

KAJIAN HIDRODINAMIKA BENTUK LAMBUNG KAPAL IKAN SESUAI TIPICAL PERAIRAN MALUKU

HYDRODYNAMIC STUDY ON THE SHAPES OF FISHING BOAT ACCORDING TO TYPOLOGY OF MALUKU WATERS

Billy Jhones Camerling

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura Ambon

e-mail: camerlingbilly@gmail.com

ABSTRAK

Perairan Maluku adalah termasuk tipikal perairan yang relatif tenang diantara pulau-pulau yang berdekatan dan bergelombang yang cukup tinggi untuk pulau-pulau yang cukup berjauhan. Typical perairan yang melingkupi perairan laut terbatas dan terbuka menuntut kapal harus dapat dioperasikan pada kondisi perubahan iklim dan cuaca yang sangat cepat bisa berubah disertai kondisi perairan laut yang bergelombang dan membahayakan keselamatan jiwa. Pemilihan bentuk lambung kapal penangkap ikan selama ini belum banyak diteliti guna menjawab tipikal dan karakteristik perairan dimana kapal tersebut beroperasi. Dengan Menggunakan metode kualitatif deskriptif melalui kajian literature dan gambaran informasi yang berlangsung saat penelitian ini maka hasil kajian ini menyimpulkan bahwa Kekurangan kapal monohull (satu lambung) dibandingkan kapal trimaran (tiga lambung) adalah hambatannya sangat meningkat disebabkan oleh luas bidang basah dan tinggi sarat yang besar sehingga membutuhkan daya penggerak kapal lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kapal trimaran. Disamping itu faktor Seakeeping dan stabilitas melintang dari kapal trimaran sangat baik oleh karena lebar kapal yang lebih besar dari kapal berbadan satu.

Kata kunci : Kapal ikan trimaran, tipikal perairan, iklim dan tinggi gelombang.

ABSTRACT

Maluku waters is relatively calm in narrow straits and bays and stormy in wide straits and open seas. Fishing boats operating in different waters require different boat types. Sudden changes of weather and unpredictable sea condition require appropriate boat design. Unfortunately, most fishing boats in Maluku have been built and operated without seriously taking sea condition into consideration. Research on this aspect tend to be sadly neglected. By using descriptive qualitative methods, and literature review this study concluded that the disadvantages of mono-hull vessels (one hull) compared to trimaran vessels (three hulls) were that their inhibitions were greatly increased due to the large wet and wide area. Therefore, it requires a higher propulsion force than a cup compared to that of a trimaran ship. The seakeeping factor and transverse stability make the trimaran ship is better because its has larger body than that of one-body ship.

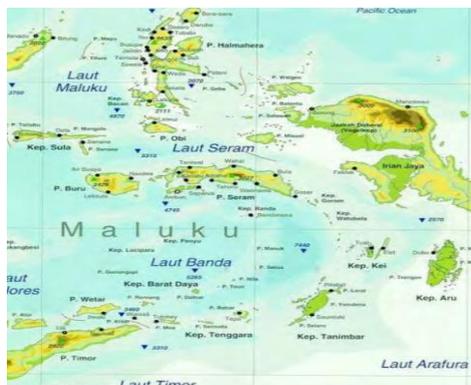
Keywords: Trimaran fishing vessel, typical waters, climate and wave height,

PENDAHULUAN

Transportasi maritime global memegang peranan penting dalam menunjang pembangunan suatu Negara. Khusus untuk negara-negara kepulauan, transportasi maritime mempunyai kontribusi besar dalam menghubungkan pulau secara regional maupun internasional. Secara umum penduduk di kawasan Maluku dan Indonesia Timur lainnya (batas Pasifik barat) mendiami daerah pesisir dengan ciri khas perairan yang bergelombang sepanjang waktu. Ciri khas ini berdampak pada aktivitas penduduk yang sangat tergantung dengan aktivitas kelautan. Salah satu jenis perahu tradisional yang umumnya digunakan di kawasan ini adalah perahu bercadik yang merupakan budaya dari penduduk setempat dan pasifik. Perahu bercadik ini biasa digunakan sebagai sarana transportasi antar pulau maupun kegiatan penangkapan ikan di laut. Satu keunggulan dari perahu jenis ini adalah kemampuan stabilitas yang baik serta mampu beroperasi pada laut bergelombang sampai pada kondisi tertentu (Murdijanto dkk, 2010 dan Maynard dkk, 2008 dalam Luhulima R.B, ITS 2016).

