



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Perubahan Sudut *Swept Fully Submerged Foil* Terhadap Gaya Angkat & Hambatan Pada Kapal *Pilot Boat* 15 Meter

Regita Berlian Agustian¹⁾, Deddy Chrismianto¹⁾, Ahmad Fauzan Zakki¹⁾

Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

E-mail: regitaberlian28@gmail.com

Abstrak

Di era globalisasi yang maju ini membuat teknologi perkapalan juga semakin berkembang pesat. Banyak sekali inovasi yang di kembangkan, seperti halnya kapal pilot boat yang di modifikasi menjadi hydrofoil. Hydrofoil merupakan kontruksi foil yang terpasang di bawah lambung kapal yang berfungsi untuk memberikan gaya angkat pada kapal pilot boat sehingga dapat mengurangi hambatan kapal pilot boat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hambatan dan gaya angkat pada kapal pilot boat 15 meter dengan ada dan tidaknya penambahan hydrofoil. Dengan harapan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam merancang hydrofoil khususnya untuk kapal pilot boat di Indonesia. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *fully submerged foil*, yang dilakukan dengan menganalisa berbagai variasi *swept foil* serta *angel of attack*, untuk mendapatkan gaya angkat paling besar dan hambatan total kapal yang paling kecil dalam metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Berdasarkan hasil perhitungan analisis nilai gaya angkat kapal sebelum di modifikasi diperoleh nilai 12.326 KN. Sedangkan untuk kapal setelah dimodifikasi nilai gaya angkat terbesar yaitu 36.788 KN untuk variasi sudut serang 4 derajat dan *swept* 10 derajat *froude number* 1.356. Nilai hambatan total kapal sebelum dimodifikasi sebesar 25.650 KN. Sedangkan nilai hambatan total setelah kapal dimodifikasi sebesar 24.921 KN. Nilai tersebut terjadi pada *froude number* 1.356. Dari beberapa variasi sudut *swept fully submerged foil* yang dilakukan di dapatkan variasi *swept fully submerged foil* yang paling efektif yaitu untuk variasi sudut serang 4 derajat dan *swept fully submerged foil* 10 derajat.

Kata Kunci : hydrofoil, pilot boat, gaya angkat, hambatan, *swept foil*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya terdiri atas wilayah perairan oleh karena itu cukup banyak aktifitas masyarakat ataupun pemerintah yang berhubungan dengan bidang maritim. Dengan potensi bidang maritim di Indonesia yang sangat besar, menjadikan perkembangan teknologi transportasi laut untuk selalu dikembangkan. Salah satu perkembangan transportasi laut yaitu kapal berkecepatan tinggi yang banyak digunakan oleh pemerintah untuk bidang militer dan pengawasan perairan Indonesia.

Pada penelitian penambahan *twin step hull* pada kapal pilot boat 15 meter dimana setiap variasi modelnya diketahui dapat menambah nilai *lift* sebesar 34.42 kN dan nilai hambatan total yang dapat diperkecil hingga 28.39% pada kecepatan 28 knot [1]. Pada analisa penambahan *hull vane* pada kapal pilot boat 15 meter dapat menambah nilai *lift* sebesar 26.529 kN dan pengurangan hambatan total kapal 35% pada model *hull vane* dengan sudut serang 2° dengan kedalaman 100%T [2]. Pada analisa perubahan sudut *swept fully submerged foil* pada kapal katamaran dapat menambah nilai *lift* sebesar 588.730 N pada model *swept fully submerged foil* 10° dengan *angel of attack* 3°, selain

itu juga dapat mengurangi nilai hambatan total kapal sebesar 50.3% [3]. Dengan banyaknya modifikasi kapal untuk mendapatkan kapal yang memiliki hambatan paling kecil, hidrofoil dapat memberikan gaya angkat yang lebih besar sehingga dapat mengurangi hambatan kapal. *Hydrofoil* di aplikasikan dibawah lambung kapal. Pada kecepatan tertentu badan kapal akan terangkat, hal ini dapat mengurangi WSA (*Wetted Surface Area*), penuruna hambatan kapal yang terjadi dapat mengoptimalkan kecepatan kapal serta peningkatan efesiensi penggunaan bahan bakar.

Inovasi dalam pengembangan perkapalan untuk meningkatkan efisiensi *Effective Horse Power* (EHP) dengan pengujian terhadap variasi foil. Untuk menentukan gaya angkat yang optimal perlu adanya pentuan sudut foil yang berbeda. Hasil dari variasi foil akan dibandingkan untuk mendapatkan variasi foil yang paling optimum.

