

PENERAPAN MODEL KAPAL KATAMARAN TIPE ASIMETRI UNTUK KAPAL NELAYAN 3GT di PULAU BENGKALIS

Muhammad Helmi¹, Nurussalamun¹, Siswandi.B¹

1) Program Studi DIII Teknik Perkapalan, Jurusan Teknik Perkapalan

Jl. Leseng Sai Alam kampus 2 Politeknik Negeri Bengkalis

Email: helmi@polbeng.ac.id, imunputro@gmail.com, siswandi@polbeng.ac.id

Abstrak

Kapal nelayan merupakan salah satu penentu sumber pendapatan yang dimiliki oleh masyarakat nelayan di Pulau Bengkalis maka, memerlukan sentuhan inovasi yang lebih baik. Inovasi yang penulis rencanakan adalah modifikasi lambung kapal nelayan 3GT menjadi lambung kapal katamaran dengan tipe Asimetris bentuk lambung kapal lurus dalam. Adanya perubahan bentuk lambung kapal ini akan berdampak pada pengurangan operasional kapal nelayan di sebabkan adanya penurunan besar mesin kapal dan berdasarkan kelebihan kapal katamaran kapal lebih nyaman. Untuk hasil analisa perbandingan antara kapal nelayan 3GT dengan kapal katamaran tipe simetris bentuk lambung kapal lurus dalam lebih memiliki tahanan total kapal lebih kecil dibandingkan kapal nelayan 3GT monohull, sehingga performa kapal yang lebih baik.

Kata kunci : kapal katamaran, *monohull*, Asimetris, tahanan total, mesin induk

Abstract

Fishing boats are one of the determining sources of income owned by fishing communities on Bengkalis Island, so they need a better touch of innovation. The innovation that the authors plan to do is to modify the hull of the 3GT fishing boat into a catamaran hull with an asymmetrical type with a deep straight hull shape. This change in the shape of the ship's hull will have an impact on reducing the operation of fishing boats due to a decrease in the size of the ship's engine and based on the advantages of catamarans the boat is more comfortable. For the results of a comparative analysis between 3GT fishing boats and catamarans with a symmetrical type, the shape of the straight hull has a lower total resistance compared to the 3GT monohull fishing boats, so the performance of the boat is better.

Keywords: catamaran, monohull, asymmetrical, total resistance, main engine

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan inovasi perkapalan menyangkut perencanaan dan pembangunan kapal di masa ini, semakin mengarah kepada kapal yang lebih efisien, baik ditinjau dari segi teknis dan biaya operasionalnya. Kapal *multyhull* merupakan suatu alternatif moda transportasi yang lebih efisien sebagai transportasi sungai maupun laut. Menurut penelitian sebelumnya [1], bahwa kapal katamaran memiliki kelebihan misalnya pada kapal dengan lebar yang sama dengan kapal *monohull* akan tetapi memiliki tahanan lebih kecil dan memiliki *space* ruangan yang lebih besar. Sehingga kapal *multyhull* memiliki gaya hambat yang kecil walaupun memiliki displasmen kapal yang sama dengan kapal *monohull*.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan

pada kapal *multyhull* yang tidak dimiliki oleh kapal *monohull* adalah adanya efek interferensi oleh dua lambung *demihull*nya [2]. Terkait kelebihan kapal katamaran, kapal katamaran memiliki berbagai tipe bentuk lambung kapal di antaranya:

- a. Lambung kapal katamaran Asimetris bagian dalam lurus.
- b. Lambung kapal katamaran Asimetris bagian luar lurus.
- c. Lambung kapal katamaran simetris

Berdasarkan model bentuk lambung kapal katamaran yang ada, maka penulis akan menggunakan bentuk kapal katamaran Asimetris untuk diterapkan di kapal nelayan yang berada di perairan Pulau Bengkalis yang selama ini masih menggunakan kapal nelayan bentuk lambung kapal *monohull*. Kapal *multyhull* ini telah banyak dikembangkan di beberapa daerah maju salah

satunya di pulau jawa, beberapa kapal katamaran yang telah banyak beroperasi yaitu Seperti pada penelitian yang sudah dibuktikan dan diterapkan pada kapal KMP Tanjung Perak yang sudah menggunakan lambung *multihull* memiliki hambatan yang lebih kecil dan lebih nyaman jika dibandingkan kapal yang menggunakan bentuk lambung *monohull*.