Perairan Maluku adalah termasuk tipikal perairan yang relatif tenang diantara pulau-pulau yang berdekatan dan sangat bergelombang untuk laut yang terbuka dan jarak antara

pula-pulau yang cukup berjauhan. Dengan memiliki dua zona laut yang berbeda karakteristik yaitu laut terbatas yang masih dikategorikan laut tenang karena tinggi gelombang masih dibawah 1 meter, *sea state 1-3* Bhattacharya, (1997). Sebaliknya dengan alur pelayaran laut terbuka yang dengan kondisi iklim dan cuaca yang sangat cepat berubah ubah serta tinggi gelombang dapat mencapai ketinggian 3 - 5 meter (*sea state 5 - 7*), Bhattacharya, (1997) yang cenderung membuat ketidaknyamanan bahkan mengancam keselamatan jiwa dilaut. Tabel 1. memberikan data-data jarak antara pulau di Propinsi Maluku



(a)



(b)



(c)

Gambar 1 (a) Peta Maluku, (b) Jalur pendaratan ikan terbatas (c) Jalur terbuka
Figure 1 (a) Map of Maluku Islands, (b) Limited fish landing lane (c) Open fish landing lanes

Tabel 1 Jarak antara Pulau di Maluku
Table 1 Distance between islands in Maluku Province

Pulau	Ambon (Mil laut)
Ambon	0
Leksula	111
Namlea	82
Ternate	323
Tobelo	476
Tual	325
Dobo	404
Saumlaki	384
Kisar	280
Elat	340

Source Director General of Maluku Sea Transportation, 2015

Besarnya permintaan akan kapal ikan untuk memenuhi kebutuhan pengelolaan sumberdaya laut di Propinsi Maluku terbukti dengan semakin bertambah banyak jumlah kapal ikan khususnya kapal nelayan ukuran kecil yaitu dibawah 5 GT yang umumnya mempunyai panjang lebih kecil dari 7 meter yang beroperasi pada perairan Maluku. Hasil penelitian Matatula. E, 2018 untuk perairan Maluku tengah khususnya di kepulauan lease dapat dilihat pada Table 2.

Tabel 2 Jumlah Kapal di Kepulauan Lease
Table 2 Number of Fishing Vessels in the Lease Islands

	Jumlah		
	Kapal Tuna	Kapal Bobo (Pukat cincin)	Kapal Cakalang (pole and line)
Saparua	66	11	11
Haruku	28	14	0
Nusalaut	58	11	0
Total	152	36	11

Sumber: Matatula, 2019

Pada kenyataanya kapal-kapal ini tidak dapat beroperasi secara maksimal ketika kondisi iklim dan cuaca tertentu terutama pada bulan januari dan bulan juni dimana pada kedua bulan ini sesuai dengan data BMKG tinggi gelombang mencapai *sea state 5-7* Bhattacharya, (1997). Berdasarkan data dari BMKG itu maka Pemerintah Daerah melalui ADPEL mengeluarkan surat larangan berlayar untuk Kapal-kapal yang panjangnya di bawah 60 M., sehingga yang dapat berlayar hanyalah kapal-kapal milik PT. Pelni karena berukuran diatas 70 M, Dirjen Pehubungan Laut Propinsi Maluku (2014)

Dari data jarak antara pulau yang berfariasi sebagaimana terlihat pada tabel 1, ada yang dekat dan bahkan ada yang sangat jauh jaraknya, ini memberikan isyarat bahwa Propinsi Maluku sangat membutuhkan sarana Kapal Penangkap ikan (kapal ikan) yang baik dan efisien agar dapat memanfaatkan kekayaan sumberdaya laut -kepulauan yang terbentang pada propinsi Maluku.

Selaras dengan kemajuan teknologi rancang bangun kapal yang sangat berkembang pesat, dalam tiga puluh tahun belakangan ini terdapat banyak sekali peningkatan kebutuhan kapal baik itu kapal berbadan satu (*mono-hull*), kapal berbadan dua (*catamaran*) dan kapal berbadan tiga (*trimaran*), untuk aplikasi kapal penumpang (*ferries*), sarana olahraga (*sporting craft*) dan kapal riset oseanografi (*oceanographic research vessels*) serta kapal penangkap ikan (*trawlers*) (Utama, 2008). Dari ketiga jenis tipe kapal tersebut masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan yang perlu diperhatikan ketika kita akan mempergunakannya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2 Kapal (a) labung tunggal, (b) katamaran, (c) multihull/banyak lambung
Figure 2 Ship (a) monohull, (b) Catamaran, (c) Trimaran

Kapal-kapal berbadan tunggal (*monohull*) memang telah ada sejak dahulu dan telah banyak digunakan untuk aplikasi kapal-kapal ikan, penumpang., pengangkut kontainer dan kargo cair, kapal perang, dan lain-lain. Kapal-kapal jenis katamaran apabila dibandingkan dengan kapal-kapal berbadan tunggal (*monohull*) mempunyai beberapa kelebihan antara lain tata letak akomodasi yang lebih menarik, adanya peningkatan stabilitas melintang dan dalam sejumlah kasus mampu mengurangi kapasitas tenaga penggerak kapal untuk mencapai kecepatan dinas tertentu (Turner dan Taplin, 1968; Insel dan Molland, 1992; Utama, 1999), lihat Gambar 2(b). Pada Gambar 2(c) Kapal Trimaran merupakan kapal dengan lambung banyak (*multihull*), yang terdiri dari satu lambung utama (*mainhull*) dan dua lambung sisi (*sidehull*) yang ukurannya cenderung lebih pendek dan terletak di kedua sisi lambung utama. Bentuk lambung trimaran adalah pengembangan dari bentuk lambung tunggal yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan kapal yang diikuti dengan berkurangnya daya yang dibutuhkan. Investigasi pada hambatan trimaran telah membuktikan bahwa bentuk lambung trimaran memiliki hambatan lebih kecil jika dibandingkan dengan lambung katamaran dan lambung tunggal pada $Fr > 0,19$ (Murdijanto dkk, 2010 dan Maynard dkk, 2008 dalam Luhulima R.B, ITS 2016).

