



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Hambatan karena Perubahan Bentuk Lambung *Monohull* menjadi Katamaran pada Kapal *Ferry* Berbasis CFD

Olivia Marlina<sup>1\*</sup>, Wilma Amiruddin<sup>1)</sup>, Muhamad Iqbal<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>\*</sup>e-mail: [oliviamarlina10@gmail.com](mailto:oliviamarlina10@gmail.com)

### Abstrak

Mengubah konstruksi sebuah kapal monohull menjadi katamaran dapat memperluas luas geladak sehingga lebih memudahkan dalam menentukan layout/ tata letak muatan di atas geladak. Desain alternatif konstruksi ini berdampak terhadap performance kapal dan terhadap peningkatan hambatan. Peningkatan hambatan berakibat langsung kepada konsumsi BBM. Perubahan konstruksi tersebut ditinjau berdasarkan letak demihull pada variasi S/L 0,25; 0,30; 0,35 dengan variasi perbedaan B/T, S/L, Fn, L/B, dan Cb dengan metode CFD (computational fluid dynamics) sebagai metode penelitiannya. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa nilai hambatan terbesar dimiliki oleh katamaran dengan nilai S/L 0,25 sebesar 249,30 kN yang juga mempunyai nilai konsumsi BBM terbesar yaitu 18,76 liter/nautical miles. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menghitung perbedaan nilai hambatan berdasarkan perbedaan variasi bentuk lambung dari monohull menjadi katamaran dengan nilai S/L tertentu, serta pengaruhnya terhadap konsumsi BBM.

Kata Kunci : BBM, CFD, Ferry Ro-ro, Hambatan, Katamaran

### 1. PENDAHULUAN

Katamaran merupakan kapal yang memiliki lambung ganda yang dihubungkan dengan struktur *bridging*. Bentuk lambung kapal dari katamaran mirip dengan *mono hull* tetapi memiliki garis air yang lebih ramping sehingga tahanan yang dialami lebih kecil. Kelebihan katamaran dari pada *mono hull* selain memiliki tahanan yang lebih kecil yaitu memiliki stabilitas yang lebih baik [1]. Pada kapal *multi hull* masalah hambatan masih banyak dibahas dan didiskusikan karena komponen hambatannya lebih kompleks dibandingkan dengan kapal lambung tunggal atau *mono hull*, yaitu rumitnya efek interaksi komponen hambatan viskos dan gelombang pada lambung kapal *multi hull* [2]. Penelitian yang dilakukan dengan memodifikasi kapal ikan *mono hull* menjadi katamaran menyebutkan modifikasi tersebut dapat meningkatkan kapasitas muatan hingga dua kali lebih banyak [3].

Perubahan bentuk lambung dapat memberikan pengaruh terhadap *performance* kapal. Desain alternatif pada penelitian

menjadikan luas geladak dua kali lebih besar dan mempunyai dampak terhadap peningkatan hambatan hingga hampir empat kali lipat [3], serta berakibat langsung terhadap peningkatan biaya operasional. Biaya operasional yang dimaksud adalah konsumsi bahan bakar dimana selain dipengaruhi oleh kecepatan dari kapal, konsumsi bahan bakar umumnya bergantung terhadap hambatan kapal [4]. Hambatan yang dihasilkan bisa dijadikan sekecil mungkin dan *performance* katamaran lebih efektif dibandingkan *mono hull* dengan perbandingan S/L yang tepat [5].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung perbedaan nilai hambatan akibat perbedaan variasi bentuk lambung dari *monohull* menjadi katamaran untuk nilai S/L tertentu, serta menghitung konsumsi perubahan biaya bahan bakar untuk mendapat keuntungan dari eksploitasi kapalnya. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi pemilik kapal guna menguntungkan pendapatan dari kapal yang dimilikinya. Kontribusi dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi

pemilik kapal dan pengguna jasa penyebrangan KMP Berembang.

