



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Pengaruh Panjang, Letak dan Geometri Lunas Bilga Terhadap Arah dan Kecepatan Aliran (*Wake*) Pada Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)

Herman Ferdinan Philip Simanjuntak<sup>1)</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>, Ari Wibawa Budi Santosa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email : [hermanferdinand26@gmail.com](mailto:hermanferdinand26@gmail.com), [parlin1974@yahoo.com](mailto:parlin1974@yahoo.com), [arikapal75@gmail.com](mailto:arikapal75@gmail.com)

### Abstrak

Terdapat banyak sekali jenis kapal ikan tradisional yang ada di Republik Indonesia, salah satunya yaitu kapal ikan tradisional di daerah Kragan di Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah. Memiliki ciri khas dengan lunas bilga yang terpasang pada kedua sisi lambung kapal, yang dipercaya oleh warga setempat untuk menjadikan kapal memiliki stabilitas yang baik sehingga penulis ingin mengetahui nilai *wake* dan  $V_a$  (*velocity advanced*) dengan melakukan variasi geometri, panjang dan letak lunas bilga dengan patokan dari radius bilga kapal yang direkomendasikan penelitian sebelumnya. Adapun tahapan yang dilalui untuk mencapai tujuan tersebut tahapan untuk mencapai tujuan tersebut menggunakan beberapa *software* perkapalan yang terintegrasi. Pada awalnya adalah pembuatan Model dengan rencana garis yang sudah ada, kemudian dilakukan analisa kecepatan aliran dan nilai *wake*. Berdasarkan hasil analisa kecepatan aliran dan nilai *wake* pada model foil  $\frac{1}{2}$  panjang kapal di  $20^\circ$  adalah yang paling cepat dan memiliki nilai *wake* terkecil. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian kali ini model yang di rekomendasikan untuk panjang dan model lunas bilga adalah model Foil dengan panjang lunas bilga 16,5 m di  $20^\circ$  dan nilai *wake* 0.07055 dan  $V_a = 4.3030$  m/s menunjukkan yang terbaik.

Kata kunci : Lunas bilga, *radius bilga*, *Effective Wake Friction*, *Wake Patterns*, *Velocity Advanced*

### 1. PENDAHULUAN

Industri maritim di Indonesia pada saat ini menunjukkan peningkatan permintaan pasar. Salah satunya adalah kapal ikan tradisional. pesisir pantai Indonesia memiliki bentuk desain kapal yang berbeda seperti di daerah Kragan di kabupaten Rembang di Provinsi Jawa Tengah memiliki beberapa ciri khas tersendiri di banding kapal tradisional lain, dengan memiliki lunas bilga yang terpasang pada kedua sisi lambung kapal, yang di percaya oleh warga setempat untuk mendapatkan stabilitas dan kecepatan aliran yang baik [5].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan kajian dalam hal letak lunas bilga, dan hasilnya bahwa posisi optimal lunas bilga yaitu pada sudut  $0^\circ$  dari pusat radius bilga [5]. Dari penelitian sebelumnya akan dilanjutkan untuk mengetahui

pengaruh *wake* pada badan kapal dan kecepatan aliran setelah dilakukan variasi panjang, letak dan geometri lunas bilga.

Adapun batasan pada penelitian ini yaitu data kapal yang digunakan sama seperti penelitian sebelumnya, tidak melakukan pengujian *towing tank*, analisa performa kapal menggunakan *software* perkapalan yang terintegrasi pada program CFD, analisa penelitian ini hanya dilakukan secara teknis dan tidak meninjau aspek ekonomi.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Lunas Bilga

Lunas bilga adalah sayap atau sirip yang tidak bergerak yang di pasang pada kelengkungan bilga di kedua sisi kapal. Lunas ini merupakan

alat untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal.

