

STUDI KONFIGURASI LAMBUNG KAPAL TRIMARAN DENGAN BANTUAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*

Samuel¹, Sarjito Joko Sisworo², Mikhael Andreas Bangun³
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
Email: samuel_aritonang@undip.ac.id

Abstrak

Kebutuhan kapal cepat meningkat untuk itu diperlukan kapal dengan bentuk lambung trimaran. Kapal dengan bentuk lambung yang baik mempunyai hambatan kecil. Hal ini memberikan dampak baik untuk operasional dan olah gerak kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konfigurasi kapal *Trimaran* yang menghasilkan hambatan paling kecil dengan menggunakan bantuan *software Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Dengan memprediksi posisi dan bentuk *sidehull*, maka akan didapat bentuk dan posisi *sidehull* yang efektif, sehingga bentuk aliran yang dilewati oleh kapal tidak menghambat laju kapal terhadap air. Posisi *sidehull* akan ditentukan secara memanjang, sementara bentuk *sidehull* menggunakan bentuk simetris dan asimetris. Dari beberapa konfigurasi tersebut akan dihasilkan satu model kapal yang baik. Penelitian ini menghasilkan hambatan yang terkecil pada konfigurasi kapal *Trimaran* simetri 1B (3,6 m) strut 2 m dengan kecepatan 15 knot, sementara pada kecepatan 25 knot, hambatan terkecil pada kapal simetri 1,25 B (4,5 m) strut 2 m. Hambatan terkecil terdapat pada bentuk simetri pada setiap kecepatan.

Kata kunci : *Trimaran, outriggers, CFD, simetri, asimetri, Hambatan*

1. PENDAHULUAN

Saat ini permintaan akan armada akomodasi maupun transportasi yang lebih cepat mulai menjadi pertimbangan yang berpengaruh terhadap waktu ekonomis komoditas yang ada. Maka untuk memenuhi permintaan tersebut penelitian untuk mendapatkan solusi untuk permintaan tersebut, khususnya dalam bidang perkapalan dimana kapal sebagai jasa transportasi yang berkaitan erat untuk waktu ekonomis komoditas harus mempunyai kecepatan yang lebih (*high speed vessels*) [1].

Dalam prakteknya untuk setiap kenaikan kecepatan kapal yang ada di laut maka diikuti pula secara relative terjadinya kenaikan hambatan akibat pergerakan kapal tersebut. Dengan adanya kenaikan hambatan juga diperlukan kenaikan untuk tenaga dari mesin maupun hasil konversi tenaga di propeller. Di ranah bidang *Naval Architecture* semestinya perlu memulai adanya inovasi untuk menguji bentuk-bentuk badan kapal yang nantinya dalam penelitian ini konsen terhadap konfigurasi dari bentuk *trimaran* dan relasi hidrodinamisnya [8].

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu kiranya dilakukan analisa hambatan terhadap kedudukan dan bentuk *outriggers asimetris* pada kapal tipe *trimaran*. Dengan hasil perhitungan tersebut penulis berharap supaya perancang dapat lebih memperbaharui dan mengoptimalkan kedudukan *outriggers* pada kapal *trimaran*. Sedangkan untuk program bantuannya menggunakan program berbasis Modeling untuk pembuatan *design* dan untuk analisa hambatannya menggunakan program berbasis *CFD*.

Karena masih minimnya penelitian tentang perancangan kapal tipe *trimaran* ini, untuk itu penelitian yang dibuat agar menambah referensi dalam penelitian perancangan tipe kapal *trimaran* asimetris. Dimana dalam perancangan kapal tipe *trimaran* asimetris ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain peletakan atau posisi kedudukan dan bentuk dari *outriggers*, displacement, jarak *outriggers* dengan *center hull*, hal ini adalah permasalahan yang bersifat teknis dan mampu dikendalikan oleh perancang kapal tersebut. Adapun kendala yang tidak mampu dikendalikan oleh perancang adalah faktor alam antara lain keadaan dari aliran laju

ombak, ketinggian dari ombak dan kecepatan angin di daerah pelayaran. Dimana dalam penelitian ini akan dibagikan.

