

ANALISA PENGARUH HAMBATAN KAPAL DENGAN PENAMBAHAN VARIASI PELETAKAN *HYDROFOIL* PADA LAMBUNG KAPAL PATROLI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CFD

Muh.Haikal Dwi A^{1,*}, Anggra Fiveriati¹, Chairul Anam², Abdul Rohman¹, Khairul Muzaka¹

¹ Progam Studi Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi

² Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

*Corresponding author: anggrafiveriati@poliwangi.ac.id

Article history

Received:

21-04-2025

Accepted:

05-06-2025

Published:

30-06-2025

Copyright © 2025
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Kapal patroli memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keamanan maritim, menegakkan hukum, dan mengawasi perairan nasional. Dalam mendukung tugasnya, lambung kapal patroli dituntut memiliki performa tinggi, khususnya pada aspek kecepatan, efisiensi hambatan dan *wetted surface area*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serta variasi peletakan *hydrofoil* terhadap hambatan total dan *wetted surface area* pada lambung kapal patroli. Tiga variasi peletakan *hydrofoil* diuji, yaitu peletakan bagian haluan, buritan dan kombinasi keduanya dengan titik acuan pada *center of waterline*. *Computational Fluid Dynamics* digunakan untuk menganalisa hambatan total dengan variasi kecepatan 20, 24 dan 28 knot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan peletakan variasi *hydrofoil* belum mampu menurunkan nilai hambatan total secara signifikan dibandingkan model lambung kapal patroli tanpa penambahan *hydrofoil*. Akan tetapi pada ketiga variasi peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli, variasi peletakan *hydrofoil* pada haluan kapal menunjukkan bahwa performa terbaik dengan penurunan nilai *wetted surface area* sebesar 17.41% pada kecepatan 24 dan 23.41% pada kecepatan 28 knot.

Kata Kunci: Kapal Patroli, *Hydrofoil*, Hambatan, *Wetted Surface Area*, CFD.

Abstract

Patrol boats have a very important role in maintaining maritime security, enforcing the law, and monitoring national waters. In supporting their duties, the hull of a patrol ship is required to have high performance, especially in terms of speed, obstacle efficiency and *wetted surface area*. This study aims to analyze the effect of the addition and variation of *hydrofoil* placement on the total resistance and *wetted surface area* on the hull of the patrol vessel. Three variations of *hydrofoil* placement were tested, namely the placement of the bow, stern and a combination of both with a reference point at the center of the waterline. *Computational Fluid Dynamics* is used to analyze total resistance with speed variations of 20, 24 and 28 knots. The results showed that the addition of *hydrofoil* variation placement was not able to significantly reduce the total resistance value compared to the patrol hull model without the addition of *hydrofoil*. However, in the three variations of *hydrofoil* placement on the hull of the patrol ship, the variation of *hydrofoil* placement on the bow showed the best performance with a decrease in *wetted surface area* value of 17.41% at speed of 24 and 23.41% at speed of 28 knots.

Keywords: patrol boats, *hydrofoil*, resistance, *wetted surface area*, CFD.

1.0 PENDAHULUAN

Kapal patroli memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga keamanan maritim, menegakkan hukum, dan mengawasi perairan nasional. Untuk menghadapi tantangan tersebut, kapal patroli harus dirancang dengan

kemampuan kecepatan tinggi agar dapat merespon ancaman secara cepat dan efektif. Salah satu solusi inovatif yang dapat diterapkan untuk meningkatkan performa kapal patroli adalah penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli. *Hydrofoil* merupakan alat yang berbentuk seperti sayap yang dipasang pada penyangga di

bawah lambung kapal. *Hydrofoil* yang terpasang di area bawah lambung kapal berguna untuk memberi gaya angkat dinamis sehingga badan lambung kapal terangkat diatas permukaan air. Alasan penerapan dari *hydrofoil* adalah ketika lambung kapal mulai terangkat dari air dan berat kapal akan ditopang oleh *foil* sehingga memperkecil luasan *Wetted Surface Area* (WSA) dan hambatan yang terjadi akibat gaya gesek antara lambung kapal yang tercelup dengan air, *foil* memberikan efek meningkatkan gaya angkat pada kapal ketika kecepatan ditambahkan [1].

Salah satu referensi *foil* yang digunakan untuk penerapan *hydrofoil* pada lambung kapal adalah NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*) *airfoil*. Pengujian yang dilakukan NACA lebih sistematis dengan membagi pengaruh efek kelengkungan dan distribusi ketebalan serta pengujiannya dilakukan pada berbagai nilai bilangan *Reynold* [2].

Pada penelitian sebelumnya dilakukan penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal dengan acuan variasi peletakan yakni pada titik *Longitudinal Center of Gravity*. *Foil* yang digunakan pada penelitian tersebut adalah NACA 64A-212 dan NACA 63-012. Pada penelitian tersebut menyatakan bahwa dari hasil uji *towing tank* menunjukkan bahwa penambahan *hydrofoil* pada *pilot boat* tidak mengurangi besarnya hambatan kapal pada kecepatan dinas dan kinerja *foil* tidak sama pada setiap variasi peletakannya [1]. Pada penelitian lainnya dengan menggunakan *foil* NACA 64A-212 dan NACA 63-012 dengan titik acuan *Center of Gravity*, menunjukkan bahwa Penggunaan *hydrofoil* pada kapal *catamaran* mengurangi hambatan kapal *catamaran* pada kecepatan dinas. Posisi peletakkan *foil* yang paling optimum (pengurangan hambatan terbesar) adalah peletakan *foil* posisi persis di bawah CG kapal (pengurangan hambatan sebesar 35%) [3].