## 2.2. Computational Fluid Dynamics (CFD)

*Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan salah satu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk menyelesaikan dan menganalisa permasalahan yang berhubungan dengan aliran fluida. Tujuan dari CFD adalah untuk memprediksi secara akurat tentang aliran fluida, perpindahan panas, dan reaksi kimia dalam sistem yang kompleks, yang melibatkan satu atau semua fenomena di atas

*Computational fluid dynamics* terdiri dari tiga elemen utama yaitu:

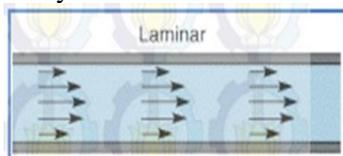
- *Pre Processor*
- *Solver Manager*
- *Post Processor*

## 2.3. Aliran Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir bisa berupa cairan atau gas. Pemakaian mekanika kepada medium kontinyu, baik benda padat maupun fluida adalah didasari pada hukum gerak newton yang digabungkan dengan hukum gaya yang sesuai. Aliran dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis seperti :

### 1. Aliran Laminar ( $Re < 2300$ )

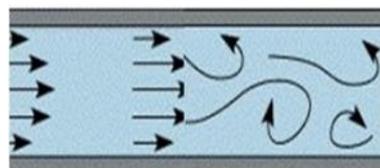
Adalah aliran fluida yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dengan garis-garis arusnya. Dalam aliran laminar, partikel-partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncur satu arah pada lapisan yang bersebelahan. Sifat kekentalan zat cair berperan penting dalam pembentukan aliran laminar. Aliran laminar bersifat *steady* maksudnya alirannya tetap. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh aliran air, debit alirannya tetap atau kecepatan alirannya tidak berubah menurut waktu.



Gambar 1. Aliran Laminar

### 2. Aliran Transisi ( $2300 < Re < 4000$ )

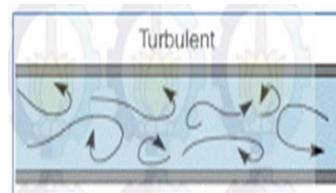
Aliran Transisi adalah dimana kondisi partikel fluida berada pada peralihan dari kondisi seragam menuju kondisi acak, pada kondisi nyatanya kondisi seperti ini sangat sulit terjadi



Gambar 2. Aliran Transisi

### 3. Aliran Turbulen ( $Re > 4000$ )

Kecepatan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Sehingga didapatkan ciri dari aliran turbulen yaitu tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar dan viskositasnya rendah.



Gambar 3. Aliran Turbulen

## 2.4. Wake Effective Friction

Pada prinsipnya *wake* / arus ikut berkaitan dengan tiga hal yakni sebuah kapal membutuhkan tenaga atau penggerak untuk berlayar, energi dari penggerak propulsor akan berubah menjadi aliran air, kapal yang bergerak akan menghasilkan *wake* / arus ikut. Dalam setiap aliran air pada badan kapal sampai ke buritan kapal, selalu terjadi *wake* / arus ikut ( $w$ ) yang merupakan perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang melalui baling-baling [2]. *Wake* pada kapal dapat juga terjadi karena pengaruh lambung kapal itu sendiri (dimana air akan mengalir menuju buritan dan membentuk arus).

*Wake* ini merupakan faktor penyebab munculnya 2 macam kecepatan kapal yakni  $V_s$  (kecepatan servis kapal) serta  $V_a$  (kecepatan *advance* / kecepatan relatif dari partikel air yang melewati piringan baling-baling). Dimana besarnya  $V_a$  akan selalu lebih kecil daripada  $V_s$  berdasarkan rumusan sehingga *wake friction* ( $w$ ) yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W = 1 - (V_a/V_s) \quad (1)$$

Keterangan :

$W$  = *wake friction*

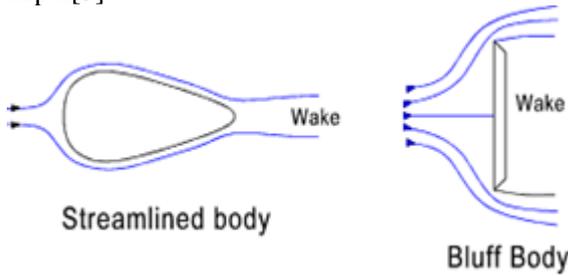
$V_a$  = kecepatan *advance*

$V_s$  = Kecepatan *service* kapal

Nilai  $V_a$  akan lebih kecil daripada nilai  $V_s$  tentunya, dari data akan diperoleh nilai  $W < 1$ .

Semakin kecil nilai *wake* berarti semakin baik dan

optimal daya dorong yang akan dihasilkan oleh kapal[3].