## 2. METODE

Analisis pengaruh perubahan bentuk lambung *monohull* menjadi katamaran dilakukan dengan terlebih dahulu menetapkan nilai *displacement* yang tetap untuk kapal *monohull* dan katamaran. Ditetapkan lebih dahulu *displacement* tetap, variabel peubah diberikan terhadap ukuran *demihull* dan melihat pengaruhnya terhadap nilai hambatan dan efektivitas dari penambahan luas geladak. Analisis akan dilakukan menggunakan teori hambatan dan teori bahan bakar dengan bantuan alat analisis CFD (Tydn) sedangkan pengaruh perubahan hambatan terhadap konsumsi bahan bakar akan dilihat efisiensi ekonomisnya.

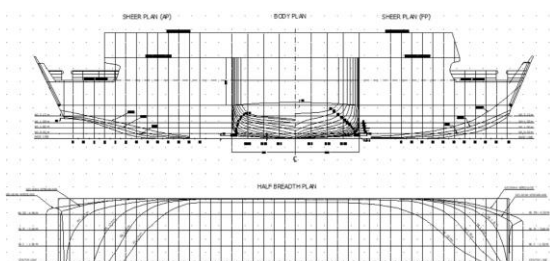
### 2.1. Objek Penelitian

Penelitian terkait “Analisa Hambatan karena Perubahan Bentuk Lambung *Monohull* menjadi Katamaran pada Kapal *Ferry* Berbasis *Software* CFD” menggunakan data-data sebagai berikut.

KMP Berembang merupakan kapal *ferry ro-ro* pengangkut penumpang dan kendaraan yang memiliki rute pelayaran di Kepulauan Meranti dengan ukuran utama (*principal dimension*) kapalnya sebagai berikut:

- *Name* = KMP Berembang
- *Type* = Ferry Ro-ro
- *Length Over All* = 45,50 meter
- *LPP* = 40,00 meter
- *Breadth* = 12,00 meter
- *Draft* = 2,15 meter
- *Service Speed* = 12 knot
- *Capacity* = 500 GT

Gambar 1 merupakan sumber acuan yang digunakan dalam penelitian kali ini.



Gambar 1. Lines plan Kapal

Mitsubishi S6R-MPTK adalah mesin yang digunakan pada monohull. Data mesin adalah sebagai berikut:

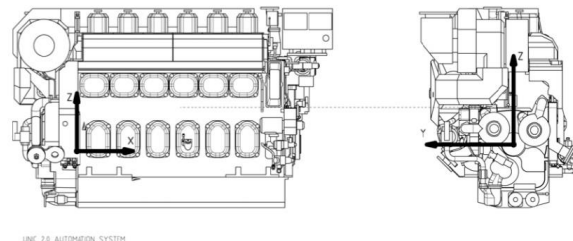
- Mesin : Mitsubishi S6R-MPTK
- *No. of Cylinders* : V-6
- *Bore* : 170 mm
- *Stroke* : 180 mm
- *Displacement* : 24,51 L
- *Max. Engine Speed* : 1800 RPM
- *Power* : 811 HP (605kW)
- Bahan bakar : Solar



Gambar 2. Mitsubishi S6R-MPTK

Wartsila 4L20 adalah mesin yang digunakan untuk perbandingan pada penelitian ini, memiliki nilai *power* 18.24% lebih besar dari Mitsubishi S6R-MPTK. Data mesin adalah sebagai berikut:

- Mesin : Wartsila 4L20(*four cycle*)
- *No. of Cylinders* : V-6
- *Bore* : 200 mm
- *Stroke* : 280 mm
- *Displacement* : 8,8 L/cyl
- *Max. Engine Speed* : 1000 RPM
- *Power* : 991,96 HP (740kW)
- Bahan bakar : Solar



Gambar 3. Wartsila 4L20

### 2.2. Teknik Komputasi

Proses simulasi numerik yang digunakan dalam penelitian ini dibantu dengan software CFD *Tdyn* versi 12.2.3.0.. *Computational fluid dynamic* digunakan secara luas untuk memberikan penyelesaian dari masalah secara eksperimen.