Beberapa contoh lain pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *foil* NACA 63(2)-615 dan NACA 63-012A dengan titik acuan peletakan *Center of Gravity*, menunjukkan bahwa penerapan *hydrofoil* pada lambung kapal mampu memperkecil nilai hambatan hingga sebesar 37,56% dari nilai hambatan lambung *original* [4]. Pada penelitian lainnya dengan titik acuan dan tipe *foil* yang sama menunjukkan bahwa penerapan *hydrofoil* pada lambung kapal dapat memperkecil nilai hambatan 25,73% sampai dengan 28,52% dibandingkan dengan lambung kapal *original* [5].

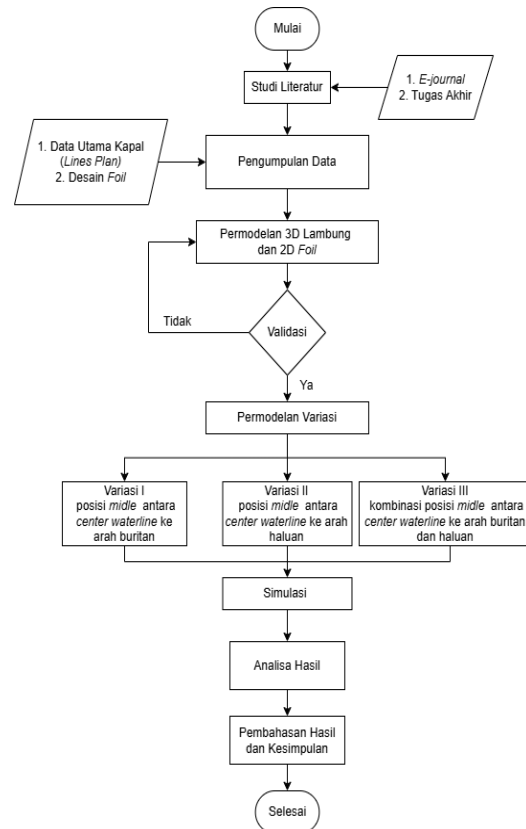
Maka dalam penelitian ini dilakukan perbedaan posisi peletakan *hydrofoil* yang sebelumnya menggunakan titik acuan *Longitudinal Center Of Gravity* diganti pada titik *Center of Waterline* untuk mengetahui efektivitas *hydrofoil* dalam mengurangi nilai hambatan kapal. Tipe *hydrofoil* yang digunakan adalah *foil* NACA 63(2)-615 dan NACA 63-012A yang sebelumnya sudah dilakukan penelitian karena dapat memberikan dampak menurunkan nilai hambatan sebesar 37,56% pada penelitian [4] dan 25,73% - 28,52% pada penelitian [5].

Studi ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh penambahan serta variasi peletakan *hydrofoil* terhadap hambatan kapal sebelum dan sesudah penerapan guna menentukan posisi peletakan *hydrofoil* yang paling

efisien dalam menurunkan nilai hambatan kapal dan *Wetted Surface Area* (WSA).

2.0 METODE

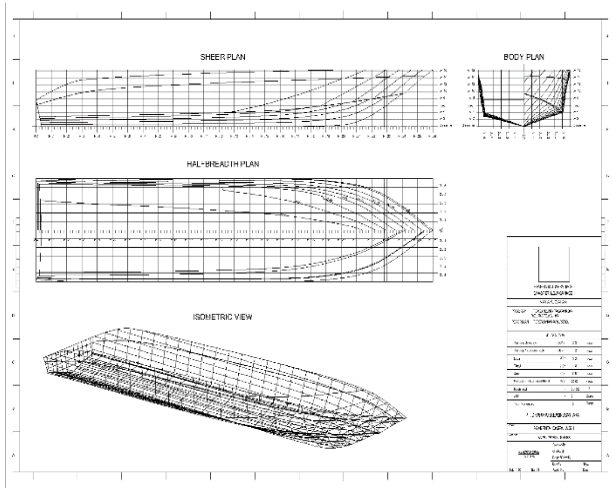
Dalam proses penelitian ini diperlukan alur proses agar mudah dipahami dan diikuti prosesnya. Diagram alir pada penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

2.1. Data Utama Kapal

Pengumpulan data ukuran utama lambung kapal patroli didapatkan oleh penyusun pada saat melakukan Magang Kerja Industri semester 7 di salah satu perusahaan galangan reparasi kapal di Pulau Jawa. Data utama kapal dalam bentuk gambar rencana garis atau *lines plan* yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan data ukuran kapal pada Tabel 1.

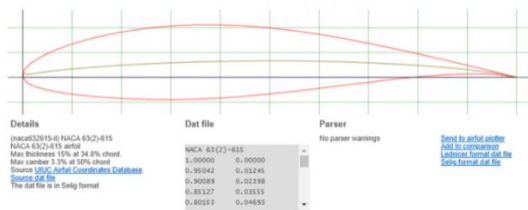


Gambar 2: Gambar Rencana Garis
Tabel 1: Data Ukuran Utama Kapal

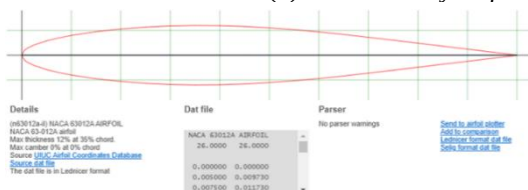
Data Ukuran Utama Lambung Kapal Patroli	
Panjang keseluruhan (LOA)	13 m
Lebar (B)	3 m
Tinggi (H)	1,3 m
Sarat ait (T)	0,6 m
Kecepatan Dinas (Vs)	20 Knot
Mesin Induk	2 x 250 HP

