

TEKNOLOGI

Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains

Volume 10 No .1 April 2013

Daftar I

Titik-Titik Utama Siklus Kerja Mesin Diesel Truk Nissan 320 Hp 2100 Rpm Empat Langkah Enam Silinder Dengan Supercharger Dan Intercooler	Aloysius Eddy Liemena	1105 -1108
Tinjauan Penggunaan Motor Diesel Mobil Mitsubishi L 300 Sebagai Motor Induk Kapal Rakyat	Prayitno Ciptoadi J. Nanlohy, Rusdin Lestaluhu	1109 - 1114
Analisa Pengaruh Modifikasi Kopling Otomatis Sentrifugal Dengan Kopling Plat Terhadap Kecepatan Motor Jialing	Willem M E. Wattimena	1115 - 1121
Evaluasi Profil Tegangan Dan Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer 20 Kv Dengan Terintegrasinya Penyulang Gi Sirimau Ke Penyulang Kota Ambon	Marceau A. F. Haurissa	1122 - 1130
Estimasi Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Profesionalisme Manajer Proyek Konstruksi Gedung Dengan Model Linear Berganda	Imran Opier , Nasir Suruali	1131 - 1140
Kajian Interferensi Aliran Pada Model Katamaran Untuk Mengungkapkan Hambatan Viskos Dengan Menggunakan Uji Terowongan Angin	Ronald S. Hutaaruk, Hendrik S, Latumaerissa	1141 - 1149
Analisis Siklus Kerja Yanmar Empat Langkah 5,5 Hp Dan 2200 Rpm	Helly Simon Lainsamputty	1150 - 1154
Tinjauan Kebutuhan Air Tawar Untuk Melayani Refrigerasi Terapung Dalam Menjamin Mutu Produk Hasil Tangkapan	Hedy Cynthia Ririmasse	1154 - 1162

KAJIAN INTERFERENSI ALIRAN PADA MODEL KATAMARAN UNTUK MENGUNGKAPKAN HAMBATAN VISKOS DENGAN MENGGUNAKAN UJI TEROWONGAN ANGIN

**Ronald Mangasi Hutauruk^{*)},
Hendrik Simon Latumaerissa^{**)}**

Abstract

Catamaran consists of two demihulls which are separated at certain distance. Both of demihulls induce interaction that generates viscous interference. Due to separation to length ratio between demihulls, interference effect occurs significantly over viscous resistance. These interference effects will be investigated by doing experimental test in the wind tunnel to analyze the pressure distribution and velocity profile on the catamaran. Catamaran model is designed without transition strip (turbulent stimulator). The models will be tested at various velocities, commenced from 10; 12; 14 dan 15.5 m/s in speed and separation to length ratio (S/L) 0.2, 0.3 and 0.4. Experimental results define that body separation effects both pressure distribution and velocity profile. Increasing of body separation will increase pressure distribution values. However, its increasing will decrease velocity profile values.

Keywords: Pressure, flow velocity, wind tunnel, interference.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini penggunaan transportasi laut berkecepatan tinggi sebagai AMV (*Advanced Marine Vehicles*) menunjukkan kenaikan secara signifikan dengan *trend* yang tampaknya masih akan terus berlanjut (Utama dan Molland, 2001). Moda transportasi laut yang cukup populer dari jenis armada kapal berkecepatan tinggi (*high speed vessel*) salah satunya adalah katamaran. Katamaran merupakan kapal dengan dua lambung yang terpisah satu sama lain dan biasanya diatur secara paralel dan sejajar tetapi masih melekat dengan geladak utama (Elcin, 2003). Berbagai keunggulan yang dimiliki katamaran terutama terletak pada luas geladak yang besar serta stabilitas melintang yang lebih baik jika dibandingkan dengan kapal berlambung tunggal (Utama dan Molland, 2001; Bukhanevych, 2010). Luas geladak yang besar, akan mempermudah penataan ruang-ruangan di dalam kapal dan juga membuat desain *layout* akomodasi menjadi lebih menarik (Groleau dkk, 2007) serta memberikan penambahan kapasitas ruangan. Stabilitas melintang berpengaruh terhadap aspek keselamatan kapal (Utama, 1999). Kenyamanan, kepraktisan dan aspek keselamatan yang dimiliki oleh katamaran menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penggunaannya meningkat. Bahkan menurut laporan dari *Drewry Shipping Consultants*, katamaran menempati sekitar 43% dari seluruh jumlah armada kapal di dunia (Drewry Shipping Consultants, 1997).

Meningkatnya penggunaan katamaran sebagai moda transportasi laut juga memicu para ahli untuk melakukan penelitian lebih lanjut terhadap hambatan yang dihasilkan katamaran (Insel, 1990). Bila dibandingkan dengan kapal lambung tunggal, katamaran pada kasus tertentu (misalnya kecepatan yang lebih tinggi) memiliki hambatan yang lebih kecil (Bukhanevych, 2010). Penelitian terhadap hambatan ini sangat penting karena informasi ini berkaitan dengan estimasi perhitungan besar daya mesin pada tahap awal proses perancangan kapal (Utama dan Molland, 2001). Komponen hambatan katamaran jauh lebih kompleks bila dibandingkan dengan kapal lambung tunggal (Insel, 1990). Adanya efek interferensi hambatan viskos dan interferensi hambatan gelombang akibat interaksi di antara kedua lambung katamaran (*demihull*) menyebabkan komponen hambatan katamaran menjadi kompleks.

