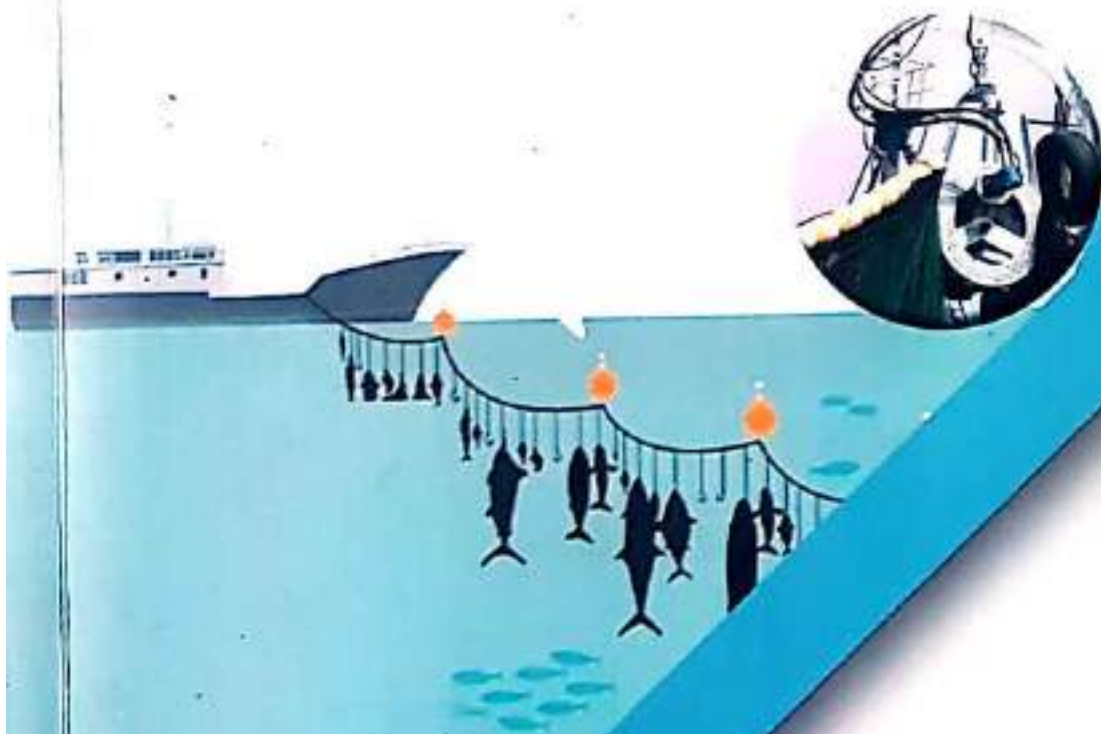


# TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi  
Dr. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc  
Dr. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc



*Djangkar*  
Penerbit Buku Maritim



Memfotokopi/membajak buku ini melanggar UU No. 28 Th 2014

# **TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN**

## Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Lingkup Hak Cipta

#### Pasal 1

Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

### Ketentuan Pidana

#### Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

### PENTING DIKETAHUI

**Penerbit** adalah rekanan pengarang untuk menerbitkan sebuah buku. Bersama pengarang, penerbit menciptakan buku untuk diterbitkan. Penerbit mempunyai hak atas penerbitan buku tersebut serta distribusinya, sedangkan pengarang memegang hak penuh atas karangannya dan berhak mendapatkan royalti atas penjualan bukunya dari penerbit.

**Percetakan** adalah perusahaan yang memiliki mesin cetak dan menjual jasa pencetakan. Percetakan tidak memiliki hak apa pun dari buku yang dicetaknya kecuali upah. Percetakan tidak bertanggung jawab atas isi buku yang dicetaknya.

**Pengarang** adalah pencipta buku yang menyerahkan naskahnya untuk diterbitkan di sebuah penerbit. Pengarang memiliki hak penuh atas karangannya, tetapi menyerahkan hak penerbitan dan distribusi bukunya kepada penerbit yang ditunjuknya sesuai batas-batas yang ditentukan dalam perjanjian. Pengarang berhak mendapatkan royalti atas karyanya dari penerbit, sesuai dengan ketentuan di dalam perjanjian Pengarang-Penerbit.

**Pembajak** adalah pihak yang mengambil keuntungan dari kepakaran pengarang dan kebutuhan belajar masyarakat. Pembajak tidak mempunyai hak mencetak, tidak memiliki hak menggandakan, mendistribusikan, dan menjual buku yang digandakannya karena tidak dilindungi *copyright* ataupun perjanjian Pengarang-Penerbit. Pembajak tidak peduli atas jerih payah pengarang. Buku pembajak dapat lebih murah karena mereka tidak perlu mempersiapkan naskah mulai dari pemilihan judul, editing hingga persiapan pracetak, tidak membayar royalti, dan tidak terikat perjanjian dengan pihak mana pun.

### PEMBAJAKAN BUKU ADALAH KRIMINAL!

Anda jangan menggunakan buku bajakan, demi menghargai jerih payah para pengarang yang notabene adalah para guru.

# TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi  
Dr. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc  
Dr. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc



**Djangkar**  
Penerbit Buku Maritim

## Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Lingkup Hak Cipta

#### Pasal 1

Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

### Ketentuan Pidana

#### Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

### PENTING DIKETAHUI

**Penerbit** adalah rekanan pengarang untuk menerbitkan sebuah buku. Bersama pengarang, penerbit menciptakan buku untuk diterbitkan. Penerbit mempunyai hak atas penerbitan buku tersebut serta distribusinya, sedangkan pengarang memegang hak penuh atas karangannya dan berhak mendapatkan royalti atas penjualan bukunya dari penerbit.

**Percetakan** adalah perusahaan yang memiliki mesin cetak dan menjual jasa pencetakan. Percetakan tidak memiliki hak apa pun dari buku yang dicetaknya kecuali upah. Percetakan tidak bertanggung jawab atas isi buku yang dicetaknya.

**Pengarang** adalah pencipta buku yang menyerahkan naskahnya untuk diterbitkan di sebuah penerbit. Pengarang memiliki hak penuh atas karangannya, tetapi menyerahkan hak penerbitan dan distribusi bukunya kepada penerbit yang ditunjuknya sesuai batas-batas yang ditentukan dalam perjanjian. Pengarang berhak mendapatkan royalti atas karyanya dari penerbit, sesuai dengan ketentuan di dalam perjanjian Pengarang-Penerbit.

**Pembajak** adalah pihak yang mengambil keuntungan dari kepakaran pengarang dan kebutuhan belajar masyarakat. Pembajak tidak mempunyai hak mencetak, tidak memiliki hak menggandakan, mendistribusikan, dan menjual buku yang digandakannya karena tidak dilindungi *copyright* ataupun perjanjian Pengarang-Penerbit. Pembajak tidak peduli atas jerih payah pengarang. Buku pembajak dapat lebih murah karena mereka tidak perlu mempersiapkan naskah mulai dari pemilihan judul, editing hingga persiapan pracetak, tidak membayar royalti, dan tidak terikat perjanjian dengan pihak mana pun.

### PEMBAJAKAN BUKU ADALAH KRIMINAL!

Anda jangan menggunakan buku bajakan, demi menghargai jerih payah para pengarang yang notabene adalah para guru.

# TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi  
Dr. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc  
Dr. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc



*Djangkar*  
Penerbit Buku Maritim

EGC 2480

**TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN**

Oleh: Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi

Dr. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc

Dr. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc

Editor penyelaras: Egi Komara Yudha

Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Buku Maritim Djangkar

© 2016 Penerbit Buku Maritim Djangkar (Subdivisi EGC)

P.O. Box 4276/Jakarta 10042

Telepon: 6530 6283

Desain kulit muka: M. Imron

Penata letak: Hidayat Enggar Tiasto

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Cetakan 2017

**Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT)**

**Sudirman**

Teknologi alat bantu penangkapan ikan / Sudirman, Muhammad Kurnia, Mukti Zainuddin ; editor penyelaras, Egi Komara Yudha. — Jakarta : EGC, 2017.  
viii, 197 hlm. : 15,5 × 24 cm.

ISBN 978-979-044-753-0

I. Ikan, Penangkapan – Alat-alat. I. Judul. II. Muhammad Kurnia.  
III. Mukti Zainuddin. IV. Egi Komara Yudha.

639.202 84

*Penerbit dan editor tidak bertanggung jawab atas segala kerugian atau cedera pada individu dan/atau kerusakan properti yang terjadi akibat atau berkaitan dengan penggunaan materi dalam buku ini.*



Isi di luar tanggung jawab percetakan

## PRAKATA

---

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME, karena berkat rahmat dan hidayat-Nya, buku ini dapat selesai disusun.

Buku **Teknologi Alat Bantu Penangkapan Ikan** ini kami susun untuk memberikan informasi kepada pembaca mengenai berbagai jenis alat bantu penangkapan ikan, khususnya di Indonesia.

Buku ini dapat menjadi rujukan bagi para pelajar, mahasiswa dari berbagai kalangan pendidikan seperti Sekolah Tinggi Perikanan, Akademi Perikanan, Politeknik Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang ada di Indonesia serta masyarakat umum sebagai tambahan pengetahuan. Ada beberapa mata kuliah yang relevan dan dapat memanfaatkan buku ini sebagai rujukan utama, antara lain, Alat Bantu Penangkapan Ikan, Dasar-Dasar Penangkapan ikan, Teknologi Penangkapan Ikan, Desain dan Alat Penangkapan Ikan.

Struktur penulisan buku ini secara umum terdiri dari 9 bab, diawali dengan Pendahuluan, yang mengantar pembaca mengenal jenis alat bantu dalam penangkapan ikan. Pada bab Selanjutnya, dibahas mengenai alat bantu cahaya, rumpon, akustik, dan alat bantu lainnya. Pada bagian akhir, buku ini menyajikan pula jenis-jenis perahu yang digunakan untuk tujuan penangkapan ikan.

Penulis sangat menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan dan kemampuan penulis. Oleh sebab itu, saran konstruktif dari pembaca tetap penulis nantikan demi penyempurnaan buku ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga buku ini dapat membawa harapan dan manfaat bagi para pembaca dan pemanfaat sumber daya perikanan, khususnya perikanan pantai secara bertanggung jawab dan berkelanjutan di wilayah perairan Republik Indonesia dan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI).

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b>	<b>v</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2 KLASIFIKASI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN</b>	<b>4</b>
Teknologi Alat Bantu Penangkapan Ikan	4
<b>BAB 3 RUMPON (<i>FISH AGGREGATION DEVICE</i>) SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN</b>	<b>7</b>
Definisi <i>Fish Aggregation Device</i>	7
Bahan dan Komponen Rumpon	11
Konstruksi Rumpon	14
Jenis Ikan di Sekitar Rumpon	16
Alat Tangkap yang Menggunakan Rumpon	17
Dampak Pemasangan Rumpon	19
Pengontrolan Rumpon	20
Pemasangan Rumpon	22
Atraktor Cumi-Cumi Sebagai Rumpon Khusus Cumi-Cumi	29
Rumpon Laut Tipe Jawa Timur ( <i>East Java Type Rumpon</i> )	35
<b>BAB 4 PENGGUNAAN CAHAYA LAMPU SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN</b>	<b>38</b>
Sejarah Penggunaan Cahaya pada Penangkapan Ikan	38
Respons Ikan Terhadap Stimuli Cahaya	42
Peranan Cahaya dan Sifatnya dalam Air	45
Perkembangan Penelitian <i>Light Fishing</i> di Indonesia	47
Pemanfaatan Lampu Listrik pada Bagan Tancap	51
Komposisi Jenis Ikan yang Tertangkap	53
Perbandingan Hasil Tangkapan Antarjenis Lampu	56
<b>BAB 5 AKUSTIK SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN</b>	<b>63</b>
Pendahuluan	63
Hidroakustik	67
<i>Target Strength</i>	72

<b>BAB 6 TEKNOLOGI PENGINDRAAN JARAK JAUH (MARINE REMOTE SENSING)</b>	<b>95</b>
Pendahuluan	95
Prinsip Kerja Pengindraan Jarak Jauh	95
Aplikasi Pengindraan Jarak Jauh dan Sig dalam Menentukan Zona Potensi Penangkapan Ikan	97
<b>BAB 7 PERLENGKAPAN PENANGKAPAN IKAN PADA BERBAGAI ALAT TANGKAP</b>	<b>124</b>
Pendahuluan	124
Perlengkapan pada <i>Long Line</i>	124
Perlengkapan pada Pancing Cumi-Cumi ( <i>Squid Jigging</i> )	126
Perlengkapan pada <i>Trawl</i>	127
Perlengkapan pada <i>Purse Seine</i>	130
Alat Bantu pada <i>Gill Net</i>	140
Alat Bantu <i>Roller</i> pada Bagan	140
<b>BAB 8 PENGGUNAAN ALAT NAVIGASI DALAM PERIKANAN TANGKAP</b>	<b>145</b>
Pendahuluan	145
Alat Bantu Nautika Kapal Perikanan	145
Jenis dan Aplikasi Alat Bantu Navigasi dan Komunikasi Kapal Perikanan	146
Radar	154
Alat Navigasi Kapal Lain	166
<b>BAB 9 PERAHU SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN</b>	<b>171</b>
Pendahuluan	171
Jenis Perahu	171
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>179</b>
<b>PENGERTIAN ISTILAH YANG DIGUNAKAN (GLOSSARY)</b>	<b>190</b>
<b>BIODATA PENULIS</b>	<b>194</b>
Prof. DR. Ir. H. Sudirman, M.Pi.	194
DR. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc.	196
DR. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc.	197

## BAB 1

# PENDAHULUAN

Aktivitas penangkapan ikan merupakan salah satu profesi di bidang perikanan yang sudah lama dilakukan manusia dari dulu hingga saat ini. Menurut sejarah, sekitar 100.000 tahun yang lalu, Manusia Neanderthal (*Neanderthal Man*) telah melakukan kegiatan penangkapan ikan dengan teknik yang sangat sederhana (Sarhange & Lamberck, 1991).

Profesi penangkapan ikan berkembang terus seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan banyak menyerap tenaga kerja serta berkontribusi dalam memperlancar roda perekonomian masyarakat, termasuk berkontribusi dalam perekonomian bangsa dan negara. Karena melibatkan banyak orang dalam bidang sosial-ekonomi masyarakat, profesi perikanan tangkap berkembang terus seiring perkembangan ilmu dan teknologi yang dicapai oleh peradaban manusia. Perkembangan tersebut diiringi pula perkembangan alat bantu penangkapan ikan yang memudahkan nelayan dalam melakukan proses penangkapan. Semakin maju suatu negara yang mempunyai laut atau perairan, alat bantu penangkapan yang digunakan semakin maju pula, walaupun alat bantu yang digunakan tersebut tidak memengaruhi prinsip operasi penangkapannya.

Negara Republik Indonesia memiliki perairan yang sangat luas, yang dihuni oleh berbagai jenis ikan dan biota perairan lainnya. Untuk memanfaatkan berbagai jenis ikan dan biota perairan lainnya, digunakan berbagai jenis alat penangkapan ikan dan alat bantu lainnya. Selain berbagai jenis alat tangkap sebagai alat utama dalam proses penangkapan ikan, seperti jaring, pancing, bubu, *trawl*, dan berbagai jenis alat tangkap lainnya, telah berkembang pula berbagai jenis alat bantu penangkapan ikan. Teknologi alat bantu penangkapan ikan adalah semua teknologi dan instrumen yang digunakan dalam penangkapan ikan, baik untuk mengumpulkan ikan, mencari keberadaan ikan, menentukan daerah penangkapan, maupun mempermudah pengoperasian alat tangkap.

Manfaat yang diperoleh nelayan dengan adanya alat bantu penangkapan ikan adalah mengurangi waktu pencarian ikan, karena daerah yang akan dituju sudah jelas tempatnya, selain mempermudah operasional penangkapan ikan. Dengan demikian, biaya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dapat berkurang sehingga menurunkan biaya operasional. Efisiensi dan efektivitas

operasional penangkapan ikan oleh nelayan dapat meningkat dengan harapan jumlah tangkapan ikan turut meningkat dengan biaya minimal. Situasi tersebut pada akhirnya berdampak positif terhadap pendapatan dan kesejahteraan nelayan.

Semakin maju suatu negara, semakin maju dan modern pula variasi dan modernisasi alat bantu yang digunakan dalam bidang perikanan tangkap. Sebagai contoh, negara-negara di Eropa dan Jepang, yang industri perikanan tangkapnya sudah maju, telah memproduksi alat bantu penangkapan yang canggih.

Alat bantu tersebut tidak secara langsung menangkap ikan, tetapi membantu dalam meningkatkan jumlah hasil tangkapan, serta mempermudah proses penangkapan dan penanganan hasil tangkapan. Sebagai contoh, rumpon telah banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengumpulkan ikan, baik pelagis kecil maupun pelagis besar sehingga memungkinkan berbagai jenis alat tangkap dapat dioperasikan dengan tidak membuang waktu dan biaya yang besar untuk mencari daerah penangkapan ikan yang subur. Dengan memasang rumpon di laut, ikan akan datang di sekitar rumpon, untuk selanjutnya ditangkap oleh nelayan.

Rumpon atau biasa juga disebut *Fish Agregation Device* (FAD), memiliki nama yang berbeda-beda di berbagai negara, seperti *payaos* (Filipina) atau *unjang* (Malaysia). Istilah "rumpon" telah lama digunakan oleh nelayan daerah Tegal (Jawa Tengah) dalam pengoperasian alat tangkap payang. Rumpon diartikan sebagai alat bantu penangkapan yang berupa pelampung dari bambu yang digantungi daun kelapa untuk tempat ikan berkumpul sehingga ikan tersebut mudah ditangkap. Nelayan di Sulawesi Selatan menyebutnya sebagai "rompong". Di daerah lain, rumpon disebut sebagai "tendek". Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia telah membuat rumpon dasar yang terbuat dari ban bekas atau plastik yang diberi nama rumah ikan atau *fish apartement*, dalam usaha meningkatkan jumlah tangkapan nelayan serta mendorong kelestarian sumber daya perikanan laut. Hingga saat ini, rumpon telah banyak dipraktikkan oleh nelayan dan memberikan hasil yang baik.

Begitu pula dengan cahaya lampu. Dewasa ini, penggunaan lampu untuk menarik perhatian ikan sering kali ditemukan di laut. Pada malam hari, kilauan lampu di laut dapat kita lihat dari kapal atau perahu nelayan. Lampu tersebut digunakan sebagai alat bantu untuk menarik perhatian ikan sehingga ikan tersebut datang ke area cahaya buatan, yang akhirnya ditangkap dengan mudah oleh nelayan. Fenomena tersebut terus berkembang hingga saat ini sehingga memudahkan operasi penangkapan ikan. Jenis lampu yang digunakan juga semakin bervariasi. Pada awal perkembangannya, nelayan di tanah air menggunakan obor, selanjutnya menggunakan lampu petromaks. Saat ini, nelayan sudah banyak menggunakan lampu listrik, bahkan lampu celup dalam air.

Alat bantu lainnya adalah cara mendeteksi keberadaan ikan dalam laut atau perairan lainnya, baik horizontal maupun vertikal sehingga memungkinkan para nelayan menemukan daerah penangkapan ikan dan menangkapnya. Alat bantu seperti *sonar* (Sistem Sonar) yang merupakan singkatan dari *Sound Navigation and Ranging*, digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek bawah air, melalui pemancaran gelombang suara dan pengamatan "echo" yang kembali dari objek tersebut serta *echosounder*. Semua alat ini semakin banyak dimanfaatkan oleh nelayan untuk membantu mendeteksi keberadaan ikan dalam perairan. Di samping itu, beberapa alat bantu bidang akustik dapat pula menduga spesies ikan yang berada di perairan, menduga ukuran ikan serta menduga kelimpahannya. Semua alat bantu tersebut memudahkan para nelayan dan industri perikanan tangkap dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penangkapan ikan.

Fenomena terakhir adalah penggantian tenaga manusia dengan berbagai alat bantu penangkapan seperti *line hauler* pada *trawl* dan *long line* yang dapat menarik jaring atau pancing ke atas kapal dengan mudah. Selain itu, penggunaan *power block* memungkinkan para nelayan bekerja di atas kapal dengan mudah. Perkembangan ilmu pengetahuan tentang penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi atau SIG dalam menentukan daerah penangkapan ikan juga telah membantu para nelayan dalam menentukan posisi populasi ikan berada. Sebagai alat bantu penangkapan ikan, teknologi penginderaan jauh dapat memberikan solusi untuk menyediakan bagian informasi yang sangat diperlukan dalam mengakses dan meningkatkan hasil tangkapan nelayan (Kusumowidagdo dkk. 2008). Selanjutnya, fluktuasi kondisi perairan sangat memengaruhi rekrutmen, distribusi, kelimpahan, dan ketersediaan sumber daya perikanan. Pengetahuan tentang kondisi spesifik dan proses yang memengaruhi populasi ikan dapat dideteksi dengan sensor satelit, seperti tingkat kesuburan perairan, distribusi suhu permukaan laut, daerah *upwelling*, arus, dan pola pergerakan air. Semua ini dapat digunakan untuk memprediksi distribusi dan migrasi ikan serta menentukan zona potensi penangkapan ikan (Kusumowidagdo dkk, 2008).

Perahu atau kapal ikan dapat pula dikategorikan sebagai alat bantu dalam penangkapan ikan. Perahu atau kapal yang digunakan tidak secara langsung dapat melakukan penangkapan ikan, tetapi menjadi sarana apung yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan. Pembahasan secara detail tentang masing-masing alat bantu dalam bidang penangkapan ikan dapat Anda temukan dalam buku ini, dengan harapan dapat menambah wawasan keilmuan Anda di bidang perikanan tangkap, yang merupakan salah satu kegiatan ekonomi masyarakat di wilayah pesisir dan laut di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

## KLASIFIKASI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Teknologi alat bantu penangkapan ikan adalah semua teknologi dan instrumen alat bantu yang digunakan dalam penangkapan ikan, baik untuk mengumpulkan ikan, mencari keberadaan ikan, menentukan daerah penangkapan, maupun untuk mempermudah pengoperasian alat penangkapan ikan. Pada alat tangkap trawl dasar (*bottom trawl*), untuk menarik jaring ke atas kapal, dibutuhkan tenaga yang besar sehingga penggunaan tenaga manusia untuk menarik jaring tersebut sangat tidak memungkinkan. Oleh sebab itu, dibutuhkan alat bantu yang disebut *winch* dan *roller* atau penarik jaring. Hal ini berlaku juga pada alat tangkap *purse seine* ukuran besar, dengan panjang jaring lebih dari 1000 m, yang sangat sulit ditarik dengan tenaga manusia. Dengan adanya alat bantu berupa *power block* dan *roller*, operasional penangkapan dapat dilakukan dengan mudah.

Gambaran tersebut menunjukkan bahwa pemutakhiran alat bantu penangkapan pada industri penangkapan mutlak dilakukan. Dalam usaha penangkapan ikan, alat bantu penangkapan (*auxillary fishing gear*) merupakan hal yang penting, selain faktor teknologi alat (*fishing gear technology*), metode penangkapan (*fishing method*), kelimpahan ikan (*fish abundance*), area distribusi (*fishing area*), keterampilan nelayan (*crews*). Beberapa jenis alat tangkap dapat meningkatkan produktivitasnya setelah menggunakan alat bantu penangkapan.

Berdasarkan fungsinya, alat bantu penangkapan ikan dibagi ke dalam 4 kelompok, antara lain:

1. *Alat bantu yang bersifat mengumpulkan ikan (fish aggregating device) pada tempat tertentu sehingga mudah ditangkap.* Banyak jenis alat penangkapan ikan menggunakan alat bantu yang bersifat mengumpulkan ikan pada suatu tempat sehingga mudah ditangkap, seperti rumpon, lampu (permukaan atau bawah air). Alat bantu jenis ini umumnya pasif atau dipasang menetap pada suatu tempat. Aplikasinya dapat dilihat pada *purse seine*, yang memakai rumpon pada siang hari atau pemanfaatan lampu pada malam hari untuk berbagai jenis alat penangkapan ikan, seperti bagan tancap, bagan perahu, jaring atau beberapa jenis pancing. Di Indonesia, pemanfaatan rumpon dan cahaya sebagai alat bantu sudah umum digunakan (akan dibahas secara tersendiri pada bab berikutnya).

2. *Alat bantu yang sifatnya secara langsung mencari keberadaan ikan atau menentukan jenis sumber daya ikan yang ada dalam perairan.* Alat bantu jenis ini baru berkembang pada abad ke-20. Peralatan tersebut pada awalnya digunakan pada kapal selam untuk mendeteksi kapal lain di perairan, walaupun saat ini, telah dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan gerombolan ikan di suatu perairan, seperti *fish finder* atau *echosounder*. Teknologi tersebut berkembang dengan cepat dan digunakan pada alat tangkap ikan dasar atau ikan tengah perairan. Jaring tarik (*trawl*) adalah salah satu jenis yang memakai teknologi ini. Alat bantu tersebut telah umum digunakan oleh para nelayan di negara maju, seperti nelayan Jepang dan nelayan di negara Eropa. Di Indonesia, penggunaan alat bantu jenis ini masih terbatas. Hanya nelayan skala industri yang telah memanfaatkan alat bantu ini. Perkembangan industri elektronik saat ini, alat bantu penangkapan ikan, seperti *fish finder* yang sederhana dan murah dapat ditemukan di toko elektronik di kota besar, seperti Jakarta dan Surabaya, sehingga ke depan, nelayan lebih mudah memperolehnya dengan harga yang murah.
3. *Alat bantu yang sifatnya secara tidak langsung dapat membantu menentukan daerah penangkapan ikan.* Perkembangan ilmu oseanografi dan biologi laut serta teknologi komputer, telah membantu perkembangan alat bantu di bidang perikanan tangkap. Pengetahuan mengenai distribusi suhu dan salinitas perairan serta distribusi klorofil memungkinkan para ahli dapat memprediksi keberadaan kawanan ikan dalam suatu perairan, seperti teknologi *Marine Remote Sensing*. Teknologi itu dapat membantu nelayan untuk menentukan daerah penangkapan. Pemanfaatan alat bantu ini sangat membantu dalam penentuan daerah yang akan dituju pada daerah penangkapan yang sangat luas, seperti di samudera. Hal tersebut digunakan untuk mengetahui daerah penangkapan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi penangkapan. Dengan demikian, hal tersebut dapat mengurangi jumlah bahan bakar yang digunakan dalam proses pencarian daerah penangkapan ikan, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional penangkapan ikan dan meningkatkan efisiensi usaha di bidang perikanan tangkap.
4. *Alat bantu untuk perlengkapan instrumen navigasi kapal perikanan dalam usaha mencari dan menentukan daerah penangkapan ikan yang diinformasikan melalui data satelit.* Lautan merupakan hamparan yang luas. Dahulu, para nelayan hanya menggunakan bintang dan benda langit untuk mengetahui posisinya di laut. Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi, ilmu pelayaran juga berkembang. Dengan perpaduan ilmu bumi dengan ilmu komputer, instrumen navigasi semakin berkembang, sehingga daerah penangkapan yang akan dituju semakin mudah ditemukan, khususnya menemukan daerah penangkapan yang subur. Sebagai contoh, penggunaan *Geographical Information System (GPS)* dalam bidang perikanan tangkap

dapat memudahkan pada nelayan untuk menandai *fishing ground* sehingga nelayan dapat menangkap ikan. Nelayan dapat menandai tempat tersebut untuk mendatangnya kembali dengan alat bantu GPS.

Berdasarkan fungsinya, jenis target tangkapan dan metode pengoperasian alat tangkap dapat dibedakan ke dalam beberapa kategori, seperti disajikan pada Tabel 2.1. Ada alat bantu yang bersifat mengumpulkan ikan pada suatu area penangkapan, yang pada prinsipnya berhubungan dengan rantai makanan, seperti pada alat tangkap *pole and line*. Ada pula jenis instrumen yang bersifat mendekati keberadaan ikan pada area dan kedalaman tertentu, kontur dasar perairan, untuk memastikan pengoperasian pada beberapa alat tangkap, seperti *trawl*.

**Tabel 2.1** Jenis Alat Bantu berdasarkan Fungsi, Prinsip, dan Jenis Alat Tangkap

Jenis	Fungsi	Prinsip	Jenis Alat Tangkap
<i>Fishing instrument</i> Rumpon ( <i>fish aggregating devices</i> )	Mengumpulkan ikan pada suatu tempat dan waktu tertentu	Rantai makanan dan tingkah laku ikan ( <i>pelagic fish</i> )	<i>Huhate (pole and line)</i> , pancing, <i>purse seine</i> , payang, dll.
Cahaya ( <i>light fishing</i> )		Ketertarikan ikan oleh cahaya ( <i>fish behaviour</i> )	Bagan, <i>purse seine</i> , <i>stick held dip net</i> , <i>squid line</i> , dll.
<i>Sonar/echosounder (acoustic instrument)</i>	Menentukan posisi dan estimasi kelimpahan ikan	Mendeteksi keberadaan ikan melalui gelombang suara	<i>Purse seine</i> , <i>trawl</i> , <i>gill net</i> , dll.
<i>Satelite instrument</i>	Mencari lokasi daerah penangkapan ikan	Memprediksi dan memetakan daerah penangkapan ikan	<i>Trawl</i> , <i>long line</i> , <i>purse seine</i> , dll.
<i>Roller (fishing equipment)</i>	Memperlancar operasi penangkapan ikan	Memperlancar penarikan alat	<i>Set net</i> , <i>purse seine</i> , bagan, cantrang, dll.
Instrumen nautika kapal penikanan	Alat navigasi untuk penentuan arah dan posisi kapal	Memperlancar operasi penangkapan ikan	<i>Long line</i> , <i>pole and line</i> , <i>purse seine</i> , dll.

(Sumber: Kurnia, 2012)

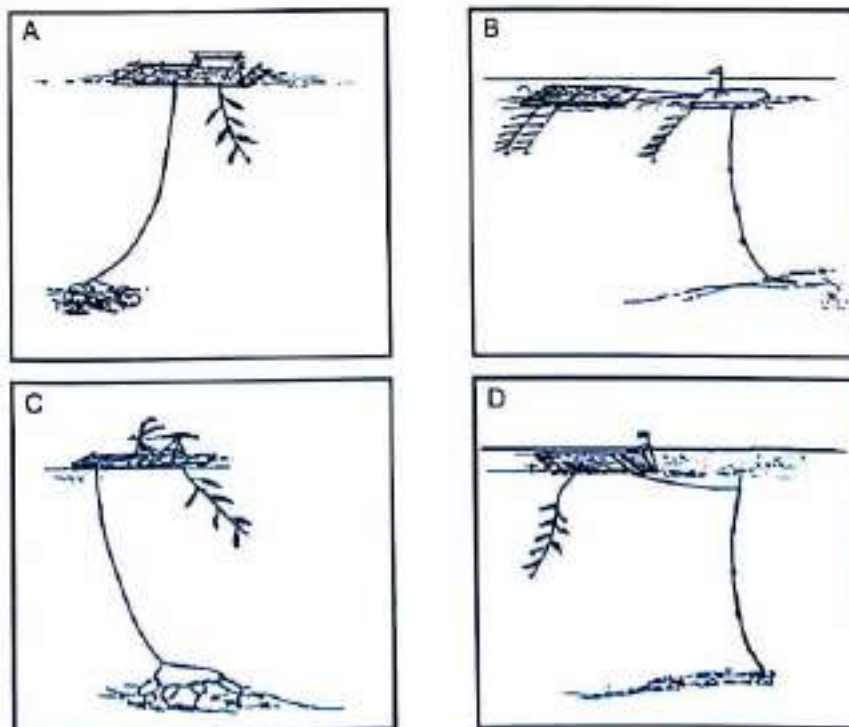
## BAB 3

# RUMPON (*FISH AGGREGATION DEVICE*) SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### DEFINISI *FISH AGGREGATION DEVICE*

*Fish Aggregation Device* (FAD) atau Alat Pengumpul Ikan (API) adalah alat bantu penangkapan yang berfungsi untuk memikat ikan untuk berkumpul dalam suatu area penangkapan sehingga mudah ditangkap. Alat tersebut terdiri atas beragam bentuk dengan sebutan yang berbeda-beda di beberapa negara yang menggunakannya, tetapi tetap memiliki fungsi yang sama sebagai pengumpul ikan. Di Indonesia, alat ini dikenal dengan *rumpon*, *unjang* (Malaysia), *payaos* (Filipina). Rumpon pertama kali digunakan oleh nelayan di perairan Pasifik yang menyebutnya sebagai *payaos* (Sudirman, 2013).

Di Indonesia, istilah rumpon sudah sejak lama digunakan oleh nelayan daerah Tegal (Jawa Tengah) dalam pengoperasian alat tangkap payang. Rumpon diartikan sebagai alat bantu penangkapan yang berupa pelampung dari bambu



Gambar 3.1 Sketsa rumpon (MonIntja, 1993).

yang digantungi daun kelapa untuk tempat ikan berkumpul sehingga ikan tersebut mudah ditangkap. Nelayan di Sulawesi menyebutnya sebagai *rompong*. Di daerah lain, rumpon disebut sebagai *tendek* atau unjang (lihat Gambar 3.1, 3.2, dan 3.3) (Sudirman, 2013).

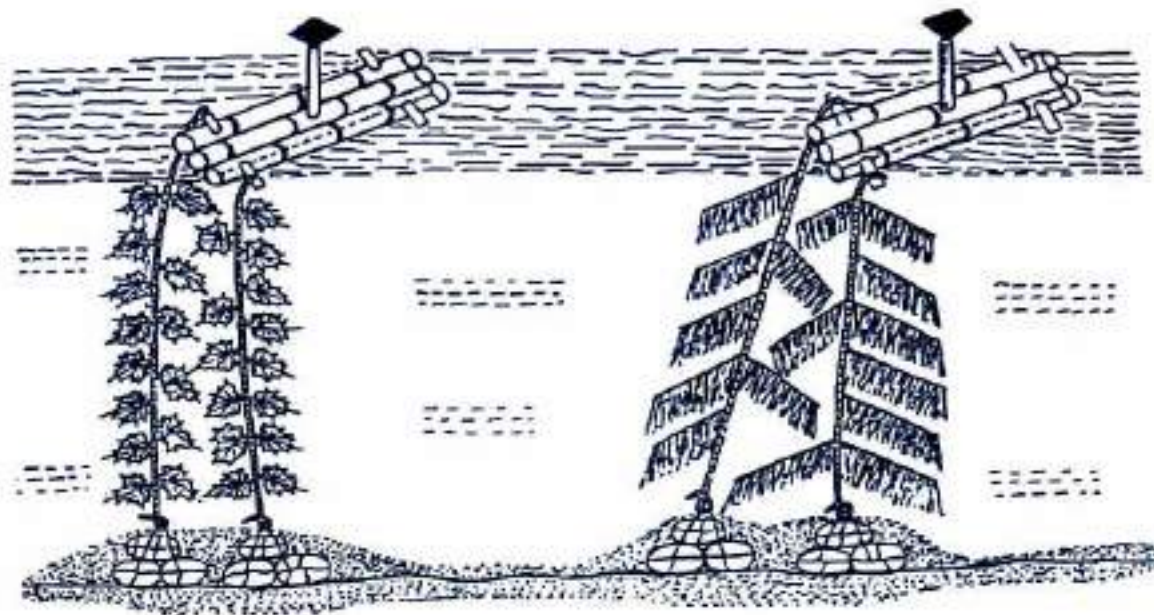


(A)



(B)

**Gambar 3.2** Foto rumpon yang sedang terpasang di laut; (A) Rumpon laut dangkal di laut Flores, (B) Rumpon dekat pantai di perairan Gorontalo (Foto dokumen pribadi).



**Gambar 3.3** Sketsa jenis rumpon dari daun lontar (A) dan daun kelapa (B) (Arsyad, 1999).

Penjelasan mengenai rumpon sebagai alat bantu dalam penangkapan ikan telah dibahas oleh Sudirman dan Mallawa (2004) dan Sudirman (2013). Rumpon adalah salah satu jenis alat bantu penangkapan ikan yang dipasang di laut, baik laut dangkal maupun laut dalam. Pemasangan tersebut dimaksudkan untuk menarik gerombolan ikan untuk berkumpul di sekitar rumpon sehingga ikan mudah ditangkap. Dengan pemasangan rumpon, kegiatan penangkapan ikan dapat menjadi lebih efektif dan efisien, karena tidak perlu lagi berburu ikan dengan mengikuti ruayanya, tetapi cukup melakukan kegiatan penangkapan ikan di sekitar rumpon tersebut.

Beberapa jenis ikan, termasuk krustasea dan *octopus* dapat dipikat dan dikumpulkan dengan menggunakan rumpon sebagai tempat sembunyi buatan. Alat tersebut sangat efektif untuk ikan-ikan yang hidup di dasar (*demersal fish*), yang membutuhkan kontak dengan benda padat (*thigmotaxis*). Akan tetapi, alat ini tidak berlaku untuk semua ikan pelagis (permukaan). Beberapa ikan pelagis justru menjaga jarak, atau bahkan menghindari kontak langsung dengan benda padat, baik benda hidup maupun mati (*non thigmotaxis*). Hal tersebut dapat dilihat pada saat ikan dikelilingi oleh jaring. Walaupun demikian, sifat tersebut dapat juga berubah, bergantung pada keadaan psikologis ikan tersebut. Sebagai contoh, ikan herring yang akan memijah kurang berhati-hati dalam menjaga jarak terhadap jaring *trawl*, dibandingkan dengan ikan herring yang tidak dalam

kondisi akan memijah sehingga menjadi lebih mudah ditangkap. Ikan pelagis yang tertangkap jaring cenderung disebabkan oleh tekanan atau tidak melihat keberadaan alat tangkap. Akan tetapi, bukan berarti ikan-ikan pelagis tidak mencari tempat untuk berlindung atau berkumpul dekat benda padat atau benda terapung.

Alasan dari tingkah laku ikan yang seperti ini tidak diketahui dengan jelas. Akan tetapi, ada beberapa prediksi mengenai alasan ikan menyenangi keberadaannya di sekitar rumpon, antara lain:

1. Mencari tempat berlindung, khususnya plankton dan ikan kecil pemakan plankton
2. Mencari makan, karena ikan terpicat dengan gerakan benda-benda yang mengapung (rumpon) dan atau keberadaan ikan kecil di sekitar rumpon yang mengundang datangnya ikan-ikan besar
3. Tingkah laku dari beberapa jenis ikan yang senang berkelompok di sekitar benda-benda mengapung, seperti tuna dan cakalang.

Tingkah laku ikan yang tertarik dengan benda padat atau mengapung tersebut dimanfaatkan untuk menentukan metode penangkapan yang tepat. Nelayan dapat mengetahui banyak ikan di daerah rumpon dengan beberapa ciri yang khas, seperti:

1. Banyaknya buih atau gelembung udara di permukaan air
2. Warna air akan terlihat lebih gelap dibandingkan dengan warna air di sekitarnya, karena banyak ikan yang bergerombol
3. Adanya burung yang berkeliaran di permukaan laut
4. Adanya gelondong kayu yang hanyut di permukaan laut
5. Adanya kelompok ikan lumba-lumba di permukaan laut.

Penggunaan rumpon secara tradisional telah lama dilakukan oleh nelayan Indonesia, terutama oleh nelayan Mamuju, Sulawesi Selatan, dan Jawa Timur, kemudian dikembangkan secara modern mulai tahun 1980 oleh Lembaga Penelitian Perikanan Laut (Monintja, 1993). Beberapa negara yang menggunakan rumpon sebagai alat bantu penangkapan meliputi Jepang, Filipina, Malaysia, Srilanka, Papua Nugini, dan Australia.

Martasuganda (2008) membagi jenis rumpon ke dalam tiga jenis, di antaranya:

1. Rumpon permukaan, yaitu rumpon yang dipasang di permukaan perairan, baik dipasang dengan cara diset secara menetap, maupun dengan cara dihanyutkan
2. Rumpon kolom perairan, yaitu rumpon ditenggelamkan pada kedalaman 10 sampai 50 meter di bawah permukaan perairan
3. Rumpon dasar, yaitu rumpon menetap yang dipasang di perairan dangkal, biasanya disebut terumbu karang buatan.

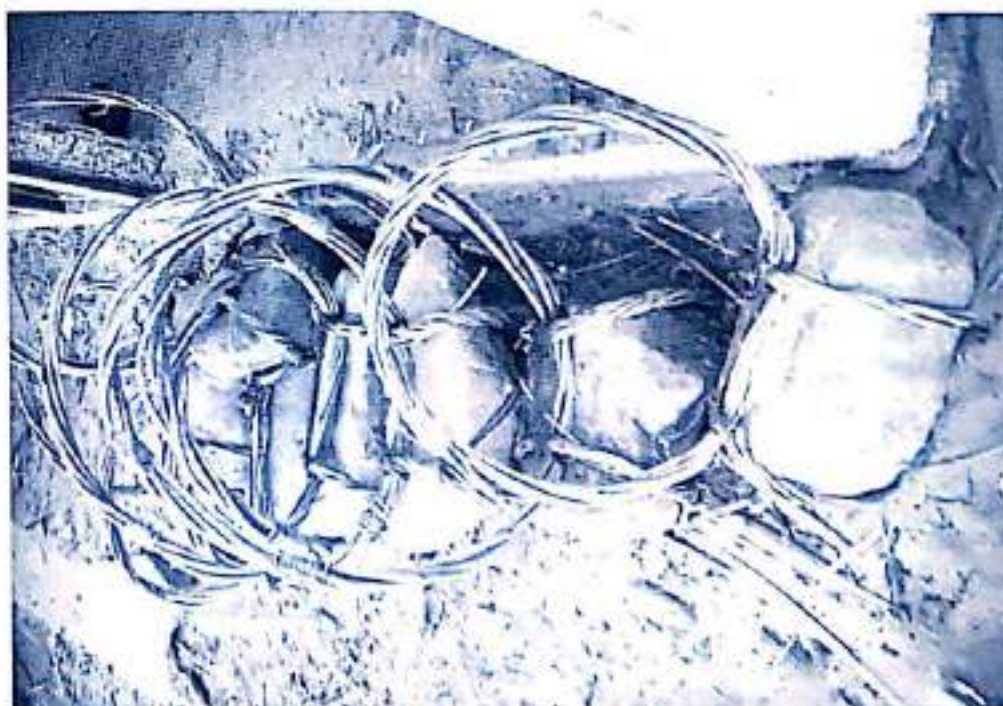
## BAHAN DAN KOMPONEN RUMPON

Bahan dan komponen rumpun bermacam-macam, bergantung pada konstruksi dan kelengkapan rumpun, tetapi secara garis besar dapat dilihat pada Tabel 3.1. Di Indonesia, rumpun umumnya masih menggunakan bahan-bahan alami sehingga daya tahannya juga sangat terbatas.

**Tabel 3.1** Bahan dan Komponen Dasar Rumpun

No	Komponen	Bahan
1	Pelampung ( <i>float</i> )	- Bambu - Plastik
2	Tali tambat ( <i>mooring line</i> )	- Tali - Kawat ( <i>wire</i> ) - Rantai - Swivel
3	Pemikat ikan ( <i>attractor</i> )	- Daun kelapa - Jaring bekas
4	Pemberat ( <i>bottom sinker</i> )	- Batu - Beton

(Sumber: Sudirman dan Mallawa, 2004)



**Gambar 3.4** Pemberat rumpun dengan tali rotan sebagai pengikatnya (dokumen pribadi).



**Gambar 3.5** Pemberat rumpon dengan model pengikat yang lain (dokumen pribadi).

Tim pengkajian rumpon Institut Pertanian Bogor (1987) memberikan persyaratan umum komponen dari konstruksi rumpon adalah sebagai berikut:

1. Pelampung
  - a. Mempunyai kemampuan mengapung yang cukup baik (bagian yang mengapung di atas air 1/3 bagian)
  - b. Konstruksi cukup kuat
  - c. Tahan terhadap gelombang dan air
  - d. Mudah dikenali dari jarak jauh
  - e. Bahan pembuatnya mudah didapat.
2. Pemikat
  - a. Mempunyai daya pikat yang baik terhadap ikan
  - b. Tahan lama
  - c. Mempunyai bentuk posisi potongan vertikal dengan arah ke bawah
  - d. Melindungi ikan-ikan kecil
  - e. Terbuat dari bahan yang kuat, tahan lama, dan murah.
3. Tali temali
  - a. Terbuat dari bahan yang kuat dan tidak mudah busuk
  - b. Harganya relatif murah
  - c. Mempunyai daya apung yang cukup untuk mencegah gesekan terhadap benda-benda lainnya dan terhadap arus
  - d. Tidak bersimpul (*less knot*).
4. Pemberat
  - a. Bahannya murah, kuat, dan mudah diperoleh
  - b. Massa jenisnya besar, permukaan tidak licin, dan dapat mencengkeram.

Secara sederhana, komponen rumpon meliputi:

1. Rakit atau pelampung  
Rakit berfungsi sebagai pelampung sekaligus tempat menggantungkan atraktor ikan. Dari tahun ke tahun, bentuk rumpon mengalami perubahan, yang semula hanya himpunan bambu yang diikat menjadi satu, berubah menjadi rakit bambu berukuran besar. Bentuk rakit yang dirangkai, baik bersusun tunggal maupun ganda telah mengalami modifikasi menjadi bentuk rakit bersusun tunggal berpelampung, atau bersusun ganda dengan drum yang dipasang dan dijepit di antara kedua lapis susunan rakit. Konstruksinya dibuat sekokoh mungkin, dan dapat mengapung di air, tahan gempuran ombak, arus dan angin. Rakit atau pelampung bambu mempunyai kemampuan pakai maksimal selama 6 bulan atau kurang. Bergantung pada kondisi laut, kerusakan rakit biasanya disebabkan oleh gempuran ombak. Rakit baja telah diterapkan untuk digunakan di perairan dalam lepas pantai dengan kondisi laut yang berombak besar, sedangkan pelat besi baja dibuat menjadi pelampung berbentuk tabung persegi empat panjang. Belakangan ini, rakit baja telah dibuat berbentuk tabung silinder, yang kemampuannya telah diketahui tahan terhadap pengaruh gempuran ombak maupun angin.
2. Pemberat atau jangkar  
Jangkar untuk melabuhkan rumpon dilengkapi dengan pemberat yang terbuat dari blok semen beton bertulang atau drum berukuran 200 liter berisi semen beton. Berat pemberat berkisar 480–500 kg dengan jumlah pemberat yang diperlukan, bergantung pada kedalaman perairan. Untuk kedalaman 1500–2200 m, diperlukan 3–4 buah pemberat. Untuk kedalaman 2200–5000 m, diperlukan 5–6 buah pemberat. Jangkar berfungsi untuk mempertahankan rumpon, sehingga tidak hanyut dan tetap berada pada posisi yang dikehendaki. Selain blok semen, batu gunung atau jangkar kapal dapat digunakan sebagai pemberat.
3. Tali  
Tali menghubungkan pemberat dan pelampung pada jarak tertentu. Tali berfungsi sebagai penambat yang menghubungkan pelampung atau rakit dan pemberat atau jangkar, terdiri atas kabel baja dan tali, dan dilengkapi dengan segel, timbley (*cause*), kili-kili (*swivel*), dan pemberat gantung. Panjang tali bervariasi yang disesuaikan dengan keperluannya, tetapi pada umumnya adalah sekitar 1½ kali kedalaman air tempat rumpon tersebut ditanam (Subani, 1986).
4. Rumah-rumah ikan atau atraktor  
Bagian yang mempunyai peran paling penting adalah rumah-rumah ikan (*atraktor*). Rumah ikan tersebut berfungsi sebagai alat pengumpul ikan, terdiri atas tali yang panjangnya 27–37 m dan disisipi daun kelapa dengan jarak 1–2 m pada tali. Ujung tali bagian atas dihubungkan dengan pelampung

atau rakit di bagian belakang sehingga terbebas dari kemungkinan menyangkut atau membelit tali jangkar yang terentang di bagian depan rakit, selain ujung tali lainnya diberi pemberat 10–20 kg.

### KONSTRUKSI RUMPON

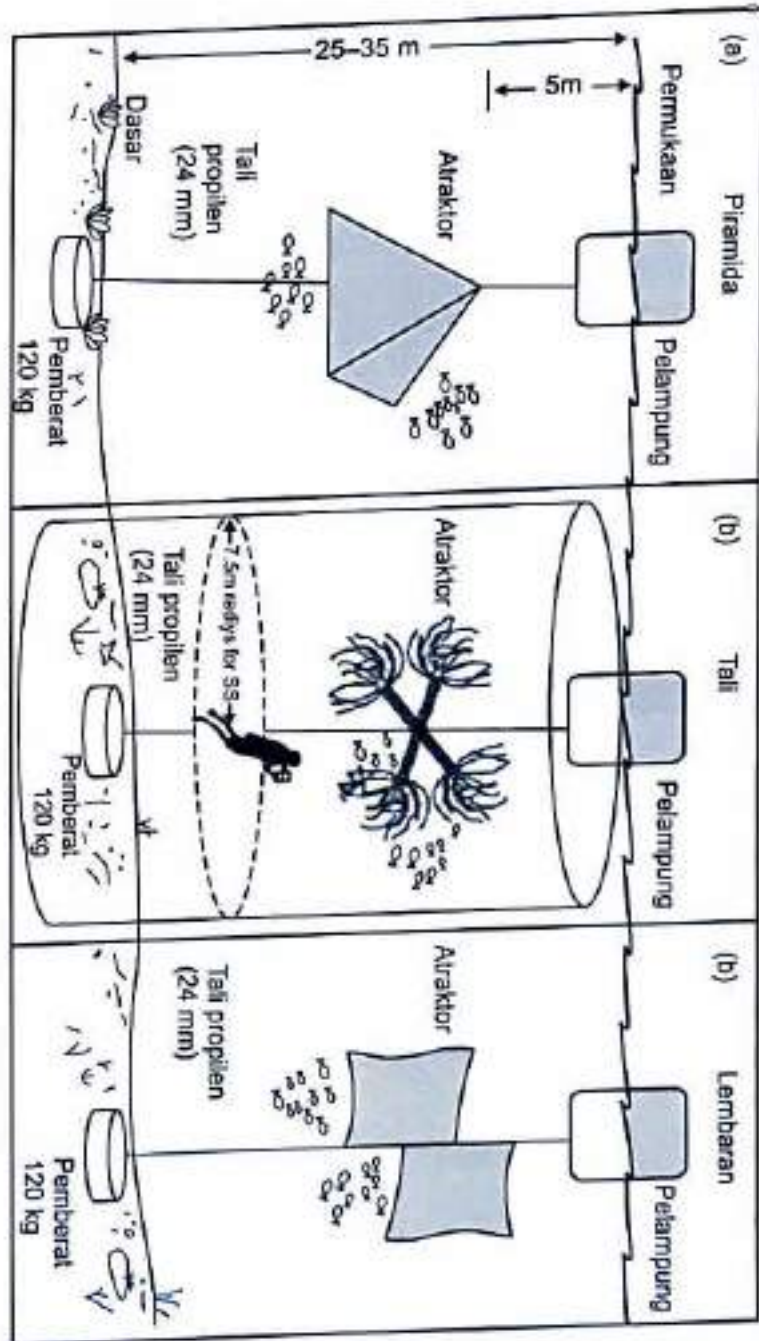
Secara prinsip, konstruksi rumpun di setiap tempat hampir sama, mulai dari yang sederhana hingga modern, bergantung pada jenis ikan yang menjadi tujuan penangkapan dan kedalaman perairan tempat pemasangan rumpun. Umumnya, konstruksi rumpun yang digunakan di perairan pantai atau laut dangkal sangat sederhana, sedangkan rumpun yang dipasang di perairan yang lebih dalam memiliki konstruksi yang lebih lengkap. Pemasangan rumpun biasanya terletak pada jalur migrasi ikan. Menurut Dahuri (2003), konstruksi rumpun yang lebih besar biasanya akan menarik lebih banyak ikan dibandingkan dengan konstruksi rumpun yang kecil.

Rumpun sederhana yang umum digunakan nelayan adalah berupa tali panjang yang dilengkapi atraktor (*attractor*) dan dipasang menetap di suatu perairan. Rumpun tersebut banyak digunakan oleh nelayan Indonesia dan Malaysia. Rumpun sederhana terbuat dari atraktor berupa daun-daun palem atau kelapa yang diatur di sepanjang tali, dan dapat mencapai lebih dari 15 sampai 20 daun kelapa. Seikat rumput-rumputan, cabang pohon, atau bahan-bahan lain yang sejenis dapat juga digunakan. Ujung atas tali tersebut diberi pelampung bambu dan ujung bawahnya diberi pemberat (Gambar 3.6).

Di Indonesia, nelayan umumnya menggunakan pelampung dari bambu, tali temali dari bahan alami biasanya rotan, pemberat dari batu gunung atau batu karang, dan atraktor dari daun kelapa. Jenis rumpun ini dipasang di perairan dangkal, puluhan sampai ratusan meter dengan tujuan mengumpulkan ikan-ikan pelagis kecil. Rumpun yang dipasang di perairan yang lebih dalam (ratusan sampai ribuan meter) menggunakan tali temali nilon, pelampung rakit bambu ataupun ponton, dengan tujuan utama mengumpulkan ikan layang, tuna, dan cakalang.

Ketertarikan ikan pelagis, terutama tuna pada batang-batang kayu yang mengapung mendorong perkembangan jenis rakit sebagai rumpun yang dipasang di daerah lepas pantai. Bahan rakit tersebut bervariasi, mulai dari batang kelapa, bambu hingga ponton alumunium. Untuk meningkatkan keefektifan rakit sebagai habitat ikan tersebut, digantungkan bahan, seperti jaring ikan bekas, daun-daun palem atau kelapa, ataupun ban mobil di bawah rakit tersebut.

Perkembangan atraktor di Indonesia menunjukkan hasil uji coba terhadap daun lontar yang lebih tahan dalam air dan tidak mudah patah dibandingkan dengan daun kelapa. Rumpun daun lontar memberikan lebih banyak hasil tangkapan (Arsyad, 1999 dalam Sudirman dan Mallawa, 2004).

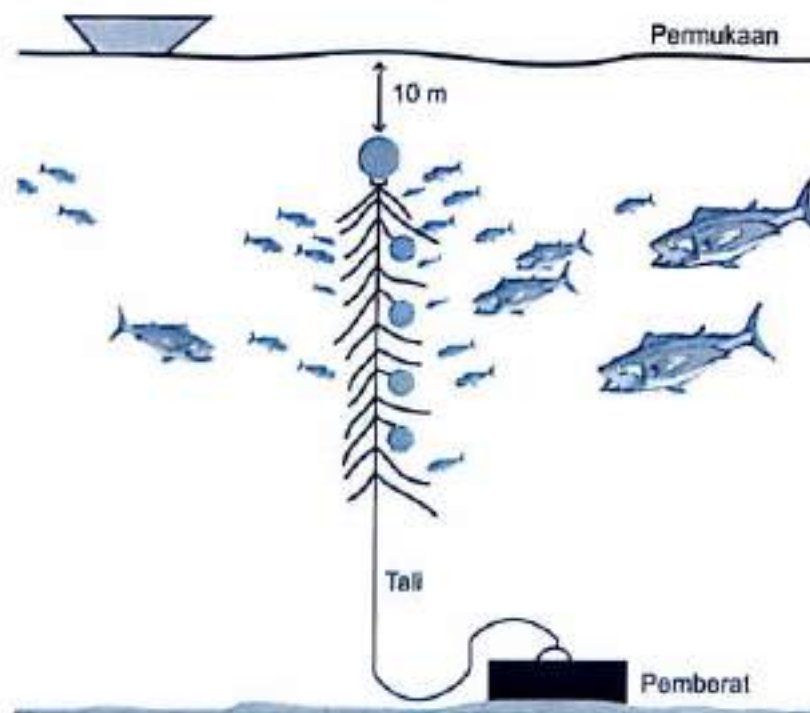


Gambar 3.6 Tiga tipe atraktor rumpon: a) piramida, b) tali, c) lembaran. (Ugur, A., et al, 2010)

Rumpon di Jepang sudah menggunakan konstruksi yang modern dan memiliki daya tahan yang lebih baik. Atraktor terbuat dari jaring bekas, pelampung berbahan pipa metal, dan bahan perlengkapan lainnya telah menggunakan serat sintesis. Konstruksinya memungkinkan rumpon dipasang pada kedalaman 1000–2000 meter di bagian barat Lautan Pasifik. Rumpon tersebut dilengkapi pula dengan alat pendeteksi ikan sehingga dapat dimonitor dari kapal atau *fishing base* serta dapat diketahui rumpon yang telah banyak ikannya.

### JENIS IKAN DI SEKITAR RUMPON

Tidak semua jenis ikan sering ditemukan di sekitar rumpon. Jumlah dan spesies ikan yang tertarik dengan rumpon bergantung pada konstruksi rumpon, lokasi perairan, serta kedalaman perairannya. Banyak spesies ikan di lautan terbuka yang tertarik dengan benda-benda yang mengapung, seperti beberapa jenis tuna yang senang berkumpul di sekitar batang kayu yang mengapung. Menurut Monintja (1993) dalam Sudirman dan Mallawa (2004), ditemukan 16 spesies ikan yang sering berasosiasi dengan rumpon seperti tertera dalam Tabel 3.2, dan didominasi oleh ikan pelagis. Selain itu, di beberapa tempat di Sulawesi Selatan, banyak berkumpul jenis ikan rambeng (*Dipterygonosus sp*) di sekitar rumpon dan ditangkap dengan alat tangkap payang.



Gambar 3.7 Sketsa rumpon dalam air dan ikan di sekitarnya (Martasuganda, 2008).

**Tabel 3.2** Jenis Ikan yang Sering Berasosiasi dengan Rumpon

No	Nama Indonesia	Nama Inggris	Nama Latin
1	Cakalang	<i>Skipjack</i>	<i>Katsuwonus pelamis</i>
2	Tongkol	<i>Frigate tuna</i>	<i>Eutxis thazard</i>
3	Tongkol Pisang	<i>Frigate tuna</i>	<i>Euthynnus affinis</i>
4	Tenggiri	<i>King mackerel</i>	<i>Scomberomorus sp</i>
5	Madidihang	<i>Yellow fin tuna</i>	<i>Thunnus albacares</i>
6	Tembang	<i>Frigate sardin</i>	<i>Sardinella fimbriata</i>
7	Japuh	<i>Rainbow sardin</i>	<i>Dussmeria hasselti</i>
8	-	<i>Silverstripe</i>	<i>Sparatteloides delicatuladi</i>
9	-	-	<i>Thyssa baelana</i>
10	Sardin	<i>Sardinella</i>	<i>Sardinella schanum</i>
11	Layang	<i>Scad</i>	<i>Decapterus sp</i>
12	Tuna mata besar	<i>Big eye tuna</i>	<i>Thunnus obesus</i>
13	Cumi-cumi	<i>Squid</i>	<i>Loligo sp</i>
14	Hiu	<i>Shark</i>	<i>Spiraena sp</i>
15	Layaran	<i>Sailfish</i>	<i>Istiophorus gladius</i>
16	Ikan Kwe	<i>Jack</i>	<i>Caranx sp</i>

(Sumber: Monintja, 1993 dalam Sudirman dan Mallawa, 2004)

### ALAT TANGKAP YANG MENGGUNAKAN RUMPON

Alat tangkap yang biasa menggunakan rumpon sebagai alat bantu penangkapan antara lain:

1. *Surrounding net* (*purse seine*)
2. *Seine net* (payang)
3. *Gillnet* (*gillnet* lingkaran)
4. *Drive-in net* (muroami)
5. *Line fishing* (*handline* atau pancing tunggal, rawai tegak, pancing tonda, *pole and line* atau huhate).

#### Unit Alat Bantu Rumpon Pada Berbagai Jenis Alat Tangkap

Alat bantu rumpon pada berbagai jenis alat tangkap yang bermanfaat dalam menangkap ikan terdiri atas:

1. Rumpon permukaan  
Alat tangkap ini digunakan oleh nelayan dan dapat dioperasikan di rumpon atau area sekitar rumpon. Rumpon ini digunakan pada alat tangkap sebagai berikut:

- a. Rawai tuna atau tuna *long line*. Rangkaian sejumlah pancing yang dioperasikan sekaligus.
- b. Huhate (*pole and line*) khusus. Alat ini dipakai untuk menangkap ikan cakalang, atau sering disebut juga pancing cakalang. Dioperasikan sepanjang siang hari pada saat terdapat gerombolan ikan di sekitar rumpun.
- c. Pukat cincin (*purse seine*). Suatu jaring yang di bagian bawahnya, dipasang sejumlah cincin atau gelang besi sehingga ikan tidak dapat meloloskan diri ke arah bawah.
- d. Jaring insang (*gillnet*). Jaring yang berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran mata yang sama di sepanjang jaring.
- e. Pancing tonda. Alat tangkap ini digunakan untuk memancing ikan umpan. Operasi alat tangkap tersebut ditarik dengan kapal dan operasi penangkapan dilakukan di buritan kapal. Alat tangkap ini terdiri atas kail yang memiliki umpan buatan yang terbuat dari benang warna-warni dan tali nilon multifilamen. Kail yang digunakan memiliki ukuran no. 7 atau 8, dan tali yang digunakan memiliki ukuran no. 100. Ketika dioperasikan, nelayan memegang tali dan melakukan tarik ulur serta panjang tali yang digunakan cukup jauh dari kapal (Jungjunan, 2009). Menurut Nugroho (1992) dalam Jungjunan (2009), operasi penangkapan pancing tonda dilakukan dengan perbedaan berdasarkan waktu sebagai berikut:
  - Pagi hari (pukul 05.00–07.00): Jarak antar-rumpun dengan lokasi menonda 30–35 m dan kecepatan kapal atau perahu rata-rata 4–5 knot.
  - Pukul 07.00–09.00: Jarak rumpun dengan lokasi menonda sekitar 50–100 m dengan kecepatan perahu 7–8 knot
  - Siang hari: Jarak antara rumpun dan lokasi menonda mencapai 180 m dengan kecepatan rata-rata kapal 7–8 knot.
- f. Pancing ulur atau *handline*. Suatu konstruksi pancing yang umum digunakan oleh nelayan tradisional. Komponen pembentuk terdiri atas tali utama (*mainline*) dan tali cabang (*branch line*) yang terbuat dari PA monofilamen, *swivel* yang terbuat dari besi putih, mata pancing (*hook*) yang terbuat dari besi, dan pemberat (*sinkers*) yang terbuat dari timah (Subani dan Barus, 1989). Pengoperasian menggunakan umpan alami berupa ikan layang, kembung, dan cumi-cumi (Saputra, 2002), sedangkan menurut Ayodhya (1981), pengoperasian pancing ulur dilakukan dengan mengaitkan umpan pada mata pancing yang telah diberi tali dan menenggelamkannya ke dalam air. Ketika umpan dimakan ikan, mata pancing akan tersangkut pada mulut ikan dan pancing ditarik ke perahu. Kapal yang biasa digunakan dalam

- pengoperasian alat tangkap *handline* adalah kapal atau perahu kayu tradisional, bisa juga dengan kapal motor tempel (Inizianti, 2010).
- g. Pancing layangan. Alat ini dioperasikan pada siang atau menjelang sore hari. Akan tetapi, alat ini terkadang dioperasikan pada saat nelayan jenuh, jika umpan tidak tertangkap oleh tonda dengan lama pengoperasian yang tidak tentu. Pancing layangan juga dioperasikan untuk menangkap ikan umpan. Konstruksi alat tangkap tersebut terdiri atas layangan plastik, umpan buatan berupa cumi-cumi, *multiple hook*, dan tali. *Multiple hook* adalah rakitan dengan ukuran mata pancing yang digunakan adalah mata pancing no. 2. Layangan yang digunakan terbuat dari plastik dengan rangka terbuat dari bambu, berwarna hitam. Alat tangkap ini dioperasikan dengan arah angin yang tidak datang dari haluan atau buritan kapal, melainkan dari sisi kanan atau kiri kapal. Hal tersebut dilakukan agar mudah dalam pengoperasian dan proses pengangkatan hasil tangkapan ke atas kapal. Pengoperasian alat tangkap ini diawali dengan penurunan umpan buatan ke perairan, kemudian layangan diterbangkan. Layangan diterbangkan dengan arah menyamping sehingga umpan menyusur di permukaan air (Jungjunan, 2009).
  - h. Pancing kondo-kondo. Alat tangkap yang mempunyai jenis sama dengan pancing layangan. Perbedaannya terletak pada metode penangkapan dan konstruksi di antara keduanya. Pancing kondo-kondo terdiri atas layangan plastik, tali nilon monofilamen, *swivel*, umpan buatan, dan *multiple hook* (Jungjunan 2009). Metode pengoperasian alat tangkap pancing kondo-kondo diawali dengan menerbangkan layangan hingga mencapai ketinggian tertentu, jauh lebih tinggi dari ketinggian alat tangkap pancing layangan, kemudian umpan mulai diturunkan satu persatu. Pada alat tangkap pancing kondo-kondo tali dimainkan (ditarik dan diulur) sehingga umpan tercelup di perairan, kemudian terangkat dengan posisi layangan tetap berada di langit.

### **DAMPAK PEMASANGAN RUMPON**

Keuntungan penggunaan rumpun meliputi usaha penangkapan ikan yang akan menjadi lebih efektif sehingga waktu pencarian ikan dan waktu penangkapan lebih singkat. Biaya operasi juga akan berkurang dan hasil tangkapan lebih banyak. Dengan demikian, rumpun tidak hanya digunakan oleh nelayan komersial maupun tradisional, tetapi juga para pemancing, dengan tujuan rekreasi (*game fishing* atau *recreational fishing*).

Kemudahan penangkapan ikan dengan bantuan rumpun dapat menimbulkan dampak negatif, antara lain:

1. Pemasangan rumpon yang tidak teratur dan lokasi yang berdekatan dapat merusak pula ruaya ikan yang bermigrasi jauh.
2. Konflik antara nelayan pemilik rumpon dan nelayan yang tidak memiliki rumpon.
3. Kemudahan penangkapan ikan dengan menggunakan rumpon dapat menimbulkan *overfishing*. Karena efektivitas rumpon dalam mengumpulkan berbagai jenis ikan dengan berbagai ukuran sangat tinggi, penggunaannya yang berlebihan dapat berdampak pula pada jumlah dan komposisi stok ikan, terutama pada daerah pemijahan ikan. Alasannya, ikan yang akan memijah dapat turut tertangkap sampai ke tempat pemijahan.
4. Penggunaan rumpon dengan atraktor jaring dapat menjerat ikan-ikan, yang bukan menjadi tujuan penangkapan, seperti penyu.

### **PENGONTROLAN RUMPON**

Peraturan perikanan mengontrol pemasangan rumpon untuk mengendalikan dampak negatif pemasangan rumpon yang berlebihan, dengan cara:

1. Membatasi jumlah pemasangan rumpon dalam suatu area penangkapan ikan dengan pemberian izin pemasangan bersyarat.
2. Menentukan metode penangkapan yang selektif, seperti dengan penentuan ukuran mata jaring tertentu.
3. Menetapkan buku petunjuk dan pelaksanaan (juklak) untuk pemasangan rumpon.

Buku Juklak Pemasangan dan Pemanfaatan Rumpon dari DKP tahun 2011 merupakan pedoman dan acuan bagi nelayan pengguna di lapangan maupun bagi petugas perikanan sebagai pembina. Hal terpenting adalah bahwa pemanfaatan rumpon pada prinsipnya merupakan kaidah penangkapan ikan yang bertanggung jawab sehingga dalam pelaksanaannya diperlukan kerja sama yang baik antara nelayan, pembina, dan aparat penegak hukum.

### **Tata Cara Pemasangan Rumpon**

Rumpon dapat dipasang di wilayah:

1. Perairan 2 mil laut sampai dengan 4 mil laut, diukur dari garis pantai pada titik surut terendah.
2. Perairan di atas 4 mil laut sampai dengan 12 mil laut, diukur dari garis pantai pada titik surut terendah.
3. Perairan di atas 12 mil atau di laut ZEE Indonesia.
4. Perorangan atau perusahaan berbadan hukum yang akan memasang rumpon wajib terlebih dahulu memperoleh izin.

Pengusaha atau nelayan yang akan memasang rumpon mengajukan permohonan izin kepada Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi/Kabupaten/Kota sesuai kewenangan pemberi izin sesuai dengan Kepmen Kelautan dan Perikanan No.Kep.30/MEN/2004 tentang Pemasangan dan Pemanfaatan Rumpon. Dalam permohonan izin, harus dilakukan penilaian baik terhadap administrasi permohonan maupun lokasi perairan. Penilaian lokasi pemasangan rumpon harus memerhatikan:

1. Apakah daerah tersebut tidak merupakan alur pelayaran atau kepentingan lainnya seperti daerah suaka, atau daerah lainnya. Pemasangan rumpon tidak boleh dilakukan pada daerah perairan tersebut.
2. Apakah daerah tersebut tidak merupakan konsentrasi penangkapan ikan nelayan-nelayan yang tidak menggunakan rumpon. Rumpon tidak boleh dipasang pada perairan tersebut.
3. Apakah daerah tersebut berbatasan dengan provinsi lain. Oleh sebab itu, Dinas Perikanan dan Kelautan dari domisili pemohon izin rumpon ditujukan kepada provinsi tersebut.

#### **Jaminan Ketenangan dan Keamanan dalam Menggunakan Rumpon**

Penggunaan dan pemanfaatan rumpon yang semakin meningkat dan berkembang dewasa ini di kalangan nelayan memerlukan pengaturan untuk menghindari kerusakan pola ruang ikan, menjaga kelestarian sumber daya ikan, dan menghindari terjadinya ketegangan sosial di antara nelayan. Pengaturan mengenai alat bantu penangkap ikan rumpon tertuang dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. KEP. 30/MEN/2004 tentang Pemasangan dan Pemanfaatan Rumpon, sebagai pengganti Keputusan Menteri Pertanian No. 51 /Kpts/ IK.250/I/1997 tentang Pemasangan dan Pemanfaatan Rumpon. Perubahan mendasar dalam Kepmen No.KEP.30/MEN/2004 adalah dihilangkannya pembagian jenis-jenis rumpon (rumpon perairan dasar, rumpon perairan dangkal, dan rumpon perairan dalam) (Gema Mina, 2004).

Menurut ketentuan Kepmen Kelautan dan Perikanan No. KEP.30/MEN/2004, wilayah pemasangan dan pemanfaatan rumpon serta kewenangan pemberian izinnya adalah sebagai berikut:

1. Perairan 2 mil laut s.d. 4 mil laut, diukur dari garis pantai pada titik surut terendah, pemberi izin adalah bupati/walikota/dengan masa berlaku izin 2 tahun.
2. Perairan di atas 4 mil laut s.d. 12 mil laut, diukur dari garis pantai pada titik surut terendah, pemberi izin adalah gubernur dengan masa berlaku izin 2 tahun.
3. Perairan di atas 12 mil laut dan ZEEL, pemberi izin adalah Dirjen Perikanan Tangkap dengan masa berlaku izin 2 tahun.

## PEMASANGAN RUMPON

Pemasangan rumpun dapat dilakukan baik oleh perorangan maupun perusahaan yang berbadan hukum. Akan tetapi, untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, instansi pemerintah, lembaga penelitian, perguruan tinggi dapat pula melakukan pemasangan rumpun. Pemberian izin pemasangan dan pemanfaatan rumpun menurut Kepmen No. KEP.30/MEN/2004 dilakukan dengan mempertimbangkan pula daya dukung sumber daya ikan dan lingkungannya serta aspek sosial budaya masyarakat. Syarat pemasangan rumpun meliputi hal-hal berikut:

1. Tidak mengganggu alur pelayaran
2. Jarak antar-rumpun tidak kurang dari 10 mil laut
3. Tidak dipasang dengan cara pemasangan yang mengakibatkan efek pagar (zig-zag).

Adapun kewajiban pemasang rumpun adalah memasang tanda pengenal (Pasal 11), membongkar dan mengangkat rumpun yang sudah tidak dimanfaatkan lagi atau telah habis masa izinnnya (Pasal 7 ayat 2), dan menyampaikan laporan pemanfaatannya kepada pemberi izin setiap 6 bulan sekali (Pasal 15).

