

ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN CHINE PADA HAMBATAN KAPAL IKAN TIPE KATAMARAN

Nadzirun Bin Basir¹⁾, Andi Trimulyono¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾,
¹⁾S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia
Email: nadzirun.bb@gmail.com

Abstrak

Katamaran adalah tipe kapal laut multi lambung yang dapat mengakomodasi kebutuhan akan kecepatan, stabilitas dan kapasitas yang besar dalam sebuah kapal. Kapal dengan bentuk lambung yang baik akan berpengaruh terhadap hambatan yang ditimbulkan sehingga operasional kapal dan pergerakan kapal lebih baik pula. Perhitungan nilai hambatan kapal saat beroperasi juga penting karena berpengaruh terhadap besarnya kecepatan kapal yang diinginkan dan akhirnya berpengaruh pada nilai ekonomis suatu kapal saat beroperasi. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan chine pada lambung kapal dengan cara memodifikasi bentuk lambung rounded menjadi multi-chine. Bentuk lambung tersebut akan dibandingkan sehingga akan diperoleh perbedaan nilai hambatan tiap model lambung. Model lambung kapal dibuat di software Rhinoceros setelah itu di export agar terbaca pada program Computational Fluid Dynamic, diharapkan pada akhir simulasi di dapatkan hasil analisa CFD yang akan dibandingkan dengan metode Slender Body. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan didapatkan nilai perbedaan hambatan kapal tiap bentuk lambung. Nilai hambatan total kapal terkecil terdapat pada lambung 3 chine sebesar 5,231 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung rounded sebesar 5,931. Nilai hambatan viskos kapal terkecil terdapat pada lambung rounded sebesar 1,269 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung 3 chine sebesar 1,617 KN. Nilai hambatan gelombang kapal terkecil terdapat pada lambung 3 chine sebesar 3,614 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung rounded sebesar 4,662 KN.

Kata kunci : *Rounded, Multi-chine, Katamaran, CFD, Hambatan, Chine*

Abstract

Catamaran is a type of multi-hull vessels that can accommodate the need for speed, stability and high capacity in a boat. Ship with a good hull shape will affect the operational barriers posed so that the movement of the ship and the ship is better anyway. Calculation of ship resistance values during operation is also important because it affects the magnitude of the desired speed of the ship and ultimately affect the economic value of a vessel during operation. In this study aims to determine the effect of the use on the chine hull by modifying the shape of the hull rounded into a multi-chine. The hull shape will be obtained compared to the difference value of each model of gastric barrier. Hull models created in Rhinoceros software afterwards exported for readability on Computational Fluid Dynamics program, expected at the end of the simulation in get CFD analysis results to be compared with the method Slender Body Based on the analysis and calculation, the difference value of each ship hull form barriers. The value of total resistance smallest vessels found in 3 chine hull of 5.231 KN, while the greatest value contained in the rounded hull of 5.931 KN. Viscous resistance values contained in the smallest vessels of 1,269 KN rounded hull while the largest value found in 3 chine hull of 1,617 KN. The smallest ship wave resistance values found in 3 chine hull of 3.614 KN, while the greatest value contained in the rounded hull of 4,662 KN.

Keywords : *Rounded, Multi-chine, Catamaran, CFD, Resistance, Chine*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan selatan Jawa masih belum dimanfaatkan secara optimal. Potensi perikanan tuna pada perairan tersebut baru dimanfaatkan oleh kapal kapal 10-20 GT dengan menggunakan pancing ulur yang hanya menjangkau lapisan kedalaman perairan 30-40 meter. Armada kecil katamaran dapat berperan untuk mendukung industrialisasi perikanan.

Berdasarkan kondisi tersebut maka konsep dasar teknologi katamaran adalah mengubah Perahu Kapal Motor (KM) dengan memanfaatkan teknologi pencetakan perahu fiber glass yang sudah ada. Sehingga dapat meningkatkan keamanan kapal perikanan dari *undecked vessel* menjadi kapal motor. Juga dapat meningkatkan kemampuan kapal untuk mencapai daerah penangkapan hingga 20 mil laut dengan menggunakan berbagai jenis alat tangkap.

Kapal dengan bentuk lambung yang baik memberikan berpengaruh terhadap hambatan yang ditimbulkan sehingga operasional kapal dan pergerakan kapal lebih baik pula. Perhitungan nilai hambatan kapal saat beroperasi juga penting karena berpengaruh terhadap besarnya kecepatan kapal yang diinginkan.

Disamping itu kapal katamaran semakin populer sebagai alat angkut barang dan manusia. Sehingga dibutuhkan desain lambung kapal katamaran yang mempunyai hambatan yang kecil sehingga bisa menghemat biaya operasional. Jenis bentuk lambung kapal juga berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai hambatan dan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.

