

# Studi Hambatan Kapal Trimaran Akibat Variasi Posisi Sidehull Terhadap Mainhull Secara Melintang

Ari Cipto Nugroho, Aries Sulisetyono

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: sulisea@na.its.ac.id

**Abstrak**—Penelitian tentang besarnya hambatan kapal trimaran akibat variasi posisi *sidehull* terhadap *mainhull* secara melintang telah selesai dilakukan. Tahanan kapal yang diteliti adalah tahanan kapal yang diperoleh dari program Michlet yang mengacu pada persamaan *Thin Ship Theory*. Jarak *sidehull* terhadap *mainhull* secara melintang divariasikan ke dalam tiga kondisi yaitu pada  $S/L = 0,12$ ;  $0,16$  dan  $0,20$ , dimana  $S$  adalah jarak *demihull* dan  $L$  adalah panjang kapal trimaran. Tiga kondisi tersebut disimulasikan dengan kecepatan mulai dari  $1$  m/s hingga  $12,5$  m/s. Dari hasil penelitian, diperoleh kenaikan hambatan yang konstan mulai dari kecepatan  $9$  m/s untuk semua variasi  $S/L$ . Pada kecepatan  $12,5$  m/s, variasi  $S/L = 0,12$  menghasilkan nilai hambatan terbesar yaitu sebesar  $101,22$  kN, sedangkan variasi  $S/L = 0,20$  menghasilkan nilai hambatan terkecil yaitu sebesar  $96,85$  kN. Meski demikian, variasi  $S/L$  yang direkomendasikan adalah  $S/L = 0,16$ , karena pada variasi tersebut, kenaikan hambatan seiring kenaikan kecepatan berlangsung lebih stabil dibandingkan dengan dua variasi  $S/L$  lainnya.

**Kata Kunci**—trimaran, hambatan, michlet.

## I. PENDAHULUAN

TRIMARAN adalah kapal *multihull*, yang terdiri dari satu lambung utama (*mainhull*) dan dua lambung cadik (*sidehull*) yang ukurannya 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 pada kecepatan tinggi jika dibandingkan dengan lambung katamaran dan lambung tunggal [1]. Dengan adanya cadik, memberikan keunggulan stabilitas dan karakteristik olah gerak kapal trimaran [2].

Penyempurnaan bentuk lambung katamaran terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin beragam terutama untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi energi. Salah satu penyempurnaan kapal trimaran adalah dengan optimalisasi posisi *mainhull* dan *sidehull* sehingga mampu meminimalisir daya yang dibutuhkan dari mesin penggerak utama dan menemukan performa trimaran yang terbaik dari aspek hambatan kapal.

Tulisan ini melaporkan hasil penelitian tentang besarnya hambatan kapal trimaran akibat variasi posisi *sidehull* terhadap *mainhull* secara melintang dengan variasi jarak  $S/L$  dan kecepatan kapal.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Pengaturan Ukuran Utama dan Variasi $S/L$

Langkah awal dalam penelitian ini menyiapkan ukuran utama kapal yang diperoleh dari penelitian sebelumnya [3]. Ukuran utama kapal cepat trimaran dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Ukuran utama tersebut kemudian dimasukkan sebagai input pada Michlet [4] melalui *plain text* dengan ekstensi *.mlt* yang tersedia di dalam *folder* program Michlet. Selanjutnya program

Tabel 1.  
Ukuran utama kapal cepat trimaran

Item	Mainhull	Sidehull
L (m)	54,530	16,632
B (m)	3,642	0,965
T (m)	1,820	0,965
H (m)	4,551	3,696
$C_B$	0,510	0,507
V ( $m^3$ )	182,800	7,859
WSA ( $m^2$ )	249,271	30,441
$S^*$ (m)	0	8,768

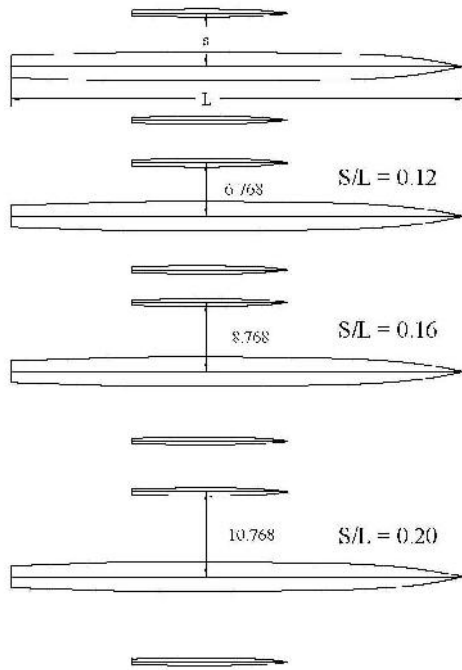
<sup>a</sup> $S^*$  – Jarak melintang *demihull* dari *midship mainhull*.

