kebenarannya



Gambar 1. Peta menunjukkan transek survei akustik di perairan Teluk Tomini.  
Figure 1. Map showing the acoustic survey transect in Tomini Bay.

(Foote, 1987 dalam Arnaya, 1991b), akan tetapi untuk ikan-ikan yang tidak mempunyai gelembung renang (*bladderless fish*) memerlukan penelitian lebih lanjut.

Besaran nilai 20 log L dalam persamaan (3) di atas juga bervariasi karena sangat tergantung dari spesies ikan dan faktor-faktor instrumen yang digunakan. Untuk *bladder fish physoclist* (ikan dengan gelembung renang tertutup) nilai A adalah -67,5 dB dan untuk *bladder fish physostomes* (ikan dengan gelembung renang terbuka) nilai A adalah -71,9 dB. Sedangkan bagi ikan yang tidak memiliki gelembung renang (*bladderless fish*) besarnya nilai A adalah -80 dB (Foote, 1987 dalam Arnaya, 1991b).

Untuk penelitian saat ini besaran nilai A (*normalized target strength*) yang digunakan adalah -80 dB, yaitu untuk jenis ikan yang tidak memiliki gelembung renang (*bladderless fish*), karena berdasarkan pada data hasil tangkapan sebagian besar ikan pelagis yang tertangkap adalah jenis ikan malalugis (*Decapterus macarellus*). Ikan malalugis tergolong dalam jenis ikan yang tidak memiliki gelembung renang.

Menurut MacLennan & Simmonds (1992) konversi panjang ikan dugaan menjadi bobot dugaan dilakukan dengan persamaan yang menjelaskan hubungan panjang bobot dari spesies ikan yang akan diestimasi yaitu:

$$W=aL^b \dots\dots\dots 4)$$

di mana:

- W = Bobot ikan
- L = Panjang ikan
- a dan b = Konstanta untuk spesies tertentu

Selanjutnya, karena bentuk persamaan *target strength* adalah persamaan logaritmik dan persamaan

panjang bobot bukan merupakan persamaan yang linier, maka persamaan panjang bobot yang digunakan untuk mengkonversi panjang dugaan menjadi bobot dugaan menjadi seperti berikut:

$$Wt=a\left\{\sum_i \{ni(Li+\Delta L/2)^{b+1}-(Li-\Delta L/2)^{b+1}\}/\{(b+1)\Delta L\}\dots 5)\right.$$

di mana:

- Wt = Bobot total
- a, b = Konstanta untuk spesies tertentu
- ni = Jumlah individu pada kelas ke-i
- Li = Nilai tengah dari kelas panjang ke-i
- ΔL = Selang kelas panjang

**HASIL DAN BAHASAN**

**Densitas Absolut Rata-Rata**

Untuk mendapatkan rata-rata densitas ikan pelagis dibuat beberapa stratifikasi kedalaman antara lain 0 sampai dengan 25 m, 25 sampai dengan 50 m, 50 sampai dengan 100 m, dan 100 sampai dengan 150 m. Volume densitas absolut rata-rata yang diperoleh untuk tiap strata kedalaman dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2. Densitas rata-rata tertinggi terdeteksi pada strata kedalaman 25 sampai dengan 50 m yaitu 7,195 ind. 1.000 m<sup>-3</sup>. Selanjutnya, densitas menunjukkan pola menurun terhadap kedalaman, rendahnya densitas pada strata kedalaman 100 sampai dengan 150 m diperkirakan disebabkan adanya lapisan termoklin pada strata kedalaman ini.

