

# Kajian Kecepatan Dan Kestabilan Pada Beberapa Bentuk Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-Seiner*) Di Sulawesi Utara

Study of Speed and Stability in Some form of Small Purse-Seiner In North Sulawesi

REVOLS D. CH. PAMIKIRAN\*<sup>1</sup> FRANGKY E. KAPARANG<sup>2</sup> dan HEFFRY V. DIEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Ilmu Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi.

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Bahu Manado 95115, Indonesia

## Abstract

This study was aimed at analyzing the boat technical characteristics covering shape and size, analyzing the boat speed and stability-related capability, and evaluating the speed and stability values based on the present standard. Boat speed determination was done based on the speed length ratio (SLR), and its valuation was based upon the boat resistance value and the boat thrust estimation. The boat stability determination was based on **teknik momen system (*inclining experiment*)** and the static and dynamic stability calculation. Results showed that three small pure-seiners from Bitung, Manado, and Molibagu had specific shapes, U-button (Bitung) and Round-Button (Manado and Molibagu). The best boat speed achievement, based on shape, resistance, and thrust, was recorded in Manado boat. All small purse seiners had stable balance condition, but only Manado and Bitung boats met the International Maritime Organisation (IMO) standard.

**Keywords:** Speed Stability, Purse Seiner, North Sulawesi

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: menganalisis karakteristik teknis yang mencakup bentuk dan ukuran kapal, menganalisis kemampuan dalam hal kecepatan dan kestabilan kapal, dan mengevaluasi nilai kecepatan dan kestabilan kapal berdasarkan pada standart yang ada. Penentuan kecepatan kapal dilakukan berdasarkan SLR (*speed length ratio*), dan penilaiannya dilakukan berdasarkan nilai tahanan kapal dan estimasi daya dorong kapal. Penentuan kestabilan kapal dilakukan berdasarkan teknik momen system (*inclining experiment*) dan perhitungan stabilitas statis dan dinamis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Tiga kapal pukat cincin (*small pure-seiner*) dari daerah Bitung, Manado, dan Molibagu memiliki bentuk yang spesifik yaitu *U-button* (kapal Bitung) dan *Round-Button* (kapal Manado dan Molibagu); Capaian kecepatan kapal terbaik berdasarkan bentuk, tahanan, dan daya dorong kapal dicapai oleh kapal dari daerah Manado. Ketiga kapal objek *small purse seiner* memiliki kondisi keseimbangan yang stabil, namun demikian hanya kapal Manado dan Bitung memenuhi standar IMO (*International Maritime Organisation*).

**Kata-kata kunci :** Kecepatan, Stabilitas, Kapal Pukat Cincin, Sulawesi Utara.

## PENDAHULUAN

Kecepatan dan kestabilan kapal perikanan merupakan faktor yang menentukan keberhasilan operasi penangkapan ikan. Kapal ikan dituntut untuk dapat bergerak dengan cepat dan lincah saat digunakan, dimana kecepatan tersebut dibutuhkan kapal ikan untuk menuju daerah penangkap (*fishing ground*) atau kembali ke daerah pendaratan ikan (*fishing base*), mengejar

kelompok ikan yang menjadi sasaran (*target species*) maupun pada saat mengoperasikan alat tangkap. Keselamatan pelayaran suatu kapal lebih banyak atau sangat ditentukan oleh kestabilan kapal. Selain untuk tujuan keselamatan kapal (*safety*), maka stabilitas kapal juga sangat dibutuhkan untuk menunjang kenyamanan awak kapal saat berada dan beraktifitas di kapal. Kecepatan dan kestabilan kapal yang baik akan berkontribusi positif terhadap kinerja kapal dalam menunjang sukses kegiatan operasi

\* E-mail: [rdolfichp@yahoo.com](mailto:rdolfichp@yahoo.com)

penangkapan ikan. Kecepatan dan kestabilan kapal sangat dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran kapal. “Kajian Kecepatan dan Kestabilan pada Beberapa Bentuk Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-seiner*) di Sulawesi Utara” bertujuan untuk : menganalisis karakteristik teknis yang mencakup bentuk dan ukuran kapal, menganalisis kemampuan dalam hal kecepatan dan kestabilan kapal, dan mengevaluasi nilai kecepatan dan kestabilan kapal berdasarkan pada standart yang ada.