Meskipun sekarang nelayan sudah memiliki kapal nelayan sendiri yang berfungsi untuk mencari ikan di daerah perairan pulau Bengkalis. Tetapi kapal nelayan yang digunakan untuk sekarang ini masih menggunakan kapal nelayan *monohull*, yang telah kita ketahui bersama untuk diperairan Bengkalis memiliki tinggi gelombang besar, dalam data Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) didapatkan data karakteristik perairan, dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1. Data Karakteristik Perairan Bengkalis

Kecepatan Angin (Km/Jam)	Tinggi Gelombang (Meter)	Kecepatan Gelombang (Knot)	Panjang Gelombang (Meter)
18	0,5 – 1,25	10 - 15	4 - 6

Sumber : (BMKG Pulau Bengkalis 02 Nopember 2022)

Berdasarkan berdasarkan kondisi perairan di Pulau bengkalis ada saatnya di bulan desember biasanya tinggi gelombang mencapai tinggi maksimal dan air pasang besar sehingga, dengan adanya solusi penerapan lambung katamaran dengan bentuk lambung Asimetris di harapkan mejadi pemecah masalah yang di alami oleh para nelayan yang berada di perairan Pulau Bengkalis.

Solusi yang ditawarkan oleh penulis merupakan mempertahankan kapasitas kapal dan besar engine yang digunakan didapatkan kapal yang memiliki performen kapal yang lebih baik seperti, kecepatan bertambah dan jika kecepatan kapal dipertahankan tentunya operasional kapal terutama bahan bakar minyak menjadi

berkurang. Menurut penelitian sebelumnya [1] bahwa kapal katamaran memiliki kelebihan misalnya pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil. Sehingga kapal *multyhull* memiliki gaya hambat yang kecil dengan pengaturan jarak lambung untuk menghasilkan daya dorong mesin yang lebih kecil atau kecepatan yang lebih besar sehingga terciptanya efisiensi konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang optimal.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan pada kapal *multyhull* yang tidak dimiliki oleh kapal *monohull* adalah adanya efek interferensi oleh dua lambung *demihullnya* [2]. Kapal *multyhull* ini merupakan bentuk lambung kapal katamaran tipe A-Simetric merupakan model lambung kapal yang sudah banyak dikembangkan di beberapa daerah maju salah satunya di pulau jawa, beberapa kapal katamaran yang telah banyak beroperasi yaitu seperti, pada penelitian yang sudah dibuktikan dan diterapkan pada kapal KMP Tanjung Perak yang sudah menggunakan lambung *multihull* memiliki hambatan yang lebih kecil dibandingkan kapal yang menggunakan lambung *monohull*.

2. METODE

Pulau Bengkalis adalah salah satu Kabupaten di provinsi Riau, Indonesia. Wilayahnya mencakup daratan bagian timur pulau Sumatra dan wilayah kepulauan, dengan luas 11,481,77 km². Ibu kota Kabupaten ini berada di Pulau Bengkalis yang terpisah dari Pulau Sumatra. Pulau Bengkalis sendiri berada tepat di sungai siak, sehingga dikatakan bahwa Pulau Bengkalis adalah delta sungai siak. Kota terbesar di kabupaten ini adalah kota Duri di kecamatan Mandau.

Bengkalis merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian rata-rata sekitar 1-6,1 m dari permukaan laut. Di daerah ini juga terdapat beberapa sungai, danau serta 24 Pulau besar dan kecil. Beberapa di antara pulau besar itu adalah Pulau Rupat (1.524,84

km²) dan pulau bengkalis (983,40 km²), 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 (*shear force*) yang besar dan bekerja terhadap garis tengah (*Centre line*) kapal. Kedua lambung katamaran didesain sedemikian rupa menurut aliran fluida yang melewati tunnelnya. Susunan lambung terbagi menjadi simetris dan asimetris. Katamaran juga mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah.

Berdasarkan karakteristik lambung kapal katamaran yang dikembangkan pada mulanya diterapkan untuk kapal-kapal dengan ukuran kecil (5 – 20 m) dan diterapkan untuk kapal wisata pantai dalam bentuk cruiser. Kemajuan tersebut tidak terlepas dari penelitian-penelitian yang dilakukan untuk memperbaiki penampilan dan efisiensi kapal monohull. Sebuah inovasi tentulah berdampak pada bentuk dan unjuk kerja dari barang terdahulunya. Kapal katamaran juga memiliki kelebihan antara lain sebagai berikut :

- Pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil, sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar.
- Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan monohull.
- Volume benaman dan luas permukaan basah kecil.
- Stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung.
- Dengan frekwensi gelombang yang agak tinggi tetapi amplitudo relatif kecil sehingga tingkat kenyamanan lebih tinggi.
- Dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil.
- Image yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman.