Eksperimen tidak dilakukan secara menyeluruh dalam memodelkan situasi sebenarnya, sehingga hal ini tidak merefleksikan secara keseluruhan dalam pemodelan. Jika *input* data dalam pemodelan numerik tidak dimasukkan dengan kondisi sebenarnya, maka digunakan parameter yang dapat merefleksikan kondisi sebenarnya. Karakteristik aliran *computational fluid dynamic* dapat memperlihatkan pola-pola aliran yang lebih detail dan akurat yang akan sulit dan mahal, bahkan tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan teknik eksperimen[6]. Tahap analisisnya secara umum dibagi menjadi 3 yaitu *pre-processor*, *solver manager* dan *post-processor*.

### 2.3. Parameter Penelitian

Parameter yang nantinya akan diolah menjadi model dan kemudian digunakan untuk mencari nilai dari hambatan dan nilai konsumsi BBM adalah :

- a. Parameter tetap :
  - L dan *displacement* dari kapal dianggap tetap
- b. Parameter berubah :  
Parameter berubah dapat dilihat secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan *draft*, lebar dan jarak antar *demihull*

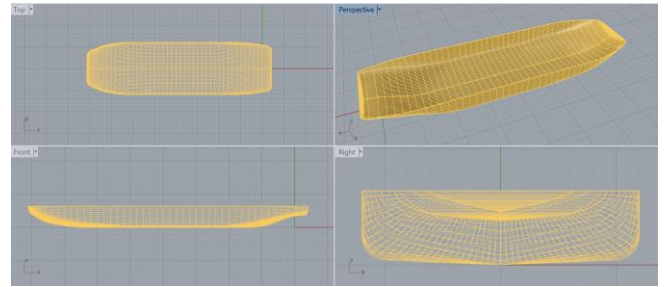
No	S/L	T (m)	BOA (m)	B demihull	S (m)
1	<i>Monohull</i>	2,15	12	-	-
2	0.25	3,84	17,25	6,5	10,75
3	0.30	3,84	19,40	6,5	12,90
4	0.35	3,84	21,55	6,5	15,05

### 2.4. Langkah Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrodinamika Universitas Diponegoro dengan metode numerik (CFD) dengan langkah penelitian sebagai berikut :

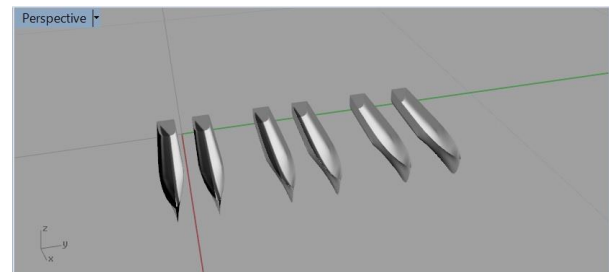
#### 2.4.1 Modifikasi Kapal Menjadi Katamaran

Diperlukan model tiga dimensi kapal *monohull* KMP Berembang ketika melakukan analisa hambatan. Permodelan 3D kapal KMP. Berembang dilakukan dengan menggunakan *software Rhinoceros*.



Gambar 4. Model 3D kapal KMP. Berembang menggunakan *software Rhinoceros*

Setelah model 3D kapal KMP Berembang selesai, dilanjutkan dengan modifikasi menjadi kapal katamaran dengan 3 variasi jarak *demihull* 0,25; 0,3; 0,35. Modifikasi akan dilakukan menggunakan *software Rhinoceros*, dengan format file *.iges*.



Gambar 5. Perbandingan gambar *perspective* dengan variasi jarak *demihull*

#### 2.4.2 Analisa dan Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal katamaran menggunakan Molland dengan dibantu formula Jamaludin untuk perhitungan  $C_t$ . Hambatan akan dihitung pada saat kecepatan dengan Froude ( $F_n$ ) 0,30. Formula yang digunakan untuk menghitung komponen hambatan katamaran terdapat pada persamaan 1, dimana  $C_T$  adalah koefisien hambatan total,  $C_F$  adalah koefisien hambatan gesek yang diperoleh dari rumus ITTC-57,  $C_W$  adalah hambatan gelombang, dan  $(1+\beta_k)$  adalah faktor bentuk untuk katamaran [7].

