



Analisis Perbandingan Hambatan Kapal Terhadap Trimaran Conventional Side Hull Dengan Swath Side Hull

Caesar Alexander Glen¹, Fakhri Akbar Ayub¹, Wiwin Sulistyawati¹, Happy Nabila
Sukmawardana¹

¹Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, Indonesia
Email : caesar.a.g.a@upnvj.ac.id

Abstrak

Indonesia mengalami perkembangan jumlah armada kapal hingga Agustus 2022 terdapat 4.906 kapal penumpang, 50.419 kapal ikan dan 44.645 kapal barang dibandingkan pada tahun 2017 jumlah armada hanya 27.567 kapal, tahun 2018 jumlah armada 29.928 dan meningkat menjadi 32.587. Dengan ini, para naval engineer melakukan inovasi salah satunya multi-hull seperti SWATH dan Trimaran. Penelitian ini bertujuan salah satu inovasi untuk mengetahui perbandingan hambatan trimaran conventional dengan kapal trimaran SWATH. Model kapal yaitu kapal dari penelitian dari jurnal validasi yang nanti akan divariasikan menjadi SWATH. Analisis hambatan dan perhitungan model ini menggunakan metode Computational Fluid Dynamic (CFD) dengan bantuan software ANSYS. Analisis perbandingan hambatan ini dilakukan terhadap hambatan total, hambatan gesek, hambatan viskositas, hambatan gelombang dan hambatan residu dengan kecepatan pada Fr 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 dan 0.9. Dari hasil yang didapatkan pada CFD, bahwa koefisien hambatan total (CT) dengan rata – rata selisih trimaran conventional side hull dengan SWATH side hull sebesar 11%, CF mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 8,4%, CW mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 2,3%, CV mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 1,3%. Hasil dari contour gelombang yang di dapat dari CFD menunjukkan bahwa trimaran SWATH memiliki bentuk contour gelombang lebih teratur dibandingkan trimaran conventional side hull, hal ini disebabkan dengan WSA (Wetted Surface Area) yang lebih kecil. Interferensi yang dihasilkan menunjukkan perbandingan sebesar 0,07% yang dimana nilai terendah -0,0088.

Kata kunci: Multi-hull, hambatan, CFD.

1. Pendahuluan

Indonesia disebut sebagai negara maritim karena memiliki wilayah perairan yang lebih luas dari daratannya serta posisinya yang strategis sehingga kapal merupakan alat transportasi yang efektif (Ayu Andriani, 2018). Sampai saat ini, Indonesia terus melakukan pembangunan dalam sektor transportasi laut terbukti dengan data kapal yang dimiliki oleh Indonesia sampai Agustus 2022 menunjukkan terdapat 4.906 kapal penumpang, 50.419 kapal ikan dan 44.645 kapal barang (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2022), jumlah ini mengalami peningkatan dari tahun 2017 jumlah armada kapal hanya 27.567 kapal, tahun 2018 jumlah armada kapal 29.928 kapal dan meningkat menjadi 32.587 kapal pada tahun 2019 (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2020).

Trimaran adalah kapal yang terdiri dari lambung utama di tengah (vaka) dan dua lambung penyeimbang (amas) yang lebih kecil yang melekat pada lambung utama dengan struts lateral

(sambungan dari lambung utama dan penyeimbang). Trimaran memiliki kelebihan yaitu, lambung utama dan lambung penyeimbang dapat berfungsi juga untuk mengatur gelombang yang dihasilkan oleh kapal secara acak, menghasilkan gelombang yang lebih kecil sehingga meminimalisir hambatan gelombang yang terjadi (Xu, H. dan Zou, Z, 2001). Manuver yang cukup baik di laut dan kecilnya hambatan di saat kecepatan tinggi membuat desain

* Email Penulis Koresponden:

trimaran sangat efektif untuk kecepatan tinggi di laut (Alexander W. Gray, 2003). Namun trimaran masih mempunyai kekurangan seperti ukuran hull yang ramping dapat berakibat berkurangnya stabilitas transversal kapal, dengan mengubah single body menjadi multihull serta dengan melakukan pengaturan jarak antar hull maka akan diperoleh perilaku hidrodinamis yang lebih baik (Javanmardi, 2008).