Dalam tugas Akhir ini akan dibahas mengenai pengaruh penggunaan chine terhadap hambatan kapal dengan cara memodifikasi kapal bentuk lambung *rounded* menjadi multi-chine. Bentuk lambung yang dimaksud adalah luas permukaan basah yang tercelup dalam air.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah yaitu: Apakah ada pengaruh penggunaan *chine* pada lambung kapal ikan tipe katamaran terhadap hambatan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penelitian ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan adalah :

1. Desain dan dimensi kapal menggunakan kapal ikan type katamaran yaitu: KM LAGANBAR.
2. Perhitungan hambatan viskos yang disebabkan oleh fluida air dan tidak ada pengaruh angin.
3. Pengolahan data menggunakan *Delftship, Maxsurf, Hull Speed, Rhinoceros* dan *Tdyn*.
4. Hasil akhir dari tugas akhir adalah nilai hambatan badan kapal yang tercelup air.
5. Tidak dilakukan pengujian di dalam *towing tank*.
6. Kecepatan kapal yang akan diuji yaitu kecepatan 3 knot, 6 knot dan 9 knot.
7. Tidak dilakukan analisa kekuatan stabilitas dan olah gerak.
8. Tidak menghitung nilai gaya angkat kapal.

1.4 Tujuan Penelitian

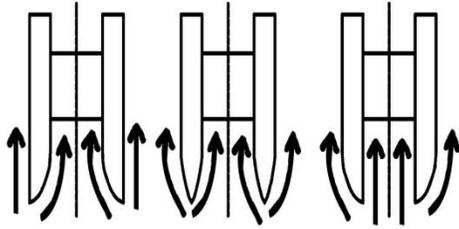
Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah yaitu: mengetahui adanya pengaruh *chine* pada lambung kapal ikan tipe katamaran terhadap hambatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Desain Lambung Katamaran

Kapal Katamaran merupakan kapal dengan lambung ganda (*Twin Hull*) sehingga, di mana kedua lambung tersebut dihubungkan dengan konstruksi geladak yang kuat dan merentang di atasnya untuk menahan momen bending (bending moment) dan gaya geser (*shearforce*) yang besar dan bekerja terhadap garis tengah (*Centre line*) kapal. Secara umum ada tiga bentuk dasar dari katamaran yakni :

1. Simestris
 2. Asimetris dengan bagian dalam lurus
 3. Asimetris dengan bagian luar lurus
- Bentuk improvisasi aliran air yang akan melewati ketiga bentuk tersebut :

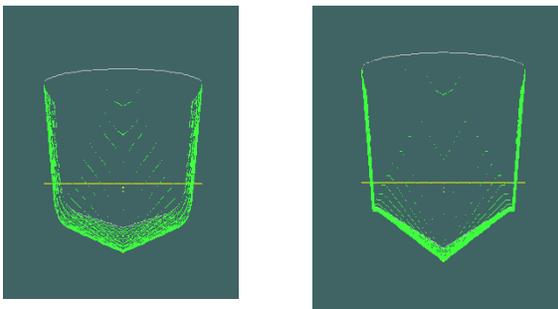


Gambar 1 Improvisasi aliran fluida pada katamaran

2.2. Desain Lambung Katamaran

Bentuk lambung bidang per seksi (sectional area) umumnya dibagi atas dua tipe yaitu bentuk melengkung (*round bilge*) dan bentuk patah (*hard chine*). Tipe lambung *hard chine* memiliki luas bidang basah statik (*static wetted surface area*) yang lebih besar sehingga dapat memperbesar hambatan gesek (*frictional drag*) pada kecepatan rendah. Sedangkan pada kecepatan tinggi, luas bidang basah akan berkurang dengan sendirinya akibat timbulnya gaya angkat (*dynamic lift*).

Sedangkan lambung tipe *round bilge* ini memiliki gerakan yang relatif kecil dan tidak mudah mengalami hempasan gelombang (*slamming*) sehingga dapat memberikan rasa nyaman pada kondisi gelombang ekstrim.



Gambar 2 Tipe lambung *round bilge* dan *hard chine*

2.3. Bilangan Froude

Bilangan Froude di gunakan untuk menentukan kondisi lambung kapal dalam keadaan displacement semi displacement maupun planing. Jika kapal katamaran beroperasi pada bilangan Froude yang rendah hingga sedang, $F_n < 0.7$, dimana pada kondisi kecepatan ini dikenal dengan lambung displacement form.

Kapal katamaran pada bilangan Froude $F_n > 0.7$ akan membangkitkan gaya angkat (*lift*) dari

bawah permukaan kapal. Gaya angkat tersebut dapat mencapai 20 % dari displacement hull. Pada kondisi ini biasanya berbentuk *round bilge*.

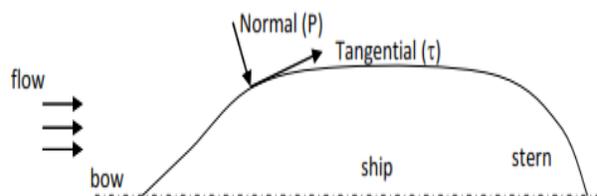
Bila kapal katamaran beroperasi pada bilangan Froude $F_n > 1.2$, maka gaya angkat bertambah secara signifikan sehingga gaya gesek akan berkurang karena luasan WSA juga berkurang. Pada kondisi ini biasanya disebut *planing hull*, dimana kapal (*planing vessel*) biasanya memiliki bentuk lambung *hard chine*.

2.4. Hambatan Kapal

Hambatan kapal secara garis besar dapat didefinisikan sebagai suatu gaya yang bekerja melawan gerakan kapal. Gaya tersebut ditimbulkan akibat adanya kontak langsung antara kapal dengan fluida. Hambatan kapal total dapat dibagi menjadi beberapa komponen diantaranya adalah hambatan viskos (R_v), gelombang (R_w) dan udara (R_a) [2]. Karena nilai hambatan udara sangat kecil, sekitar 4% dari hambatan total maka perannya seringkali diabaikan [4].