Pada penelitian ini sebagai batasan perairan Teluk Tomini adalah daratan Sulawesi bagian dalam di bagian utara, daratan Sulawesi bagian dalam di bagian barat, daratan Sulawesi bagian dalam di bagian selatan dan Bujur 124°BT di bagian timur. Luas lahan ini diperkirakan sekitar 17.220 mil<sup>2</sup>, atau

Tabel 1. Rata-rata densitas absolut ikan pelagis berdasarkan pada strata kedalaman di perairan Teluk Tomini

Table 1. Average of the absolute density for pelagic fish by depth stratum in Tomini Bay

Strata kedalaman	Densitas pelagis kecil	Densitas pelagis besar	Densitas total (ind. 1.000 m <sup>-3</sup> )
0-25 m	5,791	0,010	5,800±13,5
25-50 m	7,190	0,005	7,195±14,2
50-100 m	2,192	0,006	2,198±5,8
100-150 m	0,784	0,004	0,788±7,7

Tabel 2. Jumlah individu ikan berdasarkan pada *target strength* dan strata kedalaman

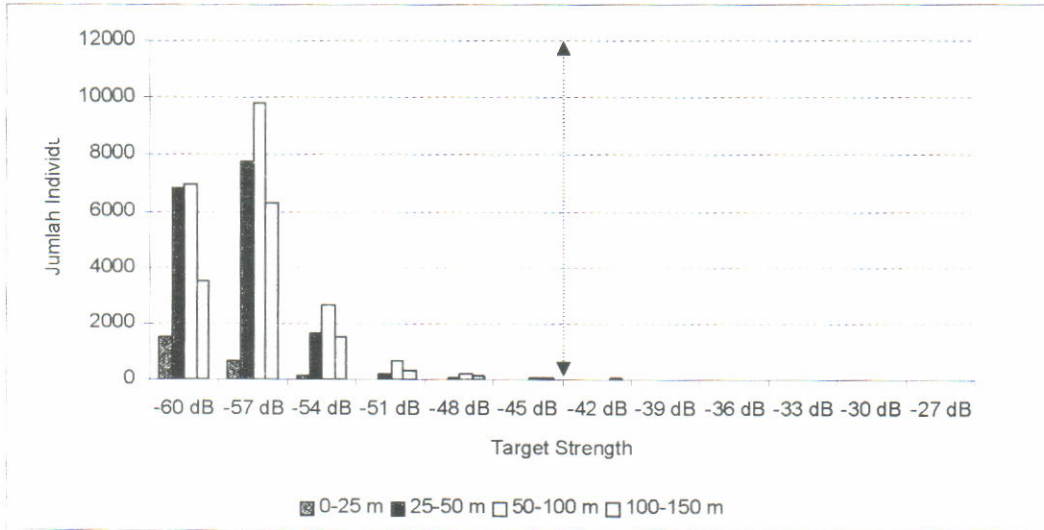
Table 2. Number of individual fish based on target strength and depth stratum

Strata	Nilai <i>target strength</i> (dB)												Total
	-60	-57	-54	-51	-48	-45	-42	-39	-36	-33	-30	-27	
0-25 m	1.540	695	125	13	7	5	3	1	0	0	0	0	2.389
25-50 m	6.858	7.768	1.628	228	38	14	10	1	1	0	0	0	16.546
50-100 m	6.961	9.841	2.631	661	185	53	28	16	7	1	0	0	20.384
100-150 m	3.512	6.315	1.558	299	134	79	40	12	4	3	2	1	11.959



sekitar 59.000 km<sup>2</sup>. Dari luas lahan ini dapat dihitung volume perairan untuk strata kedalaman 1 (0 sampai dengan 25 m) sampai dengan strata kedalaman 4 (100 sampai dengan 150 m) sehingga besaran nilai biomassa ikan secara keseluruhan di perairan Teluk Tomini dapat dihitung.

