

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PENGERTIAN PUKAT HELA/ *TRAWL*

Menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor. PER.06/MEN/2010 Tentang Alat Penangkap Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP). **Pukat Hela/ *Trawl*** adalah semua jenis alat penangkapan ikan berbentuk jaring berkantong, berbadan dan bersayap yang dilengkapi dengan pembuka jaring yang dioperasikan dengan cara ditarik/dihela menggunakan satu kapal yang bergerak sedangkan **Kapal Pukat Hela** adalah kapal penangkap ikan yang menggunakan alat penangkapan ikan pukat hela.

Menurut Standar Nasional Indonesia (**SNI 01-7233-2006**) definisi **Pukat Hela** adalah alat penangkap ikan berbentuk kantong yang terbuat dari jaring dan terdiri dari 2 (dua) bagian sayap pukat, bagian *square* dan bagian badan serta bagian kantong pukat.

2.1.1 Jenis-jenis Pukat Tarik/ *Trawl*

Menurut Ayodhyua Tahun 1981, berdasarkan letak dalam air selama dilakukan operasi penangkapan ikan, *trawl* dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu :

1. *Surface Trawl/Floating Trawl*, yaitu *trawl* yang dioperasikan pada permukaan air laut. Jaring ditarik dekat permukaan air, dan ditujukan pada ikan-ikan yang beruaya pada permukaan air (*surface water*).
2. *Mid Water Trawl*, yaitu *trawl* yang dioperasikan antara permukaan dan dasar perairan. Jaring ditarik pada depth tertentu secara horizontal, pada depth mana diduga merupakan *swimming layer* dari ikan-ikan yang menjadi tujuan penangkapan.
3. *Bottom Trawl*, yaitu *trawl* yang dioperasikan di dasar perairan. Jenis ini merupakan jenis yang paling umum, jaring ini ditarik pada dasar/dekat dasar laut, dengan demikian ikan yang menjadi tujuan adalah udang dan ikan-ikan dasar.

Menurut Juklak Dirjen Perikanan (No. IK. 340/DJ.3481/90K), pukat ikan didefinisikan sebagai jaring penangkap ikan berbentuk kantong yang dilengkapi

sepasang (2 buah) papan pembuka mulut jaring (*otter board*), tujuan utamanya untuk menangkap ikan di perairan pertengahan (*bathy pelagic*) dan di perairan dasar (*demersal*), yang dalam pengoperasiannya ditarik melayang di atas dasar oleh 1 (satu) buah kapal motor. Pengoperasian pukat ikan ini hanya dilakukan di ZEEI Samudera Hindia.

Kapal pukat ikan adalah salah satu jenis Kapal Pukat Hela (*trawler*) yang merupakan jenis kapal yang didisain untuk menghela pukat hela di belakang kapal. Umumnya kapal-kapal pukat hela memiliki geladak kerja di buritan kecuali untuk kapal hasil modifikasi dari kapal lain (kapal-kapal niaga) yang digunakan untuk mengoperasikan kapal pukat hela samping (*side trawl*). Kapal pukat hela belakang (*Stern trawl*) dan kapal pukat hela samping dapat digunakan untuk mengoperasikan trawl dasar, pertengahan dan permukaan. Bangunan atas (*superstructure*) ditempatkan di haluan dan geladak kerja di buritan. *Gallows* ditempatkan di tiang buritan juga dilengkapi dengan dewi-dewi *otterboard* (*stern gantry*) untuk mengoperasikan *otter board*. Ada juga kapal pukat hela yang dilengkapi dengan net drum dan *gilson-winche* untuk menggulung jaring *trawl* dan menangani hasil tangkap.

Umumnya kapal pukat hela dilengkapi dengan dua buah *gallows* dengan *towing block* yang dipasang di tiang buritan sebagai block penghantar towing warp saat dioperasikan. Kapal pukat hela melaksanakan seluruh tahapan operasi penangkapannya dilakukan di buritan. Kapal pukat hela dapat bekerja sendiri-sendiri atau ganda (*pair trawler*) untuk mengoperasikan pukat hela pertengahan atau pukat hela dasar. Hasil tangkapan ada yang langsung ditangani di atas dek dan untuk kapal-kapal kapal pukat hela yang berukuran besar dilakukan di bawah dek (*working spaces*). Jenis kapal ini dapat berukuran hingga 200 GT. Kapal-kapal berukuran ≥ 300 GT dilengkapi dengan *slip way* dan roller di buritan, yang berfungsi sebagai alur pukat hela dari dan ke kapal.