Interferensi hambatan viskos (kekentalan) diakibatkan oleh pola aliran yang tidak simetris di sekeliling badan kapal (*demihull*) serta pengaruh aliran kekentalan seperti peristiwa pembentukan lapisan batas. Interferensi hambatan gelombang timbul akibat interaksi di antara sistem gelombang dari lambung penyusun katamaran. Fenomena interaksi tersebut hingga saat ini menjadi topik yang menarik untuk dikaji para peneliti untuk menggali ilmu yang masih banyak belum terungkap di dalamnya (Jamaluddin dkk, 2010). Pendekatan yang dilakukan untuk memecahkan efek interferensi tersebut diawali dengan membuat model yang mewakili bentuk kapal dan diuji

^{*)} Ronald M Hutauruk, Dosen Universitas Riau

^{**)} Hendrik S Latumeirissa, Dosen Politeknik Negeri Ambon

dengan menggunakan instrumen, baik terowongan angin maupun *tank test* di kolam uji.

Molland dan Utama (1997), melakukan eksperimen di terowongan angin pada sepasang elipsoid untuk mengkaji komponen hambatan viskos dan efek interaksi di antara lambung. Model uji dibedakan dengan menggunakan *transition strip* dan tanpa *transition strip* (*turbulen stimulator*) dengan rasio jarak antara lambung (S/L) 0.27, 0.37, 0.47 dan 0.57. Konfigurasi koefisien tahanan dan gaya samping pada keadaan tanpa gangguan (*zero incidence*) serta distribusi tekanan permukaan pada lambung elipsoid disajikan untuk memahami pengaruhnya lebih detail.

Penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh Couser dkk (1998) dan difokuskan terutama untuk menghitung *induced drag* dan gaya samping pada katamaran. Hal ini dilatarbelakangi oleh aliran asimetrik yang mengenai katamaran. Gaya samping yang dihasilkan masing-masing *demihull* bekerja berlawanan dan meniadakan, sedangkan *induced drag* pada kedua *demihull* bekerja bersamaan untuk menghambat gerakan maju kapal. Pada eksperimen tersebut, jarak antara *demihull* yang digunakan adalah S/L 0.225 dan 0.329 yang divariasikan dengan beberapa *Froud Number*. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *induced drag* yang ditimbulkan katamaran dapat diabaikan namun *side force* yang dihasilkan cukup *significant*. *Sideforce* yang dihasilkan menurun dengan cepat ketika adanya peningkatan jarak antara lambung.

Kemudian Jamaluddin dkk (2010) melanjutkan penelitian dengan melakukan eksperimen untuk meneliti *viscous form factor* pada *demihull* dan katamaran dengan berbagai konfigurasi lambung di *tank test*. Geometri model yang digunakan adalah displasemen katamaran dengan lambung simetris (*symmetrical hull*) dan lambung tidak simetris (*asymmetrical hull*). Variasi jarak melintang antara lambung adalah S/L 0.2, 0.3 dan 0.4. Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan adalah *viscous form factor* katamaran secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan *demihull*. Namun ditemukan variasi efek interaksi *viscous* karena perbedaan jarak *demihull*. Penelitian lebih lanjut tentang interaksi *viscous* tersebut disarankan untuk dikaji melalui pengujian di terowongan angin.

Untuk mendukung saran yang diberikan oleh Jamaluddin (2010) maka dilakukan eksperimen dengan menggunakan terowongan angin untuk membahas fenomena interferensi hambatan viskos pada lambung katamaran. Pendekatan yang memungkinkan dalam mengkaji komponen hambatan viskos adalah dengan membuat *free surface* seolah-olah sebagai sebuah bidang datar sehingga pengaruh *wavemaking* dapat dieliminasi. Untuk mencapai maksud tersebut maka digunakan

model yang direflesi pada garis air sarat penuh (datar) (Couser *et al*, 1997). Dengan pendekatan ini, maka segala pengaruh gelombang permukaan yang mungkin terjadi tidak lagi diperhitungkan, sehingga hambatan yang dialami *full* hanya hambatan viskos. Analisa hambatan viskos dengan simulasi numerik mengacu pada model yang direflesi pada terowongan angin seperti yang disarankan oleh Lackenby (1965).

II. METODOLOGI

2.1 Model Eksperimen Terowongan Angin

Model dibuat dengan skala yang sudah disesuaikan dengan ukuran *test section* pada terowongan angin. Pengujian model katamaran dilakukan di terowongan angin jurusan Teknik Mesin ITS yang ditunjukkan dalam Gambar 1B. Spesifikasi terowongan angin tersebut adalah sebagai berikut:

Jenis	=	Subsonic, Open Circuit Wind Tunnel
Daya Listrik	=	240 Volt/Single Fasa 50 Hz, 1.5 kW
Dimensi Utama mm	=	2980 x 1880 x 660
Bidang uji	=	660 x 660 mm
Panjang Bidang Uji	=	1880 mm
Kecepatan Maksimal	=	15,4 m/s
Akurasi Pengukuran	=	1 mN





Gambar 1 A) Model katamaran dan pemasangan *pressure tape*, B) *test set up* dan pengujian aliran kecepatan, C) *test set up* dan pengujian distribusi tekanan.

Model uji adalah katamaran tanpa menggunakan turbulen stimulator. Model katamaran tersebut adalah model yang direflesi (*reflex model*) dengan tujuan untuk menghindari terjadinya pengaruh gelombang permukaan pada perhitungan hambatan viskos. Penggunaan model ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Utama dkk⁽¹⁾ dan Armstrong⁽¹¹⁾. Dimensi model adalah LWL = 457.26 mm; B = 47.5 mm; dan T = 26 mm. Model uji dibuat dari material kayu dan dibentuk sedemikian rupa sehingga menyerupai desain rencana garis model. Di permukaan model dibuat titik-titik yang akan dipasang jalur kawat tembaga untuk penempatan *pressure tape*. Ada sekitar 57 buah *pressure tape* yang tersebar dan diatur menurut station model. *Pressure tape* berfungsi untuk mengukur besarnya tekanan statik dan profil kecepatan di sepanjang permukaan model saat angin dialirkan melalui inlet terowongan angin. Kecepatan angin divariasikan mulai dari 10, 12, 14 dan 15.4 m/s. Kecepatan ini disesuaikan dengan kemampuan kecepatan maksimal di terowongan angin. Sedangkan katamaran diatur dengan ukuran S/L 0.2, 0.3, dan 0.4.