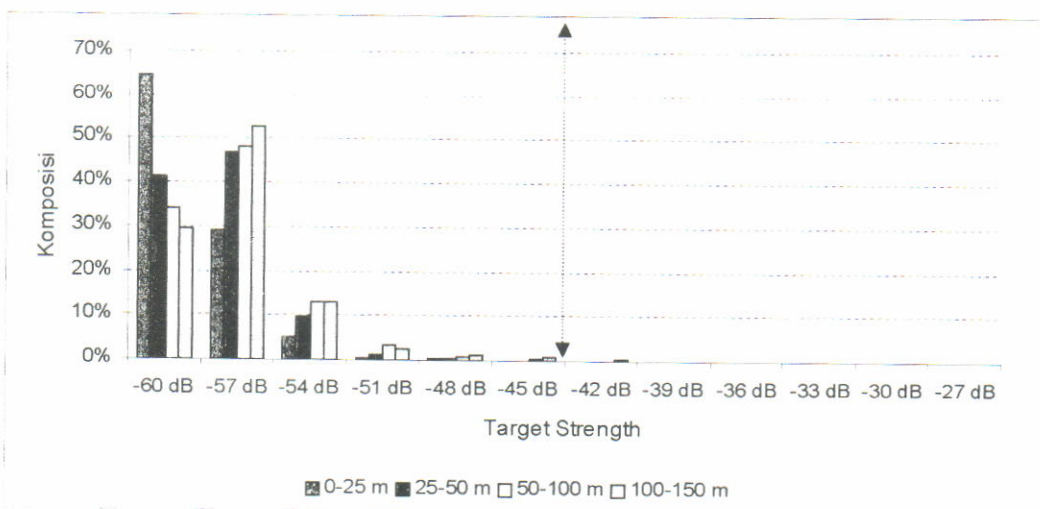
Dari Tabel 2, 3, dan Gambar 2, 3 dapat terlihat bahwa target paling banyak terdeteksi pada strata kedalaman 2 (25 sampai dengan 50 m), target dengan ukuran kecil, yaitu target dengan nilai *target strength* kurang dari -54 dB cenderung meningkat menurut kedalaman sampai pada strata kedalaman



Gambar 2. Jumlah individu berdasarkan pada nilai target pada setiap strata kedalaman.  
Figure 2. Number of fish based on target strength for each depth stratum.

Tabel 3. Komposisi (%) berdasarkan pada nilai *target strength* ikan dan strata kedalaman  
Table 3. Composition (%) based on the target strength value and depth stratum

Strata	Nilai <i>target strength</i> (dB)											
	-60	-57	-54	-51	-48	-45	-42	-39	-36	-33	-30	-27
0-25 m	64,5	29,1	5,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-50 m	41,4	46,9	9,8	1,4	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50-100 m	34,1	48,3	12,9	3,2	0,9	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
100-150 m	29,4	52,8	13,0	2,5	1,1	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0



Gambar 3. Komposisi individu berdasarkan pada *target strength* pada setiap strata kedalaman.  
Figure 3. Composition of individual based on target strength for each depth stratum.

50 sampai dengan 100 m, kemudian menurun seiring bertambahnya kedalaman, sedangkan target dengan ukuran lebih besar, target dengan nilai *target strength* lebih dari -45 dB cenderung meningkat berdasarkan pada semakin dalam perairan yakni strata 100 sampai dengan 150 m.

Komposisi tiap strata kedalaman lebih jelas menunjukkan pola peningkatan komposisi target dengan nilai *target strength* yang lebih besar seiring dengan meningkatnya kedalaman. Secara umum, ikan-ikan dengan ukuran yang lebih besar lebih banyak terdeteksi pada kedalaman yang lebih dalam, hal ini sesuai dengan perbedaan *swimming layer* dari masing-masing ukuran ikan dugaan di mana ikan-ikan dengan ukuran lebih besar cenderung berenang di kedalaman yang lebih dalam dibandingkan ikan-ikan yang berukuran kecil.

### Hubungan Panjang Bobot

Hubungan panjang bobot yang digunakan dibagi menjadi 2 kategori yaitu ikan pelagis kecil dan ikan pelagis besar, pembagian kriteria tersebut didasarkan pada nilai *target strength* ikan, di mana ikan-ikan dengan nilai *target strength* kurang dari -42 dB digolongkan ikan pelagis kecil, sedangkan ikan-ikan dengan nilai *target strength* lebih dari -42 dB termasuk dalam kategori ikan pelagis kecil (Pasaribu *et al.* 1991 dalam Hutahean (1999).