2.2. Foil

Foil adalah bentuk bangun yang dapat menghasilkan gaya angkat besar dengan hambatan sekecil mungkin. Gaya angkat (*lift*) dan *stall* dari sayap tersebut sangat bergantung pada bentuk geometris penampang *foil*-nya [6]. Data koordinat *foil* yang digunakan menggunakan referensi *foil* yang dikemukakan oleh NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*). Data koordinat *foil* NACA dapat diakses pada situs resmi NACA yakni airfoiltools.com. Pada penelitian ini menggunakan *foil* tipe NACA 63(2)-615 untuk *hydrofoil* dan tipe NACA 63-012A untuk *strut* yang telah diteliti. Untuk desain *foil* NACA dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 sedangkan untuk data koordinat *foil* dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3: NACA 63(2)-615 untuk *Hydrofoil*



Gambar 4: NACA 63-012A untuk *Strut*

Tabel 2: Data Koodinat *Foil*

strut				hydrofoil			
NACA 63-012A				NACA 63(2)-615			
lower surface		upper surface		lower surface		upper surface	
station	coordinate	station	coordinate	station	coordinate	station	coordinate
0.000	0.000	500.000	0.125	0.000	0.000	500.000	0.000
2.500	-4.865	475.000	3.125	3.975	-5.085	475.210	6.225
3.750	-5.865	450.000	6.125	5.410	-6.070	450.445	11.990
6.250	-7.460	425.000	9.130	8.170	-7.585	425.635	17.775
12.500	-10.390	400.000	12.130	14.750	-10.065	400.765	23.465
25.000	-14.475	375.000	15.130	27.540	-13.320	375.815	29.000
37.500	-17.520	350.000	18.105	40.135	-15.615	350.795	34.235
50.000	-19.970	325.000	20.930	52.635	-17.380	325.695	39.045
75.000	-23.735	300.000	23.500	77.480	-19.860	300.525	43.325
100.000	-26.435	275.000	25.740	102.210	-21.450	275.290	46.965
125.000	-28.320	250.000	27.585	126.875	-22.300	250.000	49.870
150.000	-29.505	225.000	28.960	151.500	-22.495	224.660	51.920
175.000	-29.975	200.000	29.785	176.110	-22.035	199.285	52.990
200.000	-29.785	175.000	29.975	200.715	-20.860	173.890	52.935
225.000	-28.960	150.000	29.505	225.340	-19.070	148.500	51.655
250.000	-27.585	125.000	28.320	250.000	-16.780	123.125	49.150
275.000	-25.740	100.000	26.435	274.710	-14.115	97.790	45.330
300.000	-23.500	75.000	23.735	299.475	-11.195	72.520	40.050
325.000	-20.930	50.000	19.970	324.305	-8.145	47.365	32.890
350.000	-18.105	37.500	17.520	349.205	-5.075	34.865	28.335
375.000	-15.130	25.000	14.475	374.185	-2.150	22.460	22.800
400.000	-12.130	12.500	10.390	399.235	0.415	10.250	15.645
425.000	-9.130	6.250	7.460	424.365	2.415	4.330	10.795
450.000	-6.125	3.750	5.865	449.555	3.520	2.090	8.170
475.000	-3.125	2.500	4.865	474.790	3.255	1.025	6.585
500.000	-0.125	0.000	0.000	500.000	0.000	0.000	0.000

2.2. Validasi Desain *Hull*

Validasi model lambung 3D dilakukan untuk membandingkan nilai yang terdapat pada *software Maxsurf modeler* dengan data perhitungan manual dari *displacement* kapal. Di sini validasi model digunakan untuk menjamin keakuratan dan ketepatan permodelan dari lambung kapal pada *software maxsurf* dengan *lines plan* kapal. Batas koreksi maksimal perbandingan hidrostatik kapal senilai $\pm 5\%$. Nilai ini diambil berdasarkan pada penelitian terdahulu yang menganggap bahwa nilai demikian masih dalam toleransi yang baik [7].

Dikarenakan pada data utama kapal tidak terdapat *displacement*, maka dilakukan perhitungan manual dengan rumus :

$$\Delta = Lwl \times B \times T \times Cb \times \rho \quad (1)$$

Dimana :

- Δ = *Displacement* (Ton)
- Cb = Koefisien Blok
- Lwl = Panjang Garis Air Kapal (m)
- ρ = Densitas air (kg/m^3)
- B = Lebar Kapal (m)
- T = Sarat Air kapal (m)

Sebelum menghitung *displacement* kapal, diperlukan data koefisien blok (Cb) terlebih dahulu. Namun, karena pada pengambilan data *lines plan* dari perusahaan tidak terdapat data koefisien blok (Cb), maka dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui nilai dari koefisien blok (Cb) kapal. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh David G.M. Watson yaitu *The Watson and Gilfillan C_b/F_n relationship* sebagaimana dijelaskan dalam buku *PRACTICAL SHIP DESIGN* [8]. Berikut merupakan proses perhitungan dari koefisien blok (Cb) kapal.

$$C_b = 0.70 + 1/8 \tan^{-1} \left(\frac{23-100 F_n}{4} \right) \text{radians} \quad (2)$$

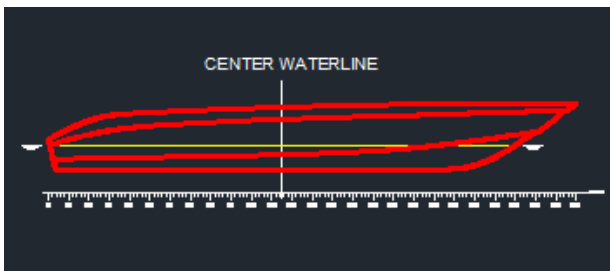
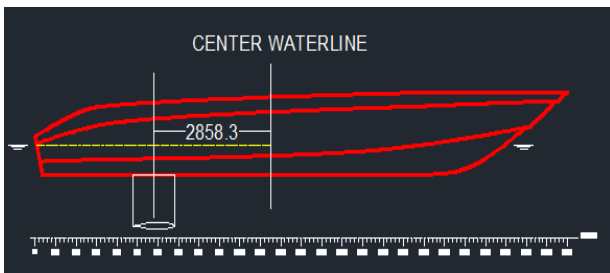
Dimana :