Kondisi kapal yang baik dalam perencanaannya dengan ditinjau dari segi kecepatan (*speed*), olah gerak (*maneuverability*), layak laut (*sea worthiness*), luas lingkup area pelayaran (*navigable area*), struktur bangunan kapal (*design and construction*), propulsi mesin (*engine propulsion*), perlengkapan storage dan perlengkapan alat tangkap (*fishing equipment*) yang berbeda dengan kapal

umum lainnya (Ayodhya, 1972). Salah satu bagian penting pada pengoperasian pada kapal pukat ikan adalah mengetahui kemampuan tarik jarring pukat ikan atau juga disebut towing force. Umumnya perhitungan *towing force* sering digunakan pada kapal tunda (*tug boat*) dimana pada kapal *tug boat* berfungsi sebagai alat bantu kapal untuk memandu suatu benda (kapal) dengan cara mendorong (*pull*) dan menarik (*towing force*). Pengoperasian kapal pukat ikan terdiri dari beberapa kondisi yaitu 1). Saat penurunan jaring (*Setting*), Saat penarikan jaring (*Towing*), dan saat mengangkat jaring (*Hauling*). Dengan mengetahui kemampuan towing pada kapal pukat ikan merupakan salah satu indikator untuk mengetahui jumlah hasil tangkapan per setting.

Pengoperasian alat penangkapan ikan pukat hela (trawls) dilakukan dengan cara menghela pukat di sisi atau di belakang kapal yang sedang melaju. Pengoperasiannya dilakukan pada kolom maupun dasar perairan, umumnya untuk menangkap ikan pelagis maupun ikan demersal termasuk udang dan crustacea lainnya tergantung jenis pukat hela yang digunakan. Pukat hela dasar dioperasikan di dasar perairan, umumnya untuk menangkap ikan demersal, udang dan crustacea lainnya. Pukat hela pertengahan dioperasikan di kolom perairan, umumnya menangkap ikan pelagis.

2.2 PERHITUNGAN TAHANAN, PROPULSI KAPAL, DAN TOWING FORCE KAPAL PUKAT IKAN

Berdasarkan Diktat tentang Propulsi bahwa perhitungan untuk menentukan *towing force* menggunakan diagram Kt-KQ-Kj. Untuk menentukan perhitungan *Towing Force* maka yang harus diketahui sebelumnya adalah perhitungan Tahanan dan Propulsi, saat ini penulis menggunakan perhitungan *Havard*, sebagai berikut :

- a. Berdasarkan *Havard* Hambatan atau tahanan kapal yang dialami sebuah kapal yang bergerak melalui air dan udara itu dapat diuraikan atas :
 - Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*)
 - Hambatan Gelombang (*Wave Making Resistance*)
 - Hambatan Bentuk (*Eddy Making Resistance*)
 - Hambatan Udara (*Air Resistance*)

- Hambatan Tambahan (*Appendage Resistance*)

Hambatan (R) dan daya efektif (P_E) untuk kapal dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- $R = C_r \times (1/2 \times \rho \times V^2 \times S)$ (N)
- $P_E = R \times V_s$ (kW)

- Dalam hal ini koefisien hambatan totalnya adalah :

$$C_T = C_R + C_F + C_A$$

Dimana :

- C_R = Koefisien hambatan sisa untuk bentuk kapal standar, dapat diambil dari diagram $L/\nabla^{1/3}$
- C_F = Koefisien hambatan gesek dan dapat dihitung dengan memakai :
- $C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$

b. Untuk perhitungan propulsi kapal menurut *Harvard* adapun beberapa hal yang berpengaruh terhadap perencanaan baling-baling kapal adalah antara lain :