Proses konversi panjang ikan dugaan dari nilai *target strength* dilakukan dengan menggunakan persamaan 3 dengan nilai konstanta -80 dB. Besaran nilai konstanta untuk ikan-ikan tanpa gelembung renang berdasarkan pada eksperimen yang telah dilakukan oleh Edwards & Armstrong (1984), Armstrong (1986), Foote *et al.* (1990) dalam MacIennan & Simmonds (1992). Dengan asumsi ikan-ikan tanpa gelembung renang di Teluk Tomini mengikuti persamaan dari hasil penelitian-penelitian

sebelumnya yang telah dilakukan untuk ikan-ikan tanpa gelembung renang.

### Ikan Pelagis Kecil

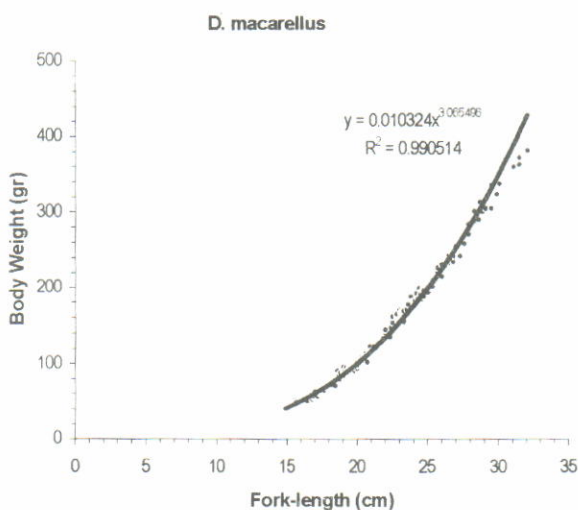
Persamaan panjang bobot yang dipakai dalam proses konversi panjang bobot ikan pelagis dari panjang ikan dugaan adalah ikan pelagis kecil dominan di perairan Teluk Tomini yaitu ikan malalugis (*Decapterus macarellus*). Dari Gambar 4 dapat terlihat hubungan antara panjang bobot ikan malalugis memiliki persamaan  $W=0,01032 L^{3,06549d}$  dengan satuan konversi adalah cm menjadi gram, persamaan inilah yang dipakai dalam proses penghitungan biomassa total ikan pelagis kecil di perairan Teluk Tomini.

### Ikan Pelagis Besar

Proses konversi panjang ikan dugaan menjadi nilai bobot ikan dugaan untuk ikan pelagis besar dilakukan dengan menggunakan persamaan panjang bobot dari madidihang *yellowfin tuna* (*Thunnus albacares*) yang merupakan spesies ikan pelagis besar dominan yang ada di Teluk Tomini. Persamaan panjang bobot yang diperoleh untuk ikan pelagis besar (madidihang) adalah  $W=0,000019 L^{2,976}$  seperti terlihat pada Gambar 5.

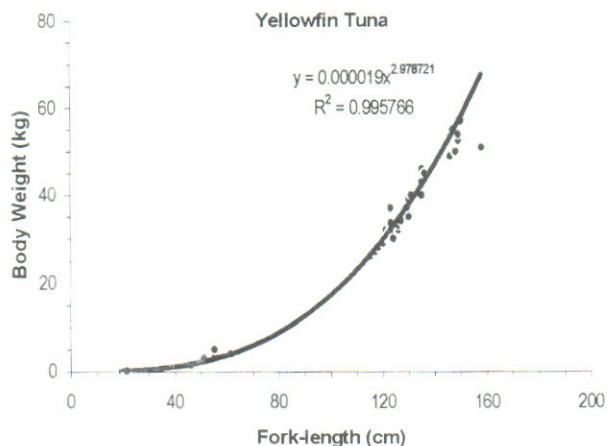
### Nilai Dugaan Stok

Satuan (unit) yang digunakan untuk dugaan stok ikan secara keseluruhan yang diperoleh dari hasil perhitungan metode akustik adalah ton. Nilai biomassa ini merupakan nilai biomassa yang mewakili lahan 17.220 mil<sup>2</sup>, atau lebih dari 59.000 km<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut didapatkan biomassa total perairan Teluk Tomini adalah 303.624 ton km<sup>-2</sup>, biomassa ini terbagi pada masing-masing strata kedalaman dan nilai panjang ikan dugaan.