## METODOLOGI PENELITIAN

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan, pengukuran, dan pengutipan. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung dilapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui pengutipan informasi dan beberapa tulisan ilmiah sesuai dengan topik kajian penelitian.

### *Pengukuran Dimensi Utama Kapal dan Penggambaran Lambung Kapal*

#### 1. Pengukuran Ukuran Utama Kapal

Pengukuran ukuran utama kapal dalam penelitian ini meliputi ukuran-ukuran sebagai berikut:

- Loa (*Lenght over all*) adalah panjang keseluruhan dari kapal yang diukur dari ujung buritan sampai ke ujung haluan.
- Lbp (*Lenght between perpendiculars*) adalah panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.
- B adalah lebar kapal yang diukur mulai dari sisi luar kapal yang satu ke sisi yang lainnya.
- D (*Depth*) adalah dalam atau tinggi kapal yang diukur mulai dari dek terendah hingga ke bagian badan kapal terbawah
- d (*Draft*) adalah dalam sarat kapal yang diukur dari Lwl (garis air) hingga ke lunas kapal.

#### 2. Penggambaran Lambung Kapal dengan Teknik Pantograph

Untuk menggambarkan lambung kapal dengan teknik pantograph, dilakukan dengan cara sebagai berikut: Pada saat pengukuran kapal diusahakan berada pada posisi diam dan lurus. Ukur panjang keseluruhan kapal lalu dibagi menjadi 10 bagian yang sama besar, bernomor ordinat 0 pada buritan hingga 10 bagian haluan. Menggambar garis lambung kapal pada saat bagian lambung yang telah di tandai dengan menggunakan pantograph,

dengan prosedur sebagai berikut: ujung lengan dari pantograph ini dijepit pada freeboard deck line kemudian dengan cara menyelam, menarik ujung lengan dari pantograph mengikuti bentuk kapal sampai pada freeboard deck line.

Bagian lambung kapal di gambar pada kertas di papan pantograph dengan skala yang ditentukan.

### *Analisis Data*

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan diolah untuk mendapatkan beberapa parameter hidrostatis, dan parameter yang menjadi objek kajian penelitian. Rumusan-rumusan yang digunakan untuk keperluan tersebut adalah sebagai berikut:

#### *Koefisien Bentuk Kapal*

Koefisien bentuk kapal digunakan untuk menentukan kemontokan dan kelangsingan dari bentuk bangunan kapal (Smith, 1975). Koefisien bentuk kapal dianalisis menurut Nomura dan Yamazaki (1977) :

#### *Koefisien Balok (cb)*

$$C_b = \frac{\nabla}{Lwl \times Bwl \times d}$$

#### *Koefisien Prismatic (cp):*

$$C_p = \frac{\nabla}{A_{\otimes} \times Lwl}$$

#### *Koefisien Penampang Tengah (C<sub>⊗</sub>) :*

$$C_{\otimes} = \frac{A_{\otimes}}{d \times Bwl}$$

#### *Koefisien Bidang Air (waterplane coeficient) :*

$$C_w = \frac{A_w}{Lwl \times Bwl}$$

Dimana:

Lwl = panjang garis air (m)

Bwl = lebar terlebar pada garis air tertentu (m)

d = draft (m)

A<sub>⊗</sub> = luasan pada daerah tengah kapal (midship) (m<sup>2</sup>)

A<sub>w</sub> = luasan/area pada garis air tertentu (m<sup>2</sup>)

∇ = volume displacement (m<sup>3</sup>)