$$F_n = \text{Froude Number}$$

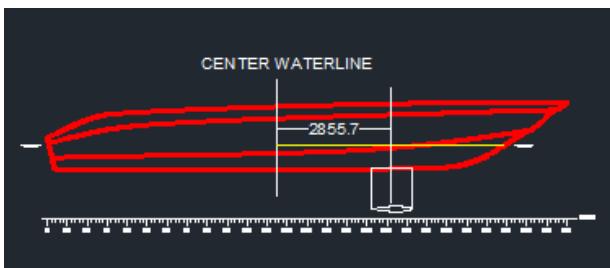
2.3. Variasi Peletakan *Hydrofoil*

Penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli dilakukan dengan acuan titik *center of waterline*. Penempatan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli diposisikan pada *keel* atau lunas kapal. Variasi penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli mencakup tiga variasi berbeda, yakni :

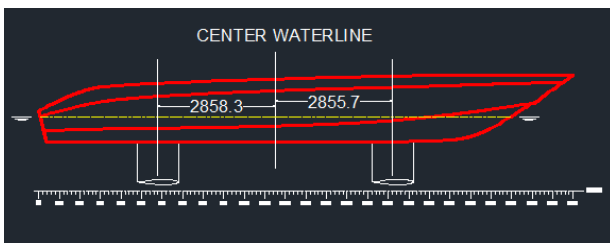
- Variasi 1 : titik center antara *midle center waterline* ke arah buritan.
- Variasi 2 : titik center antara *midle center waterline* ke arah haluan.
- Variasi 3 : kombinasi titik center antara *midle center waterline* ke arah buritan dan haluan seperti ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.

Gambar 5: Tanpa *Hydrofoil*

Gambar 6: Variasi 1



Gambar 7: Variasi 2



Gambar 8: Variasi 3

2.4. Hambatan

Hambatan kapal merupakan gaya hambat dari air yang dilalui oleh kapal saat kapal tersebut tercelup dalam air dan beroperasi dengan kecepatan tertentu. Dalam merencanakan kapal, faktor umum yang memegang

peranan penting adalah hambatan yang akan dialami oleh kapal pada waktu bergerak [9]. Hambatan total pada kapal secara umum dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_T \cdot WSA \cdot V_s^2 \quad (3)$$

Dimana :

R_T = Hambatan total kapal rancangan.

C_T = Koefisien hambatan total.

ρ = Berat jenis air laut (kg/m^3).

WSA = *Wetted Surface Area* (m^2).

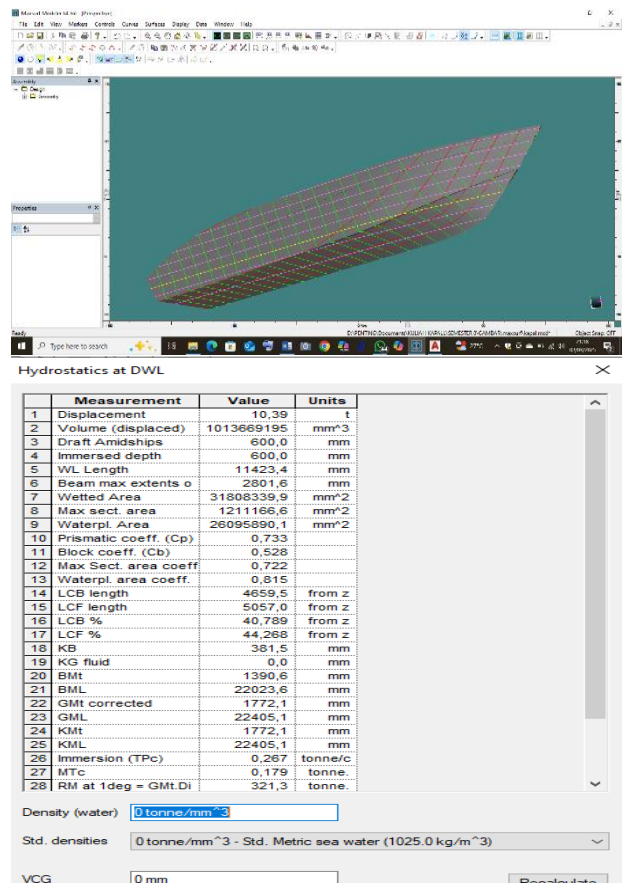
V_s = Kecepatan kapal rancangan (knot).

Pada penelitian ini hambatan dan luasan permukaan basah kapal yang tercelup air (*wetted surface area*) yang dianalisa dari kecepatan 20, 24 dan 28 knot.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

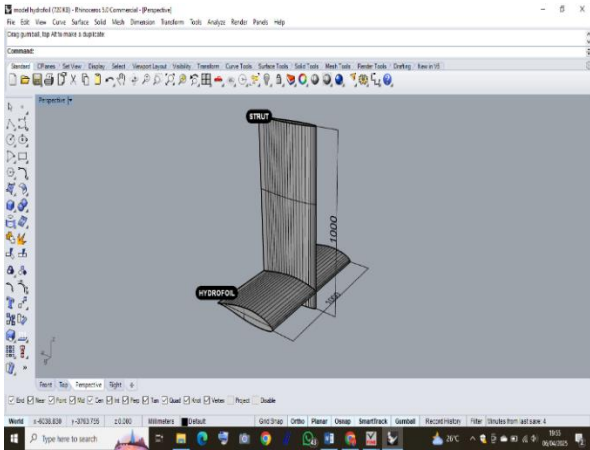
3.1 Desain Model Lambung dan *Hydrofoil*

Permodelan lambung kapal patroli direncanakan pada *software Maxsurf modeler*. Hasil dari permodelan dan data hidrostatik lambung kapal patroli dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Model Lambung dan Data Hidrostatik

Permodelan *hydrofoil* yang digunakan pada lambung kapal patroli dibuat dengan *software Rhinoceros* sesuai dengan data koordinat pada Tabel 2. Gambar permodelan *hydrofoil* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10: Model *Hydrofoil*

3.2. Validasi Model Lambung

Di sini validasi model lambung digunakan untuk menjamin keakuratan dan ketepatan permodelan dari lambung kapal pada *software Maxsurf modeler* dengan *lines plan* kapal. Batas koreksi maksimal perbandingan hidrostatis kapal senilai $\pm 5\%$. Nilai ini diambil berdasarkan pada penelitian terdahulu yang menganggap bahwa nilai demikian masih dalam toleransi yang baik [10]. *Displacement* kapal digunakan sebagai acuan validasi model.