### Sanksi

Sebagai suatu produk hukum, Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. KEP.30/MEN/2004 mengatur pula mengenai sanksi terhadap pelanggaran ketentuan yang telah diatur di dalamnya (Pasal 18), berupa:

1. Pembongkaran rumpun yang dipasang tidak sesuai dengan ketentuan.
2. Pembongkaran serta sanksi administratif bagi perusahaan perikanan yang tidak melaporkan kegiatan pemanfaatan rumpun yang dilakukannya.
3. Sanksi administratif tersebut dapat berupa pembekuan izin Usaha Penangkapan (IUP) maupun pencabutan Surat Penangkapan Ikan (SPI).

Dengan adanya peraturan tentang pemasangan dan pemanfaatan rumpun, diharapkan usaha di bidang penangkapan ikan, bagi perorangan maupun badan hukum yang memasang rumpun semakin terjamin ketenangan dan keamanannya.

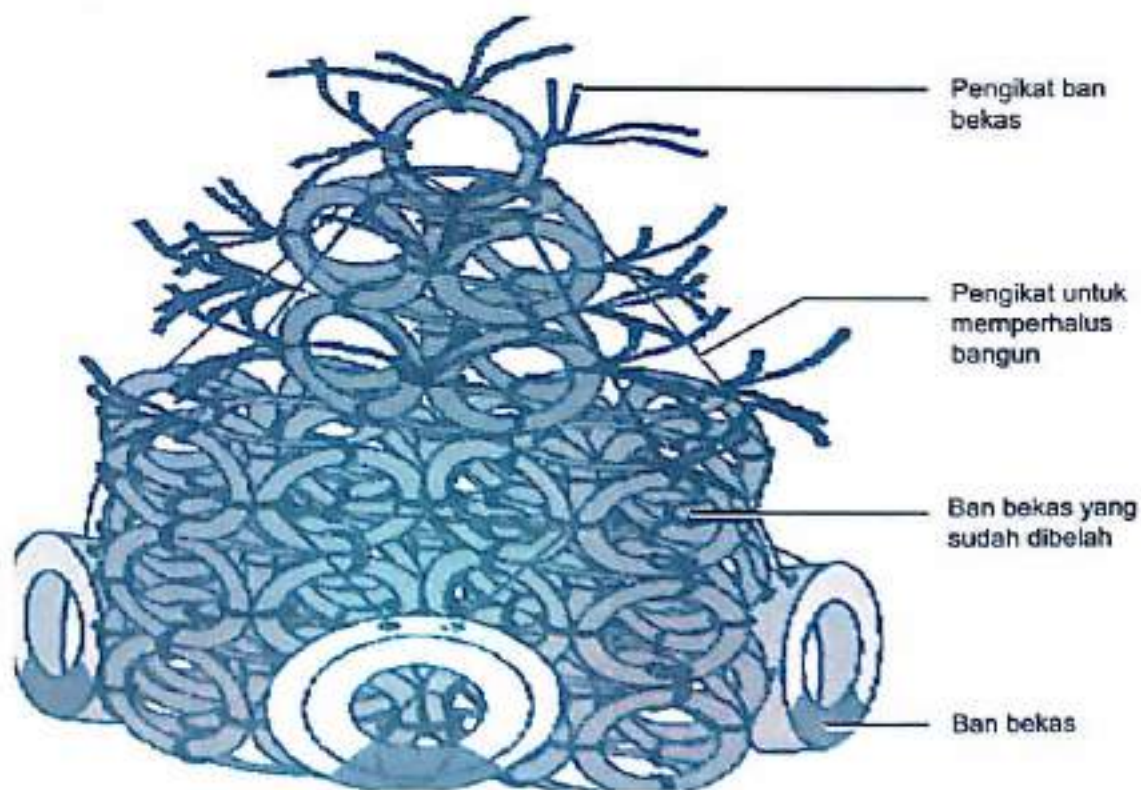
### Rumpun Sebagai Terumbu Buatan

Terumbu karang di laut merupakan salah tempat yang banyak ditempati ikan. Namun akhir-akhir ini, terumbu karang banyak yang rusak akibat berbagai faktor. Salah satu faktornya adalah aktivitas penggunaan bom dan racun *potasium sianida*. Aktivitas tersebut mengakibatkan kehancuran terumbu karang dan kematian atau hilangnya ikan-ikan yang menghuni di terumbu karang tersebut.

Kegiatan yang dapat membantu ikan mendapatkan "rumahnya" kembali adalah dengan membuat terumbu karang buatan (*artificial reef*) atau rumpun. Istilah "terumbu karang buatan" dengan rumpun kadang-kadang masih disama-

artikan, padahal ada perbedaan mendasar di antara keduanya. Persamaan terumbu karang buatan dan rumpun adalah sama-sama membantu untuk memberikan tempat bagi ikan dalam berkembang biak, dan dapat merangsang terbentuknya koloni terumbu karang. Perbedaan keduanya terletak pada konstruksinya. Rumpun tidak perlu disusun dalam laut, bahannya dapat berwujud apa saja (seperti becak, bus, bahkan kapal karam atau tenggelam pun dapat berfungsi sebagai rumpun), dan biasanya dijatuhkan atau ditenggelamkan pada perairan yang dalam. Sementara itu, terumbu karang buatan harus disusun penempatannya (menggunakan desain) (DKP, 2011). Dewasa ini, Departemen Kelautan Perikanan Republik Indonesia, terutama Direktorat Sumber Daya Ikan dan Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan Semarang sedang mengembangkan "rumah ikan", berupa terumbu buatan dalam rangka pemulihan sumber daya ikan. Gambaran bentuk dan bahan terumbu buatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Pengembangan terumbu karang buatan di Indonesia pertama kali dilakukan oleh Pemda DKI (Dinas Perikanan, 1985) dengan memanfaatkan kendaraan rusak (bus, truk, dan becak) sebagai material terumbu buatan. Sementara itu, di



**Gambar 3.8** Terumbu buatan dari ban bekas di pasang di dasar laut, yang juga berfungsi sebagai rumpun (Bambang, 2009).

tingkat regional Asia Tenggara, awal perkembangannya dimulai dari Singapura (1989), Malaysia (1970-an), Thailand (1978), Filipina (1977), dan Brunei Darussalam (1984). Pengembangan terumbu karang buatan dilandasi oleh permasalahan yang dihadapi nelayan pesisir, di antaranya keterbatasan teknologi alat tangkap dan sumber daya serta semakin menurunnya hasil tangkapan laut yang disebabkan oleh alam dan ulah manusia. Program rehabilitasi lingkungan perairan melalui program rumpon (*terumbu karang buatan*), telah banyak dilakukan di hampir semua daerah yang memiliki kondisi lingkungan yang rusak.

Keberadaan terumbu karang buatan mempunyai arti yang cukup besar, karena nilai dan peranannya sebagai habitat bagi biota laut yang terasosiasikan cukup besar. Selain itu, terumbu karang buatan dapat menjadi tempat perlindungan ikan dan biota lainnya serta menyediakan pangan untuk biota tersebut (Allister, 1991). Pembuatan terumbu karang buatan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas lingkungan bawah air dan menciptakan rumah bagi flora dan fauna laut untuk tinggal, tumbuh, dan berkembang biak, selain sebagai penghalang beroperasinya pukat harimau dan menjadi tujuan nelayan kecil serta tradisional untuk berlabuh dan melakukan penangkapan ikan.

Ikan dapat tertarik pada terumbu buatan karena mencari makan, sebagai tempat berteduh, dan membantu untuk meningkatkan produktivitas pada lingkungan tersebut secara jangka panjang (Nuitja, 1991). Selanjutnya, terumbu karang buatan ditempatkan pada daerah yang produktivitasnya rendah atau pada habitat yang telah mengalami penurunan populasi. Di samping itu, pertimbangan utama dalam pembuatan terumbu karang buatan adalah material yang mudah diperoleh, murah dan mudah dipasang dalam air (Hadisubroto, 1990).

Rumpon dasar atau yang dikenal dengan istilah terumbu karang buatan (*artificial reef*) adalah sekumpulan benda-benda keras yang dirancang menjadi suatu bentuk bangunan yang ditenggelamkan di dasar laut dan merupakan salah satu model yang bertujuan dan diharapkan secara fisik, biologis, dan ekologis dapat berperan mendekati fungsi terumbu karang alami, untuk mencoba mengembalikan fungsi biologi ekosistem terumbu karang atau sebagai upaya memodifikasi lingkungan dalam upaya pengelolaan sumber daya hayati. Berdasarkan Gambar 3.9, rumpon dapat dibuat dari berbagai material dan bahan, mulai dari ban bekas kendaraan, batu keramik, kayu, bangkai kendaraan, plastik, beton hingga *fibreglass* (Hutomo, 1989).

Saat ini, teknologi terumbu buatan mengalami perkembangan cukup pesat dan terbukti berbagai model dari bahan atau material digunakan untuk membuat terumbu buatan. Di samping untuk kepentingan bidang perikanan, terumbu buatan telah berkembang untuk keperluan melindungi garis pantai dari pengaruh erosi, melindungi terumbu karang alami dari tekanan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan serta alternatif pengembangan wisata bahari (*sport fishing*). Tujuan utama terumbu buatan adalah tempat melekatnya larva karang

(*planula*) sehingga karang dapat tumbuh dan berkembang. Terumbu buatan dapat juga digunakan sebagai tempat tinggal sementara beragam jenis ikan karang.



**Gambar 3.9** Perakitan terumbu karang buatan di dasar laut dapat menarik ikan berkumpul.

Adapun fungsi terumbu buatan bagi ikan, antara lain:

1. Tempat mencari makan.
2. Tempat berlindung, memijah, dan tempat asuhan.
3. Tempat tumbuh dan berkembangnya organisme.

Fungsi tersebut membentuk habitat buatan, dengan berbagai dinamika organisme membentuk suatu ekosistem. Ekosistem terumbu buatan menimbulkan peranan yang tidak kecil bagi kehidupan masyarakat, di antaranya:

1. Menyediakan, memperbesar, dan menjaga kelestarian sumber daya.
2. Menyediakan objek seni dan rekreasi.
3. Meningkatkan kesempatan kerja dan pendapatan.
4. Memperbaiki ekosistem perairan.
5. Pelindung pantai.
6. Sarana pengelolaan sumber daya.

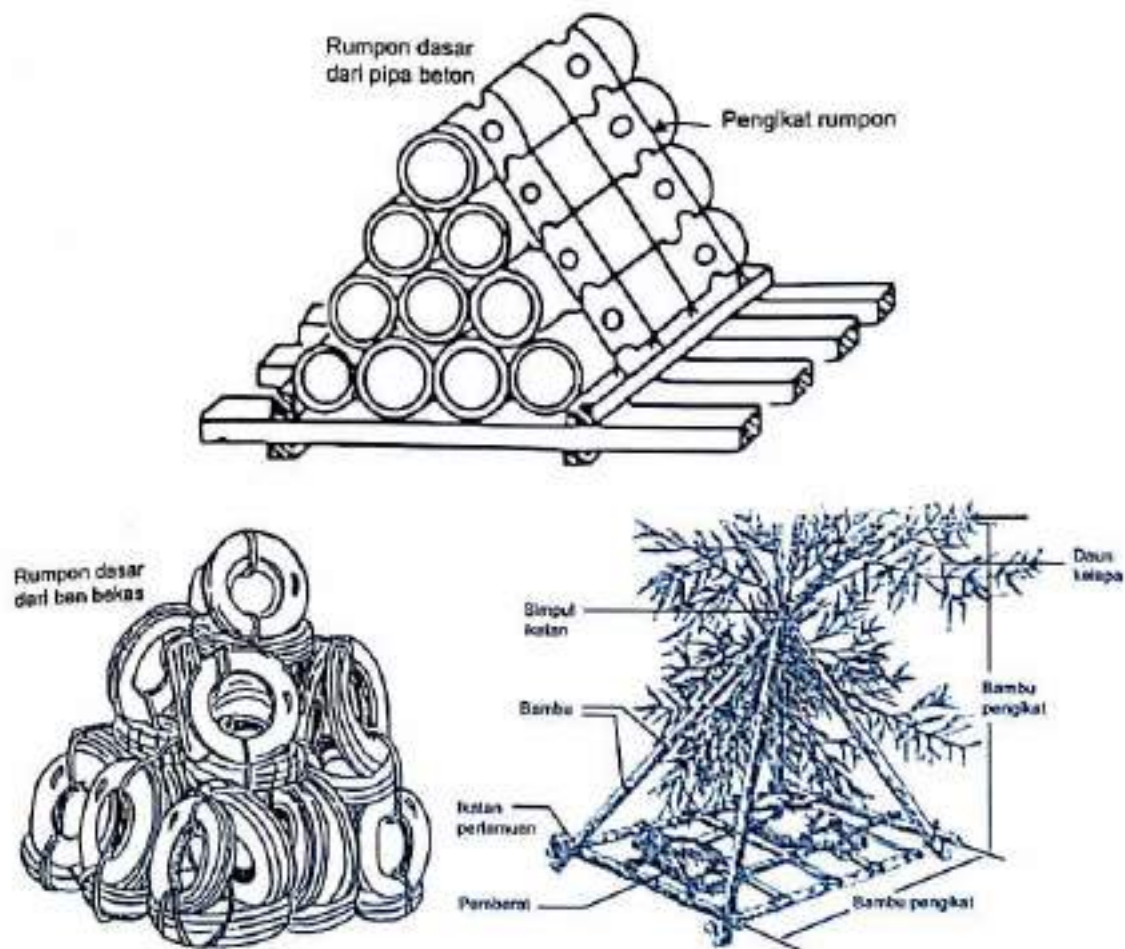
Terumbu karang buatan ditempatkan pada daerah yang produktivitasnya rendah atau habitat telah mengalami penurunan populasi. Di samping itu, pertimbangan utama pembuatan terumbu karang buatan adalah material yang mudah diperoleh, murah, dan mudah dipasang dalam air (Hadisubroto, 1990). Syarat pemilihan bahan terumbu buatan adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi biaya.
2. Kemampuan sebagai habitat buatan bagi berbagai biota.
3. Bebas dari kandungan zat pencemar.
4. Kemampuan pembentukan ruang.
5. Daya tahan tinggi dan kemudahan dalam desain dan konstruksi.
6. Efisiensi penyusunan.
7. Daya cengkeram dan gaya berat bahan pada suatu kondisi perairan.

Terumbu karang buatan sebaiknya diletakkan di dasar laut yang mendatar bersubstrat lumpur dengan produktivitas rendah (Sukarno, 1988), di habitat keras atau daerah alga yang lebat. Penempatan sebaiknya pada kedalaman tidak lebih dari 20 meter untuk mengumpulkan ikan buruan. Syarat pemilihan lokasi pemasangan terumbu buatan mencakup:

1. Kondisi dasar perairan; memungkinkan berlangsungnya proses dekomposisi bahan organik dan unsur hara.
2. Kecepatan arus tidak lebih dari 0,5 meter per detik, dan tinggi gelombang tidak lebih dari 2 m.
3. Temperatur perairan berkisar 25–30° C.
4. Letak kedalaman optimum bagi terumbu buatan adalah 15–20 m. Kedalaman berhubungan dengan kemudahan peletakan dan pemanfaatan terumbu buatan serta organisme sasaran.

5. Kemiringan dasar laut (topografi) tidak boleh melebihi 30°. Keadaan ini bertujuan untuk memperbesar daya cengkeram terumbu buatan dan memudahkan penyusunan.
6. Jenis dan tekstur batuan yang keras, pasir, sedikit lumpur (10%).
7. Geomorfologi; tidak terdapat muara sungai.
8. Jarak dengan terumbu karang sebaiknya tidak kurang dari 1 km; diharapkan bahwa fungsi terumbu buatan tidak hanya memusatkan ikan dari karang, tetapi menyediakan habitat bagi ikan-ikan di sekitarnya.
9. Aksesibilitas dan kemudahan transportasi pengangkutan bahan-bahan terumbu buatan ke lokasi penempatan.



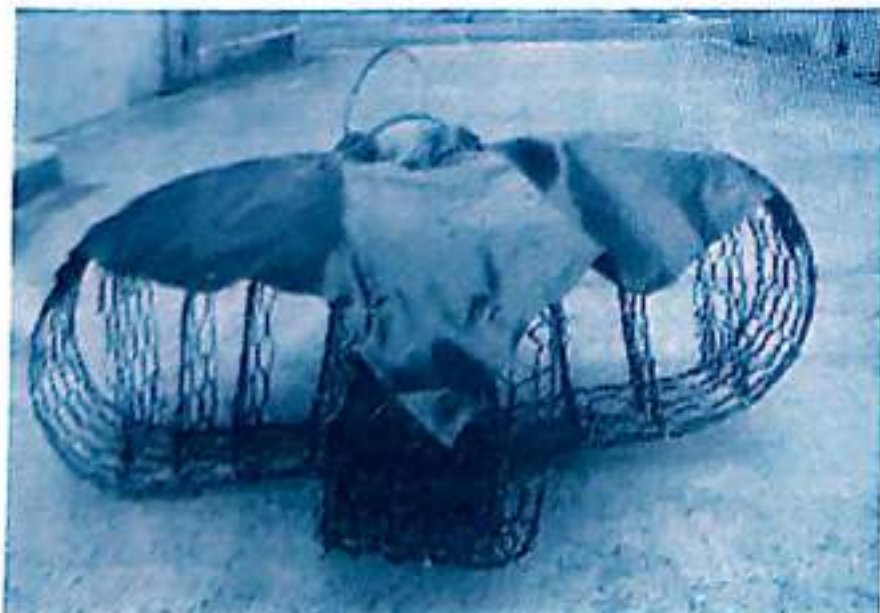
**Gambar 3.10** Sketsa rumpon dasar berbentuk piramida yang terdiri atas rangkaian pipa beton, ban bekas, serta bambu dan daun (Sukarno, 1988).

Bentuk atau model terumbu buatan meliputi bola, kubus, ataupun bentuk piramida. Model tersusun dari beragam bentuk dasar, seperti balok beton untuk membentuk kubus atau piramida. Selain itu, pipa (*cylinder*) beton juga digunakan untuk membentuk bangunan piramida (Gambar 3.10). Komposisi semen dan pasir adalah materi dasar pembuatan terumbu buatan. Selain bahan semen dan pasir (era 1990-an), material dasar adalah ban bekas, bambu, kayu, dan daun kelapa. Material dari bahan alam tersebut telah digunakan masyarakat nelayan sejak dulu dan menyebutnya dengan "rumpon".

Bahan dasar ban bekas dapat ditumbuhi karang dalam waktu lama (>4 tahun), sedangkan bahan semen, waktunya lebih singkat (<2 tahun), asalkan posisi dan kondisi perairan tempat penenggelamannya sesuai dengan syarat hidup terumbu karang.

Pada intinya, apa pun bentuk dari *artificial reef*, perlu diperhatikan bahwa bidang permukaan harus kasar dan berongga kecil sehingga larva mudah menempel dan tidak mudah lepas oleh adanya arus. Penempatan terumbu buatan perlu diperhatikan, yaitu berada di dasar perairan yang tidak rata pada kedalaman 5 meter.

Terumbu buatan tersebut terbuat dari ban bekas. Akan tetapi, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap Republik Indonesia akhir-akhir ini mengembangkan terumbu buatan yang berasal dari bahan plastik yang sudah dicetak (Dirjen Tangkap, 2011). Dalam rangka pengembangan perikanan tangkap secara berkelanjutan sesuai amanat UU Perikanan No. 34 Tahun 2004, pengembangan alat bantu tersebut sangat baik untuk dikembangkan sehingga diharapkan dapat meningkatkan produksi perikanan dan menjaga habitat sumber daya ikan.



**Gambar 3.11** Foto atraktor cumi-cumi; kain hitam bagian atas berfungsi mengurangi cahaya masuk ke dalam atraktor. (Baskoro dkk., 2011).



**Gambar 3.12** Foto cumi-cumi menempelkan telurnya pada atraktor cumi-cumi (Baskoro dkk., 2011).

### **ATRAKTOR CUMI-CUMI SEBAGAI RUMPON KHUSUS CUMI-CUMI**

Salah satu jenis rumpun yang khusus untuk menarik perhatian jenis cumi-cumi sehingga datang berkumpul untuk memijah adalah atraktor cumi-cumi (Gambar 3.11). Alat tersebut mulai dikembangkan di Jepang dengan tujuan utama untuk memperkaya sumber daya cumi-cumi di suatu kawasan perairan. Hal itu terjadi karena atraktor berfungsi sebagai tempat cumi-cumi untuk melepaskan dan menempelkan telurnya, lalu menetas seperti tampak pada Gambar 3.11–3.12 (Baskoro dkk., 2011).

Konstruksi atraktor tersebut adalah sejenis rumpun yang dirancang dengan desain menyerupai kelopak bunga berdiameter 120 cm dan tinggi 35 cm yang dapat dijadikan tempat berkumpul cumi-cumi untuk melepaskan dan meletakkan telurnya hingga menetas (Mulyono dkk., 2011). Selanjutnya, Nabhitabhata (1996) mengemukakan bahwa cumi-cumi cenderung menempelkan telurnya pada benda berbentuk helaian atau tangkai yang letaknya agak terlindung dan tempatnya agak gelap, sedangkan Mulyono dkk. (2011) menyarankan sebaiknya atraktor cumi-cumi diletakkan di dasar perairan, sekitar 3–7 m dari permukaan laut yang memang diketahui sebagai habitat cumi-cumi pada dasar perairan sekitar terumbu karang dengan kondisi perairan yang jernih dan arus yang tidak terlalu kuat. Selanjutnya, Tallo (2006) melaporkan hasil penelitiannya bahwa cumi-cumi cenderung menempelkan telurnya pada atraktor yang tertutup dengan karung goni pada kedalaman 4–5 meter dengan jumlah rata-rata 100,75 kapsul, yang terdiri atas 5 kelompok telur.

Sebagai contoh, kasus bahan dan alat yang digunakan sebagai atraktor cumi-cumi yang dilakukan oleh Hasmawati (2012) di perairan Pangkep Selat Makassar dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Bahan dan Alat yang Digunakan sebagai Atraktor Cumi-Cumi di Perairan Pangkep

No	Nama Bahan/Alat	Spesifikasi	Jumlah Satuan
1	<b>Bahan untuk atraktor:</b>		
	a. Tali (PE)	Ø 3 mm	50 m
	b. Tali (PE)	Ø 5 mm	1 rol
	c. Tali (PE)	Ø 10 mm	1/2 rol
	d. Tali kuralon (substakt)	Ø 5 mm	90 m
	e. Webbing besi	ukuran 120x40 cm	37 lbr
	f. Kawat tembaga	1,2 mm	2 kg
	g. Karung goni		18 lembar
	i. Pelampung bola	Ø 51 cm	6 buah
	j. Pemberat	±5kg	18 buah
	k. Jangkar/pemberat	±10 kg	6 buah
	l. Besi cor	no. 8	15 batang
	2	<b>Alat:</b>	
a. Perahu motor			1 unit
b. Kamera bawah air			1 unit
c. Alat scuba diving			1 set
d. Global Positioning System			1 unit
e. Hand refraktometer			1 unit
f. Lux meter			1 unit
g. Roll meter			1 unit
h. Termometer			1 unit
i. Current Meter			1 unit
j. Gunting atau pisau besar			1 buah
k. Mistar geser			1 buah
l. Peralatan menulis			1 set

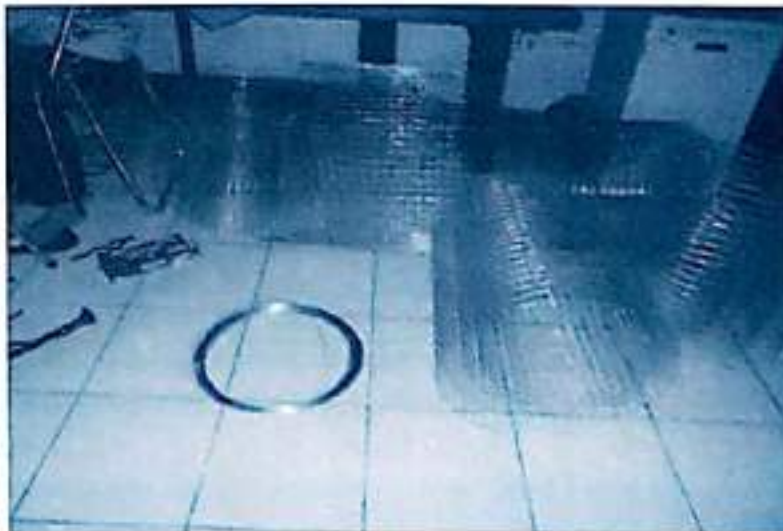
### Pembuatan Atraktor Cumi-Cumi

Pembuatan atraktor cumi-cumi dimulai dengan pembuatan rangka atraktor yang terbuat dari besi cor. Sebuah atraktor membutuhkan 4 buah besi yang berbentuk oval, kemudian dirangkai seperti kelopak atau daun atraktor (Gambar 3.13).

Setelah rangkanya selesai, selanjutnya dibuat bagian kelopak atau daun atraktor (rang besi) yang panjangnya 120 cm dan lebarnya 40 cm (Gambar 3.14). Setelah itu, keempat sisi rangka atraktor tersebut ditutupi dengan rang besi yang telah dipotong sesuai dengan ukuran tersebut sehingga berbentuk seperti kelopak bunga.

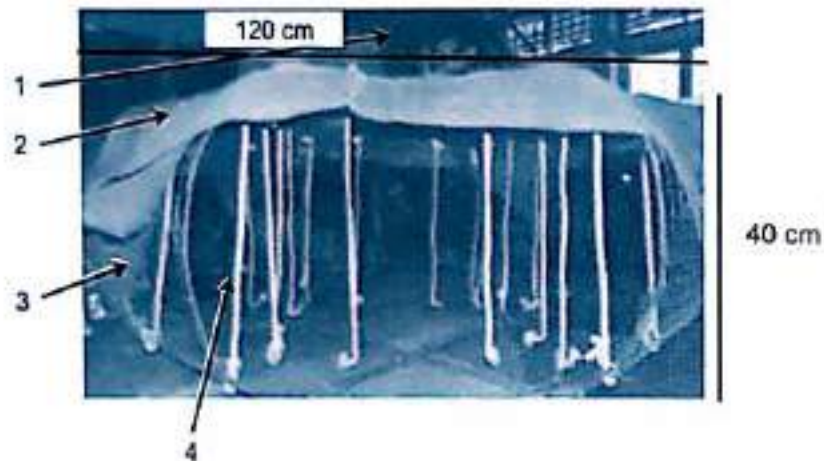


**Gambar 3.13** Rangka atraktor cumi-cumi (Hasmawati, 2012).



**Gambar 3.14** Rang besi yang digunakan untuk membuat kelopak daun atraktor (Hasmawati, 2012).

Atraktor yang sudah terbentuk, diikat tali kuralon pada setiap sisi bagian dalam atraktor, dan tali tersebut dapat menjadi *substrakt* (tempat menempel) telur cumi-cumi. Bagian atas atraktor ditutup dengan karung goni atau plastik tebal yang berwarna gelap. Sebelum dioperasikan, atraktor diberi pemberat pada bagian dasarnya untuk menjaga keseimbangan atraktor. Atraktor cumi-cumi yang siap digunakan tampak pada Gambar 3.15.



Keterangan:

1. Tempat mengikat tali utama
2. Penutup atraktor (karung goni)
3. Kelopak (daun atraktor)
4. Substrakt (tempat menempel telur cumi-cumi)

Gambar 3.15 Atraktor cumi-cumi yang siap dipasang di perairan (Hasmawati, 2012).

Tabel 3.4 Total dan Persentase Hasil Tangkapan Atraktor Cumi-Cumi di Perairan Pangkep Selat Makassar pada Musim Peralihan

Kedalaman	<i>Sepia Officinalis</i> (Sotong) (Ekor)	<i>Sepioteuthis Lessonianna</i> (Cumi-Cumi) (Ekor)	Total (Ekor)	Persentase
4 m	22	17	39	36%
7 m	20	36	56	51%
10 m	0	14	14	13%
Total	42	67	109	100%

**Tabel 3.5** Total dan Persentase Hasil Tangkapan Atraktor Cumi-Cumi di Perairan Pangkep Selat Makassar pada Musim Peralihan (Musim Barat)

Kedalaman	<i>Sepia Officinalls</i> (Sotong) (Ekor)	<i>Sepioteuthis Lessonianna</i> (Cumi-Cumi) (Ekor)	Total (Ekor)	Persentase
4 m	38	34	72	38,5%
7 m	34	59	93	49,7%
10 m	0	22	22	11,8%
Total	72	115	187	100%



**Gambar 3.16** Atraktor cumi-cumi yang digunakan untuk mengganti atraktor yang rusak (Hasmawati, 2012).

Selama penelitian, dilakukan penggantian atraktor yang rusak. Kerusakan terjadi karena bahan yang digunakan tidak tahan lama direndam dalam perairan. Gambar 3.16 menunjukkan atraktor cumi-cumi pengganti, dan atraktor tersebut ternyata bukan saja mampu menangkap cumi-cumi, tetapi juga sotong, dengan gambaran hasil tangkapan yang tersaji pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 (Hasmawati, 2012).

Baskoro dkk. (2011) menjelaskan mengenai teknik pemasangan atraktor cumi-cumi yang meliputi:

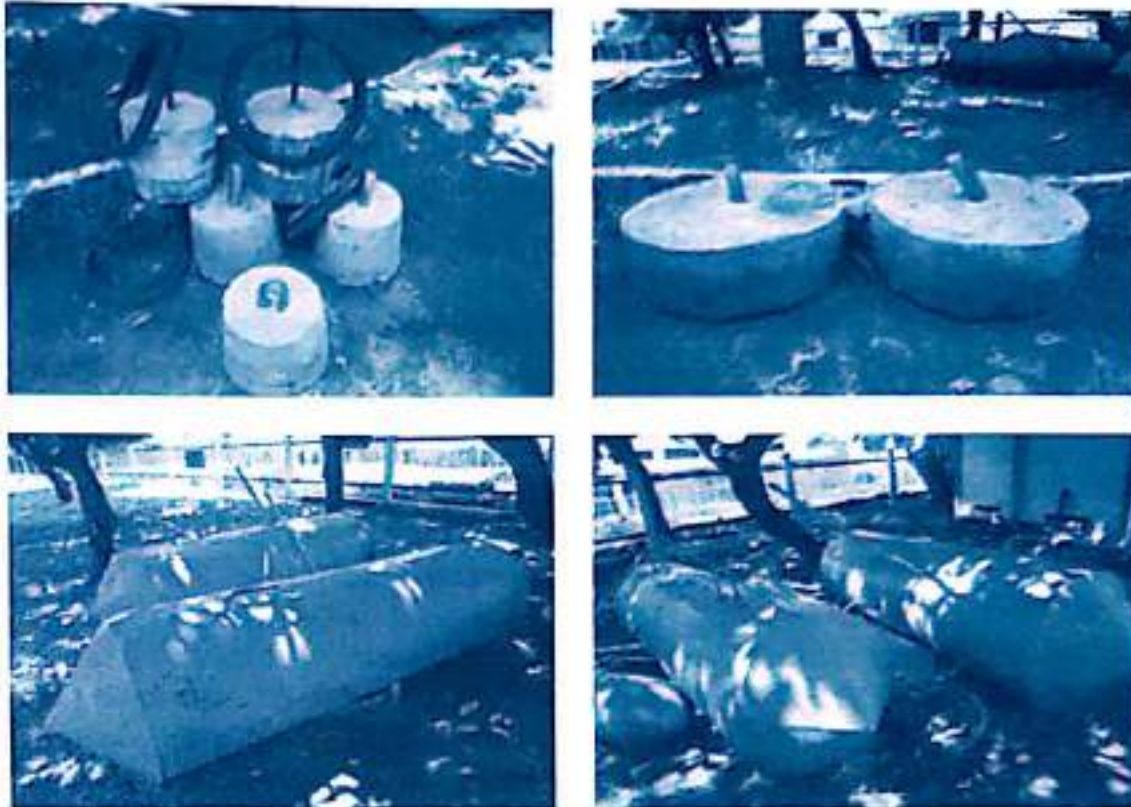
1. Pemasangan atraktor di perairan dimulai dengan melakukan observasi daerah perairan tempat atraktor tersebut akan dipasang.
2. Setelah didapat daerah perairan yang sesuai, pemasangan atraktor dapat dilakukan.
3. Observasi perairan tempat pemasangan atraktor harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. *Kondisi perairan.* Perairan tempat atraktor akan dipasang harus jernih atau tidak keruh.
- b. *Dasar dan kedalaman perairan.* Dasar perairan untuk pemasangan atraktor tidak berlumpur, tetapi berpasir, atau pada bekas terumbu karang yang rusak, dengan kedalaman perairan mulai dari 3 m hingga 7m.
- c. *Arus.* Kecepatan arus harus juga diperhatikan, karena dapat memengaruhi posisi dari atraktor yang sudah dipasang di dasar perairan. Kecepatan arus yang layak untuk pemasangan atraktor adalah tidak lebih dari 0,5 knot.
- d. *Daerah migrasi cumi-cumi.* Salah satu syarat penting dari pemasangan atraktor cumi-cumi sehingga cepat terlihat hasilnya adalah daerah tersebut merupakan daerah migrasi atau ruaya dari cumi-cumi. Data atau informasi mengenai hal tersebut dapat diperoleh dari masyarakat pesisir atau nelayan di daerah tersebut yang sudah biasa melakukan penangkapan cumi-cumi (Baskoro dkk., 2011).

Pemasangan atraktor dilakukan setelah daerah perairan yang sesuai ditemukan. Pemasangan atraktor dimulai dengan persiapan penyelaman dan dibutuhkan minimal dua orang penyelam untuk memasang atraktor dalam perairan. Dua orang penyelam tersebut harus siap dalam air sebelum atraktor yang sudah ada di atas perahu atau kapal diturunkan ke perairan.

Atraktor diturunkan satu persatu dari atas perahu atau kapal ke perairan, yang kemudian diterima oleh penyelam yang sudah siap di dalam air. Setelah itu, pemberat juga diturunkan ke dalam perairan satu persatu, yang dapat berupa batu alam atau cetakan beton seberat 15–20 kg. Kedua penyelam lalu mengatur posisi atraktor, sekaligus kelengkapannya, dengan cara memasukkan pemberat pada bagian tengah atraktor, menyiapkan tali penyambung antar-atraktor, dan mengatur jarak satu atraktor dengan atraktor lainnya hingga selesai pemasangan atraktor di dalam perairan.

Tahap selanjutnya adalah melakukan pemantauan atau *monitoring*, untuk menentukan berhasil tidaknya pemasangan atraktor, dilihat dari indikator ada tidaknya telur cumi-cumi yang menempel pada atraktor. Pemantauan dapat mulai dilakukan setelah satu minggu atraktor dipasang di suatu perairan. Pemantauan selanjutnya dapat dilakukan dalam waktu dua atau tiga hari sekali. Kegiatan tersebut penting dilakukan untuk memberikan informasi atau laporan tentang aktivitas pemasangan atraktor cumi-cumi yang sudah dilakukan, selain sebagai bahan pengembangan ke depan (Baskoro dkk., 2011).



**Gambar 3.17** Bahan rumpon tipe Jawa Timur, pelampung dan pemberat.

### **RUMPON LAUT TIPE JAWA TIMUR (EAST JAVA TYPE RUMPON)**

Rumpon laut dalam tipe Jawa Timur, adalah jenis rumpon laut dalam yang dikembangkan oleh Unit Pengembangan Penangkapan Ikan Probolinggo, dan memiliki konstruksi serta bahan yang berbeda dengan rumpon laut dalam yang ada di daerah lainnya. Jenis rumpon tersebut merupakan gabungan dari tipe rumpon laut dalam yang sudah ada sebelumnya dengan mengambil bagian-bagian yang sesuai dengan kondisi perairan laut dalam Provinsi Jawa Timur (Gambar 3.17).

Ciri-ciri rumpon laut dalam tipe Jawa Timur mencakup:

1. Ponton (pelampung) berbentuk tabung (torpedo) terbuat dari plat besi.
2. Tali penghubung ponton-*stabilizer wire*rope diameter 14 mm dan panjang 25 m.
3. Atraktor utama bahan ban mobil no.15/16, 5 buah dirangkai memanjang ke bawah oleh tali PE diameter 14 mm dan panjang 20 m, 4 potong.
4. *Stabilizer* seberat 25 kg dari bahan semen cor dengan ujung-ujungnya dilengkapi ring ban masing-masing 2 buah.

5. Atraktor tambahan pada bagian belakang ponton.
6. Tali utama dari bahan *polipropilen* (PP) berukuran diameter 22/24 mm.
7. Pemberat antarsambungan tali semen cor seberat 2–3 kg.
8. Pemberat utama semen cor 3 buah dengan berat masing-masing  $\pm 100$  kg.
9. Jangkar terbuat dari besi bermata empat, berat 25 kg sebanyak 2 buah.

Konstruksi, bahan, fungsi, dan bagian rumpon laut dalam tipe Jawa Timur meliputi:

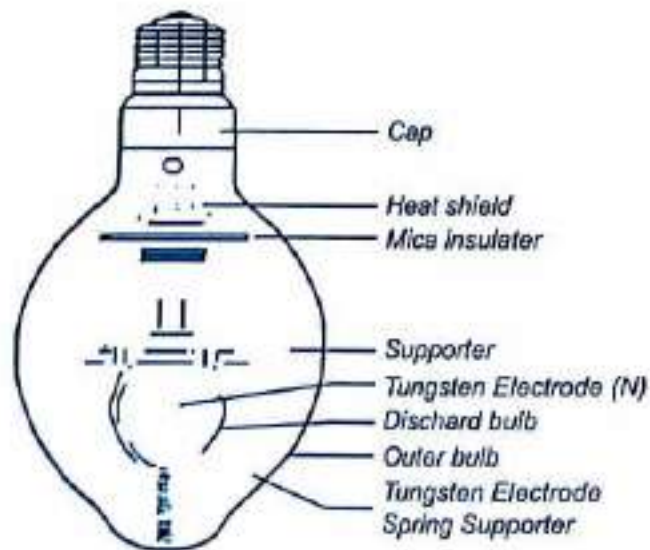
1. *Ponton (pelampung)*. Ponton berbentuk tabung dengan ujung runcing berukuran panjang 240 cm diameter 76 cm dan panjang bagian yang runcing 30 cm. Bahan dari plat besi tebal 30 m yang dilengkapi oleh 5 buah kupingan bahan "betoneser" dan tempat tiang tanda dari bambu kecil. Ponton dilengkapi juga dengan antikarat (*zinc anoda*). Di bagian tengah, ada tempat gantungan tali utama dan atraktor. Ponton dicat dengan meni AC (*anti corrosion*) dengan bagian dalam tabung yang biasanya diisi *Styrofoam* atau diisi drum plastik. Selain itu, ponton dilengkapi dengan tempat gantungan tali utama dan atraktor dari bahan ring ban di tengah sebanyak 4 buah dan di belakang sebanyak 2 buah. Ponton berfungsi sebagai sarana apung dari bagian-bagian rumpon yang ada di bawahnya, dan berbentuk torpedo untuk memperkecil pengaruh arus laut yang menghantam rumpon. Cat meni AC dan zinc anoda berfungsi mengurangi pengaruh oksidasi atau proses pengkaratan. Kupingan berfungsi sebagai tempat mengikat tali-tali kapal nelayan di tengah laut. Isi tabung *Styrofoam* atau drum plastik berfungsi untuk berjaga-jaga agar tidak tenggelam, jika terjadi kebocoran akibat kesalahan dalam pengelasan tabung atau ponton. Tanda pada bagian atas dari bambu berfungsi agar mudah dilihat dari jauh.
2. *Tali penghubung ponton dan stabilizer*. Tali ini terbuat dari tali kawat baja berdiameter 14 mm, yang berfungsi untuk menegakkan posisi atraktor utama dalam air dan sebagai faktor pengaman sehingga tidak mudah diputus.
3. *Atraktor utama*. Atraktor utama, bagian yang berada di bawah ponton, merupakan rangkaian ban mobil sepanjang 15 m dengan jarak antarban 3 m dihubungkan oleh tali PE sebanyak 4 potong dengan rumbai-rumbai tali rafia sepanjang 2 m dan rumbai-rumbai daun kelapa. Fungsi atraktor adalah menarik perhatian ikan-ikan kecil dan besar sehingga berkumpul di sekitar rumpon tersebut.
4. *Stabilizer*. *Stabilizer* terbuat dari semen cor seberat 25 kg yang berfungsi menegakkan posisi atraktor dalam air. Dengan adanya *stabilizer* ini, diharapkan posisi atraktor selalu tegak lurus terhadap ponton, walaupun ada pengaruh arus sehingga atraktor tersebut akan mudah dilihat oleh ikan dari jarak jauh.

5. *Atraktor tambahan.* Atraktor ini diletakkan di bagian belakang ponton, yang terbuat dari rangkaian daun kelapa dan rumbai tali rafia sepanjang 15 m dengan menggunakan tali PE berdiameter 14 mm. Atraktor tambahan berfungsi sebagai atraktor yang mudah diganti sehingga rumpon tersebut selalu terawat atraktornya.
6. *Tali utama.* Tali ini merupakan penghubung antara ponton dan pemberat. Panjang minimal 1,5 kali kedalaman laut, berdiameter 24 mm (*polipropilen*). Antartali disambung dengan cara *splashing* dan diberi pemberat dari semen cor 2–3 kg pada setiap sambungan. Tali utama digunakan untuk menghindari tali-tali mengapung atau melayang pada saat arus mati sehingga tidak dipotong atau diambil oleh orang yang tidak bertanggung jawab.
7. *Pemberat antarsambungan tali.* Pemberat ini dibuat dengan cara pengecoran semen dengan cetakan tabung plastik yang diberi tali PE berukuran 4 mm sepanjang 1 m pada bagian tengahnya.
8. *Pemberat utama.* Pemberat ini dibuat dari pengecoran semen yang diberi urat betoneser pada bagian tengahnya dan diberi tali penggantung yang dilindungi oleh slang. Cetakan pemberat utama dibuat dari drum oli atau sejenisnya yang dipotong menjadi 4 bagian sehingga cetakan ini dapat digunakan berulang-ulang. Pemberat utama berbentuk tabung pendek yang berfungsi menghindari pengaruh arus dasar laut karena bentuknya yang bulat dan mudah dipindah-pindahkan dari darat ke atas kapal saat pemasangan. Pemberat utama biasanya disiapkan sebanyak 3 buah, yang dirangkai satu dengan lainnya, dan tali utama diikatkan pada bagian tengah pemberat.
9. *Jangkar.* Jangkar dibuat dari besi bermata empat sebanyak 2 buah dengan berat 25 kg setiap rumpon. Apabila pemasangan rumpon berada pada titik kemiringan yang ekstrem, disarankan lebih dari dua jangkar yang disiapkan. Jangkar diikatkan pada pemberat utama kanan dan kiri dari pemberat yang diikat dari tali utama. Jangkar berfungsi menahan rumpon sehingga tidak bergerak dari posisi yang telah ditentukan saat pemasangan, akibat adanya pengaruh arus laut. Jangkar ini sangat penting disiapkan, karena pemberat utama tidak berfungsi untuk menahan rumpon akibat pengaruh arus, dan adanya tekanan air laut terhadap benda yang berada di dalamnya sehingga berat benda tersebut dapat berkurang sesuai dengan seberapa dalam benda tersebut masuk ke dalam air.

## PENGGUNAAN CAHAYA LAMPU SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### SEJARAH PENGGUNAAN CAHAYA PADA PENANGKAPAN IKAN

Penggunaan cahaya dalam penangkapan ikan telah dijelaskan oleh Sudirman dan Mallawa (2012) dan Sudirman (2013). Setelah mengetahui cara membuat api, manusia juga menemukan bahwa beberapa jenis ikan tertarik oleh cahaya. Akan



Gambar 4.1 Salah satu jenis lampu yang digunakan dalam menarik perhatian ikan.

tetapi, kapan manusia memulai penangkapan ikan dengan menggunakan alat bantu cahaya tidak diketahui dengan pasti (Yami, 1987). Sejak saat itu, penangkapan ikan dengan menggunakan alat bantu cahaya terus berkembang, dan penangkapan ikan dengan bantuan cahaya disebut juga dengan *light fishing*.

Dewasa ini, penggunaan cahaya atau lampu untuk penangkapan ikan di Indonesia telah berkembang cukup pesat sehingga di tempat kegiatan perikanan, hampir dipastikan lampu digunakan untuk usaha penangkapan ikan. Pada tahun 1950-an, jumlah lampu yang digunakan untuk penangkapan ikan masih sangat terbatas dan terpusat di daerah tertentu (Subani, 1983).

Belum jelas kapan pertama kali lampu digunakan dalam penangkapan ikan di Indonesia dan siapa yang pertama kali memperkenalkannya. Walaupun demikian, sekitar tahun 1950 di daerah perikanan Indonesia Timur, khususnya di tempat penangkapan cakalang dengan *pole and line*, ditemukan lebih kurang 500 buah lampu petromaks yang digunakan untuk penangkapan, yang sama sekali belum pernah dipakai di tempat lain (Van Vel dalam Subani, 1983).

Pada mulanya, penggunaan lampu untuk penangkapan masih terbatas di daerah tertentu dan umumnya dilakukan hanya di tepi pantai dengan menggunakan jaring pantai (*beach seine*), serok (*scoop net*), dan pancing (*handline*). Pada tahun 1953, perkembangan penggunaan lampu untuk tujuan penangkapan ikan tumbuh dengan pesat bersamaan dengan perkembangan bagan (jaring angkat atau *lift net*) untuk penangkapan ikan. Saat ini, pemanfaatan lampu tidak hanya terbatas pada daerah pantai, tetapi juga dilakukan pada daerah lepas pantai yang penggunaannya disesuaikan dengan keadaan perairan, seperti alat tangkap payang, *purse seine*, dan lain-lain.



**Gambar 4.2** Lampu petromaks, lampu yang umum digunakan nelayan tradisional untuk mengumpulkan ikan-ikan pelagis kecil di KTI.

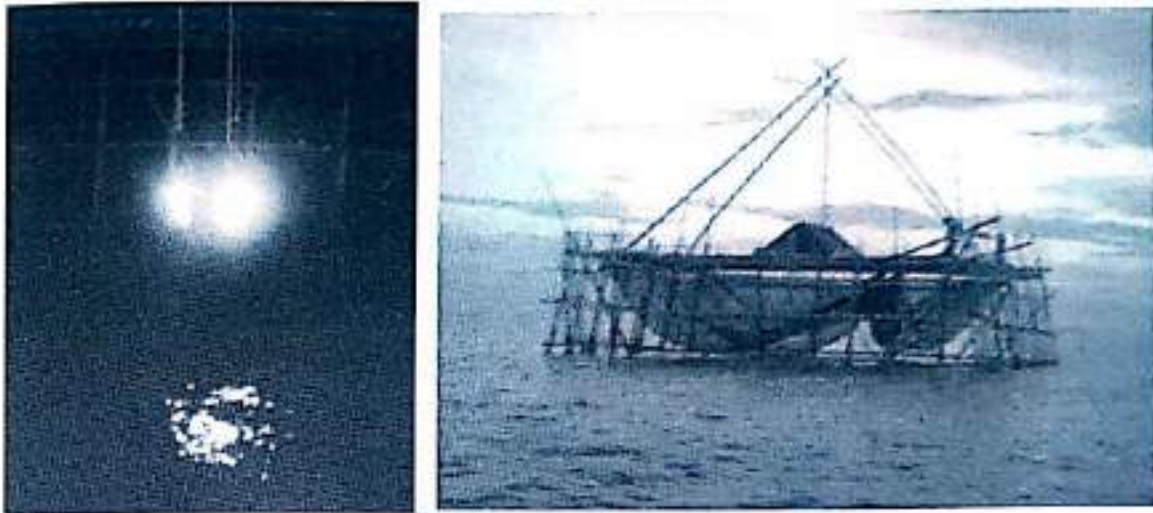


**Gambar 4.3** Lampu petromaks setelah dinyalakan, siap untuk dipasang di perahu sebagai alat bantu pengumpul ikan.



**Gambar 4.4** Pemasangan lampu petromaks pada perahu lampu, untuk menarik perhatian ikan pelagis kecil di perairan laut.

Penggunaan cahaya listrik dalam skala industri penangkapan ikan pertama kali dilakukan di Jepang pada tahun 1900 untuk menarik perhatian berbagai jenis ikan, kemudian berkembang dengan pesat setelah Perang Dunia II. Sementara itu, penggunaan lampu di Norwegia berkembang sejak tahun 1930, dan baru mulai digunakan pada tahun 1948 di Uni Soviet (Nikonorov, 1975).



**Gambar 4.5** Alat tangkap bagan tancap dengan menggunakan lampu petromaks untuk menarik perhatian ikan-ikan pelagis kecil di Selat Makassar.



**Gambar 4.6** Pengoperasian bagan tancap di perairan Selat Makassar, dengan alat bantu cahaya.



**Gambar 4.7** Alat tangkap bagan tancap dengan alat bantu lampu pijar yang digunakan nelayan di Selat Makassar.



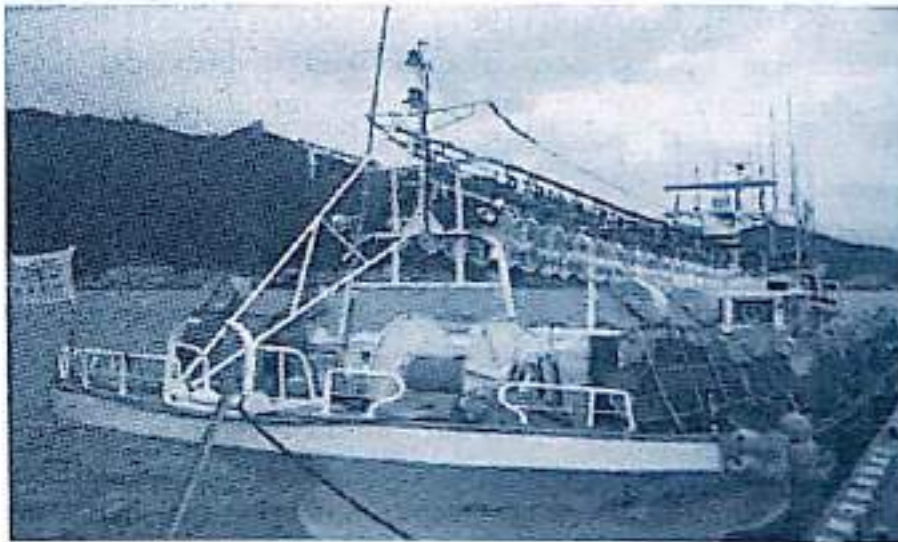
**Gambar 4.8** Kondisi ikan di bawah lampu di permukaan air pada perikanan bagan tancap.

### **RESPONS IKAN TERHADAP STIMULI CAHAYA**

Nicol (1963) telah melakukan telaah mengenai penglihatan dan penerimaan cahaya oleh ikan dan menyimpulkan bahwa mayoritas mata ikan laut sangat tinggi sensitivitasnya terhadap cahaya. Walaupun batas absolut sensitivitas ikan



**Gambar 4.9** Alat tangkap bagan yang menggunakan alat bantu lampu listrik di perairan Selat Makassar.



**Gambar 4.10** Alat tangkap cumi-cumi "*squid jigging*" di Jepang menggunakan lampu *Metal halne* untuk menarik perhatian cumi-cumi.

terhadap cahaya belum diketahui, tetapi sensitivitas mata ikan terhadap cahaya sangat tinggi. Ikan mempunyai respons terhadap rangsangan yang disebabkan oleh cahaya yang besarnya 0,01–0,001 lux, sangat bergantung pada kemampuan jenis ikan beradaptasi (Laevastu and Hayes, 1981; Gunarso, 1985; JICA, 1997). Akan tetapi, kebanyakan hewan air tawar dan laut mempunyai batas optimum terhadap intensitas cahaya (Jones, 1956). Sel "*rod*" pada ikan dapat melihat pada kegelapan 0,00001 lux, tetapi umumnya ikan dapat tertarik oleh cahaya pada

intensitas 0,001–10 lux (Mitsugi, 1974). Peristiwa tertariknya ikan oleh cahaya disebut dengan *sifat fototaksis*. Karena sifat fototaksis dari beberapa jenis ikan ekonomis yang penting, ikan tersebut dapat dipikat oleh cahaya buatan pada malam hari. Terkait dengan intensitas cahaya dan pengelompokan pada ikan, Shaw dalam Radakov (1973) menemukan bahwa ikan muda dalam *family Atherinidae* akan menyebar pada intensitas cahaya 0,05 lux. Apabila intensitas cahaya dikurangi 1–2 lux secara tiba-tiba, ikan akan terpecah, meskipun 2–5 menit selanjutnya, dapat menyatu kembali.

Walaupun demikian, ketertarikan ikan oleh cahaya tidak semata-mata disebabkan oleh cahaya, tetapi juga motif lain. Zusser dalam Gunarso (1985) menyatakan bahwa bagi ikan, cahaya ternyata dapat menunjukkan adanya makanan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ikan yang sedang lapar dapat lebih mudah terpikat oleh cahaya dibandingkan dengan ikan yang kenyang. Selain itu, ditemukan adanya keseimbangan batas intensitas tertentu untuk beberapa jenis ikan terhadap intensitas cahaya yang ada. Batas absolut sensitivitas ikan terhadap cahaya belum diketahui, tetapi sensitivitas mata ikan terhadap cahaya sangat tinggi (Gunarso, 1985).

Nikonorov (1975), Ben-Yami (1987), Subani dan Barus (1989) menyatakan bahwa keberhasilan operasi penangkapan ikan dengan alat bantu cahaya ditentukan oleh jumlah lampu dan besarnya intensitas cahaya. Selain itu, keberhasilan tersebut juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Kecerahan

Jika kecerahan rendah, berarti banyak partikel dalam air, yang menyebabkan sebagian besar bias cahaya akan diserap habis oleh partikel atau zat tersebut sehingga daya tembusnya ke dalam air akan berkurang yang dapat mengurangi daya tarik ikan terhadap cahaya.

2. Gelombang, angin, dan arus

Kedudukan lampu dan efek yang ditimbulkannya sangat bergantung pada adanya gelombang, angin, dan arus. Dalam keadaan normal atau perairan tenang, daya tembus cahaya ke dalam air diasumsikan berlangsung lurus. Adanya pengaruh gerakan ombak dan arus menyebabkan bias cahaya dari lampu menjadi berubah dan tidak beraturan sehingga menimbulkan sinar yang menakutkan ikan.

3. Sinar bulan

Pada saat bulan purnama, operasi penangkapan kurang efektif karena cahaya menyebar secara merata, sedangkan untuk penangkapan dengan lampu, diperlukan keadaan yang relatif gelap sehingga cahaya lampu terbias sempurna dalam air.

4. Predator

Predator setiap saat dapat menyerang ikan yang berkumpul di sekitar sumber cahaya yang dapat membubarkan gerombolan ikan.

## PERANAN CAHAYA DAN SIFATNYA DALAM AIR

Cahaya merupakan bagian yang fundamental dalam menentukan tingkah laku ikan di laut (Woodhead, 1966). Stimuli cahaya terhadap tingkah laku ikan sangat kompleks, yang meliputi intensitas, sudut penyebaran, polarisasi, komposisi spektral, dan lama penyinarannya. Nicol (1963) telah melakukan tinjauan mengenai penglihatan dan penerimaan cahaya oleh ikan dan menyimpulkan bahwa mayoritas mata ikan laut sangat tinggi sensitivitasnya terhadap cahaya. Tidak semua cahaya dapat diterima oleh mata ikan. Cahaya yang dapat diterima memiliki panjang gelombang pada interval 400–750 nm (Mitsugi, 1974; Nikonorov, 1975).

Penetrasi cahaya dalam air sangat berhubungan erat dengan panjang gelombang yang dipancarkan oleh cahaya tersebut. Semakin besar panjang gelombang cahaya, semakin kecil daya tembusnya ke dalam perairan. Panjang gelombang dari masing-masing warna cahaya dapat dilihat pada Tabel 4.1 (Ben-Yami, 1987).

Dengan demikian, cahaya warna biru dapat menembus lebih jauh ke dalam perairan dibandingkan dengan warna lainnya. Warna biru digunakan untuk menarik ikan dari jarak yang jauh, baik secara vertikal maupun horizontal pada operasi penangkapan ikan. Alasannya, warna tersebut dapat sangat sedikit diabsorpsi oleh air sehingga penetrasinya ke dalam perairan sangat tinggi. Untuk mengonsentrasikan ikan di sekitar *catchable area*, digunakan warna merah atau kuning karena daya tembusnya rendah.

Penelitian mengenai penggunaan warna cahaya dalam air selama penangkapan ikan dengan alat tangkap *purse seine* telah dilakukan oleh Najamuddin *et al* (1994), dengan menggunakan tiga jenis warna lampu neon, masing-masing merah, kuning, dan biru. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa lampu neon berwarna kuning memberikan hasil tangkapan yang lebih besar dibandingkan dengan warna lainnya, sedangkan ikan layang merupakan hasil tangkapan yang dominan.

**Tabel 4.1** Panjang Gelombang (*Wavelength*) pada Berbagai Warna Cahaya Tampak

Warna Cahaya ( <i>Colour of light</i> )	Panjang Gelombang ( <i>Wavelength</i> (Å))
<i>Violet</i>	3,900–4,550
<i>Blue</i>	4,550–4,920
<i>Green</i>	4,920–5,770
<i>Yellow</i>	5,770–5,970
<i>Orange</i>	5,970–6,220
<i>Red</i>	6,220–7,700

Sumber: Ben-Yami (1987)

Selain panjang gelombang, faktor lain yang menentukan penetrasi cahaya masuk ke dalam air adalah absorpsi cahaya oleh partikel-partikel air, kecerahan, pemantulan cahaya oleh permukaan laut, musim, dan lintasan geografis (Nybakken, 1988). Ben-Yami (1987) menyatakan bahwa nilai iluminasi ( $I_x$ ) suatu sumber cahaya akan menurun seiring dengan semakin meningkatnya jarak dari sumber cahaya tersebut, dan nilainya akan berkurang, jika cahaya tersebut masuk ke dalam air karena mengalami pemudaran.

Besarnya iluminasi cahaya ( $E$ ) ditentukan dari intensitas penyinaran ( $I$ ) dan jarak dari sumber cahaya ( $r$ ) yang diformulasikan sebagai berikut:

$$E = I/r^2$$

dengan:

$E$  = iluminasi cahaya (lx)

$I$  = intensitas cahaya (cd)

$r$  = jarak dari sumber cahaya (m).

Sementara itu, pemudaran intensitas cahaya dalam kolom air terjadi secara eksponensial berdasarkan hukum Bugers (Nikonorov, 1975; Nicol, 1989) sebagai berikut:

$$I_x = I_0 \cdot e^{-kx}$$

atau

$$E_x = E_0 \cdot e^{-kx}$$

dengan:

$E_x$  = iluminasi pada kedalaman  $x$  meter

$E_0$  = iluminasi pada permukaan air

$e$  = bilangan  $e$  sebesar 2,718

$k$  = koefisien pemudaran

$x$  = kedalaman air.

Cahaya yang masuk ke dalam perairan akan diterima oleh mata ikan, yang selanjutnya mata ikan melakukan fungsi untuk mengumpulkan cahaya dan memfokuskan gambar yang diterimanya, kemudian dianalisis oleh retina pada mata ikan (Fernald, 1990). Selanjutnya, dikatakan bahwa apabila cahaya dalam air masuk ke dalam mata ikan dengan intensitas tertentu,  $I$  (*candella*), *flux* cahaya dalam mata ikan adalah sebagai berikut:

$$F = (I Pa) / D^2$$

dengan:

$F$  = flux cahaya (lumen)

$I$  = intensitas cahaya pada titik tertentu (*candella*)

$Pa$  = pupillary area

$D$  = jarak dari sumber cahaya ke pupil.

Jumlah cahaya yang masuk ke dalam suatu perairan berbeda-beda, bergantung pada beberapa faktor seperti waktu penyinaran matahari atau bulan, kondisi meteorologi, musim, dan *latitude*. Pada waktu matahari berada di zenit dan dalam keadaan tidak berawan, penyinaran di permukaan laut diperkirakan sebesar  $1160 \text{ W/m}^2$  atau setara dengan 108 kilo lux (Nicol, 1989). Selanjutnya, pada bulan purnama, penyinaran di permukaan air adalah sebesar  $0,01 \mu\text{w/cm}^2$  dan pada kondisi gelap sekitar  $0,0001 \mu\text{w/cm}^2$ .

## **PERKEMBANGAN PENELITIAN *LIGHT FISHING* DI INDONESIA**

Perkembangan penelitian *light fishing* di Indonesia selama 20 tahun terakhir menunjukkan beberapa hasil yang signifikan (Sudirman dan Nessa, 2011). Sulthan (1985) melaporkan hasil penelitiannya terhadap penggunaan intensitas cahaya (jumlah lampu) terhadap hasil tangkapan pada bagan tancap di perairan Kabupaten Selayar Sulawesi Selatan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang digunakan pada bagan tancap berpengaruh terhadap hasil tangkapan pada bulan gelap, dengan semakin tinggi intensitas cahaya yang digunakan, semakin banyak jumlah hasil tangkapan.

Herutomo (1995) melakukan penelitian mengenai pengaruh intensitas warna cahaya terhadap hasil tangkapan cumi-cumi pada perikanan bagan tancap di Perairan Suradadi Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa cahaya putih memberikan pengaruh terhadap hasil tangkapan cumi-cumi, dengan cahaya putih yang memberikan hasil tangkapan terbaik daripada cahaya biru dan merah. Hal tersebut diduga terjadi karena ikan-ikan lebih senang mendekati cahaya alami, seperti bulan dan matahari. Selain itu, cahaya biru digunakan sebagai pemikat dan pengumpul cumi-cumi sehingga berada di bawah sumber cahaya. Akan tetapi, dengan tingkat penetrasi yang tinggi, justru cahaya biru mampu merangsang hadirnya jenis ikan predator ke arah sumber cahaya. Akibat kehadiran ikan predator tersebut, cumi-cumi yang semula telah terkumpul di bawah lampu akan menyelamatkan diri dan menghilang ke daerah yang gelap. Sementara itu, cahaya merah dengan daya tembus yang rendah tampaknya kurang efektif digunakan sebagai pengumpul cumi-cumi dalam suatu area yang luas.

Terkait dengan kuat penerangan cahaya, penggunaan 4, 6, dan 8 unit lampu tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Herutomo, 1995). Efendy (1998) melaporkan bahwa berat hasil tangkapan total yang diperoleh pada bagan tancap di perairan Teluk Awur Jepara Jawa Tengah dipengaruhi oleh jumlah lampu, yang pada setiap penambahan jumlah lampu, terjadi peningkatan hasil tangkapan, walaupun tidak ada perbedaan yang nyata antara 4 dan 5 unit lampu. Selanjutnya, berdasarkan analisis deskriptif terhadap hasil tangkapan, diperoleh bahwa komposisi hasil tangkapan dominan untuk setiap jumlah lampu tidak sama. Penggunaan 2 unit lampu dapat menghasilkan tangkapan dominan, yaitu udang

rebon, 3 unit lampu menghasilkan tangkapan dominan teri, 4 unit lampu menghasilkan tangkapan dominan ikan tembang, dan 5 unit lampu menghasilkan tangkapan dominan ikan layur.

Pengaruh perbedaan kecepatan arus dan warna cahaya lampu terhadap tingkah laku ikan bilis (*Corica goniognathus*) di perairan Muara Pingai Koto Singkarak, telah dilakukan oleh Nur *et al* (1988). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan arus dan warna cahaya lampu yang berbeda dapat berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan bilis. Kecepatan arus yang disukai oleh ikan bilis adalah 18 cm/detik dan 6 cm/detik, sedangkan warna cahaya yang paling disukai adalah warna biru dan hijau. Selanjutnya, jika dilihat dari pengaruh interaksi antara kedua perlakuan menunjukkan bahwa ikan bilis lebih menyukai kecepatan 18 cm/detik dengan memakai cahaya lampu hijau. Linting dan Wijopriono (1993) melaporkan hasil penelitian tentang penggunaan warna cahaya yang disukai ikan hias di perairan Citereup Jawa Barat dengan menggunakan lampu bawah air berkekuatan 120 W. Perlakuan warna yang diberikan adalah warna merah, kuning, dan biru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cahaya warna biru memberikan hasil tangkapan yang lebih banyak, sedangkan waktu penangkapan terbaik adalah pukul 19.00–21.00.

Juniarti (1995) melakukan suatu studi tentang uji coba pengoperasian bagan apung dengan *bouke ami* di perairan Teluk Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat. Lampu bawah air juga dicobakan pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengoperasian bagan apung dengan sistem *bouke ami* bagi nelayan bagan dapat memberikan pengalaman baru bagi nelayan bagan dan secara teknis, nelayan dapat melaksanakan metode operasi yang diterapkan. Penggunaan lampu bawah air yang dikombinasikan dengan 3 unit lampu petromaks memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil tangkapan dibandingkan dengan penggunaan 3 unit lampu petromaks. Dengan menggunakan lampu bawah air, nelayan mengakui bahwa tanda-tanda keberadaan ikan lebih cepat muncul.

Penelitian tentang teknik pencahayaan pada perikanan bagan terhadap hasil tangkapan di perairan Teluk Palu Sulawesi Tengah telah dilaporkan oleh Masyahoro (1998). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *grid* kombinasi perlakuan intensitas dengan warna cahaya tidak memberikan pengaruh terhadap hasil tangkapan. Dengan demikian, perlu upaya peningkatan intensitas yang dikombinasikan dengan warna cahaya yang lebih sesuai untuk memperoleh hasil tangkapan. Lebih lanjut, interaksi antara intensitas 3500 lux dan warna cahaya biru merupakan pilihan terbaik untuk penangkapan ikan kembung jantan (*Rastralliger kanagurta*). Faktor intensitas cahaya lebih dominan memberikan pengaruh terhadap hasil tangkapan dibandingkan dengan faktor warna cahaya sehingga penting untuk dicermati dalam penerapannya.

Studi tentang sebaran cahaya lampu pada pengoperasian bagan telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti Baskoro (1999), Holil (2000), Nadir

(2000), dan Ta'alidin (2000). Untuk bagan dengan 4 unit lampu petromaks, intensitas cahaya pada kedalaman 14 m tinggal 0,1 lux (Baskoro, 1999), sedangkan untuk bagan rambo pada kedalaman yang sama, intensitas cahaya dapat mencapai 24 lux, dan pada kedalaman 20 m, intensitas cahaya masih berkisar 3–5 lux (Nadir, 2000). Ta'alidin (2000) melaporkan bahwa distribusi penetrasi cahaya lampu petromaks mencapai 9 m pada pusat bagan, 8 m di tengah bagan, dan 6 m di sudut bagan. Sementara itu, apabila lampu petromaks dikombinasikan dengan lampu listrik, penetrasi cahaya dapat mencapai kedalaman 11 m di pusat dan tengah bagan dan 12 m di sudut bagan. Dilaporkan pula bahwa hasil tangkapan bagan apung dengan menggunakan lampu petromaks dan menggabungkan lampu petromaks dengan lampu listrik menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah berat maupun komposisi jenis hasil tangkapan. Penggabungan lampu petromaks dengan lampu listrik memberikan hasil tangkapan yang lebih baik.

Penelitian selanjutnya tentang *light fishing* adalah penggunaan *solar cell system* seperti dilaporkan oleh Holil (2000). *Solar cell system* pada pengoperasian bagan apung adalah salah satu aplikasi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Proses transformasi energi dalam *solar cell system* dilakukan melalui konversi fotovoltaik oleh sel surya. Cahaya listrik yang dibangkitkan digunakan untuk memikat atau menarik perhatian ikan. Beberapa keuntungan dari pengoperasian *solar cell system* antara lain sumber energi yang digunakan tersedia melimpah dan cuma-cuma, sistem mudah diinstalasi sehingga kapasitasnya dapat diperbesar, perawatannya mudah, bekerja secara otomatis, dan keandalan sistemnya tinggi.

Jumlah energi yang dapat dibangkitkan oleh modul fotovoltaik 50 Wp, yaitu berkisar 140–180 W atau rata-rata 160 W jam per hari. Jumlah waktu yang digunakan untuk pengoperasian bagan rata-rata 10 jam per *trip*. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk pengoperasian bagan apung dengan 3 unit lampu petromaks diduga setara dengan intensitas 4200 W jam lampu TL. Dalam hal ini, pengoperasian dua unit *solar cell system* untuk pembangkit energi bagan maksimal menurut rekomendasi BPPT hanya menghasilkan simpanan energi 320 W jam per hari. Untuk mendapatkan jumlah energi yang setara dengan 3 unit lampu petromaks, diperlukan 26 modul fotovoltaik. Hal itu tidak mungkin dilakukan pada perikanan bagan apung berdasarkan pertimbangan teknis dan ekonomis. Dengan demikian, pengoperasian *solar cell system* pada perikanan bagan apung dikatakan belum efektif (Holil, 2000).

Penelitian tentang pengaruh penggunaan lampu petromaks dan lampu neon (TL) bawah air terhadap hasil tangkapan ikan kembung (*Rastrelliger brachysoma*) dengan *purse seine* mini di perairan Pulau Mandangin Sampan Madura telah dilakukan oleh Mahfud (1995). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perbedaan sumber cahaya antara lampu petromaks dan lampu neon bawah air

warna biru berpengaruh nyata terhadap hasil tangkapan ikan kembung, dengan lampu neon bawah air yang lebih baik dibandingkan dengan lampu petromaks. Hal itu diduga karena cahaya lampu petromaks yang masuk ke perairan hanya sedikit sehingga kurang menarik ikan kembung, terutama yang berada jauh dari lampu. Lebih lanjut, analisis deskriptif pada ukuran panjang ikan kembung tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok.

Penelitian terhadap pengoperasian *purse seine* yang menggunakan cahaya dan rumpon sebagai pemikat ikan serta dideteksi dengan sonar di perairan Pekalongan telah dilakukan oleh Suryawan (1999). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perbedaan waktu *setting* di lokasi *fishing ground* yang sama tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah hasil tangkapan. Perbedaan waktu *setting* hanya berpengaruh terhadap jenis ikan yang tertangkap, yang pada malam hari, jenis ikan yang mendominasi hasil tangkapan adalah selar bentong dan kembung, sedangkan pada dini hari adalah semar dan japuh. Selanjutnya, perbedaan kedalaman *fishing ground* berpengaruh terhadap komposisi hasil tangkapan, dengan selar bentong yang mendominasi *fishing ground* dengan kedalaman 41-50 m, 51-60 m, dan 81-90 m. Sementara itu, hasil tangkapan pada kedalaman 71-80 m didominasi oleh semar.

Penelitian mengenai pengaruh intensitas cahaya dan ukuran mata jaring terhadap selektivitas payang oras bagi penangkapan cumi-cumi di Lombok Timur telah dilakukan oleh Amin *et al* (2000). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan jumlah lampu petromaks ternyata memberikan hasil tangkapan yang berbeda, yaitu hasil tangkapan dengan 5 unit petromaks lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan 3 dan 7 unit lampu, sedangkan bobot hasil tangkapan cumi-cumi kedua payang oras uji tidak berbeda nyata.

Iskandar *et al* (2001) telah melakukan penelitian mengenai analisis hasil tangkapan bagan bermotor pada tingkat pencahayaan yang berbeda di perairan Teluk Semangka Lampung. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebaran kepadatan ikan bertambah dengan bertambahnya waktu pencahayaan, dengan sebaran ikan yang terkonsentrasi di kolom perairan pada kedalaman 10,0-15,2 m dan 20,0-25,2 m. Sementara itu, sebaran nilai *target strength* ikan di lokasi penangkapan adalah berkisar -50-(-26) dB.

Tupamahu *et al* (2001) melakukan penelitian terhadap komparasi adaptasi retina ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) dan ikan selar (*Selar crumenophthalmus*) yang tertarik dengan cahaya lampu di Pelabuhan Ratu. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ikan tembang terakumulasi pada zona iluminasi 10-100 lux, sedangkan ikan selar 100-200 lux. Ikan tembang teradaptasi penuh pada malam hari, sedangkan ikan selar menjelang pagi hari.