Keunggulan dari tipe kapal ini telah dikembangkan oleh beberapa negara maju untuk kapal-kapal peneliti, kapal-kapal penumpang dan kapal-kapal khusus lainnya. Salah satu aplikasi nyata dari tipe kapal ini untuk kapal penangkap ikan adalah kapal jenis Pan Boat yang digunakan oleh nelayan Philipina untuk menangkap dan pengumpul ikan tuna di kawasan pasifik dan perairan Maluku. Pan Boat telah menunjukkan kemampuannya untuk bertahan di perairan terbuka dengan kondisi laut bergelombang. Sayangnya sejauh ini tidak ada perubahan yang significant dari tipe ini sebagai kapal penangkap dan pengumpul ikan, dikarenakan fungsi cadik yang digunakan hanya sebatas menjaga kestabilan seperti fungsi cadik pada perahu-perahu tradisional di Maluku. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bentuk lambung kapal penangkap ikan dari sisi hidrodinamika guna menjawab tipikal dan karakteristik perairan dimana kapal tersebut beroperasi. Diharapkan dengan kajian ini dapat di tentukan bentuk lambung yang lebih baik dari sisi hambatan dan seakeeping terutama pada perairan laut di Maluku dengan kondisi iklim dan cuaca yang sangat cepat berubah ubah yang mengakibatkan tinggi gelombang dapat mencapai ketinggian 3-5 meter bahkan bisa sampai 5 -7 meter yang sangat membahayakan operasional kapal ikan dan keselamatan jiwa di laut.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan melakukan kajian literature yang bersumber dari penelitian survey dan evaluasi perahu trimaran tradisional Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B (2007) serta pengadaan sarana tangkap 1,5 GT. Dengan Alat tangkap Hand Line/Long Line (DAK) Dinas Perikanan Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB) TAHUN 2017, 2018 dan 2019 oleh CV Jasa Intan Mandiri-Ambon.

Table 3 Dimensi kapal trimara tradisional
Table 3 Dimensions of Traditional Trimaran Boats

Parameter	Symbol	Satuan	Nilai
1	2	3	4
Length Overall	L _{OA}	m	6,0 - 6,8
Length of Waterline	L _{WL}	m	5,7 - 7,0
Beam	B	m	0,8 - 1,0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Draft	D	m	0,3 – 0,4
Height	H	m	0,5 – 0,7
Breadth Overall	B _{OA}	m	4,2 – 4,6
Length of Outtriger	L _{OUT}	m	3,9 – 4,3
Length of Transverse Bar	L _{TB}	m	2,8 – 3,0
Outtriger Diameter	d _{OUT}	m	0,10 – 0,17
Light Weight	LWT	ton	0,39 – 0,82
Dead Weight	DWT	ton	0,47 – 1,61
Total Wight	W _{MH}	ton	0,86 – 2,43
Weight Displacement Main Hull	Δ _{MH}	ton	0,86 – 2,43
Volume Displacement Main Hull	□ _{MH}	m ³	0,85 – 2,38
Midship Area Main Hull	A _{MMH}	m ²	0,19 – 0,26
Outtriger Area (1)	A _{OUT}	m ²	0,008 – 0,23
Volume Outtriger (2)	V _{OUT}	m ³	0,052 – 0,190
Displacement Outtriger (2)	Δ _{OUT}	ton	0,054 – 0,200
Ratio Displacement Outtriger/Hull (2)	ROH	%	6,20 – 8,30

Source: Survey research and evaluation of Hetharia, W.R, traditional trimaran boa de Fretes, E.R and Camerling, B (2007)

Tabel 4 Spesifikasi Kapal Ikan 1.5 GT di Kabupaten Seram Barat
Table 4 Specifications of the 1.5 GT Fishing Boat in the West Ceram Island

TYPE KAPAL				
No	ITEM	Dimensi	Satuan	Keterangan
1	Type kapal			Ikan (Long Boat)
2	Ukuran Gross Tonnage (GT)		1,5	GT
3	Alat Tangkap ;			Hand Line (Long Line)
UKURAN UTAMA / Principal Dimension				
No	ITEM	Dimensi	Satuan	Keterangan
1	Panjang Seluruh (LOA)	9,00	m	
2	Panjang Pada Garis Geladak (LDL)	8,85	m	
3	Panjang Antara Garis Tegak (LBP)	8,50	m	
5	Lebar Maximum (B)	1,35	m	
7	Tinggi Geladak (H)	0,65	m	
8	Tinggi Sarat Air (D)	0,50	m	
9	Jarak Gading	0,50	m	
10	Coefisien Block (Cb)	0,75		
11	Kecepatan Servis (Vs)	14,0	Knot	
12	Mesin Penggerak, Out Board Motor (OBM)	15	PK	

KAPASITAS				
No	ITEM	Dimensi	Satuan	Keterangan
1	Ukuran Gross Tonnage (GT)	1,5	GT	
2	Volume Ruang Muat (Palka Ikan)	1.5	m ³	
3	Kapasitas Palka Ikan (Ikan + Es)	0.8	Ton	
4	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	60	liter	Premium+Oli
5	Jumlah Anak Buah Kapal (ABK)	3	Orang	
6	Wilayah Pengelolaan Perikanan	Perairan SBB dan Sekitarnya.		