Pemilihan foil tipe *fully submerged* dinilai dapat meredam gelombang ketika kapal bergerak dengan kecepatan tinggi. Penelitian ini menganalisa penerapan foil tipe *fully submerged* pada kapal hidrofoil pilot boat dengan variasi *angle of attack* dan sudut swept foil untuk mendapatkan *hydrodynamic lift to drag ratio* yang sesuai dengan kebutuhan kapal dan *Effective Horse Power* (EHP) yang paling efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya angkat dan hambatan pada kapal *pilot boat* 15 meter dengan ada dan tidaknya penambahan *hydrofoil*. Dengan harapan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam merancang *hydrofoil* khususnya untuk kapal *pilot boat* di indonesia.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Penelitian ini menganalisa hasil modifikasi kapal *Pilot Boat* yang diaplikasikan menjadi *hydrofoil*. *Hydrofoil* yang digunakan adalah tipe *fully submerged foil* dengan variasi sudut swept dan *angel of attack*. *Swept foil* memiliki 3 karakteristik, karakterisitik pertama dari *swept foil* memberikan aliran masuk yang lebih halus serta aliran keluar pada *foil* yang mengalami terjangan ombak atau terlalu banyak mengalami *lift*. berikutnya mengurangi *cavitation* pada *foil* dan dapat memberikan efisiensi yang lebih baik serta memiliki kekutan bending momen yang lebih baik[5].

Tabel 1. Data primer kapal

No	Dimensi	Skala Penuh
1	<i>Length Over All (LOA)</i>	15,00 m
2	<i>Length of Waterline (LWL)</i>	13,20 m
3	<i>Length of Perpendicular (LPP)</i>	13,25 m

4	<i>Draft(T)</i>	0,76 m
5	<i>Height(H)</i>	2,13 m
6	<i>Breadth(B)</i>	4,00 m
7	<i>Service Speed (Vs)</i>	30 knots
8	<i>Coefficient Block (Cb)</i>	0,30
9	<i>Displacement</i>	14,02 Ton

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa variasi dari kecepatan 10 Knot, 17 Knot, 24 Knot dan 30 Knot atau dengan nilai *froud number* 0.452, 0.768, 1.085 dan 1.356

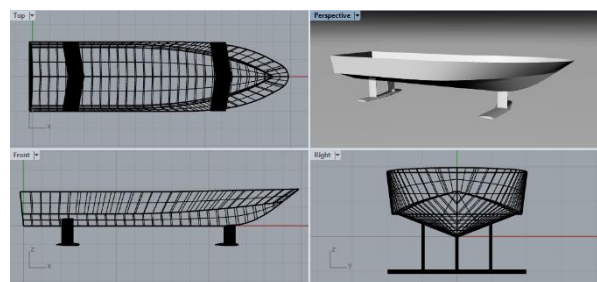
Tabel 2. Variasi kecepatan kapal

Fr	V (m/s)	V (knot)
0.452	5,144	10
0.768	8,745	17
1.085	12,346	24
1.356	15,432	30

Selain dilakukan variasi pada variabel kecepatan kapal, dilakukan pula variasi pada sudut *swept foil* dan *angle of attack* pada *foil*.

Tabel 3. Variasi model

Model	Sudut Swept foil	Angle of Attack
1	10°	0°
2	20°	0°
3	30°	0°
4	10°	4°
5	20°	4°
6	30°	4°



Gambar 1. Kapal *pilot boat* dengan *swept fully submerged foil*.

Gambar 1 merupakan model kapal *pilot boat* yang dimodifikasi menjadi *hidrofoil*. Untuk mendapatkan hasil variasi sudut *swept* dan *angel of attack* terhadap gaya angkat dan hambatan kapal, penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

Tahap pertama adalah menghitung pembebanan pada *foil* menggunakan *canard*, *foil* diklasifikasikan *canard* bila 65% atau lebih berat disangga oleh foil belakang. Maka dengan rumus sebagai berikut dapat ditentukan peletakan *foil*.

$$L_1 + L_2 = W$$

$$L_1 \cdot X_1 = L_1 \cdot X_1 \quad (1)$$

Dimana, L_1 adalah *lift force foil 1*, L_2 adalah *lift force foil 2*, X_1 adalah jarak *foil 1* ke titik berat kapal, X_2 adalah jarak *foil 2* ke titik berat kapal.

Tahap kedua adalah membuat model lambung kapal *Pilot Boat* dan *swept foil* yang didesain menggunakan *software Rhinoceros v 6.0*. Kemudian kapal *Pilot Boat* dimodifikasi dengan menambahkan variasi *swept fully submerged foil* pada bagian bawah lambung kapal, setelah itu kapal dengan ukuran asli diskala sebesar 1:30. Setelah itu *export* dengan bentuk file.ACIS.(Sat). Kemudian *Import* ke *software CFD* untuk dilakukan proses analisa gaya angkat.

Gambar 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 merupakan desao dari variasi *Swept Fully Submerged foil* dengan variasi *Angle Of Attack*.