2.2 Distribusi Tekanan

Setelah *test set up* dan kalibrasi dilakukan baik pada benda uji dan alat ukur (*manometer*, *pressure tape*, *pressure transducer*, data akuisisi) maka distribusi tekanan pada setiap *pressure tape* di permukaan model akan diubah ke dalam koefisien tekanan (C_p). Rumus yang digunakan sesuai dengan persamaan (1).

$$C_p = \frac{p_1 - p_2}{\frac{1}{2}\rho V^2} = \frac{\Delta p}{q} \quad (1)$$

Pressure coefficient adalah merupakan perbedaan antara tekanan lokal (p_1) pada suatu titik di permukaan model dan permukaan *freestream* p_0) dibagi dengan tekanan dinamis *free stream* (q). Nilai C_p yang lebih signifikan dapat dijabarkan melalui persamaan Bernoulli untuk aliran *incompressible*. Dengan demikian nilai C_p juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$C_p = \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\right) \quad (2)$$

V_0 merupakan kecepatan lokal model dan V_1 adalah kecepatan pada setiap titik *pressure tape* di permukaan model.

2.3 Kecepatan Aliran

Untuk mendapatkan informasi mengenai fenomena aliran kecepatan (*velocity profile*) pada kapal katamaran akibat variasi jarak melintang antara lambung dan *kecepatan*, maka digunakan alat *pitot static tube* sebagai pendeteksi kecepatan aliran di sekitar model. Letak *pitot static tube* adalah 30% LWL dari depan dan belakang model. Profil kecepatan diperoleh dengan menggeser posisi *pitot static tube* sebesar 0.5 cm. *Pitot static tube* digunakan untuk mengukur kecepatan *free stream* yang merupakan gabungan *static pressure probe* dan *stagnation pressure probe*. Aliran *free stream* akan masuk melalui lubang yang berada di depan *probe*. Aliran ini disebut tekanan stagnasi dan aliran melalui sisi atas dan bawah disebut sebagai tekanan statis. Dari kedua saluran ini udara dimasukkan ke dalam manometer yang berisi cairan kerosin. Perbedaan tekanan $p_0 - p$ (tekanan dinamik) dapat diperoleh. Kemudian besar *free stream* V_∞ didapat dari persamaan (3).

$$V_\infty = \sqrt{\frac{2(p_0 - p)}{\rho_{udara}}} \quad (3)$$

Grafik *velocity profile* diplot untuk masing-masing kecepatan angin yang digunakan.

2.4 Hambatan Viskos dan Faktor Interferensi

Hambatan viskos pada lambung kapal terdiri dari hambatan tekanan (*pressure drag*) dan hambatan gesek (*friction drag* atau *shear force*). Hambatan gesek merupakan gaya hambatan akibat adanya viskositas fluida yang menyinggung permukaan lambung secara tangential dan hambatan tekanan merupakan gaya normal akibat tekanan fluida disekitar lambung.

Kofisien hambatan viskos (C_{vp}) dapat diperoleh melalui integrasi distribusi tekanan (C_p) terhadap jarak antara C_p (ds) di sepanjang lambung kapal⁽¹⁾ dengan menggunakan persamaan (4).

$$C_{VP} = \int C_p \cdot dS \quad (4)$$

Karena nilai C_{VP} berdasarkan luas bidang basah lambung kapal (*wetted surface area*, WSA) dan C_p berdasarkan cross sectional area (CSA), maka C_{VP} dapat dihitung dengan persamaan (5).

$$C_{VP}' = \frac{CSA}{WSA} \times C_{VP} \quad (5)$$

Fenomena interferensi pada katamaran dijelaskan melalui komponen koefisien interaksi hambatan pada *demihull* (*catamaran*) yang ditulis dalam persamaan (6).

$$(C_T)_{CAT} = (1 + \phi k) \sigma C_F + \tau C_W \quad (6)$$

dimana:

- ϕ : Faktor interferensi hambatan bentuk (*form*), yang diakibatkan oleh perubahan tekanan yang terjadi antara dua lambung.
- σ : Faktor interferensi hambatan gesek (*friction*), yang diakibatkan oleh terjadinya penambahan kecepatan aliran diantara dua lambung.
- τ : Faktor interferensi hambatan gelombang (*wave*), yang diakibatkan oleh pertemuan dua sistem gelombang (dari haluan) di antara kedua lambung (*demihull*).

Karena model pada saat pengujian terbenam secara menyeluruh maka koefisien gelombang diabaikan, sehingga yang berpengaruh adalah koefisien viskos $C_V = (1 + \phi k) \sigma C_F$.

Faktor interferensi ϕ dan σ merupakan faktor yang sangat rumit dan kompleks untuk dipecahkan, sehingga untuk tujuan yang lebih praktis (Insel dan Molland, 1991) maka faktor ϕ dan σ digabung ke dalam interferensi hambatan viskos (β) sehingga dihasilkan persamaan (7).

$$(C_T)_{CAT} = (1 + \beta k) C_F + \tau C_W \quad (7)$$

Dengan memperoleh nilai form faktor dari demihull, maka besar nilai β dapat dihitung.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Koefisien Tekanan

Tekanan pada model dihitung dengan memasukkan nilai massa jenis air dan *specific gravity* kerosin (fluida dalam manometer) pada masing-masing *pressure tape*. Grafik tekanan diperlihatkan pada Gambar 2.