Gambar 4. Ilustrasi Wake pada badan kapal

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis memiliki data primer berupa ukuran utama kapal tipe kragan:

- LOA (*Length over all*) : 33 m
- B : 9,30 m
- H : 3,90 m
- T : 3,15 m
- Speed (v) : 9 knot
- Panjang Lunas Bilga 1 : 16,50 m
- Panjang Lunas Bilga 2 : 22 m
- Lebar total lunas bilga : 35 cm
- Tebal Lunas Bilga : 25 cm

Untuk data sekunder diperoleh dari literatur (jurnal, buku, dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).

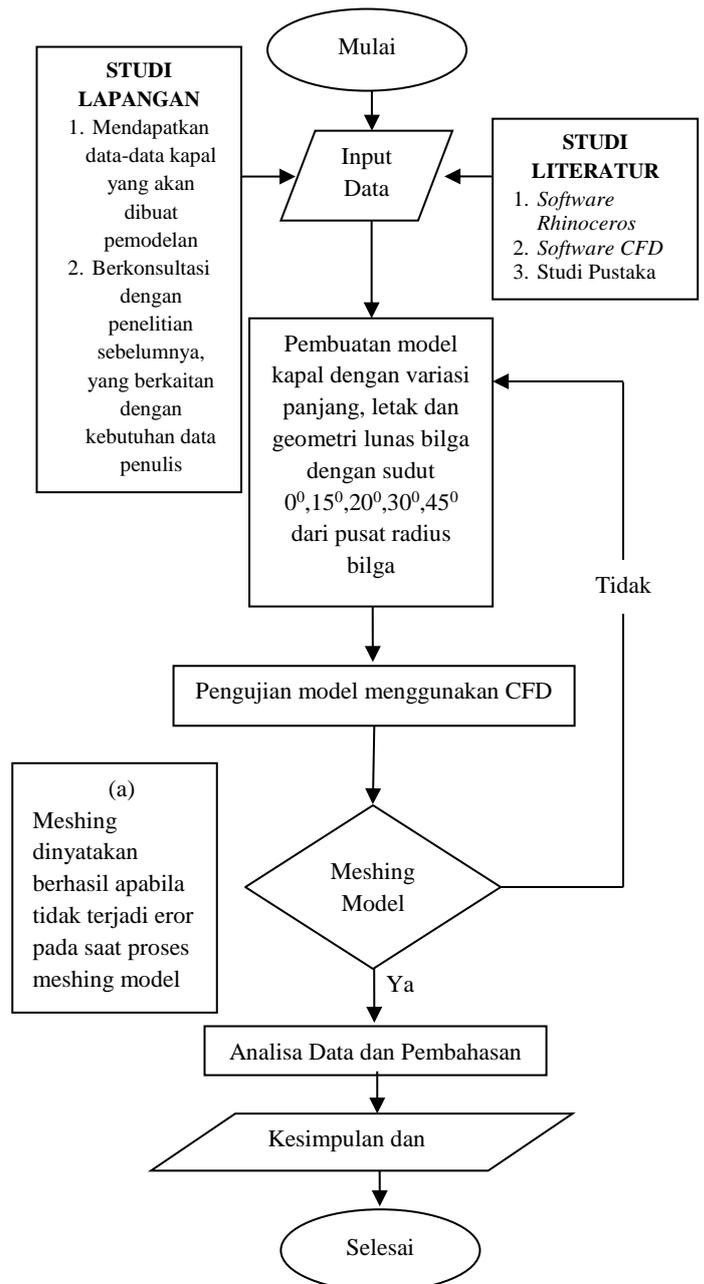
#### 3.2. Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada variasi geometri lunas bilga menggunakan beberapa parameter. Penelitian ini disimulasikan untuk mendapatkan model baru dengan performa kapal yang paling baik. Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- A. Parameter tetap
  - Penulis menggunakan data primer ukuran utama kapal tipe kragan untuk dijadikan sebagai parameter tetap dalam penelitian ini.
- B. Parameter peubah
  - 1. Panjang Bilga (m)
  - 2. Model bentuk geometri bilga
  - Letak bilga  $0^{\circ}, 15^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}, 45^{\circ}$ .