Penelitian terhadap pengaruh pola iluminasi cahaya dalam air terhadap hasil tangkapan pada bagan dengan menggunakan generator listrik di perairan Sumatera Barat telah dilakukan oleh Baskoro *et al* (2002), yang menunjukkan

hasil bahwa penggunaan lampu dengan menggunakan tudung plastik memiliki daya tembus lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan tudung aluminium. Selanjutnya, total hasil tangkapan dengan menggunakan tudung aluminium lebih banyak dibandingkan dengan plastik.

Penelitian *light fishing* selanjutnya dilakukan oleh Suherman (2002), pada alat tangkap *purse seine* mini di Laut Jawa, dan menunjukkan bahwa penggunaan lampu neon 8, 12, dan 16 unit tidak memperlihatkan hasil tangkapan yang signifikan. Dengan demikian, intensitas cahaya optimum untuk berbagai jenis ikan masih sulit untuk disimpulkan.

Penelitian *light fishing* di Indonesia selanjutnya lebih berkembang lagi, tidak hanya terbatas pada alat dan hasil tangkapannya, tetapi juga mekanisme tertariknya ikan oleh cahaya atau hal yang berhubungan dengan tingkah laku ikan terhadap cahaya. Sampai berapa lama waktu pencahayaan, baru dilakukan penarikan jaring. Hal ini telah dilakukan oleh Sudirman dkk. (2004; 2005) dengan penelitian yang menunjukkan bahwa setiap jenis ikan berbeda responsnya terhadap cahaya. Ikan teri merespons cahaya secara cepat sehingga pengangkatan jaring 4–5 kali dalam semalam dapat dilakukan. Selanjutnya, ikan teri cenderung berada pada iluminasi cahaya yang tinggi. Hal tersebut berbeda dengan ikan layang yang memiliki respons lambat terhadap cahaya, atau membutuhkan waktu yang lama untuk teradaptasi sempurna dengan cahaya. Dengan demikian, untuk menangkap ikan layang, dibutuhkan waktu pencahayaan yang lebih lama sebelum dilakukan pengangkatan jaring. Selain itu, ikan layang lebih menyukai iluminasi yang rendah. Penelitian terakhir yang dilakukan oleh Sudirman dkk. (2012) tentang pemanfaatan lampu listrik pada bagan tancap.

## **PEMANFAATAN LAMPU LISTRIK PADA BAGAN TANCAP**

Berikut ini adalah contoh pemanfaatan lampu listrik pada bagan tancap, berdasarkan penelitian yang dilaksanakan mulai bulan April-November 2012, bertempat di perairan Selat Makassar dengan *fishing base* di daerah Tekolabbua oleh Sudirman dkk. (2012). Kelurahan Tekkolabbua Kabupaten Pangkep secara geografis terletak antara 04°79'07.71" - 4°79'14.35" LS dan 119°43'75.13" - 119°44'02.01" BT. Wilayah administratifnya termasuk dalam wilayah Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara. *Fishing ground* di perairan Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Terdapat dua pulau di sekitar *fishing ground*, yaitu Pulau Bangko-Bankoang dan Pulau Kulambing yang keduanya sama-sama berpenghuni. Kondisi ekologi desa ini ditandai dengan banyaknya gusung, yang mencakup ekosistem terumbu karang dan padang lamun dengan substrat dasar perairan berupa pasir, patahan karang, dan karang mati. Tingkat kecerahan pada saat pengamatan berkisar 3–4 m. Kondisi tersebut memberikan keuntungan pada kegiatan penangkapan bagan tancap. Kondisi di daerah perairan, khususnya di muara sungai dan sepanjang

pantainya ditumbuhi oleh hutan mangrove yang subur sehingga suplai bahan organik ke perairan sangat banyak. Daerah tersebut merupakan salah satu daerah perikanan bagan di Sulawesi Selatan.

Penelitian mulai dilaksanakan dengan pengamatan terhadap efektivitas berbagai intensitas cahaya pada berbagai jenis lampu setiap unit alat tangkap bagan tancap. Ukuran bangunan bagan  $13 \times 13$  m, yang ditancapkan di perairan pada kedalaman 9,4 meter saat pasang dan 8,6 m saat surut. Bangunan tersebut dilengkapi dengan waring (*mesh size* 0,5 cm). Waring bagan dapat terbentang sempurna, jika bagian tepi waring dibuat bingkai dari bamboo, dengan ukuran  $12 \times 12$  m. Pada bagian tengah, terdapat bangunan di atas alat tangkap bagan yang menyerupai rumah. Rumah tersebut berfungsi sebagai tempat penyimpanan genset, tempat berlindung, dan tempat beristirahat bagi nelayan dari terpaan angin dan hujan selama waktu *setting* hingga *hauling*.

Untuk memperlancar operasional pelaksanaan penelitian, digunakan sebuah perahu dengan ukuran panjang (LOA) 11,15 m, lebar (B) 1,45 m, dan tinggi (D) 0,85 m. Perahu tersebut digerakkan oleh tenaga penggerak berupa mesin berkekuatan 24 PK, dengan merek mesin *Jiangdong*.

Jenis lampu yang digunakan untuk ujicoba antara lain lampu neon, lampu pijar, dan lampu merkuri. Intensitas cahaya lampu yang diujicobakan masing-masing adalah 500 W, disesuaikan dengan intensitas lampu yang umum digunakan oleh nelayan yang ada di masyarakat, khususnya yang menggunakan lampu petromaks. Karena kekuatan lampu berbeda-beda, untuk mencapai kekuatan cahaya 500 W, jumlah lampu yang digunakan untuk setiap operasi penangkapan pun berbeda, tetapi total kekuatannya mencapai 500 W. Jumlah lampu merkuri yang digunakan adalah sebanyak 2 buah dengan kekuatan cahaya masing-masing 250 W, lampu pijar sebanyak 5 buah dengan kekuatan cahaya masing-masing 100 W, dan 2 buah lampu neon, dengan rincian satu buah yang berkekuatan 425 W dan sebuah lagi berkekuatan 75 W. Di samping itu, terdapat sebuah lampu penerangan dengan kekuatan 25 W yang selalu dipasang di atas pelataran bagan tancap. Energi lampu tersebut berasal dari generator listrik berkekuatan 2800 W dengan merek SHIMURA SF 2800.

Metode pengambilan data dilakukan melalui *experimental fishing*. Sebuah bagan tancap beroperasi setiap malam dengan menggunakan jenis lampu secara bergiliran. *Experimental fishing* dilakukan sebanyak 66 malam, masing-masing 22 malam untuk setiap jenis lampu. Jumlah *hauling* atau pengangkatan jaring dilakukan sebanyak 133 kali, masing-masing 51 kali pengangkatan jaring dengan menggunakan lampu neon, 42 kali pengangkatan dengan menggunakan lampu merkuri, dan 40 kali pengangkatan dengan menggunakan lampu pijar. Pengangkatan jaring bagan dilakukan secara bervariasi antara 1–3 kali dalam semalam. Karena alasan teknis dan operasional, pengambilan data tidak dilakukan pada saat bulan purnama atau pada cuaca buruk. Penyalaan lampu dilakukan mulai

saat terbenamnya matahari. Hasil tangkapan ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 kg.

Data yang dikumpulkan adalah jumlah tangkapan per *trip* (kg), jumlah tangkapan per *hauling* (kg), jenis ikan yang tertangkap utama (*primary catch*) (kg), jenis tangkapan sampingan (*bycatch*) (kg), dan tangkapan yang dibuang (*discard catch*) (kg). Pengukuran ikan dilakukan terhadap 5 spesies utama yang tertangkap pada setiap waktu *hauling*. Pengukuran dilakukan menggunakan mistar garis dengan ketelitian 0,1 mm. Untuk mengidentifikasi ikan yang tertangkap, gunakan Buku Allen (2003). Di samping itu, hitung nilai ekonomi dari hasil tangkapan. Perhitungan nilai hasil tangkapan didasarkan pada harga yang berlaku saat itu, berkonsultasi dengan nelayan.

Selain itu, dilakukan pengukuran dan deskripsi bagan tancap yang digunakan serta pengamatan kondisi *fishing ground* di sekitar beroperasinya bagan tancap. Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis secara kualitatif dilakukan dengan melihat aspek teknis operasional pada bagan tancap, seperti kemudahan dalam operasi penangkapan dan melakukan tabulasi melalui Tabel serta Gambar. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan statistik. Model analisis yang digunakan adalah parametrik dengan menggunakan Uji-T. Uji-T digunakan untuk membandingkan hasil perbedaan di antara setiap jenis lampu.

### **KOMPOSISI JENIS IKAN YANG TERTANGKAP**

Penelitian yang dilakukan Sudirman dkk. (2013) menunjukkan bahwa jumlah spesies yang ditemukan untuk ketiga jenis lampu adalah relatif sama, yaitu 32 spesies. Dengan rincian, tangkapan utamanya (*primary catch*) adalah 13 spesies, tangkapan sampingan (*by catch*) 13 spesies, dan tangkapan buangan (*discard*) sebanyak 6 spesies (Tabel 4.2). Komposisi hasil tangkapan berdasarkan berat (kg) pada bagan tancap selama penelitian menunjukkan berturut-turut adalah tangkapan utama 78%, tangkapan sampingan 11%, dan tangkapan buangan 11% (Gambar 4.11). Komposisi tersebut memberikan gambaran bahwa keadaan bagan tancap memberikan hasil tangkapan yang baik bagi pendapatan nelayan.

Hasil tangkapan yang bernilai ekonomi umumnya dapat memberikan kesejahteraan kepada nelayan. Hanya 11% hasil tangkapan merupakan hasil tangkapan buangan yang umumnya tidak dikonsumsi oleh masyarakat. Walaupun demikian, hasil tangkapan buangan tersebut masih dapat dijual dengan harga yang sangat rendah (Rp1.000/kg), sebagai makanan ternak ataupun sebagai makanan ikan di tambak. Tangkapan sampingan umumnya dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi di rumah tangga nelayan bagan.

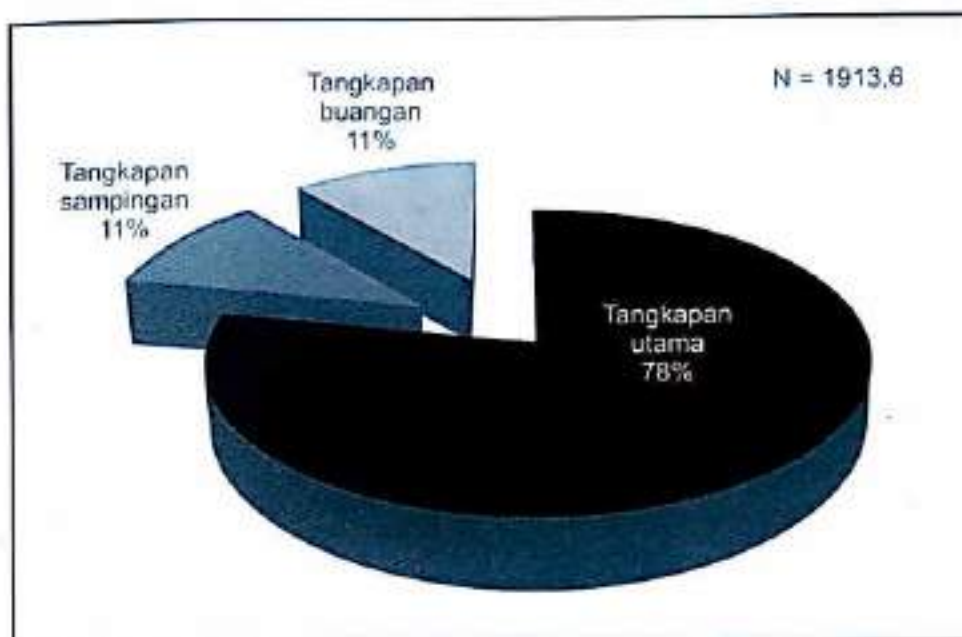
Terdapat lima spesies hasil tangkapan dominan pada bagan tancap selama penelitian, berturut-turut adalah ikan cumi-cumi (25%), tembang (23%), peperek (22%), teri (20%), dan heronang (10%) (Gambar 4.12). Cumi-cumi,

tembang, dan ikan teri dapat dilihat secara langsung berenang dekat permukaan air, di bawah lampu. Sebaliknya, ikan peperek dan ikan beronang tidak muncul ke permukaan air. Kedua spesies tersebut berada di bagian dasar. Keberadaan ikan beronang di sekitar bagan diduga karena *fishing ground* dari bagan tancap yang beroperasi di sekelilingnya merupakan daerah terumbu karang yang menjadi habitat ikan beronang.

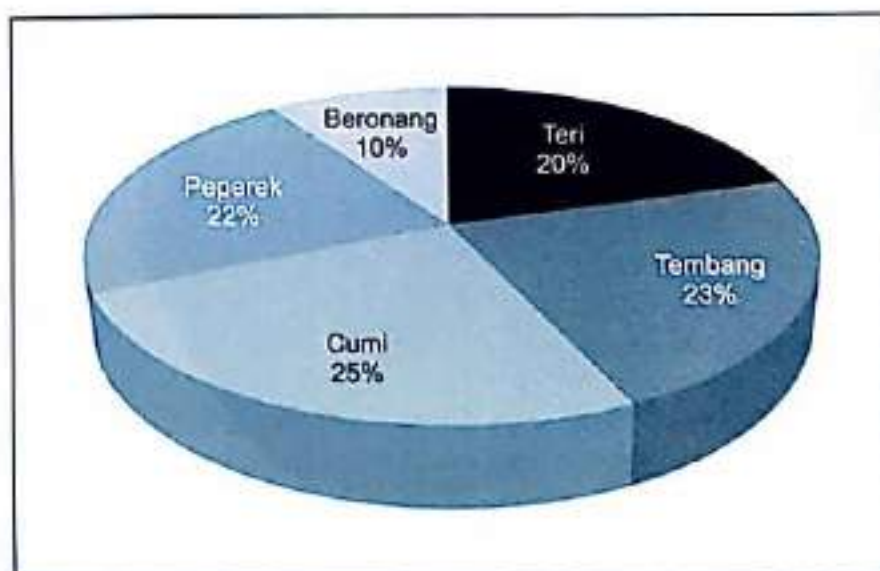
**Tabel 4.2** Jenis Ikan Tertangkap Menurut Tangkapan Utama, Tangkapan Sampingan, dan Tangkapan Buangan

Tangkapan	Nama Indonesia	Spesies
Utama (Primary catch)	1 Teri	<i>Stolephorus Sp</i>
	2 Tembang	<i>Sardinella Sp</i>
	3 Peperek	<i>Leiognatus Sp</i>
	4 Cumi-Cumi	<i>Loligo Sp</i>
	5 Beronang	<i>Siganus Sp</i>
	6 Selar Kuning	<i>Selaroides Leptolepis</i>
	7 Sotong	<i>Sepia Spp</i>
	8 Kuwe Rumbai	<i>Carangoides Chrysophyrs</i>
	9 Bawal Putih	<i>Pampus Cinereus</i>
	10 Kembung	<i>Rastreliger Sp</i>
	11 Tenggiri Tutul	<i>Scomberomorus Guttatus</i>
	12 Kakap	<i>Lutjanus Sp</i>
	13 Kerapu Lumpur	<i>Epinephelus Malabaricus</i>
Sampingan (by catch)	1 Sirinding	
	2 Jaket Hitam	<i>Triacanthus Nleuhofi</i>
	3 Layur	<i>Trichiurus Savala</i>
	4 Sembilang	<i>Plotosus Canius</i>
	5 Udang Beras	<i>Oryza Sativa</i>
	6 Udang Ronggeng	<i>Harpiosquilla Sp</i>
	7 Cendra	<i>Tylosurus Sp</i>
	8 Kepiting	<i>Scylla Serra</i>
	9 Belanak	<i>Valamugil Speigleri</i>
	10 Talang-Talang	<i>Scoberoides Commersonmanus</i>
	11 Parang Parang	<i>Chirocentrus Sp</i>
Buangan (Discard catch)	1 Balombong	<i>Atherinammonus sp</i>
	2 Sidat	<i>Anguilla Marmorata</i>
	3 Buntal	<i>Arothron Hispidas</i>
	4 Jaket	<i>Colurodontis Sp</i>
	5 Lepu	<i>Paracentropogon Sp</i>

Komposisi hasil tangkapan (kg) pada bagan tancap setiap perlakuan lampu selama penelitian menunjukkan berturut-turut adalah lampu neon dengan jumlah hasil tangkapan total 761,4 kg, yang terdiri atas tangkapan utama 76%, tangkapan sampingan 13%, dan tangkapan buangan 11%; lampu merkuri dengan bobot 622,9 kg yang terdiri atas tangkapan utama 83%, tangkapan sampingan 8%, dan tangkapan buangan 9%; dan lampu pijar dengan bobot 489,3 kg yang terdiri atas tangkapan utama 75%, tangkapan sampingan 11%, dan tangkapan buangan 14%.



**Gambar 4.11** Komposisi tangkapan hasil tangkapan selama penelitian.



**Gambar 4.12** Komposisi tangkapan utama lima jenis ikan selama penelitian.

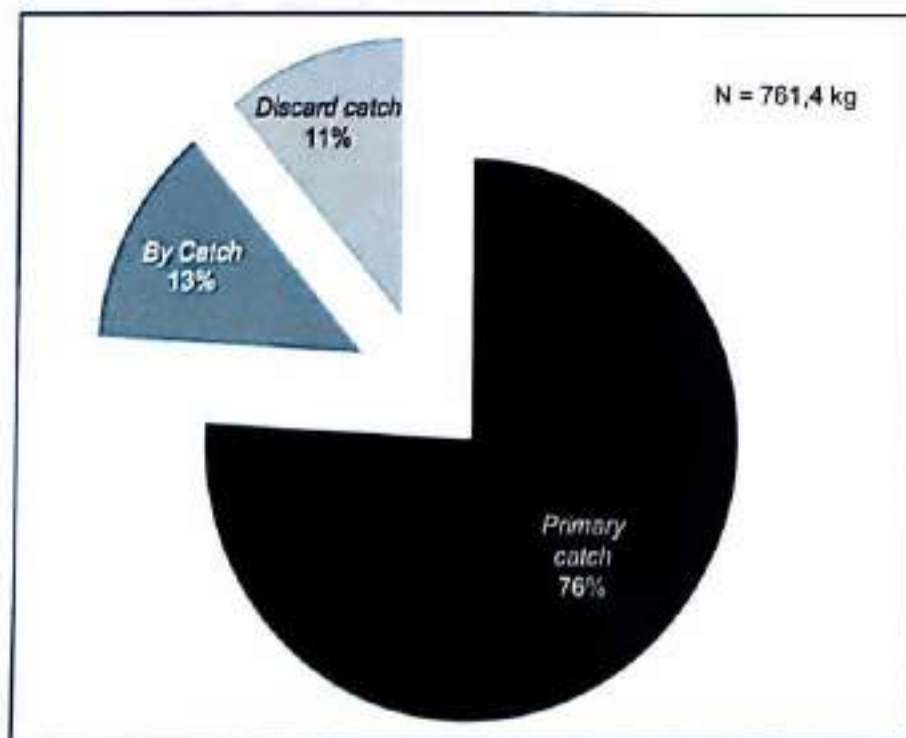
Komposisi tersebut memberikan gambaran bahwa penggunaan lampu neon lebih baik dalam menarik perhatian ikan-ikan tangkapan yang memiliki bobot target dibandingkan dengan penggunaan lampu merkuri dan pijar. Secara umum, keadaan bagan tancap dapat memberikan hasil tangkapan optimal bagi pendapatan nelayan dan memungkinkan membatasi peluang terjadinya degradasi stok jenis di alam yang memiliki peran tertentu dalam menjaga kelestarian ekosistem, yang bukan merupakan tangkapan buruan.

## PERBANDINGAN HASIL TANGKAPAN ANTARJENIS LAMPU

### Tangkapan Berdasarkan Trip

Selama penelitian, telah dilakukan pengambilan data sebanyak 66 *trip*. Adapun jumlah hasil tangkapan dengan rincian lampu neon sebanyak 22 *trip*, lampu merkuri 22 *trip*, dan lampu pijar 22 *trip* ditunjukkan pada Gambar 4.17.

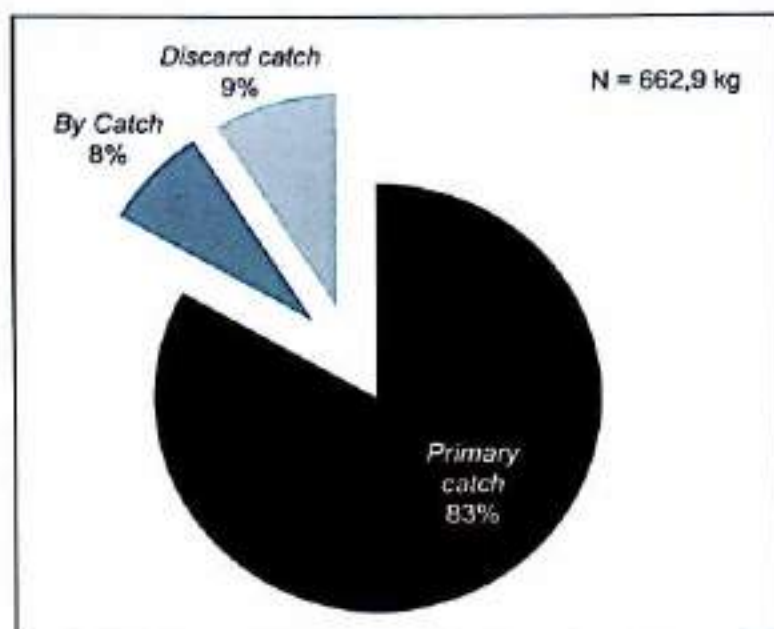
Hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu neon memberikan hasil tangkapan yang lebih baik dibandingkan dengan jenis lampu merkuri dan pijar. Total tangkapan dan rata-rata untuk masing-masing lampu adalah lampu neon sebanyak 746,1 kg (rata-rata 33,9 kg), lampu merkuri sebanyak 676,1 kg (rata-rata 30,7 kg), dan lampu pijar sebanyak 490,1 kg (rata-rata 22,2 kg) (Gambar 4.18 dan 4.19). Kondisi lapangan sekarang ini menunjukkan bahwa pada bagan



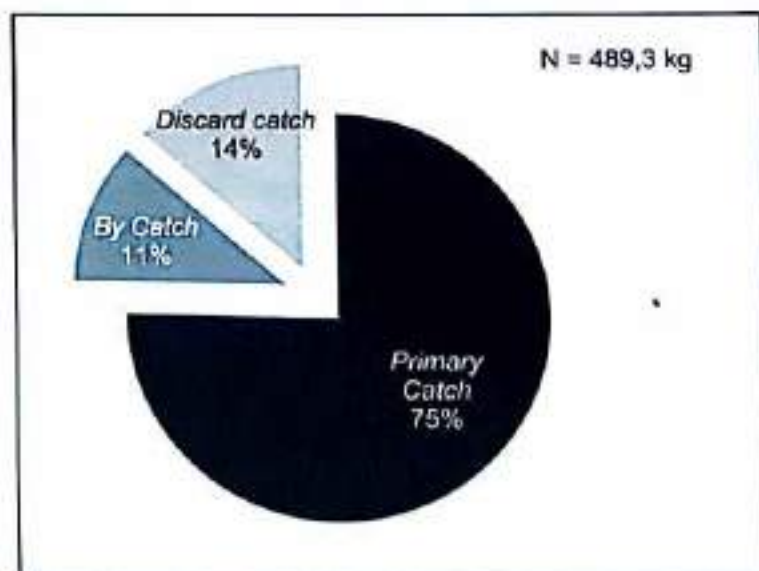
**Gambar 4.13** Komposisi tangkapan utama (*primary catch*), tangkapan sampingan (*by catch*), dan tangkapan buangan (*discard catch*) pada lampu neon.

tancap, nelayan lebih banyak menggunakan lampu neon. Alasannya, selain hasil tangkapan yang lebih baik, daya tahan, harga dan efisiensi penggunaan cahaya lebih juga lebih baik.

Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan jumlah tangkapan antara lampu neon dan lampu pijar. Hasil tangkapan dengan lampu neon tampak jauh lebih banyak dibandingkan dengan lampu pijar. Sebaliknya,

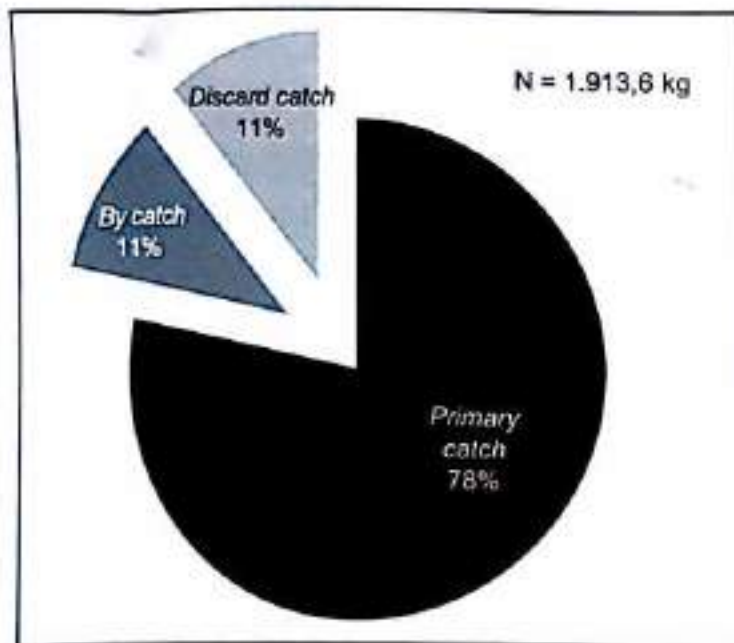


**Gambar 4.14** Komposisi *primary catch*, *by catch*, dan *discard catch* pada lampu merkuri.

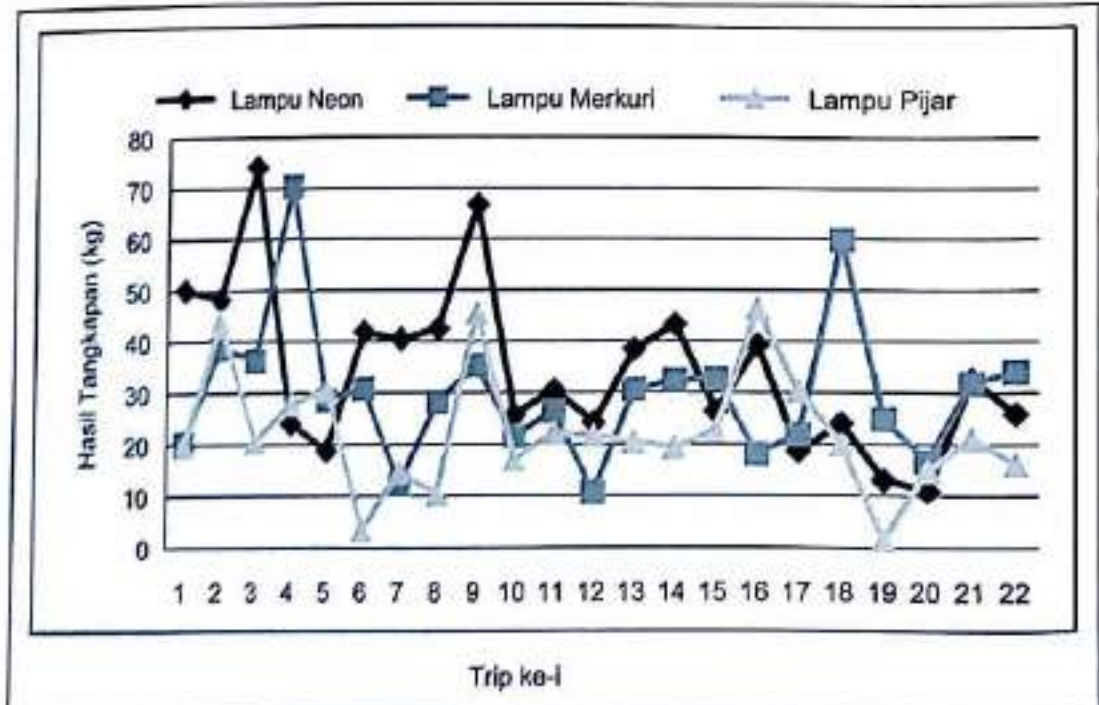


**Gambar 4.15** Komposisi *primary catch*, *bycatch*, dan *discard catch* pada lampu pijar.

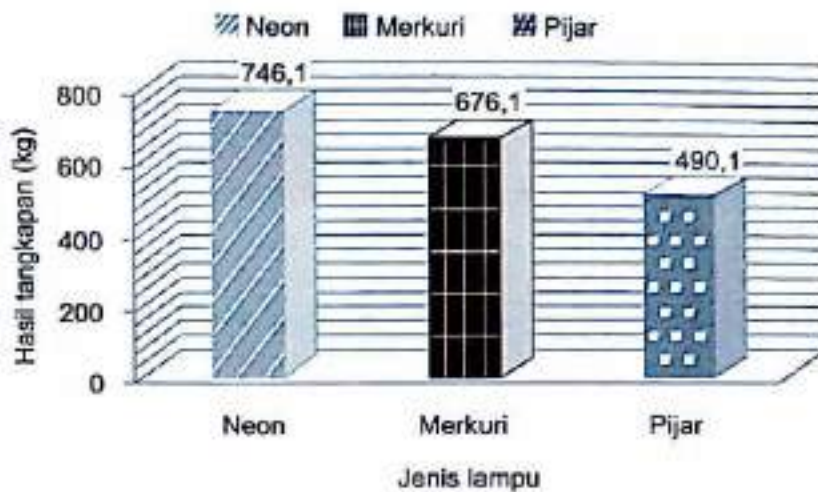
hasil tangkapan lampu neon dan lampu merkuri tidak memberikan hasil yang berbeda nyata (Gambar 4.20).



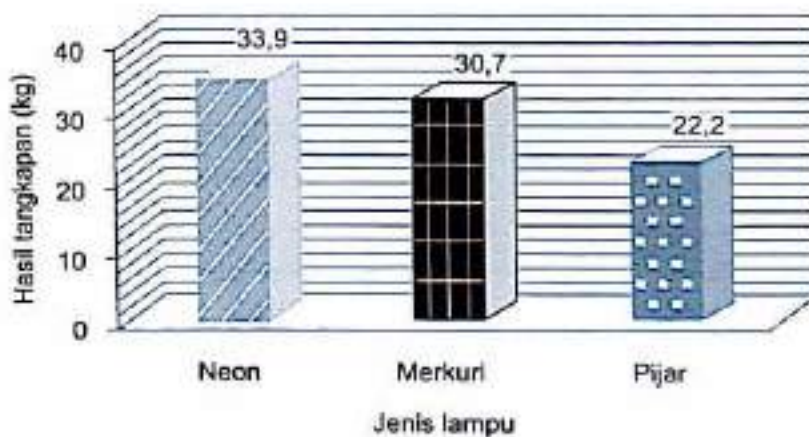
Gambar 4.16 Komposisi tangkapan utama, tangkapan sampingan, dan tangkapan buangan selama penelitian di Selat Makassar.



Gambar 4.17 Hasil tangkapan bagan tancap berdasarkan jenis lampu di Selat Makassar.



**Gambar 4.18** Total hasil tangkapan bagan berdasarkan jenis lampu yang diperoleh selama penelitian di Selat Makassar.

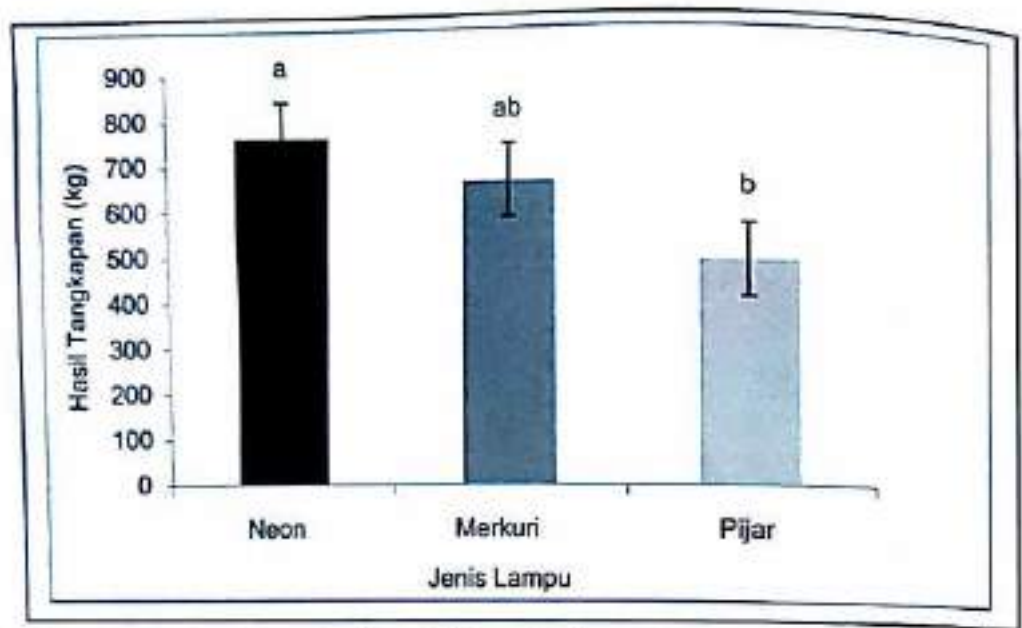


**Gambar 4.19** Rata-rata hasil tangkapan bagan tancap setiap *trip* penangkapan selama penelitian di Selat Makassar.

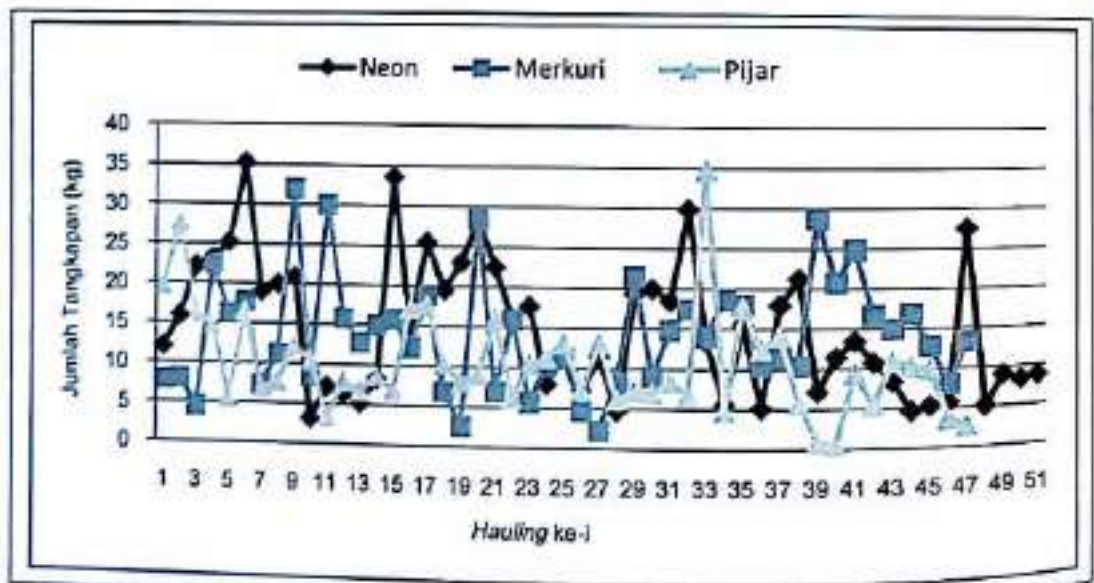
#### Tangkapan Berdasarkan *Hauling*

Selama penelitian, telah dilakukan pengangkatan jaring (*hauling*) sebanyak 145 kali dalam pengoperasian penangkapan ikan pada bagan tancap. Masing-masing 51 kali pada lampu neon, 47 kali pada lampu merkuri, dan 47 kali pada lampu pijar. Perbedaan jumlah *hauling* tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah *hauling* setiap malamnya, bergantung pada kondisi cuaca dan arus. Apabila arus kencang, pengangkatan jaring tidak dapat dilakukan. Pengangkatan jaring tidak dapat dilakukan, jika kondisi cuaca laut buruk, seperti angin yang kencang dan ombak yang besar.

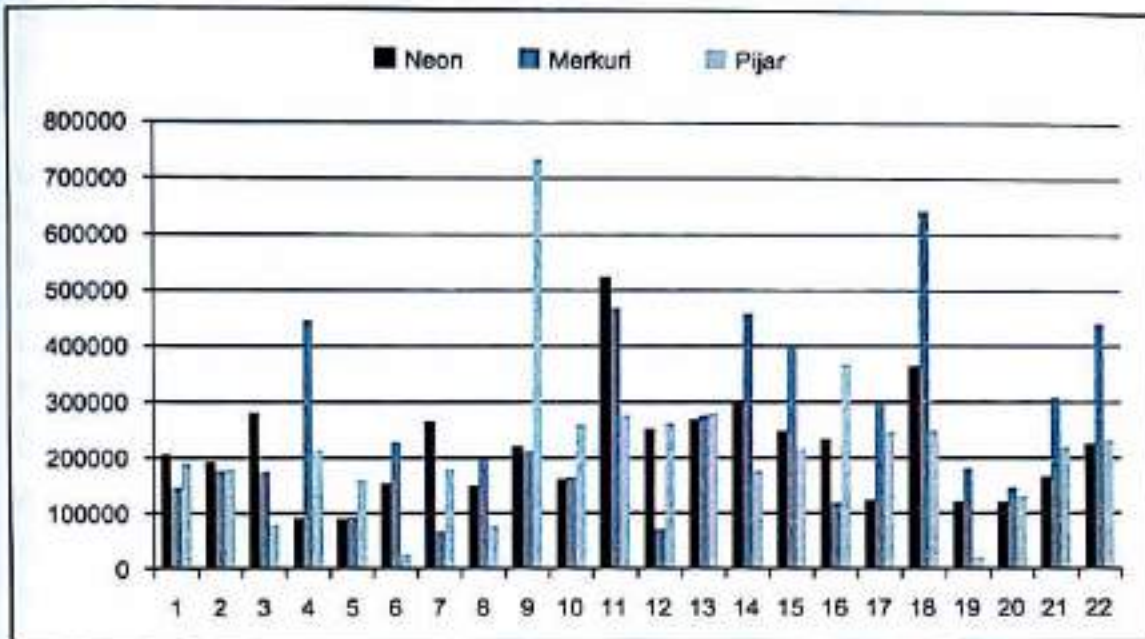
Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tangkapan dengan lampu neon lebih banyak pada setiap *hauling*-nya (Gambar 4.21). Walaupun demikian, rata-



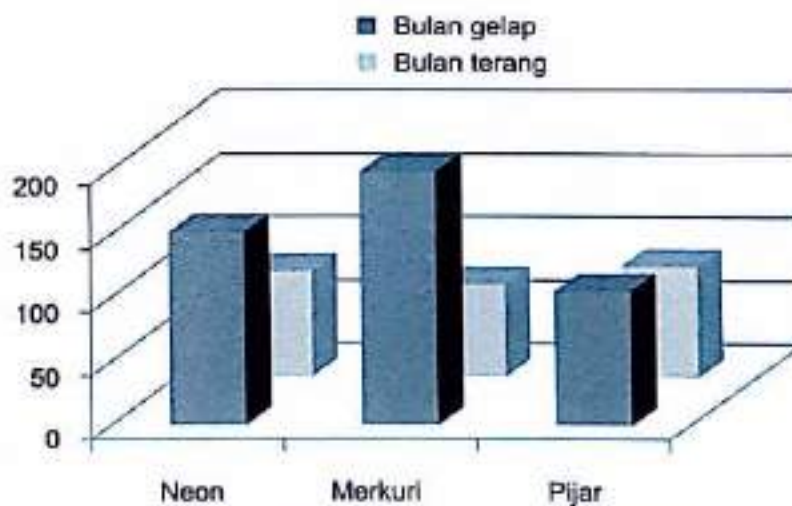
**Gambar 4.20** Gambaran hasil analisis statistik perbedaan hasil tangkapan pada ketiga jenis lampu di perairan Selat Makassar.



**Gambar 4.21** Hasil tangkapan bagan tancap berdasarkan jenis lampu yang digunakan pada setiap *hauling* di perairan Selat Makassar.



**Gambar 4.22** Nilai rupiah per *trip* alat tangkap bagan tancap berdasarkan jenis lampu yang digunakan.

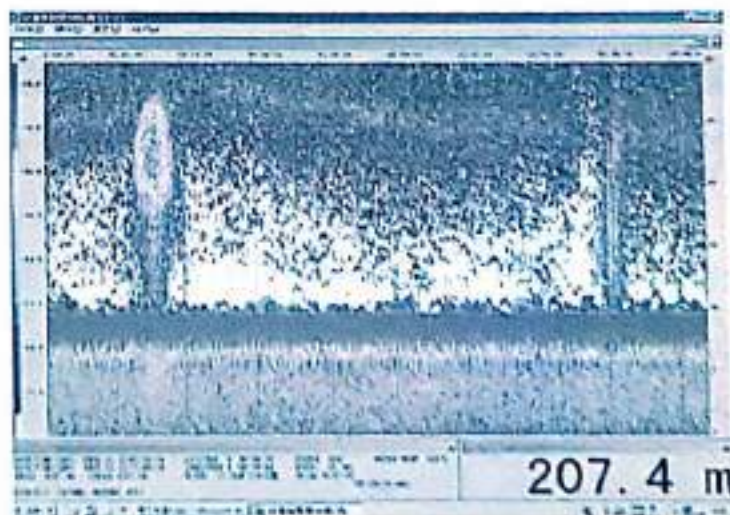


**Gambar 4.23** Grafik perbandingan hasil tangkapan menurut fase bulan gelap dan bulan terang pada bagan tancap menggunakan lampu neon, merkuri, dan pijar.

## AKUSTIK SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### PENDAHULUAN

Setelah Perang Dunia II, bidang akustik berkembang bukan hanya untuk tujuan perang, tetapi lebih banyak bertujuan damai, termasuk eksploitasi dan eksplorasi sumber daya perikanan. Beberapa alat bantu penangkapan ikan di bidang akustik adalah SONAR (Sistem Sonar) yang merupakan singkatan dari *Sound Navigation and Ranging*, yaitu suatu peralatan yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek bawah air, melalui pemancaran gelombang suara dan pengamatan "echo" yang kembali dari objek yang bersangkutan. Pada dasarnya, echo terbagi atas dua macam, yaitu *echosounder* dan sonar. *Echosounder* adalah sistem sonar yang arah pancaran gelombang suaranya vertikal, sedangkan sonar adalah sistem sonar yang arah pancaran gelombang suaranya horizontal. Tampilan *echosounder* dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2. Sketsa metode kerja *echosounder* dan sonar sebagai alat bantu untuk mendeteksi secara vertikal atau horizontal keberadaan ikan di perairan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4.



Gambar 5.1 Tampilan *image* gerombolan ikan di layar komputer yang menunjukkan posisi gerombolan ikan dalam air (Jaya, 2007).

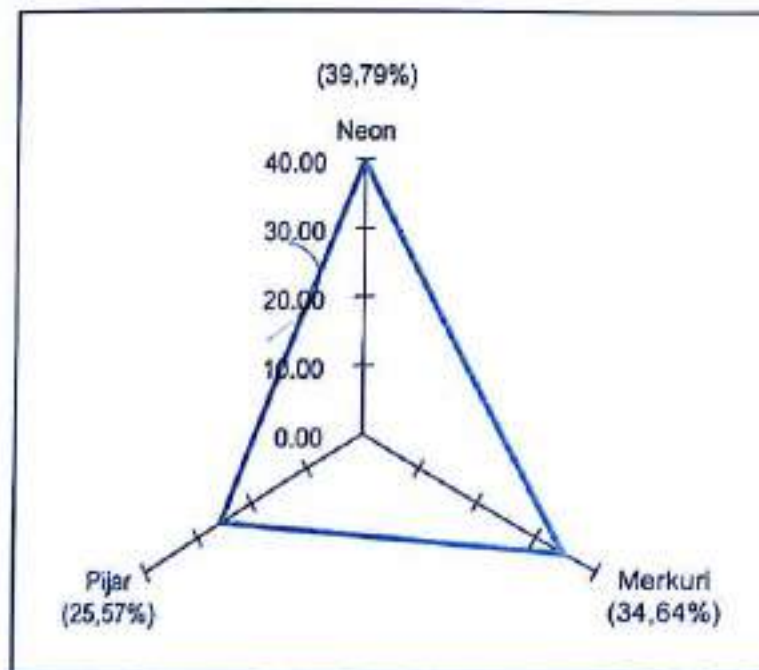
rata hasil tangkapan per *hauling* antara lampu neon dan lampu merkuri hampir sama, yaitu masing-masing 14,9 kg dan 14,1 kg.

### Perbandingan Nilai Ekonomi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu neon dan lampu merkuri memberikan nilai hasil tangkapan yang lebih baik (Gambar 4.21). Walaupun demikian, lampu merkuri menggunakan energi yang lebih besar dalam operasionalnya, termasuk daya listrik dan jumlah bahan bakar yang digunakan. Oleh sebab itu, lampu merkuri dinilai kurang efisien digunakan untuk alat tangkap bagan tancap, tetapi sangat baik digunakan untuk alat bantu pada bagan perahu yang berukuran besar, seperti bagan rambu yang sudah umum digunakan oleh nelayan di Selat Makassar.

Apabila bulan terang, hasil tangkapan semua jenis lampu lebih baik dibandingkan dengan bulan gelap (Gambar 4.22). Hasil tangkapan lampu merkuri tampaknya lebih banyak pada saat bulan terang dibandingkan dengan jenis lampu lainnya.

Hasil penelitian dengan penggunaan tiga jenis lampu berbeda selama 22 *trip* didapatkan bahwa efektivitas ketiga lampu tersebut berbeda dalam menghasilkan tangkapan, efektivitas jenis lampu yang berbeda diperoleh secara berturut-turut adalah lampu neon sebesar 39,79%, merkuri sebesar 34,64%, dan pijar sebesar 25,57% (Gambar 4.24).

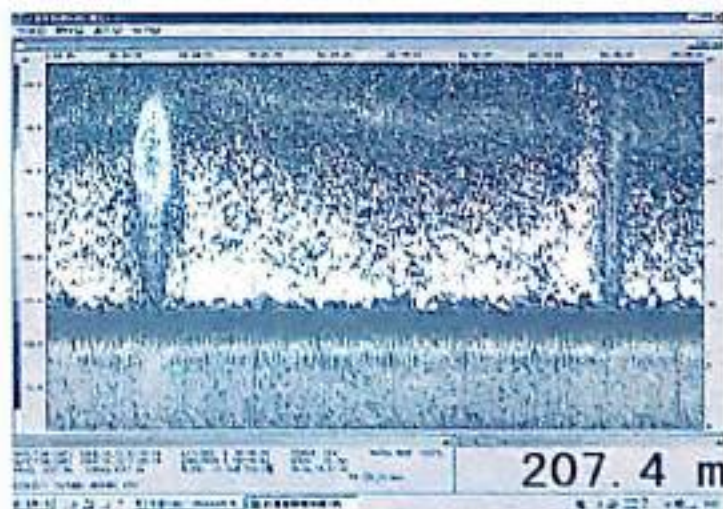


**Gambar 4.24** Efektivitas jenis lampu neon, merkuri, dan pijar selama 22 *trip* penangkapan penelitian.

## AKUSTIK SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### PENDAHULUAN

Setelah Perang Dunia II, bidang akustik berkembang bukan hanya untuk tujuan perang, tetapi lebih banyak bertujuan damai, termasuk eksploitasi dan eksplorasi sumber daya perikanan. Beberapa alat bantu penangkapan ikan di bidang akustik adalah SONAR (Sistem Sonar) yang merupakan singkatan dari *Sound Navigation and Ranging*), yaitu suatu peralatan yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek bawah air, melalui pemancaran gelombang suara dan pengamatan "echo" yang kembali dari objek yang bersangkutan. Pada dasarnya, echo terbagi atas dua macam, yaitu *echosounder* dan sonar. *Echosounder* adalah sistem sonar yang arah pancaran gelombang suaranya vertikal, sedangkan sonar adalah sistem sonar yang arah pancaran gelombang suaranya horizontal. Tampilan *echosounder* dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2. Sketsa metode kerja *echosounder* dan sonar sebagai alat bantu untuk mendeteksi secara vertikal atau horizontal keberadaan ikan di perairan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4.

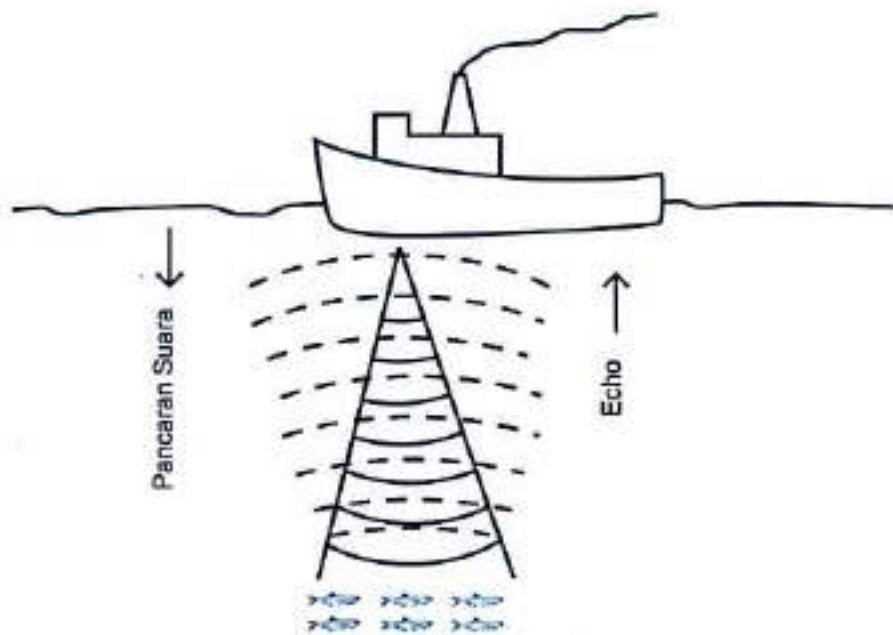


**Gambar 5.1** Tampilan *Image* gerombolan ikan di layar komputer yang menunjukkan posisi gerombolan ikan dalam air (Jaya, 2007).

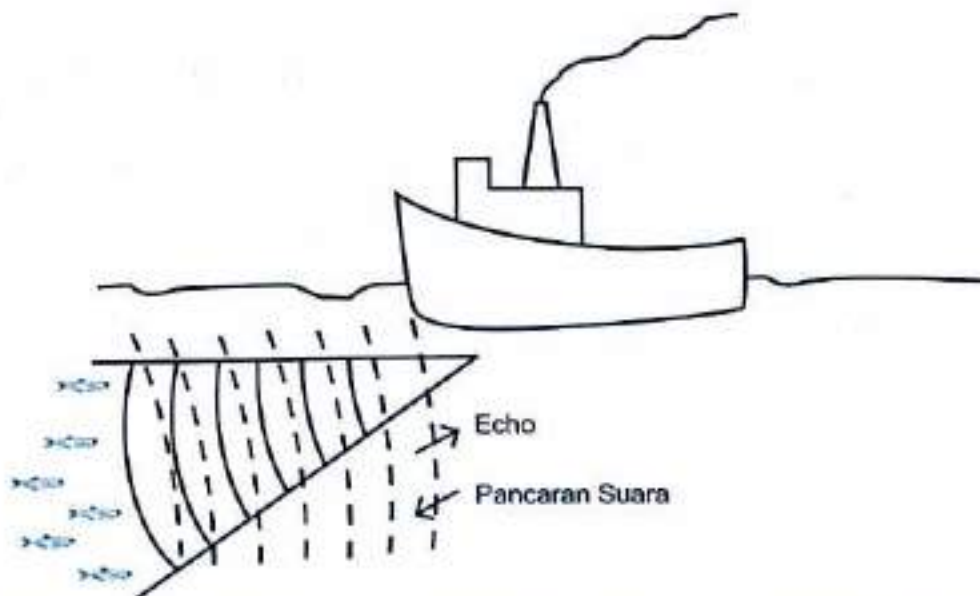


**Gambar 5.2** Tampilan echosounder untuk mendeteksi keberadaan gerombolan ikan di bawah bagan (Sudirman dkk., 2010).

Alat bantu akustik dalam bidang penangkapan ikan dapat digunakan untuk menduga keberadaan ikan pada suatu *fishing ground*, apakah ikan tersebut berada di bagian dasar perairan, dekat dasar, bagian pertengahan ataupun bagian dekat permukaan perairan. Di samping itu, beberapa alat bantu bidang akustik dapat pula menduga spesies ikan yang berada di perairan, menduga ukuran dari ikan serta menduga kelimpahannya. Dengan demikian, hal tersebut memudahkan para nelayan dan industri perikanan tangkap dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penangkapan ikan.

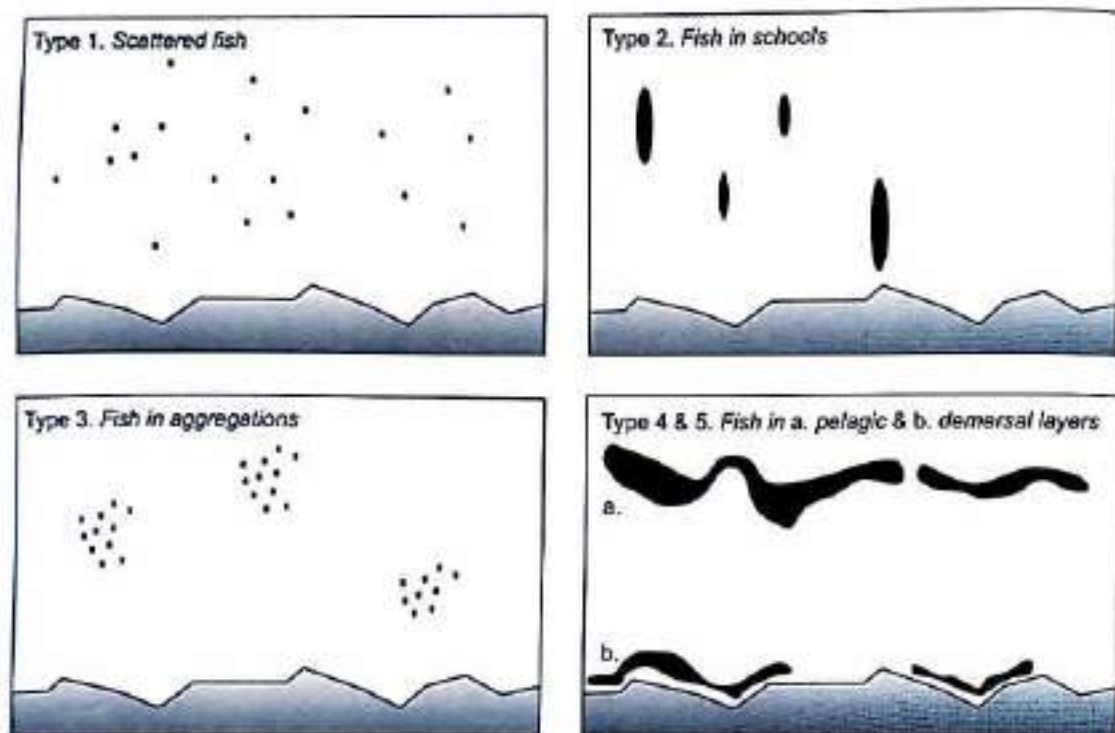


**Gambar 5.3** Sketsa metode kerja echosounder sebagai alat bantu untuk mendeteksi secara vertikal keberadaan ikan di perairan.



**Gambar 5.4** Sketsa metode kerja sonar sebagai alat bantu untuk mendeteksi secara horizontal keberadaan ikan di perairan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk gerombolan ikan dalam air mempunyai bentuk dan tipe yang berbeda-beda, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.5 (Reid *et al.*, 2000). Ada gerombolan ikan yang bentuk



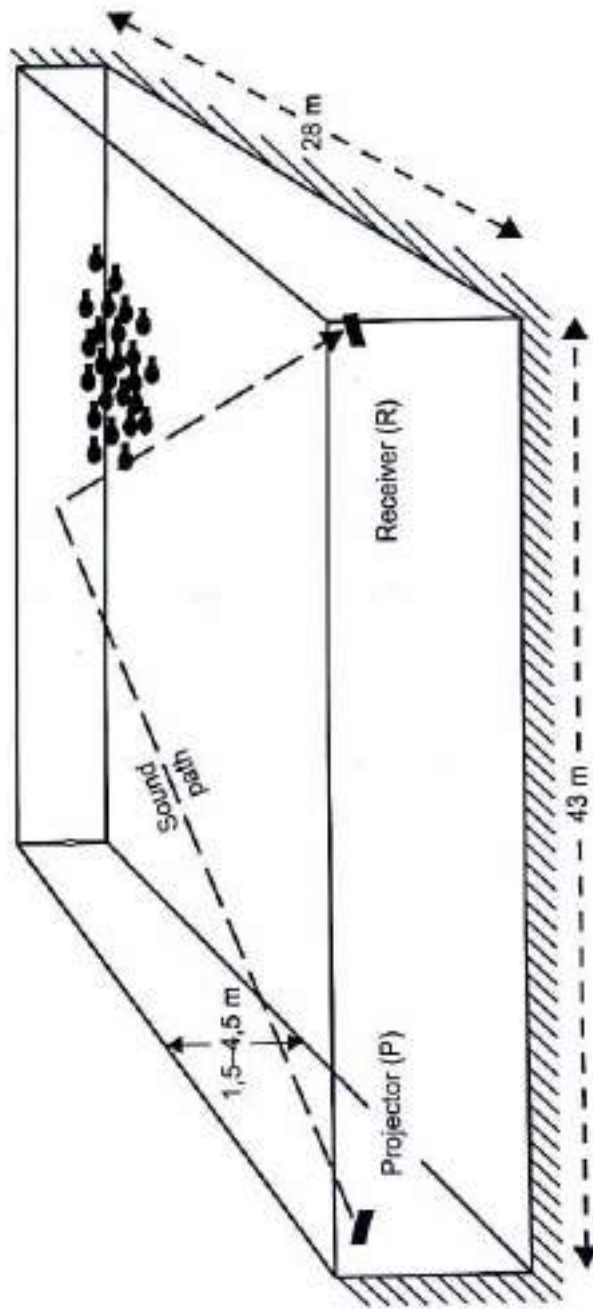
**Gambar 5.5** Model gerombolan ikan yang terdeteksi melalui sistem sonar (Reid et al, 2000).

pengelompokannya bulat, ada yang memanjang, oval dan ada pula yang seperti batang. Alat ini dapat pula mendeteksi ikan tidak hanya yang berada dalam kolom air, tetapi juga ikan-ikan yang berada di dasar perairan atau biasa juga disebut dengan ikan demersal.

Gambar 5.5 memperlihatkan bahwa beberapa ikan di perairan bersifat menyebar (*scattered fish*), dan ada pula yang bergerombol (*schooling fish*). Teknik penangkapannya tentu juga berbeda.

### Sejarah Perkembangan Teknologi Akustik

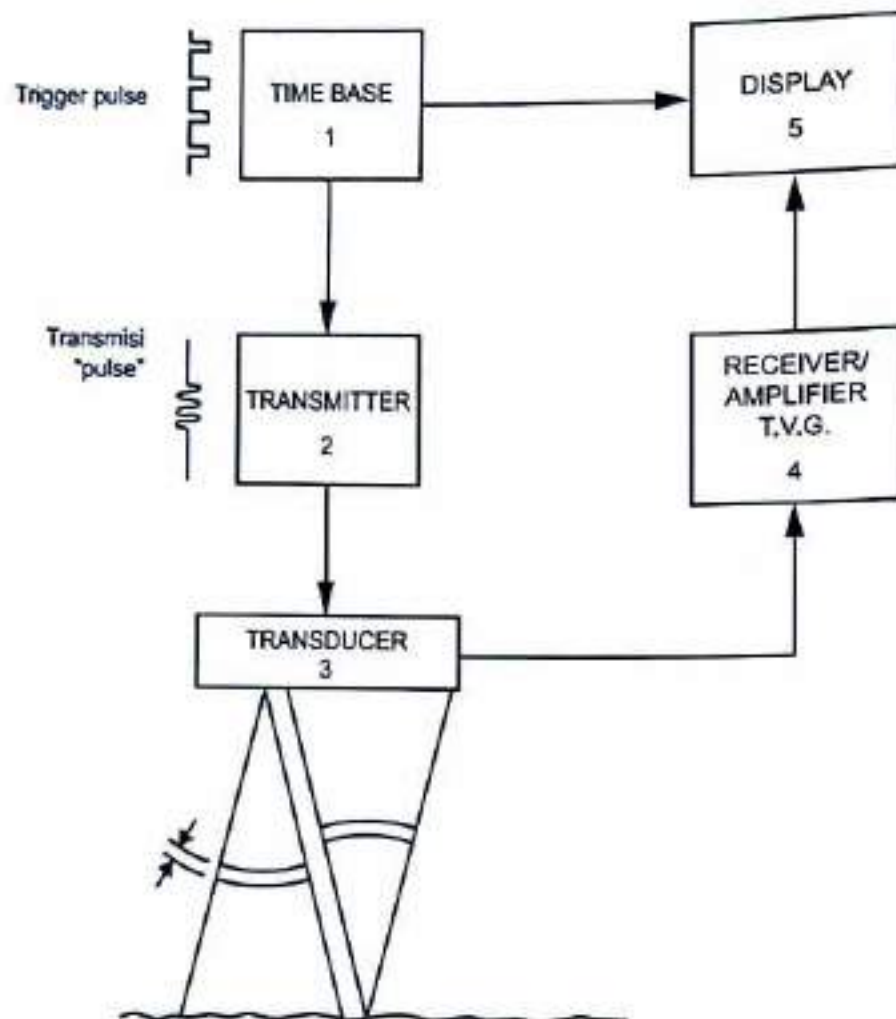
Hidroakustik mengalami perkembangan yang pesat selama Perang Dunia II, khususnya dalam mendeteksi posisi kapal selam. Akan tetapi, cikal bakal teknologi ini dikemukakan oleh ilmuwan Leonardo da Vinci tahun 1490, bahwa jika Anda menempelkan telinga pada suatu pipa panjang yang dimasukkan dalam air, Anda akan mendengar suara kapal pada suatu jarak yang jauh dari Anda (Urick, 1975). Pemanfaatan teknologi hidroakustik pertama untuk penangkapan ikan dilakukan oleh ilmuwan Jepang bernama Kimura pada tahun 1929, yang melakukan penelitian dengan instalasi unit *transmitter* dan *receiver* dalam kolam yang digunakan untuk kultivasi ikan. Instalasi tersebut digunakan untuk mendeteksi kawanan ikan yang ada dalam kolam tersebut (Gambar 5.6), sedangkan Sund pada tahun 1935 pertama kali mempublikasikan echogram ikan cod (MacLennan dan Simmonds, 1992).



**Gambar 5.6** Instalasi peralatan akustik pertama untuk mendeteksi ikan yang digunakan oleh Kimura (1929) (MacLennan dan Simmonds, 1992).

## HIDROAKUSTIK

Hidroakustik merupakan teknologi pendeteksian bawah air dengan menggunakan perangkat akustik, seperti suara atau bunyi untuk melakukan pendeteksian. Sebagaimana diketahui bahwa kecepatan suara di air adalah 1500 m/detik, sedangkan di udara 340 m/detik sehingga teknologi ini efektif untuk mendeteksi objek yang berada di bawah air. Beberapa langkah dasar pendeteksian bawah air



BLOK DIAGRAM DASAR SEBUAH ECHOSOUNDER

Gambar 5.7 Diagram blok sistem kerja akustik (Johannesson dan Mitson, 1983).

adalah adanya *transmitter* yang menghasilkan listrik dengan frekuensi tertentu, yang disalurkan ke *transducer* untuk mengubah energi listrik menjadi suara, kemudian suara tersebut dipancarkan. Suara yang dipancarkan akan mengenai objek (*target*), kemudian suara itu akan dipantulkan kembali oleh objek (dalam bentuk *echo*) dan diterima kembali oleh alat *transducer*. *Echo* tersebut diubah kembali menjadi energi listrik, lalu diteruskan ke *receiver*, dan melewati mekanisme yang cukup rumit hingga terjadi pemrosesan dengan menggunakan *echo signal processor* dan *echo integrator* (Gambar 5.7).

Pada tahun 1970, publikasi tentang metode akustik untuk mengestimasi kelimpahan ikan pertama kali dilakukan. Hasil yang diperoleh pada saat itu adalah tingkat akurasi dan kesalahan cukup tinggi serta metode kalibrasi belum tepat. Akan tetapi, kini instrumen tersebut telah berkembang pesat sehingga

dapat menghitung *Target Strength* dengan melakukan pengukuran langsung melalui berbagai percobaan, khususnya *echosounder* bim ganda (*dual beam*) dan bim terbagi (*split beam*). Kedua instrumen tersebut telah digunakan untuk estimasi kelimpahan melalui *echo counting* (MacLennan dan Simmonds, 1992). Sementara itu, *echo sounding* digunakan oleh Blaxter dan Batty (1989) dalam melakukan penelitian tingkah laku ikan dan mendeteksi kelompok ikan herring dewasa pada perbedaan intensitas cahaya selama operasi penangkapan ikan di Laut Utara. Levenez *et al* (1990) menggunakan *scientific echosounder* dan *digital echo integrator* untuk mengamati reaksi dari jenis ikan pelagis terhadap cahaya lampu. Arakawa *et al* (1998) menggunakan *color scanning sonar* untuk mengamati pola distribusi cumi-cumi. Baskoro (1999) mendeteksi keberadaan kelompok ikan *anchovy* yang tertarik cahaya lampu di bagan apung dengan menggunakan *echosounder* dan *sonar*. Sulaiman (2006) menggunakan *side scan sonar colour* dalam melakukan penelitian tentang tingkah laku ikan pada proses penangkapan dengan alat bantu cahaya pada unit penangkapan bagan.

### **Prinsip Dasar Akustik**

Energi akustik direfleksikan oleh "target" sebagai fungsi dari keadaan target. Dalam kasus ikan sebagai target, refleksi tersebut bervariasi menurut jenis (spesies) dan ukuran (*size*). Hal tersebut secara umum disebut "TS" (*Target Strength*) atau Indeks Refleksi (*Reflection Index*). Diasumsikan bahwa dua ekor ikan dari spesies yang sama, ukuran sama, orientasi dalam lingkup "*acoustic beam*" pada arah yang sama memantulkan energi yang sama untuk emisi akustik yang sama, tetapi dari spesies yang berbeda menghasilkan refleksi yang berbeda. Alasannya, anatomi keduanya tidak sama, khususnya gelembung renang sebagai reflektor yang efektif. Oleh karena itu, melalui observasi sesaat atau lama, dapat dibuat kurva TS menurut ukuran ikan untuk berbagai spesies.

### **Cara Penggunaan Alat Akustik**

Alat akustik (*sonar* atau *echosounder*) biasanya dipasang permanen pada bagian bawah kapal untuk kapal penangkap ikan. Sebelum melakukan pencarian ikan di suatu tempat, ada beberapa hal yang perlu diketahui, di antaranya:

1. Daerah distribusi dari berbagai spesies pada zona operasi
2. Migrasi larian (*day or night migration*)
3. Topografi perairan
4. Model gerombolan ikan
5. Hasil yang didapat dibandingkan dengan survei dengan *trawl*.

Sebelum pemakaian alat, kalibrasi alat dengan TS selalu dilakukan untuk mengetahui kapasitas transmisi dan penerimaan alat. *Echo integration* konstan diadaptasikan ke TS spesies ikan sehingga energi akustik dapat dihitung ke dalam *biomass*.

### **Aplikasi di Bidang Penangkapan**

Secara umum, akustik perikanan (*sonar* atau *echosounder*) telah banyak digunakan sebagai alat bantu untuk kegiatan penangkapan ikan pelagis atau semipelagis. Kondisi ikan yang dapat diamati adalah kepadatan relatif dan *Target Strength*. Pengukuran *Target Strength* berfungsi ganda, meliputi:

1. Untuk mendapat nilai "*Scaling Factor*" yang digunakan untuk menghitung nilai kepadatan absolut (*absolute density value*)
2. Mendapatkan informasi tentang ukuran ikan.

### **Keuntungan dan Kendala Pemakaian Alat**

Pencarian gerombolan ikan dengan akustik mudah dilakukan, cepat, dan kesalahannya sedikit. Teknologi tersebut dapat mengamati secara simultan berbagai jenis ikan atau hewan laut lainnya, yang berarti dapat membedakan ikan menurut spesiesnya dalam volume air tertentu. Selain itu, pengamatan ikan dapat secara simultan dengan menggunakan parameter oseanografis dan menghubungkan distribusi dan kelimpahan ikan dengan kebiasaannya atau *behaviour* ikan.

Walaupun demikian, pemakaian teknologi memiliki kelemahan antara lain:

1. Kesalahan fisik gelembung dan penyebarannya (*acoustic shadow*)
2. Tidak dapat mengamati perairan dekat permukaan (*blind zone*)
3. Deteksi ikan sering agak rumit karena bervariasinya *Target Strength* dari satu spesies lainnya
4. Kesalahan lain, yaitu berasal dari tingkah laku ikan (*fish behaviour*), seperti kebiasaan renang (*diving behaviour*), *lokal avoidance*, gerakan alami ikan, dan lain-lain.

Teknologi akustik bawah air atau "*underwater acoustics*" merupakan teknologi atau instrumen yang menggunakan energi suara untuk mendeteksi keberadaan dan posisi objek yang berada di bawah air. Sistem akustik bawah air mendeteksi keberadaan objek bawah air secara langsung dan tidak langsung, dengan memancarkan energi atau suara dan menerimanya kembali dari objek sebagai echo (Simmonds dan MacLennan, 2005).

Teknologi akustik memiliki keunggulan dan sangat efisien jika dibandingkan dengan metode lain dalam eksplorasi sumber daya perikanan. Alasannya, instrumen tersebut memiliki kemampuan yang dapat memberikan informasi yang akurat (*accuracy* dan *precision*), informasi yang cepat (*quick assessment method*), dapat diperoleh secara langsung (*insitu*), mampu memperoleh dan memproses data secara "*real time*", tidak berbahaya atau merusak karena frekuensi suara tidak membahayakan dan dilakukan dengan jarak jauh (Arnaya, 1991 dan Simmonds dan MacLennan, 2005). Lebih lanjut, instrumen itu mampu mendeteksi keberadaan ikan dan mampu memberikan informasi spesies, kelimpahan (*abundance*), penyebaran (*distribution*), ukuran dan panjang (*size* dan *length*),

orientasi dan kecepatan renang serta variasi migrasi ikan secara vertikal dan horizontal di satu kawasan perairan.

Sebagaimana telah diketahui bahwa ikan dan organisme perairan dapat dideteksi melalui pemancaran dan pemantulan gelombang suara. Oleh sebab itu, pengetahuan tentang ikan sebagai target akustik sangat penting untuk mengidentifikasi ukuran dan estimasi kelimpahan ikan. Sistem akustik bawah air mendeteksi keberadaan objek bawah air secara langsung dan tidak langsung, dengan memancarkan energi atau suara dan menerimanya kembali dari objek sebagai echo (Simmonds dan MacLennan, 2005 dan Kurnia dkk., 2011).

Teknologi akustik telah diterima sebagai satu bagian dalam penelitian bidang perikanan dan kelautan yang telah digunakan secara luas dan diaplikasikan dalam beberapa dekade terakhir dalam pendeteksian dan klasifikasi sumber daya perikanan. Menurut Arnaya (1991), peranan teknologi akustik secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Survei potensi sumber daya perikanan, meliputi pendugaan spesies, ukuran dan kelimpahan (*stock assessment*) ikan
2. Studi tingkah laku ikan, meliputi pergerakan ikan (*vertical-horizontal migration*) dan orientasi atau tingkah laku (*tilt angle orientation*)
3. Budi daya perairan, meliputi penentuan jumlah atau *biomass* ikan dalam "*penned fish*", untuk pengukuran individu "*penned fish*" dan untuk memantau pola aktivitas ikan dengan sistem "*telemetry tags*"
4. Penangkapan ikan, meliputi penampilan dan selektivitas alat penangkapan ikan
5. Studi perambatan dan sifat-sifat akustik dari air dan berbagai objek dalam air.