Hasil dari penelitian ini dimaksudkan untuk menambah referensi pada proses perancangan kapal tipe *trimaran* asimetris dengan kendala yang masih mampu dikendalikan atau diatasi oleh perancang, dalam hal ini penelitian dilakukan untuk mengetahui besar kecilya hambatan yang dipengaruhi oleh bentuk dan kedudukan dari *outriggers* asimetris, kecepatan dinas dan kecepatan maksimum dari speed yang direncanakan. Dalam penelitian ini tidak dilakukan permodelan *prototype* dan *towing tank*, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software CFD (Computation Fluida Dynamic)*.

Penggunaan kapal dengan *multihull* di negara maju sudah sangat pesat, dengan memiliki beberapa keunggulan dalam hal kecepatan dan stabilitas kapal dengan menggunakan *multihull* masih sangat baik untuk dikembangkan. Hingga saat ini hanya negara-negara maju, yang bisa membuat kapal *Trimaran*. Amerika Serikat pun baru membuat kapal perang *Trimaran* pada tahun 2008. Itu pun masih dari bahan aluminium, sehingga kemampuan stelathnya masih diragukan. Kapal *Trimaran* itu diberi nama USS Independence. Negara lain pembuat kapal *Trimaran* tentunya, negara super power Rusia yang juga masih dalam tahap eksperimen. China juga mengembangkan kapal stealth *Trimaran* dan telah mengeksponnya ke Pakistan. Itu pun ukurannya masih kelas medium. Pakistan yang sudah cukup maju dalam teknologi militer, belum mampu membuatnya [3].

Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan konfigurasi kedudukan *sidehull* yang mempunyai nilai hambatan gesek paling kecil, sehingga kapal dengan kecepatan tinggi dapat melaju dengan hambatan paling kecil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian kapal *Trimaran*

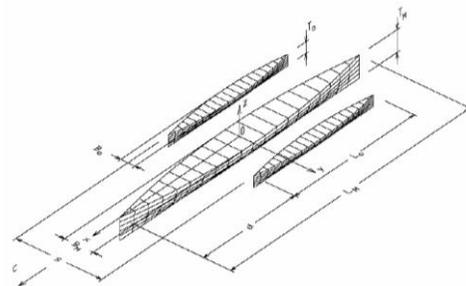
Kapal *Trimaran* merupakan kapal yang mempunyai 3 lambung, yaitu satu main hull dan dua *side-hull* atau disebut juga *outriggers* sehingga mempunyai nilai stabilitas yang tinggi [4].

2.2. Karakteristik kapal *Trimaran*

Secara umum kapal *Trimaran* adalah sama dengan kapal lainnya. Hanya saja kapal ini lebih efisien dan lebih efektif dari kapal yang ada. Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki atau diberikan kapal yang memiliki bentuk lambung *Trimaran* adalah[5]:

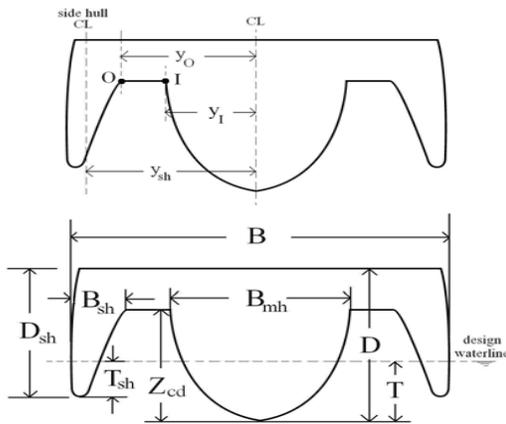
1. Memiliki geladak yang lebih lebar dan luas sehingga dapat lebih mudah dalam penempatan muatan yang membutuhkan *space* yang lebar.
2. Bentuk *Trimaran* sangat berperan penting untuk mengurangi *WSA* sehingga hambatan pada kapal semakin berkurang dan mampu menghasilkan kecepatan yang tinggi dan mengurangi pengkonsumsian pada bahan bakar. Hal ini sangat bermanfaat sekali karena kapal patroli cepat dirancang tidak untuk nilai ekonomis.
3. Peningkatan kecepatan akan tercapai dengan daya mesin yang rendah dan bahan bakar ekonomis.
4. Kenyamanan dan kestabilan yang dihasilkan lebih baik sehingga apabila digunakan sebagai alat transportasi pun sesuai.