Koefisien tekanan pada model diukur pada masing-masing sisi. Angin dengan berbagai variasi kecepatan dialirkan hingga mengenai permukaan model. Tekanan yang mengenai model

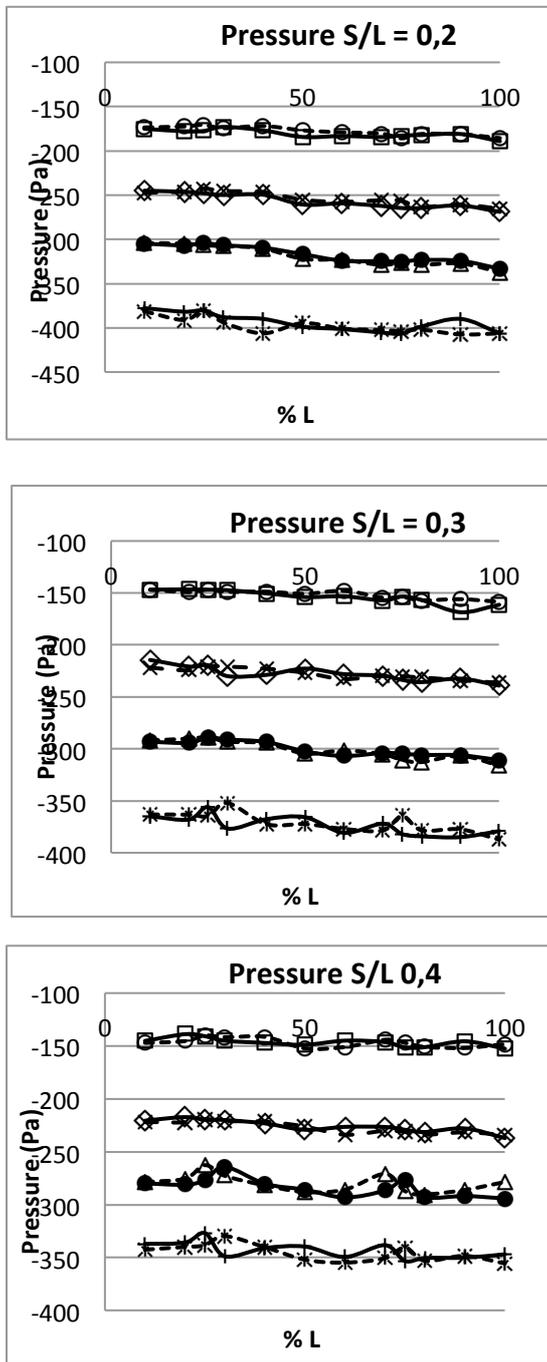
..... *pressure tape* direkam oleh *pressure transducer* hingga nilainya dapat dibaca oleh data akuisisi. Nilai yang diperoleh dari data akuisisi diubah menjadi koefisien tekanan dan diplot seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Grafik koefisien tekanan (C_p) pada titik stagnasi memiliki nilai sama dengan 1. Dari grafik C_p tersebut dapat dijelaskan bahwa penambahan jarak antara lambung akan memperbesar nilai C_p . Pada $S/L = 0.2$ nilai C_p dimulai dari 1 hingga hampir mencapai -0.6. Sedangkan pada $S/L = 0.3$ nilai C_p dimulai dari 1 hingga hampir mencapai -0,3. Dan kenaikan besar C_p juga terjadi pada $S/L = 0.4$. Nilai C_p sebagian berada di atas titik nol dan nilai terendah hampir mencapai -0.15. Variasi kecepatan juga mempengaruhi besar C_p . Kurva C_p pada masing-masing kecepatan mengikuti pola yang sama dan tersusun mulai dari kecepatan tertinggi hingga kecepatan terendah. Dengan demikian penambahan kecepatan menyebabkan kenaikan nilai C_p . Namun penyimpangan grafik sedikit terjadi pada $S/L = 0.4$. Dimana pada saat persentase panjang mencapai 100%, maka nilai terkecil diperoleh oleh kecepatan 12 m/s.

Namun bila dibandingkan antara grafik koefisien tekanan dan distribusi tekanan, maka akan terlihat perbedaan yang cukup signifikan. Grafik distribusi tekanan menunjukkan trend lebih baik dimana penyimpangan grafik lebih sedikit baik pada *inner* maupun *outer*. *Inner* merupakan sisi bagian dalam katamaran, dan *outer* adalah sisi bagian luar katamaran. Dengan demikian ini mengindikasikan bahwa hasil pengukuran tekanan di sepanjang lambung kapal cukup akurat. Besar distribusi tekanan dipengaruhi oleh massa jenis air dan *specific weight* dari fluida dalam manometer, sedangkan koefisien tekanan dipengaruhi oleh distribusi tekanan total, distribusi tekanan lokal, serta kecepatan dan massa jenis udara. Pengaruh rasio jarak antara lambung pada distribusi tekanan yang dialami permukaan lambung cukup berpengaruh. Pada setiap grafik distribusi tekanan baik *inner* maupun *outer*, menjelaskan bahwa apabila besar kecepatan bertambah akan menyebabkan perbedaan nilai distribusi tekanan.