- Diameter baling-baling optimum.
- *Thrust Horse Power*.
- Putaran baling-baling.
- Jumlah daun baling-baling.
- Efek kavitasi terhadap baling-baling.
- Kekuatan baling-baling.

c. Sebagaimana yang telah dijelaskan diatas bahwa perhitungan untuk menentukan *towing force* untuk kapal pukat ikan menggunakan diagram Kt-KQ-J dari diagram propelernya. Besarnya *towing force* kapal pukat ikan dapat dihitung dengan persamaan :

$$TR = T(1 - t) - (RT)s$$

Dimana :

TR = Towing Force pada saat *towing speed* yang ditetapkan Vs [Kg], atau kecepatan kapal pukat ikan dalam melakukan penarikan jaring (saat *towing*)

T = Trust & hasil perhitungan [Kg]

Kt = $\frac{\tau}{\omega n^2 D^4}$ dari diagram KT – KQ - J

(RT) = Hambatan Total kapal pukat ikan pada kecepatan (Vs) maksimal yang telah diketahui

t = *thrust deduction factor* (rumus Taylor)

Single Screw $w = -0,05 + 0,5cb$

$t = \pm 0,6 w$

Twin Screw $w = -0,20 + 0,55cb$

$t = w$

2.3 STABILITAS PADA KAPAL PUKAT IKAN

2.3.1 Perhitungan Stabilitas Kapal Pukat Ikan

Untuk dapat menjamin keselamatan kapal di dalam pelayarannya antara lain kapal harus mempunyai keseimbangan yang stabil atau stabilitas yang baik. Dengan kata lain bahwa kapal harus mampu melawan semua gaya-gaya luar yang menyebabkan kemiringan kapal, sehingga kapal dapat kembali pada kedudukan semula. Untuk memenuhi ketentuan tersebut pada ukuran utama kapal yang dirancang memerlukan perhitungan-perhitungan stabilitas.

Stabilitas suatu kapal sangat dipengaruhi oleh kedudukan tiga buah titik yang memegang peranan penting yaitu :

1. Titik berat kapal (G).
2. Titik gaya tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian badan kapal yang terbenam dalam air (B).
3. Titik *Metacenter* (M).

Untuk penilaian stabilitas kapal, maka sedikitnya ada 4 faktor yang harus diperhatikan yaitu:

1. Besar \overline{GM} yang terjadi.

2. Bentuk lengan stabilitas statis.
3. Besar lengan stabilitas dinamis.
4. Besar harga sudut dimana kapal tidak mempunyai momen pembalik dan juga dengan φ Deck (φ Deck ditentukan oleh tinggi rendahnya *Freeboard*).

Kurva silang adalah kumpulan kurva yang menunjukkan besarnya lengan penegak (momen kopel) pada berbagai sudut kemiringan dengan beberapa kondisi *displacement* (Δ). Perhitungan kurva silang ini menggunakan perhitungan dari metode **A.N.Krylof**, yaitu dengan menentukan harga GZ atau $LC = NB \sin \varphi$. Untuk mendapatkan harga $LC = NB \sin \varphi$ untuk sudut-sudut kemiringan pada metode ini didasarkan pada displasemen yang tetap (konstan). Maka untuk setiap sudut oleng yang digambar harus dikoreksi garis airnya, sehingga garis air pada setiap sudut oleng mempunyai *displacement* yang sama. Untuk melakukan penggambaran kurva silang mengikuti langkah urutan-urutan sebagai berikut :

Panjang kapal (Lpp) dibagi dalam beberapa penampang melintang menurut *Metode Tchebycheff*, yaitu 7 station. Dimana jarak station pembagi tersebut terhadap midship adalah :

$$\pm l_1 = 0,16195 Lpp$$

$$\pm l_2 = 0,26485 Lpp$$

$$\pm l_3 = 0,44195 Lpp$$

Menurut pembagian tersebut tiap-tiap penampang melintang digambar secara utuh dalam satu gambar *Body Plan*. Seperti biasanya penampang melintang kapal yang terletak di depan tengah kapal digambar dengan garis terputus-putus sedangkan penampang melintang yang terletak di belakang tengah kapal digambarkan dengan garis secara penuh.