Penggunaan suara atau energi akustik untuk mendeteksi dan mengamati objek dalam perairan, yang dikenal dengan istilah sonar dan *echosounder* adalah salah satu jenis sonar, yang memiliki bim akustik yang mengarah secara vertikal ke bawah. Prinsip kerja instrumen tersebut adalah memancarkan energi akustik dalam bentuk pulsa secara vertikal dan atau horizontal ke perairan, lalu dipantulkan kembali oleh target atau objek di dasar perairan dan diterima oleh pesawat penerima sehingga dapat diproses, direkam, dan ditampilkan.

Instrumen akustik ini memiliki komponen utama yang terdiri atas:

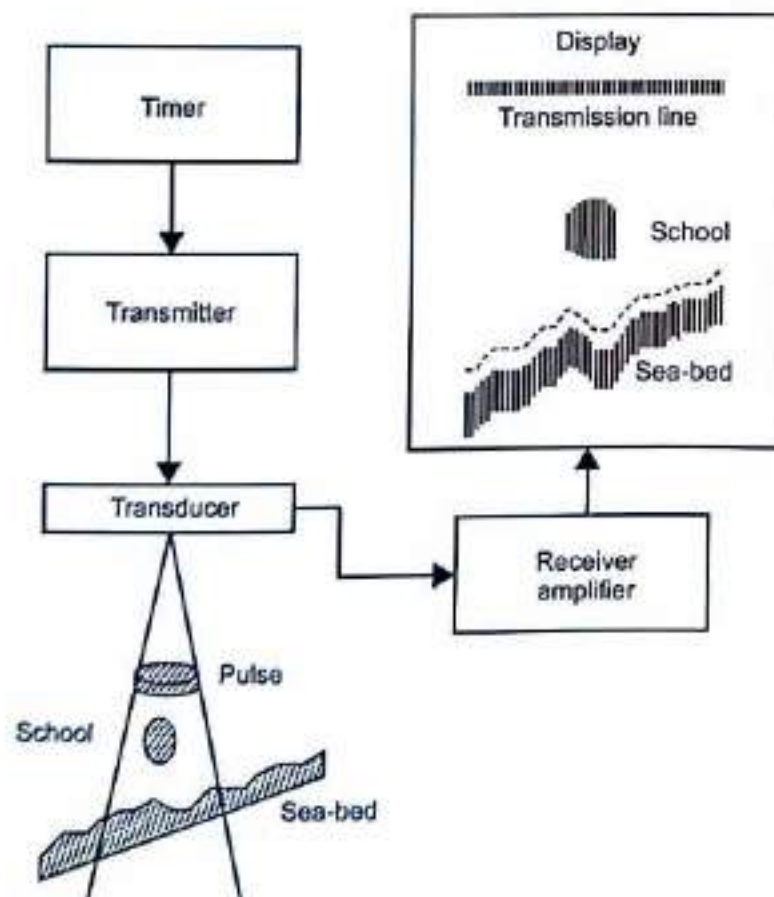
1. *Transmitter*, menghasilkan pulsa listrik yang berfrekuensi tertentu bergantung pada desain *transducer*
2. *Transducer*, berfungsi untuk mengubah energi listrik suara ketika akan dipancarkan
3. *Receiver*, berfungsi memperkuat beberapa ribu kali energi listrik yang lemah dari *transducer* sebelum diteruskan ke *recorder*, dan menguatkan echo

4. *Display* atau *recorder*, berfungsi melakukan koordinasi dengan komponen *time base*. *Recorder* mengukur selang waktu antara transmisi pulsa dan penerimaan echo
5. *Time base*, adalah komponen yang menghasilkan frekuensi, durasi untuk *transducer*. Berfungsi untuk menghasilkan *clock* yang memungkinkan akurasi dari pengukuran kedalaman dan mengontrol *pulse repetition rate* saat transmisi dibuat.

Beberapa faktor penting yang harus diketahui dan memegang peranan penting dalam studi dengan metode akustik adalah *backscattering cross section* ( $\sigma_b$ ) dan secara umum dinyatakan sebagai *target strength* (TS). Hubungan atau interkoneksi di antara komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.8.

### TARGET STRENGTH

*Target Strength* (TS) adalah nilai yang menunjukkan ukuran atau kekuatan suatu target dalam menentukan suara yang diterima dan suara reflektivitas (pantulan) dari suatu objek atau target sebagai fungsi keadaan target sehingga pantulan akan



**Gambar 5.8** Diagram blok hubungan komponen dalam sistem akustik (MacLennan dan Simmonds, 1992).

bervariasi menurut jenis dan ukuran target. Selain itu, jumlah gelombang suara yang kembali (echo) bergantung pada ukuran, *swimbladder*, tingkah laku ikan, dan frekuensi. *Target Strength* didefinisikan dengan perbandingan intensitas gelombang yang diterima ( $I_r$ ) dan intensitas gelombang yang dipancarkan ( $I_i$ ) pada jarak ( $R$ ) satu meter yang mengenai target (Gambar 5.8, 5.9) dan digambarkan dengan hubungan berikut:

$$TS_{(dB)} = 10 \log \frac{I_r}{I_i}$$

Menurut Simmonds dan Mac Lennan (2005) serta Kurnia *et al* (2011), *Target Strength* ( $TS_{target}$ ) dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$TS_{target} = 20 \log (V_{target} / V_{ref}) + TS_{ref}$$

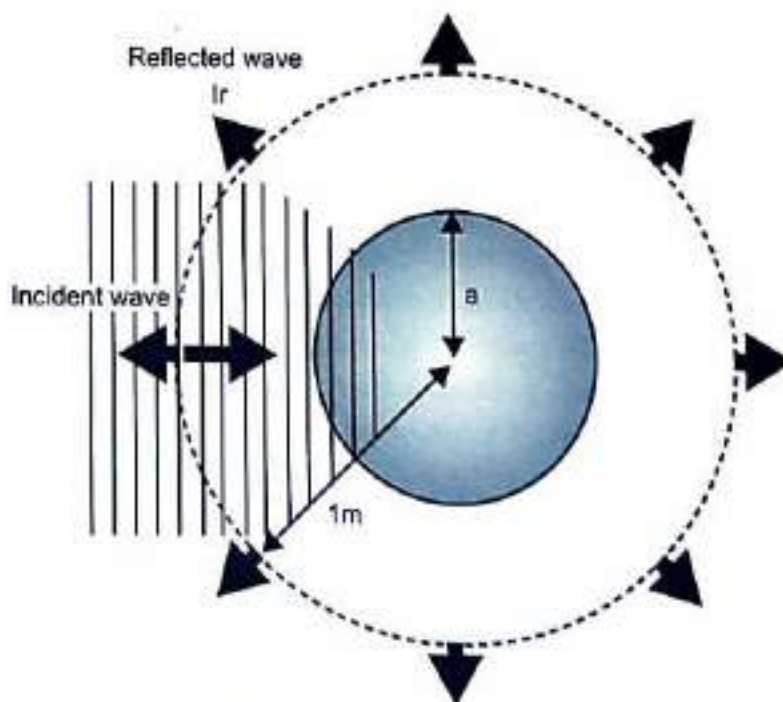
dengan,

$V_{target}$  voltase dari target

$V_{ref}$  voltase dari *sphere*

$TS_{ref}$  target strength *sphere*

*Target strength* ikan bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya morfologi dan tingkah laku ikan serta frekuensi akustik. Meskipun spesies ikan sama,  $TS$  dapat berubah dan bervariasi karena perubahan faktor



**Gambar 5.9** Geometri hamburan target (Kurnia, 2011).

morfologi dan fisiologi ikan, termasuk ukuran, orientasi, dan morfologi *swimbladder* (Blaxter dan Batty, 1990 serta Foote, 1980b). Salah satu faktor yang sangat menentukan nilai TS adalah ukuran ikan. Semakin besar ukuran ikan, semakin besar pula nilai TS-nya.

Secara akustik, ukuran panjang ikan (L) berhubungan linier dengan *scattering cross section* ( $\sigma$ ) menurut persamaan:

$$\sigma = a L^2$$

sehingga hubungan antara TS dan L menjadi sebagai berikut:

$$TS = 20 \log(L) + A$$

dengan:

A: nilai TS untuk 1 cm panjang ikan (*normalized target strength*) berdasarkan jenis ikan (*bladder* dan *bladderless fish*).

Khusus untuk ikan yang mempunyai *swimbladder* (*bladder fish*), hubungan linier tersebut telah banyak dilakukan penelitian dan telah teruji kebenarannya (Foote, 1987), tetapi jenis ikan yang tidak memiliki *swimbladder* (*bladderless fish*) masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

#### **Karakteristik Umum Target Strength Ikan**

Secara akustik, ikan dan organisme perairan lainnya bersifat heterogen. Menurut teori, pemancaran gelombang energi dapat meningkat dengan meningkatnya dimensi ukuran target (Kalikhman dan Yudanov, 2006). Apabila dimensi ukuran ikan dalam semua arah perambatan energi akustik melebihi panjang gelombang suara, pancaran akan lebih kompleks sebagai kejadian, dan terjadi fraksi pada ikan target (Simmond dan MacLennan, 2005). Tubuh ikan sebagian besar terdiri atas air sehingga hanya bagian permukaan tubuh yang akan memantulkan kembali gelombang suara yang datang, selain dipengaruhi juga oleh bagian tubuh ikan (*swimbladder*, kepala dan tulang belakang).

Pengukuran TS ikan cukup sulit dan kompleks, karena banyak faktor yang memengaruhinya. Walaupun demikian, banyak usaha telah dilakukan untuk estimasi TS ikan dan banyak penelitian dan pengukuran TS yang dicoba untuk menentukan hubungan antara TS dan beberapa faktor tersebut.

#### **Metode Pengukuran Target Strength**

Filosofi yang mendasari pengukuran TS dapat dibedakan menjadi dua dan hierarki pengukuran TS dapat dilihat pada Gambar 5.9, antara lain:

1. Untuk mendapatkan pengetahuan tentang hamburan balik energi suara (*echo*) ikan dengan memerhatikan panjang gelombang akustik, spesies,

ukuran dan orientasi ikan, *swimbladder*, dan secara umum semua aspek yang memengaruhi nilai *Target Strength*.

2. Untuk alasan praktis, pengukuran dan pengamatan di lapangan (*in situ observation*) mempunyai keuntungan secara langsung untuk mengukur TS ikan di habitat alam. Pengukuran dapat digunakan untuk tujuan kalibrasi alat dan untuk verifikasi hasil yang diperoleh dengan metode yang lain.

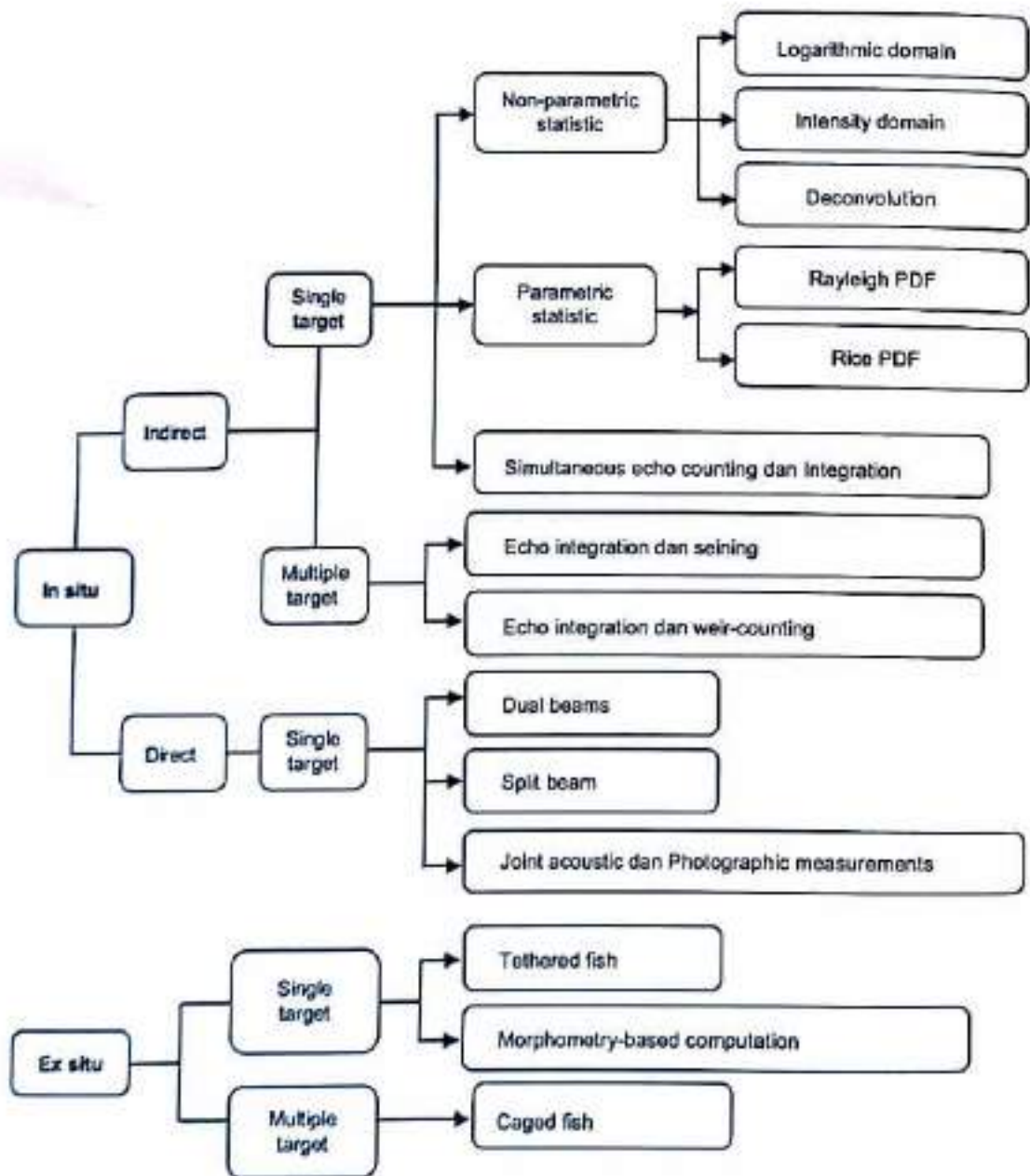
Pada dasarnya, ada tiga metode utama yang digunakan untuk mempelajari TS ikan, antara lain:

1. *In situ measurement*. Metode ini dibuat dan dilakukan untuk pengukuran nilai TS ikan di lingkungan alam (*direct measurement*). Pada metode ini, pengukuran dilakukan untuk memastikan sinyal ikan target (*single* dan *multi target*) dan menguji kenormalan panjang pulsa dari energi yang dipantulkan target (*echoes*), serta untuk mengamati arah *transducer* yang harus dipindahkan dari sinyal yang diterima. *In situ measurements*, dapat menggambarkan bagaimana *Echosounder* dan Sonar dapat digunakan untuk mengukur dimensi *single* dan *schooling* ikan target. Alternatif metode pengukuran ini adalah dengan menggunakan "*echo-counting*" dan "*echo-integration*".
2. *Ex-situ measurement*. Metode pengukuran ini dilakukan di bawah kontrol dengan menggunakan ikan sebagai target. Pengukuran biasa dilakukan di *water tank*, menggunakan *cage* sebagai wadah terkontrol yang dilakukan di perairan laut, sungai atau danau untuk memahami bagaimana ukuran dan orientasi ikan memengaruhi nilai TS (Miyano et al. 1990)
3. *Theoretical backscattering model*. Metode pengukuran TS berdasarkan pada morfologi ikan, khususnya bentuk dan ukuran *swimbladder* ikan (Foote 1980a, Foote 1985, Foote and Ona 1985, Blaxter and Batty 1990, Clay 1992, Ye and Farmer 1994, Clay and Horne 1994, dan McClatchie et al, 1996).

Akustik model dapat digunakan untuk memprediksi distribusi ukuran TS ikan dari ukuran yang berbeda (Furusawa, 1988 dan Clay dan Horne, 2004). Ukuran ikan dapat diestimasi dari model *scattering property target* (Murphy dan Willis, 1996) yang dikembangkan dari *swimbladder* sebagai *ellipsoid* dan *sphere* (Haslett, 1962 dan Furusawa, 1988).

*Target strength* ikan bergantung pada ukuran ikan, karakteristik anatomi, morfologi tubuh, dan *swimbladder*, yang merupakan sumber utama karena sekitar 90–95% pantulan suara berasal dari *swimbladder* (Foote, 1980b). Oleh sebab itu, pendekatan *theoretical backscattering model* digunakan untuk menguji dan menjelaskan variasi TS, memperbaiki estimasi ukuran target, dan memperbaiki pengenalan serta perbedaan target di antara target akustik (Medwin, 2005). Pendekatan tersebut dilakukan dengan pengukuran lapangan dan laboratorium

untuk memvalidasi prediksi model, membantu proses identifikasi yang memengaruhi intensitas pemantulan gelombang suara yang dapat menuntun dalam *interpolation* dan *extrapolation* data penelitian untuk menarik kesimpulan TS ikan (Furusawa, 1988 dan Ye dan Furusawa, 1995).



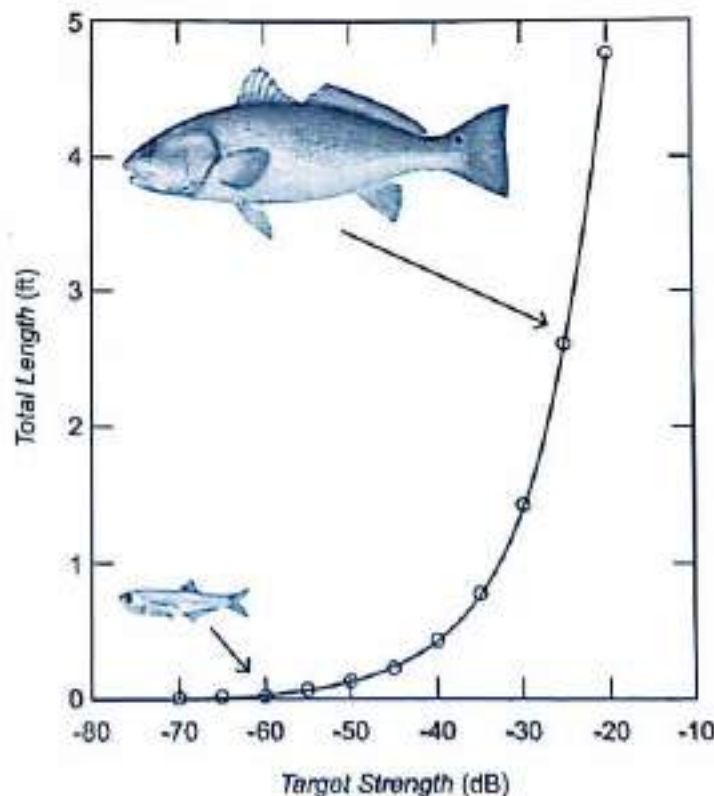
Gambar 5.10 Hierarki metode pengukuran (estimasi) Target Strength (Foote, 1991).

## Faktor-Faktor yang Memengaruhi Nilai Target Strength

Nilai TS dapat dipengaruhi oleh:

### 1. Ukuran ikan (*fish size dependence on the Target Strength*)

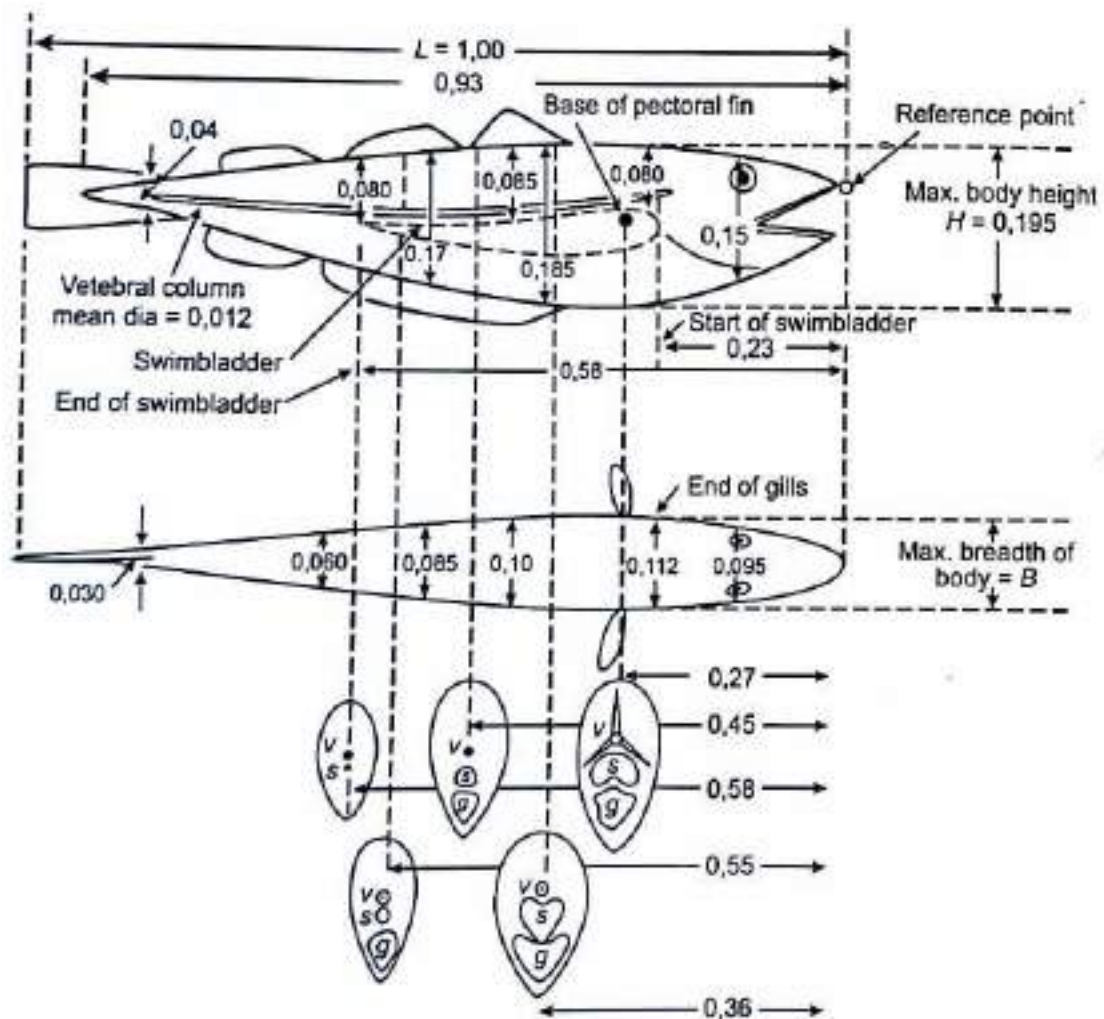
TS ikan bergantung pada karakteristik tubuh ikan, terutama bentuk dan ukuran *swimbladder* (Murphy dan Willis, 1996). Untuk mengukur ukuran ikan, penting untuk mendefinisikan hubungan antara ukuran akustik dan ukuran target sebenarnya (Foote 1980a; Saenger, 1988; Blaxter dan Batty, 1990; dan Clay dan Horne, 2004). Oleh sebab itu, ukuran tubuh ikan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai TS ikan. Untuk spesies ikan yang sama, pada umumnya ukuran ikan yang besar dapat memancarkan kembali gelombang suara yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang berukuran kecil. Semakin besar ukuran ikan, semakin besar pula nilai TS-nya. Meskipun demikian, intensitas pancaran gelombang suara yang kembali bergantung pada beberapa faktor dan tidak terpisahkan satu sama lain, seperti tingkah laku atau orientasi ikan ke *transducer*, ukuran ikan, dan karakteristik *swimbladder* serta akustik frekuensi yang digunakan (Haslett, 1965; Love, 1969; dan Nakken dan Olsen, 1977). Perbedaan nilai TS dengan ukuran ikan dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Hubungan antara nilai TS dan panjang total ikan (Love, 1977).

2. *Swimbladder (swimbladder dependence on the Target Strength)*

*Swimbladder* telah diidentifikasi sebagai sumber utama (90–95%, *echo-energy*) pantulan kembali gelombang suara (*acoustic backscattering*) pada beberapa spesies ikan (Foote, 1980b dan Clay dan Horne, 1994). Hal tersebut disebabkan oleh tubuh ikan yang memiliki akustik *impedance*, yang terdiri atas air sebanyak 90%, pantulan gelombang suara dari *transduser echosounder* atau sonar yang bergantung pada struktur *swimbladder* (Blaxter dan Barry, 1990). Bagian tubuh dan *swimbladder* ikan yang berperan dalam proses pemantulan suara dapat dilihat pada Gambar 5.12. Secara akustik, ikan dan organisme laut lainnya dapat digolongkan menjadi dua kelompok besar, yaitu ikan yang mempunyai gelembung renang dan ikan yang tidak memiliki gelembung renang.

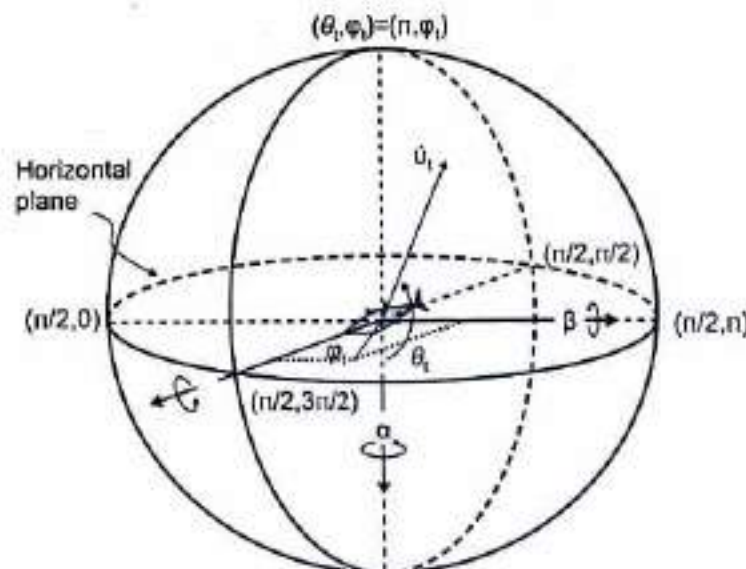


**Gambar 5.12** Skala bagian tubuh dan *swimbladder* ikan yang berperan memantulkan kembali energi suara ( $v$  = tulang punggung,  $s$  = *swimbladder*,  $g$  = usus) (Hasslet, 1962).

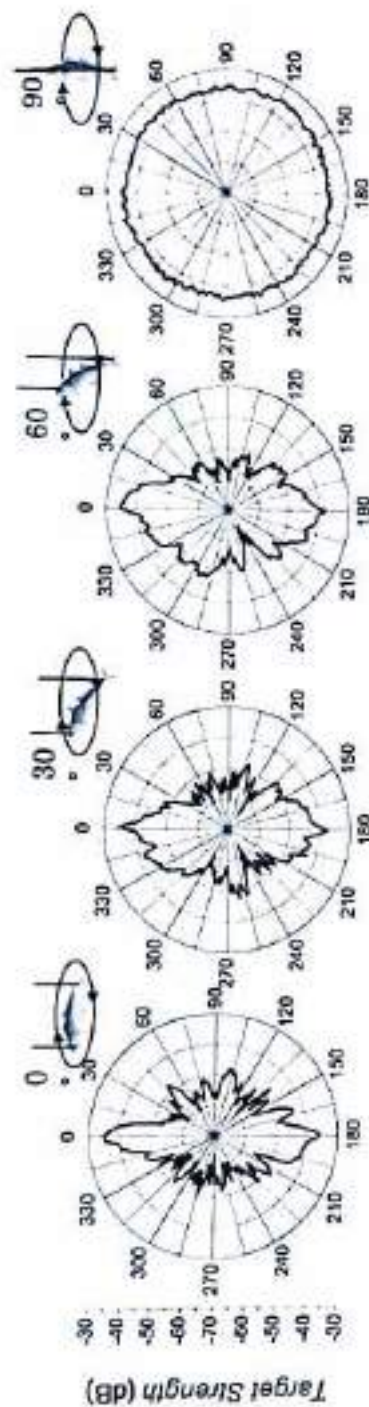
Menurut Blaxter dan Batty (1990), *swimbladder* umumnya terdiri atas tiga kategori, antara lain:

1. Ikan dengan *swimbladder* (*with bladders*) yang terdiri atas dua jenis, yaitu *swimbladder* tertutup (*physoclistous, closed bladders*) dan *swimbladder* terbuka (*physostomous, opened bladder*)
2. Ikan dengan *swimbladder* yang berisi minyak, kelompok ikan yang hidup di laut dalam
3. Ikan yang tidak memiliki *swimbladder*, seperti Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*).

Ikan yang mempunyai *swimbladder* (gelembung renang) pada umumnya tidak memiliki *Target Strength* atau TS maksimum berada tepat pada *dorsal aspect*-nya, karena gelembung renang tersebut membentuk sudut terhadap garis sumbu memanjang ikan (garis horizontal) sebesar  $2,2-10^\circ$  atau rata-rata  $5,6^\circ$  (Arnaya, 1991). Sementara itu, ikan yang tidak memiliki *swimbladder* memiliki nilai maksimum dari TS umumnya tepat pada *dorsal aspect*-nya, kecuali untuk ikan yang bentuk tubuhnya tidak *streamline*. Nilai TS ikan yang memiliki gelembung renang adalah  $\pm 10$  dB, lebih besar dibandingkan dengan ikan yang tidak memiliki gelembung renang (Furusawa, 1988 dan Arnaya *et al*, 1989).



**Gambar 5.13** Deskripsi orientasi ikan dengan *spherical coordinates*.  $\theta_i$  dan  $\phi_i$  adalah sudut orientasi dilihat dari *transducer* sonar dan unit  $\hat{u}_i$  menunjukkan arah pancaran gelombang suara (Kurnia *et al*, 2011a).

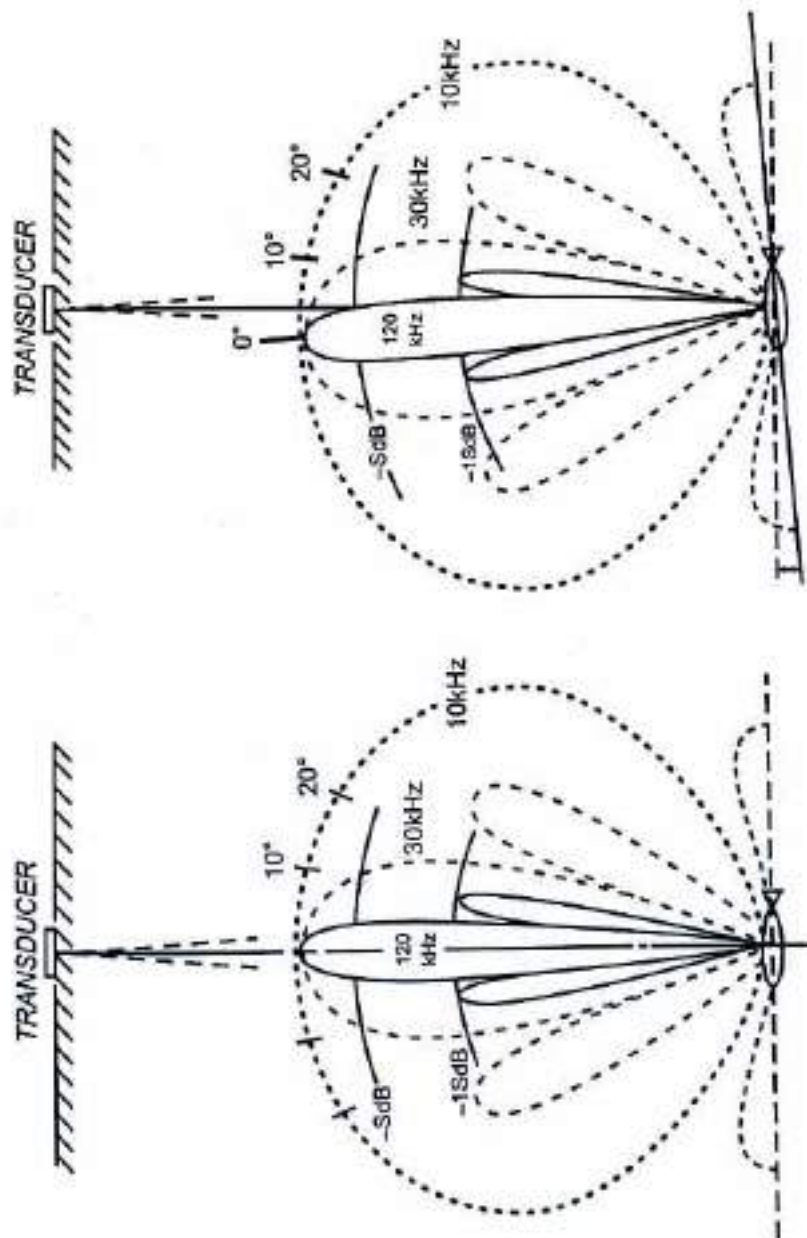


Yaw angle (degree) on circles  
 0°, 90°, 180° and 270° are right side, tail, left side, and head, respectively

**Gambar 5.14** Polar diagram Target Strength pada yaw plane untuk Horse Mackerel (Fork length: 14,1 cm, 15,1 cm, dan 15,5 cm). 0° aspek kanan, 90° ekor, 180° aspek kiri, dan 270° kepala, 0°, 30°, 60°, dan 90° melambangkan pitch (Kurnia, 2011).

3. Tingkah laku atau orientasi (*orientation dependence on the Target Strength*)  
 Tingkah laku ikan dapat memengaruhi orientasi relatif terhadap *transducer*. Orientasi ikan meliputi *pitching* (*tilting*), *rolling*, dan *yawing*. Pengaruh *yawing* tidak menentukan, karena pada umumnya *transducer* berbentuk bulat dan dilihat dari *transducer*, posisi ikan tidak menimbulkan perubahan sudut. Pengaruh *rolling* bergantung pada spesies ikan. Ikan yang memiliki

gelembung renang biasanya tidak berpengaruh nyata, karena sebagian besar energi yang dipantulkan oleh tubuhnya lebih dari 90% berasal dari gelembung renang. Pada ikan yang tidak memiliki gelembung renang, pengaruh *rolling* sangat besar, karena energi yang dipantulkan sangat bergantung pada bentuk dan komponen tubuh ikan. Tingkah laku ikan dapat juga dengan signifikan mengubah nilai TS melalui perubahan orientasi (Foote, 1980b dan Blaxter dan Barry, 1990). Lebih lanjut, hasil penelitian Nakken dan Olsen (1977) menunjukkan bahwa variasi TS juga disertai



Gambar 5.15 Hubungan antara nilai TS dan perubahan orientasi ikan (Johannesson and Mitson, 1983).

dengan perubahan orientasi ikan terhadap *beam* akustik yang substansi perubahannya adalah perubahan aspek orientasi ikan dalam *beam* akustik. Perubahan orientasi (*roll angle*) ikan juga berpengaruh, walaupun tidak sebesar dengan perubahan *tilt angle* (Love, 1977). Gambar 5.13 dan 5.14 memperlihatkan hubungan antara orientasi atau tingkah laku ikan dan nilai TS.

Secara umum, tingkah laku ikan atau pergerakan orientasi ikan secara vertikal dan horizontal akan memberi pengaruh terhadap nilai TS. Gambar 5.15 menunjukkan mekanisme perubahan TS ikan dengan perubahan orientasi ikan.

4. Frekuensi (*frequency characteristic of Target Strength*)

Faktor akustik frekuensi juga memengaruhi variabilitas TS (Foote, 1985; Holliday dan Pieper, 1995; dan Horne dan Jech, 1999), yang telah diuji dengan menggunakan *Predicted Backscatter Intensities* dari numerik model (Hazen dan Horne, 2003). Lebih lanjut, Love (1969 dan 1970) dan Urick (1983) mendapatkan bahwa TS menurun dengan meningkatnya *frequency* ( $f$ ) secara rinci pada  $0,9 \log (f)$ . Hal itu disebabkan oleh kompleksitas hubungan antara TS dan frekuensi pada setiap spesies ikan (Au dan Benoit-Bird, 2003) yang diduga bahwa direktivitas nilai TS untuk setiap ikan akan meningkat dengan meningkatnya akustik frekuensi (Urick, 1983). Kemudian, Iida *et al* (1998) mengemukakan bahwa karakteristik frekuensi TS pada 25, 50, 100, dan 200 kHz, dengan TS tertinggi pada 50 kHz, dan terendah pada 100 kHz untuk semua spesies, kecuali *sea smelt species*. Love (1971) menemukan bahwa nilai TS maksimum dari crappie hitam hidup dengan panjang 21 cm muncul sangat dekat dengan aspek samping. Jumlah lobus berkekuatan 130 kHz dengan pola tersebut secara substansi lebih besar, dan kekuatan TS maksimum sedikit lebih besar dari 30 kHz.

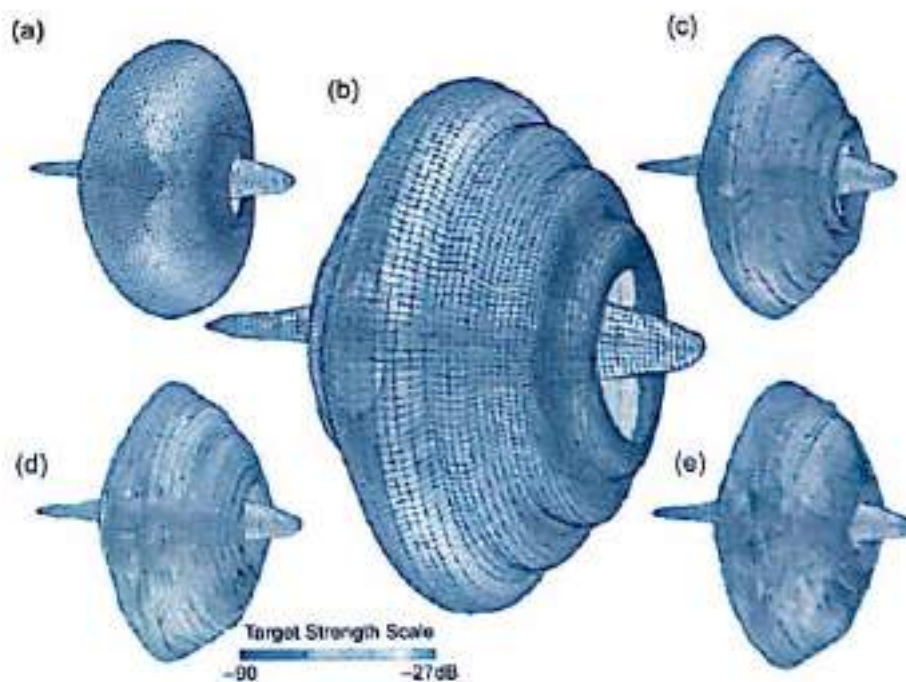
5. *Theoretical backscattering model*, pengukuran TS berdasarkan pada morfologi ikan, khususnya bentuk dan ukuran *swimbladder* ikan (Foote, 1980a; Foote 1985; Foote and Ona, 1985; Blaxter and Batty, 1990; Clay, 1992; Ye and Farmer, 1994; Clay and Horne, 1994; dan McClatchie *et al*, 1996b).

Akustik model dapat digunakan memprediksi distribusi ukuran TS ikan dari ukuran yang berbeda (Furusawa, 1988 dan Clay dan Horne, 2004). Ukuran ikan dapat diestimasi dari model *scattering property target* (Murphy dan Willis, 1996) yang dikembangkan dari *swimbladder* sebagai *ellipsoid* dan *sphere* (Haslett, 1962 dan Furusawa, 1988). *Target Strength* ikan bergantung pada ukuran ikan, karakteristik anatomi, morfologi tubuh, dan *swimbladder*, yang merupakan sumber utama karena sekitar 90–95% pantulan suara berasal dari *swimbladder* (Foote, 1980b). Oleh sebab itu, pendekatan *theoretical model* digunakan untuk menguji dan menjelaskan variasi TS,

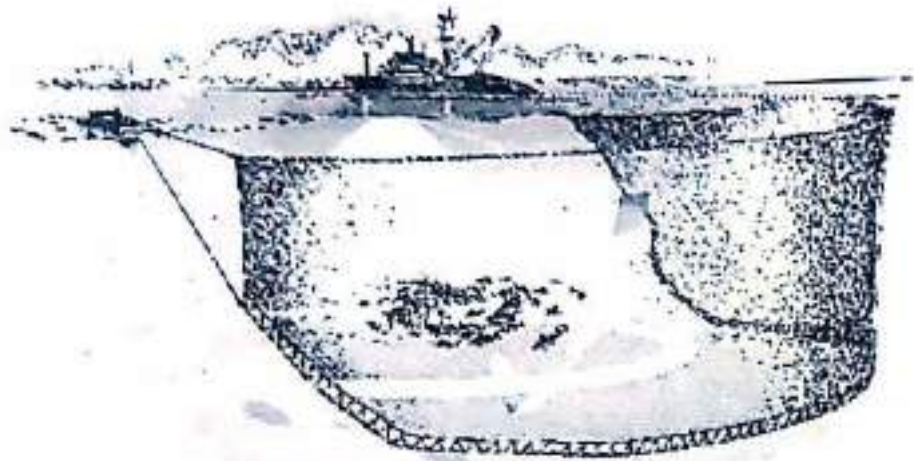
memperbaiki estimasi ukuran target, dan memperbaiki pengenalan serta perbedaan target di antara target akustik (Medwin, 2005). Pendekatan tersebut dilakukan dengan pengukuran lapangan dan laboratorium untuk memvalidasi prediksi model, membantu proses identifikasi yang memengaruhi intensitas pemantulan gelombang suara yang dapat menuntun dalam *interpolation* dan *extrapolation* data penelitian untuk menarik kesimpulan TS ikan (Furusawa, 1988 dan Ye dan Furusawa, 1995). Beberapa *theoretical model* yang digunakan untuk estimasi TS meliputi *model sphere*, *Deformed Cylinder Model*, *Kirchhoff Ray-Mode*, *Boundary Element Method*, *Fourier Matching Method*, *Prolate spheroid models*. Hasil visualisasi TS berdasarkan pada Kirchhoff Ray-Model (KRM), seperti tampak pada Gambar 5.16 dan 5.17.

#### Aplikasi Instrumen Akustik pada Berbagai Jenis Alat Tangkap

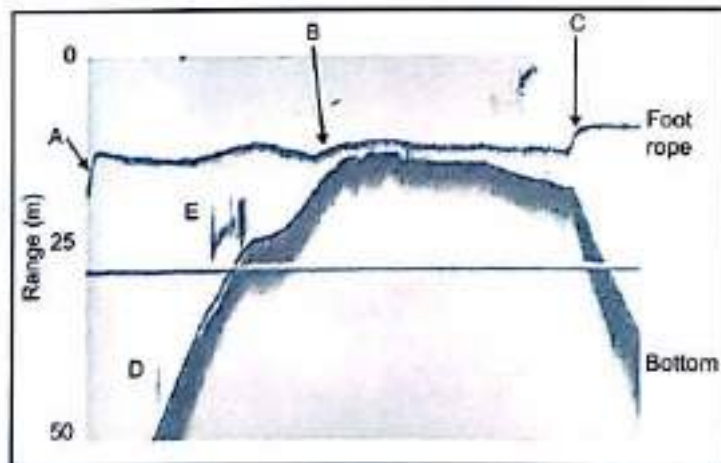
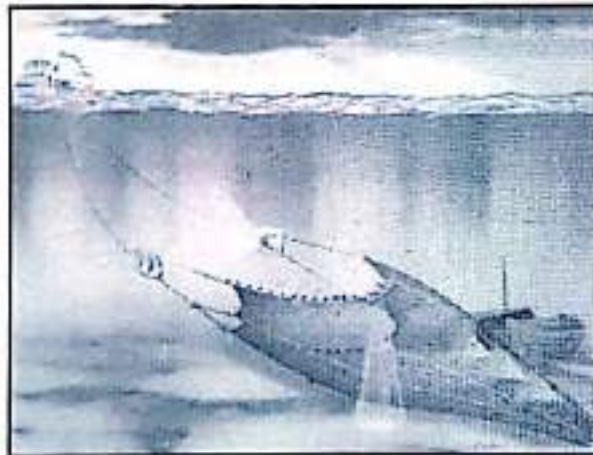
Akustik instrumen untuk bidang perikanan dan kelautan, khususnya diterapkan dalam menghitung atau mengestimasi kelimpahan ikan, mengamati tingkah laku dan distribusi ikan, yang selanjutnya disebut *fisheries acoustic*, *hydroacoustics*, *underwater acoustic* dan *echosounding* (Brandt, 1996 dan Murphy dan Willis, 1996).



**Gambar 5.16** Visualisasi Target Strength ikan cod (34,4 cm) pada 5 frekuensi (a) 12, (b) 38, (c) 70, (d) 120 and (e) 200 kHz, yang dihitung berdasarkan KRM akustik model (Henderson, 2005).



**Gambar 5.17** Aplikasi teknologi dan instrumen akustik dalam menunjang pengoperasian alat tangkap *purse seine*.



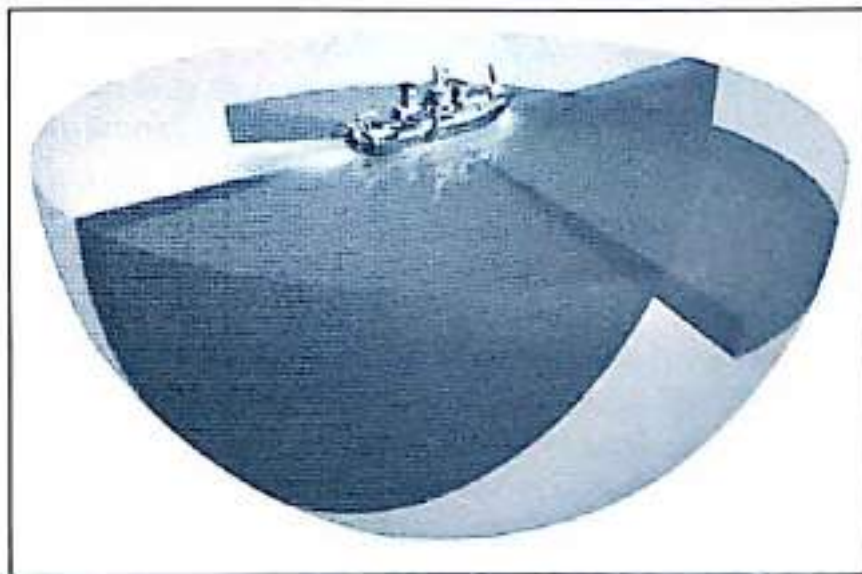
**Gambar 5.18** *Net sounder* yang terpasang pada pelagik *trawl* dan echogram (Simmonds and Mac Lennan, 2005).

Teknik akustik memiliki pengaruh utama dalam bidang perikanan dan kelautan yang memancarkan gelombang suara untuk mendeteksi dan mencari keberadaan konsentrasi *schooling* ikan, termasuk informasi tentang spesies, ukuran, dan kelimpahannya (Brandt, 1996; Simmonds dan MacLennan, 2005).

Beberapa jenis alat tangkap yang pengoperasiannya dilengkapi dengan alat bantu teknologi instrumen akustik (Gambar 5.16) dan bertujuan membantu untuk menemukan *schooling* ikan meliputi *purse seine*, *trawl*, dan lain-lain. *Net sounder* adalah *transducer echosounder* yang terpasang pada bagian mulut jaring atas *trawl* (Gambar 5.18), dan dioperasikan oleh sistem *remote* dari *receiver* elektronik. Echo dipancarkan ke *receiver* melalui elektronik kabel dan sinyal ditransfer ke *hydrophone* dalam air yang berada di dekat kapal. Di atas kapal, sinyal diterima dan ditampilkan sebagai echogram. Adapun fungsi dari alat ini adalah untuk memastikan mulut jaring *trawl* telah terbuka sempurna pada saat pengoperasian alat tangkap *trawl* dan mendeteksi jejak gerombolan ikan di dasar perairan.

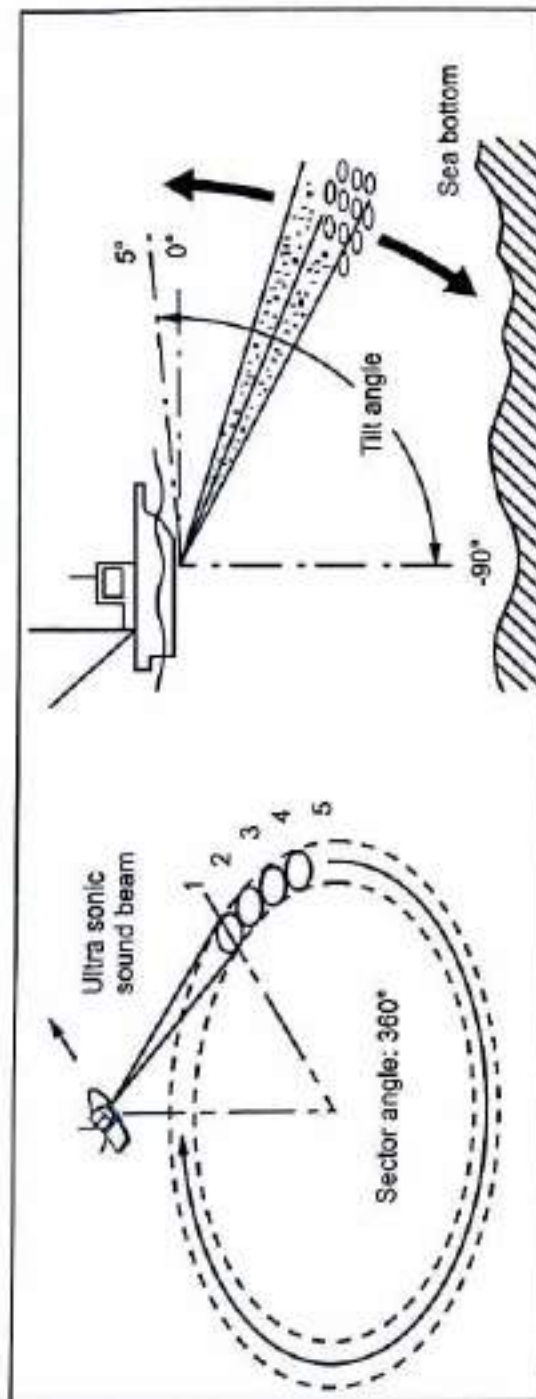
*Searchlight sonar* adalah jenis instrumen dengan menggunakan sonar *single-beam* yang umum digunakan oleh nelayan ketika mencari *schooling* ikan. Prinsip kerjanya sama dengan *echosounder*, tetapi *transducer* dapat diatur sesuai kebutuhan (*rotated and tilted*) *beam area* pada berbagai arah (*any direction*) seperti tampak pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20.

Instrumen ini dapat secara manual atau otomatis dikontrol dan diputar secara pelan dengan arah  $360^\circ$ . Begitu transmisi gelombang akustik pada setiap *step*, diperoleh hasil bahwa *schooling* ikan yang berada di permukaan dapat

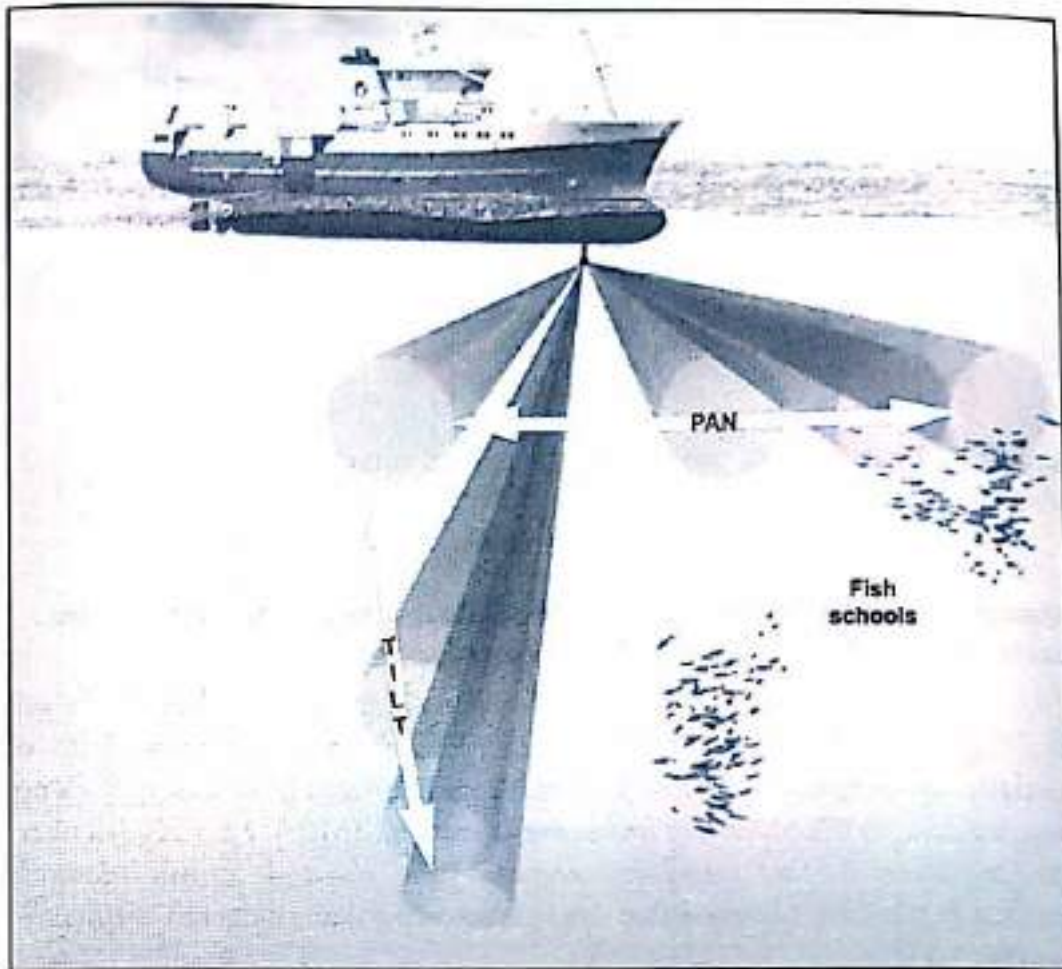


**Gambar 5.19** Omni-sonar, dengan kemampuan *beam* mampu mendeteksi tiga dimensi dari target yang ada (MacLennan dan Simmons, 2004).

dideteksi di segala arah sekitar kapal. Gambaran posisi *schooling* ikan dapat diterima dan muncul sebagai echogram di layar monitor dengan informasi jarak dan arah relatif ke posisi kapal.



**Gambar 5.20** Searchlight sonar, dengan transducer yang dapat dikontrol arah beam secara manual dan otomatis.



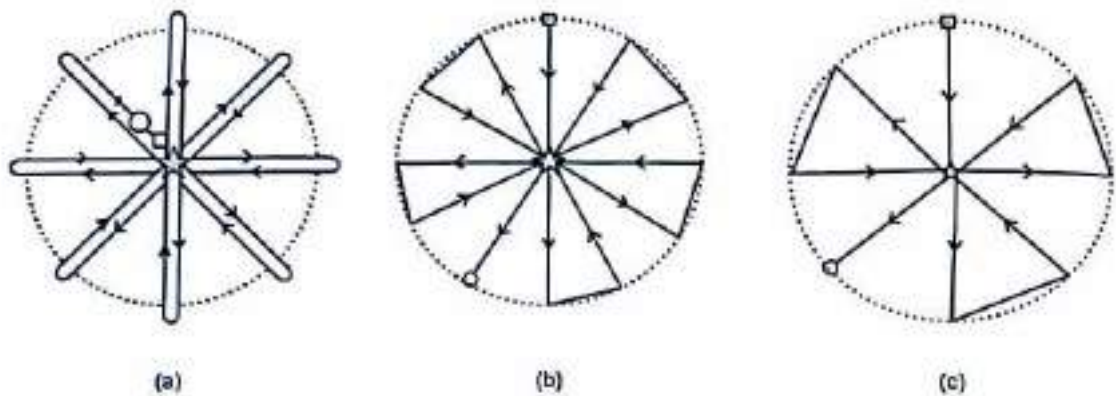
**Gambar 5.21** Sketsa aplikasi *searchlight* sonar bidang penangkapan ikan pada berbagai jenis alat tangkap (Simmond and MacLennan, 2005).

### **Pemanfaatan Metode Akustik dalam Mempelajari Pola Distribusi dan Tingkah Laku Ikan di Sekitar Rumpon (*Fish Aggregating Devices*)**

Tingkah laku dan spasial distribusi ikan tuna di bawah rumpon (*Fish Aggregating Devices*, FADs) telah lebih banyak dipelajari melalui metode akustik dengan menggunakan *ultrasonic tagging*, dibandingkan dengan *underwater acoustic devices*.

Josse, E. *et al* (1999) melakukan observasi dan penelitian dengan menggunakan *scientific echosounder* melalui metode *echo-counting* and *echo integration*. Metode digunakan untuk mengamati ikan dalam posisi sebagai *single target* dan *multiple target* (*schooling* ikan). Tiga pola survei yang digunakan meliputi:

1. *Star survey pattern* dengan 8 cabang, panjang kira-kira 0,8 mil laut
2. *Star survey pattern* dengan 12 cabang, panjang kira-kira 1,0 mil laut
3. *Star survey pattern* dengan 8 cabang, panjang kira-kira 1,2 mil laut (lihat Gambar 5.22).



**Gambar 5.22** Pola survei yang dilakukan selama survei akustik di sekitar FAD di French Polynesia: FAD position; star dan akhir survei (Erwan J. et al, 2000).

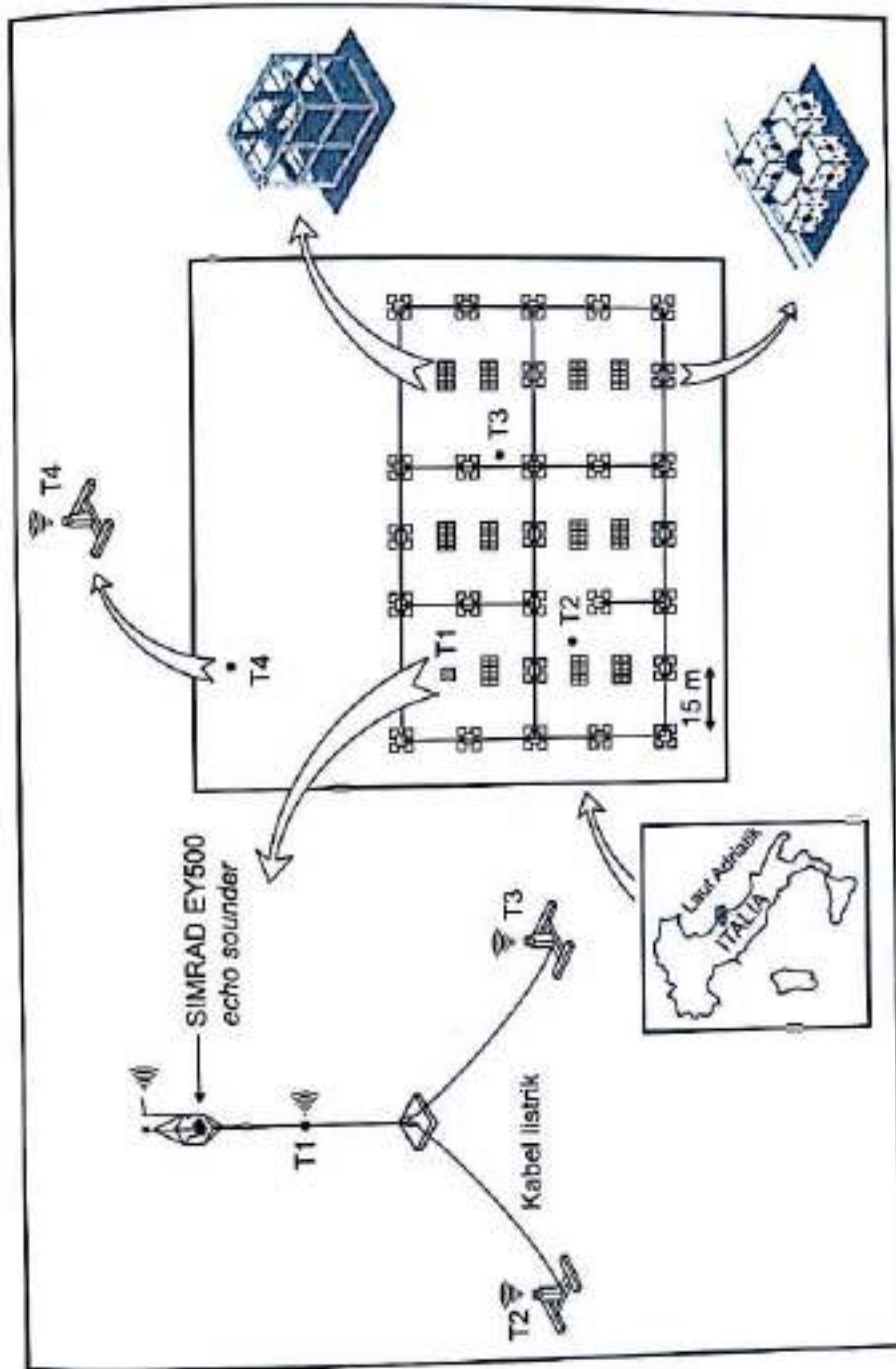
### Estimasi Kelimpahan dan Pengamatan Aktivitas Ikan di Daerah Terumbu Buatan dengan Menggunakan Teknik Hidroakustik

Fabi G. and Sala A. (2002) telah melakukan penelitian di laut Adriatic Senigallia Italia (bulan July-November 1996) untuk mengamati pola tingkah laku dan kepadatan *schooling* ikan di daerah terumbu karang buatan (*artificial reef*), dengan menggunakan teknik *stationary hydroacoustic system* SIMRAD EY500, dengan 4 buah *transducer* ES120 *split-beam acoustic* yang *disetting* untuk mengukur distribusi *In situ Target Strength* dan densitas *schooling* ikan di daerah *artificial reef* (Gambar 5.23).

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingkah laku harian *schooling* ikan yang hidup di daerah terumbu karang buatan mencakup:

1. Kepadatan terendah *schooling* ikan umumnya terjadi pada awal sore hari, dan
2. Kepadatan tertinggi terekam pada tengah malam dan awal pagi hari.

Selama dilakukan pengamatan, kepadatan tinggi terjadi di dalam daerah terumbu karang buatan dan menurun atau berkurang secara signifikan pada jarak sekitar 80 meter. Lebih dari itu, *schooling* ikan tidak tampak terdistribusi homogen dalam daerah terumbu karang buatan. Kepadatan tertinggi terekam di bagian pusat tempat beberapa struktur dan bentuk terumbu buatan. Instrumen tersebut dapat secara manual atau otomatis dikontrol dan diputar secara pelan dengan arah 360°. Setiap transmisi gelombang akustik pada setiap *step*, diperoleh hasil bahwa *schooling* ikan yang berada di permukaan dapat dideteksi di segala arah pada sekitar kapal. Gambaran posisi *schooling* ikan dapat diterima dan muncul sebagai echogram di layar monitor dengan informasi jarak dan arah relatif ke posisi kapal.

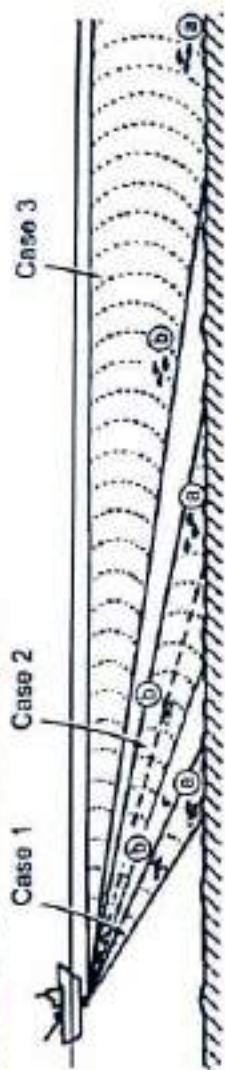


**Gambar 5.23** Lokasi transducer hidroakustik untuk mengukur densitas ikan yang berada di daerah artificial reef (Fabi, G. dan Sala, A., 2002).

Manfaat dan kemampuan lain dari instrumen *searchlight sonar* adalah membedakan pantulan gelombang suara dari berbagai target yang berada di dasar perairan. (Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.23).

**How to discriminate fish echoes from the bottom**

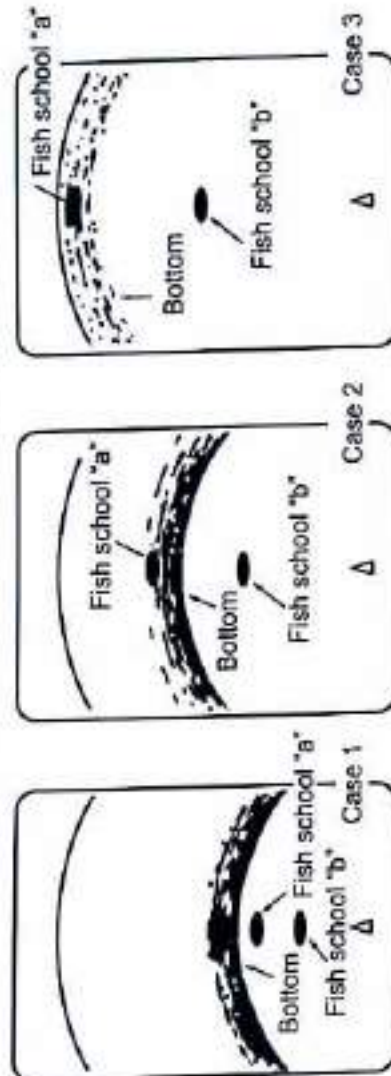
The figure at the bottom of the page illustrates how two fish schools "a" and "b" are displayed on the screen using three different tilt angles.



(Case 1, 2 and 3 are relative to the bottom pictured above.)