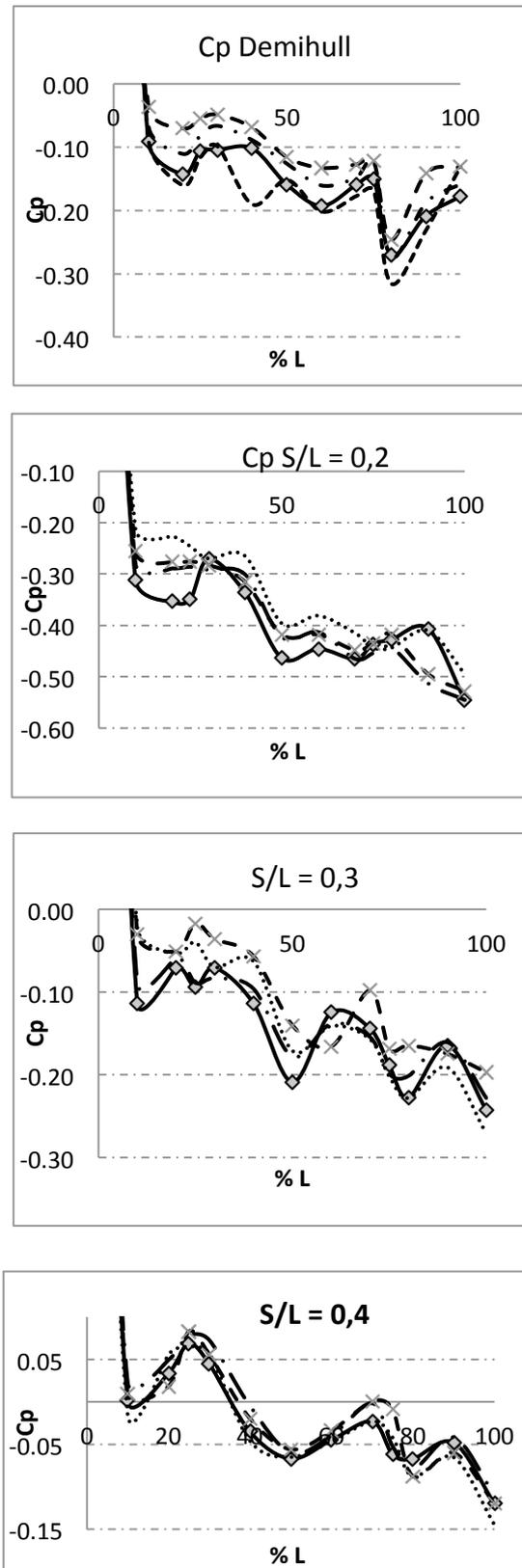
3.2 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran diukur di belakang model dengan menggunakan alat *pitot static tube* dimana letak *pitot static tube* adalah 30% dari panjang kapal. Kecepatan aliran diukur dari kedua sisi model hingga batas yang masih bisa dicapai oleh pergeseran *pitot static tube*. Namun diusahakan jangkauan *pitot static tube* pada kedua sisi yang dibagi oleh *center line* model adalah sama. *Pitot static tube* dibuat horizontal dan tegak lurus terhadap arah angin. Kemudian proses pengambilan data dilakukan dengan menggeser *pitot static tube* per 0.5 cm hingga mencapai seluruh titik pengukuran yang sudah ditentukan.

Hasil pengukuran kecepatan aliran diplot dengan perbandingan kecepatan masuk dan kecepatan keluar (v_{in}/v_{out}) sebagai absis, dan titik-titik pergeseran pengukuran pada bentangan sebagai ordinat (Gambar 4).



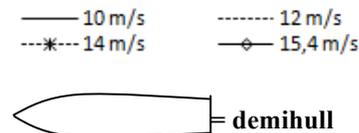
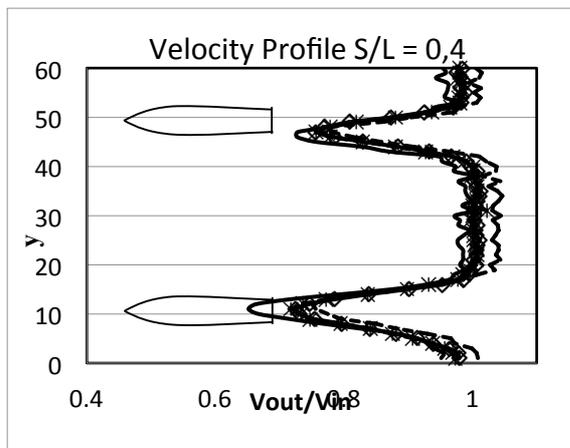
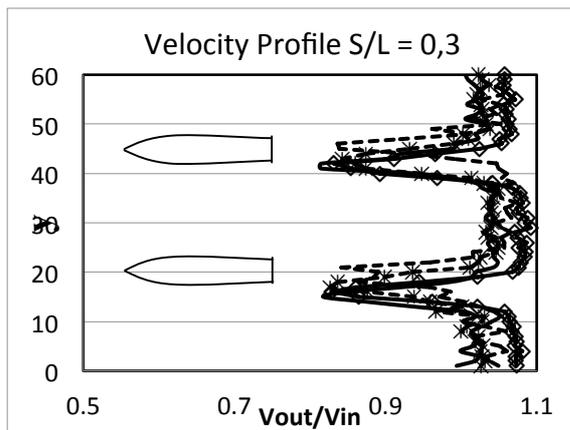
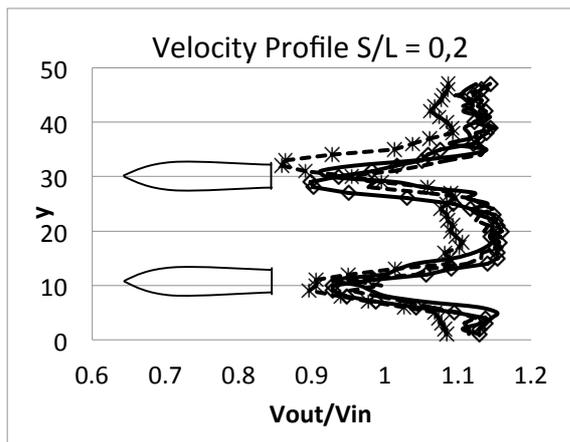
Gambar 2. Distribusi tekanan pada konfigurasi lambung katamaran