Michlet dapat dijalankan dan kemudian dapat dilakukan variasi jarak *demihull* secara langsung melalui *workbench* Michlet dengan mengisikan jarak *demihull* yang ditentukan yaitu sebesar  $6,768$  m;  $8,768$  m dan  $10,768$  m. Jarak *demihull* tersebut menghasilkan perbandingan  $S/L$  sebesar  $0,12$ ;  $0,16$  dan  $0,20$  seperti pada gambar 1.

Variasi  $S/L$  (Jarak *demihull* terhadap panjang kapal) mulai dari  $0,16$  sesuai hasil penelitian sebelumnya [3]. Kemudian divariasikan lagi menjadi  $0,12$  (dikurangi dua meter dari posisi awal *sidehull* terhadap *mainhull*) dan  $0,20$  (ditambah dua meter dari posisi *sidehull* awal terhadap *mainhull*). Jarak *demihull* tersebut mengacu pada MV. Sea Flower dari literatur yang sudah ada [2]. Untuk  $S/L$  lebih besar dari atau sama dengan  $0,4$  tidak diteliti karena pada variasi tersebut hambatan

interferensi antar lambung relatif kecil dan dapat diasumsikan tidak ada [3]. Dipilih variasi maksimum S/L = 0,20 karena diasumsikan pada kondisi tersebut hambatan interferensi antar lambung sangat terlihat..

Pada saat Michlet diaktifkan, ditampilkan ukuran utama sesuai dengan yang dimasukkan dalam *plain text*, kecuali untuk WSA, B dan C<sub>B</sub>. Untuk memperoleh WSA, B, dan C<sub>B</sub>



Gambar 1. Variasi Jarak demihull pada kapal trimaran yang diteliti.

yang sesuai, perlu dilakan kalibrasi melalui fasilitas yang ada pada Michlet. Ketidak sesuaian besarnya nilai WSA, B, dan C<sub>B</sub> dikarenakan tidak samanya bentuk kapal awal yang sudah ada di dalam Michlet dengan bentuk kapal yang kita tentukan sehingga perlu dilakukan pengukuran ulang untuk mendapatkan bentuk kapal yang presisi. Selisih ukuran utama setelah dilakukan kalibrasi dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 berikut ini. Bentuk lambung kapal pada *workbench* Michlet dapat dilihat pada gambar 2.

**B. Pengaturan Kecepatan dan Mencari Hambatan Kapal**

Pengaturan variasi kecepatan kapal pada Michlet dapat dilakukan hanya dengan menentukan kecepatan maksimum

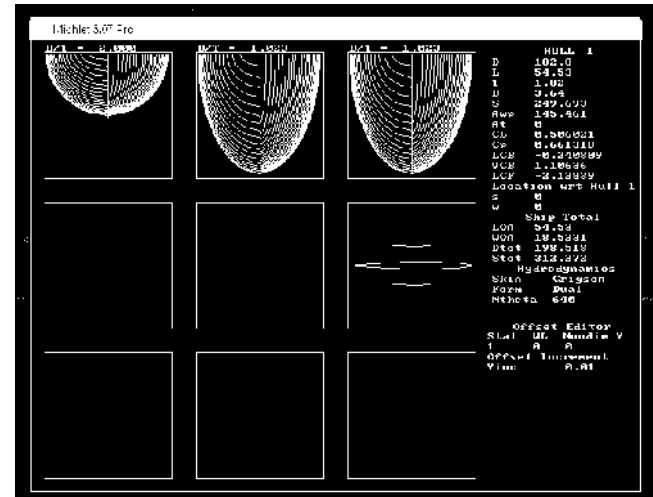
Tabel 2. Ukuran utama *mainhull* setelah kalibrasi

Item	Awal	Michlet	Koreksi
L (m)	54,530	54,530	0,0%
B (m)	3,642	3,640	0,1%
T (m)	1,820	1,820	0,0%
H (m)	4,551	4,551	0,0%
C <sub>B</sub>	0,510	0,506	0,1%
V (m <sup>3</sup> )	182,800	182,800	0,0%
WSA (m <sup>2</sup> )	249,271	249,693	0,2%

yang diinginkan serta rentang kecepatannya di dalam *plain text*

Tabel 3. Ukuran utama *sidehull* setelah kalibrasi

Item	Awal	Michlet	Koreksi
L (m)	16,632	16,632	0,0%
B (m)	0,965	0,987	2,3%
T (m)	0,965	0,965	0,0%
H (m)	3,696	3,696	0,0%
C <sub>B</sub>	0,507	0,499	1,7%
V (m <sup>3</sup> )	7,859	7,859	0,0%
WSA (m <sup>2</sup> )	30,441	30,441	2,8%