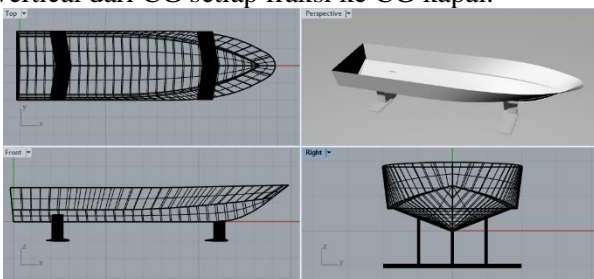
Tahap ketiga adalah mengolah data hasil analisa dari CFD di dapat nilai trim dan nilai gaya angkat untuk mendapatkan sarat baru. Koreksi sudut trim yang pada *hydrofoil* menggunakan persamaan berikut[6]:

$$\Delta\alpha = \frac{My}{\rho g I_y} \quad (2)$$

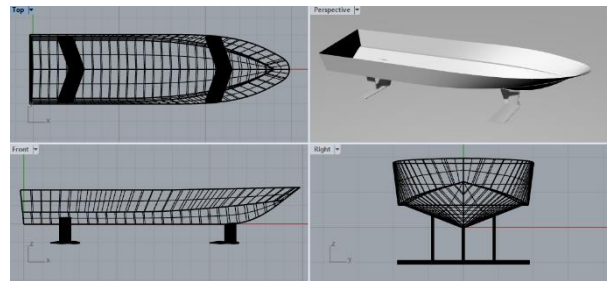
Dimana, $\Delta\alpha$ adalah koreksi sudut *trim*, My adalah momen *trim*, ρ adalah massa jenis fluida, g adalah percepatan gravitasi, I_y adalah momen inersia y-axis (*pitching*). Momen inersia *pitching* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: [7]

$$I_{yy} = \frac{1}{g} \sum [w_i (x_i^2 + z_i^2)] \quad (3)$$

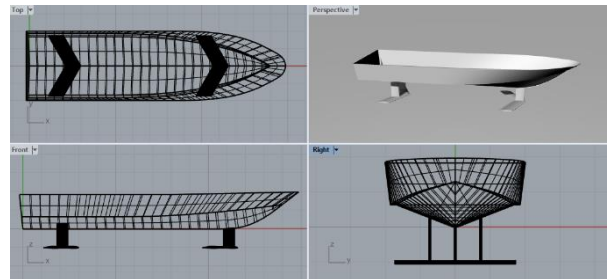
dimana, g adalah percepatan gravitasi, w_i adalah berat setiap fraksi, x_i adalah jarak memanjang dari CG setiap fraksi ke CG kapal, z_i adalah jarak vertical dari CG setiap fraksi ke CG kapal.



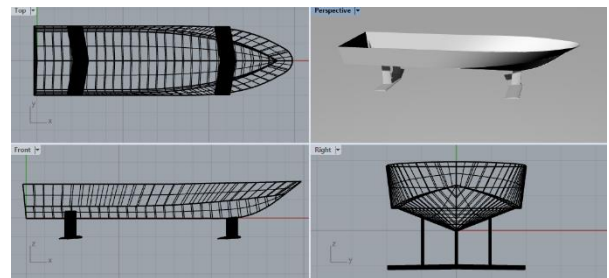
Gambar 2. *Swept fully submerged foil* 10° dengan *angle of attack* 0°



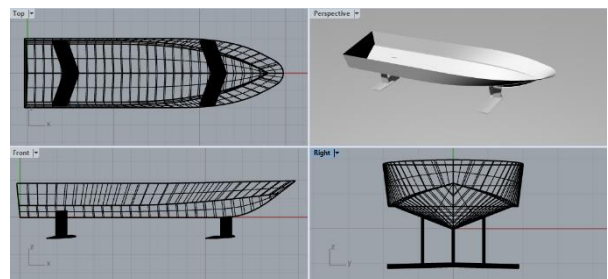
Gambar 3. *Swept fully submerged foil* 20° dengan *angle of attack* 0°



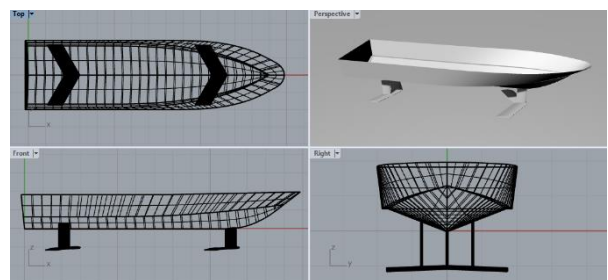
Gambar 4. *Swept fully submerged foil* 30° dengan *angle of attack* 0°