Analisis Luas Bidang :

$$A = \frac{h}{3} (y_1 + 4y_2 + 2y_3 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n)$$

**Analisis Volume :**

$$\nabla = \frac{H}{3} (A_1 + 4A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{m-2} + 2A_{m-1} + A_m)$$

**Berat Displacement :**

$$\Delta = \nabla \times \rho$$

Dimana:

h = panjang setengah lebar kapal dibagi jumlah ordinat dikurangi 1 (m)

y = ordinat

n = jumlah ordinat yang digunakan

H = panjang garis air dibagi dengan jumlah section dikurangi 1 (m)

A = luas area pada section tertentu (m<sup>2</sup>)

$\nabla$  = volume displacement (m<sup>3</sup>)

$\Delta$  = berat displacement (ton)

$\rho$  = massa jenis air laut (1.025 ton/m<sup>3</sup>)

**Speed length ratio (SLR) dan Tahanan Kasko Kapal**

Penentuan kecepatan kapal dilakukan berdasarkan SLR (*speed length ratio*) untuk mendapatkan nilai kecepatan rendah, sedang, dan kecepatan tinggi kapal. Penilaian terhadap capaian kecepatan kapal ini dilakukan berdasarkan nilai tahanan kapal.

Untuk mendapatkan nilai kecepatan dalam berbagai kategori (kecepatan rendah, sedang, dan tinggi) dari kapal yang diteliti digunakan rumusan *speed length ratio* menurut Suzuki (1980), sebagai berikut:

$$\text{Speed length ratio (SLR)} = V/\sqrt{L}$$

Dimana: V = Kecepatan kapal

L = Panjang kapal

$$R_{FHull} = R_{F1} \times C_1 \times (0,93 + C_2 \times (B/L_R)^{0,92497} \times (0,95 - C_p)^{-0,521448} \times (1 - C_p + 0,0225 \times LCB)^{0,6906})$$

Keterangan:

L<sub>R</sub> : Panjang kapal untuk perhitungan tahanan kasko (m)

LCB : *Longitudinal centre buoyancy* (m)

S : *Wetted Surface Area* (m<sup>2</sup>)

R<sub>n</sub> : *Reynolds's Number*

V : Kecepatan (knot)

R<sub>FHull</sub> : *Hull frictional resistance* (kN)

R<sub>F1</sub> : *Frictional resistance*

C<sub>F1</sub> : *Frictional resistance coefficient*

C<sub>1</sub> : 1,0 + 0,003 × C<sub>stern</sub>; untuk kapal normal C<sub>stern</sub> = 0

C<sub>2</sub> : 0,479948; bila d/Lwl ≤ 0,02

**Stabilitas Kapal**

Penentuan kestabilan kapal dilakukan berdasarkan teknik momen system (*inclining experiment*) dan perhitungan stabilitas statis dan dinamis kapal. Penilaian terhadap kestabilan kapal dilakukan dengan membandingkan nilai kestabilan yang diperoleh dengan nilai standard kestabilan menurut IMO (*International Maritime Organisation*).

Untuk pengujian kemiringan untuk stabilitas digunakan rumusan seperti yang dinyatakan dalam (Hind, 1982) yaitu :

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \tan \theta}$$

Dimana:

GM = Jarak antara Pusat Gravitasi Metacenter (m)

w = Berat beban (ton)

d = Jarak beban (m)

θ = Sudut yang dibentuk (°)

Penentuan nilai stabilitas yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk kurva GZ menggunakan perumusan dalam Attwood dan Pangelly (1967) sebagai berikut:

$$GZ = \sin \theta (GM + \frac{1}{2} BM \tan^2 \theta)$$

$$BM = I / V$$

Dimana:

BM = jarak titik apung sampai M (m)

V = volume displacement (m<sup>3</sup>)

I = Momen inerti (m<sup>4</sup>)

GM = Gravity metacenter (m)

θ = Sudut oleng (°)

Data pengukuran yang diperoleh di lapangan dianalisis dengan menggunakan program aplikasi *Multisurf* untuk memperoleh nilai GM dan nilai GZ. Untuk menghitung luas dibawah kurva stabilitas statis untuk mendapatkan nilai stabilitas dinamis dilakukan secara manual dengan menggunakan perumusan berdasarkan aturan Simpson I (Ikeda, 1978).