Gambar 2. Bentuk lambung kapal cepat trimaran pada *workbench* Michlet.

dengan ekstensi in.mlt di dalam folder program Michlet yang dilakukan bersamaan saat memasukkan ukuran utama kapal cepat trimaran.

Untuk memperoleh besarnya nilai hambatan kapal (*R<sub>t</sub>*), terlebih dahulu dipilih metode yang akan digunakan untuk menghitung hambatan. Hambatan kapal merupakan gerakan fluida yang melawan arah gerakan kapal yang mempunyai kecepatan tertentu sehingga menimbulkan gaya fluida yang berlawanan dengan gaya kapal [5]. Komponen-komponen yang menyusun hambatan kapal (*R<sub>t</sub>*) adalah hambatan viscous (*R<sub>v</sub>*) dan hambatan gelombang (*R<sub>w</sub>*).

Rujukan [6] menjelaskan bahwa berdasarkan *thin ship theory* [7], hambatan gelombang dapat ditunjukkan seperti dalam (1) :

$$R_w = -16f...k_0^2 \int_0^f [P^2 + Q^2] \sec^3(\omega) d\omega \tag{1}$$

dengan i = 1, 2, 3 maka untuk trimaran :

$$P = \sum_{i=1}^3 (P_{it} - P_{i-}) \quad Q = \sum_{i=1}^3 (Q_{it} - Q_{i-}) \tag{2}$$

sehingga berdasarkan rujukan ke (1), komponen hambatan gelombang berdasarkan interaksi antar lambung adalah seperti dalam (3):

$$R_w = -16f \dots k_0^2 \int_0^f [2P_1P_2 + 2P_2P_3 + 2P_1P_3 + 2Q_1Q_2 + 2Q_2Q_3 + 2Q_1Q_3] \sec^3(\dots) d\mu \quad (2)$$

Hambatan viscous terbentuk dari adanya hambatan gesek dan faktor bentuk dari badan kapal. Di dalam Michlet ada dua metode untuk menentukan hambatan gesek yaitu dengan rumus empiris ITTC 1957 dan Grigson [8]. Dalam penelitian ini dipilih rumus empiris Grigson. Rujukan [9] menjelaskan bahwa Grigson memiliki koreksi alternatif terhadap rumus ITTC pada angka renold yang kecil dan besar, yang secara umum lebih tepat. Koreksi Grigson tersebut seperti dalam (4) dan (5):

- Untuk  $1,5 \times 10^6 < Re < 2 \times 10^7$ :

$$C_f = \left( \frac{0,093 + 0,1377(\log Re - 6,3)^2}{0,06334(\log Re - 6,3)^4} \right) \times \frac{0,075}{(\log_{10} Re - 2)^2} \quad (4)$$

- Untuk  $10^8 < Re < 4 \times 10^9$ :

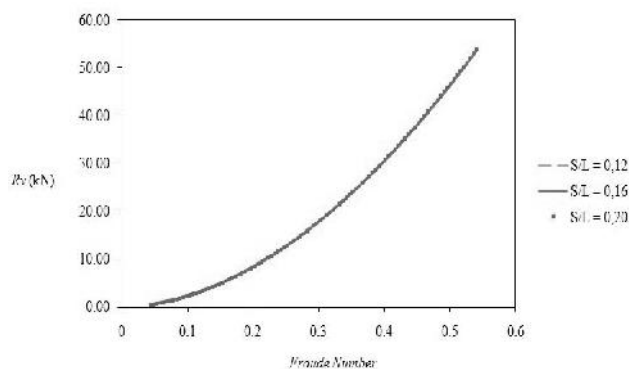
$$C_f = \left( \frac{1,032 + 0,02816(\log Re - 8)^2}{0,006273(\log Re - 8)^4} \right) \times \frac{0,075}{(\log_{10} Re - 2)^2} \quad (5)$$

Setelah pengaturan ukuran utama dan pemilihan rumus empiris, maka selanjutnya dilakukan *running program* untuk mendapatkan nilai hambatan viscous pada tiap variasi S/L dan kecepatan kapal cepat trimaran.