Source: CV Jasa Intan Mandiri-Ambon planning consultant West Seram District Fisheries Service (SBB) in 2017, 2018 and 2019 for the construction of a 1.5 GT fishing boat

Tabel 5 Ukuran dan Parameter Hidrostatik Kapal Ikan 2 GT
Table 5 Dimensions and Hydrostatic Parameters of the 2 GT Fishing Boat

Parameter	Symbol	Satuan	Nilai
Length Overall	L _{OA}	m	9,80
Length of Waterline	L _{WL}	m	9,30
Beam	B	m	0,80
Maximum Beam	M _{max}	m	1,10
Draft	D	m	0,50
Deck Height	H	m	0,85
Freeboard	F	m	0,35 (41%H)
Breadth Overall	B _{OA}	m	4,06
Length of Outrigger	L _{OUT}	m	4,60
Length of Transverse Bar	L _{TB}	m	3,90
Breadth of Outrigger	B _{OUT}	m	3,90
Diameter Outrigger	d _{OUT}	m	0,16
Weight Displacement Main Hull	Δ _{MH}	ton	2,87
Volume Displacement Main Hull	□ _{MH}	m ³	2,80
Midship Area Main Hull	A _{MMH}	m ²	0,347
Waterplane Area	A _w	m ³	6,13
Block Coefficient	C _B		0,791
Midship Coefficient	C _M		0,912
Prismatic Coefficient	C _P		0,867
Waterplane Coefficient	C _w		0,867
Longitudinal cent. of buoyancy	LCB	M	-0,291
Ton per Cm Immersion	TPC	ton	0,063
Transverse metacentre	GMT	m	1,68
Outrigger Area (1)	A _{OUT}	m ²	0,0201
Volume Outrigger (2)	V _{OUT}	m ³	0,157
Displacement Outrigger (2)	Δ _{OUT}	ton	0,161
Ratio Displacement Outrigger/Hull (2)	ROH	%	5,60
Initial Righting Moment Outrigger (1)	RM _{OUT}	ton.m	0,157

Source: Survey research and evaluation of Hetharia, W.R, traditional trimaran boat de Fretes, E.R and Camerling, B (2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal Trimaran Tradisionil

Trimaran adalah suatu kapal lambung ganda yang terdiri dari satu lambung utama (main hull) dan dua lambung samping kecil (outrigger) yang terpasang menyatu dengan lambung utama melalui penghubung melintang(akas). Trimaran merupakan perahu rancangan original dari penduduk asli Polinesia (Pasifik) sekitar 4000 tahun yang lalu. Selanjutnya

rancangan asli trimaran ini menjadi dasar pengembangan trimaran modern (<http://en.wikipedia.org/wiki/trimaran>)

Tipe kapal ini ditemui di beberapa kawasan perairan di Indonesia (Papua, Maluku, Sulawesi, Nusa Tenggara, Bali dan Jawa) dengan nama perahu bercadik. Di Maluku perahu ini dikenal dengan nama perahu semang, dimana kegunaan perahu ini diperuntukan bagi transportasi local dan penangkapan ikan. Jenis perahu ini juga telah lama digunakan oleh orang Maluku sebelum abad ke 16 yang dikenal dengan perahu kora-kora dalam skala yang agak besar sebagai sarana transportasi antar pulau menggunakan tenaga penggerak dayung atau angin (layar).

Teori Hambatan Kapal dan Perhitungan EEDI

Seperti diketahui, William Froude adalah orang pertama di dunia yang mengenalkan cara memprediksi hambatan kapal yang besar melalui kegiatan uji model kapal dalam skala yang lebih kecil dari kapal sesungguhnya. Atas jasanya, beliau kemudian dijuluki “*the father of ship resistance*”. Froude menjelaskan bahwa hambatan total kapal terdiri dari hambatan gesek dan hambatan sisa yang didominasi oleh hambatan gelombang. Froude menekankan bahwa hambatan gesek sebuah bentuk kapal adalah sama dengan hambatan gesek dari sebuah pelat datar dengan luas permukaan basah yang sama (1872). Secara matematis, formulasi Froude dinyatakan dalam bentuk koefisien sebagai:

$$C_T = C_F + C_R \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana C_T adalah koefisien hambatan total, C_F adalah koefisien hambatan gesek, dan C_R adalah koefisien hambatan sisa.