#### 3.3. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini terangkum secara sistematis dalam diagram alir di bawah ini:



### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pembuatan model

Permodelan untuk analisa aliran dan bentuk aliran kapal tipe kragan dengan berdasarkan variasi geometri , panjang dan letak lunas bilga dilakukan pada radius bilga, sebelum itu harus dilakukan perhitungan radius bilga :

$$R^2 = \frac{B(2T - a) - 2B T C_m}{8[(0.5 \tan \theta) - \theta/360^\circ \pi]} \quad (2)$$

dimana:

a = tinggi *rise of floor*

(tanpa *rise of floor*, a = 0)

B = lebar kapal

T = tinggi sarat penuh kapal

$\theta$  = sudut angkat  $-90^{\circ}$

Ketentuan yang digunakan:

$$a = 0$$

$$\theta = 45^\circ$$

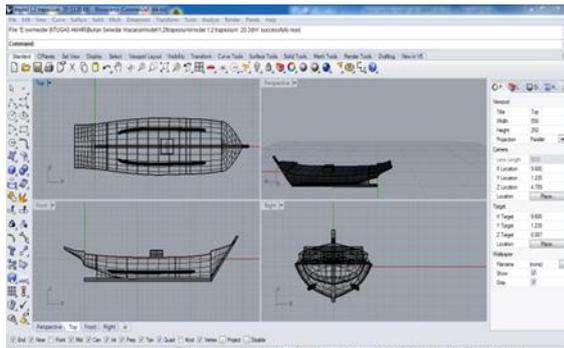
$$\text{maka : } R^2 = 11,1321 / 4,86 \text{ (m)}$$

$$R^2 = 2,291 \text{ (m)}$$

$$R = 1,514 \text{ (m)}$$

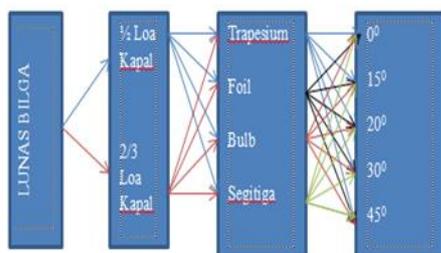
Setelah mendapatkan radius bilga, maka proses pembuatan atau penggambaran dengan bantuan software *Rhinoceros 5.0*.

Dari data variasi tersebut dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan software *Rhinoceros 5.0*.



Gambar 5. contoh pemodelan Menggunakan *Rhinoceros 5.0*

Metode yang digunakan dalam variasi lunas bilga adalah korespondensi satu – satu ke setiap parameter peubah. Sehingga dari variasi model tersebut didapat 40 model lunas bilga yang baru.

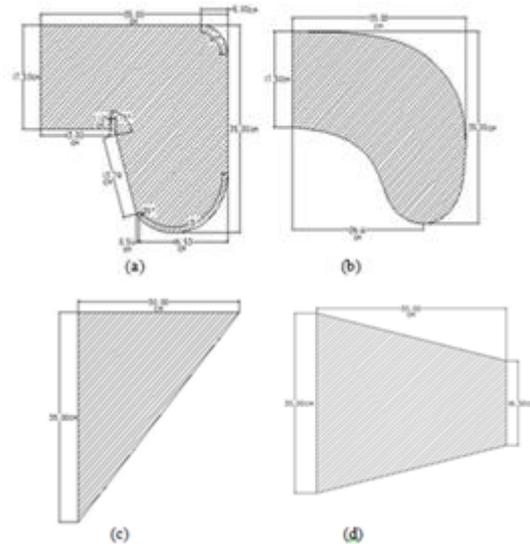


Gambar 6. Diagram korespondensi parameter variasi lunas bilga

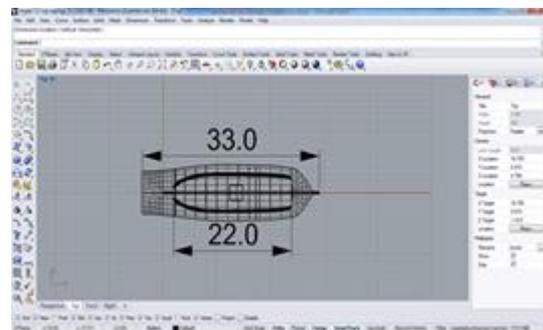
Setelah melihat diagram diatas, maka akan mendapatkan gambaran tentang variasi lunas bilga.