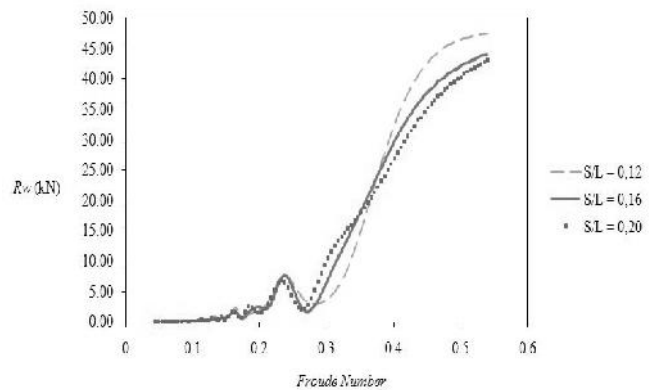
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *running* Michlet adalah berupa nilai hambatan kapal baik secara keseluruhan maupun tiap komponennya. Diperoleh besar hambatan kapal total, hambatan gelombang, dan hambatan viscous untuk setiap variasi S/L seperti yang ditampilkan pada gambar 3, 4 dan 5.

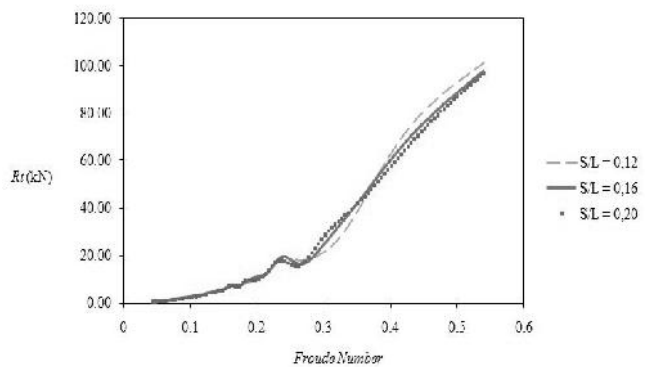
Di dalam perhitungan hambatan viscous kapal terdapat beberapa komponen hambatan yang menjadi dasar perhitungan. Hambatan gesek ( $R_f$ ), merupakan komponen



Gambar 3. Grafik yang menunjukkan besarnya nilai hambatan viscous ( $R_v$ ) dari Michlet untuk semua variasi S/L



Gambar 4. Grafik yang menunjukkan besarnya nilai hambatan gelombang ( $R_w$ ) dari Michlet untuk semua variasi S/L.



Gambar 5. Grafik yang menunjukkan besarnya nilai hambatan kapal ( $R_t$ ) dari Michlet untuk semua variasi S/L.

hambatan viscous yang dominan dan didapatkan dari hasil integral nilai tegangan tangensial pada seluruh permukaan basah badan kapal (*Wetted Surface Area*). Sehingga nilai hambatan gesek kapal berbanding lurus dengan besarnya WSA kapal. Semakin besar permukaan badan kapal yang tercelup air, maka hambatan gesek kapal juga akan bertambah besar, begitu juga sebaliknya. Hampir sebagian besar cairan mempunyai viskositas, yang menyebabkan adanya gesekan permukaan. Pentingnya gesekan ini dalam situasi fisik tergantung pada jenis cairan dan konfigurasi fisik atau pola aliran. Jika fenomena gesekan tersebut diabaikan, maka aliran disebut ideal. Namun pada kondisi nyata fenomena gaya gesek tersebut tidak dapat diabaikan begitu saja dan perlu dilakukan analisa terhadap adanya gaya gesek.

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai hambatan viscous yang dihasilkan berbanding lurus dengan kenaikan *froude Number*. Semakin besar kecepatan semakin besar pula nilai hambatan viscous yang dihasilkan, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2 yang menunjukkan kenaikan kurva hambatan viscous seiring kenaikan *froude number*.

Kenaikan nilai hambatan viscous seiring meningkatnya *froude number* menunjukkan besarnya pengaruh dari komponen hambatan gesek dalam menghasilkan hambatan viscous. Hambatan gesek ( $R_f$ ) memiliki fungsi kecepatan

kuadrat ( $V_s^2$ ) seperti dalam (3), sehingga bisa dipastikan semakin besar nilai kecepatan maka semakin besar pula nilai hambatan yang dihasilkan.

$$R_f = 0,5 \times C_f \times \dots \times V_s^2 \times S_w \quad (3)$$

Dari gambar 3, ketiga variasi S/L memiliki fase kenaikan nilai hambatan yang sama bahkan berhimpit. Hal ini menunjukkan bahwa pada kapal ramping, hambatan viscous tidak mengalami perubahan yang signifikan akibat dari variasi jarak demihull (S/L).