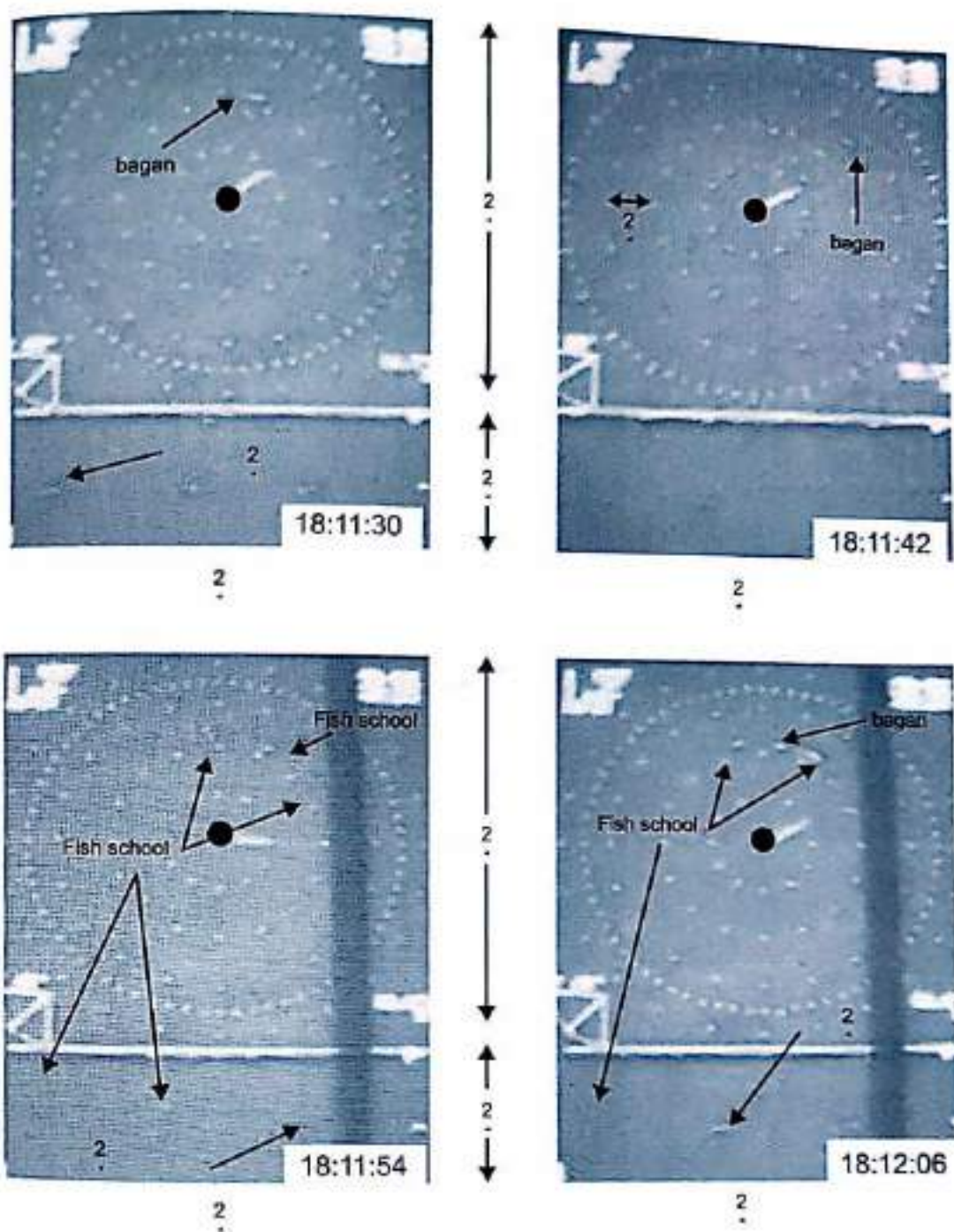
**Detecting beam and fish situation**

Using the above three cases, fish schools will be displayed as below

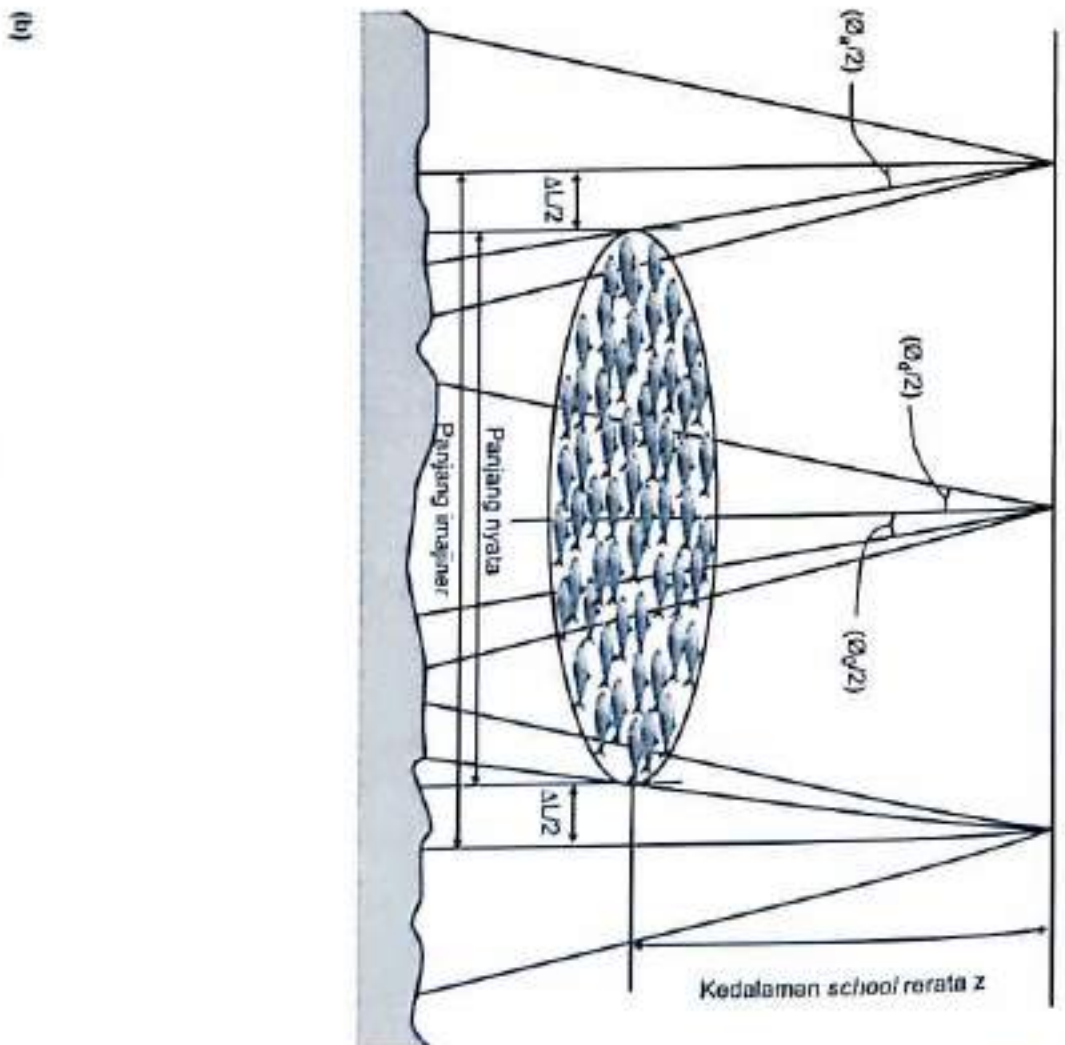
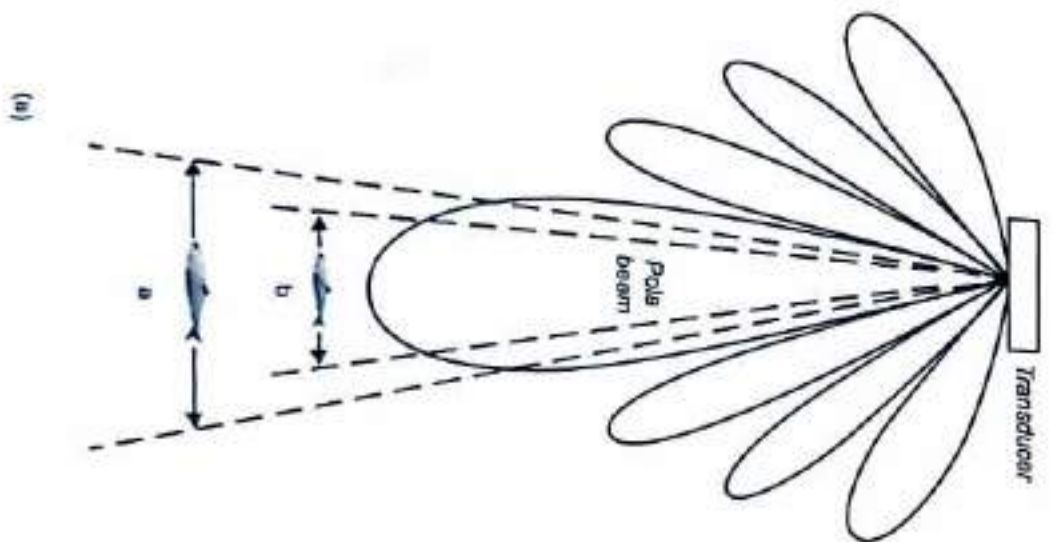


Fish echo and tilt angle

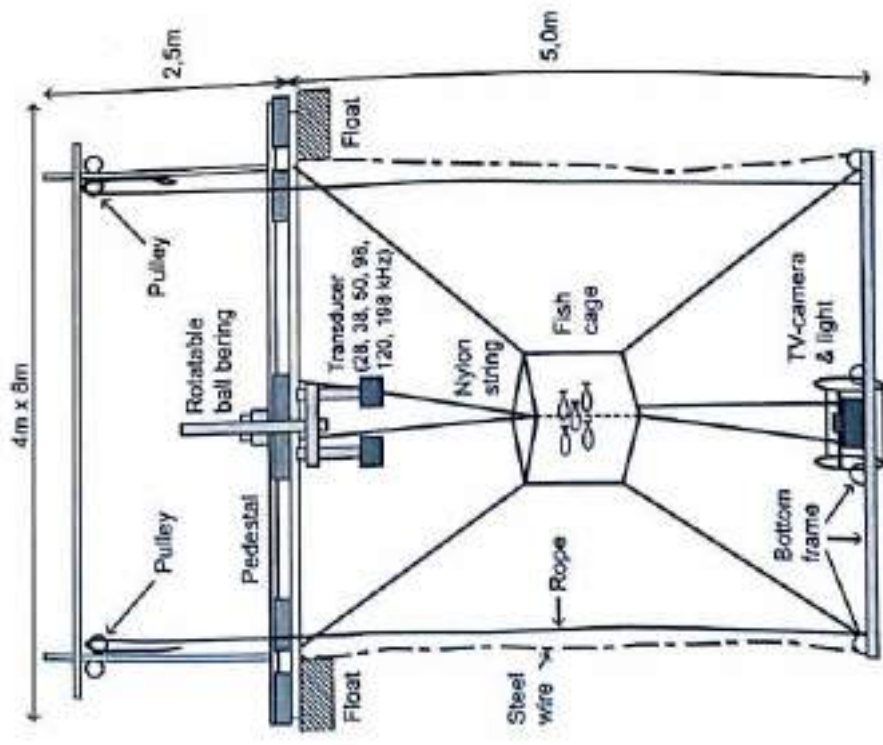
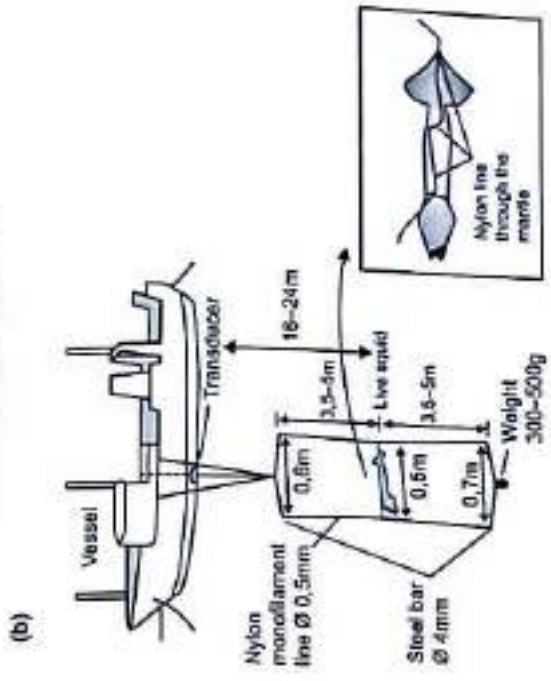
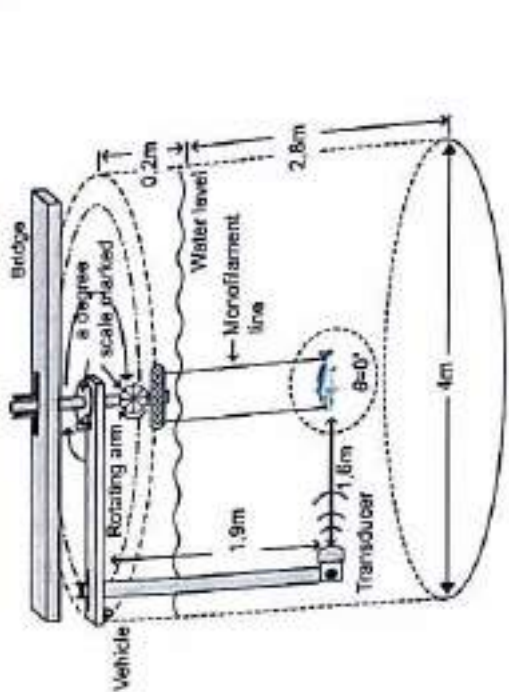
**Gambar 5.24** Ilustrasi kemampuan searchlight sonar dalam membedakan echoes dari berbagai jenis target pada posisi yang berbeda (Fabi dan Sala, 2002).



**Gambar 5.25** Pola pergerakan ikan saat mendekati sumber cahaya pada alat tangkap bagan (Sulaiman, 2006).

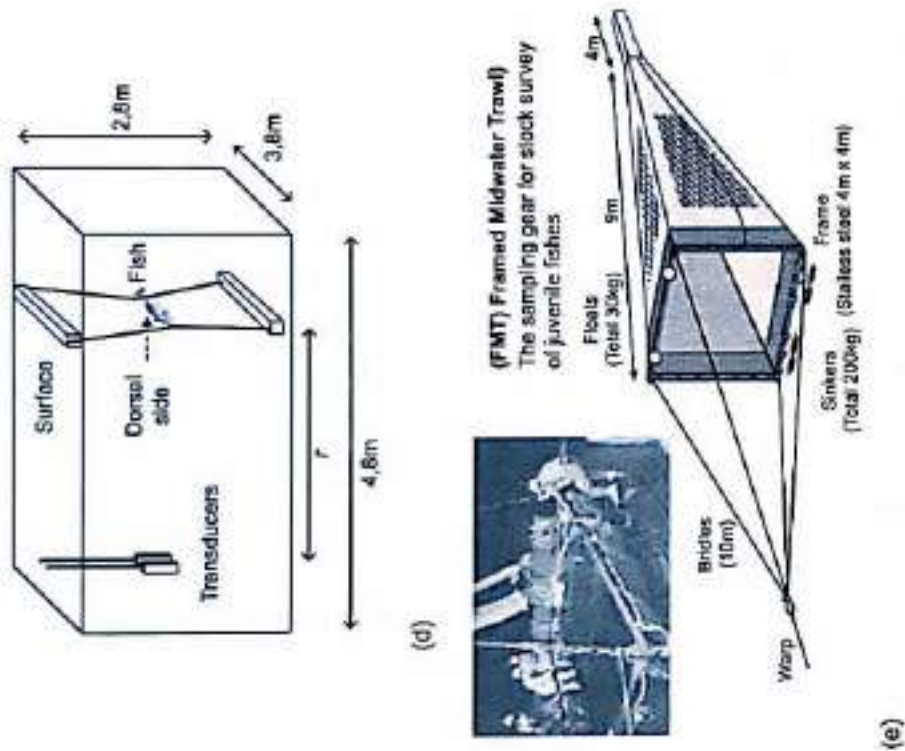


Gambar 5.26 Ilustrasi beberapa sudut beam untuk mendeteksi (a) single target dan (b) fish school target.



(a)

(c)



**Gambar 5.27** Teknik pengukuran *Target Strength*. (a) Ikan hidup dalam sebuah sangkar, dengan posisi tidak bisa bergerak (Iida, et al 1999), (b) Tanki (Kurnia, 2011), (c) Perairan/laut (Kawabara, 2005), (d) Tanki kecil, (e) *Trawl* perairan tengah berbingkai untuk plankton (Iida et al, 1996).

## TEKNOLOGI PENGINDRAAN JARAK JAUH (MARINE REMOTE SENSING)

### PENDAHULUAN

Pengindraan jarak jauh adalah suatu metode untuk mengukur, mengidentifikasi, dan mencatat keberadaan suatu objek atau informasi dari jarak jauh. Teknologi ini telah dikembangkan sejak tahun 1960 yang bertujuan mengamati objek yang terdapat di darat atau pengamatan cuaca, bernama TIROS (*Television on Infra Red Observation Satellite*) pada tahun 1960–1965 dan ITOS (1970–1976). Selanjutnya, teknologi tersebut dikembangkan ke pengamatan laut, yaitu NIMBUS 7 (1978–1988) dengan teknologi CZCS (*Coastal Zone Colour Scanner*) dan MOS (*Marine Observation Satellite*, 1987). Jenis satelit dan teknologi yang diaplikasikannya disajikan pada Tabel 6.1.

Keunggulan pengindraan jarak jauh antara lain:

1. Efisien dari segi biaya (*cost effective*), biaya per satuan luas daerah kajian akan lebih efisien.
2. Dari aspek cakupan dan waktu, teknologi ini dapat memberikan informasi untuk daerah yang begitu luas dengan waktu yang relatif lebih cepat.
3. Memberikan data multitemporal, yaitu informasi dengan berbagai satuan waktu secara berkala dan sistematis (harian, mingguan, bulanan, musiman, dan tahunan).
4. Menyajikan data multispektral, yaitu data atau informasi dari berbagai spektral.
5. Menampilkan data digital, yaitu data yang dapat diproses dan ditransfer lebih cepat dan portabel.

### PRINSIP KERJA PENGINDRAAN JARAK JAUH

Parameter oseanografis seperti arus, suhu, dan salinitas berpengaruh besar terhadap *behaviour* atau perilaku ikan, seperti distribusi, *feeding*, orientasi, dan lain-lain sehingga parameter tersebut dapat menentukan keberadaan ikan pada suatu tempat. Dengan mengetahui fenomena parameter oseanografi suatu perairan, lokasi atau daerah penangkapan ikan dapat diduga.

**Tabel 6.1** Instrumen *Marine Remote Sensing* dan Aplikasinya

Instrumen	Deskripsi	Aplikasi
Ocean Colour Instrument (OCI)	Selected Visible and Thermal band	Primary production, Shelf Process, chlorophyll and Suspended sediments
Multi Spectral Scanner (MSS)	Wideset of bands For general Application Flexibel Spectral Extend	Coastal Zone Mapping, and Shallow Water Application
Imaging Spectrometer (ISS)	Like MSS but using Solid State Technology	As for MSS, with Better Applications
Camera System (AC, MSC, LFC)	Film based, possibly multispectral (MSC) or Largeformat (LFC) Recording, Low sensitivity	Similar to MSS better rectification, Cheaper data
Infra-Red Radiometer (IR)	Thermal emission from sea surface	Sea Surface Temperature, Upwelling, fronts waters masses
Laser Fluorosensor (FLIR)	Single wavelength laser	Chlorophyll "a" and pigment, light attention, oil type
Microwave Radiometer (MR)	Microwave emission from sea surface	Sea surface temperature, salinity, thickness of oil slicks
Altimeter (ALT)	Very Precise nadir radar sensing height of satellite	Surface current, current velocities, shear divergence-divergences
Synthetic Apparatus Radar (SAR)	Scatter radar	Swell, internal wave Bathymetry, Surveillance

**Tabel 6.2** Platform Data dan Skala Aplikasi Teknologi *Marine Remote Sensing*

Skala	Platform	Exiting System	Sensor Potensial
Oceanic >1000 km	satellite	NIMBUS - 7 (MR) NOAA -6 (MSS, IR)	ALT, SCAT, SAR
Whole Reef >500 km	satellite	NIMBUS - 7 (OCI, MR) NOAA - 9(MSS, IR) LANDSAT - 5 (MSS)	ALT, SCAT, SAR
Regional Reef >100 km	satellite	NIMBUS - 7 (OCI) NOAA 6-7 (MSS, IR) LANDSAT - 5 (MSS, TM)	ALT, SCAT, LFC, MSC, SAR, ISS
Reef to Reef >10 km	satellite	LANDSAT - 5 (MSS, TM)	MSS, MR, IR, MSC, LIDAR, ISS, SAR
Within Reef >1 km	aircraft Ship	AC	MSS, MR, IR, MSC, LIDAR, ISS, SAR
Point Events <1 km	aircraft Ship	AC	MSS, MR, IR, MSC, LIDAR, ISS, SAR

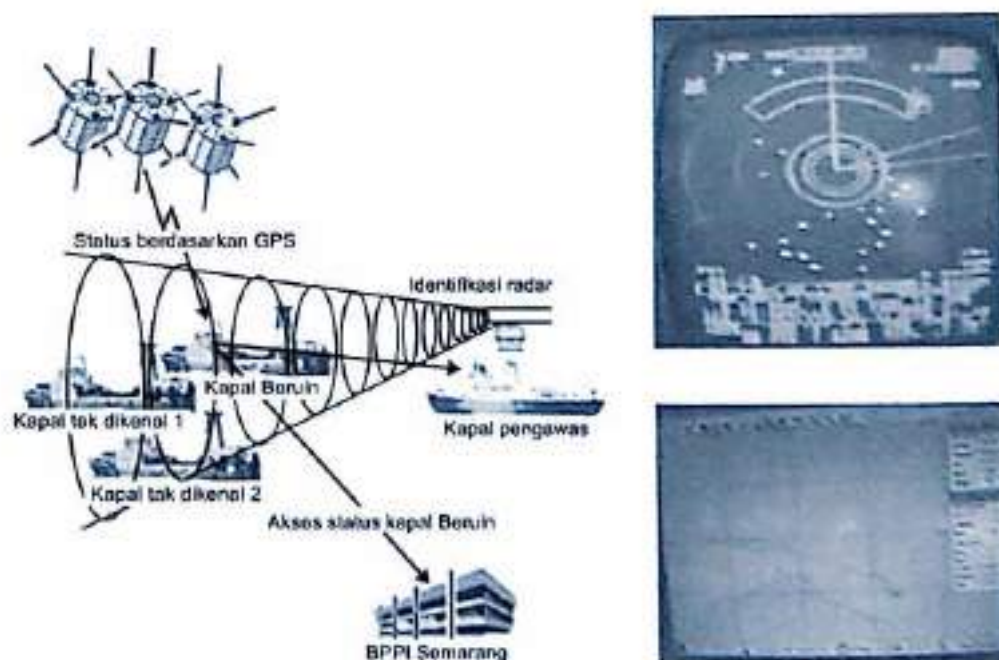
Komponen dasar dari teknik ini adalah:

1. Sumber energi (panjang gelombang sesuai, diharapkan konstan, dan tersedia setiap saat serta *output* tinggi atau *uniform energy source*).
2. Atmosfer yang sesuai (*non interfering atmosphere*).
3. Sensor yang berkualitas tinggi (*super sensor*).
4. Sistem pengumpulan dan pengolahan data (*data handling system*).
5. Berbagai pemakai (*multiple data users*).

### APLIKASI PENGINDRAAN JARAK JAUH DAN SIG DALAM MENENTUKAN ZONA POTENSI PENANGKAPAN IKAN

Teknologi pengindraan jauh (*remote sensing*) dapat menyediakan informasi yang akurat untuk mengkaji dan meningkatkan pemahaman terhadap potensi hasil tangkapan di daerah penangkapan ikan. Penggunaan suhu permukaan laut (SPL), arah dan kecepatan arus, dan konsentrasi *klorofil-a* telah terbukti mampu mendeteksi zona potensial penangkapan ikan pelagis yang bernilai ekonomis penting, seperti tuna dan kembung (Zainuddin *et al*, 2004–2006; Zainuddin, 2007).

Suhu permukaan laut (SPL) dapat memberikan informasi tentang distribusi *isotherm* yang cocok bagi ikan pelagis. Di daerah lautan Pasifik Utara bagian Barat, Lehodey *et al* (1997) menemukan kesesuaian antara densitas ikan cakalang



**Gambar 6.1** Foto menjelaskan metode untuk mengukur, mengidentifikasi, dan mencatat keberadaan suatu objek atau informasi dari jarak jauh dengan menggunakan pengindraan jauh.

dengan SPL *isotherm* 29°C. Di samping itu, citra satelit SPL dapat juga digunakan untuk memantau dinamika fenomena oseanografi yang biasanya menjadi tempat berkumpulnya ikan seperti suhu *front* dan *upwelling*. Untuk ikan pelagis, SPL berhubungan erat dengan kesesuaian kondisi fisiologi dan adaptasi morfologinya. Selain itu, SPL menjadi indikator tidak langsung mengenai produktivitas biologis atau keberadaan dan kelimpahan makanan ikan (Butler *et al.*, 1988; Santos, 2000). Sementara itu, faktor klorofil- $\alpha$  merupakan faktor yang dapat memberikan indikasi langsung daerah keberadaan makanan ikan maupun jalur wilayah migrasi ikan tuna (Polovina *et al.*, 2001). Pola arah dan kecepatan arus diketahui berperan penting dalam melokalisasi makanan ikan, sehingga menyebabkan ikan berlimpah (Laevastu dan Hela, 1981) dan dapat mengindikasikan daerah *eddy*, tempat biasanya rantai makanan berjalan efektif (Zainuddin *et al.*, 2006).

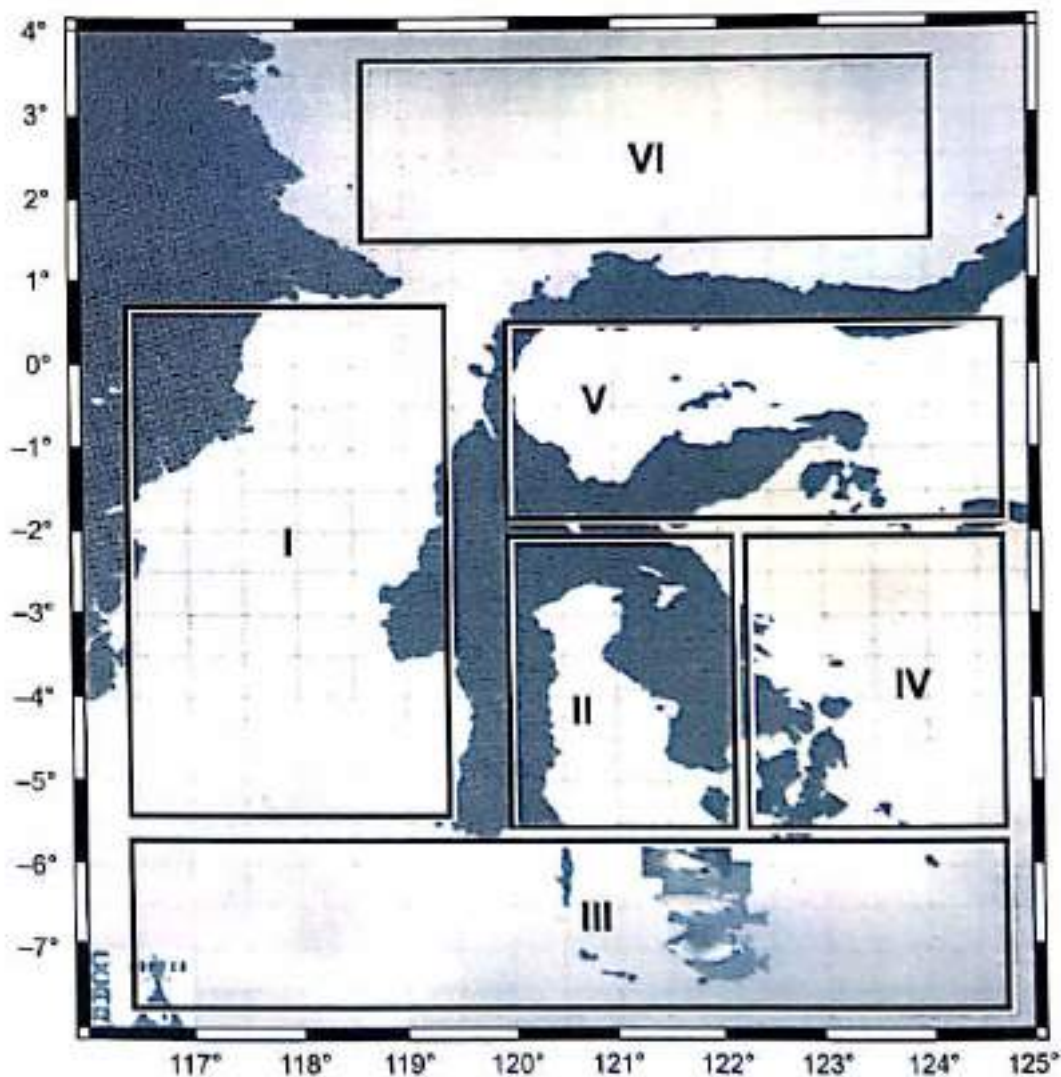
Parameter kedalaman merupakan indikator untuk melihat pola pergerakan ikan secara vertikal dan posisi distribusi kedalaman daerah termoklin yang sangat disukai ikan untuk berkumpul (Laevastu dan Hela, 1981). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk mengakses, menyimpan, menganalisis, dan menampilkan informasi berdasarkan pada posisi geografis, dengan data yang ditampilkan sesuai lokasi keberadaannya (ESRI, 2001). Sistem Informasi Geografis sederhananya didefinisikan sebagai sistem untuk manajemen, analisis, dan displai informasi secara geografis (ESRI, 2001). Sistem ini memiliki berbagai kemampuan, antara lain:

1. Menjelaskan informasi spasial dengan menggunakan lokasi (Bujur, Lintang) dalam koordinat sistem sebagai dasar rujukannya
2. Menghubungkan berbagai lapisan data pada titik yang sama di suatu area, kemudian mengombinasikan, menganalisis, dan memetakan hasilnya
3. Menyediakan deskripsi objek geografis
4. Melakukan *queries* dan analisis data spasial
5. Menyimpan, *retrieve* dan *update* data secara terorganisasi dan efisien
6. Membuat peta, mengembangkan ide, memvisualisasi skenario, dan mengintegrasikan informasi
7. Mengembangkan solusi secara efektif.

Salah satu alternatif yang menawarkan solusi terbaik adalah mengombinasikan kemampuan SIG dan pengindraan jauh kelautan. Dengan teknologi ini, faktor-faktor lingkungan laut yang memengaruhi distribusi, migrasi, dan kelimpahan ikan dapat diperoleh secara berkala, cepat, dan dengan cakupan area yang luas. Faktor lingkungan meliputi suhu permukaan laut (SST), tingkat konsentrasi klorofil- $\alpha$ , perbedaan tinggi permukaan laut, arah dan kecepatan arus, serta produktivitas primer. Data indikator oseanografi yang cocok untuk ikan perlu diintegrasikan dengan berbagai *layer* pada SIG karena ikan sangat mungkin merespons, bukan hanya pada satu parameter lingkungan, tetapi berbagai

parameter yang saling berkaitan. Kombinasi SIG, penginderaan jarak jauh, dan data lapangan dapat memberikan banyak informasi spasial, misalnya posisi ikan banyak tertangkap, jarak antara *fishing base* dan *fishing ground* yang produktif serta musim penangkapan ikan yang efektif. Tentu saja, hal tersebut memberikan gambaran solusi tentang pertanyaan nelayan, dan kapan serta di mana ikan banyak ditangkap.

Secara geografis, perairan Sulawesi Selatan berada pada  $0^{\circ}12' - 8^{\circ}$  LS dan  $116^{\circ}48' - 122^{\circ}36'$  BT. Perairan Sulawesi Selatan terdiri atas tiga kelompok perairan yang memiliki potensi sumber daya ikan lestari yang sangat prospektif. Ketiga perairan tersebut adalah Selat Makassar, Teluk Bone, dan Laut Flores (Gambar 6.2). Ketiga perairan tersebut termasuk dalam wilayah pengelolaan perikanan (WPP 713) dengan potensi lestari diperkirakan 929.720 ton/tahun,



**Gambar 6.2** Tiga perairan di Sulawesi Selatan yang merupakan daerah penangkapan potensial di Indonesia Timur, Perairan I (Selat Makassar), II (Teluk Bone), III (Laut Flores).

sedangkan potensi lestari sumber daya ikan masing-masing adalah Selat Makassar 307.380 ton/tahun, Teluk Bone sekitar 144.320 ton/tahun, dan Laut Flores sekitar 168.780 ton/tahun (DKP Sul-Sel, 2008).

Dengan potensi ikan yang demikian besar, diperlukan pemahaman yang lebih baik tentang cara memetakan potensi tersebut. Melalui teknik pengindraan jarak jauh dan SIG, diharapkan zona potensi penangkapan ikan di wilayah ini dapat ditemukan dan dikelola secara terencana, efektif, dan efisien serta berkelanjutan. Selanjutnya, pemahaman dan konsep teoretis-operasional tentang aplikasi SIG dan pengindraan jarak jauh terhadap area penangkapan ikan akan dibahas.

### **Metode Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan**

Dalam penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan, dua jenis set data biasanya digunakan, yaitu data primer (data lapangan) dan data sekunder (data citra satelit, wawancara responden, dan data dinas perikanan). Metode survei digunakan untuk mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas data oseanografi (in-situ SPL dan klorofil- $\alpha$ , kecepatan arus, dan kedalaman), posisi penangkapan, dan data hasil tangkapan ikan pelagis per *trip*. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan observasi langsung ke lapangan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan posisi penangkapan dan *fish finder* untuk mengukur kedalaman, layangan arus untuk mengukur arus serta termometer untuk mengukur SPL. Data sekunder dikumpulkan dengan mengunduh data citra satelit, melakukan wawancara dengan nelayan, mengumpulkan data dari instansi terkait untuk meningkatkan akurasi hasil, dan mencakup data yang tidak terjangkau dengan sampling selama penelitian.

Data sekunder kondisi oseanografi untuk estimasi suhu permukaan laut (SPL) dan densitas klorofil- $\alpha$  selama periode penelitian diperoleh dari *database* NASA, yaitu data dari satelit Aqua dan sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) dengan resolusi spasial masing-masing 4 km dan 1 km untuk resolusi temporal bulanan (*monthly average*) dan mingguan (*weekly basis*). Data global citra MODIS untuk kedua parameter oseanografi tersebut yang digunakan dalam penelitian ini adalah data level 3 *Standad Mapped Image* (SMI) dengan format HDF (*Hierarchical Data Format*). Selanjutnya, dilakukan *cropping* Data global dan regional untuk mendapatkan deskripsi oseanografi studi area dengan *software* SEADAS (*SeaWiFS Data Analysis System*), sedangkan data kedalaman atau *bathymetry* akan diperoleh dari etopo-2 (*free access*/bebas unduh).

Data kecepatan arus diperoleh dengan mengolah data tentang perbedaan tinggi permukaan laut (*mean sea level anomaly*/MSLA) dengan format netCDF yang diperoleh dari *Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data* (AVISO) *scientific team of the Collecte, Localisation, Satellite*

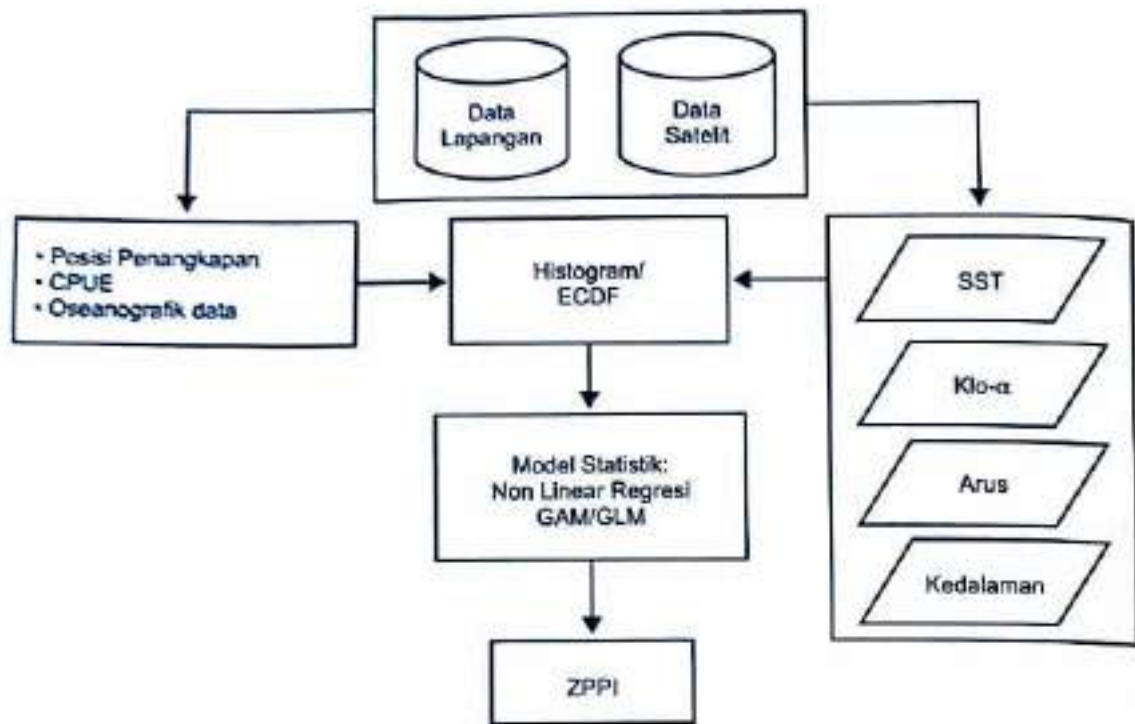
(CLS/Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) data center ([www.jason.oceanobs.com](http://www.jason.oceanobs.com)). Data kecepatan arus dibuat dengan resolusi spasial 4 km (*resample* dari format awal) dan resolusi temporal mingguan dan bulanan. Data tersebut akan diproses menggunakan paket *software interactive data language* (IDL). Semua data oseanografi yang diperoleh dari citra satelit selanjutnya akan di-*match up* atau dikorelasikan dengan data *in-situ* dan hasilnya akan digunakan sebagai data *input* bersama dengan data penangkapan pada pengembangan *generalized additive model* (GAM). Model tersebut digunakan untuk mempelajari hubungan sesungguhnya antara respons (hasil tangkapan) dan variabel oseanografi. *Generalized additive model* adalah teknik nonparametrik yang sangat efektif digunakan untuk mencari hubungan dua atau lebih variabel (Hastie and Tibshirani, 1990). Tahap selanjutnya setelah mengidentifikasi hubungan antara variabel oseanografi dan hasil tangkapan ikan pelagis adalah menggunakan model GLM untuk mengonstruksi persamaan dengan *software* S-Plus yang menggambarkan hubungan dengan akurasi yang tinggi sehingga hasilnya dapat dipetakan dengan teknik Sistem Informasi Geografis atau SIG.

Hasil analisis model yang signifikan tersebut, kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta tematik yang merupakan *level 4* (empat). Level produk zona potensial penangkapan ikan (ZPPI) terdiri atas 4 *level*, yang semuanya akan divisualisasikan atau dipetakan dengan *software* SIG, GMT (*Generic Mapping Tool*), dan ArcGIS 9.

*Level 1* adalah data citra satelit masing-masing parameter oseanografi, misalnya peta citra suhu permukaan laut (visualisasi citra secara deskriptif). Produk *level 2* dihasilkan dengan melakukan *single-processing* (penambahan nilai informasi) pada setiap peta citra seperti pembuatan gradien SPL atau penambahan garis kontur berdasarkan nilai optimum parameter. Sementara itu, produk *level 3* menggabungkan produk *level 1* dan *level 2*, seperti *overlay* kisaran optimum 2 atau lebih parameter. *Level 4* diperoleh dengan memplot hasil model statistik kombinasi GAM/GLM yang memperhitungkan semua parameter oseanografis secara kuantitatif yang ditampilkan dalam peta (Gambar 6.3).

### **Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI)**

Densitas klorofil- $\alpha$  tertinggi bukan hanya didominasi di bagian utara sepanjang pantai Maros-Pangkep, tetapi juga berkembang dengan pesat di sekitar perairan Takalar-Jenepono dan Bantaeng Sulawesi Selatan. Tingkat kesuburan perairan tertinggi dijumpai di daerah perairan Takalar dan terus memanjang ke arah selatan barat daya. Pada bulan Juli, tingkat densitas klorofil- $\alpha$  secara umum semakin berkembang, terutama di daerah lepas 12 mil laut dari Kabupaten Takalar (Gambar 6.4). Pada bulan Juni, konsentrasi klorofil- $\alpha$  lebih berkembang di sekitar Perairan Takalar, sedangkan pada bulan Juli, formasi tingkat konsentrasi klorofil- $\alpha$  berkembang keluar. Formasi tersebut memanjang ke selatan mem-



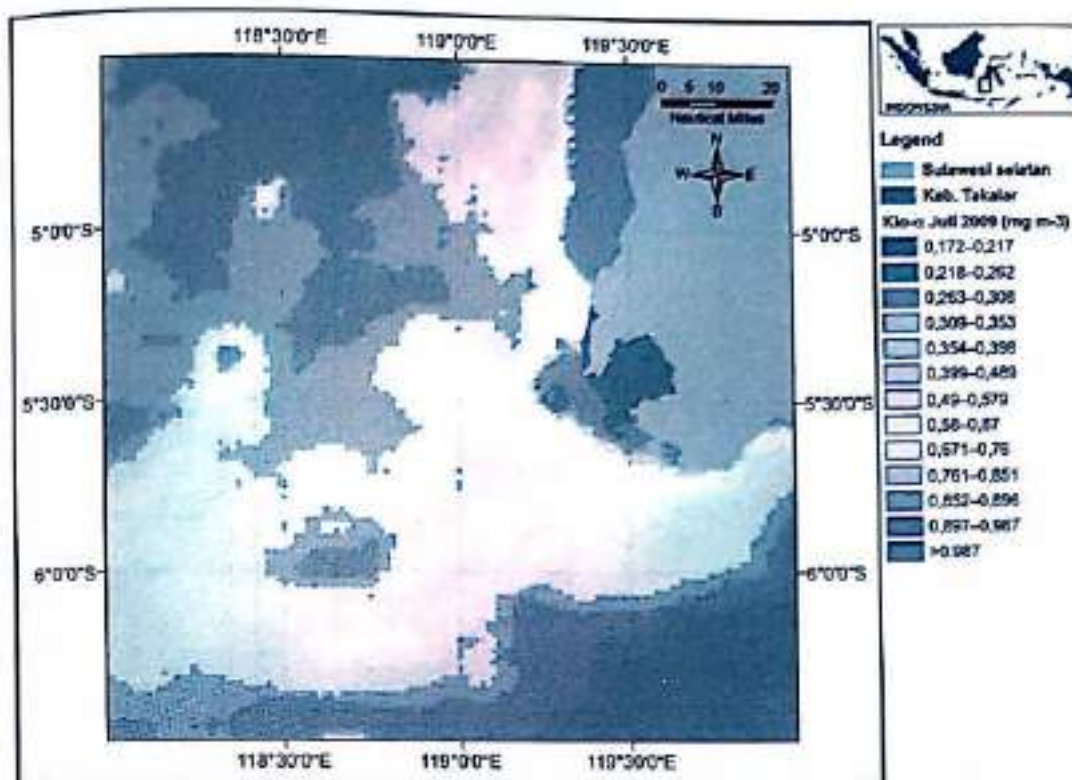
**Gambar 6.3** Diagram alur metode singkat untuk memahami cara pembuatan ZPPI di perairan Sulawesi Selatan.

bentuk setengah lingkaran dan berkembang hingga mencapai posisi sekitar  $5^{\circ}20'$  LS dan  $118^{\circ}20'$  BT.

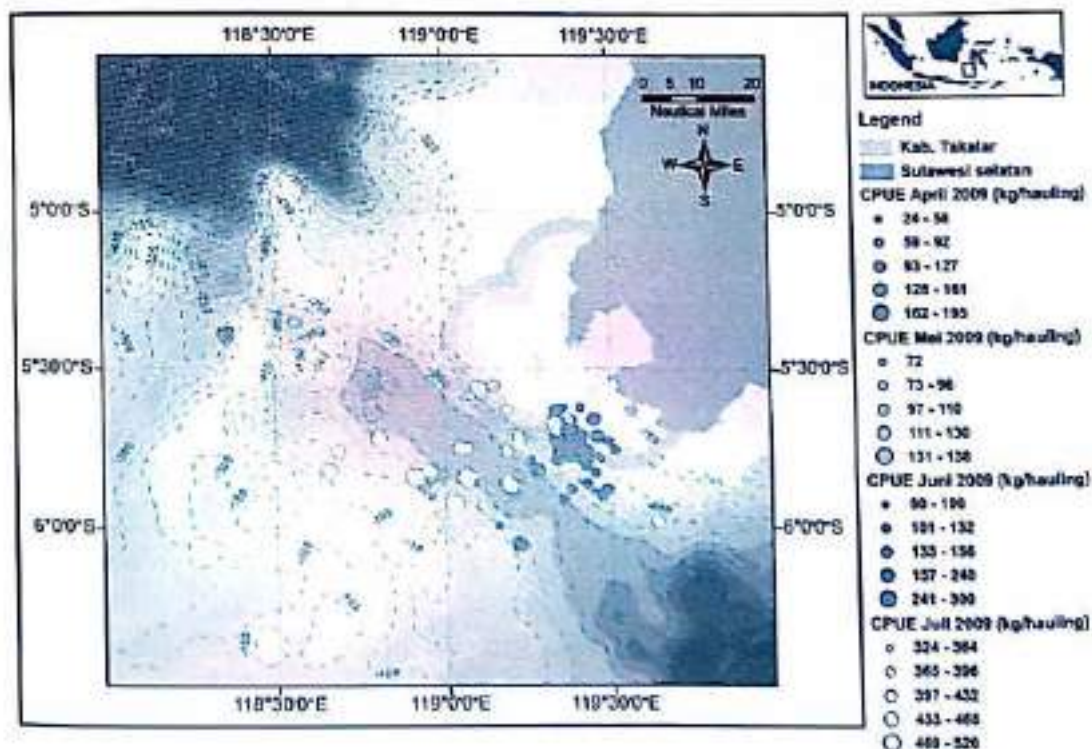
Berkembangnya tingkat kesuburan perairan pada bulan Juli diduga memengaruhi pola distribusi dan kelimpahan ikan di kawasan tersebut, terutama tingkah laku ikan terbang. Di Laut Flores, secara umum densitas klorofil- $\alpha$  pada periode tersebut umumnya melebihi  $0,25 \text{ mg m}^{-3}$ .

Peta *level II* kedalaman memperlihatkan bahwa daerah penangkapan nelayan cenderung berada pada kedalaman antara 150 dan 900 m. Akan tetapi, kegiatan penangkapan paling sering dilakukan pada kedalaman melebihi 450 m (Gambar 6.5). Pada bulan April, zona potensial penangkapan ikan terbang (ZPPI) umumnya berada pada kedalaman antara 900 dan 1050 m. Untuk bulan Mei, ZPPI cenderung ditemukan pada kedalaman antara 300 dan 600 m. Pada bulan Juni, ZPPI sangat berkembang dan umumnya terkonsentrasi pada perairan dengan kedalaman 400–800 m, sedangkan pada bulan Juli, ZPPI lebih banyak menyebar pada kedalaman antara 300 dan 1000 m.

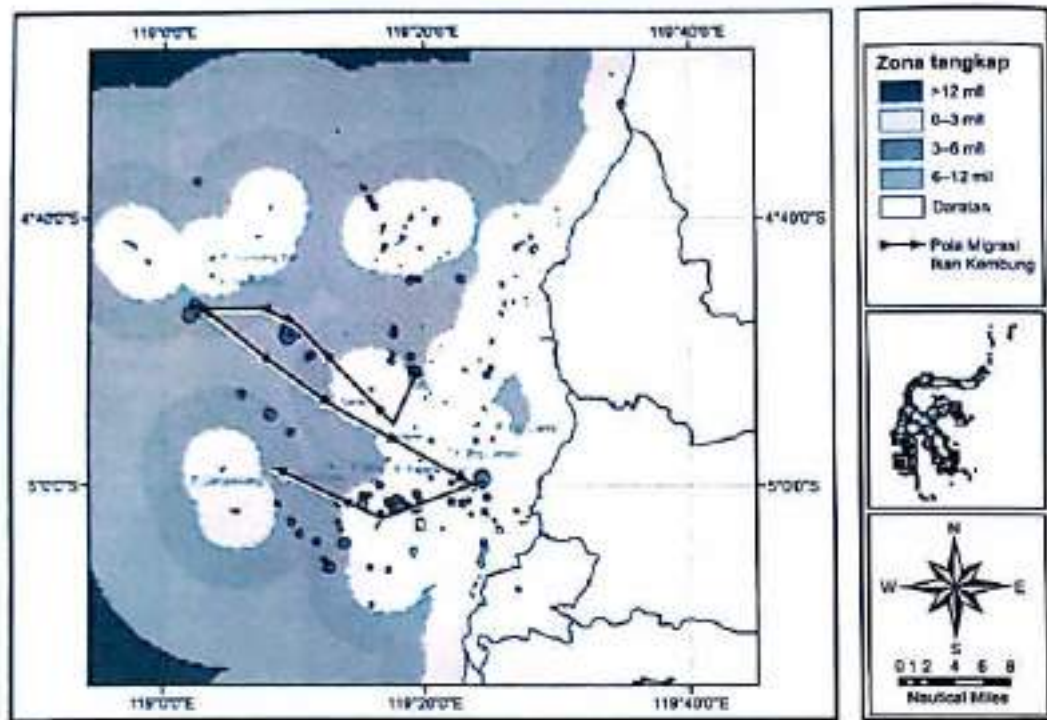
Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui bahwa ikan kembung pada periode April sampai Juni cenderung berada dan bergerak di sekitar perairan Pangkep. Ikan tersebut bergerak atau bermigrasi di antara pulau-pulau yang ada. Data menunjukkan bahwa diperkirakan pada bulan April, ikan datang dari arah



**Gambar 6.4** Peta konsentrasi klorofil- $\alpha$  di perairan Takalar dan Laut Flores yang dibuat berdasarkan data satelit Aqua/MODIS bulan Juli 2009 (Zainuddin, 2011).



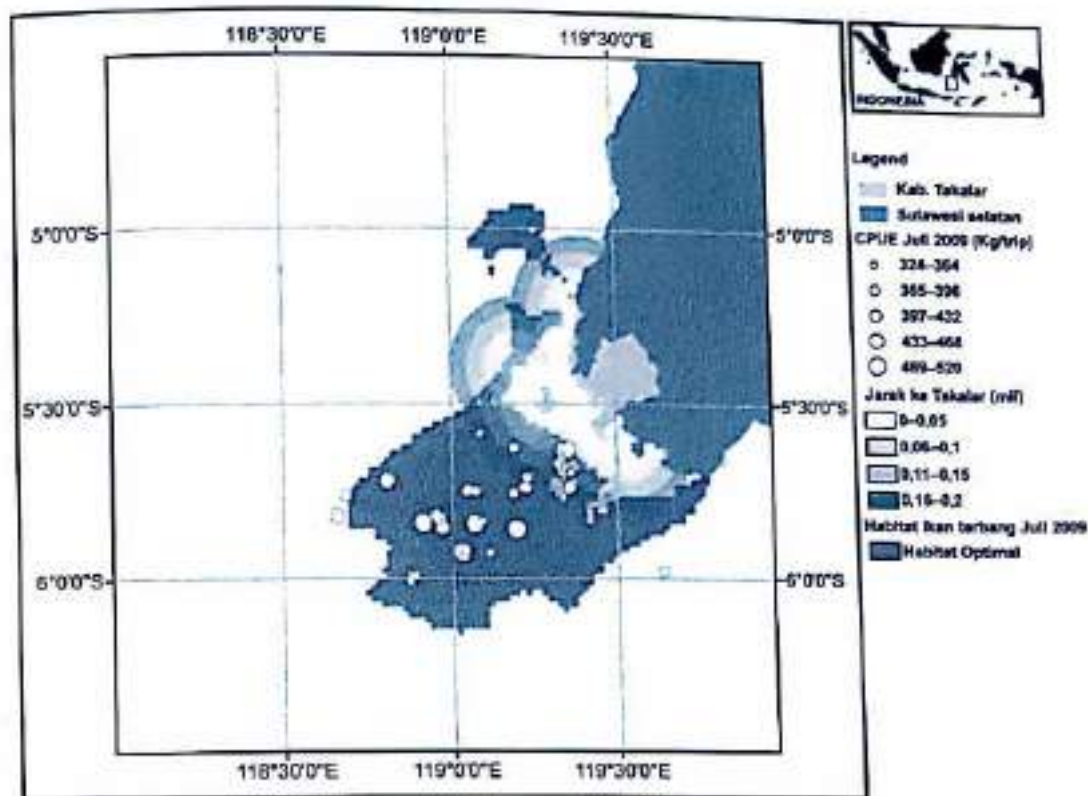
**Gambar 6.5** Peta kedalaman di-overlay data penangkapan ikan terbang periode April-Juli 2009 di perairan Takalar Laut Flores yang dibuat berdasarkan data etopo-1 (Zainuddin, 2011).



**Gambar 6.6** Pola migrasi ikan kembung berdasarkan data alat tangkap *purse seine* pada musim penangkapan April–Juni 2009 menggunakan pusat gravitasi daerah potensial penangkapan.

utara menyusuri pergerakan arus Selat Makassar dan kemungkinan besar berasal dari perairan Barru (Gambar 6.7). Ikan itu kemudian bermigrasi ke bagian barat di sebelah selatan Pulau Tambakulu dan terus bergerak menuju ke timur sampai bagian selatan Pulau Balang Lompo, Badi, dan Pajenekang pada bulan Mei. Setelah itu, ikan kembung lanjut bermigrasi ke barat menuju Pulau Lanyukkang. Meskipun menggunakan alat tangkap *purse seine*, pada umumnya kegiatan penangkapan alat ini beroperasi di zona I (0–3 mil). Penangkapan yang produktif juga diperoleh di zona II (hijau) dan zona III di sekitar Pulau Tambakulu–Sarappo keke.

Peta tematik level III ini juga menunjukkan bahwa ZPPI ikan terbang selalu berkembang di perairan Takalar laut Flores. Hal ini berarti bahwa dengan memperhitungkan kapasitas dan dinamika parameter SPL, kecepatan arus, dan densitas klorofil- $\alpha$ , habitat optimal ikan terbang lebih dominan ditemukan di perairan Takalar. Artinya, secara fisiologis, interval SPL yang didapatkan dalam penelitian sesuai dengan kebutuhan ikan terbang. Dengan kisaran optimal densitas klorofil- $\alpha$ , hasil penelitian mengindikasikan kelimpahan makanan ikan terbang dan kecepatan serta pola arus tertentu dapat mengonsentrasikan makanan tersebut pada ZPPI sehingga ikan terbang cenderung terkonsentrasi lama di



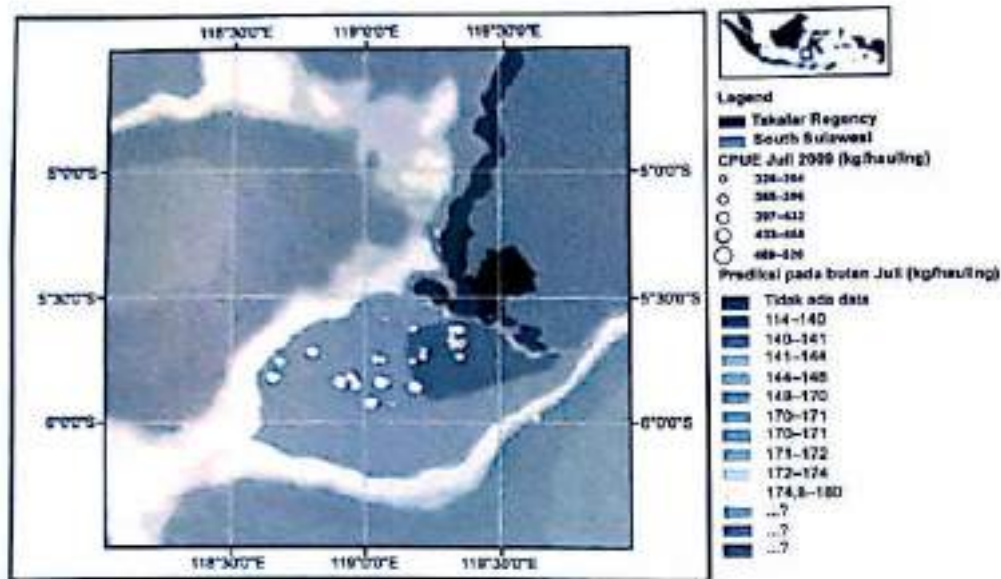
**Gambar 6.7** Peta daerah potensial penangkapan ikan terbang dengan yang dikalkulasi dari kisaran optimal parameter oseanografi di perairan Takalar dan Laut Flores pada bulan Juli 2009 (Zainuddin, 2011).

ZPPI, khususnya di bulan Juli. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya kelimpahan ikan terbang pada bulan Juli yaitu sekitar 425 kg/hauling (Gambar 6.7).

Peta tematik prediksi ZPPI level 4 menggunakan model regresi nonlinier berganda (Gambar 6.8A) dan model GAM/GLM (Gambar 6.8B). Beberapa spot ZPPI cakalang di Teluk Bone divisualisasikan dengan jelas di daerah bagian utara teluk, yaitu sekitar pantai Palopo, Luwu, selain daerah dekat Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Sementara itu, prediksi ZPPI di perairan Laut Flores didapatkan bersesuaian dengan data lapangan yang diperoleh melalui *sampling* lapangan (mengikuti operasi penangkapan ikan terbang dengan menggunakan alat tangkap jaring insang). Data tersebut menunjukkan bahwa penginderaan jauh dapat digunakan sebagai sumber informasi atau alat bantu dalam bidang perikanan tangkap.

#### **Aplikasi Satelit pada Penentuan Daerah Penangkapan Ikan Tuna**

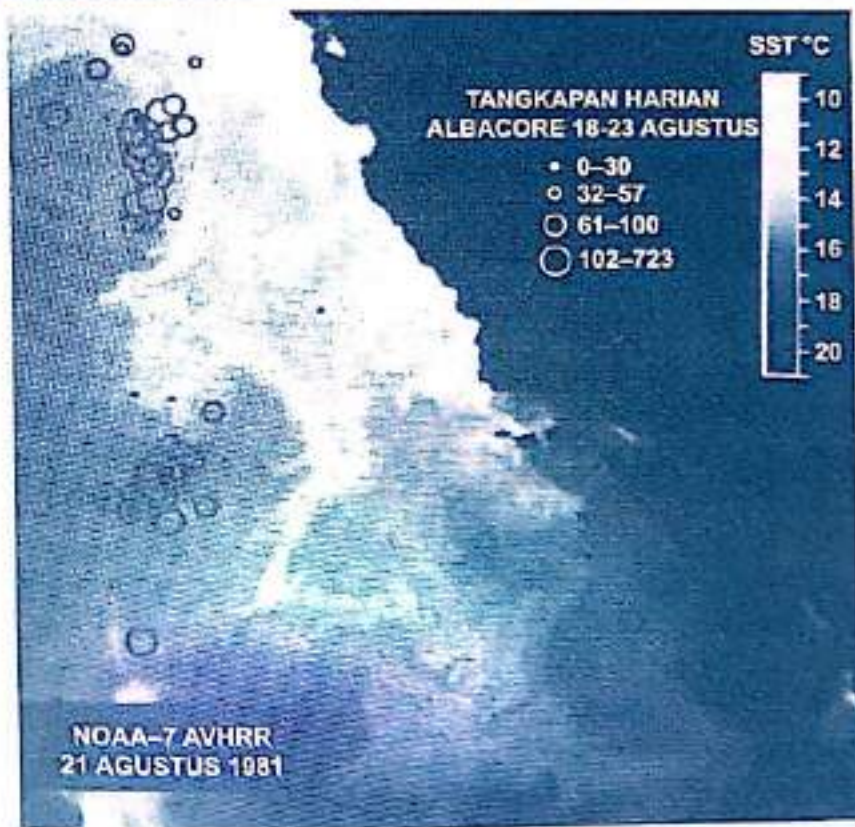
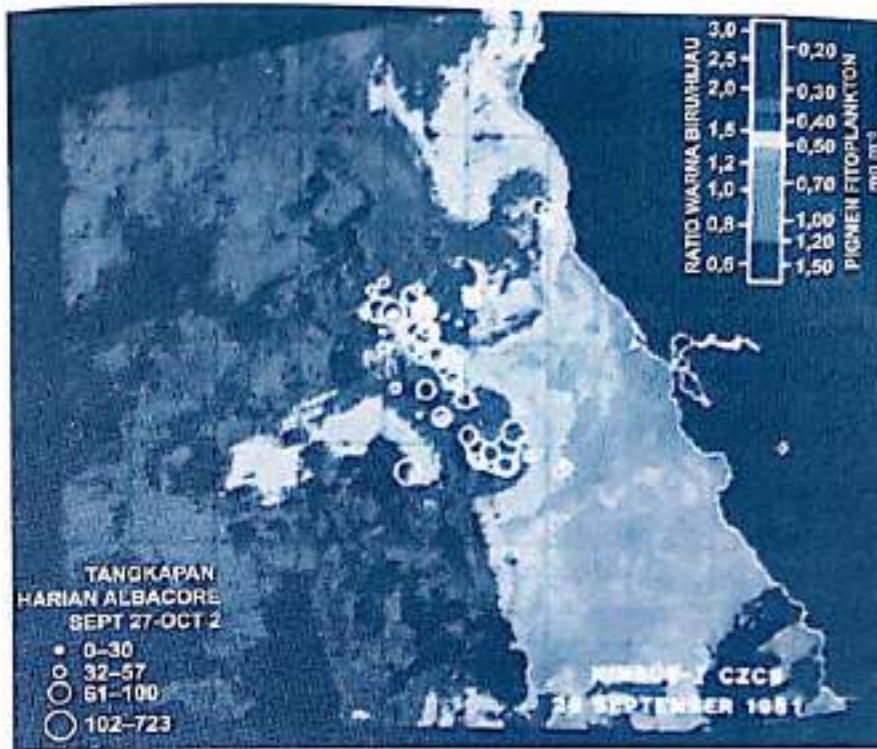
Pengetahuan tentang dinamika sumber daya ikan dan lingkungannya merupakan aspek yang penting dipahami sebelum melakukan kegiatan penangkapan ikan. Ikan, termasuk hewan berdarah dingin, poikilotermal, dengan suhu tubuhnya



**Gambar 6.8** Peta ZPPI cakalang pada bulan Mei 2007 di Teluk Bone (A) dan ZPPI terbang hasil kombinasi model statistika GAM-*piecewise* GLM di perairan Takalar dan Laut Flores pada bulan Juli 2009 (B).

yang sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Oleh sebab itu, dengan pengetahuan tentang perubahan suhu lingkungan perairan secara spasial dan temporal dapat membantu memahami pola pergerakan dan keberadaan ikan. Sebagai contoh, ikan tuna albacore cenderung menempati perairan dengan suhu permukaan laut (SPL) berkisar 12–16 °C pada bulan Agustus di sebelah barat California. Kisaran suhu ini terlihat jelas dalam pengamatan satelit NOAA/AVHRR yang diduga daerah *front* (Gambar 6.8B). Daerah *front* merupakan habitat penting bagi keberadaan ikan dan jalur migrasi tuna albacore (Polovina *et al.*, 2001).

Dengan menggunakan parameter lingkungan laut lainnya, seperti pengamatan terhadap konsentrasi klorofil- $\alpha$ , terlihat bahwa ikan tuna tersebut lebih sering berada pada suatu perairan dengan kisaran klorofil- $\alpha$  melebihi 0,3 mg m<sup>-3</sup> (Gambar 6.8A). Kandungan klorofil- $\alpha$  suatu perairan mengindikasikan secara tidak langsung konsentrasi makanan bagi ikan. Apabila tingkat klorofil- $\alpha$  lebih tinggi, daerah tersebut berarti cukup subur. Alasannya, karena dengan kondisi klorofil- $\alpha$  yang lebih banyak, perairan tersebut akan mudah menstimulasi produktivitas primer sehingga rantai makanan bagi ikan terjadi dengan baik. Adanya rantai makanan memungkinkan ikan untuk mendapatkan makanannya



**Gambar 6.9** Distribusi spasial hasil tangkapan harian ikan tuna albacore (jumlah ikan) yang ditumpang susun di atas citra satelit Nimbus/CZCS dengan parameter klorofil- $\alpha$  pada 29 September, 1981 (atas) dan NOAA/AVHRR SST pada 21 Agustus, 1981 (bawah) (Lauris *et al*, 1984).

dalam jumlah yang cukup, dan selanjutnya di tempat tersebut, ikan akan berkumpul untuk mencari makan.

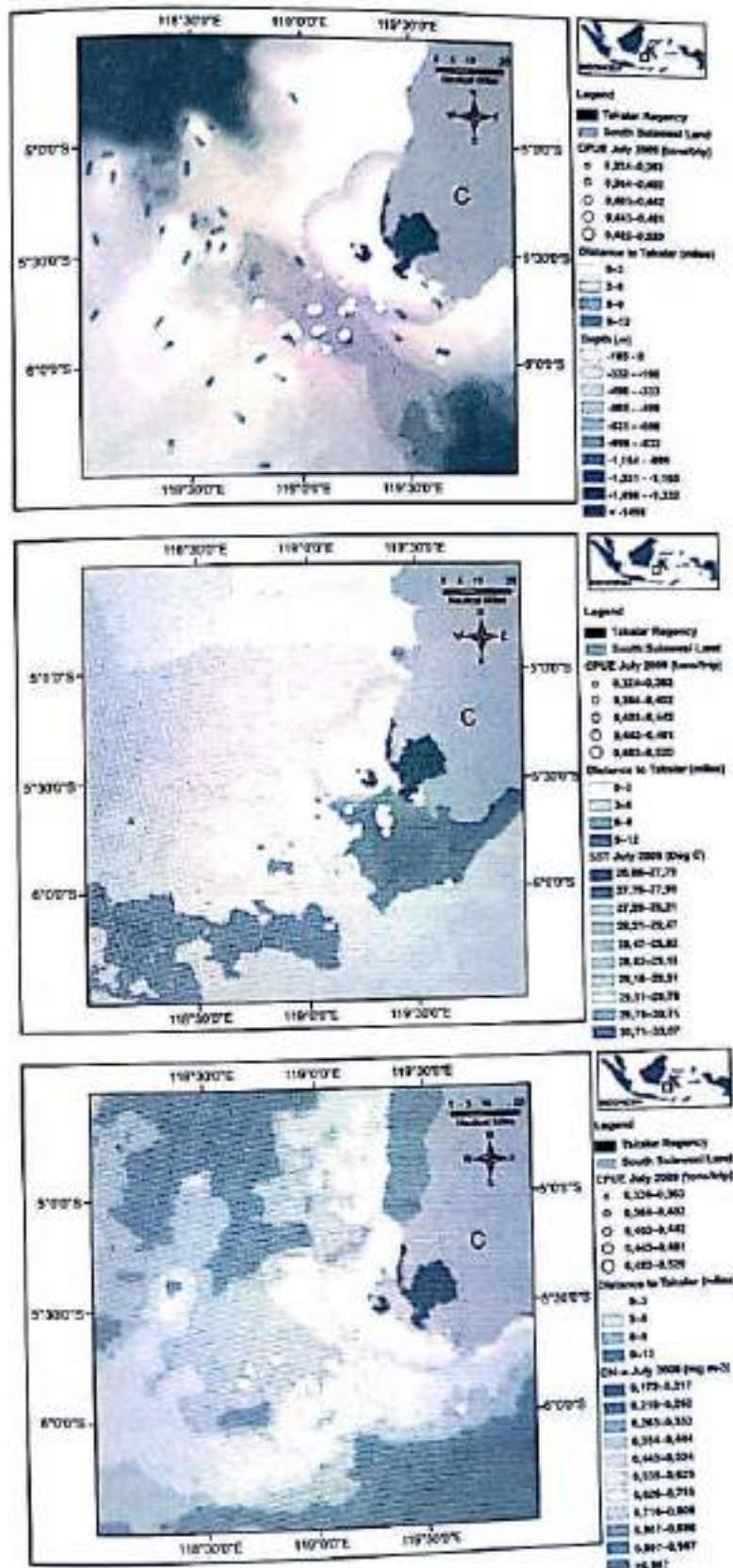
Pada dasarnya, ikan berkumpul atau berada di suatu perairan, bukan karena berhubungan langsung dengan kisaran suhu atau klorofil- $\alpha$ . Keberadaan ikan dalam konsentrasi tertentu lebih disebabkan oleh faktor makanan. Parameter lingkungan hanya memberikan indikasi tentang berkembangnya produktivitas makanan suatu perairan dan hal tersebut dapat dikenal, seperti dengan kisaran suhu atau kandungan klorofil- $\alpha$ . Selain itu, ketersediaan ikan juga ditentukan faktor biologis lainnya, seperti mencari daerah pemijahan.

### **Aplikasi Satelit pada Penentuan Daerah Penangkapan Ikan Terbang**

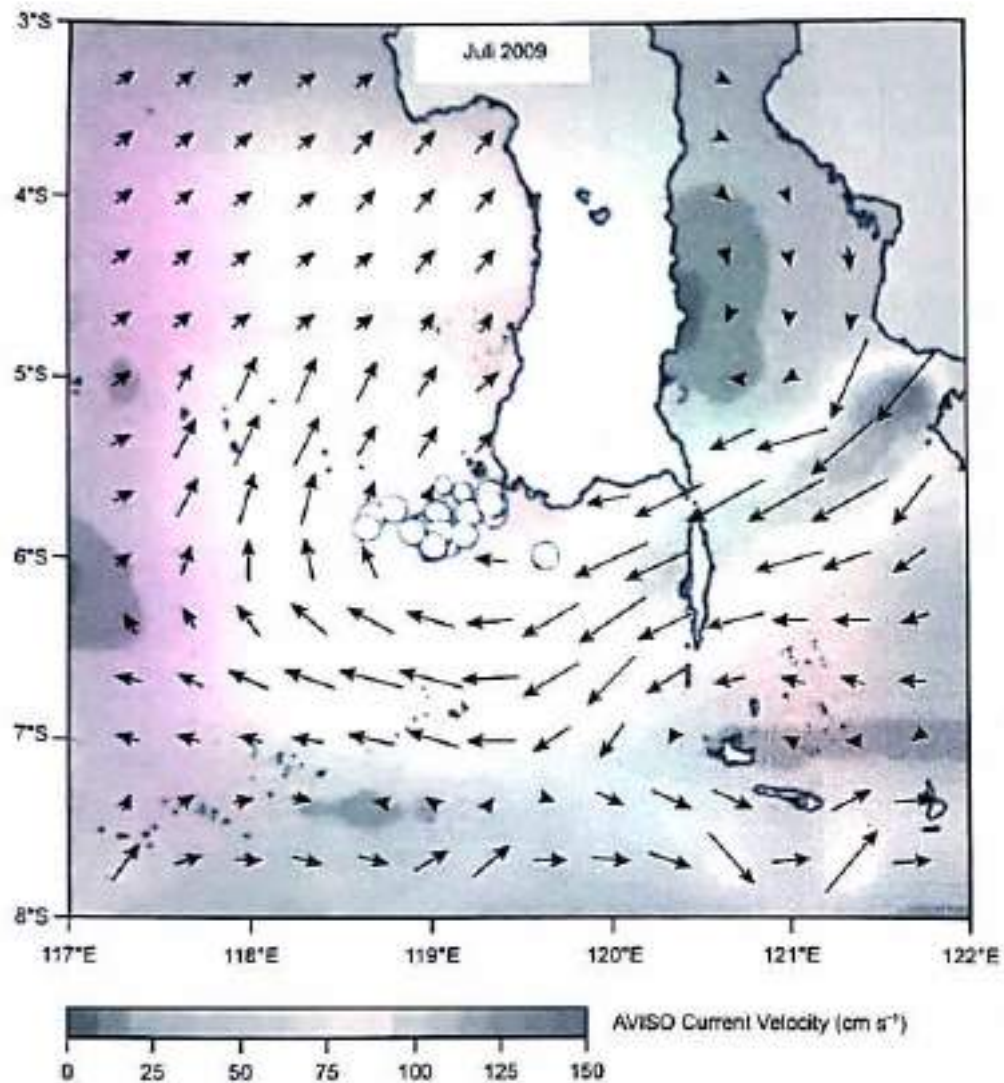
Kondisi parameter lingkungan suatu perairan dapat menentukan kualitas daerah penangkapan ikan. Pengetahuan mengenai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) tentu saja dapat meningkatkan efisiensi usaha penangkapan. Efisiensi tersebut dapat diartikan sebagai upaya mengoptimalkan biaya operasional, seperti BBM, konsumsi, waktu, dan tenaga. Lebih dari itu, informasi daerah potensial penangkapan ikan (DPPI) dapat meningkatkan kemampuan dan kapasitas produksi. Untuk meningkatkan produktivitas hasil tangkapan (CPUE) nelayan, informasi DPPI perlu dioptimalkan dengan mempelajari bagaimana perubahan lingkungan secara spasial (lokal, regional, dan global) dan temporal (harian, mingguan, bulanan, musiman, dan tahunan).

Perairan Laut Flores, termasuk perairan Kabupaten Bantaeng memiliki sumber daya ikan terbang yang cukup besar. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa ikan terbang cenderung tertangkap lebih banyak pada kondisi SPL 27,5-29,0° C, konsentrasi klorofil- $\alpha$  antara 0,30 dan 0,65 mg m<sup>-3</sup> (Gambar 6.10). Kisaran kondisi oseanografis SPL dan tingkat klorofil- $\alpha$  tersebut menjadi indikator yang baik bagi keberadaan, kelimpahan, dan ketersediaan makanan ikan terbang di perairan tersebut. Indikator tersebut menunjukkan adanya fenomena oseanografis yang diduga bertanggung jawab terhadap kelimpahan ikan terbang. Fenomena tersebut dikenal dengan peristiwa *upwelling* yang juga ditandai dengan terbentuknya daerah *front* di sekitar peristiwa tersebut. Walaupun demikian, penelitian tersebut tidak menunjukkan adanya hubungan spesifik antara kelimpahan ikan terbang dan kedalaman perairan.

Faktor kecepatan arus yang cocok bagi kelimpahan ikan terbang di sekitar Laut Flores adalah sekitar 30,0-42,5 m s<sup>-1</sup> (Gambar 6.10). Faktor tersebut secara signifikan memengaruhi pergerakan dan ketersediaan ikan terbang. Citra arus tersebut digunakan untuk mengamati pola sirkulasi arus, termasuk peristiwa *upwelling*. Karena ikan terbang merupakan ikan pelagis aktif, pola arus tersebut juga dipakai untuk melihat pola pergerakan ikan dan pola pergerakan makanannya. Pengamatan citra satelit dari berbagai parameter sangat membantu untuk mendeteksi daerah penangkapan, terutama ikan pelagis seperti ikan terbang.



**Gambar 6.10** Distribusi spasial ikan terbang dalam hubungannya kedalaman perairan, suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil- $\alpha$  pada bulan Juli 2009 di perairan Laut Flores (Zainuddin, 2011).



**Gambar 6.11** Distribusi spasial ikan terbang pada musim puncak (Juli 2009) yang di-overlay di atas citra kecepatan dan arah arus (Zainuddin, 2011).

### Aplikasi Satelit pada Pemantauan Suhu Permukaan Laut (SPL) di Perairan Polman

Perairan Polman merupakan perairan yang terletak di bagian selatan Selat Makassar berada yang yang terletak di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 713. Perairan tersebut memiliki karakteristik topografi yang unik dan banyak dipengaruhi oleh Arus Lintas Indoensia (Arlindo), angin musim, fenomena *upwelling*, dan El Nino. Perubahan terhadap kondisi pola sirkulasi air di Selat Makassar yang distimulasi oleh faktor tersebut dapat berpengaruh terhadap kondisi suhu, salinitas, arus, topografi permukaan laut (SSHA), dan kondisi gelombang laut. Perubahan kondisi oseanografis secara spasial dan temporal

memengaruhi perubahan pola distribusi dan kelimpahan ikan pelagis di perairan tersebut.

Penggunaan suhu permukaan laut (SPL), arah dan kecepatan arus, serta konsentrasi klorofil- $\alpha$  telah dibuktikan mampu mendeteksi daerah potensial penangkapan ikan pelagis yang bernilai ekonomis penting, seperti tuna dan cakalang (Zainuddin *et al*, 2006; Zainuddin, 2011). Beberapa parameter oseanografi (SPL, klorofil- $\alpha$ , kedalaman, dan kecepatan arus) diduga sebagai faktor determinan penting dalam menentukan pola distribusi dan kelimpahan ikan pelagis besar (Polovina *et al*, 2001; Block *et al*, 2001; Zainuddin *et al*, 2008).