Gambar 5. *Swept fully submerged foil* 10° dengan *angle of attack* 4°



Gambar 6. *Swept fully submerged foil* 20° dengan *angle of attack* 4°



Gambar 7. *Swept fully submerged foil* 30° dengan *angle of attack* 4°

Gaya angkat merupakan komponen gaya fluida yang tegak lurus arah gerakan. Berdasarkan analisis dimensi bentuk persamaan *lift*:

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 A_P C_L \quad (4)$$

dimana, L adalah gaya *lift*, ρ adalah massa jenis, C_L adalah koefisien *lift*, V adalah kecepatan, A_P adalah Plan Area (S). Kemudian model disesuaikan dengan sarat baru. Lalu kapal dengan ukuran asli diskala sebesar 1:30. Setelah itu *export* dengan bentuk file *ACIS*.(Sat). Kemudian *Import* ke *software* CFD untuk dilakukan proses analisa hambatan.

Tahap keempat adalah menganalisa nilai *heaving* dan hambatan total. *Heaving* adalah gerakan osilasi translasi terhadap sumbu z.[8]

$$\Delta z = \frac{F_z}{\rho g A_{wp}} \quad (5)$$

Dimana, Δz adalah koreksi *heaving* kapal (m), F_z adalah gaya angkat sumbu Z (N), ρ adalah massa jenis fluida (1025 kg/m^3), g adalah gravitasi, A_{wp} adalah luas permukaan basah kapal kondisi *even keel* (m^2).Setelah itu menghitung nilai dari hambatan total dengan rumus umum dari hambatan total kapal:

$$R_T = \frac{1}{2} \rho C_T S V^2 \quad (6)$$

Dimana, R_T adalah hambatan total kapal (N), ρ adalah masa jenis fluida (1025 kg/m^3), C_T adalah koefisien hambatan total kapal, S adalah luas permukaan basah lambung kapal (m^2), V adalah kecepatan kapal (m/s).

Tahap kelima yaitu membandingkan hasil analisa dengan adanya penambahan *Swept Fully Submerged foil* terhadap kapal *pilot boat*.

Tahap Keenam yaitu penarikan kesimpulan pengaruh variasi sudut *swept foil* dan *Angle Of Attack* terhadap gaya angkat dan hambatan kapal *pilot boat*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Peletakan Foil

Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan bahwa posisi hydrofoil dapat menghasilkan gaya angkat, hambatan dan nilai EHP yang yang berbeda. Tabel 4 adalah data peletakan posisi hydrofoil dengan konfigurasi *canard*.

Tabel 4. Variasi *hydrofoil*

Model	Letak foil dari LCG (m)	
	Aft	Front
Original	-	-
Canard	-3	5,57

3.2. Gaya angkat dan Trim Moment

Langkah selanjutnya setelah memodelkan ialah melakukan analisa terhadap gaya angkat dan hambatan. Dilakukan 2 kali proses running untuk mendapatkan hasil tersebut. Pertama proses running untuk mendapatkan lift dan moment trim yang dihasilkan oleh hydrofoil. Kemudian dilakukan tahap running yang ke 2 model kapal yang telah diangkat sesuai dengan kecepatan masing-masing kapal kemudian di running kembali untuk mendapatkan nilai hambatan.

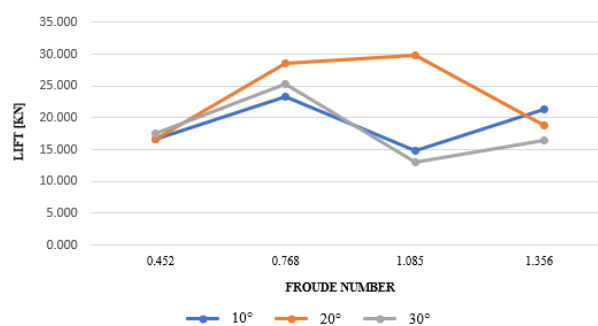
Perhitungan gaya angkat dan hambatan dilakukan dengan metode *Computational Fluid Dynamic* kemudian hasil didapatkan pada tahap *post processor (result)* yang kemudian diolah agar data dapat disajikan.

