

# STABILITAS DINAMIS KAPAL PUKAT CINCIN DI SULAWESI UTARA

(*Dynamic Stability of Small Purse Seiner in North Sulawesi*)

Johnny H Tumiwa<sup>1</sup>, KWA Masengi<sup>2</sup> dan RDCh Pamikiran<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara.

Kapal penangkap ikan yang terbuat dari kayu dan yang dirancang dan dibangun secara tradisional sangat umum digunakan oleh nelayan di Sulawesi Utara. Untuk efisiensi operasi penangkapan, kapal yang digunakan seharusnya memiliki stabilitas yang baik. Untuk mengetahui nilai stabilitas dari kapal-kapal yang digunakan nelayan, maka penelitian ini telah dilakukan pada salah satu jenis kapal ikan yang umum digunakan yaitu kapal pukat cincin kecil (pajeko) dari tiga tempat di Sulawesi Utara, yaitu di Kota Bitung (pantai timur), Molibagu (pantai selatan) dan Manado (pantai barat). Kapal yang diteliti berjumlah 6 kapal, masing-masing 2 kapal dari setiap tempat, dengan ukuran 4–100 GT. Analisis stabilitas dilakukan melalui tahapan pengukuran deskripsi teknik kapal dan percobaan kemiringan. Hasil analisis, berdasarkan posisi relative titik M (metacenter) terhadap G (titik berat), menunjukkan bahwa secara keseluruhan keenam kapal memiliki nilai stabilitas positif berkisar dari 0,289-1,044 meter.

**Kata kunci:** kapal pukat cincin, pajeko, stabilitas dinamis, Sulawesi utara.

Traditionally-built wooden fishing vessels are very common in North Sulawesi. For the efficiency of fishing operation, those vessels should have good stability. To determine the value of the stability of those fishing vessels, this study has been done on one of the commonly used fishing boats, i.e. small purse seiners (pajeko) from three sites in North Sulawesi, which are the City of Bitung (east coast), Molibagu (south coast) and Tumumpa (west coast). As many as 6 vessels were observed, 2 vessels from each location, with vessel tonnage of 4–100 GT. Stability analysis performed through measurement of vessel technical description and inclining experiment. The results of the analysis, based on the relative position of the M (metacenter) point to G (center of gravity) point, indicating that the overall stability of the six ships have positive values ranging from 0.289 to 1.044 meters.

**Keywords:** small purse seiner, pajeko, dynamic stability, North Sulawesi.

## PENDAHULUAN

Usaha pemanfaatan sumberdaya perikanan membutuhkan alat bantu penangkapan ikan sebagai sarana pokok adalah kapal perikanan. Kapal penangkap ikan merupakan modal yang sangat penting dalam bisnis perikanan tangkap (Masengi *et al.*, 2000, Panggaha, 1997).

Mengingat fungsi operasional dari kapal tersebut maka beberapa persyaratan khusus harus dimiliki oleh kapal ikan, antara lain: kemampuan olah gerak, kestabilan, kecepatan, layak laut, dan peralatan kapal.

Keselamatan pelayaran suatu kapal lebih banyak ditentukan oleh stabilitas. Menurut Hind (1967) stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula sesudah mengalami miring akibat bekerjanya gaya-gaya dari luar atau dalam kapal. Pembuatan suatu kapal perikanan harus memperhatikan stabilitas kapal tersebut. Kapal dikatakan stabil jika pada saat kapal diberi kemiringan pada satu sisi, kapal cenderung kem-

bali ke posisi semula. Kapal dikatakan tidak stabil jika pada saat kapal diberi kemiringan pada posisi semula, kapal cenderung menjauh dari posisi semula. Proses pembuatan kapal dan untuk membuat kapal tetap dalam keadaan yang stabil pada saat pengoperasian, nilai akurat dari posisi pusat gravitasi sangat dibutuhkan. Santoso dan sudjono (1983) menyatakan bahwa ada 3 titik semu yang penting dalam stabilitas suatu kapal yaitu: titik berat (G), titik apung (B) dan *metacenter* (M).

Apabila titik G berada di bawah titik M maka momen penegak bernilai positif. Momen penegak ini sanggup mengembalikan kapal ke posisi tegak semula, stabilitas ini dinamakan stabilitas positif (stabil). Apabila G berada di atas titik M momen penegak bernilai negatif, momen penegak ini tidak mampu mengembalikan kapal ke posisi tegak semula, stabilitas ini dinamakan stabilitas negatif (labil). Kemudian apabila keseimbangannya netral berarti titik G dan M berimpit pada satu titik.