Gambar 4. Hubungan panjang bobot ikan malalugis (*Decapterus macarellus*).  
Figure 4. Length weight relationship of *Decapterus macarellus*.





Gambar 5. Hubungan panjang bobot ikan madidihang (*Thunnus albacares*).  
 Figure 5. Length weight relationship of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*).

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai biomassa yang diperoleh menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya kedalaman, dengan biomassa terbesar terdapat pada strata kedalaman 100 sampai dengan 150 m yaitu 119.587 ton, sedangkan nilai dugaan biomassa terkecil terdapat pada strata

kedalaman 50 sampai dengan 100 m yaitu 12.017 ton, kecilnya biomassa di strata kedalaman ini diduga karena pada strata kedalaman ini adalah daerah termoklin yang memang kurang cocok untuk hidup bagi ikan pelagis karena adanya perubahan suhu yang relatif mencolok (Laevastu & Hayes, 1981).

Tabel 4. Nilai biomassa ikan pelagis pada masing-masing strata kedalaman  
 Table 4. Biomass value of pelagic fish by depth stratum

Strata kedalaman	Biomassa (ton)		
	Pelagis kecil	Pelagis besar	Total
0-25 m	67.348	9.625	76.973
25-50 m	88.504	6.542	95.047
50-100 m	8.309	3.708	12.017
100-150 m	40.534	79.053	119.587
<b>Total</b>	<b>204.695</b>	<b>98.930</b>	<b>303.624</b>

Dari hasil nilai biomassa yang diperoleh dapat dilakukan pembagian nilai biomassa ikan pelagis kecil dan biomassa ikan pelagis besar. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa biomassa di perairan didominasi biomassa ikan pelagis kecil yaitu 204.695 ton atau lebih dari 67% dari total biomassa, sedangkan

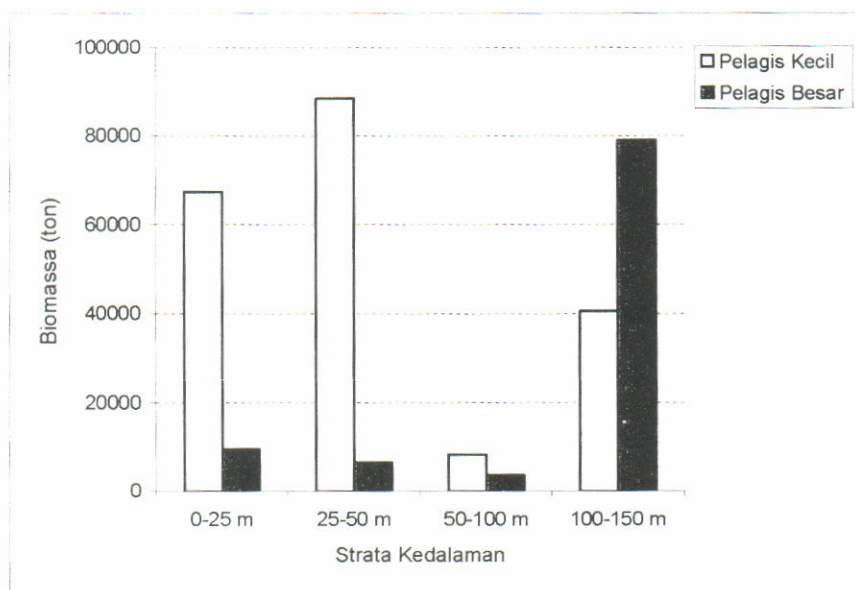
densitas ikan pelagis besar adalah 98.930 ton atau 33% dari total biomassa. Hal ini, sesuai dengan fenomena pada piramida makanan di mana mangsa (*prey*) yang dalam hal ini ikan pelagis kecil memiliki ketersediaan dalam perairan dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan pemangsa (*predator*).