Sebelum menghitung *displacement* kapal, diperlukan data koefisien blok (C_b) terlebih dahulu. Namun, karena pada pengambilan data *lines plan* dari perusahaan tidak terdapat data koefisien blok (C_b), maka dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui nilai dari koefisien blok (C_b) kapal. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh David G.M. Watson yaitu *The Watson and Gilfillan C/F, relationship* sebagaimana dijelaskan dalam buku *PRACTICAL SHIP DESIGN* [8]. Langkah awal yakni dengan menentukan nilai dari *Froude Number* terlebih dahulu, yakni :

$$\begin{aligned} Fn &= V_s / (\sqrt{g \cdot L}) \\ &= 10,288 / (\sqrt{9,81 \times 11,42}) \\ &= 0,972 \end{aligned} \quad (4)$$

Maka nilai C_b dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} C_b &= 0.70 + 1/8 \tan^{-1} \left(\frac{23-100 Fn}{4} \right) \text{radians} \\ &= 0.70 + 1/8 \tan^{-1} \left(\frac{23-100 \times 0,972}{4} \right) \text{radians} \\ &= 0,5104 \end{aligned} \quad (5)$$

Maka nilai *Displacement* dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \Delta &= Lwl \times B \times T \times C_b \times \rho \\ &= 11,42 \times 3 \times 0,6 \times 0,5104 \times 1,025 \\ &= 10,7537 \quad \text{Ton} \end{aligned} \quad (6)$$

Untuk memastikan model kapal sama dengan gambar *lines plan* yang sebenarnya, maka dilakukan validasi model lambung 3D kapal dengan cara membandingkan data *displacement* dan C_b pada *software Maxsurf*

modeler dengan perhitungan manual seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Validasi Model Lambung 3D

	Data Kapal	Model Maxsurf	Selisih	Toleransi	Status
Δ	10,753 Ton	10,39 Ton	3,3822 %	$\pm 5\%$	Memenuhi
C_b	0,5104	0,528	-3,452 %	$\pm 5\%$	Memenuhi

3.3. Desain Variasi Peletakan *Hydrofoil*

Permodelan variasi peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli dilakukan dengan menggunakan *software Rhinoceros*. Model lambung kapal yang sebelumnya pada *software Maxsurf modeler* di *export* kedalam *software Rhinoceros* dengan format *Rhino.3dm.file*. Selanjutnya dilakukan proses *join* antara model lambung kapal dengan model *hydrofoil* dengan *tools boolean union*. Hasil dari permodelan variasi peletakan *hydrofoil* ke lambung kapal paroli dapat dilihat pada Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13.



Gambar 11: Permodelan Variasi 1



Gambar 12: Permodelan Variasi 2



Gambar 13: Permodelan Variasi 3

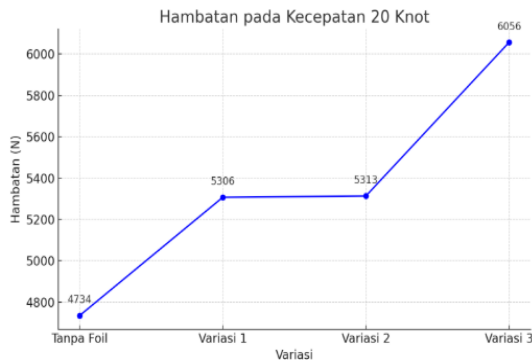
3.4. Hambatan Lambung Kapal *Hydrofoil*

Setelah dilakukan proses analisa hambatan total lambung kapal dengan penambahan peletakan *hydrofoil* menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* pada kecepatan 20, 24, dan 28 knot didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada kecepatan 20 knot, bentuk lambung asli dan variasi peletakan *hydrofoil* didapatkan hasil pada Tabel 4 dan Gambar 14.

Tabel 4: Hambatan Total 20 Knot

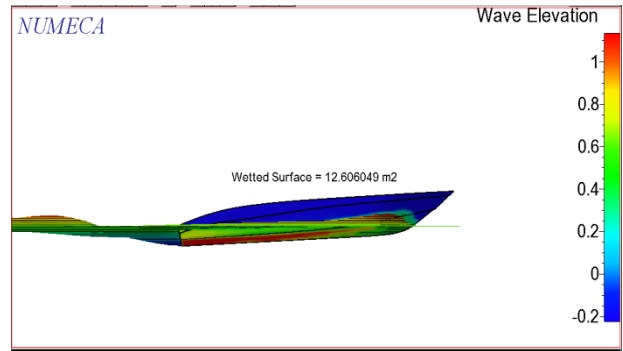
Hambatan 20 knot	
Variasi	Hambatan
Tanpa Foil	4734,7588 N
Variasi 1	5306,9150 N
Variasi 2	5313,5088 N
Variasi 3	6056,7539 N