Berdasarkan ketentuan **Torremolinos Safety Fishing Vessel**, peraturan 33 tentang kondisi kapal ikan secara umumnya yaitu sebagai berikut :

Bahwa jumlah dan jenis keadaan operasi (penangkapan) yang akan dipertimbangkan harus menyakinkan Badan Pemerintah dan harus mencakup sebagai berikut :

- Kondisi kapal saat bertolak menuju ke daerah penangkapan dengan bahan bakar, perbekalan es, alat tangkap dan sebagainya yang lengkap;
- Kondisi kapal saat bertolak dari daerah tangkapan dengan hasil tangkapan penuh (100%);
- Kondisi kapal tiba di pelabuhan induk dengan hasil tangkapan penuh dengan 10 % perbekalan, bahan bakar, dan sebagainya; dan
- Kondisi kapal saat di pelabuhan induk dengan 20 % hasil tangkapan penuh dan 10 % perbekalan, bahan bakar, dan sebagainya.

Artinya bahwa pada kapal pukat ikan mempunyai 3 kondisi operasi penangkapan yang sangat mempengaruhi stabilitas kapal sehingga sangat penting diperhatikan, misalnya kondisi kapal saat melakukan pelayaran dari base fishing ke fishing ground, kondisi kapal saat menurunkan jaring (*setting*), kondisi kapal saat melakukan penarikan (*towing*), dan kondisi kapal saat menaikan jaring/ hasil tangkapan diatas kapal (*hauling*).

2.4 DESAIN ALAT TANGKAP DAN TEKNIK PENANGKAPAN

2.4.1 Desain Alat Tangkap Pukat Ikan

Kelompok jenis alat penangkapan ikan pukat hela (*trawls*) adalah kelompok alat penangkapan ikan terbuat dari jaring berkantong yang dilengkapi dengan atau tanpa alat pembuka mulut jaring dan pengoperasiannya dengan cara dihela di sisi atau di belakang kapal yang sedang melaju (SNI 7277.5:2008). Alat pembuka mulut jaring dapat terbuat dari bahan besi, kayu atau lainnya.

Konstruksi pukat hela dilengkapi dengan otter board yang berfungsi sebagai alat pembuka pukat hela ke arah samping. Efek hidrodinamik pada alat penangkap saat dioperasikan dimanfaatkan untuk membuka bagian tubuh jaring (*belly*). Fungsi pelampung yang dipasang pada head rope pada hanyalah untuk

mengangkat head rope yang umumnya terbuat dari tali baja atau combine rope. Sedangkan fungsi pemberat adalah untuk membantu menenggelamkan ground rope, yang juga terbuat dari tali baja atau combine rope. Pukat hela dihubungkan ke kapal dengan menggunakan warp untuk menghela pukat hela sepanjang tahapan operasi. Ukuran mata jaring pada bagian kantong didasarkan pada, bahwa ikan atau biota laut yang menjadi tujuan penangkapan tidak lolos dari kantong. Terkait dengan adanya hewan-hewan air atau mamalia laut yang dilindungi dari kepunahan dan untuk membatasi tidak tertangkapnya ikan atau biota laut yang tidak menjadi tujuan penangkapan. Setiap pukat hela diwajibkan memasang alat penyaring ikan (API) atau disebut juga dengan *Turtle Excluder Device* (TED) atau *By-catch Excluder Decice* (BED). Pukat hela permukaan dan pukat hela pertengahan umumnya tidak dioperasikan di wilayah perairan ekuator. Kedua tipe pukat hela ini umumnya hanya dioperasikan di wilayah perairan sub tropis hingga ke arctic (kutub). (terlampir Desain Alat Tangkap Pukat Ikan)

2.4.3 Teknik Penangkapan Pukat Ikan

a. Kecepatan/Lama Waktu Menarik Jaring

Adalah ideal jika jaring dapat ditarik dengan kecepatan yang besar, tapi hal ini sukar untuk mencapainya, karena kita dihadapkan pada beberapa hal, antara lain keadaan terbukanya mulut jaring, apakah jaring berada di air sesuai dengan yang dimaksudkan (bentuk terbukanya), kekuatan kapal untuk menarik (HP), ketahanan air terhadap tahanan Air, resistance yang makin membesar sehubungan dengan catch yang makin bertambah, dan lain sebagainya. Faktor-faktor ini berhubungan antara satu dengan yang lainnya dan masing-masing menghendaki syarat tersendiri.