Gambar 4 dan 5 menunjukkan grafik hambatan gelombang dan hambatan kapal. Dari dua gambar tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan nilai hambatan untuk ketiga variasi S/L tidak stabil pada *froude number* di bawah 0,4 dan stabil pada *froude number* lebih dari 0,4. Pada *froude number* 0,4 ke atas,  $R_w$  dan  $R_t$  untuk S/L = 0,12 menghasilkan nilai hambatan yang terbesar dari ketiga variasi S/L, sedangkan variasi S/L = 0,20 menghasilkan nilai hambatan terkecil. Untuk S/L = 0,16 memiliki grafik hambatan viscous dan hambatan kapal yang lebih stabil dibandingkan dengan S/L = 0,12 dan 0,20 yang pada *froude number* tertentu bisa bertukar posisi dalam menghasilkan nilai hambatan yang lebih rendah atau lebih tinggi secara drastis.

#### IV. KESIMPULAN

Akibat dari variasi posisi *sidehull* terhadap *mainhull* secara melintang pada kapal cepat trimaran, memberikan nilai hambatan kapal terbesar pada variasi S/L = 0,12 sebesar 101,22 kN dan memberikan nilai hambatan terkecil untuk variasi S/L = 0,20 sebesar 96,85 kN pada *froude number* terbesar 0,54. Selisih hambatan kapal dari variasi S/L = 0,12 dan 0,20 adalah sebesar 4,37 kN. Nilai hambatan gelombang terbesar terjadi pada variasi S/L = 0,12 sebesar 47,43 kN dan memberikan nilai hambatan terkecil untuk variasi S/L = 0,20 sebesar 43,06 kN pada *froude number* terbesar 0,54. Selisih keduanya adalah sebesar 4,37 kN. Variasi S/L tidak memberikan pengaruh terhadap besarnya nilai hambatan viscous kapal karena grafiknya berhimpit sehingga nilai hambatan viscous untuk setiap variasi S/L relatif sama. Dapat disimpulkan bahwa konfigurasi jarak *demihull* sangat berpengaruh terhadap terbentuknya hambatan gelombang yang secara otomatis mempengaruhi besarnya nilai hambatan kapal dan tidak berpengaruh secara signifikan dalam menentukan besarnya hambatan viscous. Konfigurasi posisi *sidehull* direkomendasikan pada variasi S/L = 0,16; sama dengan hasil optimasi dari penelitian sebelumnya [5]. Konfigurasi S/L = 0,16 dipilih karena berdasarkan grafik hambatan pada gambar 4 dan 5, S/L = 0,16 menghasilkan kenaikan nilai hambatan yang lebih stabil dibandingkan kedua variasi S/L lainnya. Pada variasi S/L = 0,16 menghasilkan hambatan kapal sebesar 97,90 kN dan hambatan gelombang sebesar 44,11 kN pada *froude number* terbesar 0,54.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Mynard, P.K. Sahoo, J. Mikkelsen and D. McGreer, "Numerical and Experimental Study of Wave Resistance for Trimaran Hull Form," Australian Maritime College, Lunceston, Australia, (2008).
- [2] A. W. Gray, "A Preliminary Study of Trimaran," West Virginia University College of Engineering and Material Resources, Morgantown, (2001).
- [3] Y. A. Hermawan, "Perencanaan Kapal Penumpang Barang Tipe Trimaran untuk Pelayaran Antar Pulau : Studi Kasus Pelayaran Kalianget-Kangean-Sapeken-Masalembu," Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Teknik Perkapalan, Surabaya, (2012).
- [4] L. Lazauskas and J. Winters, "Hydrodynamic Drag of Some Small Sprint Kayaks," Dept. Applied Mathematics Technical Report LW9701, (1898).
- [5] S. A. Harvald, "Tahanan dan Propulsi Kapal," Airlangga University Press, Surabaya, (1983).
- [6] H. Peng, "Numerical Computation of Multi-Hull Ship Resistance and Motion," Dalhousie University, Halifax, (2001).
- [7] J. H. Michell, "The Wave-Resistance of a Ship," Series 5, vol. 45, Philosophical Magazine, (1898) 105-123,.
- [8] C. W. B. Grigson, "An Accurate Smooth Friction Line for Use in Performance Prediction," Transactions of RINA, (1993).
- [9] A. F. Molland, S. R. Turnock and D. A. Hudson, "Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power," Cambridge University Press, Cambridge, (2011).