Perhitungan hambatan kapal lambung ganda (*catamaran*) mengadopsi metode hambatan kapal lambung tunggal (*monohull*) dengan memasukkan pengaruh interferensi sebagai berikut :

#### ITTC 1957

$$\begin{aligned} (C_T)_{CAT} &= (C_F)_{CAT} + (C_R)_{CAT} \\ &= \sigma C_F + \Omega C_R \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana:

$\sigma$  = Faktor interferensi hambatan gesek (*friction*)  
 $\Omega$  = Faktor interferensi hambatan sisa (*residuary*)

**ITTC 1978**

$$(C_T)_{CAT} = (1 + k_{CAT})(C_F)_{CAT} + (C_W)_{CAT} \quad (2)$$

$$= (1 + \phi k) \sigma C_F + \tau C_W$$

Dimana:

$\phi$  = Faktor interferensi hambatan bentuk (*form*)  
 $\tau$  = Faktor interferensi hambatan gelombang (*wave*)  
 $\sigma$  = Faktor interferensi hambatan viskos (*viscous*)

Persamaan empiris yang digunakan untuk menghitung hambatan total adalah :

$$RT = \frac{1}{2} \cdot WSA \cdot v^2 \cdot \rho \cdot Ct \quad (3)$$

Dimana :

RT = Hambatan Total (N)  
 WSA = *Wetted Surface Area* ( $m^2$ )  
 V = Kecepatan (m/s)  
 $\rho$  = Massa Jenis Air Laut ( $1025 \text{ kg/m}^3$ )  
 Ct = Koefisien Hambatan Total

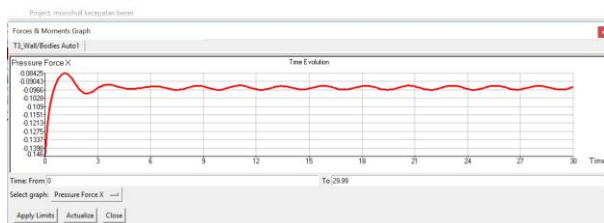
**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Hasil Analisa dan Perhitungan Hambatan**

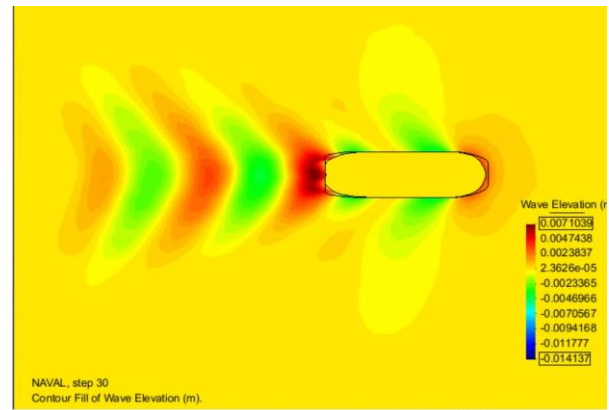
Dengan bantuan *software Tydn*, didapatkanlah data hambatan sebagai berikut:

**3.1.1 Hasil pada Monohull**

Kapal *monohull* didapatkan hasil hambatan total sebesar 244,71 kN, koefisien hambatan gesek 0,0037, koefisien hambatan gelombang 0,0077 dan koefisien hambatan total 0,0113.