#### 4.2 Variasi bentuk model bilga

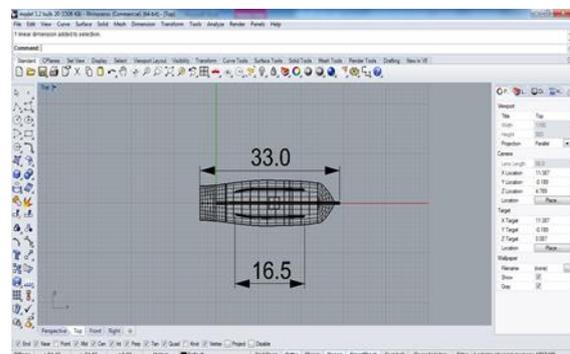
Penelitian ini menggunakan 4 bentuk bilga dimana ukuran tipe-tipe bilga mengikuti ukuran dari penelitian sebelumnya. kemudian dilanjutkan pemasangan bilga pada badan kapal.



Gambar7. Model bilga (a)Bulb, (b)Foil, (c)Segitiga, (d)Trapesium



Gambar 8. Model Bilga 2/3 dari LOA Kapal



Gambar 9. Model Bilga 1/2 dari LOA Kapal

Langkah selanjutnya adalah memvariasikan letak lunas bilga dari pusat radius bilga pada tiap-tiap model bilga. Dengan sudut 0°, 15°, 20°, 30°, 45°



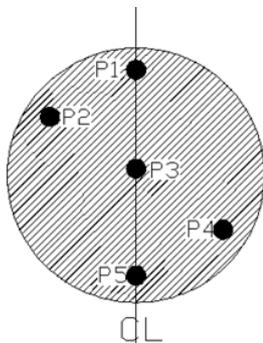
Gambar 10. Variasi letak bilga 0°, 15°, 20°, 30°, 45°

### 4.3 Penentuan Sumbu Koordinat Probe

Pada *CFD software package* fitur yang digunakan untuk menganalisa kecepatan aliran di buritan yaitu mendapatkan nilai kecepatan *advanced* ( $V_a$ ) dengan fitur *probe* dengan memasukkan koordinat  $x$ ,  $y$  dan  $z$ . Oleh karena itu lokasi *point* perlu dirancang sedemikian rupa untuk mewakili nilai kecepatan *advance* didaerah buritan kapal. *Point* dirancang sesuai dengan diameter *propeller* kapal. Dalam menentukan nilai *wake* ( $W_e$ ) kapal maka perlu dirancang lokasi *point* yang mewakili kecepatan *advanced* yang masuk ke *propeller* tersebut. Fitur yang digunakan untuk mencari nilai *wake* kapal adalah menggunakan *probe* dengan memasukkan nilai sumbu  $x$ ,  $y$  dan  $z$  dan menggunakan pilihan *water velocity* [6].



Gambar 11. Penentuan Lokasi sumbu  $x$ ,  $y$  dan  $z$   
 Dalam menentukan *wake* pada penelitian ini dirancang menggunakan 5 lokasi *point* yang berbeda. kecepatan *advance* didaerah buritan.



Gambar 12. Lokasi Penempatan Point Pada propeller

Tabel 1. Titik koordinat probe

TITIK PROBE	KOORDINAT	NILAI KOORDINAT
POINT 1	X	1.46262
	Y	0.27969
	Z	-2.00129
POINT 2	X	1.46262
	Y	0.285077
	Z	-2.38909
POINT 3	X	1.46262
	Y	0.305273
	Z	-2.40217
POINT 4	X	1.46262
	Y	0.338971
	Z	-2.60165
POINT 5	X	1.46262
	Y	0.365104
	Z	-2.75944

### 4.4 Perhitungan Wake Friction

Dari keempat puluh model variasi yang dianalisa menggunakan software berbasis CFD dapat dinyatakan bahwa penambahan variasi bilga dapat memusatkan aliran air menuju ke propeller kapal yang mengakibatkan nilai *kecepatan advanced* meningkat sehingga apabila nilai  $V_a$  meningkat maka nilai *wake friction* kapal akan menurun. Dari yang kita ketahui bahwa semakin kecil nilai *wake* maka akan semakin optimal daya dorong yang akan dihasilkan pada kapal seperti pada tabel 2.