2. Tinjauan Pustaka

Trimaran

Kapal Trimaran adalah kapal yang terdiri dari lambung utama di tengah (vaka) dan dua lambung penyeimbang (amas) yang lebih kecil yang melekat pada lambung utama dengan struts lateral (sambungan dari lambung utama dan penyeimbang). Kapal trimaran ini mempunyai beberapa kelebihan yang membedakan dengan monohull dan catamaran, seperti dengan adanya dua lambung penyeimbang yang terhubung dengan lambung utama maka kapal dikatakan mustahil untuk tenggelam, kecepatan yang dimiliki kapal trimaran lebih baik dibanding dengan monohull atau catamaran, memiliki geladak yang lebih lebar dan luas sehingga mudah dalam penempatan muatan yang membutuhkan tempat yang luas dan kenyamanan dan kestabilan yang dihasilkan lebih baik.

SWATH (Small Waterplane Area Twin Hull)

Kapal dengan lambung SWATH adalah kapal lambung ganda yang menyerupai bentuk torpedo dan dihubungkan ke geladak oleh penyangga atau strut, dikarenakan gerakan vertikalnya yang relatif besar SWATH juga ditambahkan fin stabilizer.

Kelebihan dari SWATH adalah mencegah gerakan kapal yang berlebih pada saat di laut yang bergelombang namun kekurangan dari SWATH ini lebih mahal daripada monohull atau catamaran. Dikarenakan sistem kontrol yang dimiliki lebih kompleks.

Hambatan Kapal

Hambatan kapal dapat di definisikan bahwa semakin besar suatu hambatan kapal, maka akan semakin besar pula penggunaan daya mesin utama atau main engine guna menghasilkan daya dorong pada kapal. Hambatan kapal akan dipengaruhi oleh kecepatan operasional dari suatu kapal (V_s) dengan suatu kecepatan yang diikuti dengan gaya yang tidak searah dengan gerakan kapal. Hambatan yang akan dialami kapal pada saat bergerak terdiri sebagai berikut.

- a. Hambatan Total (R_T)

$$R_T = R_V + R_W + R_F \quad (1)$$

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V^2} \quad (2)$$

Kecepatan Kapal

Froude Number merupakan parameter penting untuk mempelajari cairan yang bergerak di permukaan bebas, seperti gerakan permukaan gelombang (Mosetti F, 1982). *Froude Number* juga dapat dijadikan untuk mengklasifikasikan apakah sebuah kapal masuk dalam kategori kapal cepat atau non cepat berdasarkan koefisien bentuk kapal dalam perancangan. Rumus dapat dilihat sebagai berikut :

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (3)$$

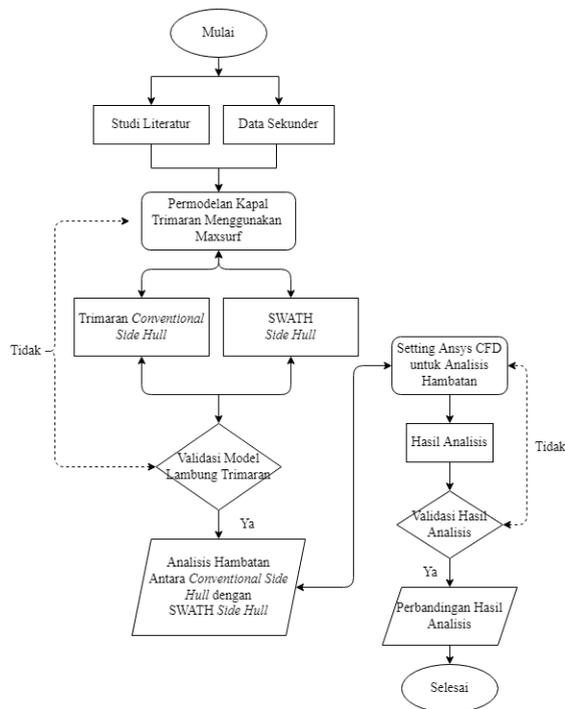
Boundary Conditions (CFD)

Boundary conditions atau batasan kondisi adalah kondisi dari batasan sebuah kontrol suatu volume. Secara umum, boundary conditions ini terbagi menjadi 2 macam, yaitu inlet dan outlet. Inlet merupakan tempat dimana

fluida memasuki domain (control volume) yang ditentukan. Berbagai macam kondisi inlet didefinisikan seperti kecepatan, komposisi, temperatur dan laju aliran. Sedangkan outlet dapat diartikan kondisi di mana fluida tersebut keluar dari domain.

3. Metodologi Penelitian

Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Langkah Pengerjaan

Secara umum langkah pengerjaan telah dijelaskan pada diagram alir yang bertujuan untuk memudahkan proses penelitian yang akan dilakukan, berikut penjelasan mengenai diagram alir penelitian:

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Menjelaskan terkait latar belakang, perumusan masalah, Batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan metodologi dalam menyelesaikan penelitian ini.