Stabilitas kapal dibagi dalam stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas statis (*initial*

*stability*) adalah stabilitas kapal yang diukur pada kondisi air tenang dengan beberapa sudut keolengan pada nilai ton displacement yang berbeda. Nilai stabilitas statis kapal ditunjukkan oleh nilai lengan penegak (GZ). Stabilitas dinamis adalah stabilitas kapal yang diukur dengan jalan memberikan suatu usaha pada kapal sehingga membentuk sudut keolengan tertentu. Stabilitas dinamis dinyatakan dalam luas area di bawah kurva stabilitas statis. Nilai periode oleng suatu kapal sangat tergantung dari besarnya nilai radius *metacenter* (GM) dari kapal tersebut.

Semakin besar GM dengan G berada di bawah M maka nilai periode oleng semakin stabil positif dan sebaliknya semakin kecil GM hingga G berhimpit dengan M maka periode oleng akan semakin besar dan kapal mengalami stabilitas netral. Jika titik G berada di atas M menyebabkan kapal menjadi tidak stabil, dan periode oleh semakin lama besar menyebabkan kapal tidak mampu kembali ke posisi tegak, malah membantu memiringkan kapal dan kemungkinan kapal akan terbalik (Pangalila, 2011).

Stabilitas maksimum adalah nilai GZ maksimum yang dapat dicapai oleh kapal pada besar sudut dan kondisi tertentu, sedangkan kisaran stabilitas merupakan sudut terbesar kemiringan kapal tanpa terjadinya nilai GZ negatif.

Hasil perhitungan stabilitas dinamis kapal yang terukur dibandingkan dengan nilai kriteria kestabilan kapal oleh IMO melalui kurva GZ (Fyson, 1985). Dari perbandingan itu didapatkan tingkat kestabilan dinamis dari kapal yang diteliti. Saat ini belum ada kriteria kestabilan kapal untuk kapal yang memiliki ukuran panjang di bawah 24 meter tetapi masih dianjurkan untuk menggunakan kriteria yang sama (Fyson, 1985).

Kapal pukat cincin merupakan salah satu jenis kapal penangkap ikan pelagis yang banyak digunakan oleh nelayan Sulawesi Utara yang lebih dikenal dengan *pajeko*. Kestabilan kapal sebagai salah satu faktor teknis penting dalam menunjang kesuksesan operasi penangkapan ikan, dan pada akhirnya akan membantu meningkatkan kesejahteraan nelayan. Oleh karena itu penelitian tentang kestabilan kapal khususnya stabilitas dinamis kapal *pajeko* yang berpangkalan di Pelabuhan Perikanan Samudera Bitung, Pelabuhan Perikanan Molibagu, dan Pelabuhan Perikanan Manado dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan stabilitas kapal *pajeko* dan membandingkan nilai stabilitas dinamis kapal-kapal yang berpangkalan di pelabuhan-pelabuhan tersebut dengan nilai standar berdasarkan kriteria stabilitas minimum oleh

IMO. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan penting bagi pengembangan ilmu dan teknologi perikanan khususnya kapal ikan dan informasi bagi nelayan dan pengusaha yang bergerak di bidang perikanan dalam pembuatan kapal yang lebih baik.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung, Pelabuhan Perikanan Molibagu, dan Pelabuhan Perikanan Tumumpa Manado.

### Analisis Data

Data pengukuran yang diperoleh di lapangan dianalisis dengan menggunakan program perangkat lunak *Multisurf* untuk memperoleh nilai GM dan nilai GZ. Analisis parameter-parameter lainnya untuk penggambaran lambung kapal menggunakan program perangkat lunak *Freeship V3.2* (Timoshenko, 2010). Penghitungan luas di bawah kurva stabilitas statis untuk mendapatkan nilai stabilitas dinamis dilakukan secara manual menggunakan perumusan berdasarkan aturan Simpson I.

Tingkat stabilitas kapal dapat dilihat dengan dua cara yaitu dengan melakukan pengujian kemiringan dan melakukan perhitungan stabilitas melalui rumus-rumus geometri. Pada penelitian ini digunakan cara yang kedua yaitu dengan melakukan analisa angka-angka dari penampilan lengan penegak GZ pada keenam kapal yang diteliti. Nilai-nilai parameter yang didapat akan dibandingkan dengan standar IMO.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian terhadap keenam kapal yang diteliti memperlihatkan posisi titik stabilitas yaitu B, G, M terhadap titik K (lunas).