Pada umumnya jaring ditarik dengan kecepatan 3-4 knot. Kecepatan inipun berhubungan pula dengan swimming speed dari ikan, keadaan dasar laut, arus, angin, gelombang dan lain sebagainya, yang setelah mempertimbangkan factor-faktor ini, kecepatan tarik ditentukan.

Lama waktu penarikan di dasarkan kepada pengalaman-pengalaman dan factor yang perlu diperhatikan adalah banyak sedikitnya ikan yang diduga akan

tertangkap., pekerjaan di dek, jam kerja crew, dan lain sebagainya. Pada umumnya berkisar sekitar 3-4 jam, dan kadang kala hanya memerlukan waktu 1-2 jam.

b. Panjang Warp

Factor yang perlu diperhatikan adalah depth, sifat dasar perairan (pasir, Lumpur), kecepatan tarik. Biasanya panjang warp sekitar 3-4 kali depth. Pada fishing ground yang depthnya sekitar 9M (depth minimum). Panjang warp sekitar 6-7 kali depth. Jika dasar laut adalah Lumpur, dikuatirkan jaring akan mengeruk lumpu, maka ada baiknya jika warp diperpendek, sebaliknya bagi dasar laut yang terdiri dari pasir keras (kerikil), adalah baik jika warp diperpanjang.

Pengalaman menunjukkan bahwa pada depth yang sama dari sesuatu Fishing ground adalah lebih baik jika kita menggunakan warp yang agak panjang, daripada menggunakan warp yang terlalu pendek. Hal ini dapat dipikirkan sebagai berikut. bentuk warp pada saat penarikan tidaklah akan lurus, tetapi merupakan suatu garis caternian. Pada setiap titik – titik pada warp akan bekerja gaya- gaya berat pada warp itu sendiri, gaya resistance dari air, gaya tarik dari kapal/ winch, gaya ke samping dari otter boat dan gaya-gaya lainnya. Resultan dari seluruh gaya yang complicataed ini ditularkan ke jaring (head rope and ground rope), dan dari sini gaya-gaya ini mengenai seluruh tubuh jaring. Pada head rope bekerja gaya resistance dari bottom yang berubah-ubah, gaya berat dari catch yang berubah-ubah semakin membesar, dan gaya lain sebagainya.

Gaya tarik kapal bergerak pada warp, beban kerja yang diterima kapal kadangkala menyebabkan gerak kapal yang tidak stabil, demikian pula kapal sendiri terkena oleh gaya-gaya luar (arus, angin, gelombang), Kita mengharapkan agar mulut jaring terbuka maksimal, bergerak horizontal pada dasar ataupun pada suatu depth tertentu. Gaya tarik yang berubah-ubah, resistance yang berubah-ubah dan lain sebagainya, menyebabkan jaring naik turun ataupun bergerak ke kanan dan kekiri. Rentan yang diakibatkannya haruslah selalu berimbang. Warp terlalu pendek, pada kecepatan lebih besar dari batas tertentu akan menyebabkan jaring bergerak naik ke atas (tidak mencapai

dasar), warp terlalu panjang dengan kecepatan dibawah batas tertentu akan menyebabkan jaring mengeruk lumpur. Daya tarik kapal (HP dari winch) diketahui terbatas, oleh sebab itulah diperoleh suatu range dari nilai beban yang optimal. Apa yang terjadi pada saat operasi penarikan, pada hakikatnya adalah merupakan sesuatu keseimbangan dari gaya-gaya yang complicated jika dihitung satu demi satu.