2. Studi Literatur

Studi Literatur adalah pencarian pengetahuan terkait penelitian yang berfungsi sebagai landasan teori dalam melakukan maupun memperkuat permasalahan penelitian. Untuk mendapatkan teori tersebut bisa didapat dari jurnal, buku, wawancara, atau sumber penelitian lainnya yang sudah pernah dibuat.

Tabel 1 Ukuran Utama Model

Main Hull		
<i>Length</i> (L)	4	m
<i>Breadth</i> (B)	0,358	m
<i>Draft</i> (T)	0,17	m
Side Hull		
<i>Length</i> (L)	1	m
<i>Breadth</i> (B)	0,085	m
<i>Draft</i> (T)	0,1	m

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengambil data pada penelitian sebelumnya. Data yang dikumpulkan berupa ukuran utama trimaran.

4. Permodelan Lambung Trimaran

Pada tahap permodelan lambung trimaran, untuk ukuran data kapal yang bersumber dari penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zong (2022),). Proses permodelan menggunakan *software* berupa Maxsurf dan kemudian di solid kan pada Rhino 6.

5. Validasi Lambung Trimaran

Pada tahap validasi model lambung trimaran ini merupakan proses pembuktian yang dibuat dengan model yang ada pada penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zong (2022), jika tidak terbentuk suatu model kapal trimaran maka akan kembali ke tahapan sebelumnya yaitu permodelan kapal trimaran.

6. Memodifikasi Bentuk Lambung

Pada tahapan ini merupakan tahapan di mana akan dilakukan modifikasi terhadap bentuk lambung trimaran *conventional side hull* ke bentuk lambung trimaran SWATH, dengan mempertahankan ukuran utama dan jarak masing – masing side hull ke main hull.

7. Analisa Perbandingan Hambatan

Pada tahap ini akan dilakukan perbandingan pada kapal trimaran *conventional side hull* dengan SWATH *side hull* berdasarkan komponen faktor hambatan yang terjadi saat kapal beroperasi pada kecepatan tertentu. Dari hasil analisa akan ditemukan kekurangan serta kelebihan dari masing – masing side hull.

4. Hasil dan Pembahasan

Analisis Menggunakan Software Ansys CFX

1. *Boundary Condition*

Boundary condition diperlukan untuk menjadi batas bidang dari simulasi yang dibuat menggunakan ansys ICEM. Pada penelitian ini *boundary condition* dibuat mengikuti ukuran *towing tank* asli.

2. Penentuan Jumlah *Meshing*

Dalam Menentukan jumlah *meshing* diperlukan beberapa kali pengujian untuk menentukan angka analisis yang akan dipakai sebagai dasar penelitian. Angka yang dipakai untuk penelitian ini untuk *boundary* adalah 0.29 sedangkan untuk trimaran menggunakan angka yang lebih kecil yaitu 0.23 dengan tujuan mendapatkan nilai hasil *meshing* yang lebih rapat.

3. Pengaturan Ansys CFX

Dilakukan pengaturan untuk mengklasifikasikan letak dari setiap komponen *boundary condition*.

Konvergensi Nilai Meshing

Dari simulasi yang dilakukan dihasilkan konvergensi nilai meshing pada kecepatan 5,2 m/s seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan grafik grid independence dapat dilihat pada grafik 4.1 untuk melihat nilai optimum yang akan digunakan, bahwa ditemukan grafik meningkat secara bertahap dari total element mesh 342 ribu ke total element mesh 986 ribu sampai kepada total element mesh 1,9 juta grafik mengalami konstanta sampai dengan total element mesh 2,8 juta. Dengan demikian simulasi penelitian ini telah mencapai nilai solusi meshing yang akan digunakan pada setiap variasi penelitian. Untuk analisis selanjutnya digunakan pengaturan pada total meshing 2,8 juta element atau elemen meshing nomor 7.

Tabel 2 Data Konvergensi *Meshing*

No	Model Trimaran	
	Jumlah Elemen	Force (N)
1	342878	450,264
2	749358	387,647
3	986988	350,452
4	1384269	157,459
5	1984317	113,596
6	2266954	137,699
7	2875089	128,924

Validasi dan Mean Deviation

Setelah mencapai konvergensi mesh, perlu dilakukan perhitungan nilai sebenarnya untuk mengontrol persentase kesalahan relatif dan memvalidasi hasil analisis CFD sebagai langkah awal dalam desain. Validasi ini dilakukan dengan menyamakan pada grafik koefisien hambatan sisa (CR) terhadap froude number yang ada pada penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) dengan grafik yang dihasilkan dan grafik yang memiliki konfigurasi $a/L_m = 0,325$, $b/B_m = 1,955$.