**Tabel 1. Parameter stabilitas pada kapal *pajeko* yang diteliti.**

Nama Kapal	BM (m)	KG (m)	KB (m)	GM (m)	KM (m)
Bitung-1	1,83	1,63	0,37	0,57	2,20
Bitung-2	1,58	1,47	0,18	0,29	1,76
Molibagu-1	1,73	1,31	0,31	0,74	2,04
Molibagu-2	0,14	1,57	1,89	0,46	2,03
Manado-1	3,22	2,40	0,13	0,94	3,35
Manado-2	2,76	1,96	0,24	1,04	3,01

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa keenam kapal yang diteliti memperlihatkan posisi titik B, G dan M terhadap titik K pada kondisi keseim-

bangun yang stabil, dalam hal ini posisi titik M berada di atas titik G, sehingga KM memiliki nilai lebih besar dari KG. Hal ini berarti keenam kapal tersebut memiliki nilai GM positif. *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 bagi kapal agar kembali ke posisi tegak semula yang digambarkan dengan perpindahan titik G saat keseimbangan berubah ke titik G' setelah mengalami oleng. Jarak antara G ke G' merupakan GZ. Perpindahan titik tersebut pada tiap kondisi akan menghasilkan tampilan kurva stabilitas yang berbeda.

Untuk mengetahui nilai stabilitas kapal sampel, analisis dilakukan 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.

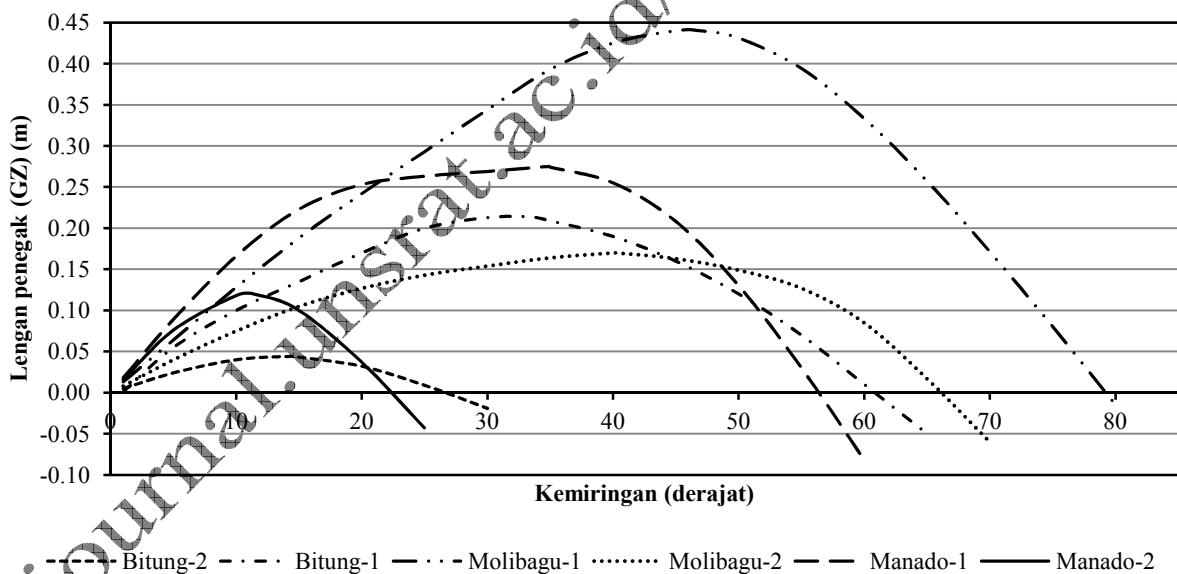
Kapal *pajeko* Bitung-1 memiliki nilai GZ maksimum pada kisaran sudut oleng 31°–34° tepatnya 33,35° dengan nilai 0,218 meter sedangkan untuk kapal *pajeko* Bitung-2 nilai GZ berada pada kisaran sudut oleng 13°–15° tepatnya 14,14° dengan

nilai 0,044 meter. Sehingga nilai GZ maksimum untuk kapal Bitung-2 lebih kecil dibandingkan dengan kapal Bitung-1 (Gambar 1).

Kapal *pajeko* Molibagu-1 memiliki nilai GZ maksimum berada pada kisaran sudut oleng 44°–47° tepatnya 46,81° dengan nilai 0,44 meter sedangkan sudut oleng kapal *pajeko* Molibagu-2 berkisaran 38°–41° tepatnya 40,25° dengan nilai 0,17 meter. Nilai GZ maksimum untuk kapal Molibagu-2 lebih kecil dibandingkan dengan kapal Molibagu-1.

Kapal *pajeko* Manado-2 memiliki nilai GZ maksimum pada kisaran sudut oleng 10°–12° tepatnya 11,64° dengan nilai 0,119 meter, sedangkan untuk kapal *pajeko* Manado-1 berada pada kisaran sudut oleng 33°–35° tepatnya 34,91° dengan nilai 0,275 meter. Sehingga nilai GZ maksimum kapal Manado-2 lebih kecil dibandingkan dengan kapal Manado-1 yang diteliti.