2.5 JENIS IKAN TANGKAPAN

Sebagaimana dijelaskan diatas bahwa Alat tangkap pukat ikan didefinisikan sebagai jaring penangkap ikan berbentuk kantong yang dilengkapi sepasang (2 buah) papan pembuka mulut jaring (*otter board*), tujuan utamanya untuk menangkap ikan di perairan pertengahan (*bathy pelagic*) dan di perairan dasar (demersal), yang dalam pengopersiannya ditarik melayang di atas dasar oleh 1 (satu) buah kapal motor. Pengoperasian pukat ikan ini hanya dilakukan di ZEEI Samudera Hindia. Jenis Hasil tangkapan pukat ikan terdiri :

2.5.1 Pelagis kecil

- a. Ikan pelagis kecil hidup pada daerah pantai yang relatif kondisi lingkungannya tidak stabil menjadikan kepadatan ikan juga berfluktuasi dan cenderung muda mendapat tekanan akibat kegiatan pemanfaatan, karena daerah pantai mudah dijangkau oleh aktivitas manusia. Jenis ikan yang tetrangkap pada pukat ikan surface trawl (pukat Ikan permukaan) terdiri dari ikan layang, kembung, tembang, teri, dan lain-lain. Menurut Widodo *et al* (1994) ikan pelagis kecil mempunyai karakteristik tersendiri, yaitu:
 - a. membentuk gerombolan yang terpencar-pencar;
 - b. variasi rekrutmen cukup tinggi yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan yang labil;
 - b. selalu melakukan ruaya baik temporal maupun spasial
 - c. aktivitas gerak cukup tinggi yang ditunjukkan oleh bentuk badan menyerupai torpedo;

- d. Kulit dan tekstur yang mudah rusak, daging berkadar lemak relatif tinggi,
- e. mengakibatkan mudah mengalami kerusakan mutu.

2.5.2 Ikan pelagis besar

Ikan pelagis besar hidup pada laut lepas dengan kondisi lingkungan relatif stabil, disamping itu ikan pelagis besar umumnya melakukan migrasi sepanjang tahun dengan jarak jauh. Secara biologis kelompok cakalang, tuna, dan tongkol termasuk kedalam kategori ikan yang mempunyai tingkah laku melakukan migrasi dengan jarak jauh (*highly migratory species*) melampaui batas-batas yuridiksi suatu negara. Keadaan tersebut akan menyebabkan penambahan dan pengurangan stok di suatu perairan yang berperan penting dalam kesediaan lokal pada saat terjadi musim penangkapan. Ikan Pelagis besar menyebar di perairan yang relatif dalam, bersalinitas tinggi, kecuali ikan tongkol yang sifatnya lebih kosmopolitan dapat hidup di perairan yang relatif dangkal dan bersalinitas lebih rendah. Sifat epipelagis dan oseanis menjadikan penyebaran sumberdaya ikan pelagis besar secara vertikal sangat dipengaruhi lapisan termoklin yang juga adalah struktur lapisan massa air yang terbentuk akibat perbedaan suhu. Demikian pula penyebaran secara horizontal yang dipengaruhi oleh faktor perbedaan suhu dan juga ketersediaan makanan.

2.5.3 Ikan Demersal

Ikan demersal adalah kelompok ikan yang mendiami atau mempunyai habitat berada antara kolom air hingga dekat dasar perairan. Ikan-ikan ini umumnya aktif mencari makan pada malam hari, dan juga bersifat pasif dalam pergerakannya, karena tidak ada mobilitas dalam jarak yang jauh. Kelompok ikan ini adalah termasuk jenis-jenis ikan karang. Adapun daerah penangkapan yang diizinkan bagi kapal pukat ikan (ikan demersal) tersebut adalah wilayah Laut Arafura sebagaimana tercantum pada Kepres No. 80 Tahun 1985 tentang larangan penggunaan Alat Tangkap Pukat Harimau dan diganti menjadi kapal pukat ikan, sedangkan untuk pukat ikan pelagis wilayah yang diizinkan adalah Samudera Hindia (Barat Sumatera, Selatan Jawa), Laut Cina Selatan, L.Sulawesi, dan L. Pasifik.