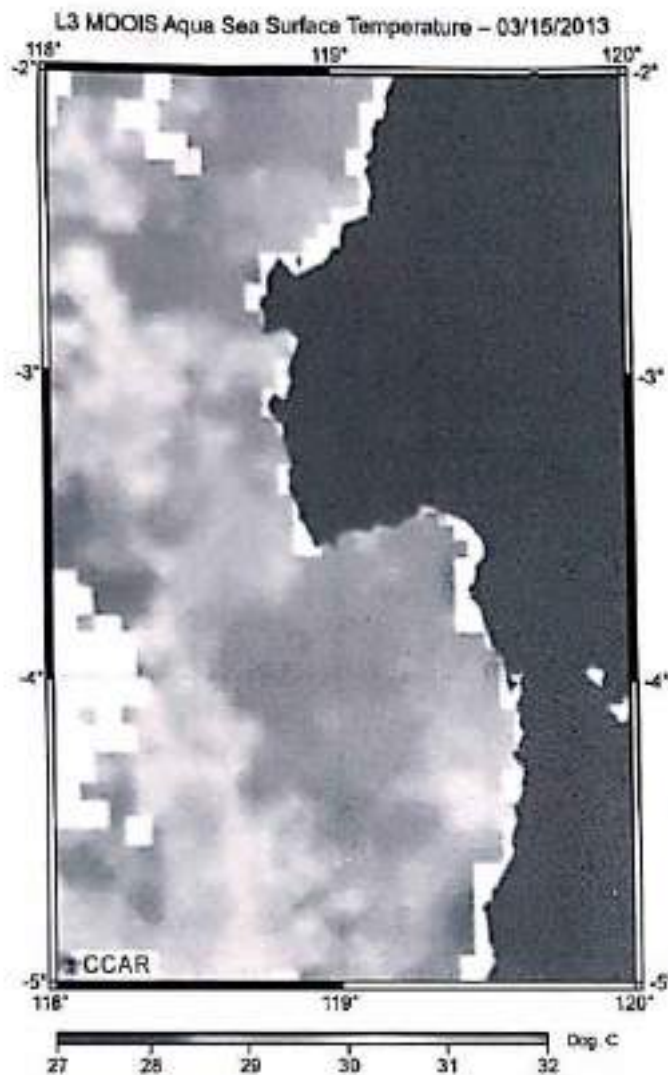
### **Suhu Permukaan Laut Resolusi Harian**

Suhu permukaan laut (SPL) resolusi harian memberikan informasi suhu dengan resolusi temporal yang sangat tinggi. Data tersebut menggunakan resolusi spasial 4 km dengan cukup detail dan menjelaskan untuk mengamati pola distribusi ikan dalam hubungannya dengan perubahan SPL. Kelemahan data resolusi harian terletak pada keterbatasan data sehingga sering gambarnya diliputi banyak ketertutupan awan. Akibatnya, data yang digunakan untuk pemantauan SPL pada daerah tertentu secara rutin relatif terbatas. Suhu permukaan laut resolusi harian merupakan data resolusi tinggi dari perspektif temporal (waktu). Penggunaan data satelit harian sangat bersesuaian dengan data penangkapan harian yang dilakukan oleh nelayan.

Peta distribusi SPL pada tanggal 15 Maret 2013 di perairan Spermonde menunjukkan bahwa SPL umumnya berkisar di atas 29°C (Gambar 6.12). Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya perbedaan kelimpahan spesies ikan pelagis di lokasi daerah penangkapan ikan. Hal tersebut berimplikasi pada perubahan komposisi jenis hasil tangkapan pada setiap alat tangkap. Suhu permukaan laut yang lebih rendah dari 30°C terlihat di sebelah barat daya dan sebagian terlihat di bagian barat perairan Majene. Suhu perairan laut paling tinggi berada pada bagian sebelah timur perairan tersebut (perairan Pangkep hingga Polman dan perairan Mamuju Utara), yaitu sekitar 32°C.

Pada pertengahan bulan April, kondisi SPL terlihat mengalami penurunan di perairan Kepulauan Spermonde perairan Polman, umumnya antara SPL 29–31°C (Gambar 6.13). Kecenderungan SPL rendah pada bulan April ini berada di sebelah barat dan barat laut Polman dan Majene. Suhu permukaan laut tertinggi masih tetap dijumpai dan persisten di sebelah timur lokasi perairan Polman, perairan Maros, Makassar, dan Mamuju Utara dengan tingkat SPL sekitar 31–32°C.

Peta SPL pada pertengahan bulan Mei 2013 menunjukkan bahwa tingkat SPL di perairan Polman berada pada kisaran antara 30 dan 30,5°C (Gambar 6.14). Suhu tertinggi terlihat di sebelah utara Selat Makassar, yaitu di sekitar Perairan Mamuju dengan tingkat SPL rata-rata di atas 31°C, sedangkan SPL



**Gambar 6.12** Distribusi suhu permukaan laut (SPL) dalam derajat *Celcius* di perairan Polman dan sekitarnya, di bagian selatan Selat Makassar pada tanggal 15 Maret 2013 (CCAR, 2013).

terendah dapat ditemukan di sebelah barat daya perairan Polman. Distribusi tingkat SPL cenderung mengalami pergeseran secara temporal dan spasial dari bulan Maret hingga bulan Mei. Fakta tersebut memberikan indikasi bahwa konsentrasi ikan akan mengalami pergerakan dari waktu ke waktu seiring dengan perubahan suhu. Adanya perubahan suhu  $0,1^{\circ}\text{C}$  di perairan laut dapat membuat ikan mengalami perubahan respons tingkah laku (Laevastu dan Hayes, 1981).

#### **Suhu Permukaan Laut Resolusi Bulanan**

Distribusi SPL dari bulan Juni hingga November 2012 dapat dilihat pada Gambar 6.15. Dalam periode waktu tersebut, terlihat jelas bahwa SPL tertinggi di perairan Polman terjadi pada bulan November dan SPL terendah terjadi pada bulan Agustus. Berdasarkan data citra satelit Aqua/MODIS SPL pada bulan Juni, nilai



**Gambar 6.13** Distribusi suhu permukaan laut (SPL) dalam derajat *Celsius* di perairan Polman dan sekitarnya di bagian selatan Selat Makassar pada tanggal 15 April 2013 (CCAR, 2013).

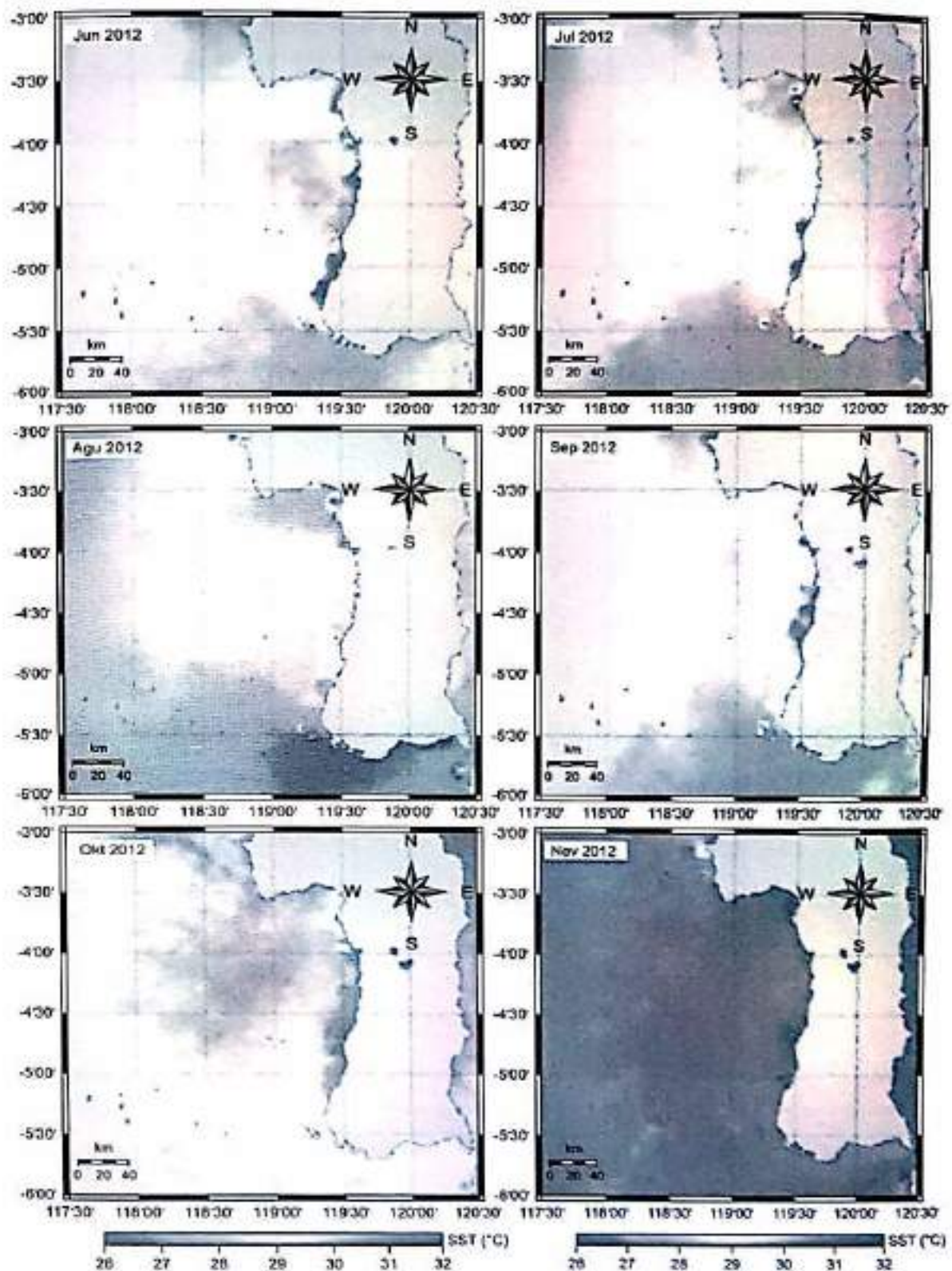
SPL di lokasi penelitian antara 28,5°C hingga 31°C. Sebulan berikutnya, pada bulan Juli, SPL berada pada kisaran 27°C hingga 29°C. Pada bulan Agustus, SPL terus mengalami penurunan dan berkembang luas ke selatan dan barat perairan Polman.

Peta SPL pada bulan September menjelaskan bahwa rata-rata suhu permukaan laut pada perairan Polman dan sekitarnya yaitu 29°C. Suhu permukaan laut atau SPL mengalami pembalikan, yang cenderung naik bulan tersebut. Pada bulan berikutnya (Oktober), SPL berada pada kisaran antara 28,5°C hingga 31°C. Puncak tertinggi SPL di perairan Polman terjadi pada bulan November selama periode Juni–November 2012, yaitu 31–32°C.

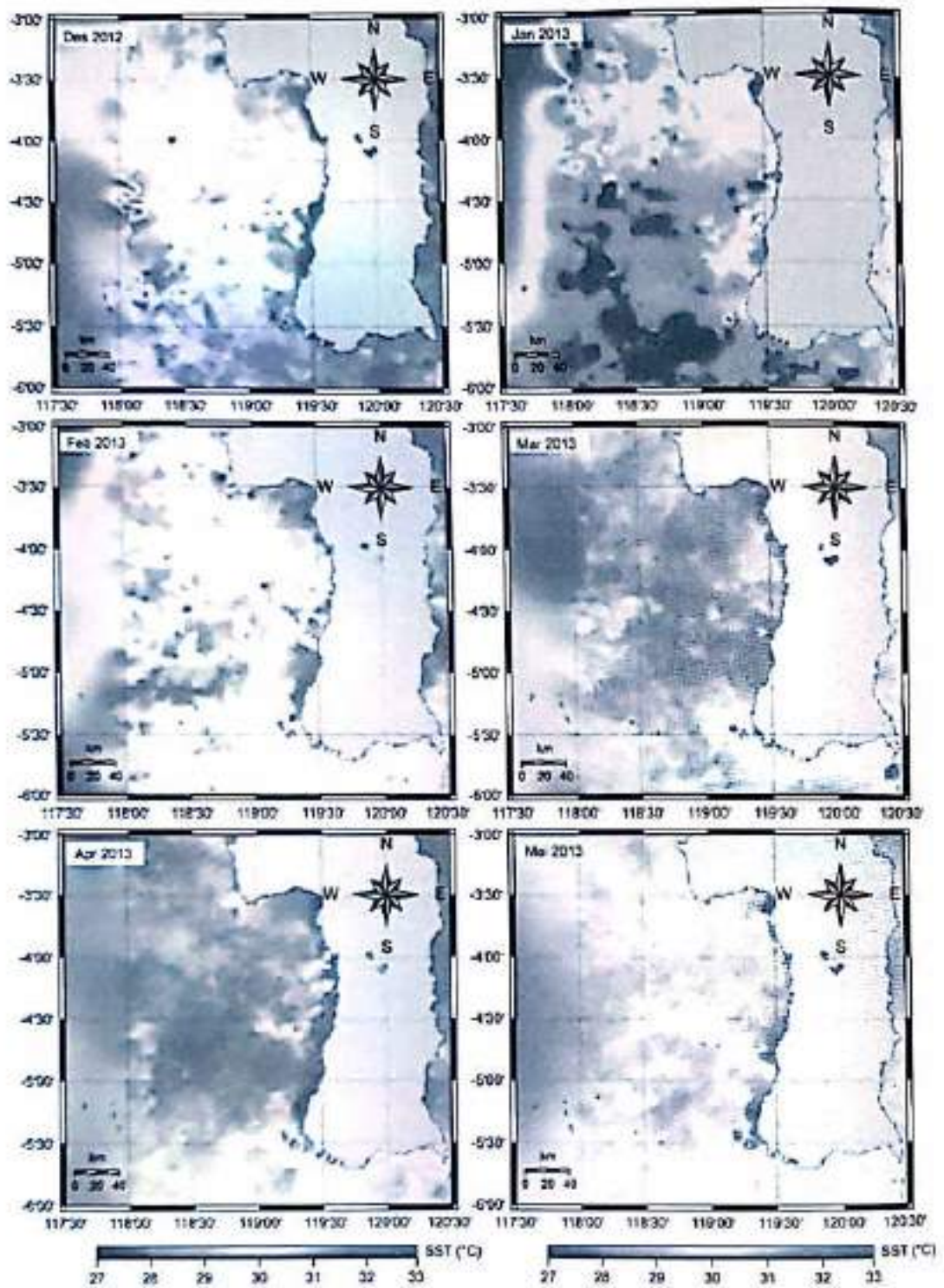


**Gambar 6.14** Distribusi Suhu Permukaan Laut (SPL) dalam derajat Celcius di perairan Polman dan sekitarnya pada tanggal 15 Mei 2013 (CCAR, 2013).

Suhu permukaan laut pada periode enam bulan berikutnya (periode Desember–Mei) berbeda dengan enam bulan sebelumnya. Secara umum, pada periode Desember–Mei, SPL pada perairan Polman rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan periode enam bulan sebelumnya. Pada bulan Desember, SPL di lokasi kajian cenderung turun ke *level* 30–32°C. Sebulan berikutnya (Januari), terjadi penurunan SPL ke *level* sekitar 29°C. Memasuki bulan Februari, terjadi kecenderungan peningkatan SPL dan berkembang luas hingga ke perairan barat wilayah Laut Polman. Bulan Maret merupakan puncak peningkatan SPL, kemudian menurun secara perlahan pada dua bulan berikutnya, yaitu April–Mei (Gambar 6.16).



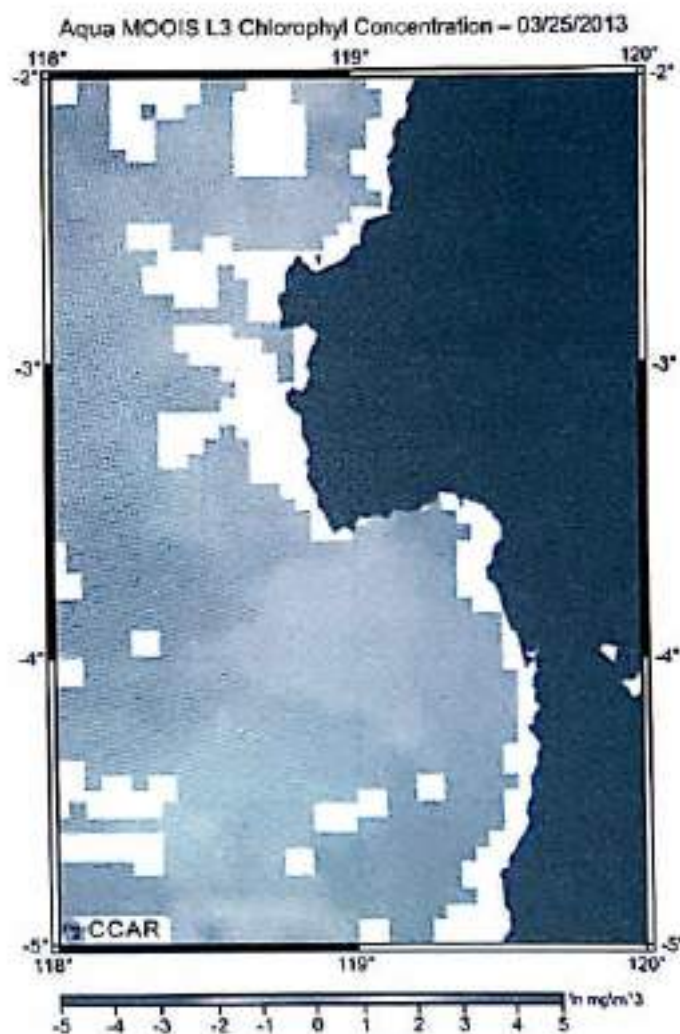
**Gambar 6.15** Distribusi suhu permukaan laut (SPL) dalam derajat Celsius di perairan Polman dan sekitarnya pada periode Juni–November 2012.



**Gambar 6.16** Distribusi suhu permukaan laut (SPL) dalam derajat Celcius di perairan Polman dan sekitarnya pada periode Desember 2012–Mei 2013,

### Klorofil- $\alpha$ Resolusi Harian

Klorofil- $\alpha$  merupakan faktor yang dapat memberikan indikasi langsung daerah keberadaan makanan ikan maupun jalur wilayah migrasi ikan tuna (Polovina *et al*, 2001). Konsentrasi klorofil- $\alpha$  biasa disebut dengan pigmen fotosintetik dari fitoplankton. Pigmen ini dianggap sebagai indeks terhadap tingkat produktivitas biologis. Di perairan laut, indeks *klorofil* ini dapat dihubungkan dengan produksi ikan atau menggambarkan tingkat produktivitas daerah penangkapan ikan, karena digunakan sebagai ukuran banyaknya fitoplankton pada perairan tertentu. Keberadaan konsentrasi *klorofil- $\alpha$*  di atas  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  mengindikasikan keberadaan plankton yang cukup untuk menjaga kelangsungan hidup ikan-ikan ekonomis penting (Butler *et al*, 1988). Densitas klorofil- $\alpha$   $0,3 \text{ mg m}^{-3}$  dapat digunakan untuk mendeteksi kelimpahan ikan tuna di lautan Pasifik Utara (Zainuddin *et al*, 2004).



**Gambar 6.17** Distribusi konsentrasi klorofil- $\alpha$  dalam  $\text{mg m}^{-3}$  di perairan Polman dan sekitarnya di bagian selatan Selat Makassar pada pertengahan bulan Maret 2013 (CCAR, 2013).

Peta distribusi densitas klorofil- $\alpha$  pada bulan Maret 2013 memperlihatkan bahwa tingkat terendah konsentrasi klorofil- $\alpha$  terletak di bagian barat perairan Polman, yaitu berkisar  $0,135 \text{ mg m}^{-3}$  (Gambar 6.17). Densitas klorofil- $\alpha$  tertinggi berada pada posisi sebaliknya, yaitu pada bagian timur perairan tersebut dengan nilai konsentrasi klorofil- $\alpha$  sekitar  $1 \text{ mg m}^{-3}$ . Di perairan Polman, densitas klorofil- $\alpha$  pada bulan Maret relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dua bulan berikutnya (April–Mei).

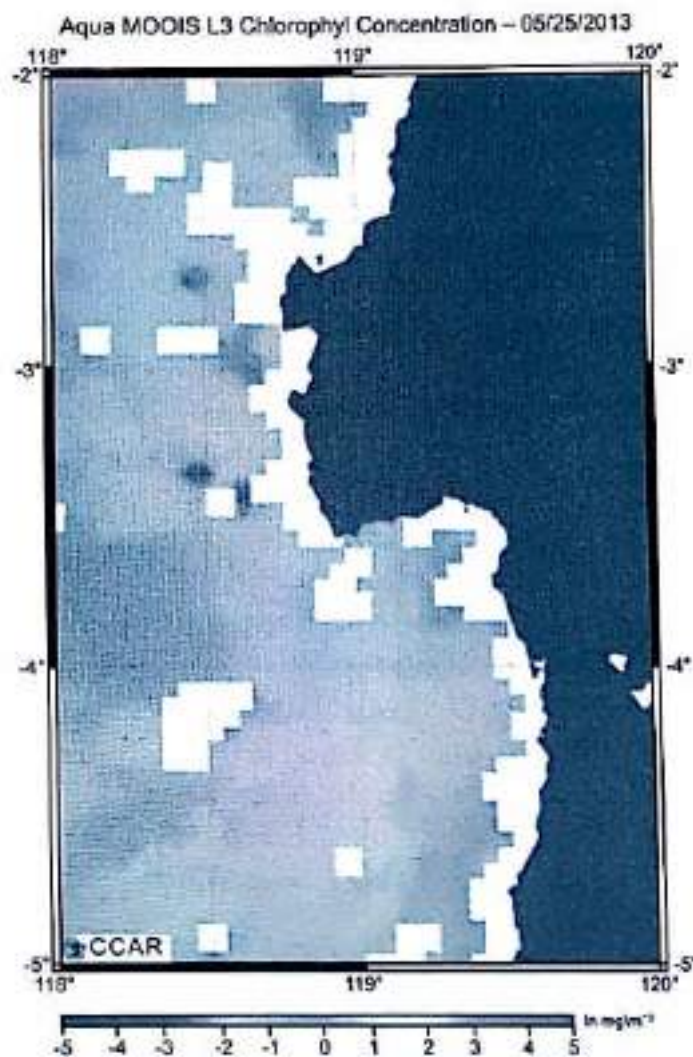
Pada bulan April, peta distribusi klorofil- $\alpha$  menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi klorofil- $\alpha$  di perairan Polman mengalami penurunan, terutama di bagian sebelah barat (Gambar 6.18). Kondisi klorofil- $\alpha$  yang terendah terlihat dengan jelas di sebelah selatan perairan Polman (sekitar perairan Barru). Konsentrasi klorofil- $\alpha$  yang tertinggi justru terlihat di bagian timur perairan



**Gambar 6.18** Distribusi konsentrasi klorofil- $\alpha$  dalam  $\ln \text{ mg m}^{-3}$  di perairan Polman dan sekitarnya di bagian selatan Selat Makassar pada tanggal 15 April 2013 (CCAR, 2013).

Polman, yaitu sekitar  $0,367-1,28 \text{ mg m}^{-3}$ . Distribusi densitas klorofil- $\alpha$  mengindikasikan daerah penangkapan yang subur yang diduga memiliki tingkat kelimpahan makanan ikan. Semakin tinggi tingkat klorofil- $\alpha$ , semakin tinggi pula tingkat kesuburan perairan (Butler *et al*, 1988).

Gambar 6.19 menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil- $\alpha$  di Selat Makassar secara umum mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya. Beberapa lokasi perairan memperlihatkan konsentrasi klorofil- $\alpha$  relatif rendah, yaitu sekitar  $0,05 \text{ mg m}^{-3}$ . Walaupun demikian, perairan pantai bagian timur Kabupaten Polman terlihat memiliki konsentrasi klorofil- $\alpha$  relatif lebih tinggi, yaitu sekitar  $1 \text{ mg m}^{-3}$ .



**Gambar 6.19** Distribusi konsentrasi klorofil- $\alpha$  dalam  $\text{mg m}^{-3}$  di perairan Polman dan sekitarnya pada tanggal 15 Mei 2013 (CCAR, 2013).

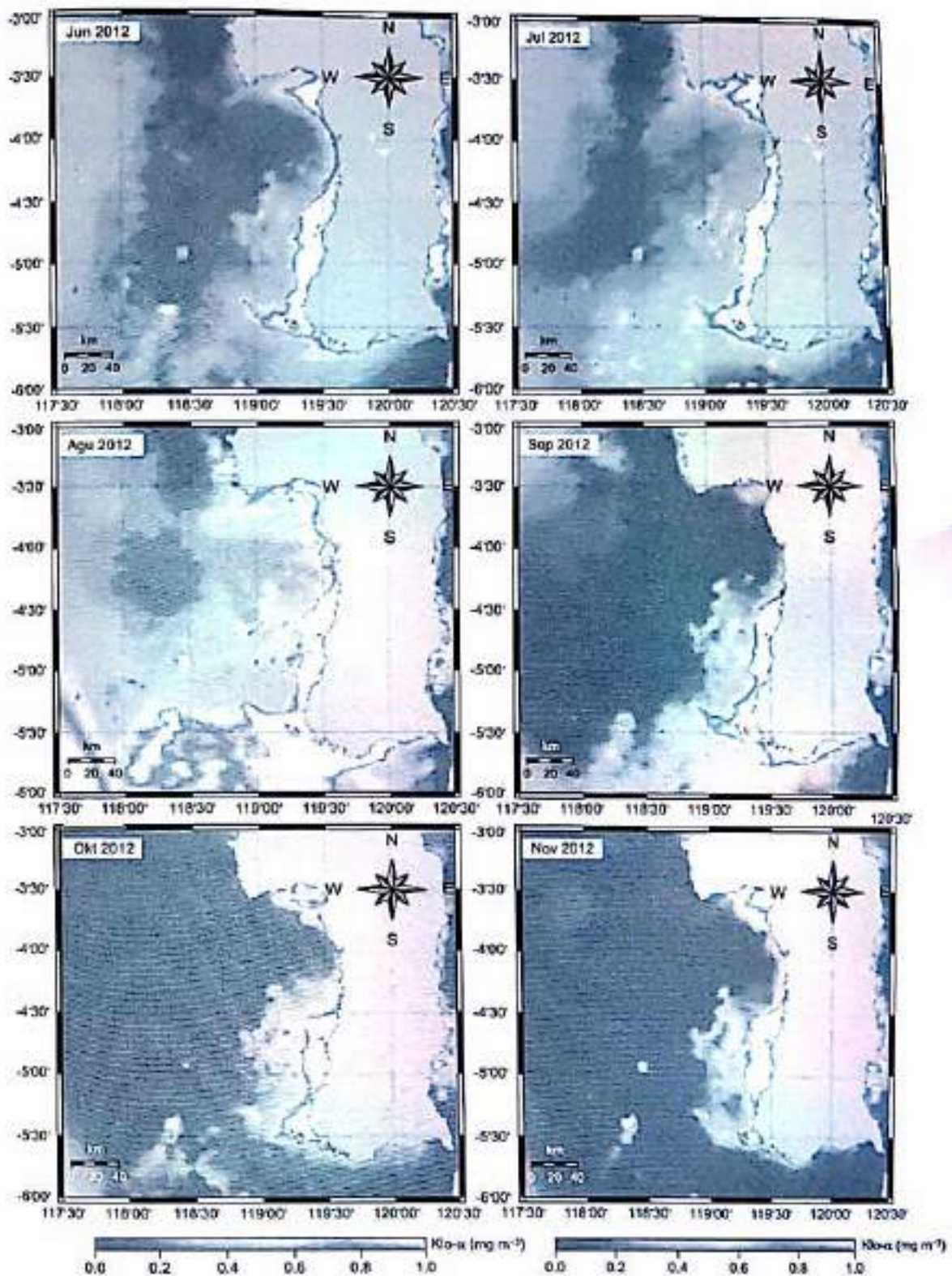
### Klorofil- $\alpha$ Resolusi Bulanan

Berdasarkan data citra satelit Aqua/MODIS, konsentrasi klorofil- $\alpha$  pada bulan Juni hingga Juli 2013 di perairan Kabupaten Polman cenderung lebih tinggi dibandingkan empat bulan berikutnya (Gambar 6.20). Densitas klorofil- $\alpha$  pada kedua bulan ini rata-rata di atas  $0,4 \text{ mg m}^{-3}$ . Walaupun demikian, data satelit memperlihatkan dengan jelas bahwa konsentrasi klorofil- $\alpha$  pada bulan Juli relatif lebih tinggi dibandingkan dengan bulan Juni. Bahkan, perkembangan konsentrasi klorofil- $\alpha$  meluas hingga ke bagian barat perairan Polman. Secara umum, terlihat bahwa densitas klorofil- $\alpha$  di perairan timur lebih tinggi dibandingkan dengan bagian barat.

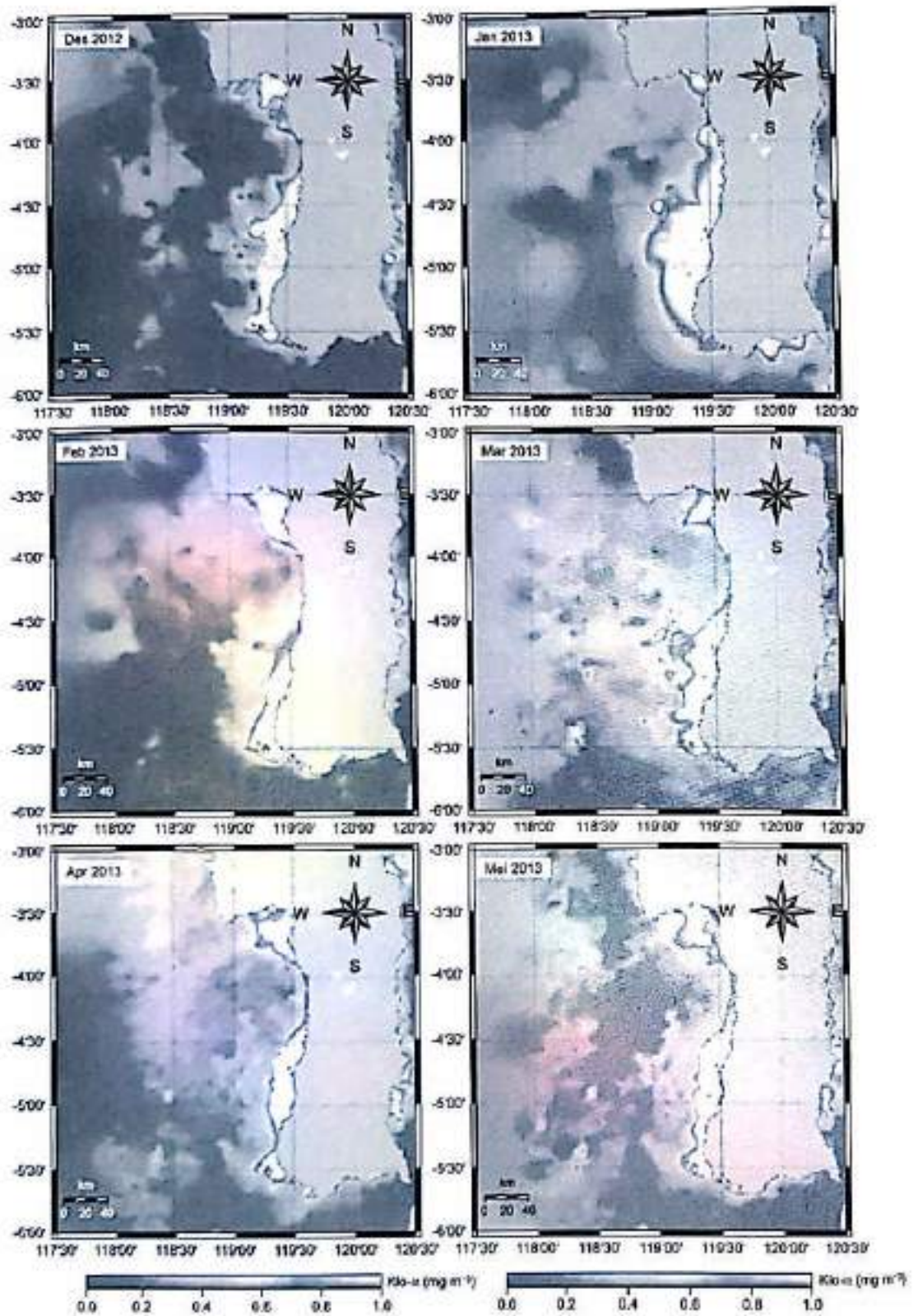
Pada bulan Agustus, konsentrasi klorofil- $\alpha$  di perairan pantai Polman, dari barat sampai dengan pantai timur mencapai tingkat tertinggi (periode Juni–November), yaitu  $>1 \text{ mg m}^{-3}$ . Setelah itu, terjadi penurunan drastis pada bulan September hingga akhirnya kembali mengalami kecenderungan meningkat pada dua bulan berikutnya, yaitu Oktober–November. Pada bulan Desember, konsentrasi klorofil- $\alpha$  meningkat di perairan pantai Timur Polman ( $>1 \text{ mg m}^{-3}$ ). Dalam bulan ini, kisaran klorofil- $\alpha$  berkisar  $0,1 \text{ mg m}^{-3}$  hingga  $>1 \text{ mg m}^{-3}$  (Gambar 6.21).

Perairan Polman didefinisikan berada antara  $119\text{--}119^{\circ}30'$  BT dan antara  $3^{\circ}30'\text{--}4^{\circ}$  LS. Pada bulan Januari hingga Maret, konsentrasi klorofil- $\alpha$  mengalami fluktuasi di perairan Polman dan cenderung menurun pada bulan Januari, lalu kembali mengalami peningkatan pada bulan Februari. Pada bulan Maret, kondisi tersebut kembali menurun, sedangkan pada bulan April–Mei, densitas klorofil- $\alpha$  cenderung meningkat. Di perairan Selat Makassar bagian selatan, perairan Kabupaten Polman merupakan salah satu perairan dengan konsentrasi klorofil- $\alpha$  yang tinggi, selain perairan di kepulauan Spermonde.

Peningkatan konsentrasi klorofil- $\alpha$  di perairan Polman diduga kuat, selain distimulasi oleh *run-off* dari daratan yang membawa cukup banyak unsur hara, juga sangat berkaitan dengan pola sirkulasi arus di daerah tersebut. Berdasarkan peta *bathymetry* kedalaman perairan, adanya cekungan di bagian barat perairan Polman cukup memberi kontribusi signifikan terhadap dinamika dan pola arus. Alasan lain yang membuat perairan Polman merupakan wilayah perairan yang subur berdasarkan data klorofil- $\alpha$  adalah adanya dinamika perairan dangkal di gugusan perairan Spermonde.



**Gambar 6.20** Distribusi konsentrasi klorofil- $\alpha$  dalam  $\text{mg m}^{-3}$  di perairan Polman dan sekitarnya di bagian selatan Selat Makassar pada periode Juni–November 2012.

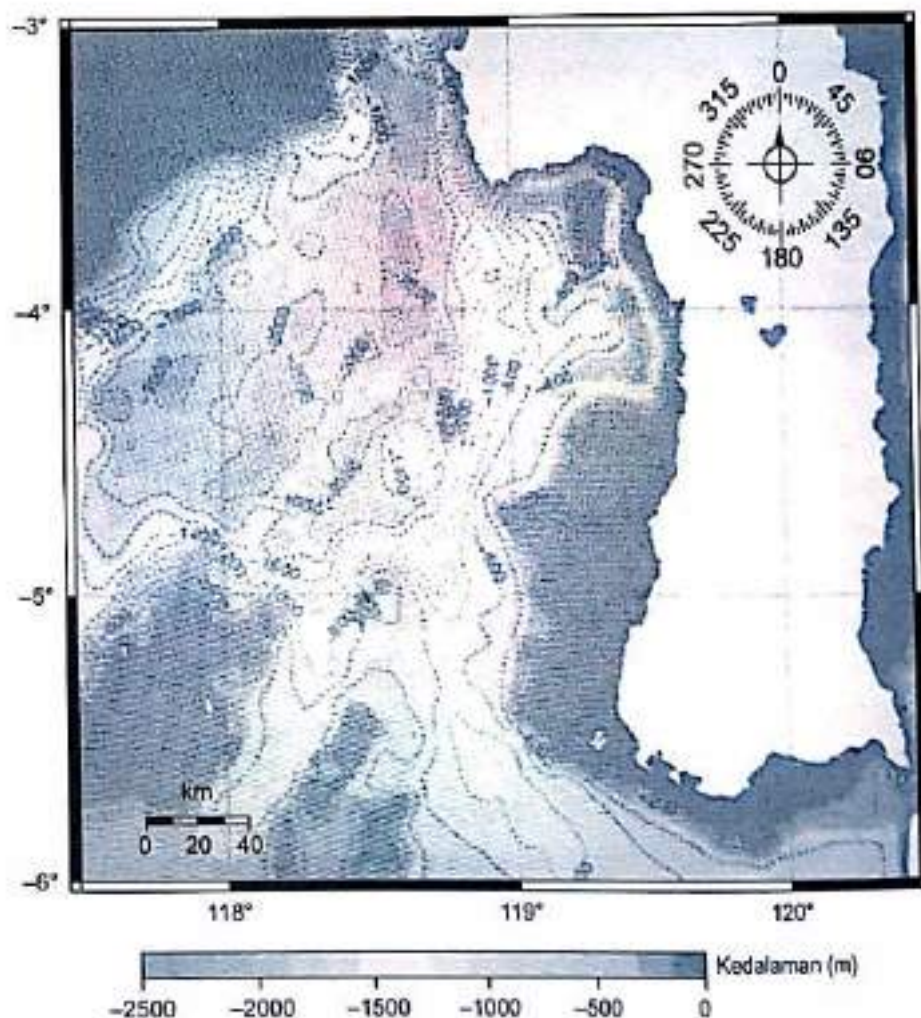


**Gambar 6.21** Distribusi konsentrasi klorofil- $\alpha$  dalam  $\text{mg m}^{-3}$  di perairan Polman dan sekitarnya di bagian selatan Selat Makassar pada periode Desember 2012–Mei 2013.

### Kondisi Topografi atau Kedalaman Perairan

Berdasarkan data etopo ([www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)), kedalaman perairan Polman umumnya di bawah 400 m. Perairan tersebut termasuk landai dan dangkal sehingga merupakan perairan yang sesuai untuk habitat ikan pelagis kecil. Hal yang menarik dan merupakan karakteristik perairan ini adalah bahwa di sebelah baratnya, terdapat cekungan yang cukup luas dengan tingkat kedalaman rata-rata sekitar 2000 m (Gambar 6.22). Selain itu, berdasarkan kondisi kedalaman perairan, karakteristik perairan di sebelah selatan, terdapat perairan Spermonde yang merupakan perairan dangkal dengan tingkat kedalaman rata-rata di bawah 250 m.

Berdasarkan kondisi kedalamannya, perairan Polman bagian barat cocok untuk pengembangan industri perikanan pelagis besar, seperti tuna dan cakalang. Sementara itu, perairan pantai yang dangkal lebih sesuai untuk pengembangan perikanan pelagis kecil.



**Gambar 6.22** Kondisi topografi kedalaman perairan Polman dan sekitarnya.

## PERLENGKAPAN PENANGKAPAN IKAN PADA BERBAGAI ALAT TANGKAP

### PENDAHULUAN

Setiap alat penangkapan ikan memiliki bermacam-macam alat bantu yang digunakan, bergantung pada metode penangkapan, ukuran alat tangkap yang digunakan, jenis ikan yang menjadi tujuan penangkapan, dan kemajuan teknologi penangkapan ikan yang digunakan. Sebagai contoh, dapat dikemukakan bahwa alat bantu yang digunakan dalam pengoperasian rawai tuna adalah lampu apung atau radio apung yang berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan atau posisi alat tangkap. Selain itu, alat penangkapan ikan umumnya dilengkapi dengan *line hauler*, *line thrower*, *belt conveyor*, penggulung tali cabang, dan peralatan oceanografi. Alat bantu tersebut tidak dimiliki alat tangkap bagan apung, karena alat bantu tersebut tidak dibutuhkan. Beberapa alat bantu yang sering digunakan pada berbagai jenis alat tangkap selanjutnya akan dibahas.

### PERLENGKAPAN PADA LONG LINE

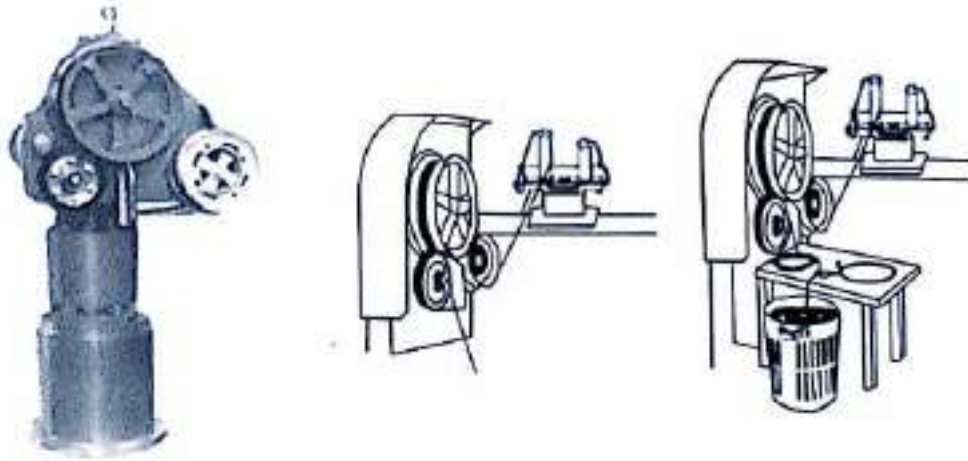
Secara umum, perlengkapan penangkapan pada *long line* dibedakan berdasarkan pada sistem operasi penangkapan yang digunakan. Perlengkapan yang harus ada untuk menghibob, menyusun, dan melego komponen *long line*, di antaranya:

1. *Line hauler* dan *side roller*

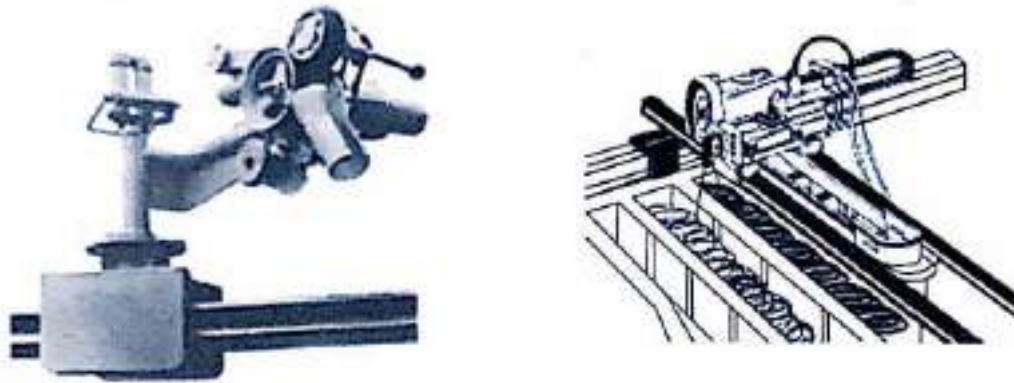
*Line hauler* digunakan untuk menghibob *main line*. Umumnya alat ini digerakkan dengan menggunakan tenaga elektrik dan elektrik hidrolik. *Side roller* adalah block antara yang dapat berputar horizontal mengikuti arah *main line*, berfungsi sebagai penghantar *main line* dari laut ke *line hauler*.

2. *Line arranger*

*Line arranger* digunakan untuk menyusun *main line* pada kotak penyimpanannya. Umumnya, alat ini digerakkan dengan menggunakan tenaga elektrik dan elektrik hidrolik.



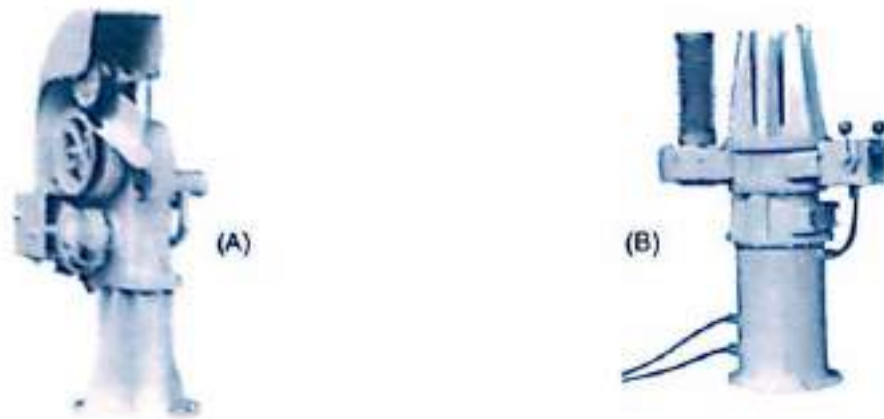
**Gambar 7.1** Alat bantu *line hauler* yang sering digunakan pada alat tangkap *long line* (BSNI, 2008).



**Gambar 7.2** Alat bantu *line arranger* yang sering digunakan pada alat tangkap *long line* (BSNI, 2008).

3. *Line thrower* dan *branch winder*

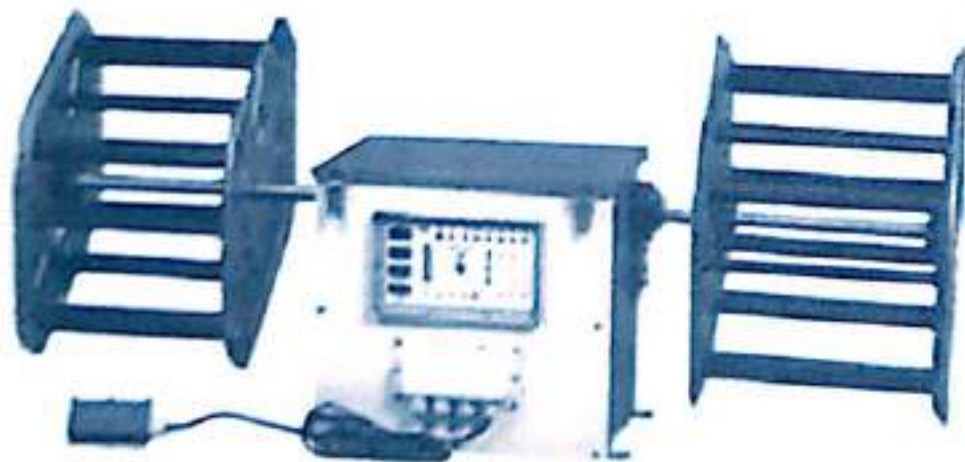
*Line thrower* digunakan untuk melego komponen pada tahapan *setting*. Umumnya, alat ini digerakkan dengan menggunakan tenaga elektrik, dilengkapi dengan mesin pengukur panjang tali *main line*. Alat pengukur ini (*hook master*) dapat diatur sesuai dengan jarak *branch line* yang akan dipasangkan pada *main line*. *Branch winder* adalah alat yang digunakan untuk menggulung komponen *branch line* atau *bowy line*. Umumnya, alat ini digerakkan dengan menggunakan tenaga elektrik.



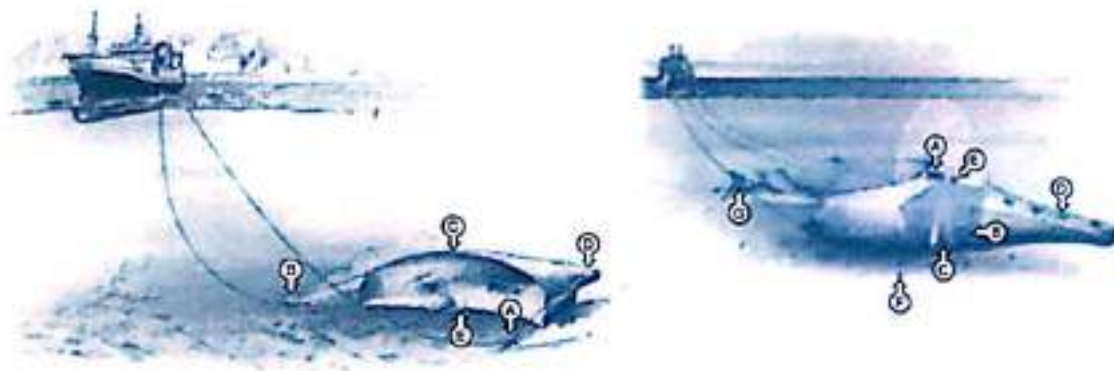
**Gambar 7.3** Line thrower (A) dan branch winder (B) sebagai alat bantu pada long line (BSNI, 2008).

### PERLENGKAPAN PADA PANCING CUMI-CUMI (SQUID JIGGING)

Pancing cumi-cumi merupakan modifikasi pancing ulur dan telah mencapai perkembangan yang cukup pesat dengan pemanfaatan teknologi penangkapan ikan yang modern. Perikanan cumi-cumi skala komersial telah menggunakan sistem penggulung tali pancing cumi-cumi otomatis (*automated squid reeling system*). Operasi pancing ini menggunakan kapal berbagai ukuran dan dilengkapi dengan unit atraksi cahaya.



**Gambar 7.4** Gambar mesin penggulung tali pancing cumi-cumi pada alat tangkap squid jigging.



**Gambar 7.5** *Net sounder*; (A) Unit pukat tarik; (B) Area yang terdeteksi oleh sonar; (C) Area yang terdeteksi oleh echosounder; (D) Max PI sensor hasil tangkapan; (E) PI sensor temperature; (F) Sensor kontak dasar; (G) PI sensor bukaan jaring.

### PERLENGKAPAN PADA TRAWL

Perlengkapan pendeteksian bawah air khusus disebut sonar untuk mendeteksi keberadaan gerombolan ikan, dan alat untuk mendeteksi kedalaman dan pembukaan mulut jaring yang disebut dengan *net sounder*.

Perlengkapan penangkapan yang dapat dijumpai pada alat tangkap *trawl* adalah *winch*, *gallow* buritan, dan *otterboard*.



**Gambar 7.6** *Winch* sebagai alat bantu penangkapan ikan pada alat tangkap *trawl* (BSNI, 2008).

1. *Winch*

*Winch* berfungsi sebagai alat pengarea dan penghibob *warp*, dan umumnya terdiri atas dua drum yang masing-masing dilengkapi alat pengatur susunan *wire*. Drum sisi kiri untuk menangani *warp* sisi kiri dan drum sisi kanan untuk masing-masing menangani *warp* kanan. Alat tersebut umumnya digerakkan dengan tenaga hidrolik. Alat yang dikontrol jauh harus dapat dikontrol secara manual.



Gambar 7.7 Alat bantu *gallow* pada alat tangkap *trawl*.



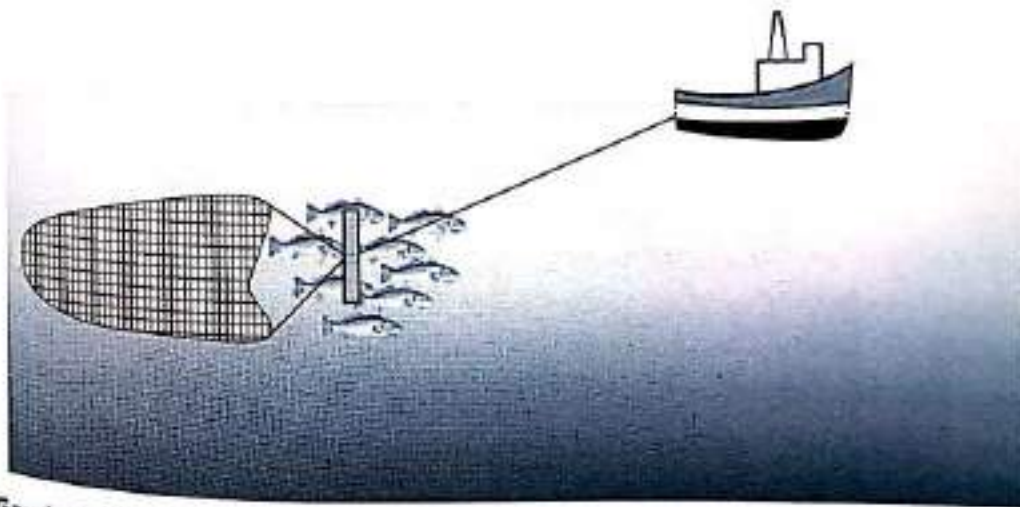
Gambar 7.8 Sepasang *gallow* yang dipasang pada tiang buritan (*stern mast*) yang berfungsi sebagai blok pengamat *warp* dari *otter board* ke *winch*.

2. *Gallow*

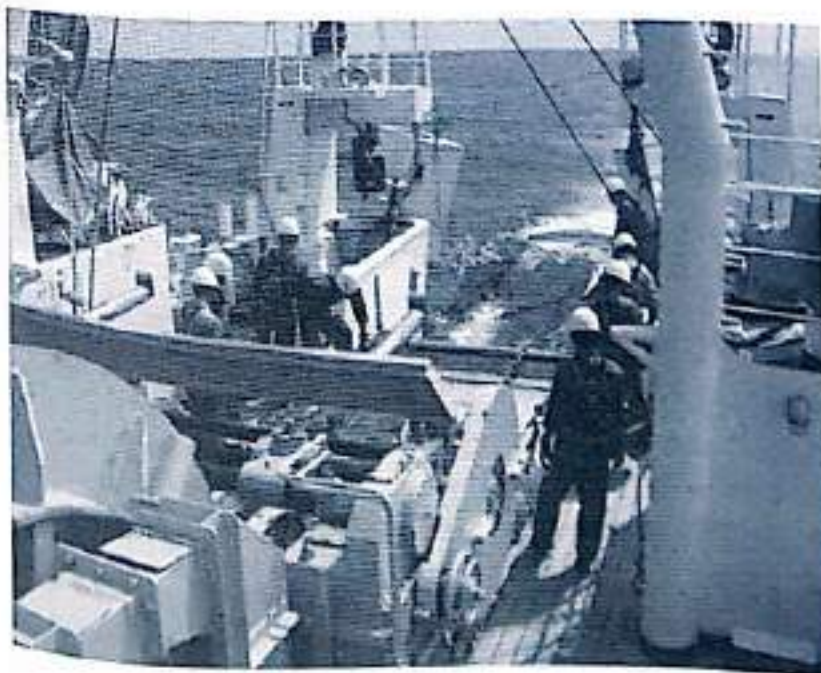
Tipe blok disebut juga *snatch blok* (blok yang dapat dibuka dan mengunci dengan cepat). Ada juga blok ketiga yang berfungsi mengareca peralatan elektronik pendeteksi bawah air, sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai alat penarik bagian-bagian *trawl* yang tidak dapat digulung *winch*.

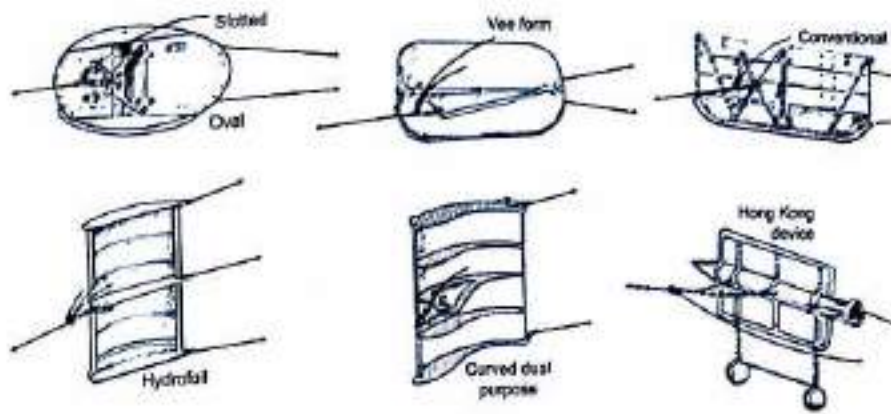
3. *Otter board*

*Otter board* berfungsi sebagai alat pembuka jaring ke arah horizontal (kanan-kiri kapal) saat dioperasikan. Saat tahapan antar-*setting otterboard* digantung pada *gallow*, dan saat tidak sedang dioperasikan, alat ini disimpan dalam kapal. *Otter board* dapat terbuat dari kayu dan besi. Ukuran besar dan beratnya bergantung pada kekuatan kapal.

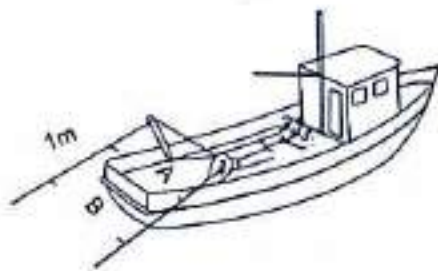


Gambar 7.9 Sketsa penggunaan alat bantu *trawl*.



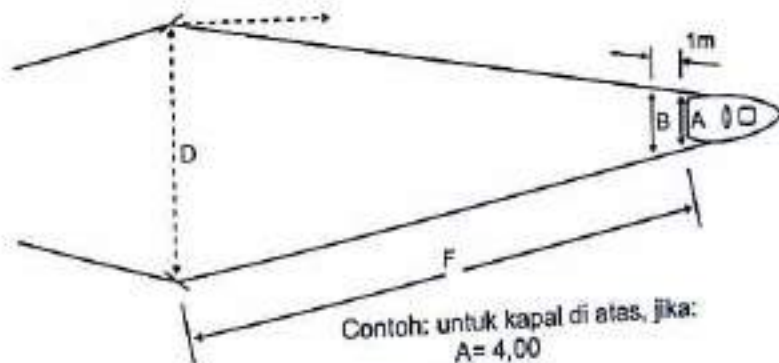


Illustrating the standard board & rig of conventional ground gear



$$D = [(B - A) \times F] + A$$

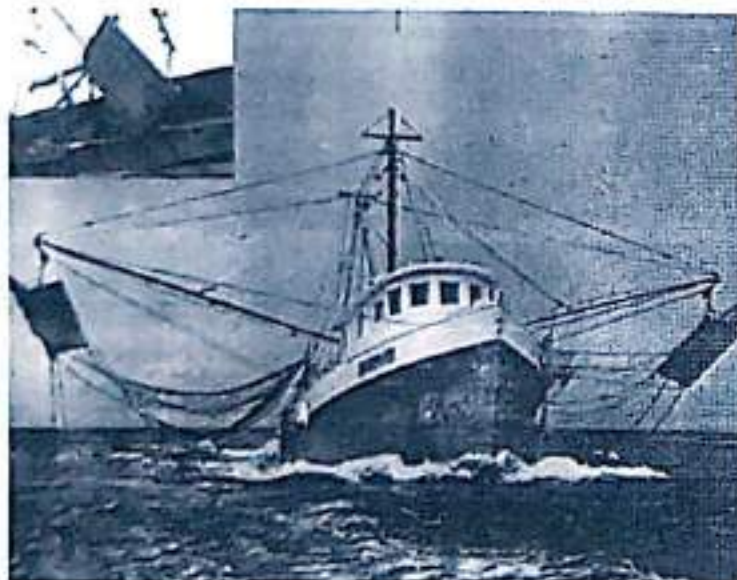
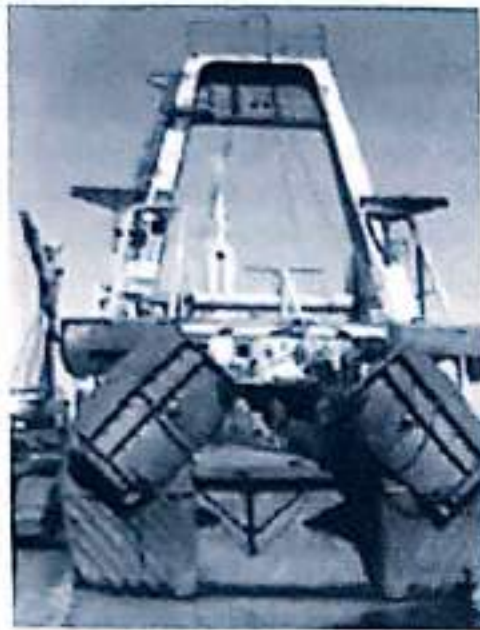
(m) (m) (m) (m) (m)



Contoh: untuk kapal di atas, jika:  
 A = 4,00  
 B = 4,18  
 F = 200

Maka  $D = [(4,18 - 4,00) \times 200] + 4 = 40$   
 bukan otter board

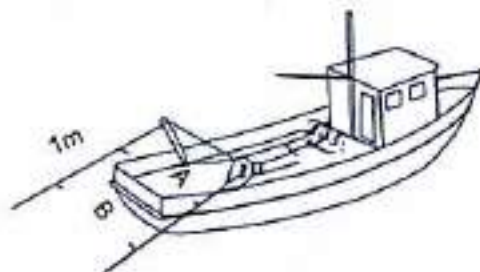
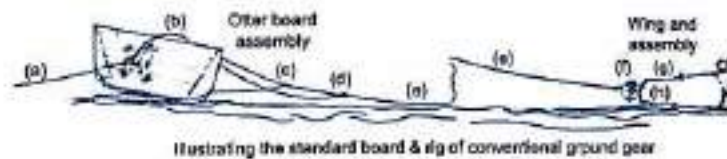
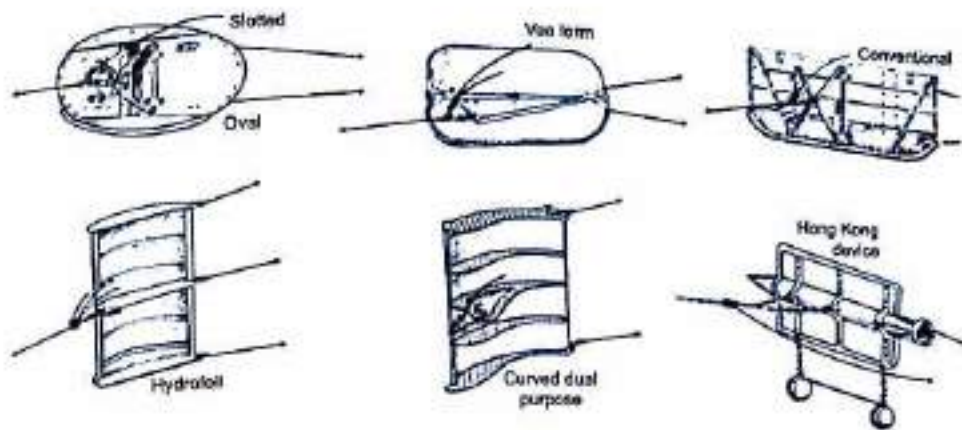
Gambar 7.11 Sketsa alat bantu otter board pada alat tangkap trawl. (A) Perkiraan bukan otter board.



**Gambar 7.10** Alat bantu *otter board* untuk membuka mulut *trawl*, sehingga jaring bisa terbuka dengan sempurna (BSNI, 2008).

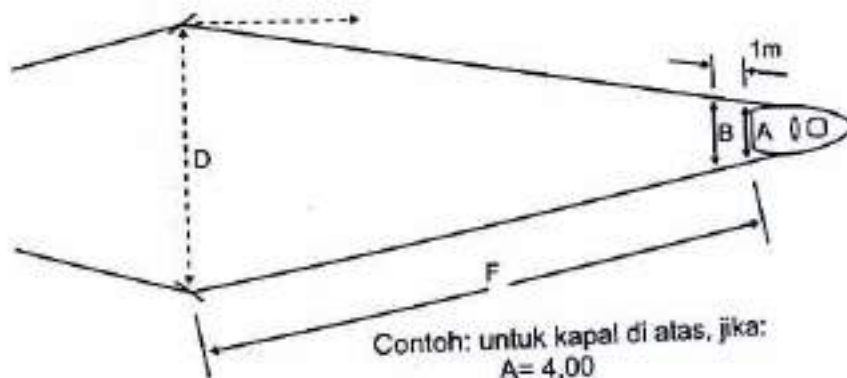
### **PERLENGKAPAN PADA PURSE SEINE**

*Purse seine* dan kapal berukuran besar yang menggunakan *power block* untuk menghibob *webbing* (saat *hauling*) harus pula dilengkapi dengan *skiff boat*, *power block*, *purse davit*, *ring stripper*, dan *winch* penarik tali.



$$D = [(B - A) \times F] + A$$

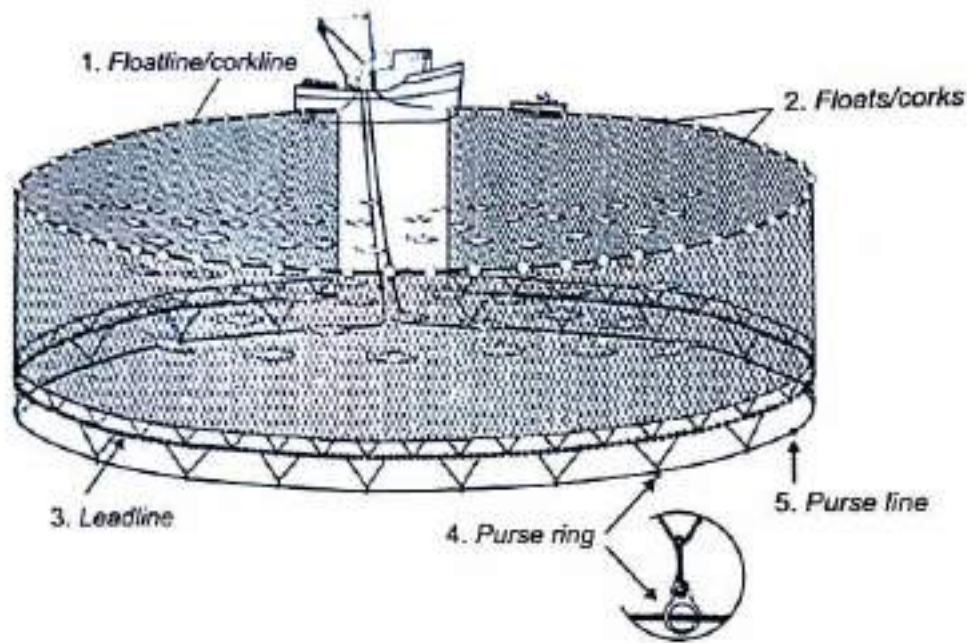
(m) (m) (m) (m) (m)



Contoh: untuk kapal di atas, jika:  
 A= 4,00  
 B= 4,18  
 F= 200

Maka  
 $D = [(4,18 - 4,00) \times 200] + 4 = 40$   
 bukan otter board

Gambar 7.11 Sketsa alat bantu otter board pada alat tangkap trawl. (A) Perkiraan bukan otter board.



**Gambar 7.12** Alat tangkap *purse seine* dan bagian-bagiannya yang membutuhkan alat bantu.

1. *Skiff boat*

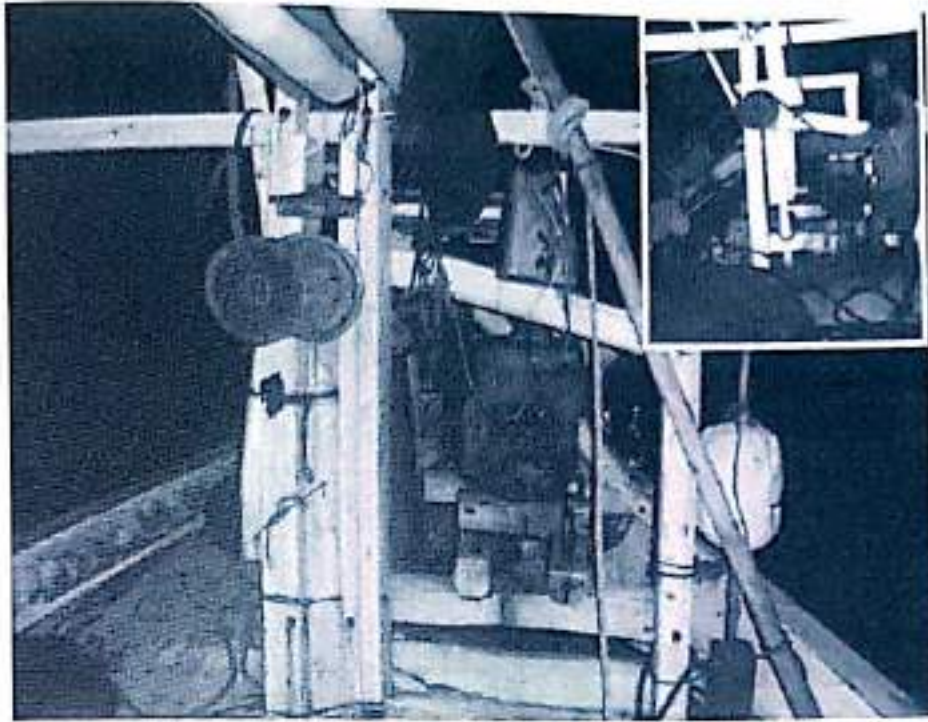
*Skiff boat* adalah sekoci kerja bertenaga besar yang berfungsi membantu untuk membawa selambar pertama pada tahapan *setting*, dan membantu mempertahankan kedudukan kapal pada tahapan penarikan tali kolor (*pursing*), penarikan badan jaring (*hauling*), dan tahapan pengangkatan hasil tangkapan (*brailing*). Fungsinya adalah mempertahankan kapal tidak masuk ke dalam lingkaran *purse seine*. *Skiff boat* harus memiliki kekuatan tenaga pendorong yang mampu menghela kapal penangkap.

2. *Purse winch*

*Purse winch* adalah alat yang berfungsi menghibob tali kolor pada tahapan *pursing* (proses menutup bagian bawah *purse seine*). Alat ini digerakkan dengan tenaga elektrik hidrolik, dan dapat dikontrol jarak jauh atau langsung dan harus dapat dikontrol secara manual.

3. *Roller*

Untuk memudahkan penarikan tali kolor pada alat tangkap *purse seine*, digunakan *roller*. *Roller* digerakkan oleh mesin *roller* (Gambar 7.13). Pada awal *purse seine* diperkenalkan di Indonesia, tali kolor pada *purse seine* hanya ditarik dengan menggunakan tenaga manusia secara manual. Akan tetapi, hampir semua *purse seine* saat ini telah menggunakan *roller* untuk menarik tali kolor sehingga jaring bagian bawah lebih cepat tertutup dan ikan akan terkurung dalam jaring.



**Gambar 7.13** *Roller yang digunakan untuk menarik tali kolor purse seine.*

4. *Purse davits dan ring stripper*

*Purse davits* berfungsi sebagai tempat kedudukan *snatch block* penghantar *purse line* ke *purse winch* dan sebagai penahan semua *purse ring* setelah selesai tahapan *purse*. *Ring stripper* adalah tempat menyimpan ring sesuai urutannya.

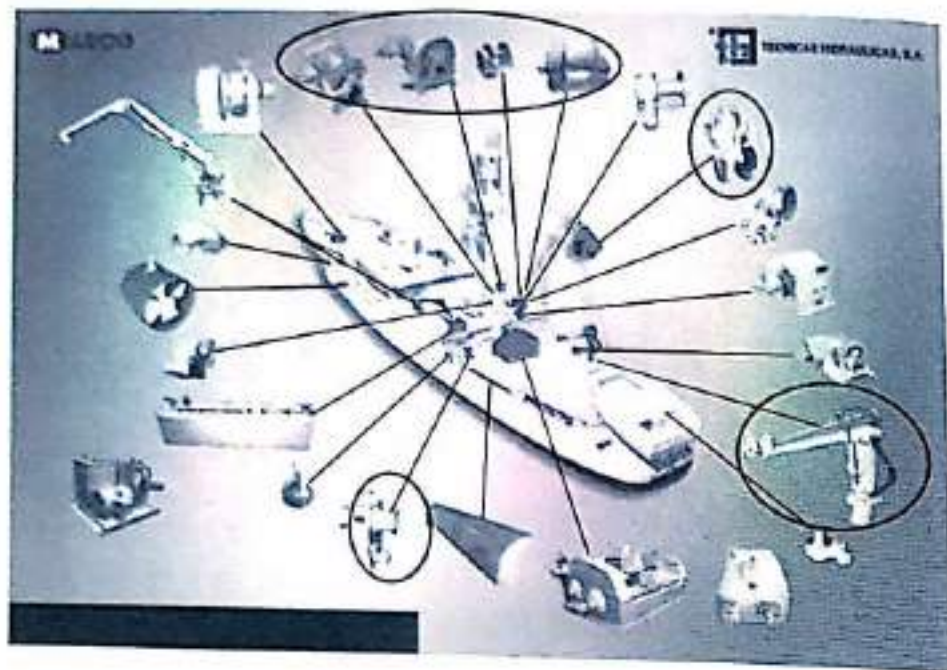
5. *Purse box*

*Purse box* adalah tempat untuk menata seluruh komponen *purse seine* di kapal. *Purse seine* pada tahapan *hauling* meliputi seluruh komponen yang keluar dari *power block*, *ring*, pemberat, dan pelampung ditata dengan baik dan benar sesuai urutannya pada kotak tersebut.