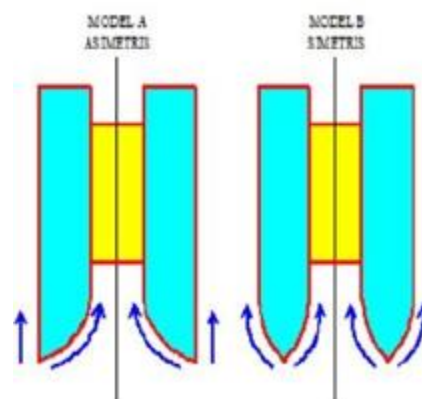
Sedangkan kekurangan dari kapal katamaran sebagai berikut ;

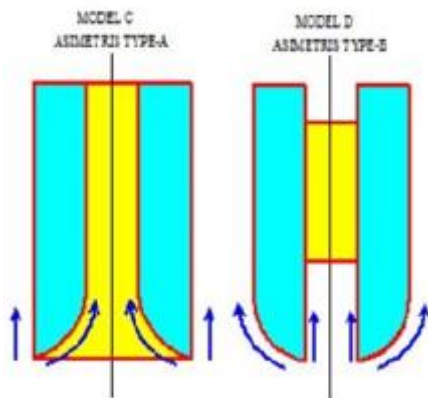
- Teori dan standardisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena masih tergolong teknologi baru.
- Teknik pembuatan yang agak lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan yang khusus.
- Dengan memiliki dua lambung maka manuver katamaran kurang baik jika dibandingkan dengan monohull.

2.1 Bentuk Lambung Kapal Katamaran

Kapal yang akan direncanakan sebagai kapal *multyhull* untuk kondisi di perairan khususnya Selat Bengkalis, maka diharapkan kapal katamaran ini mempunyai Kecepatan dan *Power Engine* dipertahankan. Persyaratan yang utama dalam menyelesaikan masalah yang ditimbulkan oleh kondisi perairan Selat Melaka pada saat kapal beroperasi adalah dengan cara merencanakan bentuk badan kapal yang sedemikian rupa sehingga kapal dapat berfungsi sebagaimana kapal *multyhull*. Untuk analisa terhadap aliran yang terdapat atau dibentuk oleh model lambung kapal katamaran pada berbagai kapal tidaklah sama. Terdapat banyak model bentuk badan katamaran, dibedakan berdasarkan bentuk bagian lambung yang berada dibawah air antara lain :

- Simetris
- A simetris dengan bagian dalam lurus
- A simetris dengan bagian luar lurus





Gambar 1. Improvisasi Aliran Fluida Bentuk Lambung Kapal Katamaran

2.2 Komponen Hambatan Kapal

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat (tahanan atau *resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal (V_s), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), bentuk badan kapal (*hull form*), dan juga kecepatan kapal. Nilai hambatan kapal akan meningkat apabila angka Froude mengalami kenaikan [7].

Berdasarkan pada proses fisiknya, mengemukakan bahwa hambatan kapal yang bergerak di permukaan air terdiri dari dua komponen utama yaitu tegangan normal (*normal stress*) dan tegangan geser (*tangential stress*). Tegangan normal berkaitan hambatan gelombang (*wave making*) dan tegangan viskos.

Sedangkan tegangan geser disebabkan oleh adanya viskositas fluida. Kemudian menyederhanakan komponen hambatan dalam dua kelompok yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*) [3].

Standart internasional dari ITTC mengklasifikasikan hambatan kapal di air tenang (*calm water*), secara praktis dalam dua komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) yang terkait dengan bilangan *Reynolds* dan hambatan gelombang

(*wave making resistance*) yang tergantung pada *Froude*, dimana korelasi kedua komponen tersebut diperlihatkan dalam persamaan Secara umum hambatan total terdiri dari beberapa komponen di antaranya adalah hambatan viskos, gelombang dan udara. Rumusan hambatan total dapat ditulis melalui persamaan,

$$RT = RV + RW + RA \dots\dots\dots(1)$$

2.3 Hambatan Kapal Katamaran

Hambatan kapal katamaran secara garis besar adalah jumlah tahanan *demihull* kapal yang digunakan sebagai kapal katamaran yang di pengaruhi oleh nilai-nilai interaksi yang terjadi oleh dua lambung kapal. Untuk lebih jelas bisa dilihat sebagai berikut : Formula hambatan total katamaran berdasarkan ITTC 1978 , yaitu [4]:

$$(CT)_{CAT} = (1+k_{CAT}) + (CF)_{CAT} + (CW)_{CAT} = (1+ \phi k) \sigma CF + \tau CW \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