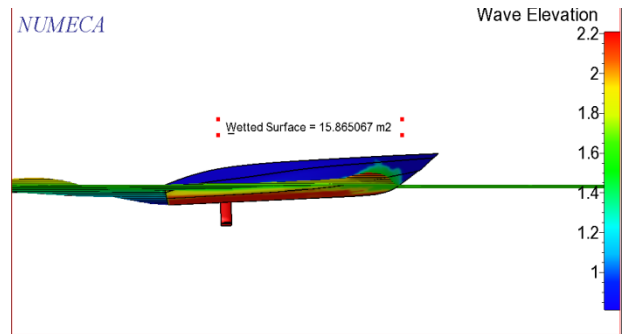
Gambar 14: Hambatan Total Lambung Kapal 20 Knot

Berdasarkan hasil tersebut, model lambung asli tanpa penambahan peletakan *hydrofoil* menunjukkan hambatan paling rendah sebesar 4734,7588 N. Penambahan peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli menghasilkan kenaikan hambatan yang berbeda-beda. Dari 3 variasi tersebut, variasi 1 menunjukkan hasil hambatan paling rendah sebesar 5306,9150 N. Nilai tersebut terlalu tinggi dibandingkan dengan nilai hambatan total lambung kapal tanpa penambahan *hydrofoil* yakni sebesar 12,08%.

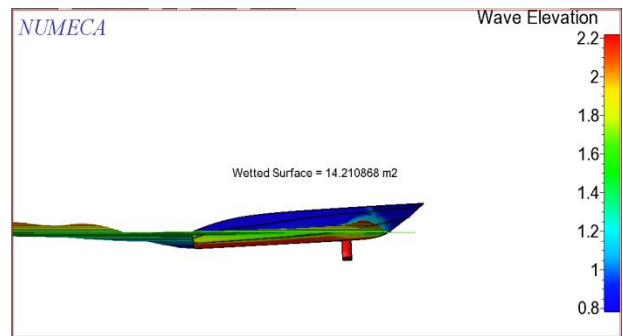
Pada Gambar 15, Gambar 16, Gambar 17, dan Gambar 18 merupakan kontur hasil dari gelombang yang dihasilkan pada kecepatan 20 knot. Pada model lambung asli tanpa penambahan *hydrofoil* mendapatkan nilai *wetted surface area* terendah yakni 12.606049 m^2 . Sedangkan dari ketiga variasi peletakan *hydrofoil*, variasi 2 menghasilkan nilai *wetted surface area* paling rendah yakni 14.210868 m^2 .



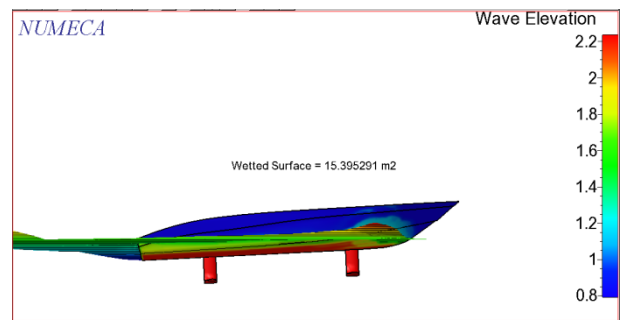
Gambar 15: WSA Model Tanpa *hydrofoil* Kecepatan 20 Knot



Gambar 16: WSA Model Variasi 1 Kecepatan 20 Knot



Gambar 17: WSA Model Variasi 2 Kecepatan 20 Knot

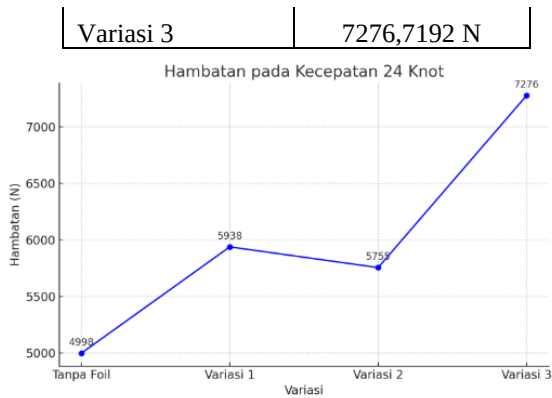


Gambar 18: WSA Model Variasi 3 Kecepatan 20 Knot

Pada kecepatan 24 knot, bentuk lambung asli dan variasi peletakan *hydrofoil* didapatkan hasil nilai hambatan pada Tabel 5 dan Gambar 19.

Tabel 5: Hambatan Total 24 knot

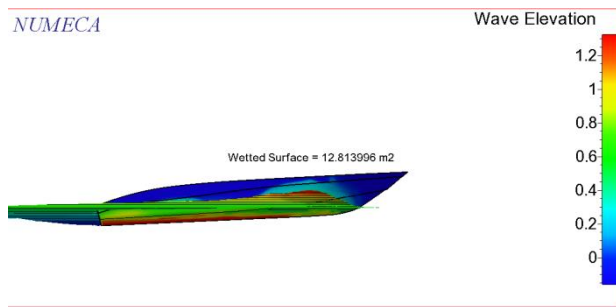
Hambatan 24 knot	
Variasi	Hambatan
Tanpa Foil	4998,4468 N
Variasi 1	5938,5420 N
Variasi 2	5755,4810 N



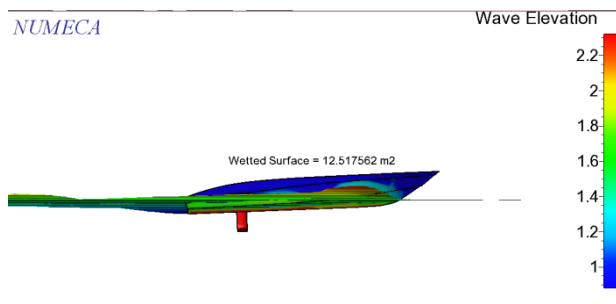
Gambar 19: Hambatan Total Lambung Kapal 24 Knot

Berdasarkan hasil tersebut, model lambung kapal tanpa penambahan *hydrofoil* menghasilkan nilai hambatan terendah yakni 4998,4468 N. Penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli memiliki nilai yang berbeda-beda. Dari ketiga variasi peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli, variasi 2 memiliki nilai hambatan terendah yakni 5755,4810 N. Nilai tersebut masih terlalu tinggi apabila dibandingkan dengan nilai hambatan total lambung kapal tanpa penambahan *hydrofoil* yakni sebesar 15,15 %.