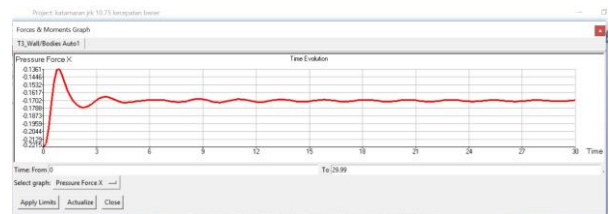
Gambar 6. Force graph monohull



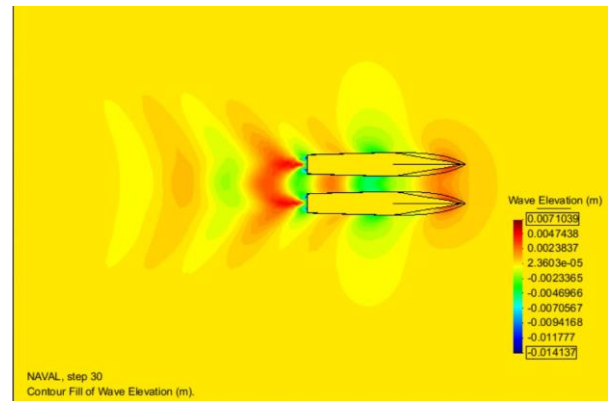
Gambar 7. Post process monohull

**3.1.2 Hasil pada Katamaran dengan S/L 0.25**

Kapal katamaran dengan S/L 0,25 didapatkan hasil hambatan total sebesar 249,299 kN, koefisien hambatan gesek 0,0059, koefisien hambatan gelombang 0,0126 dan koefisien hambatan total 0,0185.



Gambar 8. Force graph katamaran dengan S/L 0,25

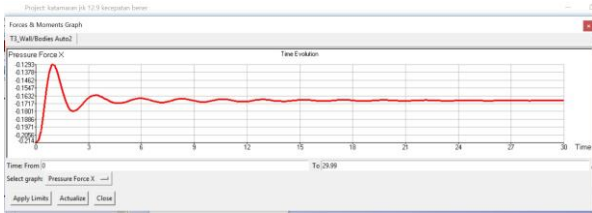


Gambar 9. Post process katamaran dengan S/L 0,25

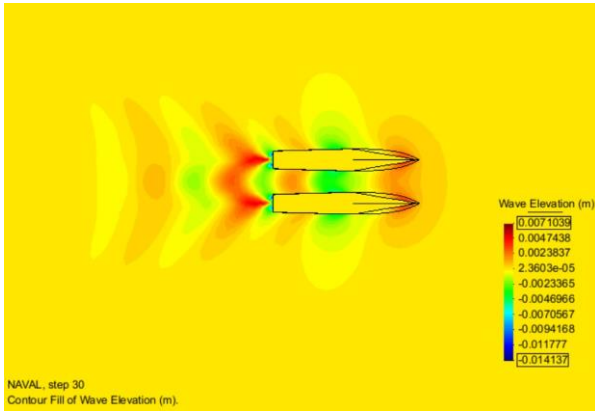
**3.1.3 Hasil pada Katamaran dengan S/L 0.30**

Kapal katamaran dengan S/L 0,30 didapatkan hasil hambatan total sebesar 247,249 kN, koefisien hambatan gesek 0,0058, koefisien hambatan gelombang 0,0125 dan koefisien hambatan total 0,0183.





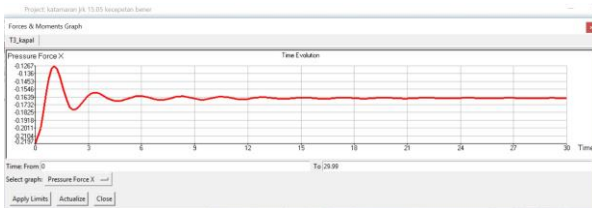
Gambar 10. Force graph katamaran dengan S/L 0,30



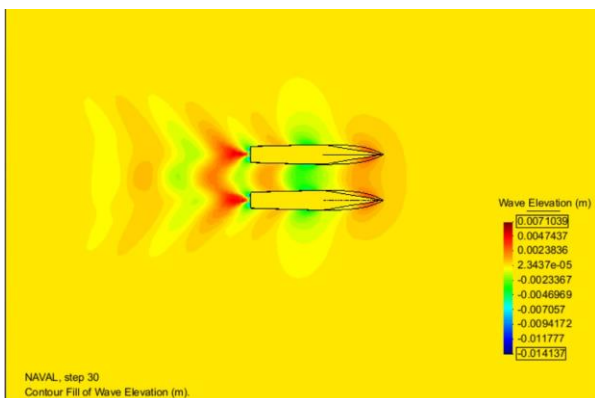
Gambar 11. Post process katamaran dengan S/L 0,30

### 3.1.4 Hasil pada Katamaran dengan S/L 0.35

Kapal katamaran dengan S/L 0,35 didapatkan hasil hambatan total sebesar 244,709 kN, koefisien hambatan gesek 0,0059, koefisien hambatan gelombang 0,0123 dan koefisien hambatan total 0,0181.