Tabel 5. Nilai Kepadatan (ton km<sup>-2</sup>) ikan pelagis kecil dan ikan pelagis besar per strata kedalaman  
 Table 5. Densiti (in ton per square km) of small pelagic and large pelagic by depth stratum

Strata kedalaman	Kepadatan (ton Km <sup>-2</sup> )		
	Pelagis kecil	Pelagis besar	Total
0-25 m	1,141	0,163	1.305
25-50 m	1,500	0,111	1.611
50-100 m	0,141	0,063	0.204
100-150 m	0,687	1,340	2.027
<b>Total</b>	<b>3,469</b>	<b>1,677</b>	<b>5.146</b>

Pada Gambar 6 dapat dilihat sebaran biomassa menurut kedalaman untuk ikan-ikan pelagis besar dan ikan pelagis kecil. Nilai biomassa ikan pelagis besar menunjukkan pola peningkatan seiring dengan bertambahnya kedalaman, sebaliknya biomassa ikan-

ikan pelagis kecil terlihat menurun seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini, sesuai dengan *swimming layer* ikan-ikan pelagis kecil yang berada pada strata kedalaman yang relatif lebih dangkal dibandingkan ikan pelagis besar.



Gambar 6. Nilai biomassa ikan pelagis kecil dan ikan pelagis besar per kedalaman.  
 Figure 6. Biomass of the small pelagic and large pelagic fish by depth stratum.

### KESIMPULAN

1. Nilai dugaan biomassa perairan Teluk Tomini sampai dengan kedalaman 150 m adalah 303.624 ton. Biomassa ini merupakan nilai biomassa yang mewakili lahan 17.220 mil<sup>2</sup>, atau lebih dari 59.000 km<sup>2</sup> sehingga didapatkan kepadatan total ikan di perairan Teluk Tomini 5.140 ton km<sup>-2</sup>.
2. Biomassa total untuk ikan pelagis kecil adalah 204.695 ton atau 67% dari total biomassa, sedangkan untuk ikan pelagis besar adalah 98.930 atau 33 % dari total biomassa.
3. Biomassa ikan pelagis cenderung menurun seiring bertambahnya kedalaman, sedangkan biomassa ikan pelagis besar memiliki kecenderungan meningkat seiring bertambahnya kedalaman.

### DAFTAR PUSTAKA

Armstrong, F. 1986. *Target strength of sandeels*. Int. Count. Explor. Sea CM 1986/B:5, 6 hal.

Arnaya, I. N. 1991b. Diktat kuliah akustik kelautan II. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Edwards, J. I. & Armstrong F. 1984. Target strength experiments on caged fish. *Scott. Fish. Bull.*, 48, 12-20.

Gulland, J. A. 1983. *Fish stock assesment, a manual of basic methods*. FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Vol.1. Wiley. Chichester. 223 hal.

Hutahean, A. A. 1999. *Studi tentang target strength ikan pelagis besar di perairan Selat Sunda*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.

Kailola, P. J. & Tarp T. G. 1984. *Trawled fishes of Southern Indonesia and Northwestern Australia*. Australian Development Assistance Bureau. Direktorat General of fisheries. Indonesia. German Agency for Technical Cooperation.

Laevastu, T. & M. L. Hayes. 1981. *Fisheries oceanography and ecology*. Fishing News Book Ltd.

MacLennan, D. N. 1990. Acoustical measurement of fish abundance. *J Acoust. Soc. Am.* (62): 1-15.

MacLennan, D. N. & E. J. Simmonds. 1992. *Fisheries acoustics*. Chapman & Hall. London. 325 hal.

SIMRAD. 1993b. SIMRAD EP 500 (Operational manual). Horten-Norway.

SIMRAD EY 500. 1997. Portable scientific echosounder. Horten-Norway.