2.4.1 Hambatan Viskos

Hambatan viskos merupakan hambatan yang terjadi karena adanya efek viskositas fluida. Hambatan ini sering dipresentasikan sebagai koefisien C_v memiliki 2 komponen utama yaitu hambatan gesek dan hambatan bentuk [6]. Kedua komponen tersebut memiliki arah sumbu kerja yang berbeda, komponen pertama bekerja pada arah mengikuti garis kontur lambung kapal (*stream line*) membentuk sudut terhadap arah aliran normal fluida (arah tangensial) yang disebut hambatan gesek. Sedangkan komponen kedua bekerja sebagai gaya normal yang memiliki arah kerja tegak lurus disebut dengan hambatan bentuk.



Gambar 3 Komponen viskos resistance (Carlton 2007)

2.4.2. Metode Penghitungan Hambatan Kapal

Dalam penelitian ini menggunakan metode *International Towing Tank Committee* (ITTC) untuk perhitungan tahanan gesek. Dimana tahanan gesek didefinisikan sebagai berikut :

Rumus umum dari tahanan viskos kapal adalah [I.T.T.C 1957] :

$$R_F = 1/2 \rho \cdot S \cdot V^2 C_v \quad (1)$$

Perhitungan *viscos form factor* menurut [3]:

$$C_v = (1 + \beta k) \cdot C_f \quad (2)$$

$$(1 + \beta k)_{\text{model}} = 3,03(L/\nabla^{1/3})^{-0,4} + (S/L)^{-0,65} \quad (3)$$

Sedangkan C_f adalah koefisien hambatan gesek. C_f dapat dihitung menggunakan rumus, Edward V Lewis:

$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2} \quad Rn = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad (4)$$

Dimana :

- CF = koefisien gesek
- Re = Reynolds number
- L = Lpp dalam satuan meter
- Vs = Kecepatan kapal dalam satuan m/s
- Rn = *reynold number*
- ν = viskositas kinematik
= $1.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ untuk air laut

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi penelitian

Data Primer

Berikut data utama ukuran kapal: LAGANBAR :

<i>Length over all</i>	: 10,70 m
<i>Breadth</i>	: 3,4 m
<i>Breadth Hull</i>	: 1,10 m
<i>Draft</i>	: 0,5 m
<i>Speed</i>	: 9 knot

Data Sekunder

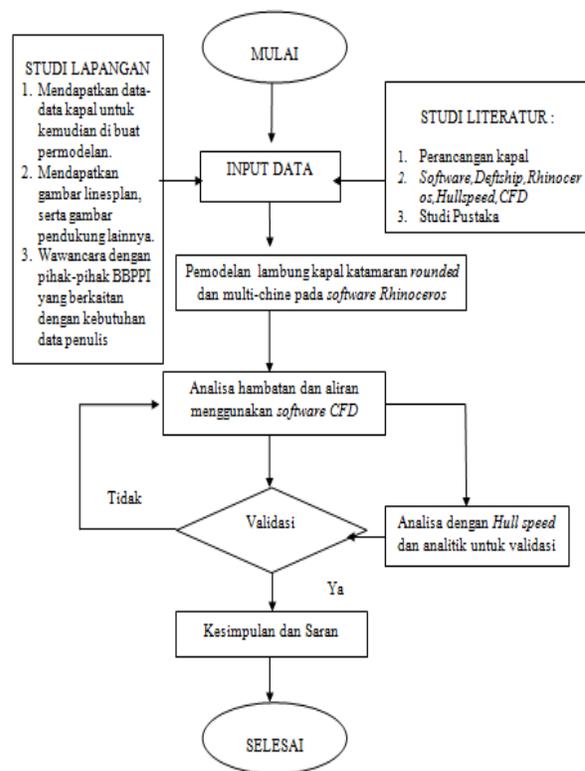
Data sekunder diperoleh dari literature (jurnal, buku, dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).

3.2 Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada variasi bentuk lambung katamaran yang berbentuk *rounded* dan multi-chine terhadap hambatan viskos kapal dan aliran fluida dengan menggunakan beberapa parameter. Penelitian ini disimulasikan untuk mendapatkan model dengan nilai hambatan viskos yang paling kecil.

Parameter yang dipakai sebagai berikut :

- Parameter tetap
 - Lebar
 - Perbandingan S/L
 - Displacement
- Parameter peubah
 - Kecepatan kapal
 - Bentuk lambung (*rounded* dan multi-chine)

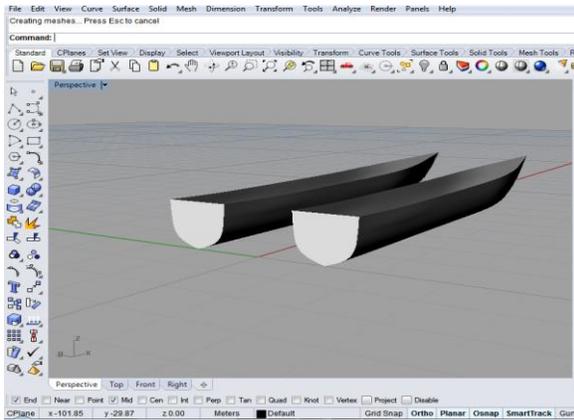


Gambar 4. Diagram alir metodologi penelitian

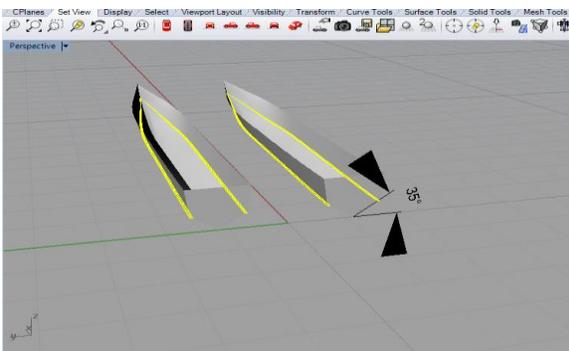
4 PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pengolahan Data