Permodelan untuk penelitian ini menggunakan model yang sudah ada yang berasal dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan *Trimaran*, berikut merupakan data yang nantinya akan disesuaikan dengan parameter-parameter ratio dari kapal *Trimaran*. Berikut parameter-parameter yang dapat dipergunakan untuk kapal *Trimaran*:



Gambar 1 Konfigurasi Kapal *Trimaran*

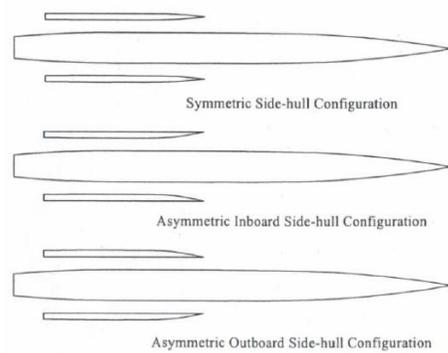
Berdasarkan parameter dan ratio diatas yang nantinya akan menjadi acuan dalam pembuatan model yang akan dianalisa dalam *CFD* untuk hambatannya. Model kapal trimaran juga dipengaruhi oleh ratio lebar dan panjang, berikut dapat dilihat gambar trimaran secara melintang.



Gambar 2 Konfigurasi bentuk melintang untuk Kapal Trimaran

Berikut ini adalah bentuk – bentuk dari dari lambung Trimaran. Ada 3 bentuk atau model dari lambung Trimaran [2]:

1. Simestris
2. Asimetris in-board
3. Asimetris out-board



Gambar 3 Bentuk Outriggers Pada Trimaran

Dalam pemilihan bentuk badan kapal harus didasarkan pada metode yang tepat sehingga hasilnya akan dapat diandalkan. Trimaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu contoh konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi gerakan oleng yang merupakan kelemahan generic kapal konvensional

3. METODOLOGI PENELITIAN

Eksperimen akan difokuskan pada pembuatan model kapal secara numerik, untuk dimensi dan karakter bentuk lambung *Trimaran*

diambil dari penelitian terdahulu. Sedangkan perhitungan beberapa parameter seperti hambatan akan dihitung dan disimulasikan untuk mendapatkan kecepatan maksimum dan hambatan minimum. Simulasi ini diperlukan untuk mencari nilai optimal dari berbagai parameter tetap dan parameter peubah [9].

Parameter Tetap :

Dimensi properties dari lambung kapal antara lain,

- Panjang lambung *sidehull* dan *mainhull* (m)
- Lebar Lambung *sidehull* dan *mainhull* (m)
- Tinggi sarat penuh (m)

Parameter peubah :

- Bentuk *simetris* dan *asimetris*.
- Jarak melintang dan memanjang antara *sidehull* dan *mainhull* (m).
- Kecepatan kapal

Langkah – langkah penelitian :

1. Karakter bentuk lambung yang sudah ada, dibuatkan Gambar skematik *lines plan* untuk melihat bentuk lambung kapal, antara lain :
 - Bentuk lambung *simetris* dan *asimetris*
 - Bentuk *body plan*
 - Bentuk *sheer plan*
 - Hidrostatik kapal

Data primer diperoleh dari hasil eksperimen penelitian sebelumnya yaitu *A Preliminary Study of Trimarans* oleh Alexander W. Gray dari *College of Engineering and Mineral Resources, West Virginia University* didapatkan data-data ukuran utama kapal (*length, breadth, dan draft*) beserta data *linesplan* untuk *main hull* maupun *sidehull*. Berikut data utama ukuran kapal trimran :

	<i>Main Hull</i>	
Length (L)	:	40,00 m
Breadth (B)	:	3,60 m
Draft (T)	:	1,70 m
	<i>Sidehull</i>	
Length (L)	:	10,00 m
Breadth (B)	:	0,90 m
Draft (T)	:	1,00 m

2. Setelah diketahui letak dan bentuk *hull* dari masing – masing, kemudian dilakukan perhitungan hidrostatik dan Hambatan pada setiap tinggi sarat penuh kapal. Perhitungan hidrostatik digunakan untuk

mendapatkan karakteristik kapal pada setiap varian model kapal. Ini dilakukan untuk melihat pengaruh terhadap parameter posisi dan bentuk kapal. Untuk perhitungan hidrostatis dipergunakan untuk mendapatkan parameter hidrostatis kapal antara lain,

- Volume : *Displaced volume* (m³)
- Displ. : *Displacement* (ton)
- Cb : *Block coefficient*
- Am : *Midship section area* (m²)
- Cm : *Midship coefficient*
- Aw : *Waterplane area* (m²)
- Cw : *Waterplane coefficient*
- CP : *Prismatic coefficient*
- S : *Wetted surface area* (m²)