**Alat dan Bahan Penelitian**

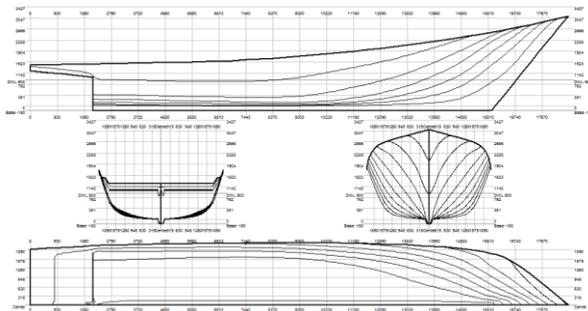
Adapun objek kajian dalam penelitian ini adalah kapal pukat cincin (*small purse seiner*) yang ada Bitung, Manado) dan Malibagu. Penelitian ini adalah penelitian model acak, dimana kesimpulan hanya berlaku bagi objek yang diteliti dan bukan populasi dimana objek berada (Sudjana, 1980). Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut: Clinometer, Pantograph, Meteran, Beban (orang yang telah diketahui beratnya), Kertas, Alat tulis, Kamera, Komputer yang dilengkapi dengan

program aplikasi *Freeship v 3.2* (Timoshenko, 2010), *Multisurf*, dan *Microsoft Excel*.

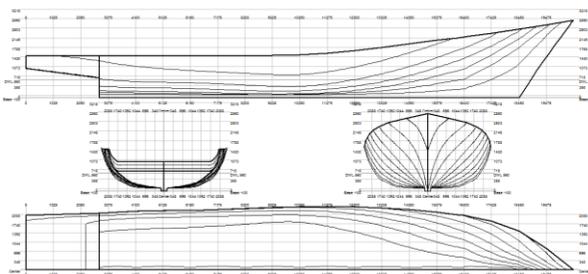
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-seiner*)

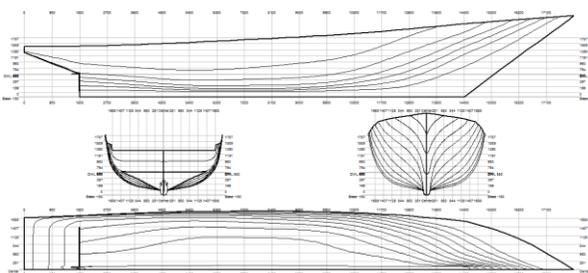
Penggambaran hull line ketiga kapal Objek di petakan pada gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1 Lines-plane Kapal Bitung (KBtg)



Gambar 2 Lines-plane Kapal Manado (KMdo)



Gambar 3 Lines-plane Kapal Molibagu (KMbg)

Berdasarkan gambar design ketiga kapal objek masing-masing memiliki bentuk yang cenderung *U-bottom* (KBtg), dan *Round-bottom* (KMdo dan KMbg). Deskripsi kapal Pukat Cincin (*small purse seiner*) yang meliputi ukuran utama, benaman (displacement), dan koefisien

bentuk dari ketiga kapal objek (KBtg, KMdo, dan KMbg) disajikan pada tabel 1.:

Tabel 1. Spesifikasi Kapal Pukat Cincin (*small purse seiner*)