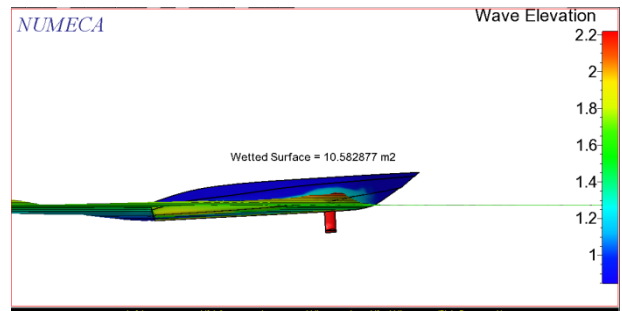
Pada Gambar 20, Gambar 21, Gambar 22, dan Gambar 23 merupakan kontur hasil dari gelombang lambung kapal pada kecepatan 24 knot. Pada model variasi 2 memiliki nilai *wetted surface area* terendah yakni 10.582877 m^2 . Nilai ini didapatkan karena pada kecepatan 24 knot, model variasi 2 mengalami kenaikan lambung kapal karena adanya gaya angkat yang dihasilkan oleh *hydrofoil* yang terpasangan di bagian haluan. Kondisi ini dapat mengurangi nilai *wetted surface area* pada bagian haluan lambung kapal.



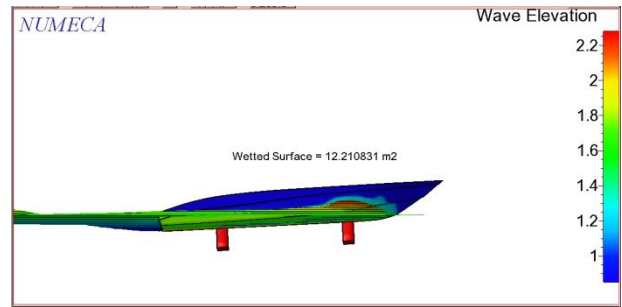
Gambar 20: WSA Model Tanpa *Hydrofoil* Kecepatan 24 Knot



Gambar 3.13 WSA Model Variasi 1 Kecepatan 24 Knot



Gambar 21: WSA Model Variasi 2 Kecepatan 24 knot

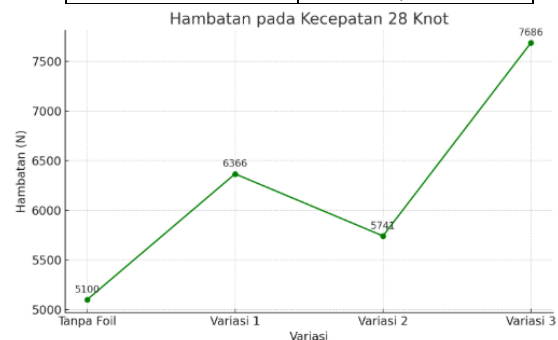


Gambar 22: WSA Model Variasi 3 Kecepatan 24 knot

Pada 28 knot, model lambung asli dan variasi peletakan *hydrofoil* didapatkan nilai hambatan pada tabel 6 dan Gambar 23.

Tabel 6: Hambatan Total 24 Knot

Hambatan 28 knot	
Variasi	Hambatan
Tanpa Foil	5100,4288 N
Variasi 1	6366,3999 N
Variasi 2	5741,6841 N
Variasi 3	7686,4438 N

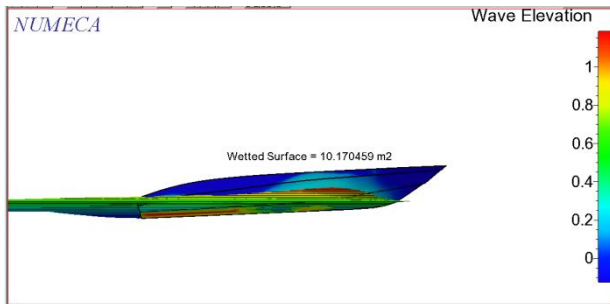


Gambar 23: Hambatan Total Lambung Kapal 28 Knot

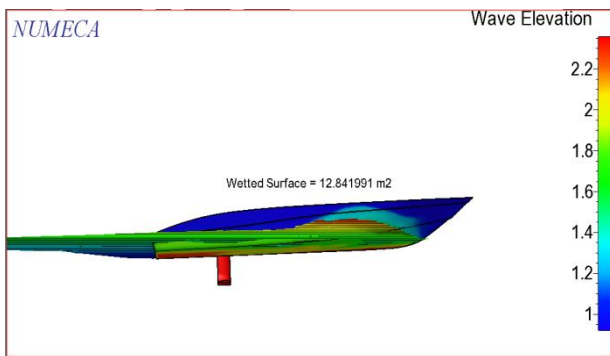
Berdasarkan hasil tersebut, model lambung kapal asli tanpa penambahan *hydrofoil* menghasilkan nilai hambatan total terendah yakni 5100,4288 N. Penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli menghasilkan nilai hambatan total yang berbeda-beda. Dari ketiga variasi peletakan *hydrofoil*, variasi 2 menghasilkan nilai hambatan total terendah yakni 5741,6841 N. Nilai tersebut masih dikatakan terlalu tinggi dibandingkan dengan nilai hambatan total lambung kapal tanpa penambahan *hydrofoil* yakni sebesar 12,57%.