Hasil Penelitian

Simulasi hambatan dilakukan pada kecepatan 0,1 m/s sampai 0,9 m/s di trimaran conventional side hull dan SWATH side hull seperti pada table dibawah:

Tabel 4 Data Hasil Trimaran *Conventional Side Hull*

Fr	R _T (N)	C _T	C _F	C _V	C _w
0,1	1,82774	0,00362	0,19698	0,20092	0,19730
0,7	22,5432	0,00031	4,78152	4,87715	4,87684
0,857	12,8924	0,00035	6,34505	6,47195	6,47160
0,9	9,25432	0,00023	8,06578	8,22710	8,22687

Perhitungan Interferensi

Interferensi kapal dapat diperoleh dari perhitungan hambatan total (RT) atau koefisien hambatan total (CT)

pada masing – masing lambung trimaran *conventional side hull* dari penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) dan variasi SWATH side hull. Pada penelitian ini, penulis menggunakan koefisien hambatan total (CT) yang dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 16 Hasil interferensi trimaran Jingbei Jia dan Zhi Zong (2022)

Fr	C _T Trimaran	C _T Main Hull	C _T Side Hull	C _T Interferensi
0,1	0,00362	0,00392	0,00425	-0,0088
0,3	0,00386	0,00302	0,01281	-0,0248
0,5	0,00366	0,00581	0,00538	-0,0129
0,7	0,00031	0,00517	0,00620	-0,0173
0,85				
7	0,00035	0,00453	0,00555	-0,0153
0,9	0,00023	0,00435	0,00559	-0,0153

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan tanpa mengubah ukuran utama dari model trimaran Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) menggunakan bantuan software Maxsurf Modeler Advanced dan Maxsurf Resistance dan software Ansys CFX, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada validasi terdapat penyimpangan dari penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) sehingga mendapatkan mean deviation sebesar 6,19%, sehingga penulis menggunakan maxsurf resistance selain ansys CFX.
2. Pengaruh bentuk lambung kapal trimaran *conventional side hull* terhadap SWATH side hull:
 - a. Pada CT mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 11%, dengan selisih yang paling kecil terdapat pada froude number 0,9 sebesar 1%.
 - b. Pada CF mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 8,4%, dengan selisih yang paling kecil terdapat pada froude number 0,1 sebesar 0,4%.
 - c. Pada CW mendapat selisih nilai dengan rata – rata sebesar 2,3%, dengan selisih yang paling kecil pada froude number 0,857 sebesar 0,1%.
3. Pada contour gelombang dapat ditarik kesimpulan bahwa trimaran SWATH Side Hull memiliki contour yang lebih beraturan dibandingkan dengan trimaran *conventional side hull* seperti pada data yang dihasilkan melalui ansys CFX.
4. Interferensi gelombang yang dihasilkan pada trimaran *conventional side hull* dari penelitian Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) dengan rata – rata kenaikan sebesar 1,57% dan variasi SWATH side hull dengan rata – rata sebesar 1,50% dan menghasilkan selisih dengan nilai 0,07% dengan CTIF terkecil terdapat pada trimaran *conventional side hull* Jingbei Jia dan Azhi Zhong (2022) dengan nilai -0,0088 dan terbesar terdapat juga pada trimaran *conventional side hull* Jingbei Jia dan Zhi Zhong (2022) dengan nilai -0,0248.

6. Referensi

- Andriani, A. (2018). *Saya Indonesia, Negara Maritim Jati Diriku*. Sukabumi: CV Jejak.
- Aprijal, R. P., Ardiana, M., Zulfikar, A. S., & Haribowo, W. (2014). *Makalah Teori Bangun Kapal Small Waterplan Area Twin Hull. SWATH, 2-5*.
- Bakker, A. (2008). *Lectures on Applied CFD*. United States of America.
- Birk, L. (1963). *Fundamentals of Ship Hydrodynamics (Vol. I)*. (J. W. Ltd, Penyunt.) New Orleans, United States of America: John Wiley & Sons Ltd.

Brizzolara, S. (2004). Parametric Optimization of SWAT-Hull Forms by a Viscous-Inviscid Free Surface Method Driven by a Differential Evolution Algorithm.

Djarmiko, E. B. (2007). Analisis Beban Gelombang Dalam Perancangan Struktur Global Kapal SWATH.