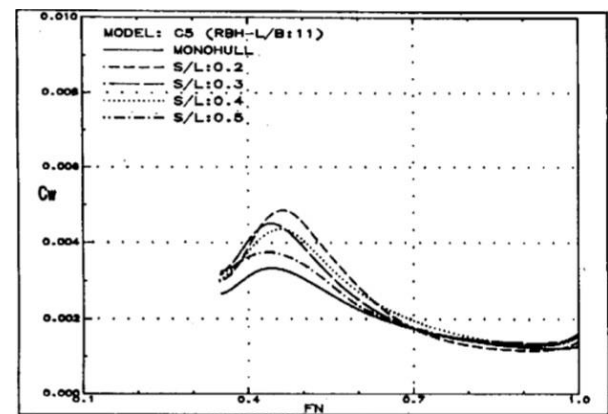
Gambar 12. Force graph katamaran dengan S/L 0,35



Gambar 13. Post process katamaran dengan S/L 0,35

Gambar 7, 9, 11, dan 13 menunjukkan elevasi gelombang (*wave elevation*). Gelombang yang terbentuk merupakan hasil interaksi/resultan dari beberapa sistem gelombang. Ada empat komponen sistem gelombang pada kapal, yaitu: sistem gelombang haluan, sistem gelombang bahu haluan, sistem gelombang bahu buritan dan sistem gelombang buritan. Pada daerah haluan, gelombang yang dihasilkan memiliki ketinggian yang relatif besar karena daerah tersebut merupakan titik bertekanan tinggi, sedangkan pada bagian bahu haluan dan bahu buritan, gelombang yang dihasilkan akan dimulai dari lembah gelombang karena daerah tersebut memang cenderung memiliki tekanan yang rendah, akibatnya gelombang pada sepanjang badan kapal akan memiliki ketinggian contour yang rendah. Baru pada daerah buritan yang merupakan daerah bertekanan tinggi, contour gelombang akan kembali meningkat dan membentuk bukit gelombang.

### 3.1.5 Analisa Hasil Perhitungan Hambatan Total



Gambar 14. Theoretical wave resistance (model C5) [8]

Grafik pada Gambar 14 merupakan salah satu hasil penelitian yang dilakukan oleh Insel dan Molland pada 1991 menunjukkan bahwa nilai hambatan gelombang akan berkurang jika S/L bertambah.

Tabel 2. Hasil perhitungan hambatan total

No	S/L	CF	CW	CT	RT (kN)
1	Monohull	0,0037	0,0077	0,0113	244,710
2	0.25	0,0059	0,0126	0,0185	249,299
3	0.30	0,0058	0,0125	0,0183	247,249
4	0.35	0,0059	0,0123	0,0181	244,710

Penelitian yang sudah penulis lakukan menunjukkan untuk nilai S/L yang disimulasikan, nilai hambatan gelombang akan berkurang jika

S/L bertambah besar[9] seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil ini sesuai dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 14.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Indrawati pada Tabel 3 dan 4. S/L, atau interaksi kedua lambung pada arah melintang, yang lebih kecil memiliki hambatan total yang juga lebih kecil. Semakin besar S/L hambatan totalnya juga semakin besar.

Perbedaan hasil Tabel 3 dan 4 dengan hasil penelitian lain bisa disebabkan beberapa faktor, salah satunya kesalahan dalam *input* data. S/L dan hambatan total berbanding terbalik dimana semakin besar hambatan total berarti semakin dekat pula interaksi kedua lambung pada arah melintang. Hal ini terjadi karena intervensi gelombang yang terbentuk. Data hasil pada Tabel 3 dan 4 memberikan fakta yang berbeda dibandingkan dengan jurnal-jurnal sebelumnya.