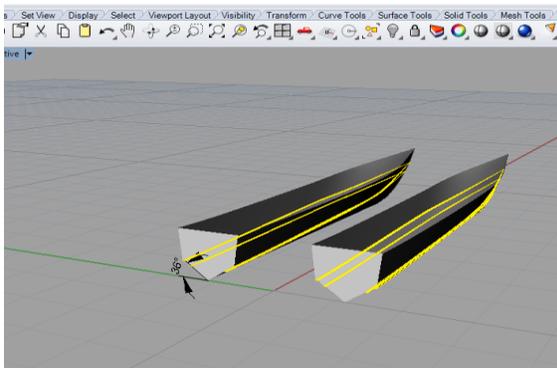
Kapal katamaran menggunakan data yang diperoleh dari Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi Kapal Ikan Fiberglass Monohull Menjadi Katamaran Untuk Perairan Pantai Teluk Penyul Cilacap” merupakan kapal yang dibangun untuk dipergunakan sebagai kapal penangkap ikan di daerah Teluk Penyul Cilacap.



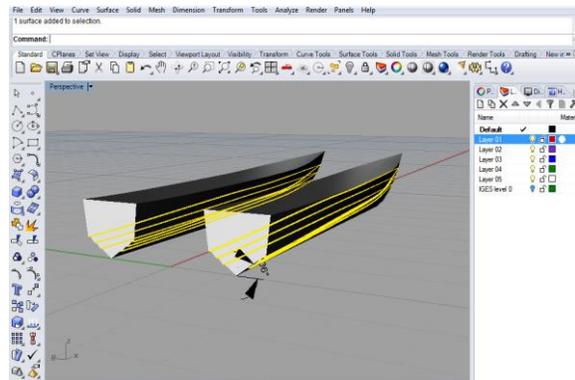
Gambar 5. Model rounded



Gambar 6 Model 1 chine



Gambar 7 Model 2 chine



Gambar 8 Model 3 chine

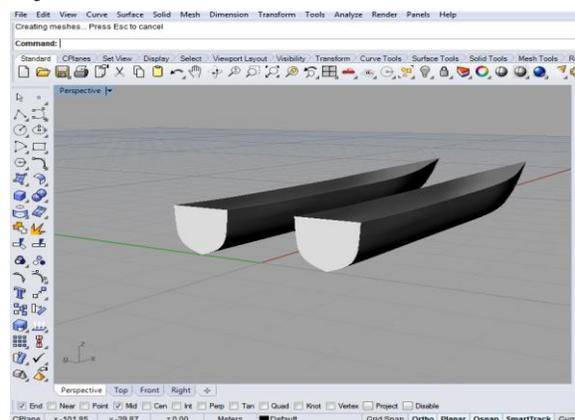
4.2 Simulasi *Computational Fluid Dynamic*

Proses simulasi numerik pada *Computational Fluid Dynamic* dimulai dari pembuatan model lambung kapal. Pemodelan dengan menggunakan program *Rhinoceros* kemudian file tersebut diexport dalam bentuk file .gism untuk di buka di *Tdyn*.

Pengujian ini menggunakan perhitungan hasil *running Tdyn*. Langkah – langkah simulasi ini dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain:

- Pre Processor*
- Solver Manager*
- Post Processor*

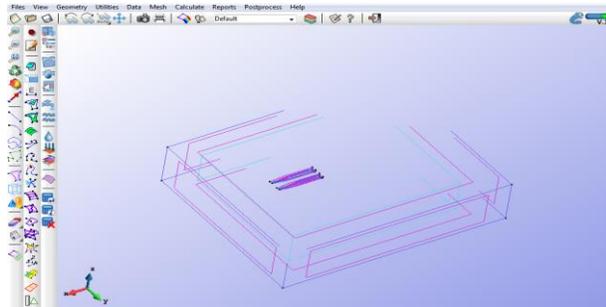
Pemodelan model 3D dengan menggunakan program *Rhinocero*. Ketika model sudah solid selanjutnya pengerjaan analisa di lanjutkan di software *CFD*.



Gambar 9. Proses pembuatan model pada software *rhinoceros*

4.2.1 Pre Processor

Tahap *geometri* adalah tahap pemodelan yaitu tahap penentuan model yang akan dianalisa..Pada tahap ini dilakukan pembuatan kolam tempat pengujian (kolam *Towing Tank*).