No.	Parameter	Kapal Objek		
		KBtg	KMdo	KMbg
1.	Panjang (m)	18,600	20,500	18,000
2.	Lebar (m)	4,300	4,750	3,840
3.	Dalam (m)	1,720	1,520	1,815
4.	Displacement (ton)	21,299	12,998	14,959
5.	Volume (m <sup>3</sup> )	20,749	12,662	14,573
6.	C <sub>b</sub>	0,433	0,355	0,380
7.	C <sub>p</sub>	0,729	0,636	0,685
8.	C <sub>w</sub>	0,800	0,714	0,751
9.	C <sub>⊙</sub>	0,594	0,558	0,554

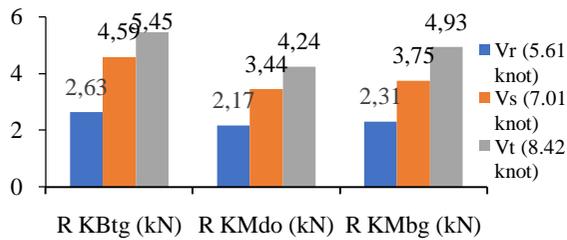
Nilai koefisien bentuk kapal pada tabel 1 secara umum menunjukkan bahwa kapal KMdo memiliki nilai koefisien yang relative kecil dibanding dengan KBtg dan KMbg, kecuali untuk nilai koefisien midship. Keadaan ini menunjukkan bahwa bentuk dari kapal KMdo secara dua dimensi maupun tiga dimensi adalah lebih baik dibandingkan dengan dua kapal yang lain (KBtg dan KMbg).

### Kecepatan Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-seiner*)

Kajian kecepatan kapal dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kategori kecepatan kapal berdasarkan SLR yaitu kecepatan rendah (V<sub>r</sub>), kecepatan sedang (V<sub>s</sub>), dan kecepatan tinggi (V<sub>t</sub>). Keterkaitan antara nilai hambatan atau tahanan kapal (R) pada kecepatan-kecepatan ini merupakan dasar untuk menguji dan menentukan kapal bentuk kapal mana yang dapat memiliki capaian kecepatan kapal yang lebih efisien. Pada tabel 2 disajikan nilai kecepatan kapal berdasarkan analisis SLR dan nilai tahanan kapal (R) dari ketiga kapal objek selanjutnya dipetakan dalam bentuk kurva pada gambar 4.

Tabel 2. Kecepatan (knot) dan Tahanan (kN) Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-seiner*)

Kecepatan Kapal (Knot)	Tahanan Kapal, R (kN)		
	KBtg	KMdo	KMbg
V <sub>r</sub> = 5,61	2,63	2,17	2,31
V <sub>s</sub> = 7,01	4,59	3,44	3,75
V <sub>t</sub> = 8,42	5,45	4,24	4,93



Gambar 4. Kecepatan dan Tahanan Kapal Pukat Cincin

**Kestabilan Kapal Pukat Cincin (Small Purse-seiner)**

Nilai parameter stabilitas dari kapal objek yang meliputi B (*Bouyancy*), G (*Gravity*), M (*Metacentre*) terhadap titik K (*Keel*), disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter Stabilitas dari Kapal Pukat Cincin (*Small Purse-seiner*)

Nama Kapal	BM (m)	KG (m)	KB (m)	GM (m)	KM (m)
KBtg	1,833	1,634	0,367	0,566	2,200
KMdo	2,763	1,961	0,242	1,044	3,005
KMbg	1,198	1,566	0,830	0,462	2,028