Tabel 5. *Lift angel of attack 0°*

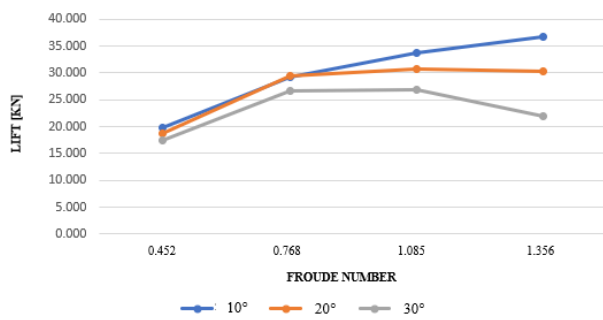
Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	4.914	16.619	17.461
0.768	9.696	28.544	25.350
1.085	10.757	29.757	13.068
1.356	12.326	18.887	16.529

Tabel 6. *Lift angel of attack 4°*

Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	4.914	18.731	17.525
0.768	9.696	29.444	26.685
1.085	10.757	30.802	26.929
1.356	12.326	30.343	21.842



Gambar 8. *Lift swept fully submerged hydrofoil angle of attack 0°*



Gambar 9. Lift swept fully submerged hydrofoil angle of attack 4°

Pada tabel 5, tabel 6, gambar 8 dan gambar 9 dapat di bandingkan nilai lift kapal dengan penambahan hidrofoil lebih besar dari pada kapal original, karena foil memberikan gaya angkat pada kapal sehingga lambung kapal dapat terangkat. Nilai lift tertinggi pada nilai froud number 1.356 pada setiap model. Untuk nilai tertinggi sebesar 36.788 KN didapat dari model swept fully submerged 10° dengan angle of attack 4°. Nilai terkecil pada froud number yang sama pada model fully submerged 30° dengan angle of attack 0° memiliki nilai sebesar 16.529 KN.

Tabel 7. Trim moment angel of attack 0°

Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	2.837	2.845	2.935
0.768	3.730	4.424	3.926
1.085	2.702	4.210	2.931
1.356	3.902	2.931	3.408

Tabel 8. Trim moment angel of attack 4°

Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	3.369	3.238	3.065
0.768	4.944	4.934	4.414
1.085	6.437	5.963	5.402
1.356	7.979	5.466	4.029

Setelah didapatkan nilai lift dan nilai trim moment dilakukan pengolahan data, pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan nilai heave dan nilai trim setiap model sesuai dengan froud number. Nilai pada tabel 7, 8, 9 dan 10 merupakan kondisi kapal heave dan trim yang baru.

Tabel 9. Heave setiap froude fumber angel of attack 0°

Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	0.4520	0.4520	0.4060
0.768	0.1780	0.0390	0.1220
1.085	0.5720	0.0090	0.6210
1.356	0.2460	0.3410	0.4570

Tabel 10. Heave setiap froude fumber angel of attack 4°

Fr	Model Kapal Hydrofoil		
	10°	20°	30°
0.452	0.3060	0.3480	0.4030
0.768	0.0210	0.0160	0.0860
1.085	0.0880	0.0170	0.0800
1.356	0.1590	0.0060	0.2290

Nilai trim tertinggi 7.979 KN didapat dari model swept fully submerged 10° dengan angle of attack 4°. Dengan froude number yang sama nilai terkecil pada model fully submerged 20° dengan angle of attack 0° memiliki nilai sebesar 2.931 KN. Nilai heave tertinggi 0.4570 N didapat dari model swept fully submerged 30° dengan angle of attack 0°, sedangkan nilai terkecil pada model fully submerged 10° dengan angle of attack 4° memiliki nilai sebesar 0.0060 N dengan froude number yang sama..

3.3. Hambatan Kapal

Nilai hambatan total kapal didapatkan dari penjumlahan beberapa komponen yang ada dalam hambatan total kapal. Komponen hambatan ialah hambatan gelombang dan hambatan viskositas. Hambatan total kapal hydrofoil lebih kecil dibandingkan pada model asli. Pada kondisi tersebut kapal hydrofoil memiliki gaya angkat yang besar sehingga mengurangi adanya gesekan antara badan kapal dengan permukaan air. Nilai WSA (Wetted Surface Area) semakin kecil seperti halnya hambatan total yang dihasilkan pada kecepatan tinggi semakin kecil seperti pada tabel 11 dan tabel 12.

Tabel 11. WSA angel of attack 0°

Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	45.198	16.982	16.342	15.134
0.768	44.852	15.983	14.839	14.092
1.085	43.184	17.420	14.729	26.124
1.356	42.128	16.236	15.936	15.320

Tabel 12. WSA angel of attack 4°

Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	45.198	16.623	19.272	15.916
0.768	44.852	15.581	18.070	14.467
1.085	43.184	15.175	17.951	14.441
1.356	42.128	14.922	17.994	16.724

3.3.1 Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang (CW) adalah hambatan yang timbul akibat pergerakan kapal relative

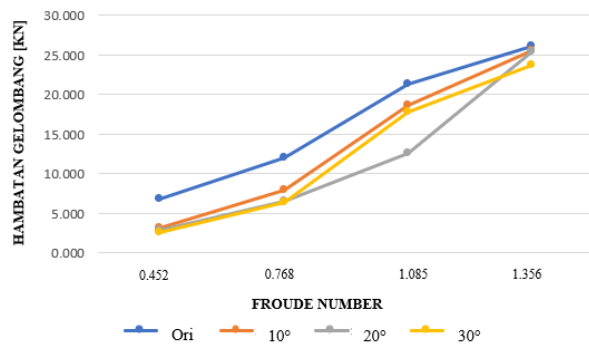
terhadap air sehingga timbul perbedaan tekanan pada permukaan (bidang) basah kapal yang selanjutnya menimbulkan *wave pattern*[9].