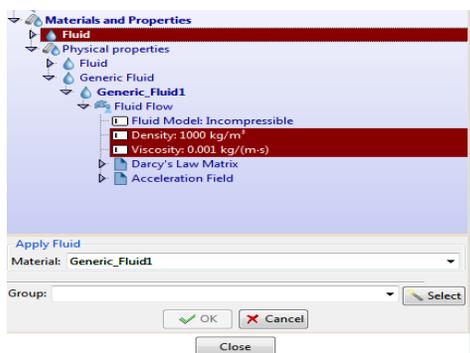
Gambar 10. Pembuatan towing tank

Tahap Setup

Tahap ini dibagi menjadi beberapa langkah, antara lain :

- a. Material and properties
- b. Conditional and Initial Data
- c. Solver

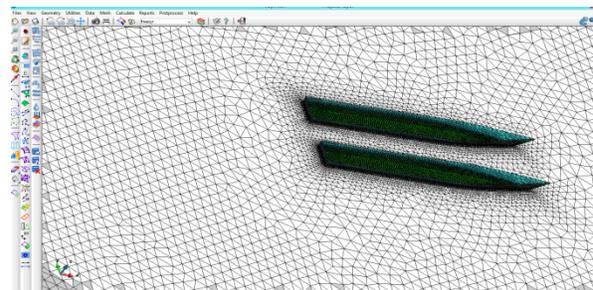
Pada tahap ini menentukan arah posisi inlet, outlet, wall, simetri, panjang kolam dan waktu iterasi. Penentuan *input solver* harus melalui perhitungan yang matang jika input data tidak sesuai maka akan sulit untuk mencapai *konvergensi*.



Gambar 11. Pemilihan material and properties

Tahap Meshing

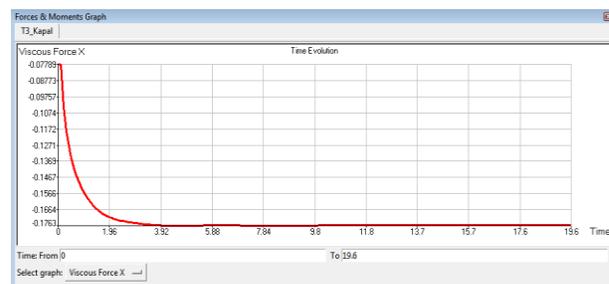
Pembuatan *meshing* pada area sekitar model kapal dan fluida. Dalam *meshing* penggunaan perlu mendefinisikan jumlah *meshing* yang diinginkan pada koordinat kartesian x,y dan z. Pada analisa ini kita harus mengetahui jenis *meshing* yang akan kita gunakan yaitu jenis *mesh unstructure*



Gambar 12 Proses *meshing* pada *surface* kapal

4.2.2 Solver Manager

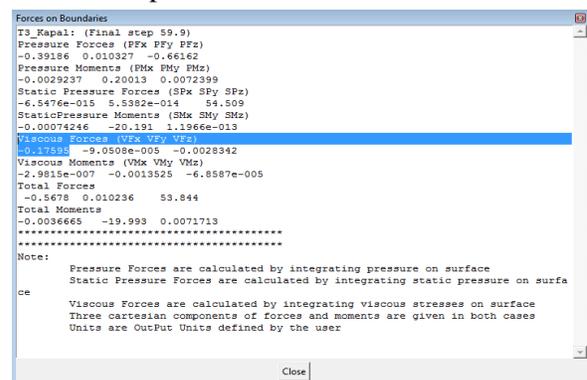
Setelah setup selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah *solution*. Dalam tahap ini proses perhitungan (*running*) dilakukan berupa literasi dari persamaan dasar dinamika fluida pada CFD.



Gambar 13 Grafik konvergensi

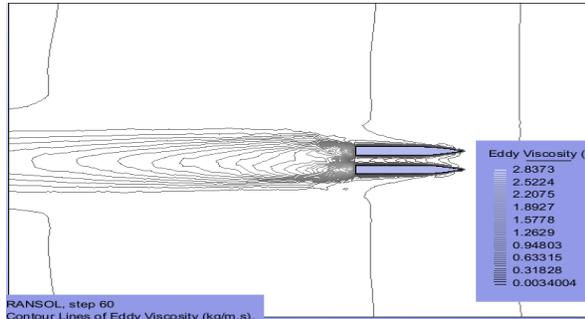
4.2.2 Post Processor

Setelah proses *running* atau simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di layar komputer. Pada penelitian ini hasil yang diinginkan berupa nilai hambatan kapal (*viscos force x*), model dan visualisasi aliran berupa 2 dimensi ataupun 3 dimensi.



Gambar 14 Result running

Setelah proses running atau simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di tahap solution. Pada tugas akhir ini hasil yang diinginkan berupa nilai hambatan kapal, model dan visualisasi aliran.