Metode analisa 2-dimensi tersebut dianggap tidak cukup menjelaskan kontribusi bentuk/kontur lambung kapal (3-dimensi) terhadap hambatan kekentalan, sehingga kemudian Hughes (1954) dan Granville (1956) memperkenalkan metode untuk digunakan dalam korelasi model ke kapal dimana total hambatan adalah penjumlahan dari 3 (tiga) komponen:

1. Hambatan gesek (*skin friction*) adalah gaya tangential stress yang timbul antara molekul air dan kulit badan kapal, yang kemudian dikenal sebagai hambatan bidang permukaan dengan area dan panjang yang sama dengan model.
2. Hambatan bentuk (*form*) adalah komponen hambatan yang dinyatakan dalam bilangan ‘1+k’, dimana merupakan hambatan di luar batas item di atas dalam kasus lambung yang tercelup cukup dalam. Untuk lambung yang *streamline* pada aliran turbulen, dapat diekspresikan sebanding dengan hambatan gesek.
3. Hambatan *free surface* sebagai hambatan gelombang (C_W) adalah hambatan yang timbul akibat pergerakan kapal relatif terhadap air sehingga timbul perbedaan tekanan pada permukaan (bidang) basah kapal yang selanjutnya menimbulkan *wave pattern*. Hambatan gelombang merupakan pengurangan hambatan total (C_T) dari penjumlahan hambatan gesek (C_F) dan hambatan bentuk (C_{F0}) dari model.

Secara matematis, pernyataan tersebut dirumuskan (dalam bentuk koefisien) sebagai:

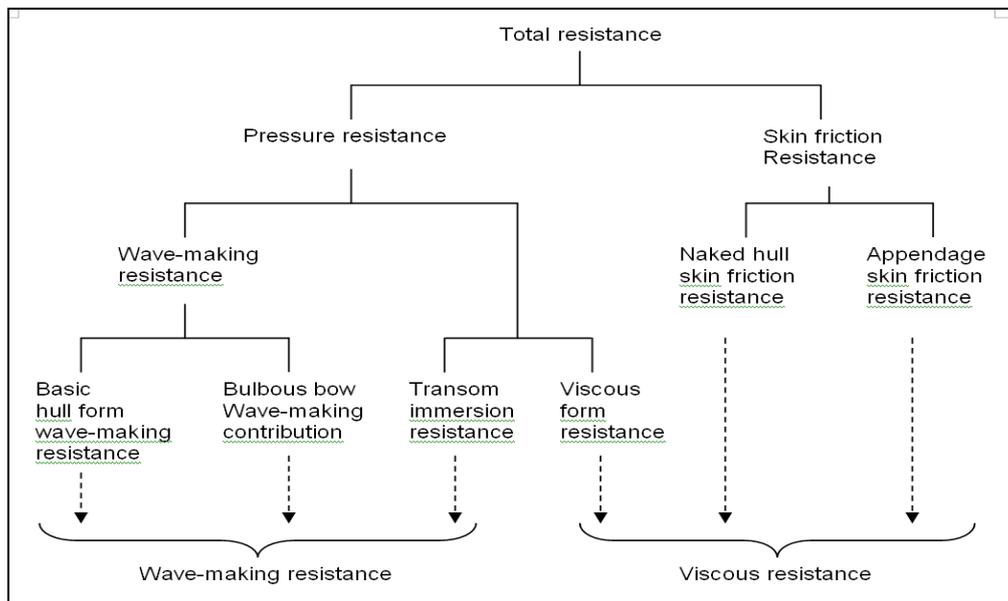
$$C_T = (1 + k)C_F + C_W \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana C_W adalah koefisien hambatan gelombang, (1+k) adalah faktor bentuk dan ($1+k$) C_F adalah koefisien hambatan kekentalan dimana selanjutnya dinyatakan sebagai ($1+C_V$).

Harga C_F dihitung dengan garis korelasi ITTC-1957 yang ditetapkan di Madrid, Spanyol:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log(Re) - 2)^2} \dots\dots\dots (3)$$

Molland (2008) mengelompokkan komponen hambatan ini ke dalam dua kelompok yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*) dan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram dari komponen-komponen resisten kapal
 Figure 3 Diagram of ship resistance components

Standar internasional dari *ITTC* meng-klasifikasikan hambatan kapal di air tenang (*calm water*), secara praktis dibagi dalam 2 (dua) komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) yang terkait dengan bilangan *Reynolds* dan hambatan gelombang (*wave-making resistance*) yang tergantung pada bilangan *Froude*, dimana korelasi kedua komponen hambatan tersebut diperlihatkan pada Persamaan 4.