Pada Gambar 24, Gambar 25, Gambar 26, dan Gambar 27 merupakan kontur hasil gelombang lambung

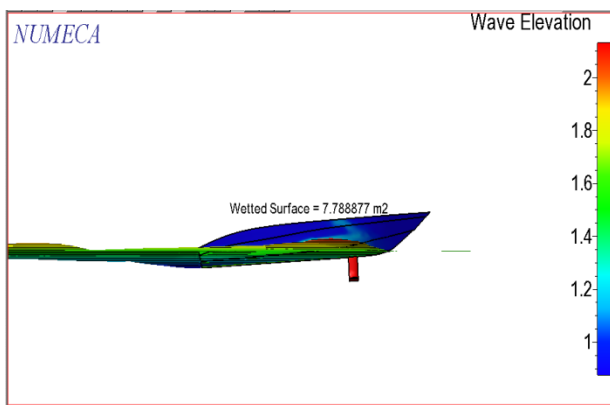
kapal pada kecepatan 28 knot. Pada model variasi 2 memiliki nilai *wetted surface area* terendah yakni sebesar 7.788877 m^2 . Nilai ini didapatkan karena pada kecepatan 24 knot, model variasi 2 mengalami kenaikan lambung kapal karena adanya gaya angkat yang dihasilkan oleh *hydrofoil* yang terpasangan di bagian haluan. Kondisi ini dapat mengurangi nilai *wetted surface area* pada bagian haluan lambung kapal.



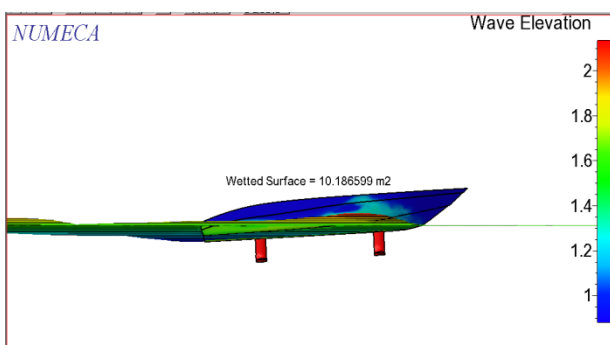
Gambar 24: WSA Model Tanpa Hydrofoil Kecepatan 28 Knot



Gambar 25: WSA Model Variasi 1 Kecepatan 28 knot



Gambar 26: WSA Model Variasi 2 Kecepatan 28 knot



Gambar 27: WSA Model Variasi 3 Kecepatan 28 knot

4.0 KESIMPULAN

Penambahan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli dapat meningkatkan nilai hambatan total pada semua variasi peletakan dan kecepatan dibandingkan dengan bentuk lambung tanpa penambahan *hydrofoil*. Hal ini mengindikasikan bahwa peletakan *hydrofoil* secara langsung menambah gaya hambat yang bekerja pada lambung kapal patroli.

Dari ketiga variasi peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal patroli, variasi 2 menunjukkan hasil yang paling efisien dalam menurunkan *wetted surface area* sebesar 17.41% pada kecepatan 24 dan 23.41% pada kecepatan 28 knot. Penurunan *wetted surface area* ini menunjukkan bahwa penambahan peletakan *hydrofoil* pada lambung kapal mampu menghasilkan gaya angkat (*lift*) yang dapat mengurangi kontak langsung lambung kapal dengan air. Meskipun secara umum hambatan total bertambah, pengurangan nilai *wetted surface area* pada kecepatan tinggi menunjukkan potensi efisiensi hidrodinamika terutama jika desain dan peletakan *hydrofoil* dioptimalkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Slamet and K. Suastika, "Kajian Eksperimental Pengaruh Posisi Perletakan Hydrofoil Pendukung Terhadap Hambatan Kapal," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2012.
- [2] A. Suryadi and I. S. Arief, "Analisa Sudut Serang Hidrofoil Terhadap Gaya Angkat Kapal Trimaran Hidrofoil Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)," *Jur. Tek. Sist. Perkapalan*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] R. Y. Dikantoro and I. K. Suastika, "Analisis Hambatan Penggunaan Hydrofoil pada Katamaran Menggunakan CFD," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28865.
- [4] M. R. D. A. Kusuma, D. Chrismianto, and S. Jokosiworo, "Pengaruh Posisi Foil Terhadap Gaya Angkat Dan Hambatan Kapal Katamaran," *Kapal*, vol. 14, no. 2, p. 58, 2017, doi: 10.14710/kpl.v14i2.16487.
- [5] M. A. Miftah, D. Chrismianto, and U. Budiarto, "Analisa Leading Edge Protuberances pada Fully Submerged Hydrofoil Terhadap Gaya Angkat dan Hambatan Kapal KH-017 Menggunakan Metode CFD," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 4, pp. 471–480, 2020.
- [6] A. P. Antika, I. P. Muliayatno, and A. W. B. Santosa, "Analisa Gaya Angkat dan Hambatan pada Dihedral Surface Piercing Hydrofoil Katamaran Menggunakan Metode CFD (Computational Fluid Dynamic)," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 152–160, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>
- [7] D. C. Arjuno Putra Pudji Nurhendra, Berlian Arswendo Adietya, "Jurnal teknik perkapalan," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 152–160, 2019, [Online]. Available:

- <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>
- [8] D. G. M. Watson, *PRACTICAL SHIP DESIGN*, vol. 1, no. C. 1998. doi: 10.1016/S1571-9952(98)80003-2.
- [9] Fernando, "Riau Dapat Bantuan Kapal Patroli Baru dari KKP, Fauzan: Perkuat Pengawasan Perbatasan dan Cegah Pencurian Ikan," 2023, *Fernanto*.
- [10] N. S. Ghalib, M. Santoso, and A. Wahidin, "Parametric Studi Desain Kapal Patroli Fiber Reinforced Plastic untuk Perawatan Lampu Approach Bandara di Kepulauan Natuna," no. 2655, pp. 4–9, 2019.