Nilai lengan penegak GZ menunjukkan nilai stabilitas suatu kapal. Nilai ini memiliki standar yang ditetapkan oleh IMO. Hasil perhitungan stabilitas kapal *pajeko* yang diteliti dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan IMO seperti diterapkan pada Tabel 2.



Gambar 1 Kurva GZ kapal *pajeko* yang diteliti.

Tabel 2. Nilai GZ kapal *pajeko* yang diteliti dan nilai minimum standar IMO.

Nilai Kurva GZ	Standar minimum IMO		Kapal Objek					
			Bitung-1	Bitung-2	Molibagu-1	Molibagu-2	Manado-1	Manado-2
A (0–30°)	0,055	m-rad	0,066	0,013	0,095	0,050	0,099	0,012
B (0–40°)	0,090	m-rad	0,103	-	0,163	0,078	0,145	-
C (30–40°)	0,030	m-rad	0,037	-	0,069	0,029	0,047	-
D (GZ <sub>max</sub> )	30	deg	33	14	46	40	34	11
E (GZ <sub>min</sub> )	0,200	m	0,215	-0,019	0,344	0,154	0,269	0,043
F (GM)	0,150	m	0,566	0,289	0,736	0,462	0,943	1,044

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kapal *pajeko* Bitung-1, Molibagu-1 dan Manado-1 memiliki luas area yang lebih besar dari nilai standar IMO untuk kurva GZ sudut oleng 0–30° dan 0–40°, yang berarti telah sesuai dengan standar. Untuk kapal *pajeko* Bitung-2, Molibagu-2 dan Manado-2 memiliki luas area lebih kecil dari nilai standar IMO untuk kurva GZ sudut oleng 0–30°, berarti tidak sesuai dengan nilai standar IMO.

Nilai kriteria stabilitas dari IMO yang lain adalah nilai GZ maksimum. Pada Tabel 2 terlihat bahwa GZ maksimum dari kapal *pajeko* Bitung-1, Molibagu-1, Molibagu-2 dan Manado-1 yang diteliti memiliki sudut oleng lebih besar dari 30° (sesuai kriteria) sedangkan kapal *pajeko* Bitung-2 dan Manado-2 memiliki sudut oleng kurang dari 30° yang berarti tidak sesuai dengan kriteria.

Untuk nilai GZ minimum pada sudut oleng 30° kapal *pajeko* Bitung-1, Molibagu-1 dan kapal Manado-1 memenuhi kriteria karena nilainya lebih besar dibandingkan nilai standar IMO. Sedangkan kapal *pajeko* Bitung-2, Molibagu-2 dan Manado-2 memiliki nilai di bawah nilai standar. Pada nilai GM, semua kapal *pajeko* yang diteliti memiliki nilai di atas kriteria standar IMO.

### KESIMPULAN

Hasil yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapatlah disimpulkan bahwa keenam kapal *pajeko* memiliki stabilitas positif yang ditunjukkan oleh posisi *metacenter* (M) berada di atas ti-

tik G. Kapal *pajeko* yang tidak sesuai standar adalah kapal Bitung-2, Molibagu-2, dan Manado-2, sedangkan yang sesuai standar IMO yaitu Bitung-1, Molibagu-1, dan Manado-1. Namun kapal yang memiliki nilai kestabilan dinamis terbaik adalah Manado-1.

### DAFTAR PUSTAKA

- Hind J. 1967. Trim and Stability of Fishing Vessel. Fishing News (books) Ltd. London. 120p.
- Masengi KWA, S Takeda, K Ueno, HV Dien, IF Mandagi dan I Paransa. 2000. Technical Characteristics of The Small Purse Seine at The Selected Sites of North Sulawesi, Indonesia. Proceeding of JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area. Bogor-Indonesia. P: 100–104.
- Muckle W. 1975. Naval Architecture of Marine Engineers. New Butter worth and Co. 407p.
- Pangalila FPT. 1997. Peluncuran Kapal Secara Tradisional di Desa Tanaberu Kecamatan Bonta Bahari Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan. Makalah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Pangalila FPT. 2011. Stabilitas Statis Kapal Pole and Line KM Aldeis di Pelabuhan Perikanan Aertembaga Bitung Sulawesi Utara. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. Vol. VII-1. P: 21–26.
- Santoso IGM dan JJ Sudjono. 1983. Teori Bangunan Kapal. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Timoshenko VF. 2010. Perangkat Lunak Freeship V 3.2.
- Fyson J. 1985. Design of Small Fishing Vessel. Fishing News Book. Ltd. FAO. England. 320p.