Tabel 13. Hambatan gelombang *angel of attack* 0° (KN)

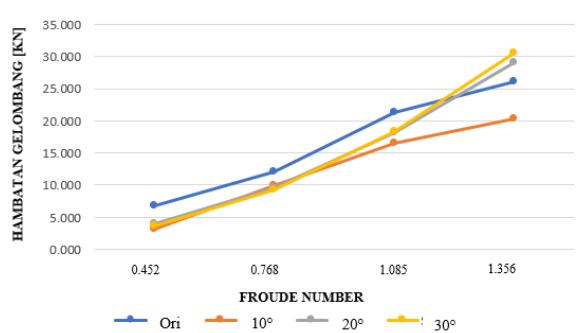
Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	6.785	3.145	2.940	2.577
0.768	12.048	7.902	6.579	6.364
1.085	21.301	18.595	12.550	17.768
1.356	26.095	25.604	25.428	23.766

Tabel 14. Hambatan gelombang *angel of attack* 4° (KN)

Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	6.785	3.142	4.050	3.699
0.768	12.048	9.994	9.564	9.286
1.085	21.301	16.445	18.239	18.338
1.356	26.095	20.316	29.060	30.540

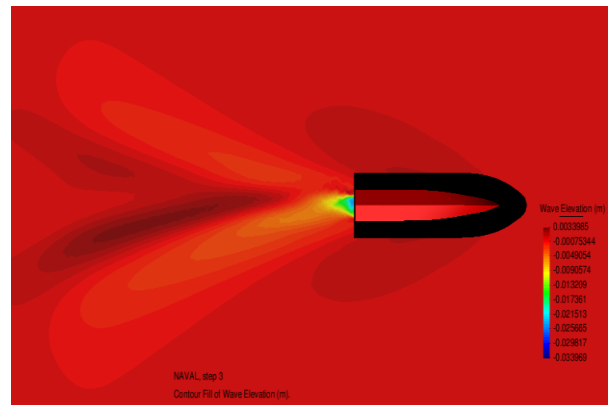


Gambar 10. Hambatan gelombang *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 0°

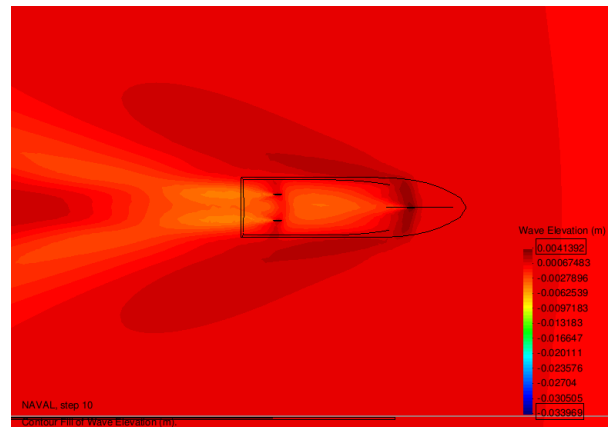


Gambar 11. Hambatan gelombang *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 4°

Pada tabel 13, tabel 14, gambar 10 dan gambar 11 menjelaskan perbandingan nilai hambatan gelombang kapal asli dan kapal hidrofoil, nilai hambatan terendah 20.316 KN didapat dari model *swept fully submerged* 10° dengan *angle of attack* 4°.



Gambar 12. *Contour fill* kapal original pada Froude Number 1.085



Gambar 13. *Contour fill* kapal *swept fully submerged* 20° *angel of attack* 0° pada Froude Number 1.085

Pada gambar 12 menunjukkan *contour fill* pada kondisi kapal original yang memiliki hambatan yang besar karena semua bagian lambung kapal tercelup dalam air yang dapat dilihat menghasilkan banyak gelombang. Sedangkan pada kondisi Gambar 13 pada saat *hydrofoil* telah terangkat hambatan yang terjadi hanya pada bagian *foil* serta strut yang bersinggungan dengan permukaan air, dapat jelas terlihat bahwa gelombang yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan kapal original. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat pengurangan hambatan yang cukup signifikan antara kapal original dengan *hydrofoil swept full submerged* 10°.

