

ANALISA TAHANAN TOTAL KAPAL TRIMARAN ASIMETRIK DENGAN KONFIGURASI JARAK LAMBUNG MELINTANG (S/L)

M.Baqi^{1*}, R. SATARSYAH² dan YANUAR³

^{1,2}Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia

³Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424

*email : baqi@eng.ui.ac.id

Abstrak

Dalam tiga puluh tahun terakhir, terjadi peningkatan yang signifikan pada penggunaan kapal *multihulls* untuk berbagai aplikasi seperti kapal penumpang, kapal ikan, dan kapal pesiar. Aspek desain sangat berpengaruh pada efisiensi penggunaan konsumsi bahan bakar yang pada saat ini dalam situasi yang krusial dan juga mempengaruhi bisnis armada operasional. Konsumsi bahan bakar pada kapal dipengaruhi oleh volume kapal atau luas permukaan tercelup terhadap peningkatan tahanan total kapal dan ukuran mesin utama. Tahanan total kapal salah satu aspek faktor penting dalam desain yang berkaitan dengan perhitungan daya mesin utama kapal, biaya operasional kapal dan konsumsi bahan bakar. *Trimaran* salah satu jenis kapal *multihulls* yang menjadi perhatian karena memiliki ukuran *draft* yang kecil sehingga sangat mempengaruhi tahanan total kapal. Interaksi antara lambung pada kapal *multihulls* sangat mempengaruhi tahanan total kapal. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan nilai tahanan total yang optimal pada kapal trimaran dengan lambung pendukung berbentuk asimetrik dengan konfigurasi jarak lambung secara melintang (S/L). Penelitian ini menggunakan pengujian tarik pada model kapal *trimaran* dengan lambung pendukung berbentuk asimetrik dengan konfigurasi jarak lambung secara melintang (S/L) 0,2 – 04 dengan variasi kecepatan pada bilangan froude 0 - 0,5. Hasil penelitian mengenai konfigurasi yang optimal terlihat pada grafik tahanan total kapal terhadap perubahan kecepatan bilangan froude.

Keywords: *Trimaran, tahanan total, konfigurasi jarak melintang*

Pendahuluan

Perkembangan transportasi laut dan sungai dalam 3 dekade terakhir sangat cepat baik dalam hal inovasi perencanaan dan pembangunan yang mengarah pada desain kapal yang lebih efisien. Dalam konsep transportasi perairan tenang, meningkatnya kecepatan dari kapal, terjadi pula peningkatan relatif tahanan yang bergerak dalam bentuk gaya gesek. Kapal trimaran adalah kapal yang memiliki 3 lambung yaitu lambung utama (main hull) dan 2 lambung dikiri dan dikanan (demi hull). Kapal trimaran memiliki keuntungan bila dibandingkan dengan kapal konvensional dan catamaran (lambung ganda) diantaranya memiliki stabilitas yang baik, tahanan yang relatif lebih kecil, dan efisien dalam pemakaian bahan bakar juga pengoperasian di laut dangkal (*draft* rendah).

Kapal yang bergerak maju di atas gelombang akan mengalami suatu perlawanan yang disebut tahanan, besarnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal (V_s), badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), dan bentuk badan kapal (*hull form*). Tahanan pada kapal trimaran memiliki komponen tahanan yang lebih kompleks bila

dibandingkan dengan kapal *monohull* dan *catamaran*. Hughes (1959, 1966) memperkenalkan metode dalam korelasi model dimana tahanan total merupakan penjumlahan dari tahanan gesek (*friction*), tahanan bentuk (*form*), dan tahanan gelombang (*free surface*). Kapal trimaran dengan rasio kerampingan yang besar dibutuhkan dalam mengurangi tahanan kapal akibat gelombang. Namun, berkurangnya stabilitas secara transversal. Untuk menutupi kekurangannya *single body* harus diubah menjadi *multihull* seperti pada kapal trimaran dengan jarak lambung yang tepat. Kemudian Insel (1990) mengkaji parameter geometri bentuk lambung seperti L/B, B/T, C_p , *entance angle*, dan jarak antar lambung pada kecepatan bervariasi sangat berpengaruh pada tahanan total kapal. Hasil eksperimen Insel dan Molland (1992) mengenai pengaruh interferensi antar lambung berkontribusi pada tahanan total kapal. Utama (1999) memperlihatkan pengaruh jarak antar lambung (S/L) terhadap rasio *viscous drag* pada kapal model *twin body* dan *single body* dimana perubahan interaksi viskos cukup signifikan dimana interaksi tersebut konstan pada $S/L > 0,5$. Pengembangan terhadap analisa tahanan total pada kapal trimaran sangat memungkinkan untuk lebih dikaji. Tujuan dari

penelitian ini mengarah pada interferensi gelombang yang ditimbulkan diantara ketiga lambung pada kapal trimaran asimetrikal sehingga didapatkan konfigurasi jarak *demihull* (S/L) yang tepat untuk menghasilkan nilai tahanan total terendah .

kapal model dengan ukuran panjang 2 meter, sarat air 0,045 meter. Pengaruh lebar yang bervariasi pada jarak S/L 0,2 – 0,4 terhadap tahanan total kapal model digunakan dalam penelitian ini.