6. *Power block*

*Power block* banyak digunakan pada kapal *purse seine* ukuran besar, untuk memudahkan pengangkatan badan jaring. Pada mini *purse seine*, *power block* belum terlalu dibutuhkan, tetapi pada *purse seine*, ukuran besar alat bantu tersebut mutlak adanya.

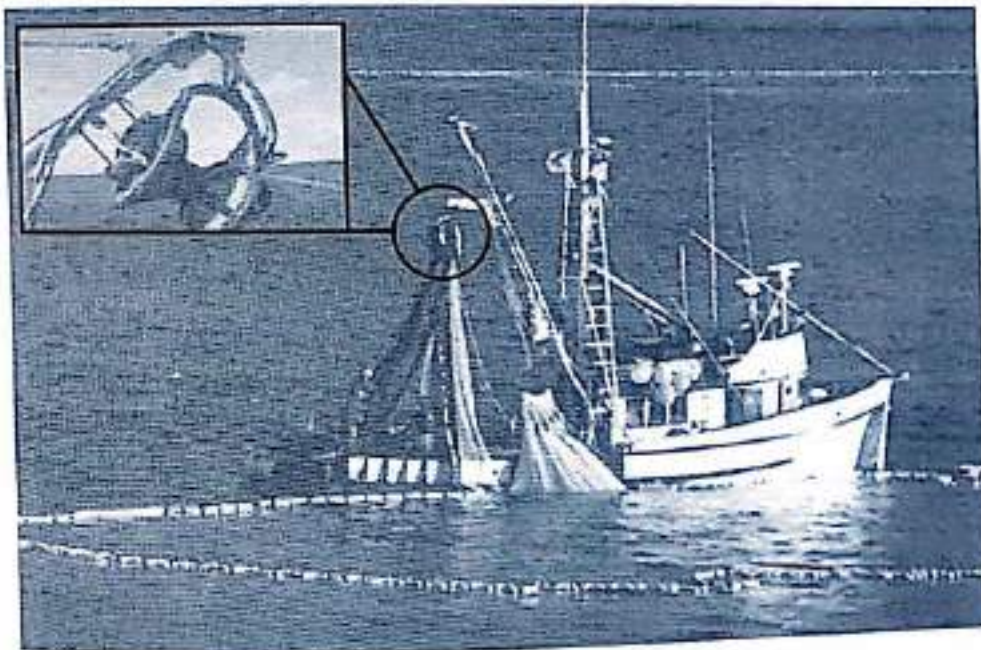
*Power block* berfungsi sebagai penghibob *purse seine* pada tahapan *hauling*. Alat tersebut digerakkan dengan tenaga hidrolik yang dikontrol jarak jauh. Alat ini dipasang pada *boom (purse boom)* yang baik, secara vertikal dan horizontal.



**Gambar 7.14** *Power block* berfungsi sebagai penghibob perahu sekoci, yang digerakkan dengan tenaga hidrolik dan dipasang secara vertikal dan atau horizontal.



(A)



(B)

**Gambar 7.15** (A) "Duplex", *double sheave power block* (itano, 2003). (B) Cara kerja *power block* pada kapal *purse seine* sehingga operasional penangkapan dapat berjalan dengan lancar dan cepat.



**Gambar 7.16** Penggunaan *power block* pada alat tangkap *purse seine*.



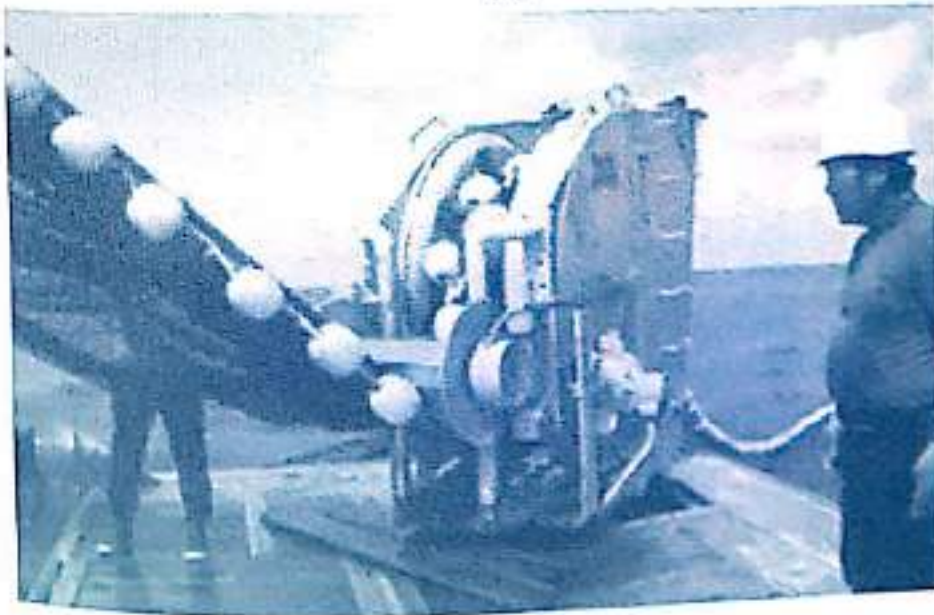
**Gambar 7.17** Kapal *purse seine* yang beroperasi di lautan bebas, mutlak menggunakan *power block* dalam operasi penangkapannya.



(A)



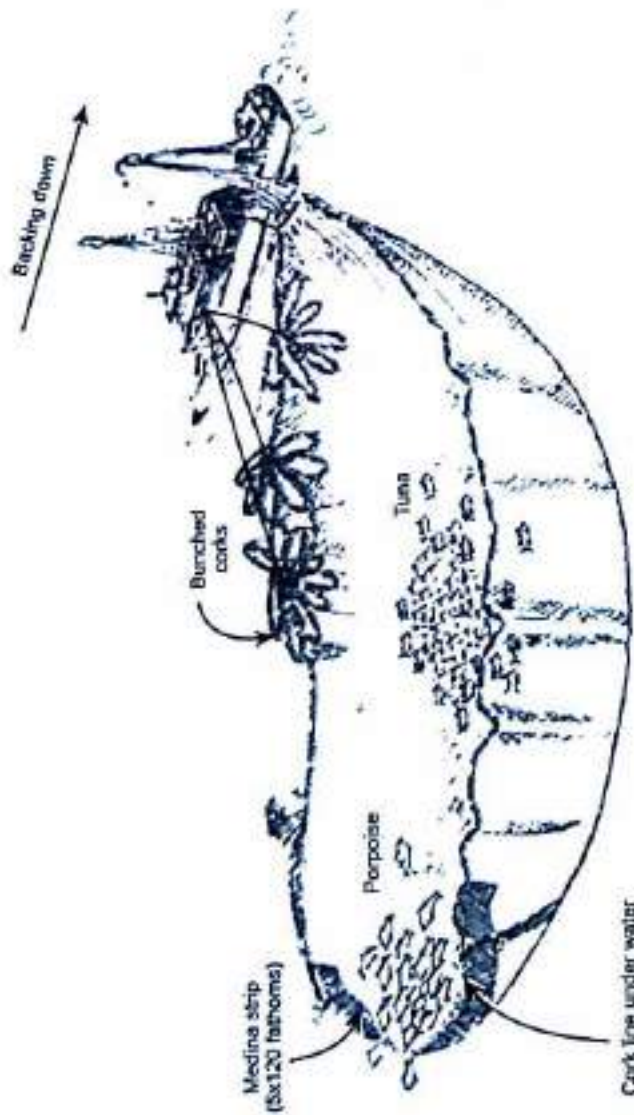
(B)



(C)



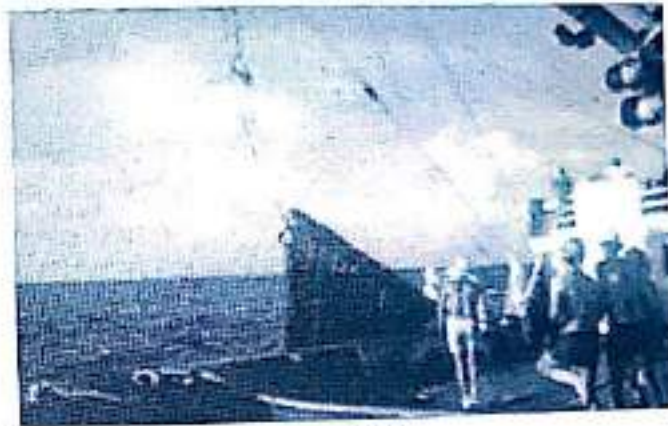
(D)



(E)



(F)



(G)



(H)

**Gambar 7.18** (C) Powerblock yang dipasang di geladak kapal yang di tarik (Itano, 2003). (D) Alat pengepak jaring dengan roller dan penarik pada purse seine Jepang (Itano, 2003). (F) Cincin baja dengan rantai pengikat (Itano, 2003). (G) Cincin-cincin pengaman pada jaring penarik (Itano, 2003). (H) Cincin roller stainless (Itano, 2003).

## 7. Caduk

Caduk atau *brailing net* digunakan untuk mengangkat ikan ke atas kapal pada tahapan *brailing*. Bagian bawah diikat dengan khusus sehingga saat akan mengeluarkan ikan, ujung caduk ikatannya tinggal ditarik. Alat tersebut juga digunakan untuk memperkirakan jumlah hasil tangkapan.

### ALAT BANTU PADA GILL NET

Alat bantu yang dipasang pada *gill net*, adalah *gill net hauler*.

*Net hauler* adalah alat bantu pada kapal *gill net* yang digunakan untuk penarikan jaring yang telah ditabur di laut, sehingga jaring lebih ringan ditarik dan mudah ditata kembali di atas geladak. Cara pengoperasian *net hauler* adalah hanya dengan menarik jaring *gill net* melalui drum berbentuk konikal dan jaring insang tidak digulung langsung di dalam drum penggulung, melainkan bagian jaring yang sudah ditarik di belakang *net hauler*, kemudian diatur untuk persiapan penurunan jaring kembali (*setting*).

*Net hauler* yang digunakan pada kapal *gill net* dapat dibedakan menjadi dua tipe. Pertama, kapal yang dilengkapi dengan *cone roller* umumnya dilengkapi pula dengan *net hauler* tipe memanjang, ditempatkan di tepi atas pagar kapal untuk memperingan kerja *cone roller* dan memudahkan nelayan pada saat melepaskan ikan yang terjatuh mata jaring. Kedua, tipe ini lebih dikenal dengan *side roller*. Adapun tipe lain dari *net hauler* adalah *net hauler* berbentuk blok (*power block*), ditempatkan di atas geladak kerja pada sisi arah *hauling*, untuk menarik jaring pada waktu *hauling*, pemberat, pelampung beserta jaringnya disisipkan pada blok (*roller*) berputar yang digerakkan oleh tenaga hidrolik. Alat ini digunakan hanya untuk menangkap ikan tuna kecil. Perlengkapan penangkapan ini digunakan untuk menarik dan menggulung *gill net* atau jaring (Gambar 7.19).

### ALAT BANTU ROLLER PADA BAGAN

Berdasarkan fungsinya, *roller* atau pemutar tali pada bagan rambo terdiri atas tiga jenis, antara lain:

1. *Roller* untuk tali jangkar, berfungsi menurunkan dan menarik jangkar. *Roller* ini terletak pada bagian depan perahu, memiliki panjang 3,5 m, tinggi 1 m, dan diameter 25 cm. Pada *roller* ini, dibuat *handle* pemutar yang panjang pegangannya 1,5 m dengan diameter 4 cm berjumlah 4 buah, dan disiapkan tali dengan panjang 360 m dengan diameter 3,5 cm.
2. *Roller* untuk kerangka jaring, berfungsi menurunkan jaring pada saat *setting* dan menarik rangka jaring pada saat *hauling*. *Roller* ini dipasang secara melintang pada sisi kiri dan kanan bagian tengah rangka bagan, dan memiliki



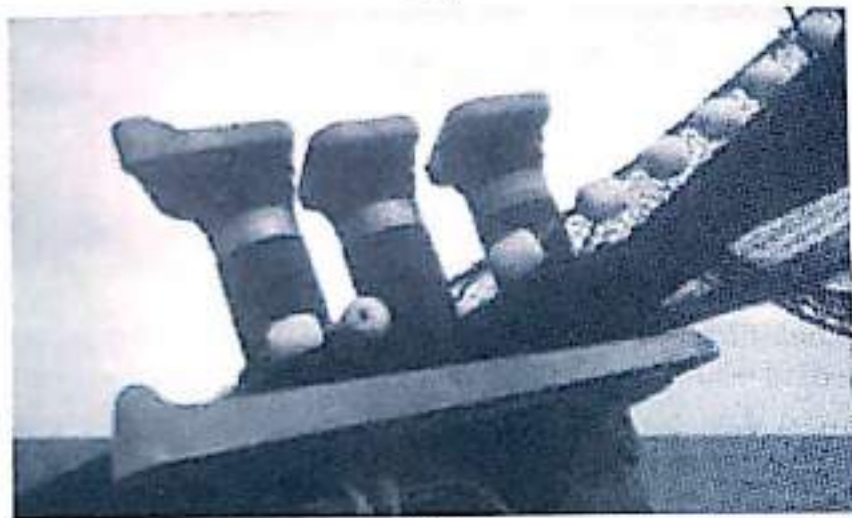
**Gambar 7.19** Alat bantu *net hauler* untuk menarik jaring ke dek kapal (BSNI, 2008).

tinggi 1,1 m. Panjang tali yang diturunkan pada *roller* tersebut bergantung pada kedalaman perairan. Apabila perairannya dangkal (25–30 m), tali yang diturunkan sesuai dengan kedalaman perairan. Akan tetapi, jika kedalamannya lebih dari 60 m, tali yang diturunkan sekitar 45 m. Diameter tali pada *roller* ini adalah 1 cm. Sepanjang *roller*, dibuat *handle* pemutar masing-masing tiga buah dengan panjang 1,3 m dan diameter 10 cm.

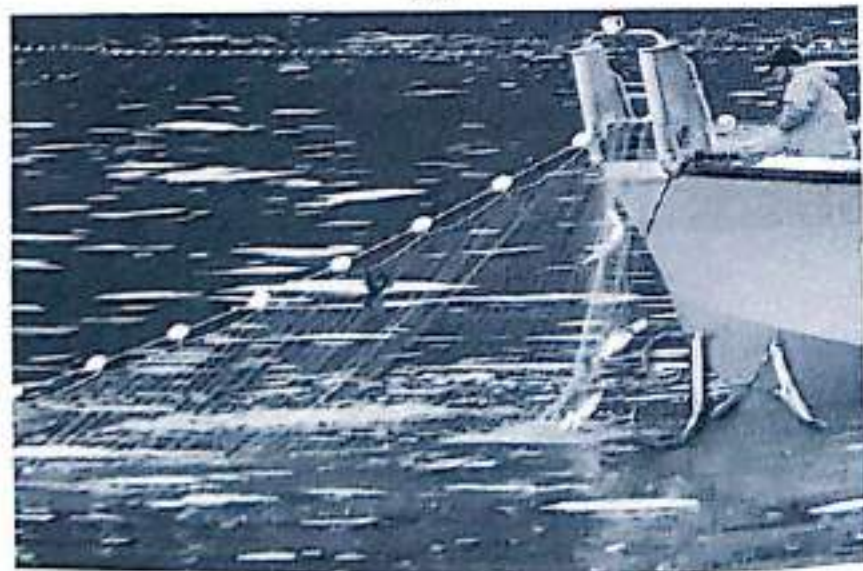
3. *Roller* pemberat, digunakan untuk menahan bingkai jaring pada saat arus air sangat kencang. *Roller* ini terdiri atas 5 buah, masing-masing 3 buah pada bagian depan dan 2 buah pada bagian belakang, memiliki tinggi 50 cm, dan



(A)



(B)

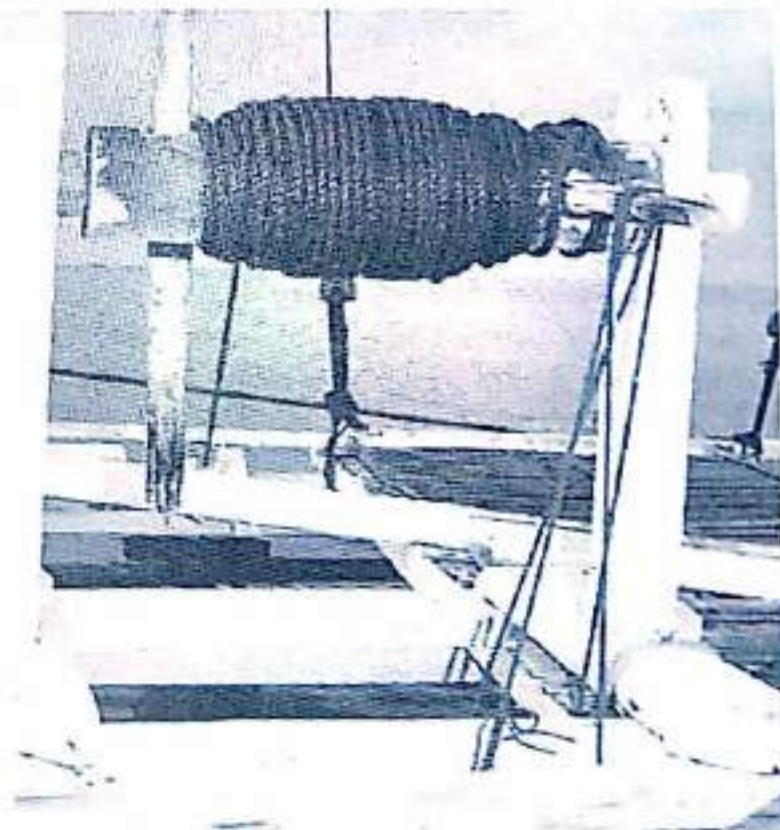


**Gambar 7.20** Beberapa jenis *gill net hauler*, sebagai alat bantu untuk menarik jaring ke atas kapal dengan mudah. (A) *Gillnet hauler*. (B) *Triplex power block (Gillnet)* (Itano, 2003)

diameter 12 cm serta panjang pegangannya 69 cm dengan diameter tali 1 cm. *Roller* ini menahan batu yang beratnya 17–20 kg. Panjang tali yang digunakan pada *roller* pemberat adalah 50 m.



**Gambar 7.21** *Roller* jangkar pada alat tangkap bagan perahu di Selat Makassar.



**Gambar 7.22** *Roller* pemberat pada alat tangkap bagan perahu di Selat Makassar.



**Gambar 7.23** *Roller jaring pada alat tangkap bagan perahu di Selat Makassar.*

# PENGGUNAAN ALAT NAVIGASI DALAM PERIKANAN TANGKAP

### PENDAHULUAN

Navigasi atau ilmu pelayaran adalah ilmu pengetahuan yang mengajarkan cara untuk melayarkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya secara aman dan ekonomis (Salim, 1978). Dalam melakukan penangkapan ikan, kegiatan melayarkan perahu penangkap ikan merupakan kegiatan pokok yang harus dilakukan menuju daerah penangkapan ikan. Apabila daerah penangkapan ikan berlokasi hanya di sekitar wilayah pesisir yang tidak jauh dari pantai, pelayaran yang dilakukan bukan menjadi masalah. Akan tetapi, jika jaraknya jauh dan tidak dapat dilihat secara kasatmata, alat bantu pelayaran mutlak digunakan.

Menurut Salim (1978), ilmu pelayaran secara garis besar dapat dibagi atas tiga kelompok:

1. Ilmu pelayaran datar, yaitu ilmu yang menggunakan benda-benda "bumiawi", seperti pulau, gunung, tanjung, dan lain-lain sebagai pedoman pelaksanaannya
2. Ilmu pelayaran astronomis, yaitu ilmu pelayaran yang menggunakan benda-benda angkasa, seperti matahari, bulan, dan bintang sebagai pedoman dalam mengarahkan arah kapalnya
3. Navigasi elektronik, yaitu ilmu pelayaran yang berdasarkan pada alat elektronika, seperti radio pemancar arah, pemanfaatan satelit dan lain-lain. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, penggunaan navigasi elektronik dalam bidang perikanan tangkap semakin maju.

### ALAT BANTU NAUTIKA KAPAL PERIKANAN

Alat bantu nautika kapal perikanan bekerja berdasarkan pada prinsip elektronik dan mekanis yang menunjang operasi kapal penangkapan ikan. Pelayaran adalah proses mengendalikan gerakan kapal dari suatu tempat ke tempat yang lain secara lancar dan aman. Seiring dengan perkembangan zaman, modernisasi peralatan navigasi sangat membantu akurasi penentuan posisi kapal di permukaan bumi. Sistem navigasi di laut merupakan perpaduan antara teknologi dan seni yang mencakup beberapa kegiatan pokok, antara lain:

1. Menentukan tempat kedudukan (posisi), tempat kapal berada
2. Mempelajari dan menentukan rute atau jalan yang harus ditempuh sehingga kapal dengan aman, cepat, selamat, dan efisien sampai ke tujuan
3. Menentukan haluan antara tempat tolak dan tempat tiba yang diketahui sehingga jauh atau jaraknya dapat ditentukan
4. Menentukan tempat tiba, jika titik tolak haluan dan jauh diketahui.

Untuk dapat mengendalikan, mengolah gerak, dan melayarkan kapal secara lancar dan aman, dibutuhkan keahlian yang handal sehingga sanggup mengemban tugas melayarkan kapal dalam berbagai situasi atau keadaan dengan selamat hingga ke tujuan. Operasi penangkapan ikan merupakan kegiatan pelayaran perikanan yang memiliki aktivitas yang berbeda dengan pelayaran lainnya, memiliki rute pelayaran yang tidak pasti sekalipun telah ditentukan posisi lintang dan bujur suatu daerah tujuan. Pelayaran perikanan bersifat "fleksibel", bergantung pada area perairan yang menjadi daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) tujuannya.

Cara pelayaran yang dilakukan kontradiksi dengan cara pelayaran yang ada. Sebagai contoh, perairan yang pada waktu tertentu kondisinya kurang memungkinkan untuk dapat dilayari dengan aman, justru pada saat yang bersamaan, menjadi *fishing ground* yang memberikan harapan hasil tangkapan yang baik. Walaupun demikian, daerah tersebut harus diterobos dengan susah payah sehingga hasil tangkapan ikan dapat diperoleh.

Penentuan posisi dan arah kapal serta posisi daerah penangkapan harus dilakukan dengan akurat dengan sistem navigasi mekanis maupun elektronik. Pemanfaatan alat bantu navigasi dalam pelayaran perikanan sangat membantu untuk memudahkan operasi penangkapan ikan.

## **JENIS DAN APLIKASI ALAT BANTU NAVIGASI DAN KOMUNIKASI KAPAL PERIKANAN**

Alat navigasi kapal merupakan alat yang sangat penting dalam menentukan arah kapal, sedangkan alat komunikasi kapal digunakan untuk berhubungan di antara awak kapal yang berbeda pada satu kapal, untuk komunikasi dengan kapal lain, dan atau berkomunikasi dengan darat.

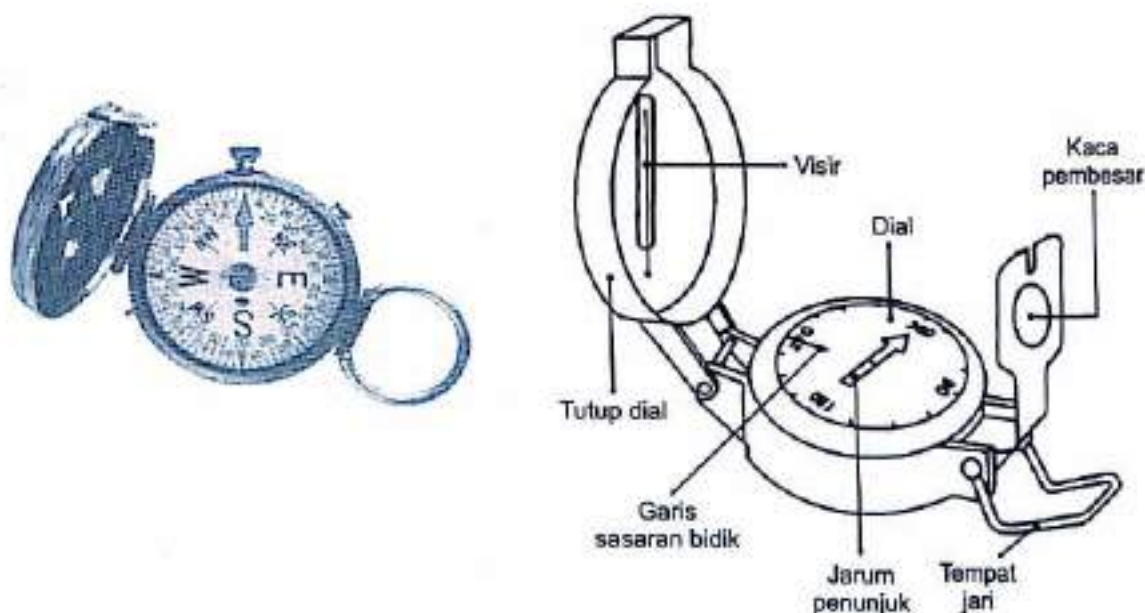
Sejak manusia mengenal kapal atau perahu sebagai sarana penangkapan ikan, sejak itu pula tindakan navigasi telah dilakukan. Caranya adalah secara terus-menerus mengarahkan kapal menuju titik sasaran dengan aman, tepat, hemat, dan efisien. Untuk mencapai titik sasaran tersebut, alat bantu dapat digunakan sehingga memudahkan pencapaian sasaran yang dimaksud, selain cara tradisional dengan mengandalkan bintang di langit (Wahyono dan Sjarif, 2004). Navigasi kapal dahulu dilakukan dengan melihat posisi benda langit, seperti

matahari dan bintang hingga bermunculan alat dengan teknologi yang sangat canggih. Perkembangan ilmu dan teknologi juga berimbas pada kemajuan teknologi pesawat navigasi elektronik. Alat bantu tersebut berfungsi ganda, yaitu digunakan untuk operasi penangkapan ikan dan sebagai alat bantu navigasi pelayaran.

Kapal atau perahu penangkap ikan yang berada jauh dari daratan atau berlayar di samudera lepas menuntut pengetahuan dan kecakapan pelayaran dalam mengambil tindakan untuk menjamin keselamatan pelayaran. Pemanfaatan alat bantu navigasi sangat membantu dalam menanggulangi risiko dan bahaya. Oleh sebab itu, sehubungan dengan pelayaran operasi penangkapan ikan, diperlukan perlengkapan dan alat bantu navigasi di setiap kapal perikanan, selain kemampuan mengoperasikan, merawat, dan menganalisis data yang diberikan alat navigasi. Beberapa perangkat navigasi berbasis elektronik meliputi kompas, radar, sonar, RDF, *fish finder*, *loran*, *decca*, dan *echosounder*.

### Kompas

Kompas merupakan alat dasar navigasi untuk menentukan arah (Gambar 8.1). Kompas berfungsi untuk menentukan dan memberikan rujukan arah pelayaran kapal dan menentukan arah baringan suatu benda terhadap kapal sehingga sangat membantu dalam pelayaran. Alat ini membantu dengan membuat pelayaran perikanan yang jauh lebih aman dan efisien dibandingkan dengan saat manusia masih berpedoman pada kedudukan bintang untuk menentukan arah.



**Gambar 8.1** Kompas untuk pelayaran memudahkan untuk mendatangi daerah penangkapan ikan.

Penemuan dan pengembangan kompas jarum magnetik kompas pada abad ke-9 di Cina (buku Loven Heng). Tahun 1877, William Thomson, 1<sup>st</sup> Baron Kelvin membuat kompas dengan memperbaiki kesalahan yang timbul dari deviasi magnetik karena penggunaan besi dalam arsitektur kapal. Menurut jenisnya, kompas kapal dibagi menjadi dua, yaitu kompas analog dan digital.

### **Global Positioning System atau GPS**

#### **Definisi GPS**

*Global Positioning System* atau GPS merupakan alat bantu navigasi yang bekerja berdasarkan pada penerimaan gelombang radio dari satelit yang mengorbit untuk mengetahui posisi kapal, merekam arah haluan, dan mencatat kecepatan kapal. Sistem tersebut menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. Sinyal diterima oleh alat penerima atau *receiver* dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu. Apabila tidak ditemukan gangguan antara satelit navigasi kapal dan penerima, dengan alat GPS, data tentang posisi kapal bisa diperoleh dengan ketelitian beberapa meter dalam waktu nyata.

*Global Positioning System* atau GPS kapal adalah perangkat yang dapat mengetahui posisi koordinat bumi secara tepat yang dapat secara langsung menerima sinyal dari satelit (Gambar 8.2). *Global Positioning System* (GPS) merupakan salah satu contoh pemanfaatan navigasi elektronik. Sistem navigasi berbasis satelit yang dibangun dari jaringan dengan 24 satelit yang ditempatkan pada orbit oleh Departemen Pertahanan USA. Pada awalnya, GPS digunakan untuk keperluan militer, tetapi pada tahun 1980, GPS digunakan untuk keperluan publik. *Global Positioning System* atau GPS mampu bekerja pada segala kondisi cuaca, di manapun dapat digunakan dalam waktu 24 jam.

*Global Positioning System* (GPS) adalah sistem navigasi satelit yang menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu. *Global Positioning System* dalam pengertian sederhana adalah salah satu sistem yang dapat membantu untuk mengetahui posisi kita berada saat ini. Alat ini bekerja dengan mentransmisikan sinyal dari satelit ke perangkat GPS (*handphone* atau *Blackberry*) yang dilengkapi teknologi GPS. Untuk memperoleh detail posisi yang seakurat mungkin, GPS sebaiknya digunakan di ruang terbuka. Penggunaan GPS dalam ruangan, hutan atau di tempat dengan banyak gedung tinggi, akan membuat GPS bekerja kurang akurat. Sistem radio navigasi dan penentu posisi kapal melalui satelit ini memiliki nama formal "NAVSTAR GPS" (*NAVigation Satellite and Ranging Global Positioning System*). Dalam penentuan posisi, GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas. Alat ini dapat juga digunakan untuk mentransfer waktu



**Gambar 8.2** Contoh GPS yang biasa digunakan sebagai alat bantu penangkapan. GPS (*Global Positioning System*) untuk penentuan posisi, rute, kompas, dan jarak *fishing ground*.

dari satu tempat ke tempat lain dan mempunyai ketelitian sampai beberapa nanodetik dalam transfer waktu antarbenua.

Informasi GPS ditransmisikan oleh beberapa satelit (seperti tiga satelit) sehingga *GPS receiver* mampu mengkalkulasi dan menampilkan seakurat mungkin posisi, kecepatan, dan informasi waktu kepada pengguna GPS. Teknologi GPS pertama kali digunakan oleh *United States Department of Defense* (DOD) untuk kebutuhan militer. Sistem GPS mulai digunakan sejak tahun



**Gambar 8.3** GPS digunakan untuk menentukan posisi ikan dari kapal di laut.

1980, tetapi pemakaian secara umum oleh publik baru sekitar tahun 1990-an. Keistimewaan GPS adalah mampu bekerja dalam berbagai kondisi cuaca, siang atau malam. Keakuratan perangkat GPS dapat mencapai 15 meter, bahkan model terbaru yang dilengkapi teknologi *Wide Area Augmentation System (WAAS)* memiliki keakuratan sampai 3 meter. Alat tersebut menunjukkan titik koordinat dengan akurasi 3 meter, yang berarti bahwa posisi sebenarnya bisa berada di mana saja dalam radius 3 meter dari titik koordinat (lokasi) tersebut. Semakin kecil angka akurasi, yang berarti akurasi semakin tinggi, posisi alat akan menjadi semakin tepat. Tingkat akurasi tersebut lebih sering dipengaruhi oleh faktor sekeliling yang mengurangi kekuatan sinyal satelit.

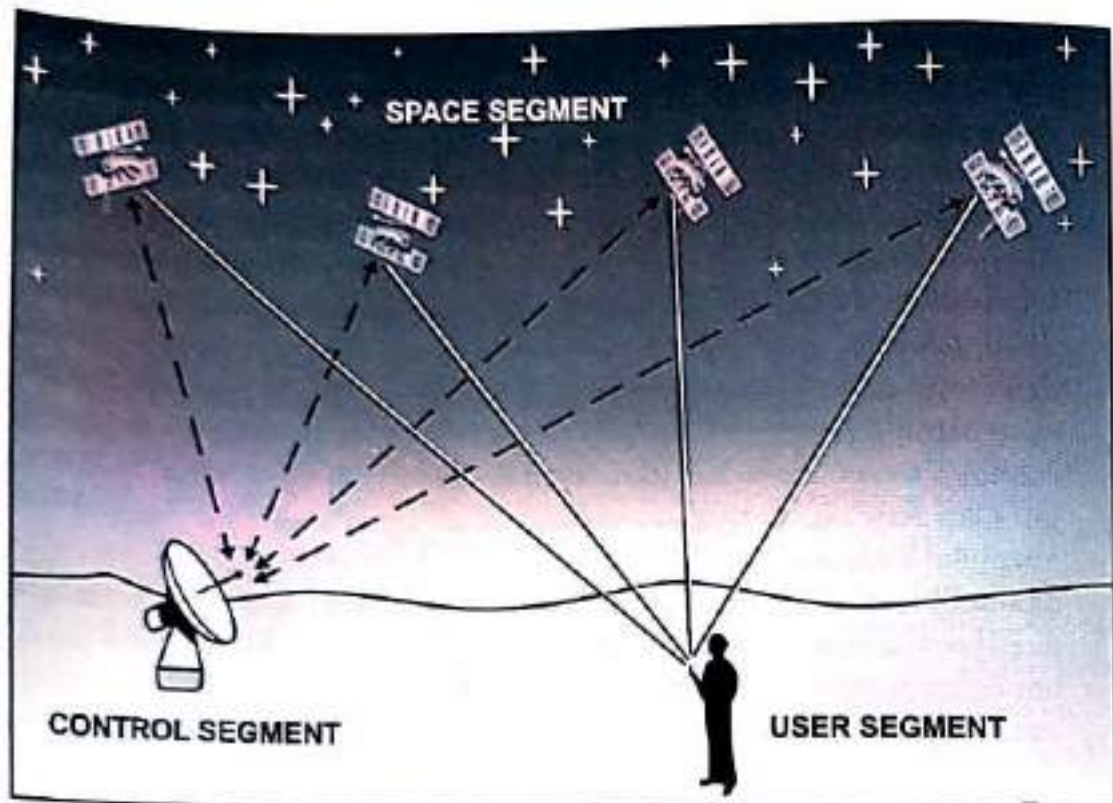
#### *Prinsip Kerja GPS*

Dasar GPS adalah konsep triangulasi dari beberapa satelit. Metode triangulasi merupakan metode penentuan titik menggunakan prinsip segitiga. Untuk melakukan proses triangulasi, *receiver* GPS mengukur jarak dengan dasar waktu yang diperlukan oleh sinyal radio untuk melakukan perjalanan dari *transmitter* yang ada di satelit ke *receiver* GPS. Untuk mengukur lamanya waktu perjalanan, GPS memerlukan waktu yang sangat akurat yang dicapai dengan melakukan beberapa trik atau cara. Seiring dengan jarak, pengguna harus juga mengetahui secara tepat posisi satelit GPS berada. Kuncinya adalah mengetahui tinggi orbit satelit GPS dan memantau satelit GPS itu dalam orbital. Pada akhirnya, pengguna harus mengoreksi untuk setiap keterlambatan sinyal radio GPS setelah melewati perjalanan melalui lapisan atmosfer.

#### *Cara Kerja GPS*

Sistim GPS menggunakan sejumlah satelit yang berada di orbit bumi, yang memancarkan sinyalnya ke bumi dan ditangkap oleh alat penerima. Berdasarkan pada Gambar 8.8, ada tiga bagian penting dari sistim GPS, antara lain:

1. *Bagian kontrol.* Setiap satelit dapat berada sedikit di luar orbit sehingga bagian ini melacak orbit satelit, lokasi, ketinggian, dan kecepatan. Sinyal dari satelit diterima oleh bagian kontrol, dikoreksi, dan dikirimkan kembali ke satelit. Koreksi data lokasi yang tepat dari satelit ini disebut dengan data "*ephemeris*", nantinya akan dikirimkan kepada alat navigasi.
2. *Bagian angkasa.* Bagian ini terdiri atas kumpulan satelit yang berada di orbit bumi, sekitar 12.000 mil di atas permukaan bumi. Kumpulan satelit tersebut diatur sehingga alat navigasi setiap saat dapat menerima paling sedikit sinyal dari empat buah satelit. Sinyal satelit tersebut dapat melewati awan, kaca, atau plastik, tetapi tidak dapat melewati gedung atau gunung. Satelit mempunyai jam atom, dan akan memancarkan informasi "waktu atau jam" ini. Data tersebut dipancarkan dengan kode "*pseudo-random*". Setiap satelit memiliki kodenya masing-masing. Nomor kode tersebut biasanya dapat ditampilkan pada alat navigasi sehingga identifikasi sinyal satelit yang sedang diterima alat tersebut dapat dilakukan. Data itu berguna bagi alat navigasi untuk mengukur jarak alat navigasi dengan satelit yang akan digunakan untuk mengukur koordinat lokasi.
3. *Bagian pengguna.* Bagian ini terdiri atas alat navigasi yang digunakan. Satelit dapat memancarkan data almanak dan *ephemeris* yang akan diterima oleh alat navigasi secara teratur. Data almanak berisi perkiraan lokasi (*approximate location*) satelit yang dipancarkan terus-menerus oleh satelit. Data *ephemeris* dipancarkan oleh satelit, dan valid sekitar 4–6 jam. Untuk menunjukkan koordinat titik (dua dimensi), alat navigasi memerlukan paling sedikit sinyal dari 3 satelit. Untuk menunjukkan data ketinggian titik (tiga dimensi), diperlukan tambahan sinyal dari 1 satelit lagi, antara lain:
  - a. Satelit GPS mengelilingi bumi 2 kali sehari dalam sebuah lintasan orbit sangat akurat dan mentransmisikan sinyal informasi ke bumi.
  - b. Penerima atau *receiver* GPS menangkap informasi tersebut dan menggunakan prinsip "Triangulasi" untuk mengkalkulasi lokasi *user* secara tepat.
  - c. Secara prinsip, penerima GPS membandingkan antara waktu sinyal yang ditransmisikan satelit dan waktu ketika sinyal tersebut diterima.
  - d. Perbedaan waktu tersebut memberikan informasi kepada GPS penerima tentang jarak antara posisi satelit berada dan posisi GPS penerima.
  - e. Dengan pengukuran jarak dari beberapa satelit, *receiver* (GPS) dapat menentukan posisi *user* (pengguna GPS) dan menampilkannya dalam peta elektronik.
  - f. GPS penerima harus dikunci paling tidak pada tiga satelit untuk mengkalkulasi posisi (Bj, Lt) dan pergerakan jejak.



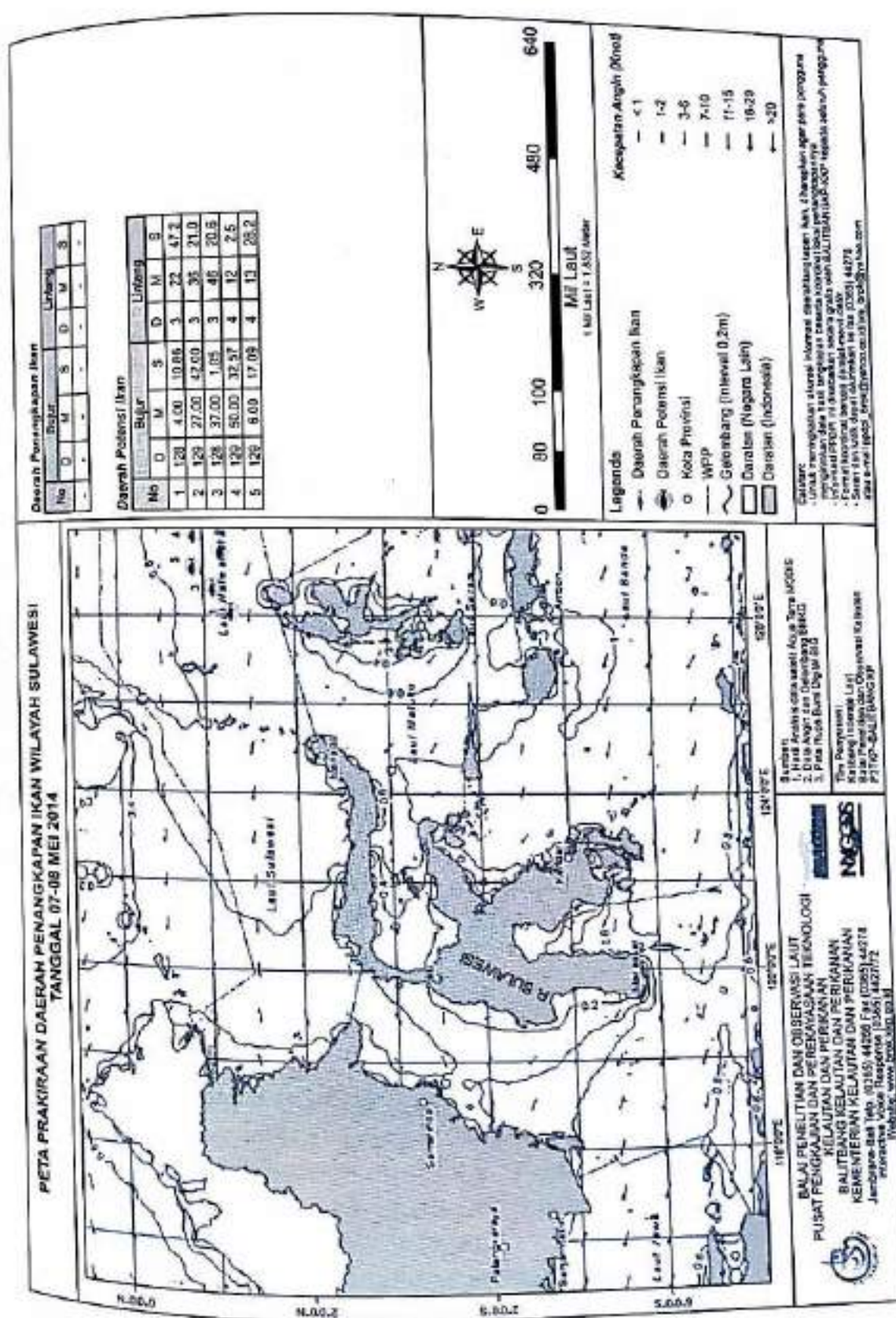
Gambar 8.4 Beberapa komponen penting dalam sistem GPS.

- g. Dengan 4 atau lebih satelit yang memberi sinyal, GPS penerima dapat menentukan posisi pengguna dalam 3 D (*longitude, latitude, dan altitude*).
- h. Segera setelah posisi pengguna diketahui, GPS unit akan mengkalkulasi informasi lain seperti pembaringan, *track*, jarak perjalanan, jarak ke tujuan, dan sebagainya.

#### Fungsi Umum GPS

Adapun fungsi dari GPS secara umum adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui koordinat titik
2. Penunjuk arah jalan (navigasi)
3. Simulasi *routing* (mencari dan menunjukkan arah jalan dari suatu lokasi ke lokasi yang lain dengan panah bergerak)
4. Mencari alamat (menampilkan peta digital, alamat yang ditentukan)
5. Membagi lokasi ke orang lain (*capture* suatu lokasi yang kemudian dapat dikirim via SMS, MMS, atau *bluetooth*)
6. *City guide* (mencari lokasi menarik suatu daerah dengan informasi yang lebih lengkap)



Gambar 8.5 Peta prediksi daerah penangkapan ikan.

7. Foto satelit (menampilkan foto satelit suatu daerah hasil pemotretan pada waktu tertentu)
8. Mencari tempat-tempat penting (*point of interest*) (menampilkan peta *point of interest*, seperti SPBU, bandara, stasiun kereta, hotel, restoran dll).

Adapun kegunaan GPS dalam penangkapan ikan meliputi:

1. Penentuan posisi daerah penangkapan ikan
2. Melakukan *tracking* kapal menuju *fishing ground*
3. Navigasi
4. Sistem informasi geografis
5. Sistem pelacak kapal
6. Penentuan jarak

### Peta

Peta adalah perlengkapan utama kapal berupa bentuk permukaan bumi yang diproyeksikan dengan skala tertentu. Peta digunakan untuk keperluan navigasi dan penangkapan ikan, menggambarkan keadaan rinci tentang wilayah laut yang aman dilayari, dengan tanda-tanda kedalaman air, tanda bahaya, serta benda petunjuk untuk bernavigasi. Selain itu, peta yang ada dapat juga memudahkan dalam pengoperasian alat tangkap, yaitu peta prediksi daerah penangkapan ikan (Gambar 8.3).

### RADAR

*Radio Detection and Ranging* atau disingkat "radar", merupakan sistem yang digunakan untuk mendeteksi objek, berdasarkan pada prinsip pengukuran waktu tempuh untuk merambatkan gelombang elektromagnetik, yang dipancarkan *transmitter* hingga gema yang dipantulkan oleh objek diterima kembali *receiver* yang selanjutnya tergambar pada *Display*. Istilah "radar" pertama kali digunakan 1941, menggantikan istilah Inggris RDF (*Radio Direction Finder*).



Gambar 8.6 Marine radar alat navigasi kapal.

Tahun 1865, ahli Fisika asal Inggris "James Clerk Maxwell" mengembangkan dasar-dasar teori elektromagnetik. Satu tahun kemudian, "Heinrich Rudolf Hertz" ahli Fisika Jerman berhasil membuktikan teori Maxwell dengan menemukan gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda. Hal itu pertama kali diterapkan oleh Christian Hülsmeier pada tahun 1904 dengan mempertunjukkan kebolehan, mendeteksi kehadiran dari suatu kapal pada cuaca berkabut tebal, tetapi belum sampai mengetahui jarak kapal tersebut. Pada dasarnya, Radar berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak suatu objek di sekeliling kapal, memberikan petunjuk adanya kapal, pelampung, kedudukan pantai dan objek lain. Oleh sebab itu, radar sangat bermanfaat untuk mengetahui kedudukan kapal lain, sehingga dapat membantu menghindari atau mencegah terjadinya tabrakan di laut. Radar sangat berguna pada saat cuaca buruk, keadaan berkabut, dan berlayar di malam hari, terutama jika petunjuk pelayaran seperti lampu suar, pelampung, bukit atau bangunan visual tidak dapat diamati. Kelebihan utama radar dibandingkan dengan alat navigasi elektronik lain adalah bahwa radar tidak memerlukan stasiun pemancar.

#### *Jenis dan Aplikasi Radar*

Ada dua jenis radar, antara lain:

1. **Doppler radar**, merupakan jenis radar yang menggunakan efek Doppler untuk mengukur kecepatan radial dari objek yang masuk daerah tangkapan radar. Radar jenis ini sangat akurat dalam mengukur kecepatan radial, contohnya *weather radar* yang digunakan untuk mendeteksi cuaca.
2. **Bistatic radar**, merupakan jenis radar yang mempunyai komponen pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) dipisahkan oleh jarak yang dapat dibandingkan dengan jarak target. Objek dideteksi berdasarkan pada pantulan sinyal objek ke pusat antena. Contoh *bistatic radar* adalah *passive radar*.

#### *Kelebihan dan Kelemahan Radar*

Kelemahan radar juga perlu diketahui, yaitu masih sangat terpengaruh oleh kondisi topografi. Dengan demikian, untuk daerah yang bergunung, akurasi hasil akan menurun (Hartanto, 2008). Keuntungan pesawat radar dibandingkan dengan pesawat navigasi elektronik yang lain adalah bahwa pesawat radar tidak perlu bekerja sama dengan Stasiun Radio Pantai.

Penggunaan pesawat radar pada prinsipnya bertujuan:

1. Alat penentu posisi (*position fixing*)
2. Alat pencegah tubrukan (*anti collusion*)
3. Bernavigasi di alur pelayaran (*piloting*)
4. Peringatan terhadap keadaan cuaca (*weather warning*).

### *Penggunaan Radar pada Kapal Perikanan*

Radar dapat berguna sebagai penduga arah dan mengetahui kedudukan alat tangkap. Selain sebagai alat bantu untuk penentuan posisi dan menduga baringan serta jarak terhadap objek, radar pada kapal perikanan digunakan sebagai alat bantu menduga arah dan kedudukan alat tangkap pada kapal *purse seiner*, *long liner*, *gill netter*, dan lain-lain.

1. Radar sebagai alat penentu posisi kapal

Data dinyatakan dalam bentuk gambar pada *Cathode Ray Tube* (CRT) yang disebut juga PPI (*Plan Position Indicator*). Gambar tersebut serupa dengan bagian peta dengan *range* yang dipasang. Apabila cuaca baik, pesawat radar dapat dengan jelas mengenal karakteristik suatu daerah perairan dan bagian-bagian dari pantai. Dengan demikian, berdasarkan pengalaman yang ada walaupun tampaknya terbatas, daerah tersebut sudah dapat dikenal, walaupun hanya tampak dalam layar radar. Penunjukan gambar pada layar serta baringan atau arah yang diambil, harus memerhatikan terlebih dahulu pengaturan kompas yang digunakan. Gambar radar dinyatakan dengan haluan kapal pada bagian depan layar, dan hal itu menguntungkan navigator, mempermudah visualisasi jalannya bebas dari daratan, dan *buoy* atau kapal.

2. Penggunaan radar saat menolong kapal lain

Menurut anjuran IMO, setiap kapal harus dilengkapi dengan SART (*Search and Rescue Transponder*). Alat ini dapat memancarkan gelombang elektromagnetik yang dapat diterima radar, sehingga memudahkan kapal penolong mencari posisi kapal yang membutuhkan pertolongan.

3. Penggunaan radar pada kapal *purse seine*

Penggunaan radar pada kapal *purse seine*, khususnya pada *purse seiner* yang menggunakan *payao*, radar digunakan sebagai alat bantu mencari kedudukan rumpon (*payao*). Di samping itu, saat penebaran jaring *purse seine* (*setting*), radar digunakan untuk mengukur jarak antara kapal penangkap (*catcher boat*) terhadap kedudukan *payao* dan *light boat* sehingga lingkaran putar pada saat *setting* sempurna sehingga radius lingkaran penebaran (*turning circle*) alat tangkap tetap dapat dipertahankan.

4. Penggunaan radar pada kapal *long liner* dan *gill netter*

Pada kapal *long liner* dan kapal *gill netter*, setiap rangkaian alat tangkap yang ditebarkan dilengkapi dengan pelampung yang diberi *radar reflector*. Radar dapat membantu untuk mengamati kedudukan bola pelampung (*buoy*) pada alat tangkap yang dilengkapi *radar reflector*. Di samping itu, radar digunakan pula sebagai alat pemantau keadaan atau kedudukan kapal penangkapan ikan lainnya untuk menghindarkan alat tangkap yang ditebar hilang dan dicuri oleh kapal lain atau alat tangkap bersilangan dengan alat tangkap milik kapal lainnya.

5. *Marine radar dengan Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)*

Tipe radar ini mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kapal lain, kondisi cuaca atau awan yang dihadapi di depan sehingga dapat menghindari bahaya yang ada di depan kapal, selain dapat membuat trek menggunakan kontak radar. Sistem ini dapat menghitung *tracking*, kecepatan, dan titik terdekat pendekatan (CPA) sehingga dapat mengetahui tanda bahaya tabrakan dengan kapal lain atau daratan. Alat navigasi kapal ARPA khusus memberikan presentasi dari situasi *navigasi kapal* pada saat itu dan dapat memprediksi navigasi atau arah kapal beberapa saat kemudian. Alat navigasi ARPA dapat memperhitungkan risiko tabrakan kapal, dan memungkinkan operator untuk melihat manuver kapal.

### **Radio Komunikasi**

Peralatan bantu di kapal ini sangat penting untuk memudahkan pertukaran informasi di antara kapal pada waktu berlayar. Terdapat tiga frekuensi radio untuk komunikasi di kapal, yaitu VHF (*Very High Frequency*), HF (*High Frequency*), dan MF (*Medium Frequency*). Dari berbagai frekuensi radio komunikasi di kapal, frekuensi 16 sering digunakan dalam pelayaran.

### **Faks Cuaca**

Faks cuaca digunakan untuk mengetahui keadaan cuaca pada saat berlayar. Faks ini dikirimkan dari stasiun (pangkalan) masing-masing kapal. Data tersebut merupakan olahan dari data satelit.

### **Radio Direction Finder atau RDF**

Alat bantu navigasi ini bekerja berdasarkan penerimaan gelombang radio untuk mengetahui arah dan perkiraan jarak pemancar. Suara yang dipancarkan mengalami penurunan energi sampai pada target atau penerima suara sudah tidak sekuat dari yang terdepan.

Prinsip kerja pesawat RDF serta penggunaannya terkait dengan penentuan posisi kapal adalah sebagai berikut:

1. Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antena pemancar yang dialiri arus bolak-balik (*alternating current/AC*) akan ditangkap antena yang dipasang pada kapal yang berbentuk kumparan melalui medan magnet, yang dapat menginduksi kumparan sehingga terjadi tegangan listrik.
2. Besarnya tegangan listrik yang terjadi dalam kumparan itu bergantung pada letak kumparan (penampang kumparan) arah gelombang elektromagnetik penginduksi.
3. Apabila penampang kumparan menuju antena pemancar (Stasiun Radio Pantai), tegangan listrik yang terjadi bersifat maksimum. Perubahan tegangan listrik dari kedudukan minimum ke kedudukan tertentu dapat lebih mudah didengar atau dilihat dibandingkan dengan kedudukan minimum.

4. Dalam melakukan baringan dengan RDF, cari kedudukan maksimum dulu, kemudian minimum hingga lebih jelas baringannya, ditandai dengan perubahan suara maupun gambar yang juga tampak nyata. Apabila pesawat RDF dilengkapi dengan sistim *automatic bearing*, navigator hanya tinggal membaca penunjukan jarum baringan.

Keuntungan pesawat RDF meliputi:

1. Dapat digunakan dalam navigasi pantai, di manapun kapal berada
2. Kapal yang meminta pertolongan kepada kapal lain atau stasiun pantai atau darat karena berada dalam keadaan darurat, dapat menggunakan pemancar radionya sehingga dengan mudah ditemukan posisinya.

### **SART**

Suatu alat yang diisyaratkan dalam GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) yang dapat diinterogasi oleh pancaran pulsa radar khusus (*Radar X-Brand* atau Radar 3 cm), jika alat ini diaktifkan. Gunanya untuk pencarian kapal dalam bahaya.

### **Vessel Monitoring Aid (VMA)**

Alat bantu pemantau kapal ini digunakan melalui pemanfaatan alat bantu navigasi radar dan GPS *radio buoy* sebagai identifikasi kapal di laut dan hasil rancang bangun jaringan komunikasi data antarkapal yang sedang melakukan kegiatan penangkapan ikan. Jaringan transmisi komunikasi data melalui frekuensi radio dibangun, dapat mengirim kode identitas dan status berdasarkan GPS kapal pengirim data serta jaringan penerima komunikasi data melalui frekuensi radio, selain dapat mengenali langsung identitas kapal ikan pengirim data.

Konsep pemantauan kapal tersebut memiliki perangkat piranti lunak sistim operasional alat bantu pemantau kapal dan dapat menguji kemampuan serta kapasitas komunikasi data antara data *transmitter* yang dipasang pada kapal dan data *receiver* yang dipasang di kantor di darat. Salah satu fasilitas atau fitur yang terpasang dan dapat digunakan adalah layanan "pesan singkat" atau *short message services*, fitur dalam aplikasi piranti lunak VMA dapat digunakan untuk komunikasi singkat antara stasiun dan klien kapal perikanan.

### **IRS (Inertial Reference System)**

*Inertial Reference System* adalah seperangkat yang dapat mengetahui posisi koordinat kapal berdasarkan efek inertial dan menggunakan peta sebagai perangkat untuk menentukan posisi sebuah kapal.

### **Telegraf**

Alat komunikasi kapal telegraf merupakan mesin untuk mengirim dan menerima pesan pada jarak jauh kapal. Telegraf menggunakan kode Morse dengan frekuensi

gelombang radio. Kode morse adalah metode dalam pengiriman informasi, dengan menggunakan standar data pengiriman nada atau suara, cahaya dengan membedakan ketukan *dash dan dot* dari pesan kalimat, kata, huruf, angka, dan tanda baca. Kode Morse dapat dikirimkan melalui peluit, bendera, cahaya, dan ketukan Morse. Kata telegraf yang sering didengar saat ini, secara umum merupakan telegraf elektrik. Telegraf ditemukan oleh seorang warga Amerika Serikat bernama Samuel F.B. Morse bersama dengan asistennya Alexander Bain.

### **Marine VHF Radio**

Alat komunikasi kapal ini digunakan untuk memenuhi tujuan komunikasi kapal, yaitu memanggil tim penyelamat dan berkomunikasi dengan pelabuhan. Secara luas, alat komunikasi kapal *marine VHF radio* digunakan untuk menghindari tabrakan.

### **GPS Radio Buoys and Micro Fish-Finding Module**

*Radio buoys* dan *fish finding module* dapat memperbaiki efisiensi dan akurasi pengoperasian alat tangkap *long line* dan *purse seine*. Waktu dan BBM kapal perikanan dapat ditekan dan dikurangi, memperoleh informasi densitas *schooling* ikan, serta posisi *schooling* ikan tersebut.

### **SONAR**

*Sound Navigation and Ranging* atau disingkat dengan "sonar", merupakan istilah navigasi suara USA. Inggris punya sebutan ASDIC (*Anti Submarine Detection Investigation Committee*), merupakan sistem yang menggunakan gelombang suara bawah air yang dipancarkan dan dipantulkan untuk mendeteksi objek atau mengukur jarak bawah laut.

Sonar telah luas digunakan dan dikembangkan, menjadi alat bantu pendeteksi (pelacak) kelompok renang ikan di perairan. Saat ini, berbagai jenis sonar digunakan oleh pelaut dan nelayan. Dasar kerja sonar adalah menghitung waktu ( $t$ ) pancaran pulsa sinyal oleh *transmitter* (echo) yang diterima oleh *receiver* dari objek bawah air. Kecepatan merambat ( $V$ ) gelombang suara di media air adalah 1500 m/s. Perhitungan jarak tempuh rambatan pulsa sinyal oleh *transmitter*, kemudian pulsa sinyal mengenai target hingga echo diterima *receiver*. Kedalaman objek bawah air yang diamati dapat diketahui dengan rumus:

$$S = (v \times t) : 2$$

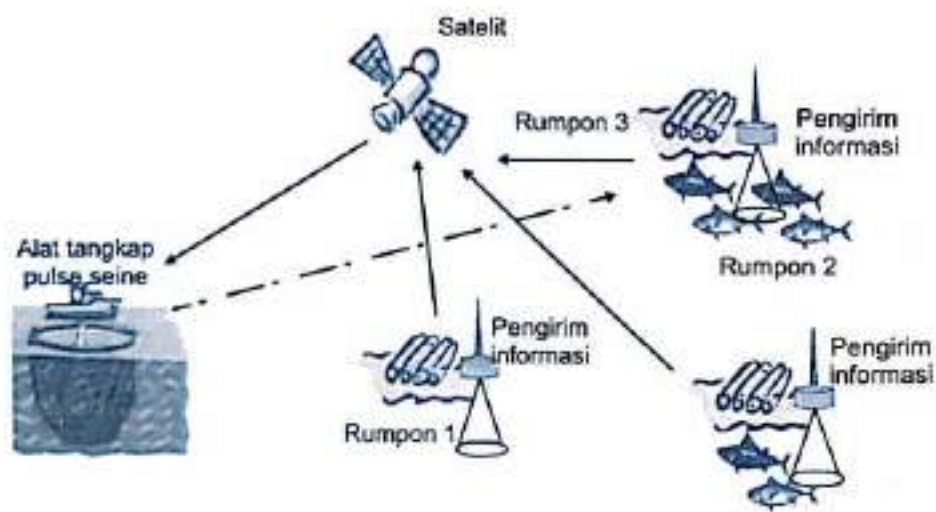
dengan,

$S$  = Jarak kapal pengamat terhadap objek

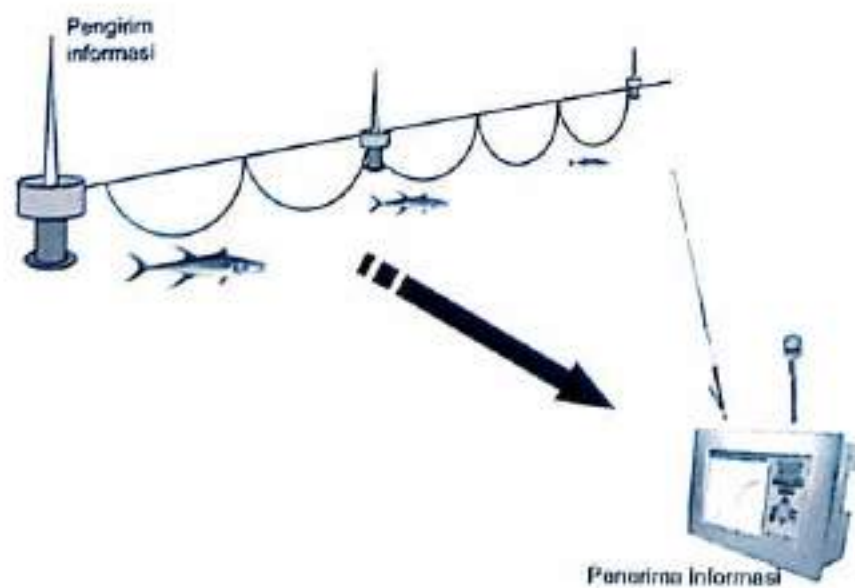
$V$  = Kecepatan rambat suara dalam media air (1500 meter/detik)

$t$  = selang waktu pulsa merambat ke objek

Apabila kecepatan kapal 10 knot (10 mil laut per jam) atau 500 cm/detik dan kecepatan *recording paper* = 0,01 cm/detik. Kemudian, skala perekaman (*horizontal recording scale*) adalah 1/50.000. Selanjutnya, jika kedalaman perairan 10 cm, skala penggambaran vertikalnya adalah 1/2000. Rasio (perbandingan antara *horizontal scale* terhadap *vertical scale*) dapat diketahui 2000/50.000 atau 1/25. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa tampilan data pada *display unit* tidak memberikan skala pengukuran yang tepat. Apabila  $f$  (frekuensi) merupakan jumlah frekuensi suara yang diosilasikan,  $\lambda$  meter (*wave length*) merupakan panjang gelombang dan  $T$  (*period*) merupakan waktu pancar suara.  $v$  adalah kecepatan rambat suara serta  $D_{max}$  adalah *maximum detecting distance* (jarak deteksi maksimum), beberapa formula berlaku:



**Gambar 8.5** Sketsa pemanfaatan *radio buoy* pada perikanan *purse seine* yang menggunakan rumpon (*FADs American-type*).





Lighted buoy ukuran kecil



Lighted buoy ukuran sedang



Lighted buoy ukuran kecil

**Gambar 8.6** Ilustrasi pemanfaatan *buoy tracking system* pada perikanan *longline* dan berbagai jenis *Light buoy* untuk industri perikanan.

Rumus:

$$f = 1/T = v / 2 D_{\text{maks}}, \quad vT = \lambda \quad \text{dan} \quad f \lambda = v$$

Secara garis besar, frekuensi terendah suara yang dapat dideteksi oleh pendengaran manusia berkisar antara 50–60 *cycle* dan frekuensi tertinggi berkisar antara 10 *kilocycle* (10.000 *cycle*) dan 15 *kilocycle* (15.000 *cycle*). Frekuensi yang lebih tinggi dari 15.000 *cycle* dinamakan *ultrasonics waves* (gelombang ultrasonik).

Kecepatan perambatan suara ( $V$ ), bergantung pada jenis media yang dilaluinya. Di udara,  $V$  sekitar 340 m/detik dan dalam media air laut pada suhu 12°C, nilai  $V = 1500$  m/detik. Oleh karena itu, jika  $V$  adalah 1.500 m/detik, hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang (*wave length* =  $\lambda$ ) dapat dihitung melalui Tabel 8.1.

Apabila gelombang suara dipantulkan oleh objek, ukurannya selalu melebihi panjang gelombang suara. Oleh karena itu, jika ingin mendeteksi besarnya seutas tali (pada *purse seine*) atau ikan kecil, frekuensi gelombang ultrasonik 200 *kilocycle* dapat digunakan. Sebaliknya, untuk mendeteksi ikan besar, seperti tuna, *fish finder* berfrekuensi 50-60 *kilocycle*, dengan sumber daya (*power source*) yang besar.

**Tabel 8.1** Hubungan antara frekuensi ( $f$ ) dan panjang gelombang (*wave length*= $\lambda$ )

Formula : $f \lambda = v, v = 1500$ m/detik						
$f$ (kc)	10	15	20	50	100	200
$\lambda$ (cm)	15	10	7,5	3,0	1,5	0,75

### Jenis Sonar

Berdasarkan arah *transducer* yang memancarkan gelombang akustik, sonar dibedakan menjadi lima macam:

1. *Fixed transducer type sonar*: Arah pancaran pulsa selalu tetap dalam perkembangannya. *Fixed transducer type sonar* dikenal sebagai *echosounder* dan *fish finder*. Arah pancaran pulsa pada *echosounder/fish finder* selalu tetap ke arah vertikal.
2. *Scanning sonar*: Arah pancaran pulsa dapat diputar (*scanning*) horizontal ( $0^{\circ}$ – $360^{\circ}$ ) dan vertikal ( $90^{\circ}$ – $180^{\circ}$ ) menurut kebutuhan petugas pengamat. Tampilan gambar pada layar *brown tube* (CRT) menggambarkan besarnya densitas *fish school*, serta menggambarkan arah pergerakan ikan secara terus-menerus yang dapat dideteksi.
3. *Searchlight sonar*: Arah pancaran sinyal dapat diubah menurut *train angle* ke arah vertikal maupun horizontal.
4. *Side sounder*: Pancaran pulsa sinyal diarahkan ke arah samping kapal (kanan dan kiri kapal) dan digunakan pada kapal penyapu ranjau.
5. *Net sonde*: Digunakan pada kapal *mid water trawler* untuk mengetahui tinggi bukaan mulut jaring serta letak kedudukan jaring terhadap dasar dan permukaan perairan. *Net sonde* juga digunakan pada kapal *purse seiner* dan dipasang pada tali ris bawah jaring *purse seine* untuk mengetahui kedudukan tali ris bawah terhadap permukaan perairan dan *swimming layer* ikan sasaran penangkapan.
6. *Telesounder*: Pengembangan dari *fixed transducer type sonar* serta *search light sonar*, yang memancarkan teruskan tampilan data dari satu penerima ke penerima lainnya melalui satelit. *Telesounder* umumnya digunakan pada *purse seiner* tuna dan cakalang berskala industri. Satu perangkat *telesounder* ditempatkan di *light boat* (kapal lampu). Tampilan data dan layar monitor *telesounder* di *light boat* selanjutnya diubah menjadi gelombang radio dipancarkan teruskan melalui satelit, kemudian diterima di pesawat penerima (*receiver*) yang berada di kapal penangkap (*catcher boat*). Di beberapa negara maju, *telesounder* digunakan pula pada perikanan *setnet* di Jepang.

### Jenis Sonar Berdasarkan pada Frekuensi Kerja

Berdasarkan pada penggunaan frekuensi pulsa yang dipancarkan, sonar dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, antara lain:

1. *Low frequency sonar*: Sonar dengan pancaran pulsa frekuensi rendah (*low frequency*). Penggunaannya hanya sebagai *echosounder* (alat bantu navigasi), penduga kedalaman perairan, dan kurang layak digunakan sebagai *fish finding sonar*, karena sensitivitas penerimaannya tidak sepeka *fish finding sonar*.

2. *High frequency sonar*: Sonar ini memancarkan pulsa pada frekuensi tinggi, tingkat kepekaannya lebih baik dibandingkan dengan sonar frekuensi rendah. *High frequency sonar* dipakai sebagai *fish finding sonar*, yaitu alat bantu untuk mendeteksi dan mengamati pergerakan *fish school*. Perbedaan antara *navigation sonar* dan *fish finding sonar* dirinci pada Tabel 8.2.

Menurut *Japan Radio Company* (1992), JRC memproduksi beberapa tipe *transducer* untuk *fish finder*. Hubungan antara frekuensi, *beam angle*, *search range*, dan *sounding range* pada masing-masing tipe *transducer* tampak pada Tabel 8.2. *Display unit*-nya menampilkan data dengan warna cerah, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi objek bawah air. Alat tersebut dilengkapi pula dengan *bottom alarm*, *fish alarm*, dan *temperature alarm*. Selain itu, *MV Trevally* dilengkapi pula dengan *searchlight sonar* buatan *FURUNO Color LCD Searchlight Sonar Model CH 250*. Selain dapat digunakan sebagai *searchlight sonar*, alat tersebut dapat berfungsi sebagai *fish finder*.

**Tabel 8.2** Perbedaan Antara *Navigation Sonar* dan *Fish Finding Sonar*

Kedalaman	Navigation Sonar	Fish Finder Sonar
Shallow water Kedalaman <100 m	Frekuensi 15–75 kHz Beam width antara 10°–20° Pulse length <1 mil/detik Cukup baik digunakan <i>display unit</i> dengan <i>flasher screen</i>	Frekuensi 100–400 kHz Beam width (sudut pancar) 5°–15° Pulse length <1 mil/detik Pada umumnya dilengkapi dengan TVG dan <i>white line</i>
Deep water Kedalaman >100 m	Frekuensi 10–20 kHz Beam width 4°–10° Pulse length >2 mil/detik	Frekuensi 30–50 kHz Beam width 40° Pulse length 1–2 mil/detik Dilengkapi dengan TVG dan <i>white line</i>

Sumber: Prado dan Dremier (1992), *Fishermen Workbook*. FAO. Roma

**Tabel 8.3** Hubungan Frekuensi, *Beam Angle*, *Search*, dan *Sounding Range*

Tipe <i>transducer</i>	Frekuensi	Beam Angle	Search Range at Depth 100 meter	Sounding Range
CFT-2505	200	9	16 m	300 m
2505	50	35	63 m	800 m
210	200	7	12 m	400 m
710	75	17	30 m	800 m
510	50	11x34	20x30 m	1999 m
310	28	31	56 m	1300 m
CFI-220	200	6	10 m	450 m

(berlanjut)

**Tabel 8.3** Lanjutan

<i>Type transducer</i>	<i>Frekuensi</i>	<i>Beam Angle</i>	<i>Search Range at Depth 100 meter</i>	<i>Sounding Range</i>
720	75	11	19 m	1000 m
750	75	6x9	10x16 m	1200 m
520	50	11x12	19x21 m	1250 m
550	50	9	16 m	1550 m
580	50	6	10 m	1900 m
320	28	21	37 m	1900 m
350	28	15	26 m	2350 m
380	28	11	19 m	2800 m
120	15	14x67	51x132 m	3000 m
180	15	20x22	35x39 m	6000 m

Sumber: Japan Radio Company (1992).