3.3.2 Hambatan Viskositas

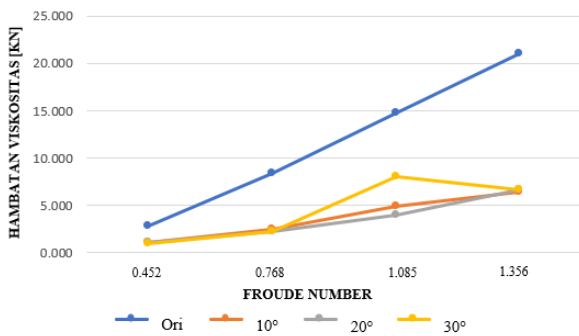
Hambatan Viskositas (R_{vis}) adalah Hambatan yang terjadi karena adanya efek viskositas fluida. Artinya setiap fluida akan menghasilkan hambatan saat fluida tersebut bergerak ataupun saat sebuah benda lain bergerak melawan arah aliran fluida.

Tabel 15. Hambatan viskositas *angel of attack* 0° (KN)

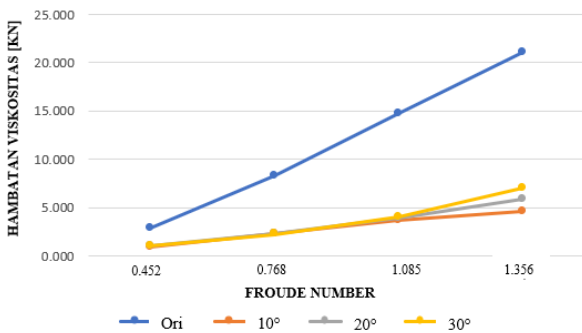
Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	2.817	1.070	1.043	0.974
0.768	8.337	2.466	2.280	2.269
1.085	14.714	4.939	4.012	8.082
1.356	21.033	6.468	6.675	6.672

Tabel 16. Hambatan viskositas *angel of attack* 4° (KN)

Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	2.817	2.463	16.525	0.979
0.768	8.337	2.262	2.242	2.235
1.085	14.714	3.647	3.937	4.046
1.356	21.033	4.605	5.895	7.006



Gambar 14. Hambatan viskositas *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 0°



Gambar 15. Hambatan viskositas *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 4°

Pada tabel 15, tabel 16, gambar 14 dan gambar 15 menjelaskan perbandingan nilai hambatan viskositas kapal asli dan kapal hidrofoil, nilai hambatan terendah 4.605 KN didapat dari model *swept fully submerged* 10° dengan *angle of attack* 4°.

Tabel 17. Hambatan total *angel of attack* 0° (KN)

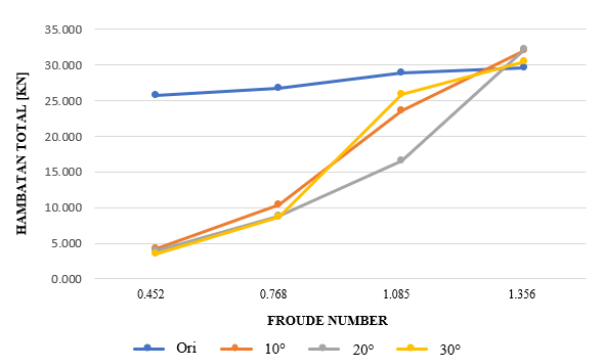
Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	25.650	4.215	3.983	3.551
0.768	26.762	10.367	8.859	8.634
1.085	28.912	23.535	16.562	25.851

1.356 29.643 32.071 32.103 30.440

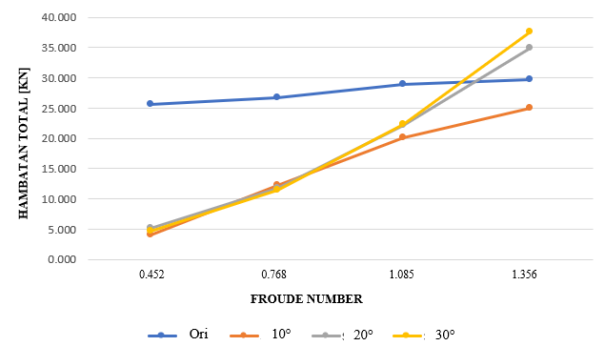
Tabel 18. Hambatan total *angel of attack* 4° (KN)

Fr	Model Kapal			
	Original	10°	20°	30°
0.452	25.650	4.027	5.065	4.677
0.768	26.762	12.255	11.806	11.520
1.085	28.912	20.092	22.176	22.385
1.356	29.643	24.921	34.954	37.546

Hambatan total mengalami perubahan signifikan pada model *swept fully submerged foil* pada sudut 10° dengan *angle of attack* 4°. Hambatan total mengalami pengurangan hingga 38.021%. Namun pada kondisi model yang lain tidak mengalami pengurangan yang besar dikarenakan nilai hambatan mejadi besar di bagian *foil* namun tidak pada badan kapal.