σ = interferensi faktor dari hambatan gesek menurut ITTC 1957

ϕ = interferensi faktor hambatan bentuk

$\tau\beta\sigma\emptyset$ = interferensi faktor hambatan gelombang

ϕ Menggambarkan nilai dari efek perubahan tekanan di daerah sekitar *demihull*,

Untuk mempermudah ϕ dan σ dapat dikombinasikan menjadi faktor interferensi viskos *resistance* β di mana $(1 + \phi k) \sigma = (1 + \beta k)$. Nilai dari interferensi factor hambatan gelombang didapat dari hasil eksperimen. Diketahui bahwa faktor interferensi \emptyset dan σ sangat rumit dan kompleks dalam pemecahannya, maka diperkenalkan faktor β untuk mengkombinasikan faktor interfensi \emptyset dan σ ke dalam interferensi hambatan viskos untuk tujuan praktis, menjadi :

$$(CT)_{CAT} = (1 + \beta k)CF + \tau CW \dots\dots\dots(3)$$

Berdasarkan pada kajian numerik dan eksperimen, factor interferensi komponen hambatan (\emptyset , σ dan τ) dapat diketahui bentuk persamaanya melalui analisa *regresi* dimana *Interferensi* komponen hambatan gelombang bergantung pada angka *froude* [6]:

- $\tau = 0.068 (S/L) - 1.38$ (pada $Fr = 0.19$)
- $\tau = 0.359 (S/L) - 0.87$ (pada $Fr = 0.28$)
- $\tau = 0.574 (S/L) - 0.33$ (pada $Fr = 0.37$)
- $\tau = 0.790 (S/L) - 0.14$ (pada $Fr = 0.47$)
- $\tau = 0.504 (S/L) - 0.31$ (pada $Fr = 0.56$)
- $\tau = 0.359 (S/L) - 0.18$ (pada $Fr = 0.65$)

Dimana :

S/L = Rasio jarak antara lambung kapal katamaran (m)

Interferensi komponen hambatan viskos akibat perubahan kecepatan aliran :

$$\sigma = 1.008 e^{-3(S/L)} \dots\dots\dots(4)$$

dan Interferensi komponen hambatan viskos akibat perubahan kecepatan aliran :

$$\emptyset = 0.00006(S/L) + 0.998 \dots\dots\dots(5)$$

Pelaksanaan penelitian diawali penentuan model kapal yang akan dilakukan inovasi terkait penerapan bentuk lambung kapal katamaran asimetris dengan bentuk bagian dalam lurus pada kapal nelayan yang telah ada di Pulau Bengkalis. Berdasarkan survie di lapangan ternyata yang banyak digunakan kapal nelayan berkapasitas 3 GT, sehingga kapal yang menjadi bahan untuk di teliti adalah kapal 3 GT. Langkah awal dilakukan pengukuran langsung untuk mendapatkan ukuran utama kapal seperti terlihat di Tabel 2 dan bentuk lambung kapal.

Tabel 2. Ukuran utama kapal nelayan (*Monohull*) 3 GT

Ukuran Utama Kapal	
Panjang keseluruhan LOA	10 Meter
Lebar (B)	2,5 Meter
Tinggi (H)	1,5 Meter
Sarat Kapal (T)	0,5 Meter

Displasmen	3,627 Ton
------------	-----------

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 1, maka penulis meredesain kapal kemudian dengan kapasitas displasmen yang sama bentuk lambung kapal dirubah menjadi lambung kapal katamaran tipe Asimetris bentuk lambung lurus dalam, menggunakan software di bidang perkapalan seperti, Software *Maxsurf versi academic*. Tahap kedua berikutnya setelah penggambaran selesai dilakukan proses pengujian hambatan dengan catatan kapal monohull maupun kapal model katamaran bisa dibandingkan nilai besar hambatannya jika, displasmen kapalnya sama. Tahapan pengujian atau running menggunakan kecepatan kapal rata-rata kapal nelayan 3GT sebesar 10 knot. Selain perbandingan besarnya nilai hambatan total antara kapal *monohull* dengan tipe kapal katamaran Asimitris lambung lurus dalam sudah jelas bahwa kapal katamaran memiliki space ruangan yang lebih besar dibandingkan kapal tipe lambung *monohull*. Untuk lebih jelas lihat Tabel 3. Terkait ukuran utama kapal katamaran tipe Asimetris dengan bentuk lurus dalam.