Dari tabel 3 terlihat bahwa ketiga kapal objek *small purse seiner* yang diteliti memperlihatkan posisi titik B, G, dan M terhadap titik K pada kondisi keseimbangan yang stabil, yang berarti posisi titik M berada di atas titik G, sehingga KM memiliki nilai lebih besar dari KG. Jadi ketiga kapal *small purse seiner* tersebut memiliki nilai GM positif, dan dengan demikian nilai GM positif ini dapat menghasilkan *righting moment*. *Righting moment* merupakan momen dimana kopelnya bergerak berlawanan arah dengan kemiringan kapal sehingga pada saat kapal mengalami oleng maka kapal akan mampu kembali ke posisi tegak seperti semula. GZ merupakan lengan pengembali atau lengan penegak (momen-arm) yang merupakan komponen dari momen penegak (*righting moment*) setelah dikalikan dengan displacement kapal ( $\Delta$ ). Setiap perubahan kemiringan kapal ( $\Theta$ ) akan menyebabkan perubahan nilai GZ ( $G - G'$ ), dan jika perubahan-perubahan ini digambarkan akan menghasilkan kurva GZ. Evaluasi kestabilan kapal dilakukan melalui penilaian terhadap stabilitas statis dan dinamis kapal. Stabilitas statis kapal ditunjukkan oleh nilai lengan penegak GZ

sedangkan stabilitas dinamis dinyatakan dalam luas area di bawah kurva stabilitas statis. Nilai stabilitas statis dan dinamis dari kapal objek dan nilai standart yang dikemukakan oleh IMO disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai GZ Kapal Pukat Cincin dan Nilai Standart IMO

Nilai Kurva GZ	Pada Standar IMO (Nilai Min)	Kapal objek		
		KBtg	KMdo	KMbg
A (0-30°)	0.055 m-rad.	0.066	0.099	0.049
B (0-40°)	0.090 m-rad.	0.103	0.145	0.078
C (30-40°)	0.030 m-rad.	0.037	0.047	0.028
D(Sudut GZ <sub>max</sub> )	30 deg	32°	34°	40°
E (GZ <sub>min</sub> )	0.20 m	0.220	0,280	0,170
F (GM)	0.35 m	0.566	1,044	0,462

**KESIMPULAN**

Tiga kapal pukat cincin (*small pure-seiner*) dari daerah Bitung, Manado, dan Molibagu memiliki bentuk yang spesifik yaitu *U-button* (kapal Bitung) dan *Round-Button* (kapal Manado dan Molibagu); Capaian kecepatan kapal terbaik berdasarkan bentuk, tahanan, dan daya dorong kapal dicapai oleh kapal dari daerah Manado (KMdo), kemudian diikuti oleh kapal dari Molibagu (KMbg) dan kapal dari Bitung (KMbg) ; ketiga kapal objek *small purse seiner* memperlihatkan posisi titik B(*Centre of Buoyancy*), G (*Centre of Gravity*), dan M (*Metacentre*) terhadap titik K (*Keel*) berada pada kondisi keseimbangan yang stabil, yang berarti posisi titik M berada di atas titik G, sehingga KM memiliki nilai lebih besar dari KG, dan GM bernilai positif. KMdo dan KBtg memiliki nilai stabilitas yang memenuhi standard IMO, sedangkan KMbg tidak. Bentuk kapal dari KMdo memiliki nilai kestabilan terbaik.

**DAFTAR PUSTAKA**

Atwood, E.L. O.B.E & H.S. C.B. Pengelly, 1967. *Theoretical Naval Architecture*. Longmans. Great Britain.  
 Hind J.A., 1982. *Stability and Trim of Fishing Vessels*. Second edition . England: Fishing News Book.  
 Ikeda M., 1978. *Theory and Deign of Small Vessel*. Kaibundo Publisher, Tokyo, 534p  
 International Maritime Organization (IMO)., 1995. *Code of Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instrument*. IMO, London.  
 Nomura, M & T. Yamazaki. 1977. *Fishing Techniques (I)*. SEAFDEC. Japan International Agency. Tokyo.  
 Smith, 1975. *Elements of Ship Design*. London: Marine Management (Holding) Ltd. 76 Marj Lane.

R.D.Ch. Pamikiran dkk.

Suzuki, O., 1980. Handbook for Scientists and Technologist, Training Departement Southeast Asian Fisheries Development Center.

Sudjana. 1980. Desain dan analisis Eksperimen. Penerbit Tarsito, Bandung.