Tabel 3. Data hasil simulasi Maxsurf Hullspeed kecepatan 1,710 knot[10]

S/L	RT (kN)
0,2	0,0013
0,3	0,0014
0,4	0,0017

Tabel 4. Data hasil simulasi Maxsurf Hullspeed kecepatan 7,900 knot[10]

S/L	RT (kN)
0,2	0,0214
0,3	0,0231
0,4	0,0281

### 3.2. Hasil Analisa dan Perbandingan Konsumsi BBM

KMP Berembang menggunakan 2 *diesel main engine* Mitsubishi S6R-MPTK dengan daya masing-masing sebesar 811 HP, karena mesin ini tidak dilengkapi dengan *project guide* maka diganti dengan *diesel main engine* lain dengan daya yang mendekati serta memiliki *project guide* yaitu Wartsila 4L20 yang memiliki daya sebesar 991,96 HP. Daya Wartsila 4L20 lebih besar 18,24% dari Mitsubishi S6R-MPTK.

Tabel 5. Hasil perhitungan daya total

S/L	RT (kN)	Vs (m/s)	Power BHP(HP)	Power (kW)
Monohull	244.710	6,173	1976.77	1455.65
0.25	249.299	6,173	2013.84	1482.94
0.30	247.249	6,173	1997.28	1470.75
0.35	244.709	6,173	1976.76	1455.64

Pada Tabel 5 terdapat perhitungan daya yang didapat dari perkalian antara hambatan total

dan kecepatan dinas dengan hasil daya yang memiliki satuan dalam *horse power*, kemudian dikonversi menjadi kilowatt.

Tabel 6. *Specified fuel consumption*[11]

Wartsila 4L20	AE/DE	AE/DE	ME	ME	
Cylinder output	kW	185	200	200	200
Engine speed	RPM	900	1000	1000	1000
Speed mode		Constant	Constant	Variable	Constant
Fuel consumption at 100% load, HFO	g/kWh	198.2	200.1	201.0	200.6
Fuel consumption at 85% load, HFO	g/kWh	196.2	197.1	197.1	197.6
Fuel consumption at 75% load, HFO	g/kWh	197.0	199.0	196.4	199.4
Fuel consumption at 50% load, HFO	g/kWh	209.4	211.3	201.2	211.8

ME = Engine driving propeller, variable speed

AE = Auxiliary engine driving generator

DE = Diesel-Electric engine driving generator

Tabel 7. Data perhitungan konsumsi BBM

S/L	Power/2 (kW)	Load (%)	ME (g/kWh)	l/kWh
Monohull	727.823	0,98354	200,2708	0,2407
0.25	741.471	1,00199	200,6398	0,2412
0.30	735.374	0,99375	200,475	0,2410
0.35	727.823	0,98354	200,2708	0,2407

Tabel 6 adalah *specified fuel consumption* dari *project guide* mesin Wartsila 4L20 yang menunjukkan konsumsi BBM dalam gram BBM per kilowatt jam. *Load* pada Tabel 7 adalah hasil dari kolom *power/2* yang dibagi daya mesin sebesar 740 kW. *Load* dalam persen digunakan untuk menghitung ME (Tabel 7) dari interpolasi antara fuel consumption 100% dan 85% *load* (muatan) masing-masing kapal, menggunakan kolom ME *constant* pada Tabel 6.

Tabel 8. Data perhitungan konsumsi BBM

S/L	Power/2 (kW)	l/kWh	Fuel rate (L/h) (1mesin)	Fuel rate (L/h) (2mesin)
Monohull	727.823	0,2407	175,194	350,389
0.25	741.471	0,2412	178,809	357,617
0.30	735.374	0,2410	177,193	354,385
0.35	727.823	0,2407	175,194	350,389

Tabel 9. Data perhitungan konsumsi BBM

S/L	Fuel rate (L/h) (2mesin)	Velocity (knot)	Fuel oil consumption (L/Nm)	Fuel oil consumption (-) (18,24%)
Monohull	350,389	12	29,20	23,87
0.25	357,617	12	29,80	24,37
0.30	354,385	12	29,53	24,15
0.35	350,389	12	29,20	23,87

Setelah daya dibagi dua pada Tabel 8, ME dibagi dengan massa jenis BBM sebesar 832 gram per liter untuk mendapatkan 1/kWh yang kemudian dikali dengan daya untuk menghasilkan *fuel rate* dalam satuan liter per jam. Pada Tabel 9 *fuel rate* dikali dengan kecepatan dalam knot untuk menghasilkan *fuel oil consumption*.