### *Pemilihan Sonar*

Untuk kebutuhan berbagai tujuan penangkapan ikan, telah banyak didagangkan berbagai jenis sonar. Dalam memilih dan menggunakannya, spesifikasi dan karakteristik serta prosedur pengoperasiannya harus dicermati. Setiap pabrik mengeluarkan alat dengan *performance* berbeda. Beberapa tips dalam memilih sonar antara lain:

1. Jangan lekas tertarik oleh advertensi atau iklan, tetapi pilih dan gunakan sonar yang memiliki *performance* dan kemampuan kerja yang tinggi, karena sonar digunakan di *fishing ground* secara terus-menerus tanpa henti.
2. Sumber listrik yang tersedia di kapal harus cukup untuk kebutuhan penggunaan sonar, seperti *output voltage* (volt), daya listrik (watt), dan kuat arus listrik (ampere), serta jenis aliran listrik arus dua arah (AC) atau searah (DC).
3. Frekuensi kerja sonar harus sesuai dengan tujuan pengoperasiannya, misalnya sonar frekuensi rendah (15–75 kHz) digunakan untuk perairan dalam (*deep water*), sedangkan sonar berfrekuensi tinggi (100–400 kHz) digunakan pada perairan dangkal (*shallow water*) yang memerlukan tingkat akurasi yang lebih baik. Sejalan dengan perkembangan teknologi, akhir-akhir ini dikembangkan sonar "*dual frequency*" yang dapat menggunakan frekuensi tinggi dan rendah bersamaan dalam satu layar (*display*).
4. Sedapat mungkin, kabel yang menghubungkan *transmitter*, *receiver*, dan *transducer* tidak terdapat sambungan (tidak terputus).
5. Pilih *transducer* yang permukaannya tidak cacat. Permukaan *transducer* jangan dilapisi cat dan jangan dikerik. Khususnya ketika *docking* di atas galangan, hindari *transducer* dari benturan.

6. Seluruh perangkat *fish finding sonar* yang digunakan merupakan satu kesatuan perangkat. Oleh sebab itu, hindari pemakaian komponen yang bukan peruntukannya (merk, tipe, dan nomor seri harus sama).
7. Upayakan untuk memiliki buku petunjuk penggunaannya untuk menghindari salah pemasangan atau penggunaan, salah penempatan, dan salah perawatan, karena setiap pabrik memiliki ciri khas dan prosedur penggunaan yang berbeda.
8. Untuk keamanan pemakaiannya, pengoperasian dan perawatan sonar sebaiknya hanya dilakukan oleh perwira yang bertugas. Perbaikan sonar hanya dilakukan oleh teknisi khusus.

#### *Pemanfaatan Sonar pada Kapal Ikan*

Sonar dapat memberikan gambaran dan informasi tentang kedalaman dan keadaan alami dasar serta konfigurasi bentuk dasar perairan. Pada kapal ikan, sonar digunakan untuk memperoleh informasi tentang ukuran densitas, distribusi, kecepatan, dan arah renang *fish school*, serta mengetahui bentuk dan kedudukan jaring dalam air, mengetahui ikan yang masuk ke dalam jaring. Pada kegiatan ilmiah, sonar digunakan dalam pendugaan stok populasi ikan, DSL (*deep scattering layer*), dan *current barrier* (pertemuan arus).

*Fixed transducer type sonar* adalah jenis sonar yang digunakan pada kapal penangkap ikan demersal (pukat udang, pukat harimau, bubu, rawai dasar), atau lebih dikenal dengan *fish finder*. Pada kapal pukat udang dan pukat ikan, *fish finder* berfungsi ganda, yaitu mengetahui konfigurasi dan jenis dasar perairan serta sebagai alat pendeteksi ikan dan udang. Oleh sebab itu, pukat dapat ditempatkan pada *swimming layer* udang dan ikan sasaran, serta kapal dapat beroperasi dengan aman menghindari berbagai objek bawah air yang membahayakan alat tangkap. Sementara itu, kapal *midwater trawler* dilengkapi dengan "netzonde", untuk menduga tinggi pembukaan mulut jaring.

*Fish finder* pada kapal rawai dasar (*bottom long liner*) dan bubu (*pot long liner*), digunakan untuk mengetahui kontur dasar laut tempat ikan berkelompok. Satu armada penangkapan pada perikanan *purse seiner* yang beroperasi di sekitar rumpon, terdiri atas *light boat*, *ranger boat*, dan *catcher boat*. Kapal *catcher boat* dilengkapi dengan *scanning sonar* dan *fish finder* untuk melacak pergerakan kelompok renang ikan. Sementara itu, kapal lainnya, seperti *light boat* dan *ranger boat* dilengkapi dengan *fish finder* untuk menduga kedalaman dan menduga kepadatan *fish school* (kelompok ikan) yang berkumpul di sekitar rumpon. Selain itu, pada tali ris bawah pukat cincin (*purse seine*), dipasang *netzonde* untuk mengetahui kedalaman tali ris bawah. Pada kapal *pole and liner*, *scanning sonar* dan *fish finder* digunakan untuk mengikuti kedalaman, kepadatan, dan pergerakan kelompok renang ikan.

## ALAT NAVIGASI KAPAL LAIN

### Decca

Peralatan navigasi di kapal yang digunakan untuk menentukan posisi kapal dengan cara menerima dan mengirim sinyal tentang posisi kapal berada, memiliki satu sistem hiperbolik frekuensi rendah olah gerak radio untuk olah gerak kapal di perairan.

### Omega

Cara lain untuk menentukan posisi adalah cara konvensional, dengan navigasi omega. Omega adalah sistem navigasi yang menggunakan gelombang radio berjangkauan jauh, dengan operasi sistem navigasi hiperbolik pada *band* frekuensi 10–14 kHz yang merupakan gelombang *Very Low Frequency* dengan sifat perambatan *groundwave*.

Omega adalah global radio navigasi pertama yang benar-benar untuk sistem pesawat terbang, dan pertama kali dioperasikan oleh Amerika Serikat. Omega dikembangkan oleh *United State Navy* untuk keperluan militer. Pembangunannya disetujui pada tahun 1968 dengan hanya 8 *transmitter* dan kemampuan 4 mil (6 km) pada saat pemasangannya. Setiap stasiun omega mentransmisikan frekuensi sinyal yang rendah, terdiri atas pola empat nada unik ke stasiun secara berulang setiap 10 detik. Akhir-akhir ini, omega berkembang menjadi sistem yang digunakan oleh masyarakat sipil. Dengan menerima sinyal dari 3 stasiun, penerima omega mendapatkan lokasi posisi sampai 4 mil laut (7,4 km) dengan menggunakan prinsip tahap pembandingan sinyal. Karena keberhasilan GPS (*Global Positioning System*), penggunaan omega ditolak pada tahun 1950-an, bahkan biaya operasi omega tidak dapat lagi dibenarkan. Omega diberhentikan pengoperasiannya pada 30 September 1997, dan semua stasiun Omega juga diberhentikan.

### Metode Pengoperasian Omega

Sistem navigasi omega sama dengan decca, yaitu sistem yang menggunakan beberapa *land-based transmitting station* dan ditempatkan terpisah beberapa ratus mil serta diorganisasi dalam *chain*. Omega menggunakan 8 stasiun terpisah pada jarak 5000–6000 mil.

Dengan prinsip pengiriman gelombang pulsa dari stasiun *transmitter* ke *receiver*, diperoleh perbedaan fase antara gelombang dari stasiun master dan stasiun sekunder. Perbedaan tersebut dikonversikan ke nilai jarak tertentu untuk mendapatkan *hyperbolic lines of position*. Titik perpotongan 2 garis hiperbolik adalah posisi penerima.

### *Kelebihan dan Kekurangan Omega*

Omega memiliki kelebihan dan kelemahan, antara lain:

1. Menggunakan gelombang radio pada frekuensi 10–14 kHz dan jarak jangkauannya sangat luas.
2. Kesalahan penilikannya 1-2 mil (dalam *rms*)
3. Dapat digunakan, baik pada malam maupun siang hari.

### **Consol**

Consol merupakan alat bantu navigasi yang direkomendasikan *ICAO nav aids* setelah Perang Dunia II. Sistem navigasi dengan menggunakan gelombang radio berjangkauan jauh ini menggunakan operasi sistem navigasi hiperbolik pada *band* frekuensi 250–370 kHz yang merupakan gelombang *Low Frequency* dengan sifat perambatan *groundwave*. Stasiun consol terdiri atas tiga *aerials sited* yang berada dalam satu garis lurus dengan jarak udara dari sejumlah panjang gelombang yang memisahkan kedua sisi terluar dari *aerial*. Karena pembelokan di kedua sisi terluar dari *aerial*, cerminan di salah satu sisinya dapat terbentuk.

Waktu yang dibutuhkan untuk mempertahankan garis penuh adalah  $1/8$  detik dan untuk garis putus-putus adalah  $3/8$  detik. Dengan cara ini, sejumlah "*equisignal*" arah yang ditetapkan harus dibedakan satu sama lain dengan mencari arah proses navigasi. Hal itu dicapai dengan mengubah fase terluar kedua *aerial* secara perlahan sehingga setelah periode yang disebut "pensapuan", terjadi pembelokan atau penyimpangan. Perubahan fase yang lambat tersebut menambah dan sedikit memisahkan fase garis putus-putus. Efek dari "pensapuan" ini adalah memutar titik dan garis putus-putus dalam satu arah.

Keakuratan consol dapat meningkat tajam, yang menyebabkan pemisahan arah *equisignal* lebih kecil (dapat dilakukan dengan meningkatkan spasi udara), tetapi batasnya dapat ditentukan sesuai kebutuhan, dengan mencari arah atau proses navigasi lainnya untuk menentukan antara dua posisi *equisignal* pada saat jatuh. Sistem navigasi consol menggunakan beberapa *land-based transmitting station* yang ditempatkan terpisah beberapa ratus mil dan diorganisasi dalam *chain*. *Consol chain* terdiri atas tiga stasiun, yang setiap stasiunnya memiliki 3 *tower* pemancar. Dengan prinsip pengiriman gelombang dari stasiun *transmitter* ke *receiver*, diperoleh kurva hiperbola yang mendekati garis lurus (*collapse*). Titik perpotongan 2 garis hiperbolik adalah posisi penerima.

### *Kelebihan dan Kekurangan Consol*

Consol memiliki kelebihan dan kekurangan, antara lain:

1. Menggunakan gelombang radio pada frekuensi 250–370 kHz dan jarak jangkauannya 1000–1500 mil
2. Penggunaannya terbatas pada bagian timur atlantik utara
3. Dapat digunakan, baik pada malam maupun siang hari.

## Loran

Loran adalah suatu sistem navigasi dengan menggunakan gelombang radio berjangkauan jauh, dengan operasi sistem navigasi hiperbolik pada *band* frekuensi 90-100 kHz merupakan gelombang *Low Frequency* dengan sifat perambatan *groundwave*. Untuk saat ini, versi yang umum digunakan adalah Loran-C yang beroperasi di frekuensi rendah (90-110 kHz). Banyak negara yang menggunakan sistem ini, termasuk Amerika Serikat, Jepang, dan beberapa negara di Eropa.

### Metode Pengoperasian Loran

Sistem navigasi loran menggunakan beberapa *land-based transmitting station* yang ditempatkan terpisah dan diorganisasi dalam *chain*. Setiap *loran chain* minimal terdiri atas tiga stasiun, yaitu 1 *master station* dan 2 *secondary station*. Dengan prinsip pengiriman pulsa dari stasiun *transmitter* ke *receiver*, diperoleh *time different* (TD) antara kedatangan sinyal dari stasiun master dan stasiun sekunder sehingga dapat dikonversikan ke suatu nilai jarak tertentu untuk mendapatkan *hyperbolic lines of position*. Titik perpotongan 2 garis hiperbolik adalah posisi penerima.

*Receiver* menerima sinyal dari *loran beacon* A, B dan C. Perbedaan waktu antara penerimaan sinyal dari *beacon* A dan B menempatkan sonde pada setiap titik pada hiperbola  $T_{ab}$ . Perbedaan waktu antara *receiving* dari sinyal *beacon* A dan C menempatkan sonde pada titik di hiperbola  $T_{ac}$  sehingga sonde terletak pada persimpangan  $T_{ab}$  dan  $T_{ac}$ . Loran berbasis *transmitter* hanya mencakup wilayah tertentu, dan cakupan yang cukup baik adalah Amerika Utara, Eropa, dan Pasifik.

### Kelebihan dan Kekurangan Loran

Loran memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti:

1. Pertama kali dikembangkan adalah Loran-A dengan frekuensi 1850-1950 kHz dan jarak jangkauan 800-1400 mil
2. Loran yang saat ini digunakan adalah Loran-C, menggunakan gelombang radio pada frekuensi 90-110 kHz dan jarak jangkauannya 1200-2300 mil
3. Jenis gelombang yang digunakan adalah gelombang pulsa (*pulse wave*) yang merupakan gelombang modulasi
4. Kesalahan penilikannya 200-700 *yards* (dalam *rms*)
5. Dapat digunakan pada malam maupun siang hari
6. *Receiver loran* yang ada di kapal, umumnya sudah otomatis dan sudah menunjukkan secara langsung posisi lintang dan bujur, kecepatan kapal, jalur serta jarak ke tujuan selanjutnya.

## Perum Gema

Perum gema adalah pesawat yang cekatan untuk navigator, pada setiap saat dapat dibaca dalamnya air di bawah lunas, tanpa memberhentikan kapal. Pada waktu tiba di perairan dangkal, sekalipun perum gema dapat digunakan. Selanjutnya, *recorder* menunjukkan gambaran yang baik dari jalannya kedalaman air dan meskipun tidak diawasi, tetap memberikan gambar atau *recorder*.

Pesawat perum gema yang bekerja dengan baik dapat pula menjadi alat penentuan posisi kapal, yang jika dikombinasikan dengan alat-alat lain, sangat berguna bagi navigator. Tinjauan dapat disimpulkan bahwa pesawat perum gema mempunyai keuntungan, jika dibandingkan dengan alat-alat perum lainnya, antara lain:

1. Setiap saat dalamnya air dapat dibaca
2. Kapal dapat berjalan dengan kecepatan lebih tinggi
3. Dapat melihat dasar perairan dengan garis profil yang takterputus
4. Pesawat dapat memerum dengan cermat hingga 2 dm
5. Jika ada, tempat dangkal seketika dapat dilihat pada profil
6. Merupakan alat bantu untuk penentuan tempat.

Perum gema merupakan satu pemancar yang menimbulkan getaran yang disalurkan ke alat yang ditempatkan pada dasar kapal dan mengubah energi listrik menjadi getaran dalam air laut. Getaran tersebut dikirimkan dalam bentuk impuls vertikal ke dasar laut dan dari dasar laut dipantulkan kembali. Sebagian dari energi yang dipantulkan itu ditangkap kembali sebagai gema oleh alat tersebut atau satu alat lain yang sejenis dan diubah menjadi impuls tegangan listrik yang lemah. Satu pesawat penguat memberi getaran gema listrik satu amplitudo lebih besar, selanjutnya getaran tersebut disalurkan ke satu pesawat petunjuk (indikator) dan membuat gambar.

Pemancaran dan penerimaan impuls dalam indikator, dari jarak di antara kedua petunjuk tersebut, dapat dijadikan ukuran bagi dalamnya air di bawah dasar laut. Getaran mengirimkan gelombang-gelombang suara yang dapat didengar. Kecepatan merambat dari getaran suara dalam air laut terletak antara 1435-1500 m per detik, dan getaran suara tersebut bergantung pula pada suhu, kadar garam, dan tekanan air.

Berdasarkan pada hasil penyelidikan, diketahui bahwa pada kedalaman 300 m, kadar garam 35%, dan suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , kecepatan merambat 1445 m/detik, sedangkan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , kecepatannya 1483 m per detik. Suhu, kadar garam, dan tekanan air harus diperhatikan untuk kedalaman air  $>300$  m, sedangkan untuk kepentingan navigasi, kecepatan merambat 1500 m per detik dianggap normal dan teliti. Waktu antara saat pengiriman impuls dan saat penerimaan gema secara sederhana dapat dikemukakan dalamnya air dengan menggunakan rumus:

$$d = \frac{Vt}{2}$$

dengan,

d = dalamnya air dalam meter

V = kecepatan merambat dalam air dalam meter per detik = 1500

t = jangka waktu antara impuls pemancaran dan impuls gema

2 = jalan yang ditempuh impuls adalah 2x kolom air di bawah kapal

Misalnya :  $t = 1 \frac{1}{3}$  detik,

$$d = \frac{15000}{2} \times \frac{4}{3} = \frac{600}{6} = 100 \text{ m}$$

## PERAHU SEBAGAI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

### PENDAHULUAN

Dalam operasi penangkapan ikan, nelayan menggunakan perahu atau kapal. Jenis perahu atau kapal yang digunakan berbeda-beda, bergantung pada jenis alat tangkapnya. Bab ini akan menyuguhkan contoh-contoh jenis perahu atau kapal yang biasa digunakan oleh nelayan untuk menangkap ikan (Sudirman, 2013).

### JENIS PERAHU

Sebagai gambaran, jumlah armada perikanan tangkap yang ada di Indonesia tahun 2007 dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Beberapa model perahu yang digunakan di Indonesia untuk melakukan penangkapan ikan antara lain:

1. Perahu alat tangkap cantrang

Perahu cantrang umumnya terbuat dari kayu yang mempunyai panjang secara keseluruhan 13 m, lebar 2,8, dan tinggi 1,1 m (Gambar 9.1 dan Gambar 9.2). Mesin yang digunakan pada kapal tersebut terdiri atas dua jenis, yaitu mesin *roller* merk Jiandong (ZH1115) 22 hp dan mesin penggerak kapal merk Yanmar (TF300H-di) 30 hp. Alat bantu yang digunakan pada alat tangkap ini adalah satu unit *roller* yang digunakan untuk mempermudah operasi penangkapan, terutama pada saat penarikan jaring (*hauling*) melalui tali selambar.

**Tabel 9.1** Gambaran Armada Perikanan Tangkap di perairan Indonesia Tahun 2007

Jenis Perahu	Jumlah Unit
Perahu tanpa motor	245.350
Perahu motor tempel	190.800
Kapal motor <30 GT	149.980
Kapal motor >30 GT	4.480
TOTAL	590.610

Sumber: Statistik Perikanan Tangkap (2007)



**Gambar 9.1** Perahu alat tangkap cantrang di perairan Takalar Sulawesi Selatan.



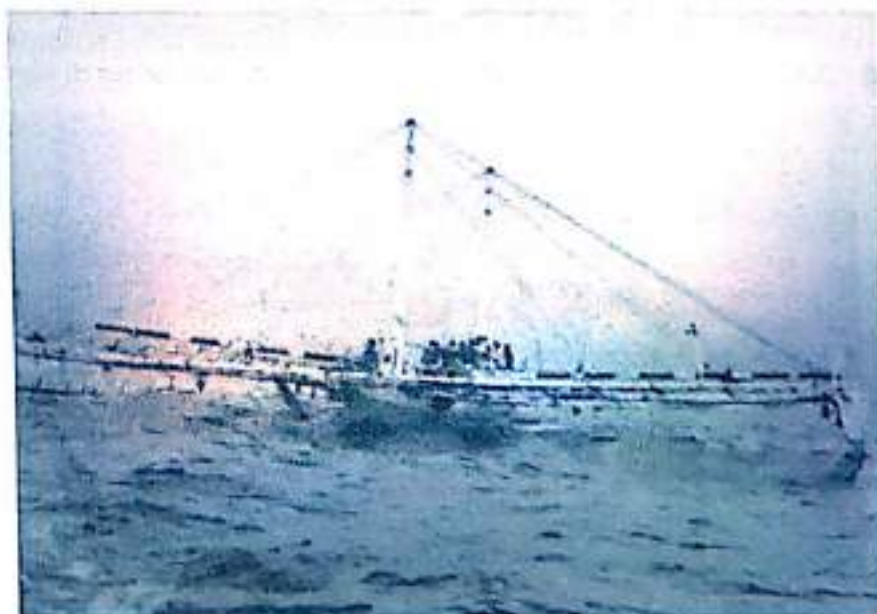
**Gambar 9.2** Perahu cantrang yang digunakan nelayan di daerah Jawa Timur.

2. Perahu mini atau kapal *purse seine*
3. Perahu bagan
4. Perahu untuk alat tangkap pancing
5. Perahu untuk alat tangkap *gill net*
6. Perahu bercadik dengan layar sebagai tenaga penggerak, untuk alat tangkap pancing

7. Perahu *Jolloro*, digunakan oleh nelayan untuk mengangkut hasil tangkapan dari *fishing ground* ke *fishing base*
8. Perahu untuk memancing ikan dan membawa bubu
9. Perahu penangkap ikan dan telur ikan terbang
10. Perahu bagan Rambo, yang digunakan sebagai alat bantu penangkap ikan pelagis.



Gambar 9.3 Model perahu mini *purse seine* yang beroperasi di perairan pulau Jawa.



Gambar 9.4 Perahu bagan ukuran sedang di Polman Sulawesi Barat.



**Gambar 9.5** Jenis lain dari perahu bagan apung di Nusa Tenggara Timur.



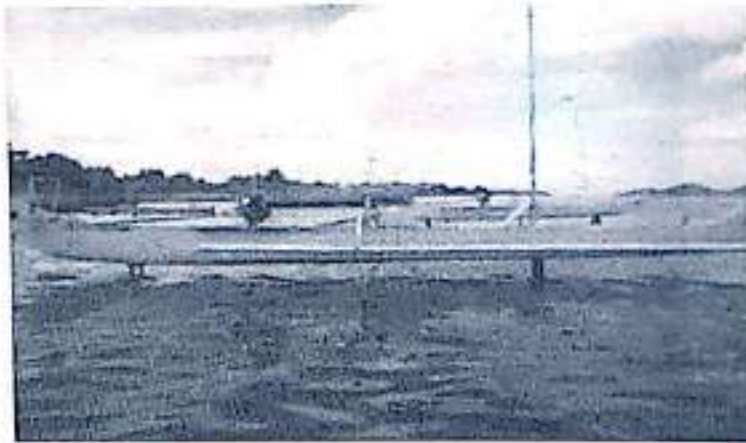
**Gambar 9.6** Salah satu model perahu untuk alat tangkap pancing di Banda Aceh.



**Gambar 9.7** Model perahu alat tangkap *gill net* untuk menangkap ikan terbang di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan.



**Gambar 9.8** Model perahu alat tangkap pancing yang digunakan nelayan tradisional di Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan.



**Gambar 9.9** Model perahu alat tangkap pancing ulur yang digunakan oleh nelayan di Polewali Mandar Sulawesi Barat.



**Gambar 9.10** Model perahu alat tangkap *gill net* di perairan Bulukumba Sulawesi Selatan.



**Gambar 9.11** Tipe Perahu bercadik dengan layar sebagai tenaga penggeraknya, digunakan untuk alat tangkap pancing di Kab. Bone Sulawesi Selatan.



**Gambar 9.12** Jenis Perahu *Jolloro* di perairan Sulawesi Selatan.



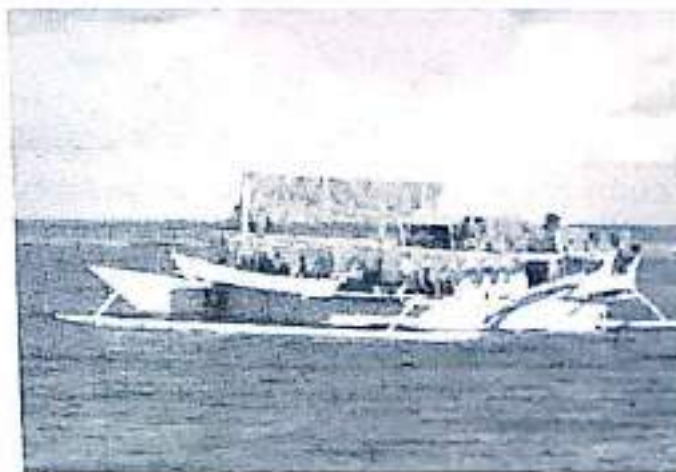
**Gambar 9.13** Jenis perahu yang digunakan untuk memancing ikan dan membawa bubu untuk menangkap kepiting rajungan di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan.



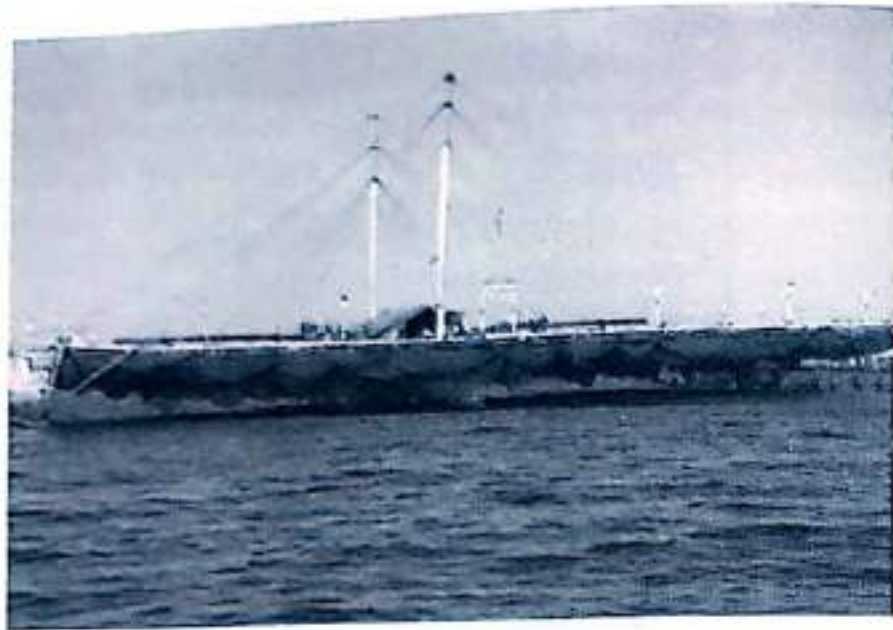
**Gambar 9.14** Jenis perahu *purse seine* yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis kecil di perairan.



**Gambar 9.15** Perahu penangkap ikan dan telur ikan terbang di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan (Ali, 2013).



**Gambar 9.16** Perahu penangkapan ikan dan telur ikan terbang di Kabupaten Majene Sulawesi Barat (Ali, 2013).



**Gambar 9.17** Perahu bagan Rambo di Teluk Bone.



**Gambar 9.18** Kapal *purse seine* yang beroperasi di lautan Pasifik dengan *fishing base* di Pulau Biak Provinsi Papua.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Allister, D.E. (1991). *Terumbu Karang Kita*. Ocean Voice and International Inc. WWF dan Kanwil Departemen Kehutanan Irian Jaya.
- Arakawa A.P., S. Choi, T. Arimoto, and Y. Nakamura. (1998). *Relationship between Underwater Irradiance and Distribution of Japanese Common Squid Under Fishing Light of Squid Jigging Boat*. Journal of the Tokyo University of Fisheries. Vol. 75 No. 2. P 553-557.
- Arnaya, I.N. (1991). *Akustik Kelautan II. Diktat Kuliah*. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi: Institut Pertanian Bogor.
- Arnaya, I.N., Sano, N., Iida, K. (1989). *Studies on Acoustic Target Strength of Squid IV. Measurement of The Mean Target Strength of Relatively Large-Sized Live Squid*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 1989; 40: 169-181.
- Arsyad, A. (1999). *Studi Hasil Tangkapan Purse Seine dengan Rumpon Daun Kelapa dan Rumpon Daun Lontar di Jeneponto Sulawesi Selatan*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas.
- Au, W.W.L., and Kelly, J. Benoit-Bird. (2003). *Automatic Gain Control in The Echolocation System of Dolphins*. Nature 423: 861-863.
- Ayodhyoa, A.U. (1981). *Metode Penangkapan Ikan*. Yayasan Dewi Sri Bogor. hlm 167.
- Bambang, N. (2009). *Rumpon Alat Bantu Pengumpul Ikan*. Presentasi pada Temu Teknis BPPI Semarang.
- Baskoro, M.S. (1999). *Capture Process of The Floated Bamboo-Platform Liftnet with Light Attraction (Bagan)*. Graduate School of Fisheries, Tokyo University of Fisheries. Doctoral Course of Marine Sciences and Technology. p 149.
- Baskoro, M.S., B. Murdiyanto, Zulkarnaen and T. Arimoto. (2002a). *The Effect of Underwater Illumination Pattern on The Catch of Bagan with Electric Generator in The West Sumatera Sea Waters Indonesia*. Proceedings of International Commemorative Symposium 70<sup>th</sup> Anniversary of the Javanese Society of Fisheries Science. Fisheries Sciences Tokyo. (68):1873-1876.
- Baskoro, M.S., F. Purwangka dan A. Suherman. (2011). *Atraktor Cumi-Cumi*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang. hlm 72.
- Blaxter, J.H.S. and R.S. Batty. (1989). *Herring Behaviour in Light and Dark*. In Light and Life in the Sea Ed. By P.J. Herring, Anthony K. Cambell, M. Whitfield and L. Maddock. Cambridge University Press. Cambridge. p 205-227.

- Blaxter, J.H.S. and Batty, R.S. (1990). *Swimbladder "Behaviour" and Target Strength*. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer 189: 233–244.
- Brandt, S.B. (1996). *Acoustic Assessment of Fish Abundance and Distribution*. Ed. by B.R. Murphy and D.W. Willis. Fisheries Techniques. 2<sup>nd</sup> edition, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 385–432.
- BSNI (Badan Standardisasi Nasional Indonesia). (2008). *Istilah dan Definisi—Bagian 13: Alat Bantu Penangkapan Ikan*. SNI 7277.13.
- Butler, M.J.A., Mouchot, M.C., Barale, V. and Le Blanc, C. (1988). *The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries: An Introductory Manual*. FAO Fisheries Tech. Pap. (295):165 pp.
- Clay, C.S. (1992). *Composition Ray-Mode Approximation for Backscattered Sound from Gas-Filled Cylinders and Swimbladders*. Journal of the Acoustical Society of America, 91: 2173–2180.
- Clay, C.S., and Horne, J.K. (1994). *Acoustic Models of Fish: The Atlantic Cod (Gadus morhua)*. J. Acoust. Soc. Am. 96: 1661–1668.
- Dirjen Perikanan Tangkap DKP. (2011). *Petunjuk Teknis Rumah Ikan dalam Rangka Pemulihan Sumber Daya Ikan*. Direktorat Sumber Daya Ikan dan Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan Semarang. Ditjen Tangkap. hlm 37.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. hlm 412.
- Efendy, M. (1998). *Pengaruh Jumlah Lampu Terhadap Komposisi dan Hasil Tangkapan Bagan Tancap di Perairan Teluk Awur Jepara Jawa Tengah*. Skripsi. Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. hlm 43.
- ESRI. (2004). *ArcGIS 9, Using ArcMap, Spatial Analyst*. (www.esri.com)
- Erwan J., L. Dagorn, and A. Bertrand (2000). *Typology and Behaviour of Tuna Aggregations Around Fish Aggregating Devices from Acoustic Surveys in French Polynesia*. Aquat. Living Resour. 13:183–192.
- Fabi, G., and Sala, A. (2002). *An Assesment of Biomass and Diel Activity of Fish at An Artificial Reef (Adriatic Sea) Using a Stationary Hydroacoustic Technique*. ICES Journal of Marine Science, 59: 411–420.
- Foote, K.G. (1980). *Important of the Swimbladder in Acoustic Scattering by Fish: A Comparison of Gadoid and Mackerel Target Strengths*. Journal of Acoustical Society of America, 67: 2084–2089.
- Foote, K.G. (1980a). *Averaging of Fish Target Strength Functions*. Journal of the Acoustical Society of America, 67: 504–515.
- Foote, K.G. (1980b). *Effect of Fish Behaviour on Echo Energy: The Need for Measurements of Orientation Distributions*. Journal du Conseil pour l'Exploration de la Mer, 39(2): 193–201.

- Foote, K.G. (1985). *Rather-High-Frequency Sound Scattering by Swimbladdered Fish*. J. Acoust. Soc. Am. 78: 688-700.
- Foote, K.G. (1987). *Fish Target Strength for Use in The Echo-integrator Surveys*. Journal of the Acoustical Society of America, 82: 981-987.
- Foote, K.G., and Ona, E. (1985). *Swimbladder Cross Sections and Acoustic Target Strengths of 13 Pollack and 2 Saithe*. FISKDIR. SKR. SER. HAVUNDERS., 18: 1-57.
- Foote, K.G. (1991). *Summary of Methods for Determining Fish Target Strength at Ultrasonic Frequencies*. ICES J. Mar. Sci. 48: 211-217.
- Furusawa, M. 1988. *Prolate Spheroidal Models for Predicting General Trends of Fish Target Strength*. Journal of the Acoustics Society of Japan, (E) 9: 169-180.
- Gunarso, W. (1985). *Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Metoda dan Taktik Penangkapan*. Diktat Kuliah (tidak dipublikasikan). Jurusan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. hlm 281.
- Hadisubroto, I. Gunawan, dan W. Subani. (1990). *Studi Tentang Terumbu Karang Buatan di Perairan Pulau Bokor dan Sekitarnya*. Kabupaten Jepara. Jurnal Penelitian Perikanan Laut.
- Hasmawati. (2012). *Efektivitas Atraktor Terhadap Penempelan Telur dan Jumlah Hasil Tangkapan Cumi-Cumi Pada Kedalaman yang Berbeda di Pulau Samatellu Lompo Kabupaten Pangkep*. Tesis pada Pascasarjana Universitas Hasanuddin. hlm 98.
- Haslett, R.W.G. (1962). *Determination of Acoustic Scatter Patterns and Cross Sections of Fish Models and Ellipsoids*. British Journal Applied Physics, 13: 611-620.
- Haslett, R.W.G. 1965. *Acoustic Backscattering Cross-Section of Fish at Three Frequencies and Their Representation on a Universal Graph*. British Journal Applied Physics, 13: 1143-1150.
- Hastie, T.J. and Tibshirani, R.J. (1990). *Generalized Additive Models*. London: Chapman and Hall, p. 335.
- Hazen, E.L. and Horne, J.K. (2003). *A Method for Evaluating Effects of Biological Factors on Fish Target Strength*. ICES Journal of Marine Science, 60: 555-562.
- Hazen, E.L. and Horne, J.K. (2004). *Comparing the Modelled and Measured Target-Strength Variability of Walleye Pollock, Theragra Chalcogramma*. ICES Journal of Marine Science. 61: 363-377.
- Henderson, M.J. (2005). *The Influence of Orientation on the Target Strength of Pacific Hake (Merluccius productus)*. M.Sc. Thesis, School of Aquatic and Fishery Sciences, University of Washington, Seattle, WA. USA.

- Herutomo, A.N. (1995). *Pengaruh Intensitas dan Warna Cahaya terhadap Hasil Tangkapan Cumi-Cumi (Loligo sp) Pada Perikanan Bagan Tancap di Perairan Suradadi Kabupaten Tegal*. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. hlm 58.
- Holil, U. (2000). *Studi Sebaran Cahaya Lampu TL dalam Air dengan Sumber Solar Cell System Pada Pengoperasian Bagan Apung*. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. hlm 72.
- Holliday, D.V. and Pieper, R.E. (1995). *Bioacoustical Oceanography at High Frequencies*. ICES Journal of Marine Science, 52: 279–296.
- Horne, J.K. (2003). *The Influence of Ontogeny, Physiology, and Behaviour on the Target Strength of Walleye Pollock (Theragra chalcogramma)*. ICES Journal of Marine Science, 60: 1063–1074.
- Horne, J.K. and Clay, C.S. (1998). *Sonar Systems and Aquatic Organisms: Matching Equipment and Model Parameters*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 55: 1296–1306.
- Horne, J.K. and Jech, J.M. (2005). *Models, Measures, and Visualizations of Fish Backscatter*. In H. Medwin [ed.] *Sounds in the Seas: From Ocean Acoustics to Acoustical Oceanography*. Academic, New York. p. 374–397.
- Hutomo. (1989). *Teknologi Terumbu Buatan*. Suatu Upaya untuk Meningkatkan Sumber Daya Hayati Laut. Karya Ilmiah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi LON LIPI. Jakarta.
- Iida, K., T. Mukai, and D.J. Hwang. (1996). *Relationship between Acoustic Backscattering Strength and Density of Zooplankton in The Sound Scattering Layer*. ICES. Journal of Marine Science 53: 507–512.
- Iida, K., T. Mukai, and D.J. Hwang. (1998). *Acoustic Backscattering Characteristics of Swimbladdered Juvenile Fish Derived from Cage Experiments*. Fisheries Science, 64(6): 929–934.
- Iskandar, M.D. H.A.U., Ayodhya, D.R. Monintja dan I. Jaya. (2001). *Analisis Hasil Tangkapan Bagan Bermotor pada Tingkat Pencahayaan yang Berbeda di Perairan Teluk Semangka Kabupaten Tanggamus*. Maritek Vol.1. No.2. hlm. 79–98.
- JICA, 1997. *The Fishing Technology Manual. A Basic Out Line of Fishing Gears and Methods*. Kanagawa International Fisheries Training Center. p. 327.
- Josse, E., Laurent Dagorn, Arnaud Bertrand. (1999). *Typology and Behaviour of Tuna Aggregations Around Fish Aggregating Devices from Acoustic Surveys in French Polynesia*. Aquat. Living Resour. 13 (2000): 183–192.
- Johannesson, K.A. and R.B. Mitson, (1983). *Fisberies Acoustics-A Practical Manual for Aquatic Biomass Estimation*. FAO Fisheries Technical Paper 240. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

- Jones, F.R.H. (1956). *The Behaviour of Minnows in Relation on Light Intensity*. Journal Exp. Biol. 33(2). p. 271–281.
- Juniarti, R. (1995). *Studi Tentang Uji Coba Pengoperasian Bagan Apung dengan Bouke Ami di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat*. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. hlm 120.
- Junjuran, O. (2009). *Simulasi Perhitungan Gaya Apung, Gaya Tenggelam Rumpun Laut Dalam di Perairan Selatan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi*. Skripsi Prodi PSP. FIPK Bogor.
- Kalikhman, I.L. and Yudanov, K.I. (2006). *Acoustic Fish Reconnaissance*. CRC Press Taylor and Francis Group. p. 245.
- Kawabata, A. (2005). *Target Strength Measurement of Suspended Live Ommastrephidsguid, Todarodes pacificus and it is Application in Density Estimation*.
- Kurnia, M., Iida, K. and Mukai, T. (2011). *Measurement and Modeling of Three-dimensional Target Strength of Fish for Horizontal Scanning Sonar*. Journal of Marine Science and Technology, 19:3.
- Kurnia, M. (2011). *Study on The Three-dimensional Target Strength of Fish for Horizontal Sonar*. Dissertation. Graduate School of Fisheries Sciences Hokkaido University. Hakodate JAPAN.
- Kurnia, M., Iida, K, and Mukai, T. (2012). *Characteristics of Three-dimensional Target Strength of Swimbladdered Fish*. Journal Marine Acoustic Society Japan, 39:3.
- Kusumowidagdo, M., T.B. Sanjoto, E. Banowati, D.L. Setiyowati dan B. Semedi. (2008). *Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra*. Buku Pengantar Pengindraan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang.
- Laevastu, T., and M. I. Hayes. (1981). *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books Ltd. London. P. 238.
- Laur, R.M., P.C. Fielder, and D.R. Montgomery. (1984). *Albacore Tuna Catch Distributions Relative to Environmental Features Observed from Satellites*. Deep-Sea Res. 31(9): 1085–1099.
- Lehodey, P., Bertignac, M., Hampton, J., Lewis, A. and Picaut, J. (1997). *El Niño Southern Oscillation and Tuna in The Western Pacific*. Nature 389:715–718.
- Levenes J.J., F. Gerlotto and D. Petit. (1990). *Reaction of Tropical Coastal Pelagic Species to Artificial Lighting and Implication for Assessment of Abundance by Echo Integration*. In Development and in Fisheries Acoustic, Edited by William A. Korp. International Council for the Exploitation of the Sea, Seattle. p 128–134.

- Linting, M. L. dan Wijopriono. (1993). *Pengaruh Warna Cahaya Terhadap Hasil Tangkapan Pada Penangkapan Ikan Hias dengan Alat Bantu Cahaya*. Jurnal Pen. Perikanan Laut No. 82. Balai Penelitian Perikanan Laut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departement Pertanian. Jakarta. Hlm. 1-10.
- Love, R.H. (1969). *Maximum Side-Aspect Target Strength of an Individual Fish*. Journal of Acoustical Society of America. 46: 746-752.
- Love, R.H. (1971). *Dorsal-Aspect Target Strength of an Individual Fish*. Journal of Acoustical Society of America, 49: 816-823.
- Love, R.H. (1977). *Target Strength of an Individual Fish at Any Aspect*. Journal of Acoustical Society of America, 62: 1397-1403.
- MacLennan, D.N. and Simmonds, E.J. (1992). *Fisheries Acoustics*. London: Chapman & Hall. ISBN 0-442-3147.
- Mahfud, M. (1995). *Pengaruh Penggunaan Lampu Petromaks dan Lampu Neon (TL) Bawah Air Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Kembung (*Rastralliger brachyosoma*) dengan Mini Purse Seine di Perairan Pulau Mandangin Sampan Madura*. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Hlm. 93.
- Mallawa, A. (2000). *Teknologi Alat Bantu Penangkapan Ikan*. Pelatihan Akselerasi Dinamika Pembangunan Perikanan bagi Kepala Seksi Dinas Perikanan Provinsi dan Kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan.
- Martasuganda, S. (2008). *Rumpon, Rumah Pondokan Ikan (Fish Aggregation Device)*. Buku Teknologi Penangkapan Ikan Berwawasan Lingkungan. Departemen Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan dan Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. IPB. Hlm. 45.
- Masyahoro, A. (1998). *Pengaruh Teknik Pencabayaan Pada Perikanan Bagan (Liftnet) Terhadap Hasil Tangkapan di Perairan Teluk Palu*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. hlm 99.
- McClatchie, S., Alsop, J., Ye, Z., and Coombs, R.F. (1996). *Consequence of Swimbladder Model Choice and Fish Orientation to Target Strength of Three New Zealand Fish Species*. ICES J. Mar. Sci. 53: 847-862.
- Medwin, H. and Clay, C.S. (1998). *Fundamentals of Acoustical Oceanography*. Academic Press, San Diego. p. 712.
- Medwin, H. and Colleagues. (2005). *Sounds in The Sea: from Ocean Acoustics to Acoustical Oceanography*. Cambridge University Press. p. 643.
- Mitsugi, S. (1974). *Fish Lamps*. In Fishing Gear and Methods. Textbook for Marine Fisheries Research Course. Japan International Cooperation Agency, Government of Japan. p. 209-240.

- Miyanoana, Y., K. Ishii, and M. Furusawa. (1990). *Measurements and Analyses of Dorsal Aspect Target Strength of Six Species of Fish at Four Frequencies*. Rapp.P.-v.R un. Cons. Int. Explor. Mer, 189: 317-324.
- Monintja, D.R. (1993). *Study on The Development of Rumpon As Fish Aggregation Device in Indonesia*. Maritek Buletin ITK. Volume 3, No. 2 Oktober 1993. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. p. 136.
- Murphy, B.R. and D.W. Willis. (1996). *Fisheries Techniques*. 2<sup>nd</sup> edition. American Fisheries Society. Bethesda. Maryland.
- Murphy, B.R. and D.W. Willis. (1996). *Fisheries Techniques*. 2<sup>nd</sup> edition. American Fisheries Society. Bethesda. Maryland.
- Nabhitabhata, J. (1996). *Life Cycle of Cultured Big Fin Squid, Sepioteuthis Lessoniana LESSON*. Phuket: Phuket Marine Biology Center. Special Publication 25 (I): p 91-99.
- Nadir, M. (2000). *Teknologi Light Fishing di Perairan Barru Selat Makassar: Deskripsi, Sebaran Cahaya dan Hasil Tangkapan (Tidak dipublikasikan)*. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. hlm 87.
- Nakken, O. and K. Olsen. (1977). *Target Strength Measurements of Fish*. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 170: 52-69.
- Najamuddin, M.N., Nessa, M., Palo, M. Yusran, Metusalach, dan A. Assit. (1994). *Studi Penggunaan Lampu Neon Dalam Air dengan Warna yang Berbeda Pada Perikanan Purse Seine di Laut Flores Sulawesi Selatan*. Buletin Ilmu Peternakan dan Perikanan. Volume II (7). Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Nicol, J.A.C. (1989). *The Eye of Fishes*. Clarendon Press Oxport. p. 308.
- Nikonorov, I.V. (1975). *Interaction of Fishing Gear With Fish Aggregations*. Israel: Keter Publishing House Jerusalem Ltd. p. 216.
- Nomura, M. dan T. Yamazaki. (1977). *Fishing Techniques (1)*. Japan International Cooperation Agency Tokyo.
- Nuitja. (1991). *Manajemen Pada Ekosistem "Natural Reefs" dan "Artificial Reefs"*. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Nur, D.M., M. Ahmad, dan H. Syandri. (1988). *Pengaruh Kecepatan Arus dan Warna Cahaya Lampu Terhadap Tingkah Laku Ikan Bilis (Corica goniognathus)*. Terubuk. XIV. No. 42. Diterbitkan oleh Himpunan Alumni Fakultas Perikanan Universitas Riau. Hlm. 34-44.
- Polovina, J.J., Howel, E., Kobayashi, D.R. and Seki, M.P. (2001). *The Transition Zone Chlorophyll Front, a Dynamic Global Feature Defining Migration and Forage Habitat for Marine Resources*. *Progress in Oceanogr.* 49:469-483.

- Radakov, D.V. (1973). *Schooling in The Ecology of Fish*. Translated from Russian by H. Mills. A Halsted Press Book. John Wiley and Sons. New York - Toronto. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem-London. p. 172.
- Reid, D. C. Scalabrinb, P. Petitgasc, J. Massed, R. Auklanda, P. Carrerae, S. Georgakarakos. (2000). *Standard Protocols for the Analysis of School Based Data from Echosounder Surveys*. Journal Fisheries Research 47 (2000):125-136.
- Saenger, R.A. (1988). *Swimbladder Size Variability in Mesopelagic Fish and Bioacoustic Modeling*. Journal of Acoustical Society of America, 84: 1007-1017.
- Sahrhange and Lamberck. (1991). *A History of Fishing*. Springer Verlag. Berlin. p. 348.
- Salim, U. (1978). *Ilmu Pelayaran I*. Jakarta: Penerbit Kesatuan Pelaut Indonesia. Hlm. 51.
- Santos, A.M.P. (2000). *Fisheries Oceanography Using Satellite and Airborne Remote Sensing Methods: a Review*. Fisheries Research, 49:1-20.
- Saputra, A. (2002). *Seleksi Umpan untuk Meningkatkan Hasil Tangkapan Ikan Kembung Perempuan (Rostralliger branchyosoma) dengan Pancing Ulur (Hand Line) di Perairan Tanjung Pasir Banten*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Simmonds, E.J. and MacLennan, D.N. (2005). *Fisheries Acoustic. Theory and Practice*. 2<sup>nd</sup> edition. UK: Blackwell Science. Oxford. p. 437.
- Subani, W. (1983). *Penggunaan Lampu Sebagai Alat Bantu Penangkapan Ikan. Laporan Penelitian Perikanan Laut (Marine Fisheries Report)*. No 27. Balai Penelitian Perikanan Laut (Research Institute for Marine Fisheries). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Deptan Jakarta. Hlm 45-68.
- Subani, W. (1986). *Penggunaan Rumpun dan Payau dalam Perikanan Indonesia*. Jurnal Penelitian Perikanan Laut. No. 35. Balai Penelitian Perikanan Laut. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Hlm 5-45.
- Sudirman. (2003). *Analisis Tingkah Laku Ikan untuk Mewujudkan Teknologi Ramah Lingkungan dalam Proses Penangkapan Pada Bagan Rambo* (Tidak dipublikasikan). Disertasi Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm. 306.
- Sudirman dan Mallawa. (2004). *Teknik Penangkapan Ikan*. PT. Rineka Cipta Jakarta. Hlm. 168.
- Sudirman, M.S. Baskoro, A. Purbayanto, D. Monintja. T. Arimoto. (2004). *Adaptasi Retina Mata Ikan Layang (Decapterus ruselli) Terhadap Cahaya dalam Proses Penangkapan Pada Bagan Rambo di Selat Makassar*. Jurnal

Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. Desember 2003. Jilid 10. No. 2. ISSN 0854-3194. IPB Bogor.

- Sudirman, M.S. Baskoro, A. Purbayanto, D. Monintja, T. Arimoto. (2005). *Respon Retina Mata Ikan Teri (Stolephorus Insularis) Terhadap Cahaya dalam Proses Penangkapan Pada Bagan Rambo*. Bulctin Torani. Edisi September 2004.
- Sudirman, Najamuddin, dan M. Palo. (2012). *Efektivitas Pemanfaatan Jenis dan Warna Lampu untuk Menarik Perhatian Ikan Pelagis Kecil Pada Alat Tangkap Bagan Tancap dalam Menunjang Pengembangan Perikanan Tangkap Secara Berkelanjutan*. Laporan Penelitian, LP2M Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sudirman, Najamuddin, dan M. Palo. (2013). *Efektivitas Penggunaan Berbagai Jenis Lampu Listrik untuk Menarik Perhatian Ikan Pelagis Kecil Pada Bagan Tancap*. JPPI. Vol.19. No.3. Sept 2013. Jakarta.
- Sudirman dan Nessa. (2011). *Perikanan Bagan dan Aspek Pengelolaannya*. Malang. Penerbit Universitas Muhammadiyah. Hlm. 206.
- Sudirman, Sapruddin, dan R. Hade. (2010). *Perbaikan Keramahan Lingkungan Bagan Tancap Melalui Perbaikan Selektivitas Mata Jaring*. Laporan Penelitian Hibah Stranas. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin.
- Suherman, A. (2002). *Analisis Hasil Tangkapan Mini Purse Seine Menggunakan Jumlah Lampu yang Berbeda*. Tesis. Program Pascasarjana, IPB. Bogor. Hlm 75.
- Sukarno. (1988). *Terumbu Karang Buatan Sebagai Sarana untuk Meningkatkan Produksi Perikanan di Perairan Jepara*. LON LIPI. Jakarta.
- Sulaiman, M., (2006). *Pendekatan Akustik Dalam Studi Tingkah Laku Ikan pada Proses Penangkapan dengan Alat Bantu Cahaya*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulthan, M. (1985). *Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Hasil Tangkapan Pada Bagan Tancap*. Tesis. Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan Unhas. Hlm 49.
- Suryawan, F. (1999). *Pengoperasian Purse Seiner Menggunakan Cahaya dan Rumpon Sebagai Pemikat Ikan serta Sonar Sebagai Alat Pendeteksi Ikan*. Skripsi Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Hlm 37.
- Ta'alidin, Z. (2000). *Pemanfaatan Lampu Listrik dalam Upaya peningkatan Hasil Tangkapan pada Bagan Apung Tradisional di Pelabuhan Ratu*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Hlm 92.
- Tallo, I. (2006). *Perbedaan Jenis dan Kedalaman Pemasangan Atraktor terhadap Penempelan Telur Cumi-Cumi*. Tesis. Program Studi Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

- Tim Pengkajian Rumpon Institut Pertanian Bogor. (1987). *Laporan Akhir Survey Lokasi dan Desain Rumpon di Perairan Ternate, Tidore, Bacan, dan Sekitarnya*. Laporan. Jurusan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Tupamahu, A.M.S., Baskoro, I. Jaya, dan D.R. Monintja. (2001). *Komparasi Adaptasi Retina Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) dan Ikan Selar (*Selar Crumenophthalmus*) yang Tertarik dengan Cahaya Lampu*. Buletin PSP. Vol. 10. No. 1. Jurusan PSP. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Ugur, A., A. Kara, A. Ayaz, D. Acarli, Cenkmen, R., Begburs, and Alkan Oztekin. (2010). *Comparison of Fish Aggregating Devices (FADs) Having Different Attractors*. Journal of Animal and Veterinary Advances. Vol. 9. Issue 6:1026–1029.
- Urick, R. J. (1983). *Principle of Underwater Sound*. 3<sup>rd</sup> edition. New York. USA: McGraw-Hill.
- Von Brant, A. (2005). *Fish Catching Methods of The World*. Fourth Edition. 9600 Garsington Road. Oxford OX4 2DQ. UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Woodhead, P.M.J. (1966). *The Behaviour of Fish in Relation to the Light in The Sea*. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 4: 337–403. Horald Barnes Edition.
- Yami, B. (1987). *Fishing With Light*. Published by Arrangement with The Food and Agriculture Organization of the United Nation by Fishing News Books. Farnham. p. 118.
- Ye, Z. and Furusawa, M. (1995). *Modeling of Target Strength of Swimbladder Fish at High Frequency*. Journal of Acoustical Society of Japan, (E), 166(6): 371–379.
- Ye, Z. and Farmer, D.M. (1996). *Acoustic Scattering by Fish in The Forward Direction*. ICES Journal of Marine Science, 53: 249–252.
- Ye, Z. and Farmer, D.M. (1994). *Acoustic Scattering from Swimladder Fish at Low Frequencies*. Journal of Acoustical Society of America, 96: 951–956.
- Zainuddin, M., Saitoh, K. and Saitoh, S. (2004). *Detection of Potential Fishing Ground for Albacore Tuna Using Synoptic Measurements of Ocean Color and Thermal Remote Sensing in The Northwestern North Pacific*. *Geophys. Research Letter* 31, L20311, doi:10.1029/2004GL021000.
- Zainuddin, M., Kiyofuji, H., Saitoh, K. and Saitoh, S. (2006). *Using Multi-sensor Satellite Remote Sensing and Catch Data to Detect Ocean Hot Spots for Albacore (*Thunnus alalunga*) in the Northwestern North Pacific*. *Deep-Sea Res.* II.(53): 419–431.
- Zainuddin, M., Saitoh, K. and Saitoh, S. (2008). *Albacore Tuna Fishing Ground in Relation to Oceanographic Conditions of Northwestern North Pacific Using Remotely Sensed Satellite Data*. *Fish. Oceanography*.17(2): 61–73.

Zainuddin, M. and M. Jamal. (2009). *Satellite Remote Sensing and Geographic Information System of Potential Fishing Zone for Skipjack Tuna in Bone Bay South Sulawesi*. International Proceeding of World Ocean Conference. Manado 15-20 Mei 2009.

Zainuddin, M. (2011). *Preliminary Findings on Distribution and Abundance of Flying Fish in Relation to Oceanographic Conditions of Flores Sea Observed from Multi-Spectrum Satellite Images*. Asian Fisheries Science Journal. Vol. 24: 20-30.

## PENGERTIAN ISTILAH YANG DIGUNAKAN (GLOSSARY)

---

- Akustik : Pemanfaatan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan ikan atau benda lainnya di perairan.
- Bycatch Excluder Device (BED)* : Alat penyaring hasil tangkapan sampingan sehingga dapat mengurangi ikan-ikan yang bukan menjadi tujuan penangkapan.
- Bagan Rambo* : Sejenis alat tangkap bagan apung yang berukuran besar (raksasa), menggunakan lampu listrik untuk menarik perhatian ikan. Tujuan utamanya adalah menangkap ikan-ikan pelagis kecil.
- Braing net* atau *Caduk* : Alat yang digunakan untuk mengangkat ikan ke atas kapal pada tahapan *brailing*.
- CCRF* : Singkatan dari *Code of Conduct for Responsible Fisheries* yaitu suatu tatalaksana untuk aktivitas perikanan yang dilakukan secara bertanggung jawab.
- Catchable area* : Area di mana ikan dapat dijangkau oleh suatu alat tangkap (misalnya dalam area diatas jaring bagan).
- Cantrang* : Jenis pukat kantong yang digunakan untuk menangkap ikan demersal (ikan dasar).
- Destructive fishing* : Jenis alat tangkap yang sifatnya merusak lingkungan perairan.
- Echosounder* : Sistem Sonar yang arah pancaran gelombang suaranya vertikal.
- FAD* : *Fish Aggregation Device (FAD)* atau alat pengumpul ikan (API), yaitu suatu alat bantu penangkapan yang berfungsi untuk memikat ikan agar berkumpul dalam suatu area penangkapan sehingga mudah ditangkap.
- Fishing ground* : Daerah penangkapan ikan.
- Fishing base* : Pangkalan tempat perahu penangkap ikan berlabuh.

- Fixed bagan* : Bagan tancap, yaitu bagan yang dalam operasionalnya ditancapkan ke dalam perairan.
- Gost fishing* : Alatangkap yang hilang di perairan dan masih terus menangkap ikan (misalnya bubu yang hilang, jaring, dan sebagainya).
- Hauling* : Penarikan alat tangkap dari perairan ke atas kapal.
- Ikan Demersal* : Jenis-jenis ikan yang hidup di dasar atau dekat dasar perairan.
- Ikan Pelagis* : Ikan-ikan yang hidupnya kebanyakan berada di dekat permukaan air.
- Leader net* : Penaju pada alat tangkap set net.
- Line fishing* : Semua jenis alat penangkapan ikan yang menggunakan pancing sebagai alat tangkap utamanya (misalnya pancing rawai, pancing tuna, pancing dasar, dan sebagainya).
- Lift net* : Jenis alat penangkapan ikan yang biasanya menggunakan alat bantu cahaya untuk menarik perhatian ikan, setelah ikan terkumpul, jaring akan diangkat sehingga ikan akan tertangkap (misalnya bagan, *stick held dip net*).
- Light fishing* : Kegiatan penangkapan ikan yang menggunakan cahaya sebagai alat bantu untuk mengumpulkan ikan.
- Line arranger* : Alat bantu pada *long line* yang digunakan untuk menyusun main line pada kotak penyimpanannya.
- Lux* : Satuan yang digunakan untuk mengukur kekuatan iluminasi cahaya dalam air.
- Net hauler* : Alat bantu pada kapal *gill net* yang digunakan untuk penarikan jaring yang telah ditabur di laut, agar jaring lebih ringan ditarik dan mudah ditata kembali di atas geladak.
- Otter board* : Papan rentang sebagai alat pembuka mulut *trawl ke arah samping*.
- Pole and line* : Biasa disebut huhate yaitu alat tangkap pancing yang khusus untuk menangkap ikan cakalang.
- Power block* : Alat yang digunakan untuk memudahkan pengangkatan badan jaring pada *purse seine*.
- Purse seine* : Biasa disebut pukot cincin, berupa jaring lingkaran yang memiliki cincin pada bagian tali ris bawahnya untuk menutup bagian bawah jaring.

- Purse box* : Tempat untuk menata seluruh komponen *purse seine* di kapal.
- Roller* : Alat untuk menggulung tali.
- Rumpon* : Salah satu jenis alat bantu penangkapan ikan yang dipasang di laut, baik laut dangkal maupun laut dalam untuk menarik perhatian ikan agar berkumpul sebelum dilakukan penangkapan.
- Setting* : Penurunan jaring.
- Search light* : Jenis instrumen dengan menggunakan *sonar single-bean* yang umum digunakan oleh nelayan dalam mencari gerombolan ikan.
- Sonar* : Jenis instrumen dengan menggunakan *sonar single-bean* yang umum digunakan oleh nelayan dalam mencari gerombolan ikan.
- Set net* : Alat tangkap jaring terbuka yang dipasang secara menetap pada suatu perairan.
- Skiff boat* : Sekoci kerja bertenaga besar yang berfungsi membantu membawa selambar pertama pada tahapan *setting*, dan membantu mempertahankan kedudukan kapal pada tahapan penarikan tali kolor (*pursing*), penarikan badan jaring (*hauling*) dan tahapan pengangkatan hasil tangkapan (*brailing*).
- Sonar* : *Sound Navigation and Ranging*, yaitu peralatan yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek bawah air dengan pemancaran gelombang suara dan pengamatan echo yang kembali dari objek yang bersangkutan
- Solar cell system* : Sistem pembangkit listrik tenaga matahari.
- Stick held dipnet* : Sejenis jaring angkat khas Jepang, yang dalam bahasa Jepang disebut *Bouke Ami*.
- Saury Stick held dipnet* : Stik *held dipnet* yang digunakan untuk menangkap ikan saury (*Celolabis saira*).
- Squid jigging* : Salah satu jenis pancing cumi-cumi yang menggunakan alat bantu cahaya dalam proses penangkapannya.
- Skift boat* : Sekoci kerja bertenaga besar yang berfungsi membawa selambar pertama pada tahapan *setting* dan membantu untuk mempertahankan kedudukan kapal pada tahapan penarikan tali kolor, penarikan jaring, dan tahapan pengangkatan hasil tangkapan pada *purse seine* skala besar.

- Teichii Ami* : Nama lain dari alat tangkap *set net*.
- Trawl* : Dalam bahasa Indonesia, biasa disebut dengan pukat harimau, yaitu suatu alat penangkapan ikan berupa jaring, memiliki kantong dan pembuka mulut yang kemudian ditarik oleh perahu atau kapal.
- Trammel net* : Jenis jaring insang berlapis yang umumnya digunakan untuk menangkap udang.
- Towing boat* : Perahu yang digunakan untuk menarik bagan rambo dari *fishing base* ke *fishing ground*, dan sebaliknya.
- ZEEI : Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia, yaitu suatu hamparan perairan selebar 200 mil diukur dari pangkal dasar laut wilayah Indonesia.

## BIODATA PENULIS

---



**Prof. DR. Ir. H. Sudirman, M.Pi.**

H. Sudirman adalah Guru Besar pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar. Dilahirkan di Desa Manyampa, Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan pada tanggal 12 Desember 1964. Lulusan SD Negeri No. 20 Manyampa 1977, SMP Negeri Bonto Bahari di Tanah Beru Bulukumba tahun 1981, dan SMA Negeri 198 Bulukumba tahun 1984. Sejak Tahun 1984, penulis menjadi mahasiswa Jurusan Perikanan pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan menyelesaikannya pada 5 September tahun 1988.

Pada bulan Maret tahun 1989, penulis diangkat menjadi staf pengajar di Jurusan Perikanan pada Fakultas Peternakan Unhas. Pada tahun 1995, penulis melanjutkan pendidikan S2 pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, dengan konsentrasi perikanan pada program studi Sistem-Sistem Pertanian dan lulus tahun 1997. Pada tahun 2000, penulis melanjutkan pendidikan S3 pada program studi Teknologi Kelautan (TKL) Institut Pertanian Bogor (IPB) pada konsentrasi Pemanfaatan Sumber Daya Hayati Laut, bekerja sama dengan Tokyo University of Marine Science and Technology Jepang, yang disponsori oleh *Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)*, Core University Program, dan menyelesaikannya pada tahun 2003.

Beberapa pendidikan dan *training* luar negeri yang telah dilakukan antara lain di *Universite de Perpignan* Perancis pada tahun 1994, *International Agriculture Center* di Belanda pada tahun 1995 dan *Exchange Scientist* ke Jepang pada tahun 1999–2000, 2002 dan 2005. Pada tahun 2006, penulis mendapat kesempatan untuk melakukan *Colaborative Research* di *Australian Institute of Marine Science, di Townvile Australia*. Dari kegiatan-kegiatan tersebut, penulis telah menghasilkan beberapa publikasi, baik nasional maupun internasional. Buku Teknik Penangkapan Ikan (Edisi 1) telah diterbitkan pada tahun 2004 dan edisi revisi tahun 2012 oleh PT. Rineka Cipta Jakarta. Buku Berjudul Ikan Kerapu telah diterbitkan oleh PT. Yarsif Watampone Jakarta pada tahun 2008. Buku Perikanan Bagan dan

Aspek Pengelolaannya telah diterbitkan oleh UMM Press Malang. Buku *Tingkah Laku Ikan dalam Kaitannya dengan Teknologi Perikanan* (Penulis Anggota) telah diterbitkan di CV Lubuk Agung Bandung tahun 2011. Penghargaan gelar Guru Besar diperoleh penulis pada tanggal 1 November 2005.

Selain sebagai staf pengajar dan peneliti pada program Sarjana dan Pascasarjana Unhas, penulis juga aktif pada berbagai pertemuan ilmiah baik nasional maupun internasional. Beberapa tulisan telah dimuat pada Jurnal baik nasional terakreditasi maupun jurnal internasional. Penulis juga pernah menduduki jabatan sebagai Ketua Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Unhas (2003–2005), Ketua Jurusan Perikanan (Mei–September 2005), Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (2005–2009), Ketua Konsorsium Mitra Bahari Provinsi Sulawesi Selatan (2007–2010), dan Assessor Nasional pada Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) pada tahun 2007–Sekarang. Pada bulan Oktober tahun 2009–2010 menjabat sebagai Sekretaris Lembaga Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Unhas Makassar. Pada tanggal 9 Oktober 2010–9 Oktober 2011, penulis menjabat sebagai Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Unhas dan pada 9 Oktober 2011–April 2016 menjabat sebagai Ketua Lembaga penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Unhas. Mulai Mei 2016–sekarang menjabat sebagai Direktur Inovasi riset dan pengembangan, Unhas Makassar.



**DR. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc.**

Muhammad Kurnia adalah staf pengajar pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar. Dilahirkan di Desa Maroangin, Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan pada tanggal 17 Juni 1972, penulis mengenyam Pendidikan SD Negeri 33 Parepare dan lulus tahun 1986, lalu menamatkan pendidikan SMP Negeri 1 Parepare pada tahun 1989, dan lulus SMA Negeri 1 Parepare tahun 1992. Sejak tahun 1992, penulis menjadi mahasiswa Jurusan Perikanan Unhas dan menyelesaikannya pada 28 Juli 1997.

Pada bulan Maret 1999, penulis diangkat menjadi staf pengajar di Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas. Tahun 2005, penulis mendapatkan beasiswa Monbukagakusho dari Pemerintah Jepang untuk melanjutkan pendidikan Strata Dua (S2). Pada tahun yang sama mengikuti Pendidikan Bahasa Jepang di Pusat Studi Bahasa Jepang (PSBJ) Universitas Padjadjaran Bandung dan *International Student Centre Hokkaido University* serta *Research Student Program* selama satu tahun (2005–2006) sebagai Pra-Program Strata Dua (S2). Pada tahun 2006, penulis mengikuti program S2 di Program Studi *Marine Bioresource and Environmental Science Hokkaido University* dalam bidang ilmu *Fisheries Acoustic*, dan selesai pada tahun 2008. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan Strata Tiga (S3) program studi dan bidang ilmu yang sama di *Hokkaido University*, dan menyelesaikannya pada tahun 2011.

Beberapa pendidikan dan *training* yang telah dilakukan dalam dan luar negeri, antara lain Balai Pengembangan Penangkapan Ikan (BPPI) Semarang pada tahun 2000 dan *International Training of Marine Explorer and GIS* di Yokohama Jepang pada tahun 2008. Selain sebagai staf pengajar dan peneliti pada program Sarjana dan Pascasarjana Unhas, penulis juga aktif pada berbagai pertemuan ilmiah, baik nasional maupun internasional. Beberapa tulisan telah dimuat pada jurnal baik nasional maupun jurnal internasional. Selain itu, penulis menduduki jabatan sebagai Sekretaris Jurusan Perikanan Unhas dari Oktober 2014–Sekarang.



**DR. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc.**

Mukti Zainuddin adalah dosen pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar. Dilahirkan di Lalolang, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan pada tanggal 3 Juli 1971, penulis menamatkan pendidikan SMA di SMA Negeri 1 Barru pada tahun 1989. Pendidikan Sarjana Perikanan diselesaikan pada Pada Jurusan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 1994. Selanjutnya, Pendidikan Master diperoleh dari Universitas Hokkaido pada tahun 2003 dan Pendidikan Doktor (Ph.D) diraih pada tahun 2006 di universitas yang sama di Jepang pada bidang Aplikasi Satelit Remote Sensing dan Sistem Informasi Geografis dalam bidang Perikanan dan Kelautan.

Pada bulan Februari 1997, penulis diangkat menjadi staf pengajar di Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Unhas. Pada bulan April 1998, penulis diangkat menjadi PNS, dan tahun 2006 sampai sekarang, penulis menjadi staf pengajar pada Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas. Penulis mengajar berbagai mata kuliah sesuai kompetensi, antara lain Sistem Informasi Perikanan Tangkap, Teknik Pemetaan Perikanan Tangkap, Penginderaan Jauh Perikanan Tangkap, dan Eksplorasi Perikanan Tangkap. Penulis aktif menulis pada berbagai jurnal nasional seperti Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, Jurnal Torani, Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Selain itu penulis aktif menulis pada jurnal ilmiah internasional, seperti *Fisheries Oceanography*, *Deep-Sea Research*, *Geophysical research Letter*, *Asian Fisheries sciences*, *International Journal of remote sensing and Earth Science*, *International Journal of GeoScience*.

## INFORMASI

Informasi mengenai buku-buku Maritim Djangkar dapat diperoleh dengan menghubungi Bagian Pemasaran:

### **Kantor Pusat:**

Jln. Agung Timur IV Blok O1 No. 39, Sunter Agung Podomoro,  
Jakarta 14350  
Telp. 021-65306283, 021-65306712 Faks. 021-6518178  
email: [mktg@egc-arcn.com](mailto:mktg@egc-arcn.com)

### **Cabang Surabaya:**

Jln. Siwalankerto Permai II/D26, Surabaya 60216  
Telepon (031) 8417762 Faks. (031) 8491104  
e-mail: [kcsby@egc-arcn.com](mailto:kcsby@egc-arcn.com)

### **Cabang Medan:**

Jln. Brigjen Katamso Dalam No. 118, Medan 20159  
Telepon (061) 4535058 Faks. (061) 4511578  
e-mail: [kcmdn@egc-arcn.com](mailto:kcmdn@egc-arcn.com)

### **Cabang Yogyakarta:**

Perum Green Garden Blok C 97, Jln. Godean Km 1, Kasihan Bantul, Yogyakarta 55182  
Telepon (0274) 560175 Faks. (0274) 554725  
e-mail: [keyog@egc-arcn.com](mailto:keyog@egc-arcn.com)

### **Cabang Makassar:**

Jln. Andi Pangeran Pettarani,  
Kompleks IDI Blok GA6 No.20 Makassar  
Telepon (0411) 447055, 0812-9119-9487  
Faks. (0411) 428579  
e-mail: [kcmks@egc-arcn.com](mailto:kcmks@egc-arcn.com)

Dapatkan informasi lengkap dan terbaru di [www.egemedbooks.com](http://www.egemedbooks.com)

## FORMULIR PESANAN

Yang terhormat  
Bagian Pemasaran  
Penerbit Buku Maritim Djangkar  
Jl. Agung Timur IV Blok O1 No. 39  
Sunter Agung Podomoro, Jakarta 14350  
Telepon (021) 6530 6283, 6530 6712 • Fax. (021) 651 8178

---

....., 20 .....

Mohon dikirimkan:  Informasi buku baru  Daftar harga/katalog

Kami juga pesan buku berikut ini:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Mohon informasi berapa jumlah yang harus saya lunasi.  
Alamat, nomor telepon, dan email saya adalah sebagai berikut:

Alamat : .....

No. Telp. : .....

Email : .....

*Formulir ini dapat diperbanyak dengan fotokopi*



# TEKNOLOGI ALAT BANTU PENANGKAPAN IKAN

Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi

Dr. Muhammad Kurnia, S.Pi., M.Sc

Dr. Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc

Indonesia merupakan negara kepulauan dari Sabang sampai Merauke dengan wilayah perairan yang sangat luas. Wilayah perairan dan lautan di Indonesia dihuni oleh berbagai jenis ikan dan biota perairan lainnya. Untuk memanfaatkan potensi sumber daya ikan secara maksimal, diperlukan bukan hanya ilmu pengetahuan dan teknologi penangkapan ikan, tetapi usaha untuk mengoptimalkan pemanfaatan teknologi alat bantu dalam menunjang kegiatan operasi penangkapan ikan.

Buku **Teknologi Alat Bantu Penangkapan Ikan** memuat materi lengkap dan teknis tentang berbagai jenis alat bantu utama dalam proses penangkapan ikan, seperti jaring, pancing, bubu, *trawl*, dan berbagai jenis alat tangkap lainnya. Teknologi alat bantu penangkapan ikan terkini juga dibahas dalam buku ini, baik untuk mengumpulkan ikan, mencari keberadaan ikan, menentukan daerah penangkapan, maupun mempermudah pengoperasian alat tangkap. Buku ini siap membantu para siswa dan mahasiswa pelayaran, kelautan, dan perikanan untuk memahami teknologi serta menggunakannya dalam penangkapan ikan.



Dj9106-091M

#### Perhatikan!

Buku sediaan kami hanya dijual di toko buku atau distributor resmi di kota Anda. Untuk membeli buku di tempat lain, kami akan menerima informasi melalui email dan WhatsApp. Untuk pembelian buku kami buku per subbagian:  
• Buku kearifan lokal gratis  
• Tidak lengkap berdasarkan kualitasnya  
• Tidak akan menerima pesanan pada prosedur online

Dengan ini permohonan maaf data dan informasi dan pastikan informasi yang paling benar agar tidak terdapat kesalahan informasi dan prosedur kami.

[www.egcmedbooks.com](http://www.egcmedbooks.com)