- o-- Re $2,88 \times 10^5$ (Outer)
- x-- Re $3,46 \times 10^5$ (Outer)
- Re $4,04 \times 10^5$ (Outer)
- *-- Re $4,43 \times 10^5$ (Outer)
- Re $2,88 \times 10^5$ (Inner)
- ◇-- Re $3,46 \times 10^5$ (Inner)
- △-- Re $4,04 \times 10^5$ (Inner)
- +-- Re $4,43 \times 10^5$ (Inner)

- ◇— 10 m/s
- 12 m/s
- .-.- 14 m/s
- - - 15,4 m/s

Gambar 3 Grafik *pressure coefficient* katamaran dengan variasi konfigurasi lambung.



Gambar 4. Grafik aliran kecepatan pada variasi jarak antar lambung.

Penambahan kecepatan akan merubah distribusi tekanan dengan signifikan dan distribusi tekanan terbesar dialami oleh model dengan S/L yang lebih besar. Sehingga hubungan yang diberikan antara S/L dengan distribusi tekanan adalah berbanding lurus. Jika S/L besar maka distribusi tekanan yang dialami oleh model akan

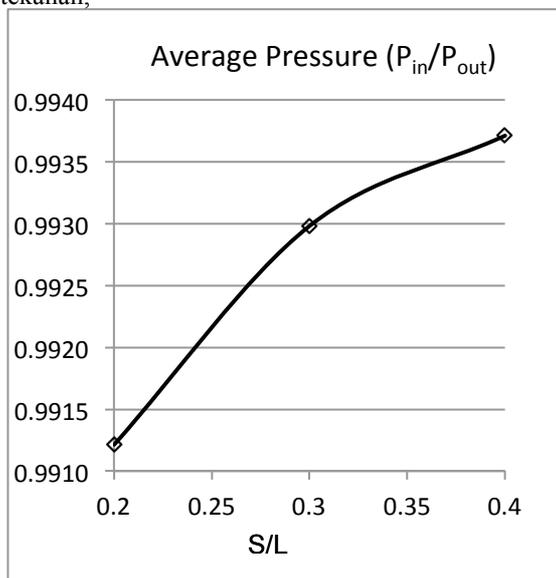
bertambah

Pada grafik aliran kecepatan terlihat bahwa terjadi perubahan yang cukup signifikan terhadap distribusi profil kecepatan. Semakin kecil jarak S/L maka kecepatan yang terjadi akan semakin besar. Sebaliknya jika jarak S/L semakin besar maka kecepatan yang dihasilkan akan semakin kecil. Pada S/L = 0.2, profil kecepatan memiliki nilai disekitar 1.1 hingga 1.2. Nilai ini menurun untuk S/L = 0.3 dan 0.4. Nilai masing-masing adalah untuk S/L = 0.3 adalah 1 hingga 1.1 dan untuk S/L = 0.4 adalah 0.9 hingga 1.

3.3 Rasio Tekanan Dalam (P_{in}) dan Tekanan Luar (P_{out})

Rasio tekanan dalam terowongan katamaran (P_{in}) dan tekanan di luar terowongan katamaran (P_{out}) diberikan pada Gambar 5. Dari Gambar 5 diperoleh kesimpulan bahwa kenaikan rasio jarak antara lambung (S/L) akan merubah struktur rasio P_{in} dan P_{out} . Kenaikan S/L akan sedangkan memperbesar nilai rasio tekanan (menuju 1). Ini menyiratkan bahwa jika jarak antara lambung diperbesar, maka

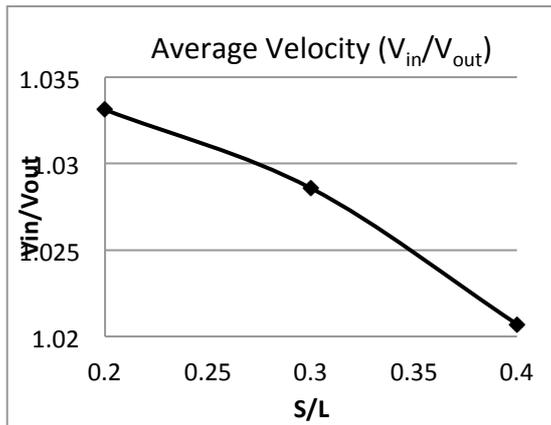
Keterangan: terowongan katamaran A = demihull sebelah kanan yang diberikan B = demihull sebelah kiri hasil eksperimen di terowongan angin dapat dipertanggungjawabkan. memperkecil rasio tekanan,



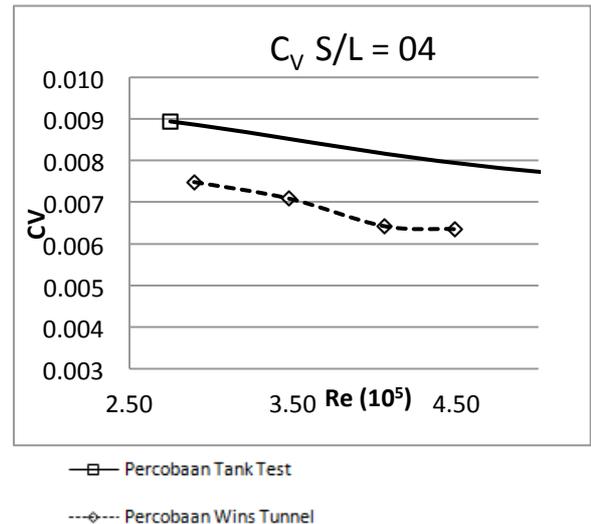
Gambar 5. Grafik rasio P_{in}/P_{out} .