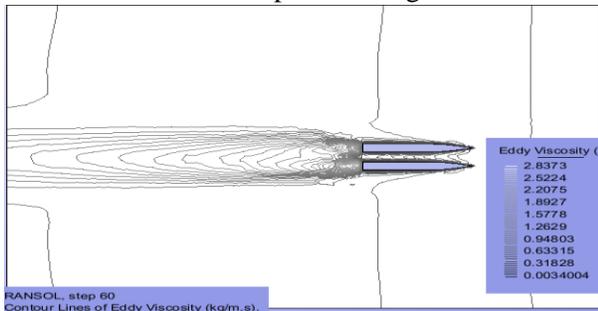


Gambar 15. Result model dan aliran fluida

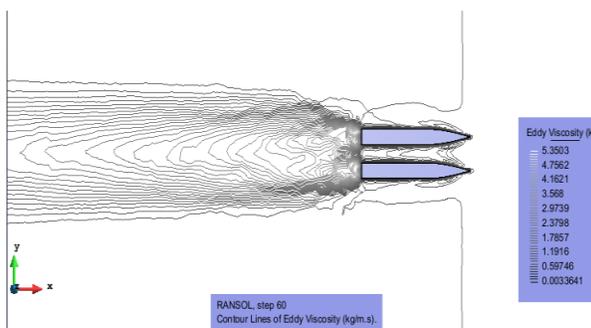
4.3 Hasil Simulasi

Simulasi kapal katamaran *rounded* dan *multi-chine* untuk kecepatan 3 knot ,6 knot dan 9 knots. Berikut hasil simulasi berupa gambar 2 dimensi dan 3 dimensi.

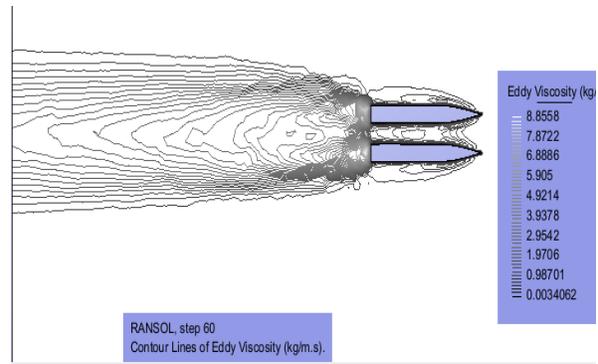
➤ Katamaran Tipe Lambung *Rounded*



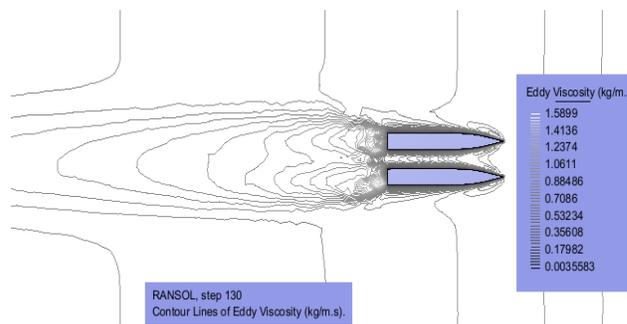
Gambar 16 Simulasi kecepatan kapal 3 knot



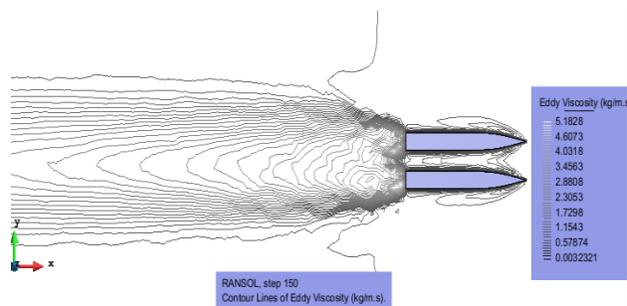
Gambar 17 Simulasi kecepatan kapal 6 knot



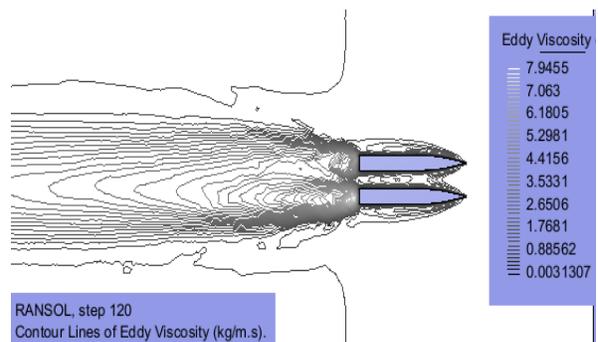
Gambar 18 Simulasi kecepatan kapal 9 knot Katamaran Tipe Lambung *1 Chine*