Analisis Formula

Standar internasional dari ITTC mengklasifikasikan tahanan kapal di air tenang (calm water), secara praktis dalam dua komponen tahanan utama yaitu tahanan viskos (*viscous resistance*) yang terkait dengan bilangan *Reynolds* dan tahanan gelombang (*wave making resistance*) yang bergantung pada *Froude*, dimana korelasi kedua komponen tersebut diperlihatkan dalam persamaan berikut :

$$C_{T(R_e, F_r)} = C_{V(R_e)} + C_{W(F_r)} = (1 + k)_{(F_r)} C_{F(R_e)} + C_{W(F_r)} \tag{1}$$

Tahanan gelombang (*C_w*) mengandung komponen fluida ideal (*inviscid*) dan tahanan viskos atau kekentalan (*C_v*) meliputi tahanan akibat tegangan geser (*friction drag*) dan komponen tekanan kekentalan (*viscous pressure*). Koefisien total tahanan kapal dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho \cdot WSA \cdot V^2} \tag{2}$$

- dimana ρ : massa jenis (kg/m³)
- CT : koefisien tahanan total
- WSA : luasan bidang basah (m²)
- V : kecepatan kapal (m/s)

Tahanan menurut Froude merupakan fungsi dari bentuk, kecepatan dan viskositas. Untuk menyatakan besarnya tahanan gesek maka berhubungan dengan viskositas dan bilangan reynoldnya. Sedangkan untuk menyatakan besarnya gelombang yang terbentuk berhubungan dengan gaya gravitasi yang terjadi akibat dari bentuk lambung kapal. Maka untuk menyatakan besarnya tahanan bentuk atau tahanan sisa dapat menggunakan Froude's Number (Fn)

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \tag{3}$$

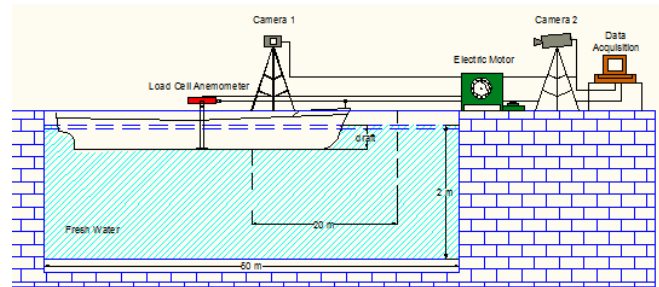
- dimana Fn : bilangan *Froude*
- v : kecepatan (m/s)
- g : gravitasi (m/s²)
- L : Panjang kapal (m)

Kemudian persamaan yang digunakan untuk pengurangan tahanan kapal :

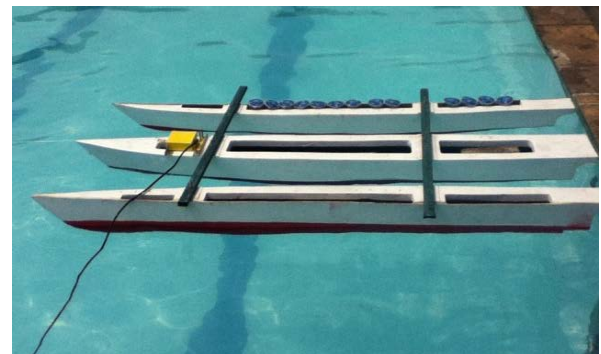
$$DR(\%) = \left| \frac{C_T - C_{T_0}}{C_{T_0}} \right| \tag{4}$$

- dimana
- DR : pengurangan tahanan (%)
- CT₀ : Tahanan kondisi awal (S/L = 0,3)
- CT : Tahanan setelah perubahan (S/L)