3.4 Rasio Kecepatan Dalam (V_{in}) dan Kecepatan Luar (V_{out})

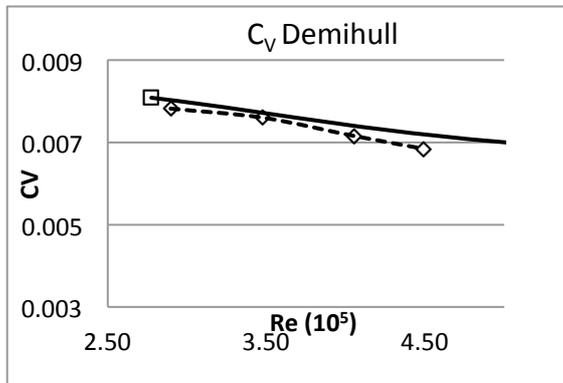
Rasio kecepatan dalam terowongan katamaran (V_{in}) dan kecepatan di luar terowongan katamaran diberikan pada Gambar 6. Kenaikan rasio jarak antara lambung (S/L) akan memperkecil rasio kecepatan.



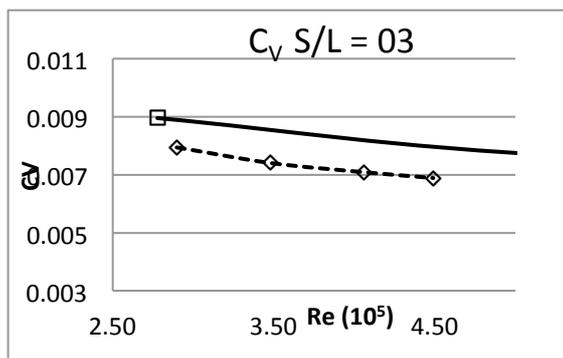
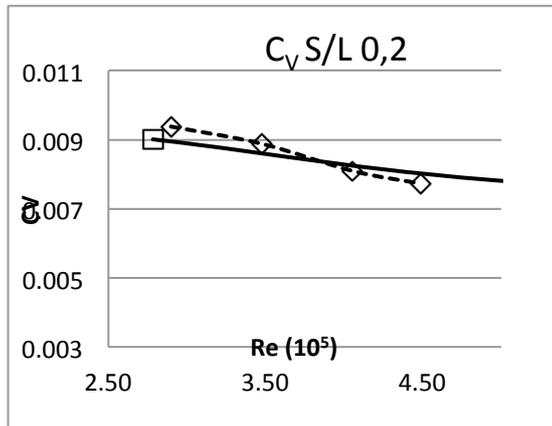
Gambar 6. Grafik rasio V_{in}/V_{out}



Gambar 8. Grafik koefisien hambatan viskos pada katamaran.



Gambar 7. Grafik koefisien viskos pada demihull.



3.5 Fenomena Interferensi aliran akibat hambatan viskos.

Hambatan kapal katamaran dipengaruhi oleh timbulnya interferensi dan interaksi di antara dua lambung katamaran. Interferensi hambatan viskos mengakibatkan aliran air di sekitar lambung (*demihull*) yang simetris menjadi tidak simetris karna perbedaan tekanan dan kecepatan aliran yang tidak sama terhadap garis tengah (*centerline*) lambung. Pada bagian dalam (di antara kedua *demihull*), terjadi peningkatan usikan kecepatan aliran. Peningkatan usikan kecepatan aliran ini menyebabkan perubahan struktur lapisan batas (*boundary layer*) dan juga luas bidang basah pada permukaan lambung. Karena terjadinya perubahan fisik pada struktur lapisan batas (*boundary layer*) serta luas bidang basah lambung katamaran maka hambatan gesek (*skin friction*) yang dihasilkan juga akan mengalami perubahan dimana nilainya bisa bertambah ataupun berkurang. Hal ini akan menyebabkan perubahan nilai *form factor*. Sedangkan pengaruh perubahan tekanan dan perubahan aliran kecepatan yang terjadi di antara kedua lambung katamaran, akan menyebabkan timbulnya interferensi hambatan viskos. Dimana, jarak antara lambung katamaran (S/L) berpengaruh terhadap hambatan viskos. Hambatan kapal akan semakin bertambah apabila terjadi penurunan nilai S/L . Fenomena ini timbul karena adanya efek interaksi aliran yang menimbulkan interferensi hambatan viskos dan juga interferensi gelombang di antara kedua lambung tersebut (Groleau, dkk 2007).

Besar interferensi yang timbul mengakibatkan adanya perubahan hambatan viskos. Sehingga apabila dilakukan perhitungan hambatan antara sebuah katamaran dengan mengalikan hambatan 2

buah demihull, maka akan diperoleh perbedaan hasil hambatan. Perbedaan nilai hambatan ini sangat diperlukan dalam menghitung nilai hambatan sebenarnya yang dialami oleh katamaran.

Dengan melakukan integrasi C_p terhadap jaraknya di sepanjang permukaan model, maka akan diketahui koefisien tekanan viskos, C_{pV} dan dikoresksi dengan faktor CSA dan WSA model. Nilai koreksi ini merupakan besar C_{VP} yang sebenarnya. Karena koefisien viskos (C_V) adalah penjumlahan dari koefisien tekanan viskos (C_{pV}) dan koefisien gesek (C_F) (Armstrong, 2003), maka nilai C_F dicari terlebih dahulu dengan menggunakan rumus yang diberikan ITTC 1957 correlation line (Utama dan Molland, 2001).