Perhitungan analisa ekonomis berupa nilai konsumsi bahan bakar terhadap jarak yang ditempuh pada suatu kecepatan tertentu.

$$FOC = \frac{\text{Fuel Rate}}{v_s} \quad (4)$$

Dimana :

FOC = (Liter/Nautical miles)

Fuel Rate = penggunaan bahan bakar mesin pada RPM tertentu (Liter/Jam)

Vs = kecepatan berlayar (Knot)

*Fuel rate* dan *fuel oil consumption* berbanding lurus [12], sehingga semakin besar *fuel rate* maka semakin besar pula BBM yang digunakan untuk operasional kapal.

#### 4. KESIMPULAN

Untuk nilai S/L yang disimulasikan, pada nilai kecepatan (Fn) yang sama, nilai hambatan gelombang akan berkurang jika S/L bertambah. Katamaran dengan S/L 0,25 hambatan terbesar dan konsumsi BBM terbanyak. Maka dapat disimpulkan bahwa hambatan pengaruhnya berbanding lurus dengan konsumsi BBM. Semakin besar hambatannya, maka semakin besar juga BBM yang dihabiskan.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Adi and Amiadji. 2013. Analisa Penerapan Bulbous Bow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar. J. Teknologi Ilmu Kelautan ITS, 3(1) : 13-18.

[2] G. Adib. 2015. Analisa Penambahan Centerbulb terhadap Hambatan Total Kapal Catamaran menggunakan Software Berbasis CFD. J. Teknik Perkapalan, tidak diterbitkan.

[3] Samuel, M. Iqbal and I.K.A.P Utama. 2015. "An Investigation Into The Resistance Components OF Converting A Traditional Monohull Fishing Vessel Into Catamaran Form". Int. J. Technology, 6(3) : 432-441.

[4] P. R. Couser. 1997. *Calm water powering*

*predictions for high-speed catamarans*. J. Marine Science and Technology, 16(3) :254-269.

- [5] I. K. A. P. Utama, dkk. 2012. *An Investigation Into The Resistance/Powering and Seakeeping Characteristics of River Catamaran/ Trimaran*. J. Teknologi Ilmu Kelautan ITS, 15(1) : 25-30.
- [6] C. E. Febrian, D. Chrismiando and G. Rindo. 2017. Analisis Hambatan dan Gaya Angkat dari Modifikasi Stephull dengan Variasi Sudut pada Kapal Pilot Boat 15 Meter ALU Menggunakan Metode CFD. J. Teknik Perkapalan, 6(1) : 150-159.
- [7] A. Molland. 2008. *The Maritime Engineering Reference Book 1<sup>st</sup> Edition. A Guide to Ship Design, Construction and Operation*.
- [8] M. Insel and A. F. Molland. 1991. *An Investigation Into The Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. The Royal Institution of Naval Architects. pp. 10.
- [9] L. Nooryadi and K. Suastika. 2012. Perhitungan *Wave Making Resistance* pada Kapal Katamaran dengan Menggunakan CFD. J. Teknik Perkapalan ITS, 1(1) : 30-34
- [10] R. T. Indrawati. 2012. Analisa Hambatan Total Kapal Katamaran dengan Konfigurasi Jarak Lambung Secara Melintang (S/L). J. Teknik Perkapalan UI. pp. 35-39
- [11] Wartsila 20 Project Guide. 2018. pp. 3-2,
- [12] N. A. Kriswan, E. S. Hadi and M. Iqbal. 2018. *Engine - Water Jet Propeller Matching pada Pilot Boat Single Hard Chine 15 Meter*. J. Teknik Perkapalan, 6(4).