Metoda Eksperimen



Gambar 1. Pengujian tarik kapal model



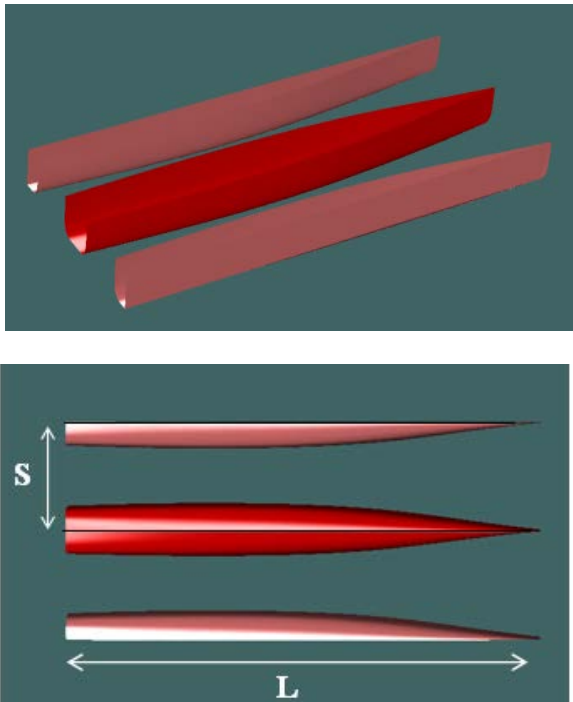
Gambar 2. Kapal model trimaran asimetrik

Tabel 1. Dimensi kapal model

Parameter	S/L 0,2	S/L 0,3	S/L 0,4	Unit
LWL	1,96	1,96	1,96	m
B	0,802	1,202	1,602	m
T	0,045	0,045	0,045	m
H	0,17	0,17	0,17	m
C _b	0,519	0,495	0,467	
C _p	0,64	0,624	0,603	
WSA	1,006	0,931	0,856	m ²
Disp	12,403	10,578	8,768	kg

Pada gambar 1, pengujian dilakukan pada kolam dengan panjang 50 meter, lebar 40 meter dan dilakukan pada kedalaman air konstan 2 meter. Pengujian dilakukan pada bilangan froude 0 – 0,5. Pada tabel 1 merupakan dimensi kapal model yang dengan variasi jarak melintang (S/L) yang digunakan dalam penelitian ini. Pada gambar 2, kapal model ditarik dan dihubungkan pada load cell transducer yang diletakan pada bagian tengah kapal (midships) dan vertikal di atas base line. Peralatan pengujian

terdiri dari kapal model, motor elektrik, data interface, kamera, dan load cell anemometer. Pada saat pengujian, kapal model ditarik dengan motor elektrik, dihubungkan oleh *towing rope* sehingga putaran motor listrik memutar *towing rope* dan menarik kapal model. Kemudian data interface diambil pada saat kecepatan konstan dan dilakukan pada variasi kecepatan untuk mendapatkan bilangan froude 0 – 0,5. Tahanan total diukur oleh load cell anemometer, pada posisi ditengah kapal center gravity (COG).



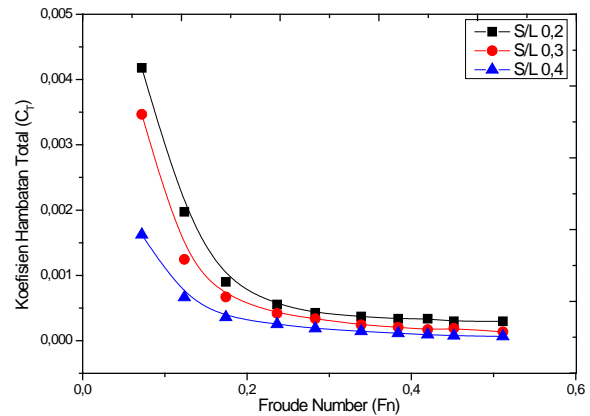
Gambar 3. Geometri kapal (maxsurf) dan jarak antara lambung

Kemudian analisa lain dengan menggunakan *software maxsurf 16* dilakukan dalam penelitian ini. Hasil pengujian merupakan hubungan koefisien tahanan total dan bilangan froude. Analisa dilakukan terhadap perbandingan koefisien tahanan total (C_T) kapal model dengan variasi jarak melintang antara lambung (S/L) seperti pada gambar 3 pada variasi kecepatan kapal (V).

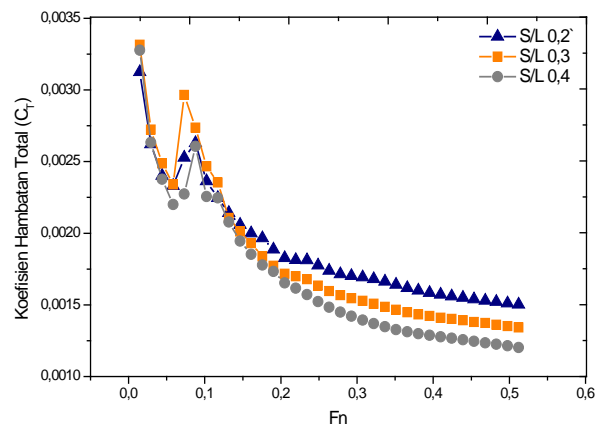
Hasil dan Pembahasan

Beberapa data perbandingan kapal model trimaran pada jarak melintang $S/L = 0,2 - 0,4$ dengan karakteristik tahanan kapal model. Pada gambar 4 dan 5 memperlihatkan perbandingan nilai koefisien tahanan total terhadap Fn dari setiap konfigurasi melintang S/L 0,2 ; 0,3 dan 0,4. Secara umum, nilai koefisien tahanan total pada kapal trimaran asimetrik mengalami *trend* yang hampir serupa yaitu mengalami penurunan setiap pertambahan Froude Number. Fenomena *hump resistance* terjadi pada grafik data yang didapat dari simulasi pada

Maxsurf seperti gambar 5.