$$R_T = 1/2 \rho C_T (WSA)V^2 \dots\dots\dots (4)$$

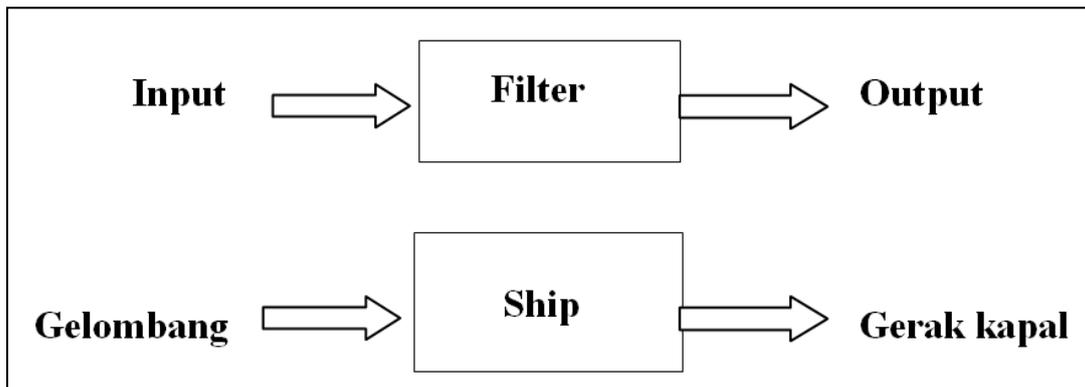
Analisa Seakeeping

Pengertian *seakeeping* adalah respons gerakan kapal ketika menerima usikan dari luar (*external*) dimana dalam hal ini diakibatkan oleh pukulan gelombang (Bhattacharyya, 1978 dan Rawson dan Tupper, 2001). *Seakeeping* juga diartikan sebagai pengukuran kemampuan kapal ketika berada di perairan (St. Denis, 1976). Sebuah kapal dinyatakan memiliki kualitas *seakeeping* yang baik sebagai laik laut (*seaworthy*) dan dianggap mampu dioperasikan dengan efektif pada berbagai kondisi perairan. Dalam skala kecil atau model maka pengukuran *seakeeping* dapat dilakukan menggunakan kolom uji (*towing tank*).

Cara lainnya adalah pendekatan teoritis menggunakan teori strip. Seperti diketahui maka teori strip sudah cukup lama digunakan untuk menghitung gaya-gaya respon yang bekerja pada sebuah kapal sebagai akibat dari adanya eksitasi gelombang (Bhattacharyya, 1978). Dengan pendekatan ini maka akan dihitung apa yang disebut amplitudo gerakan berdasarkan frekuensi gelombang dan encounter dengan menggunakan rasio amplitudo

terhadap amplitudo gelombang itu sendiri (yang dikuadratkan) maka akan diketahui RAO (*respon amplitude operator*) dari gerakan tersebut. Perhitungan luasan daerah di bawah RAO terhadap sumbu horisontal kemudian menghasilkan respon gerakan kapal.

Aspek hidrodinamika yang mempelajari perilaku kapal di atas gelombang (*seakeeping*) untuk mempertahankan fungsi dalam menjalankan misinya di laut. Gambar 3.4 memperlihatkan analogi respons kapal, dimana kapal diumpamakan sebagai filter, kondisi lingkungan sebagai input dan gerak kapal sebagai outputnya (Rawson dan Tupper, 1994; Utama dan Jamaludin, 2011 dalam Luhulima R.B. ITS 2016).



Gambar 4 Respon kapal terhadap pengaruh luar/sekitarnya
Figure 4 Analog of ship's responses to the outside influences

Kemampuan kapal dalam menjalankan misinya dengan baik dapat ditunjukkan oleh kualitas gerak selama perjalanan, atau yang disebut *Ride Quality*, yaitu merupakan indikasi dari kenyamanan pada sebuah kapal sebagai suatu kendaraan atau alat transportasi. Kemampuan ini biasanya mengacu pada standar kriteria yang sudah banyak terdapat pada beberapa literatur. Kriteria-kriteria tersebut umumnya disusun berdasarkan informasi dan data pengalaman operator kapal yang meliputi kemampuan ketahanan awak kapal dan penumpang pada saat berada di atas kapal (Utama dan Jamaludin, 2011 dalam Luhulima, R.B. ITS 2016). Secara sederhana, seakeeping suatu kapal diilustrasikan pada Gambar 5.

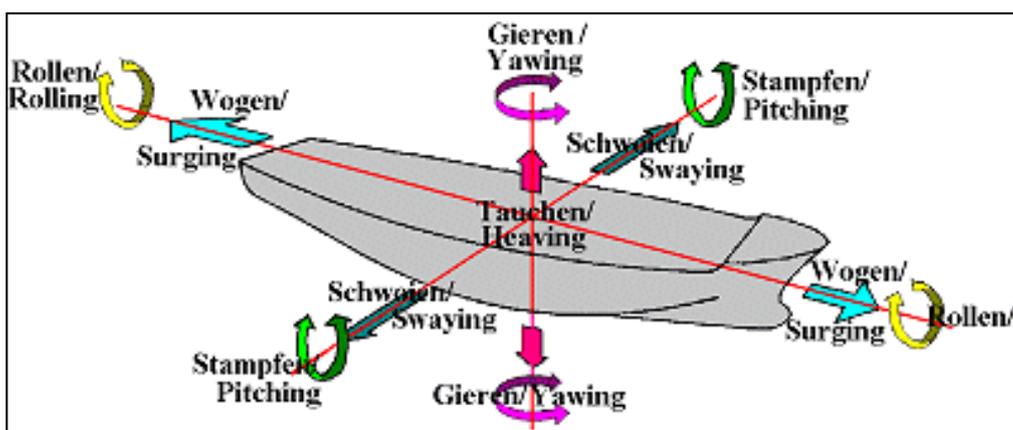


Figure 5 Degree of freedom on the ship

Semua gerakan kapal dapat digolongkan menjadi 3 jenis gerakan linear dan 3 jenis gerakan rotasional seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Rumus pergerakan
Table 6 Equation of ship motion