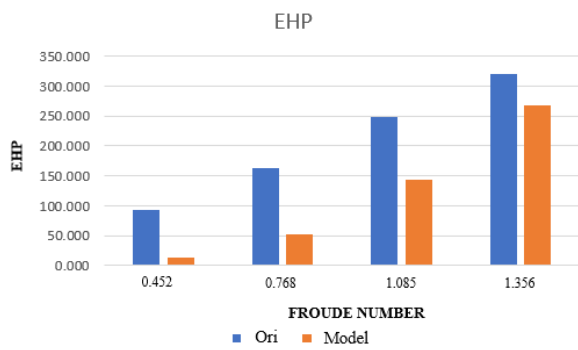


Gambar 16. Hambatan total pada *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 0°.



Gambar 17. Hambatan total pada *swept fully submerged hydrofoil angle of attack* 4°.

Gambar 16 dan gambar 17 menjelaskan bagaimana hambatan yang terjadi pada kapal dengan menggunakan *swept fully subemrged*. Karena gaya angkat yang tinggi sehingga mengurangi hambatan pada kapal *hydrofoil*.



Gambar 18. EHP pada tiap froude number

Gambar 17 menunjukkan model kapal original pada saat kecepatan 30 knot membutuhkan EHP sebesar 319.675 HP, namun untuk model *swept fully submerged hydrofoil 10° angle of attack 4°* hanya membutuhkan EHP sebesar 268.747 HP. Terjadi pengurangan EHP sebesar 15.931% pada kecepatan 30 knot antara model kapal original dan model *swept fully submerged hydrofoil 10° angle of attack 4°*.

4. KESIMPULAN

Lift terbesar pada nilai froud number 1.356 pada setiap model. Untuk nilai tertinggi sebesar 36.788 KN didapat dari model *swept fully submerged 10°* dengan *angle of attack 4°*. Nilai terkecil pada froud number yang sama pada model *fully submerged 30°* dengan *angle of attack 0°* memiliki nilai sebesar 16.529 KN.

Hambatan total dengan nilai paling rendah dihasilkan oleh model *swept fullysubmerged 10°* dengan *angle of attack 4°*. Hambatan total berkurang hingga 38.021% dari kapal original.

EHP pada model *swept fullysubmerged* dapat mengurangi EHP sebesar 15.931% dari kapal original, *swept fully submerged 10°* dengan *angle of attack 4°* merupakan model yang paling optimum dalam menghasilkan EHP yang paling efisien serta dalam memperkecil nilai hambatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Zubae, U. Budiarto, and M. Iqbal, "Analisa Variasi Twin Step Hull pada Kapal Pilot Boat 15 Meter ALU dengan Menggunakan Metode CFD, " J. Tek. Perkapalan, Vol. 6, 2018.
- [2] S. Y. Afriansyah, U. Budiarto, and P. Manik, "Analisa Penambahan Hull Vane Dengan Tipe Foil NACA 4412 Terhadap Hambatan dan Gaya Angkat pada Kapal Pilot Boat 15 Meter dengan Variasi Sudut Serang dan Kedalaman Foil Menggunakan Metode CFD, " J. Tek. Perkapalan, Vol. 7, 2019.

- [3] M. G . Damarjati, D. Chrismianto, and B. A. Adietya, "Analisa Pengaruh Perubahan Sudut Swept Fullysubmerged Foil Terhadap Gaya Angkat dan Hambatan pada Kapal Katamaran Menggunakan Metode CFD, " J. Tek. Perkapalan, Vol. 1, 2019.
- [4] S. Bal, "Lift and Drag Characteristics of Cavitating Swept and V-Type Hydrofoils," *Int. J. Marit. Eng.*, no. January, 2005.
- [5] H. N. Loveday, G. Migeotte, and T. W. von Backstrom, "The Design of a Hydrofoil System for Sailing Catamarans," *South African Inst. Mech. Eng. R&D J.*, vol. 24, no. 1, pp. 12–18, 2008.
- [6] M. Salas, R. Luco, P. K. Sahoo, N. Browne, and M. López, "Experimental and CFD resistance calculation of a small fast catamaran," *Int. Conf. high Perform. Veh.*, no. October 2015, pp. 215–229, 2004.
- [7] R. Bhattacharyya, *Dynamics of Marine Vehicles*. New York: John Wiley & Son, 1978.
- [8] A.H. Fajar, D. Chrismianto, and E.S. Hadi, "Studi Analisa Slamming & Deck Wetness Akibat Gerakan Heaving – Pitching Coupling & Gerakan Non-Linier Rolling (Studi Kasus Kapal MT.Pandan)," University Diponegoro, 2017.
- [9] A. F. Molland, R. S. Turnock dan D. A Hudson, *Ship Resistance and Propulsion*, University of Southampton: Cambridge University Press, 2011.