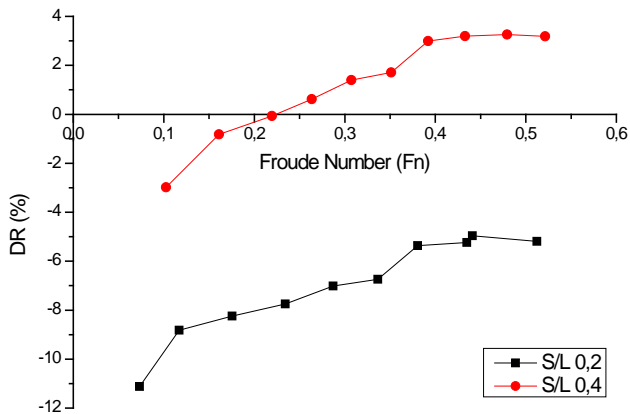
Gambar 4. Komparasi Koefisien Tahanan Total Kapal Trimaran terhadap Froude Number (Fn) berdasarkan Data Eksperimen.



Gambar 5. Komparasi Koefisien Tahanan Total Kapal Trimaran terhadap Froude Number (Fn) berdasarkan Simulasi Maxsurf

Berdasarkan esperimental dan simulasi, kapal trimaran asimetrikal memiliki tahanan total terbesar pada kondisi jarak antar lambung yang kecil. Semakin kecil jarak antara lambung maka semakin besar tahanan yang terjadi (S/L 0,2). Menurut **jamaludin (2010)** Fenomena ini terjadi karena efek intraksi viskos dan gelombang diantara lambung utama (*main hull*) dengan lambung dikiri dan dikanan (*demihull*). Namun, pada jarak dan kecepatan tertentu efek tersebut dapat menguntungkan dimana tahanan gelombang menjadi lebih kecil (S/L 0,3 dan S/L 0,4).

Kemudian kapal model trimaran dengan S/L 0,3 dijadikan sebagai pembandingan untuk melihat karakteristik tahanan kapal (*drag reduction*) jika terjadi pengurangan dan penambahan jarak antara lambung (S/L).



Gambar 6. Hasil Perhitungan Pengaruh Penambahan dan Pengurangan Jarak antar Lambung Kapal Trimaran Asimetrik

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa pengaruh jarak antar lambung dengan *drag reduction* terbesar terjadi pada S/L 0,4 sekitar $Fn > 0,4$ mencapai 3,21 %. Hasil diatas membuktikan bahwa penambahan jarak antar lambung dapat berpengaruh kepada pengurangan besar tahanan yang terjadi pada trimaran asimetrik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang kapal trimaran asimetrik dengan konfigurasi jarak antar lambung memiliki pengaruh positif terhadap pengurangan tahanan kapal. Pengurangan terbesar terjadi pada S/L 0,4 dengan $Fn > 0,4$ di mana pengurangan tahanan mencapai 3,21 %. Diharapkan bahwa lebih banyak pekerjaan akan dilakukan dalam rangka untuk mendapatkan pemahaman lebih lanjut tentang topik ini, dalam rangka menerapkan metode untuk skala penuh kapal.

Ucapan Terima kasih

Riset DRPM Universitas Indonesia

Referensi

Hughes, G. *Friction and Form Resistance in Turbulent Flow and a Proposed Formulation for Use in Model and Ship Correlation*, Trans INA. Vol 96. (1954)

Insel, M. *An Investigation In To The Resistance Components Of High Speed Displacement Catamaran*, PhD thesis, Faculty of Engineering and Applied Science, university of Southampton, UK (1990)

Insel, M dan Molland, A.F. *An Investigation In To The Resistance Components Of High Speed Displacement Catamaran*. Trans RINA Vol 134 (1992)

Utama, IKAP, *Inversigation of the viscous resistance component of catamaran forms*, PhD thesis, Department of ship science, university of Southampton, UK (1999)

Jamaludin, A, Utama IKAP, and Murdijanto *Evaluation of Molland's Viscous Form Factor of Catamaran Configuration Using Experimental Tank Test Result*. ITS, Surabaya. (2010).