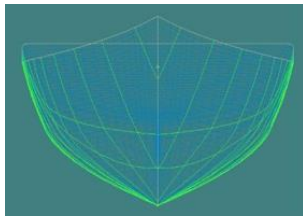
Tabel 3. Ukuran utama kapal katamaran tipe lambung lurus dalam kapasitas 3GT

Ukuran Utama Kapal	
Panjang keseluruhan LOA	10 Meter
Lebar (B)	3,3 Meter
Tinggi (H)	1,5 Meter
Sarat Kapal (T)	0,5 Meter
Displasmen	3,627 Ton

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model kapal nelayan 3GT yang ada diperairan Pulau Bengkalis terutama kapal dengan bentuk lambung kapal monohull akan di bandingkan dengan model kapal katamaran tipe Asimetris bentuk lambung kapal lurus dalam sehingga dapat dilihat bentuk lambung kapal katamaran tipe Asimetris bentuk lambung lurus dalam dan kapal nelayan monohull digambar dengan menggunakan program software dapat di lihat

pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Lambung kapal nelayan monohull 3GT



Gambar 3. Lambung katamaran tipe Asimetri lambung lurus dalam

Selanjutnya menentukan kapasistas kapal harus sama seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Penentuan displasmen kapal monohull

Measurement	Value	Units
1 Displacement	3.627	tonne
2 Volume	3.530	m ³
3 Draft to Baseline	0.5	m
4 Immersed depth	0.5	m
5 Lwl	0.93	m
6 Beam wl	1.942	m
7 WSA	17.296	m ²
8 Max cross sect area	0.486	m ²
9 Waterplane area	14.354	m ²
10 Cp	0.816	
11 Cb	0.408	
12 Cm	0.5	
13 Cwp	0.828	
14 LCB from zero pt. (+v)	3.750	m
15 LCF from zero pt. (+v)	3.82	m
16 LCB from zero pt. (+v)	42.094	%
17 LCF from zero pt. (+v)	42.782	%
18 KB	0.335	m
19 KG	0	m
20 BMT	1.07	m
21 BMI	21.825	m
22 CMI	1.411	m
23 OMI	21.96	m
24 KMI	1.405	m
25 KMI	21.96	m
26 Immersion (TPC)	0.147	tonne/c
27 MTC	0.089	tonne.m
28 KM at 1deg = (GMT IIS)	0.089	tonne.m

Tabel 3. Penentuan displasmen kapal katamaran Asimetris

		Value	Units	Holtrop
1	LWL	8.93	m	8.93
2	Beam	1.942	m	1.942
3	Draft	0.5	m	0.5
4	Displaced volume	3.539	m ³	3.539
5	Wetted area	17.251	m ²	17.251
6	Prismatic coeff.	0.816		0.816
7	Waterplane area coeff.	0.828		0.828
8	1/2 angle of entrance	22.13	deg.	22.13
9	LCG from midships(+ve fwd)	-0.707	m	-0.707
10	Transom area	0.486	m ²	0.486
11	Transom wl beam	1.942	m	--
12	Transom draft	0.5	m	--
13	Max sectional area	0.486	m ²	--
14	Bulb transverse area	0	m ²	0
15	Bulb height from keel	0	m	0
16	Draft at FP	0.5	m	0.5
17	Deadrise at 50% LWL	28.13	deg.	--
18	Hard chine or Round bilge	Hard chine		--
19				
20	Frontal Area	0	m ²	
21	Headwind	0	kts	
22	Drag Coefficient	0		
23	Air density	0.001	tonne/	
24	Appendage Area	0	m ²	
25	Nominal App. length	0	m	
26	Appendage Factor	1		
27				
28	Correlation allow.	0.00040		
29	Kinematic viscosity	0.00000118	m ² /s	
30	Water Density	1.026	tonne/	

Berdasarkan tabel 3 maka, penulis dapat melakukan analisa tentang besarnya hambatan atau tahanan total model kapal antara kapal nelayan 3GT monohull dengan model kapal nelayan katamaran Asimetris dengan kecepatan 10 knot dan menggunakan metode slinderbody di program *maxsurf versi academic* dapat di lihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Hasil perhitungan hambatan dan power engine pada lambung monohull