Dan untuk Hambatan digunakan persamaan sebagai berikut ,

$$R_T = 0.5\rho V^2 S_{w_{mh}} (C_F + \Delta C + C_R I_i) + R_0$$

3. Setelah dilakukan model pada delfship dilakukan analisa menggunakan CFD dengan parameter peubah yang sudah ditentukan, maka didapatkan hambatan pada masing-masing model kapal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

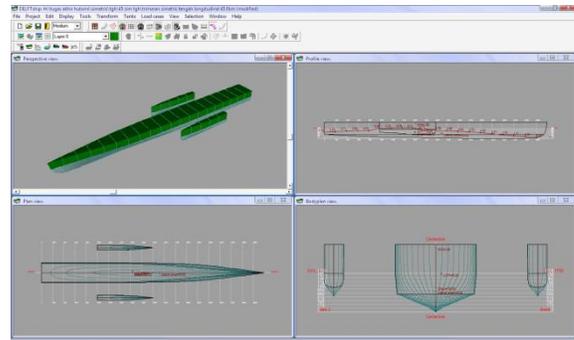
Pembuatan model untuk analisa kapal *trimaran* yang berdasarkan kedudukan dan bentuk outriggers diperlukan untuk penelitian lanjutan dan perancangan kapal *trimaran*. Dari penelitian sebelumnya yaitu *A Preliminary Penelitian of Trimarans* oleh *Alexander W. Gray* dari *College of Engineering and Mineral Resources, West Virginia University* didapatkan data-data ukuran utama kapal (*length, breadth, dan draft*) beserta data *linesplan* untuk *main hull* maupun *outriggers* nya.

Langkah simulasi numerik pada dasarnya sama dengan jenis *software* lain yang berbasis *Computational Fluid Dynamic* yaitu *PreProcessor, Solver Manager dan Post Processor*. Secara garis besar langkah – langkah simulasi numerik dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain [6]

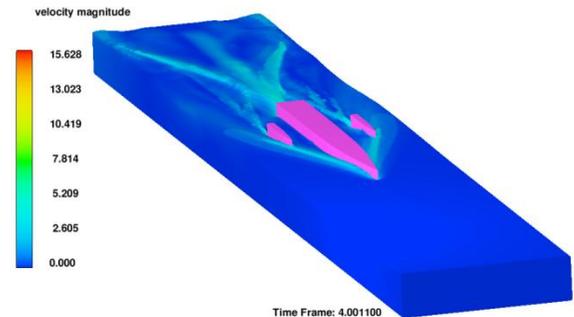
- a. Navigator
- b. Model Setup
- c. Simulate
- d. Analyse
- e. Display

4.1. Pemodelan

Perhitungan hambatan dilakukan dengan menggunakan CFD dan Delfship. Delfship membantu pemodelan bentuk kapal dan validasi perhitungan model kapal, sementara CFD membantu dalam menghitung hambatan kapal yang sensitif terhadap bentuk kapal dan konfigurasi *side hull*.



Gambar 4. Pemodelan Kapal Dengan Bantuan Delfship



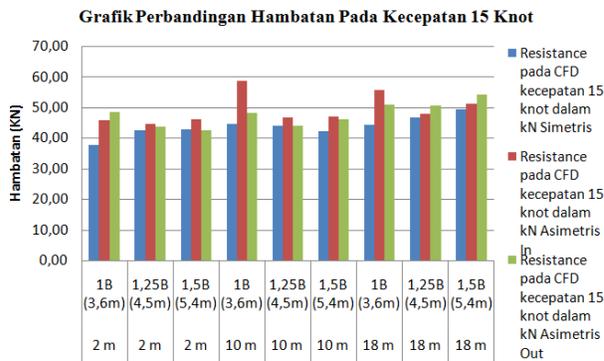
Gambar 5. Running Hambatan Kapal dengan CFD

4.2. Perhitungan Hambatan

Untuk kapal *Trimaran* terdapat perbedaan dalam perhitungan hambatannya dikarenakan mempunyai bentuk lambung kapal yang berbeda. Hambatan dan gelombang yang dihasilkan oleh kapal *Trimaran* dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu [7]:

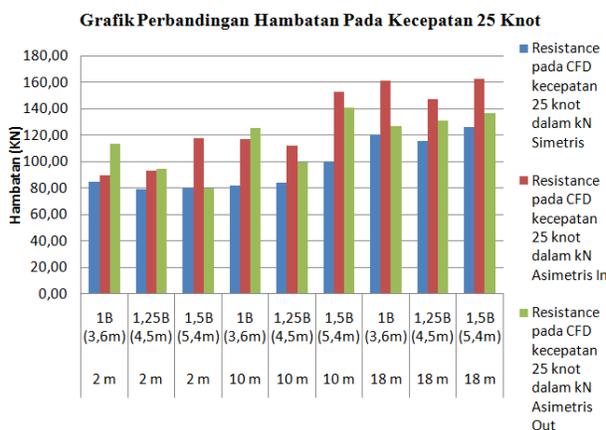
1. Jarak side-hull dengan center hull secara transversal (clearance)

2. Jarak side-hull dengan center hull secara longitudinal (stagger)
3. Perbandingan displacement dari main hull dan side hull
4. Perbedaan tinggi dari side hull dan center hull
5. Kecepatan dari kapal *Trimaran*
6. Perbandingan-perbandingan dalam ratio dari parameter kapal *Trimaran*



Gambar 6. Perbandingan *Trimaran* Simetris dengan Asimetris pada Kecepatan 15 Knot

Pada gambar 6 menunjukkan kapal trimaran kecepatan 15 knot bentuk simetris memiliki hambatan paling kecil diantara ketiga model diatas. Hambatan paling kecil terdapat pada simetris 1B (3,6m) 2m. Hambatan berkaitan dengan bentuk aliran yang akan dilalui oleh fluida, sehingga nilai hambatan paling kecil terjadi pada bentuk simetris.



Gambar 7. Perbandingan *Trimaran* Simetris dengan Asimetris pada Kecepatan 25 Knot

Pada gambar 7 menunjukkan kapal trimaran kecepatan 25 knot bentuk simetris cenderung

memiliki nilai hambatan yang kecil. Dapat dilihat dari dua kecepatan yang berbeda hambatan yang kecil dimiliki oleh bentuk lambung yang simetris, sementara bentuk asimetris cenderung memiliki hambatan yang besar. Pengaruh letak side hull juga berperan penting dalam menghitung hambatan, bisa dilihat pada gambar 5 bahwa semakin besar kecepatan maka semakin besar hambatan.

Pada nilai perbandingan diatas dapat dilihat untuk kecepatan 15 knot dan 25 knot nilai hambatan yang didapatkan mempunyai selisih atau perbedaan nilai yang tidak terlalu besar, tetapi *Trimaran* tipe *Simetris* mempunyai nilai hambatan lebih kecil dari pada *Trimaran Asimetris inboard* dan *Outboard*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa hambatan paling kecil terdapat pada konfigurasi kapal *Trimaran* simetri 1B (3,6 m) strut 2 m dengan kecepatan 15 knot, sementara pada kecepatan 25 knot, hambatan terkecil pada kapal simetri 1,25 B (4,5 m) strut 2 m.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, 2012. *Strategi Militer Indonesia*. <http://strategimiliter.blogspot.com/2012/06/kehadiran-kapal-timaran-siluman.html> Diakses pada tanggal 15 September 2013.
- [2]. Fortin, Michel, dkk, 1996, *Folding Trimaran*, United States , 5.515.801.
- [3]. Grobler, Barend. 2007. *Development of High Speed Planing Trimaran With Hydrofoil Support*. Thesis Stellenbosch University
- [4]. Konstantin I. Matveev, Victor A. Dubrovsky. 2006. *Aerodynamic characteristics of a hybrid Trimaran model*. *ScienceDirect*, Ocean Engineering 34 616-620.
- [5]. Muk-Pavic, Ema., Chin, Shin., & Spencer, Don. 2006. *Validation Of The CFD Code Flow-3D For The Free Surface Flow Around The Ship's Hulls*. 14th Annual

Conference Of The CFD Society Of Canada, FloSCi-Bib15-06

- [6]. Mynard, T., Sahoo, P. K., Mikkelsen, J., & McGreer, D. 2006. *Numerical And Experimental Study of Wave Resistance For Trimaran Hull Forms*. The Australian Maritime College. Australia.
- [7]. V, Dubrousky, 2001. *Multi Hull Ships*. New York : Backtone Publishing Company.
- [8]. Wei, Gengsheng. 2006. *An Implicit Method TO Solve Problems Of Rigid Body Motion Coupled With Fluid Flow*. Flow Science, Inc.