No.	Translational movement	RAO	No.	Rotational movement	RAO
1	<i>Surge</i>	$(x_a/\delta_a)^2$	4	<i>Roll</i>	$(\Theta_a/\delta_a)^2$
2	<i>Sway</i>	$(y_a/\delta_a)^2$	5	<i>Pitch</i>	$(\Phi_a/\delta_a)^2$
3	<i>Heave</i>	$(z_a/\delta_a)^2$	6	<i>Yaw</i>	$(\Psi_a/\delta_a)^2$

Gerakan *Surge* dan *Sway* yang terjadi pada kapal mempengaruhi cepat dan lambat gerakan kapal maju, mundur dan dari sisi ke sisi. *Heave* merupakan pergerakan kapal kearah atas dan bawah secara vertikalnya serta bouyancy yang ditimbulkan bergerak kearah puncak gelombang sepanjang kapal. *Pitch* terjadi dimana kapal terangkat pada bagian *bow* dan merendah pada bagian *stern* dan juga sebaliknya. *Roll* merupakan gerakan dari sisi ke sisi pada kapal. Periode dari gerakan rolling didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk gerakan osilasi penuh dari horizontal ke kiri, kembali ke horizontal lalu ke kanan dan kembali ke horizontal. *Yaw* merupakan rotasi yang terjadi pada kapal searah vertikal axisnya. Ini muncul karena suatu kapal tidak mungkin dikendalikan bergerak sangat lurus kedepan.

Kekurangan Kapal Monohull

Dari Penjelasan di atas dapat dilihat bahwa kapal monohull mempunyai kelemahan dari aspek hidrodinamika yaitu:

- ❖ Hambatannya besar dikarenakan luas bidang basah yang masuk ke air lebih besar dan berakibat tinggi saratnya (muat lebih kecil) di dibandingkan kapal trimaran dan berakibat daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal lebih besar
- ❖ Seakeeping yang lebih besar sehingga kapal memiliki stabilitas yang kurang baik di dibandingkan dengan kapal trimaran

Kapal-Kapal Trimaran Modern

Penggunaan trimaran untuk masa depan yang sedang dikembangkan antara lain :

Keunggulan dan kelemahan kapal-kapal Trimaran

Keunggulan kapal trimaran (Thomson, 2001.a ; Foxwel, 2000.d ; Luth, 2000 ; Migali, et. al.2001 dalam Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B (2007)) adalah :

- ❖ Trimaran dengan lambung tengah yang panjang dan ramping akan meningkatkan sistim propulsi (smaller engine, reduction power) dan efisiensi bahan bakar.
- ❖ Trimaran mempunyai kemampuan seakeeping (kemampuan olah gerak) yang baik dibandingkan dengan kapal monohull (1 lambung) pada kondisi laut yang buruk.
- ❖ Konfigurasi trimaran dengan luas geladak yang besar dapat dipakai untuk pengaturan fasilitas ruangan, akomodasi dan peralatan yang diperlukan sesuai fungsi kapal.
- ❖ trimaran mempunyai low wash (aliran air yang memecah saat dilewati lambung kapal) dan wake (Aliran air yang tiba-tiba mundur dari kapal yang bergerak. Aliran mundur ini disebabkan oleh gerakan kapal membelah air sehingga air akan bergerak mengisi kekosongan yang diakibatkannya) yang significant
- ❖ Trimaran menghasilkan intact (secara keseluruhan) dan damaged stability yang baik. Susunan tiga lambung memberikan keuntungan keselamatan yang lebih baik

disebabkan lambung-lambung samping dapat membantu kapal tetap mengapung jika lambung tengah kemasukan air

Kelemahan Kapal Trimaran (Thomson, 2001.a ; Foxwel, 2000.d ; Luth, 2000 ; Migali, et. al.2001; dalam Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B (2007)) adalah :

- ❖ Konfigurasi lambung yang lebar menyulitkan penggunaan fasilitas pelabuhan dan pendedokan kapal serta kesulitan melayari jalur perairan sempit.
- ❖ untuk panjang kapal yang sama maka biaya konstruksi trimaran adalah lebih besar.

Pengembangan Kapal Trimaran di Wilayah Indonesia

Pada beberapa kawasan di Indonesia, trimaran tradisional merupakan budaya masyarakat pesisir setempat. Dengan melihat pada kondisi wilayah perairan, potensi laut dan berbagai aspek kelautan lainnya maka tidak salah bila trimaran dapat dijadikan sebagai salah satu tipe kapal pilihan sesuai “mission” yang diinginkan dengan beberapa pertimbangan (Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B (2007)) :