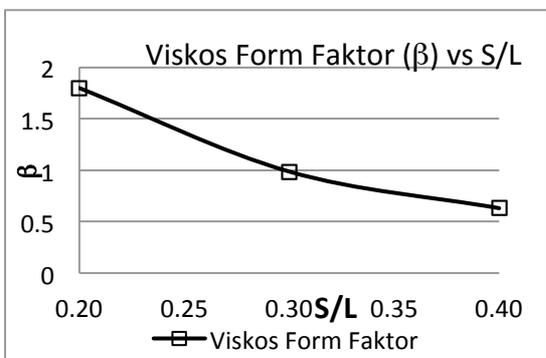
Jamaluddin (2010) telah melakukan kajian di tank test pada berbagai variasi Reynolds number untuk mencari hambatan katamaran. Pada kecepatan rendah, besar koefisien hambatan gelombang memiliki nilai yang sangat kecil (mendekati nol), sehingga dapat disimpulkan bahwa koefisien hambatan gelombang belum berpengaruh jika kecepatan yang rendah.

Data tank test tersebut digunakan sebagai validasi terhadap hasil perhitungan C_V dengan menggunakan terowongan angin (Gambar 6 dan 7). Pada S/L 0.3 dan 0.4 nilai C_V dengan menggunakan terowongan angin berangsur-angsur turun tetapi masih dengan tren yang normal. Diduga prosedur teknis (test setup) menjadi penyebab perbedaan nilai tersebut.

Informasi yang diperoleh dari nilai C_V kemudian digunakan untuk mencari nilai form factor pada masing-masing konfigurasi lambung. Nilai form factor diberikan pada Tabel 1 dan digambarkan dalam Gambar 8.

Tabel 1. Nilai Form Factor

k	b		
	S/L 02	S/L 03	S/L 04
0,2422	1,8081	0,9891	0,6340



Gambar 9 Grafik viskos form factor pada katamaran.

Dari gambar 9 dapat disimpulkan bahwa peningkatan S/L akan menyebabkan penurunan nilai viscous form factor. Dengan demikian efek interferensi aliran pada model katamaran semakin kecil. Ini akan menyebabkan hambatan yang dialami oleh katamaran juga akan berkurang, karena besar interferensi berbanding lurus dengan nilai hambatan viskos kapal katamaran.

IV. KESIMPULAN

- 1 Uji terowongan angin mampu memberikan informasi perubahan tekanan dan kecepatan aliran untuk memahami perilaku interaksi komponen hambatan viskos pada kapal katamaran.
- 2 Rasio jarak antar lambung (body separation) mempengaruhi distribusi tekanan dan aliran kecepatan pada katamaran. Di mana nilai rasio jarak antar lambung berbanding terbalik dengan distribusi tekanan dan berbanding lurus dengan aliran kecepatan. Peningkatan nilai body separation akan mengakibatkan penurunan nilai pressure distribution. Sebaliknya hubungan velocity profile dengan body separation adalah berbanding terbalik. Peningkatan body separation mengakibatkan penurunan nilai velocity pprofile.
- 3 Perubahan tekanan dan perubahan aliran kecepatan di antara kedua lambung katamaran berpengaruh terhadap nilai interferensi hambatan viskos.

Daftar Pustaka

Armstrong, T., (2003). **The Effect of Demihull Separation On Frictional Resistance of Katamaran**, Seventh international conference on fast sea transportation, FAST, pp. 22-30, Ischia-Italy: Ischia.

Bukhaneych, N., (2010). **Key Configuration for Design and Fabrication of High Speed Offshore Vessel**, Master Thesis, Norway: University of Stavanger, 2010.

Couser, P. R., Wellicome, J. F. and Molland, A. F., (1998). **Experimental Measurement of Sideforce and induced drag on Katamarans Demihulls**, International Ship Building Progress, Vol. 45.

Drewry Shipping Consultants FAST FERRIES: **Shaping the Ferry Market for the 21st Century**, Drewry Shipping Consultants Ltd., London, 1997.

Elcin, Z., (2003). **Wave Making Resistance Characteristics of Trimaran Hulls**, California: Naval Post Graduate School.

- IKAP utama and Molland, (2001) **Experimental and numerical investigation into catamaran viscous resistance**, Fast 2001 4th-6th September 2001 Southampton, UK.
- Insel, M., **An Investigation into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans**, (1990). PhD Thesis, Faculty of Engineering and Applied Science, University of Southampton, U.K.
- Insel, M., and Molland, A.F., (1991). **An investigation into the resistance components of high speed displacement catamaran**, Royal Institution of Naval Architects, Spring Meeting, paper No. 11.
- Jamaluddin,A., Utama, I. K. A. P. dan Aryawan, W. D., (2010). **Analisa Eksperimen Viscous Form Factor Pada Konfigurasi Lambung**. Prosiding Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan, FTK-ITS, pp 17-24.pp 443-450.
- Lackenby, H., (1965). **An investigation into the nature and interdependence of the component of ship resistance**. Trans, RINA, Vol.107.
- Molland, A. F. and Utama, I. K. A. P. , (1997). **Wind Tunnel Investigation Of A Pair Of Ellipsoids In Close Proximity**. Department of Ship Science, Faculty of Engineering and Applied Science, University of Southampton, UK,.
- S. Groleau, J. Revord, T. Robins, B. Vandedrinck, (2007). **Naval Architecture Research Group, Ocean Engineering Design**, Final Report 2007, Florida Institute of Technology,.
- Utama, I. K. A. P. (1999). **Investigation of the Viscous resistance components of catamaran form**. Ph.D Thesis. University of Southampton, UK.