Speed (Knot)	Resistance (KN)	Power (Hp)
0	-	-
1	0,01	0,01
2	0,05	0,1
3	0,11	0,32
4	0,21	0,84
5	0,43	2,11
6	0,98	5,81
7	1,33	9,20
8	2,53	19,99
9	3,88	34,45
10	5,34	52,67

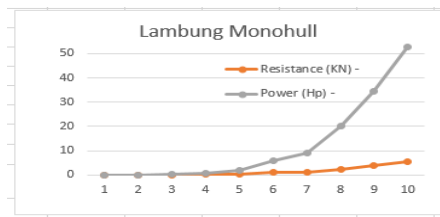
Tabel 5 Hasil perhitungan hambatan dan power engine lambung katamaran tipe Asimetris

Speed (Knot)	Resistance (KN)	Power (Hp)
0	-	-
1	0,05	0,05
2	0,17	0,34
3	0,37	0,38
4	0,61	2,41
5	0,91	4,48
6	1,25	7,41
7	1,64	11,33
8	2,06	16,21
9	2,49	22,11
10	2,94	28,97

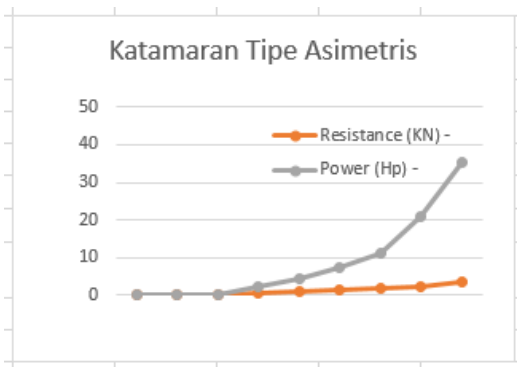
Perbandingan resistance total antara kapal nelayan 3GT dengan lambung *monohull* dan katamaran tipe Asimetris dapat di lihat pada Gambar 3 dan 4.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku peneliti dosen di Jurusan Teknik Perkapalan mengucapkan ribuan terimakasih kepada pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini terutama rekan-rekan dosen di Jurusan teknik Perkapalan dan di Politeknik Negeri Bengkalis.



Gambar 3. Grafik resistance total kapal monohull



Gambar 3. Grafik resistance total kapal katamaran tipe Asimetris

Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 4 dan 5, maka menunjukkan bahwa nilai tahanan total kapal untuk kecepatan 10 knot lebih kecil dimiliki oleh kapal nelayan 3GT dengan bentuk lambung katamaran tipe Asimetris bentuk lambung lurus dalam dan memiliki penurunan tahanan total sebesar 0,34% sehingga power engine juga mengalami penurunan sebesar (0,33%) dan akan mengakibatkan operasional kapal terutama bahan bakar mesin kapal menjadi berkurang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dan analisa perhitungan tahanan total dan besarnya power engine kapal dengan kecepatan 10 knot dapat disimpulkan bahwa antara kapal nelayan 3GT berlambung monohull dan katamaran tipe Asimetris bentuk lambung lurus dalam, ternyata lambung katamaran lebih kecil nilai hambatan total (2,94 KN) dan power engine juga lebih kecil (28,97 Hp).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendy, J. 2006, Analisa Teknis Perencanaan Kapal Cepat Dengan BentukHull Katamaran. ITS Surabaya.
- [2] Indarwati, Tri, Ragil, 2012, Analisa Hambatan Total Kapal Katamaran Dengan Konfigurasi Jarak Lambung Secara Melintang (S/L)". Universitas Indonesia.
- [3] Insel, M dan Molland, A.F (1991), An Investigation into the Resistance Componensts of High Speed Displacement Catamarans, Trans RINA Vol. 134
- [4] ITTC (1957), Resistance Commetee, Final Report and Recommendations to the 22nd.ITTC.
- [5] Jamaluddin, A, U, I.K.A.P & Hamdani, M. Arif. 2010, Kajian Interferensi Koefisien Hambatan Pada Lambung Kapal Katamaran Melalui Komputasi Slenderbody Method". Majalah Ilmiah Pengkajian Industri. Deputi Teknologi Industri Rancang Bangun & Rekayasa Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.Jakarta.
- [5] Jamaluddin, A, 2012. Kajian Eksperimen dan Numerik Interferinsi Hambatan Viscos dan Gelombang Pada Lambung Kapal Katamaran. Desertasi Program studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Surabaya
- [6] Lewis, Edward V. 1988. Principal of Naval Architecture Second Revision Volume I Stability and Strength. Jersey

City, NJ: The Society of Naval Architects
and Marine Engineers.