- ❖ **Kondisi geografis wilayah, kondisi perairan, potensi sumberdaya laut dan keamanan wilayah laut Republik Indonesia.** Indonesia merupakan Negara maritime dengan luas wilayah laut yang dominan serta memiliki potensi sumberdaya laut yang harus dijaga dan dimanfaatkan, sesuai dengan karakteristik perairan yang beragam, yang juga sangat rentan terhadap kejahatan eksploitasi maupun kejahatan lainnya.
- ❖ **Aspek Budaya Masyarakat Lokal.** Pada beberapa kawasan perairan di Indonesia terdapat kelompok tertentu masyarakat pesisir yang sudah terbiasa menggunakan tipe kapal ini untuk penangkapan ikan dan transportasi jarak pendek.
- ❖ **Operasional Kapal dengan kestabilan dan gerakan kapal yang minimum.** Pada tipe-tipe kapal tertentu membutuhkan kestabilan dan gerakan kapal yang minimum dalam melakukan kegiatan operasinya.
- ❖ **Operasional kapal pada kondisi laut yang bergelombang.** Jenis kapal ikan merupakan kapal yang umumnya beroperasi pada laut yang bergelombang dikarenakan pada musim tersebut biasanya terjadi upwelling dan merupakan salah satu factor melonjaknya jumlah ikan disamping factor migrasi ikan yang bermil-mil jauhnya bahkan lintas perairan samudera.
- ❖ **Operasional kapal pada dua kondisi laut yang berbeda, laut sekitar kepulauan yang tenang maupun laut antar pulau yang bergelombang.** Pada tipe kapal-kapal tertentu seperti kapal ikan dengan kondisi typical perairan seperti Maluku maka operasional kapal akan diperhadapkan dengan dua kondisi perairan yang tenang dan bergelombang.

KESIMPULAN

Kondisi perahu trimaran tradisional pada beberapa kawasan pesisir di Indonesia tidak mengalami perubahan yang significant. Dilain pihak lahirnya trimaran modern tidak bias dilepas pisahkan dari eksistensi perahu trimaran tradisional. Kapal-kapal ikan monohull secara hidrodinamika mempunyai kelemahan yaitu menghasilkan hambatan atau tahanan yang besar sehingga membutuhkan tenaga penggerak yang besar pula dibandingkan kapal-kapal trimaran. Seakeeping yang lebih besar membuat kapal-kapal monohull kestabilannya kurang baik dibandingkan dengan kapal-kapal trimaran. Adanya kapal-kapal trimaran modern

saat ini mengisyaratkan bahwa kapal-kapal trimaran kedepan akan lebih banyak difungsikan sesuai mission dari kapal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, Rameswar. 1978. “ Dynamics of Marine Vehicles ” . John Wiley and Sons. USA.
- Hughes, G. 1954. “ Friction and Form Resistance in Turbulent Flow and a Proposed Formulation for Use in Model and Ship Correlation ”, *Trans INA*, Vol. 96.
- Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B. 2004. “ Desain dan Operasional Prototype Kapal Multifungsi Material Fiberglass Reinforced Pastic (FRP) Untuk Nelayan Pesisir Provinsi Maluku ”, Laporan Akhir Kegiatan Riset Unggulan Kemitraan T.A 2004, Kerjasama Kementrian Riset dan Teknologi (KRT) Republik Indonesia, CV. Pipit Perkasa dan Lembaga Penelitian Universitas Pattimura Ambon.
- Hetharia, W.R, de Fretes, E.R dan Camerling, B. 2007. “ Kajian Tentang Pengembangan Kapal Trimaran di Indonesia ”, Senta Prosiding seminar Teori dan Aplikasi Teknologi kelautan ; Inovasi Teknologi Kelautan Mempertemukan Perspektif Industri dan Riset; ISSN 1412-2332 ; Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hughes, G. 1954. “ Friction and Form Resistance in Turbulent Flow and a Proposed Formulation for Use in Model and Ship Correlation”, *Trans INA*, Vol. 96.
- Luhulima, R. B, Utama, I.K.A.P, Utama, Sulisetyono A. 2016. “ CFD Analysis into the Resistance Interference of Displacement Trimaran. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol 10.
- Luhulima, R.B. 2016. “ Studi Karakteristik Hambatan Dan Seakeeping Kapal Trimaran Pada Perairan Tenang Dan Bergelombang “., Buku [disertasi] Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Luhulima R. B, Sutiyo, Utama I K A P . 2017. “ An Investigation Into The Correlation Between Resistance and Seakeeping Characteristics of Trimaran at Various Configuration and with Particular Case in Connection with Energy Efficiency ”. International Symposium on Marine Engineering (ISME) October 15-19, 2017, Tokyo, Japan
- Molland, A.F., Utama, I K A P., and Buckland, D. 2000. “ Power Estimation for High Speed Displacement Catamarans ”, *The second Regional Conference on Marine Technology for Sustainable Development in an Archipelago Environment, Proc. MARTEC'2000*, Surabaya, Indonesia.
- Matatula E. 2019. ” Model Distribusi Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan Studi Kasus Di Kepulauan Lease Maluku., Buku [disertasi] Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Samuel S, Iqbal M, Utama I K A P. 2015. “ An investigation into the resistance components of converting a traditional monohull fishing vessel into catamaran form “. *International Journal of Technology, Vol 6*.
- Santosa, P.I, Utama I K A P. 2014. “ An investigation into hybrid catamaran fishing vessel : combination of Diesel engine, sails and solar panels “. *IPTEK Journal of Proceedings Series*
- Utama, I K A P. 1999. “ *Investigation of the Viscous Resistance Components of Catamaran Forms* “. [Thesis]. Department of Ship Science, University of Southampton, UK.