Gambar 19 Simulasi kecepatan kapal 3 knot

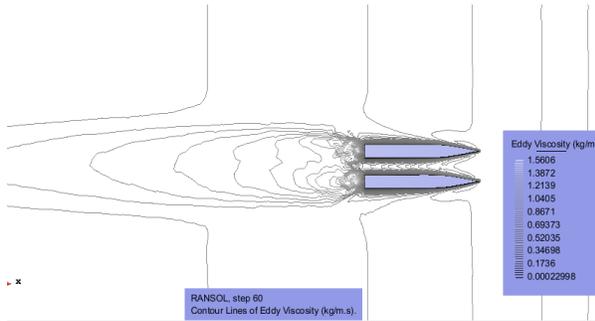


Gambar 20 Simulasi kecepatan kapal 6 knot

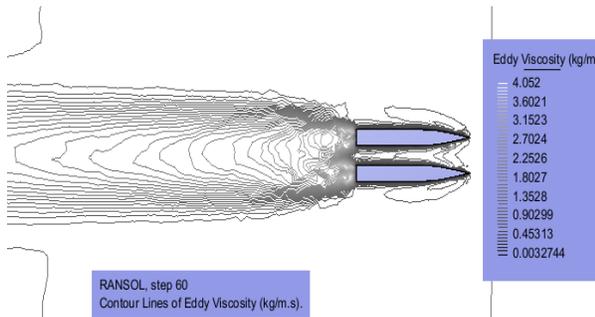


Gambar 21 Simulasi kecepatan kapal 9 knot

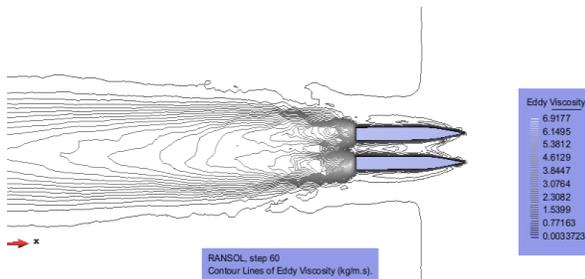
➤ Katamaran Tipe Lambung 2 Chine



Gambar 22 simulasi kecepatan kapal 3 knot

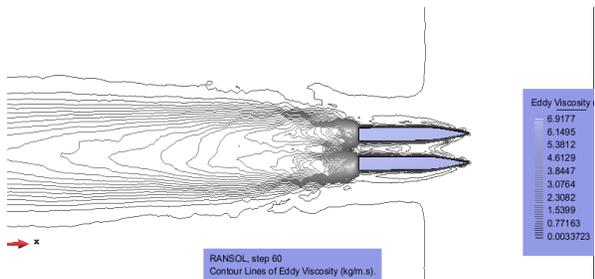


Gambar 23 Simulasi kecepatan kapal 6 knot

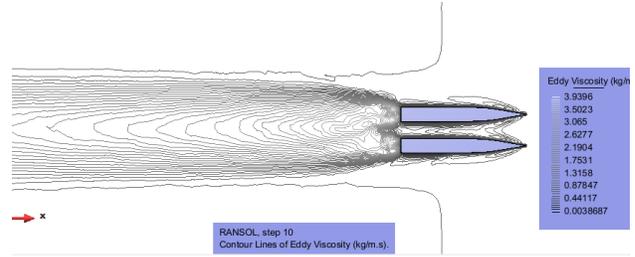


Gambar 24 Simulasi kecepatan kapal 9 knot

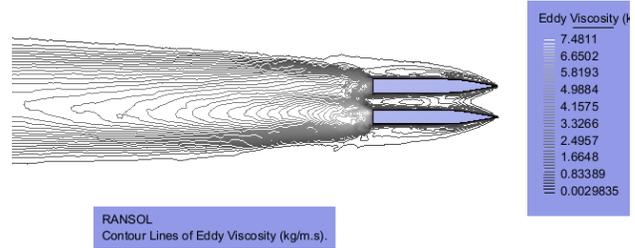
➤ Katamaran Tipe Lambung 3 Chine



Gambar 25 Simulasi kecepatan kapal 3 knot



Gambar 26 Simulasi kecepatan kapal 6 knot



Gambar 27 Simulasi kecepatan kapal 9 knot

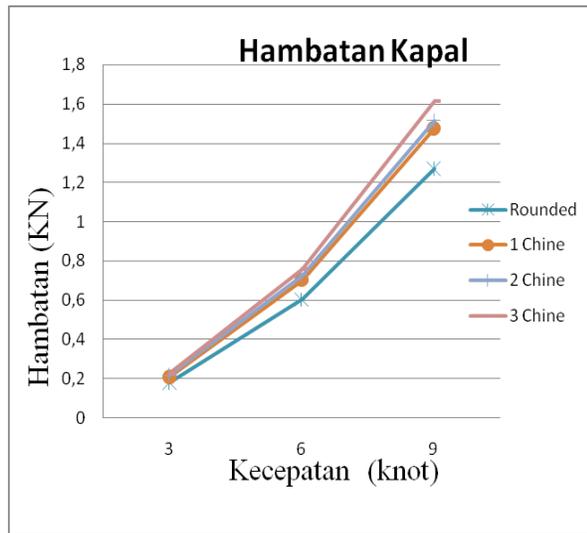
4.4 Hasil Perhitungan Hambatan Viskos Seluruh Model Lambung Kapal

Tabel. 1 Hasil Perhitungan Hambatan Seluruh Tipe Lambung Kapal

Model	Kecepatan kapal (knot)	Metode		Selisih CFD dan Slender body (%)
		CFD	Slender Body	
Kapal Rounded	3	0,177	0,148	16,38
	6	0,601	0,526	12,48
	9	1,269	1,104	13,00
Kapal 1 Chine	3	0,208	0,158	24,04
	6	0,703	0,565	19,63
	9	1,476	1,126	23,71
Kapal 2 chine	3	0,218	0,16	26,61
	6	0,727	0,571	21,46
	9	1,514	1,156	23,65
Kapal 3 chine	3	0,227	0,163	28,19
	6	0,76	0,582	23,42
	9	1,616	1,227	24,07

Dari tabel 1 dapat diketahui presentase selisih perbedaan dari tiap metode perhitungan hambatan kapal presentase CFD dan *slender body* begitu besar dikarenakan metode *slender body* mengabaikan efek viskositas dan belum dapat mempresentasikan efek interferensi gelombang akibat pertemuan moda gelombang di antara lambung katamaran secara akurat disamping itu

metode ini mengabaikan efek *viscosity* dan *wave breaking* Couser (1996) dan Tuck dkk (1999)



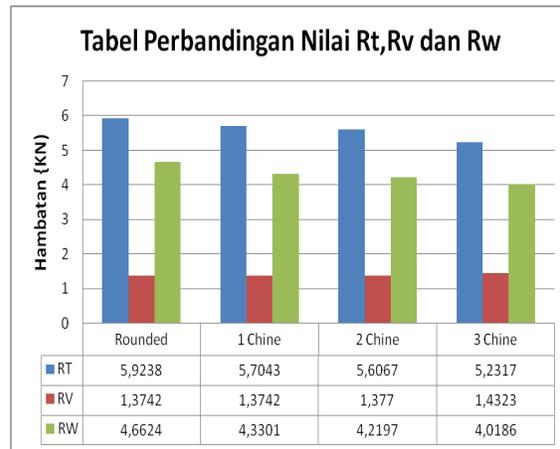
Gambar 28 Hasil Perhitungan Seluruh Tipe Lambung Kapal

Gambar 28 di atas menunjukkan hasil nilai hambatan. Dari tiap variasi kecepatan dan bentuk lambung dapat kita ketahui bahwa untuk kecepatan 9 knot nilai hambatan terkecil terdapat pada lambung *rounded* sebesar 1,269 KN. Sedangkan nilai hambatan terbesar terdapat pada tipe lambung 3 *chine* sebesar 1,616 KN.

Pada penelitian ini kapal tipe *rounded* maupun multi *chine* memiliki nilai $F_n < 0,7$ sehingga lambung kapal dalam keadaan *displacement*. Bentuk lambung *rounded* maupun bentuk lambung multi *chine* tidak mengalami gaya angkat disebabkan nilai F_n kapal $< 0,7$ dan penelitian ini hanya menganalisa pengaruh *chine* terhadap hambatan viskos oleh karena itu faktor yang berpengaruh terhadap nilai hambatan kapal adalah *Wetted Surface Area*.

4.5 Hasil Perbandingan Nilai Hambatan Total Hambatan Viskos dan Hambatan Gelombang Seluruh Model Lambung Kapal

Tabel 2 Hasil Perbandingan Nilai R_t , R_v dan R_w Seluruh Tipe Lambung Kapal



Dari Tabel 2 diatas dapat kita ketahui nilai hambatan gelombang yang terkecil terdapat pada kapal 3 *chine* sebesar 4,018 KN di karenakan adanya efek dari *chine* yang dapat memperkecil nilai hambatan gelombang, untuk nilai hambatan gelombang terbesar terdapat pada kapal *rounded* sebesar 4,666 KN.

Nilai hambatan viskos yang paling kecil terdapat pada lambung *rounded* sebesar 1,374 KN dikarenakan nilai *Wetted Surface Area* paling kecil sedangkan nilai hambatan viskos terbesar terdapat pada lambung 3 *chine* sebesar 1,4323 KN

Nilai hambatan total yang paling kecil terdapat pada lambung 3 *chine* sebesar 5,231 KN sedangkan nilai hambatan total paling besar terdapat pada lambung *rounded* sebesar 5,923 KN

5 Penutup

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

Adanya pengaruh *chine* terhadap hambatan kapal dapat ditunjukkan dengan perbedaan nilai hambatan tiap-tiap model lambung kapal. Nilai hambatan total kapal terkecil terdapat pada lambung 3 *chine* sebesar 5,231 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung *rounded* sebesar 5,931. Nilai hambatan viskos kapal terkecil terdapat

pada lambung rounded sebesar 1,269 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung 3 chine sebesar 1,617 KN. Nilai hambatan gelombang kapal terkecil terdapat pada lambung 3 chine sebesar 3,614 KN sedangkan nilai terbesar terdapat pada lambung rounded sebesar 4,662 KN

5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Dilakukan kajian lebih mendalam tentang pengaruh bentuk badan kapal tipe *chine hull* terhadap olah gerak kapal dan aliran fluida.
2. Pembuatan meshing yang lebih smooth lagi. Semakin halus meshing, otomatis semakin banyak jumlah elemen meshing yang dibuat. Dengan demikian hasil simulasi yang dihasilkan lebih akurat.
3. Sebaiknya melakukan pengujian *towing tank* supaya hasil yang di dapatkan lebih spesifik.

Rounded Dengan Multi-Chine Pada Kapal Ikan”. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [6] Utama, I. K. A. P. & Molland, A. F., "Experimental and Numerical Investigations into Catamaran Viscous Resistance". *Fast 2001*, (2001) 295-301.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggara, Sony. & Utama, I.K.A.P. 2012. "Analisa CFD Pengaruh Penambahan *Appendage* pada Lambung Katamaran Terhadap Hambatan Viskos ". Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Couser, P. R., Molland, A. F., Armstrong, N. A. & Utama, I.K.A.P. "Calm Water Powering Prediction for High Speed Catamarans". *InFast'97*. Sydney, Australia. (1997).
- [3] Jamaluddin, Andi. 2012. "Kajian Eksperimen Dan Numerik Interferensi Hambatan Viskos dan Gelombang Pada Lambung Kapal Katamaran". Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Lewis, Edward V., "Principles of Naval Architecture Volume II: Resistance, Propulsion and Vibration". Society of Naval Architects & Marine Engineers, (1988).
- [5] Manfaat, Jouhar. & Purwono, Arif. 2012. "Analisa Teoritis Perbandingan Perancangan Bentuk Badan Kapal Antara Bentuk