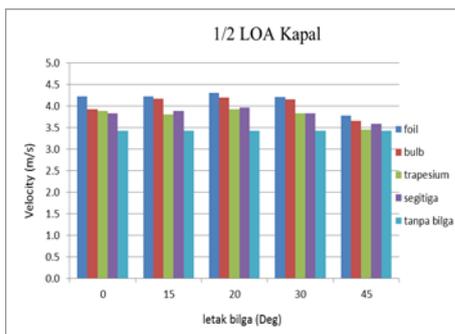
Tabel 2. Perbandingan Nilai  $V_a$  dan  $W_e$

DIMENSI	MODEL BILGA	LETAK	$V_a$ (m/s)	$V_s$ (m/s)	Wake
1/2 PANJANG KAPAL	FOIL	0	4.2299	4.6296	0.08634
		15	4.2201	4.6296	0.08846
		20	4.3030	4.6296	0.07055
		30	4.2061	4.6296	0.09149
		45	3.7777	4.6296	0.18401
	BULB	0	3.9322	4.6296	0.15064
		15	4.1692	4.6296	0.09944
		20	4.1982	4.6296	0.09318
		30	4.1552	4.6296	0.10247
		45	3.6590	4.6296	0.20965
	TRAPESIUM	0	3.8868	4.6296	0.16044
		15	3.8051	4.6296	0.1781
		20	3.9322	4.6296	0.15064
		30	3.8325	4.6296	0.17217
		45	3.4622	4.6296	0.25215
SEGITIGA	0	3.8391	4.6296	0.17074	
	15	3.8824	4.6296	0.1614	
	20	3.9704	4.6296	0.14239	
		30	3.8276	4.6296	0.17324
		45	3.5923	4.6296	0.22407
TANPA BILGA			3.4226	4.6296	0.26072

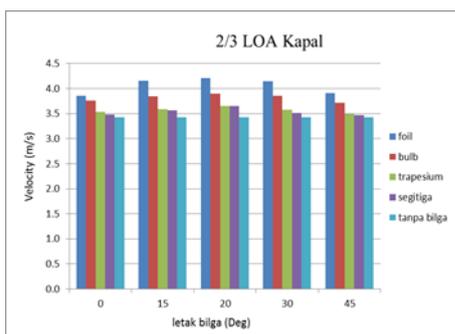
DIMENSI	MODEL BILGA	LETAK	VA (m/s)	Vs (m/s)	Wake
2/3 PANJANG KAPAL	FOIL	0	3.8584	4.6296	0.16657
		15	4.1564	4.6296	0.10222
		20	4.2064	4.6296	0.0914
		30	4.1424	4.6296	0.10524
		45	3.9132	4.6296	0.15475
		0	3.7580	4.6296	0.18826
	BULB	15	3.8490	4.6296	0.1686
		20	3.9015	4.6296	0.15727
		30	3.8532	4.6296	0.16771
		45	3.7190	4.6296	0.19669
		0	3.5335	4.6296	0.23677
		15	3.5839	4.6296	0.22587
	TRAPESIUM	20	3.6550	4.6296	0.21052
		30	3.5757	4.6296	0.22765
		45	3.4871	4.6296	0.24678
		0	3.4807	4.6296	0.24817
		15	3.5603	4.6296	0.23096
		20	3.6522	4.6296	0.21112
SEGITIGA	30	3.5078	4.6296	0.24232	
	45	3.4640	4.6296	0.25176	
	TANPA BILGA	3.4226	4.6296	0.26072	

Bentuk aliran yang dihasilkan pun tidak jauh berbeda karena hanya terdapat perbandingan yang sangat kecil jika dibandingkan dengan masing-masing bilga. Pada saat kapal berjalan dengan dinasnya maka daya dorong model bilga bentuk foil dengan pajang 16,5 m dengan sudut 20° adalah model yang memiliki nilai wake terkecil yaitu sebesar 0,07055 dengan presentase selisih nilai wake dengan model original berkurang sebesar 25,7 %.

Berikut adalah diagram perbandingan nilai kecepatan advance (Va) yang terjadi pada keempat puluh satu model yang dianalisa :

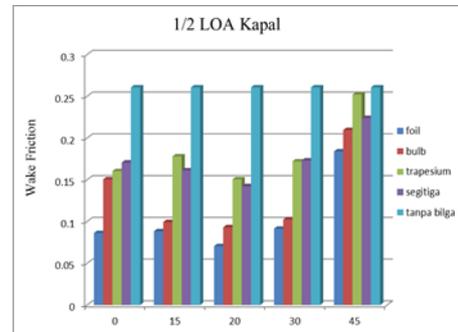


Gambar 13. Diagram nilai Va pada panjang bilga 1/2 LOA Kapal

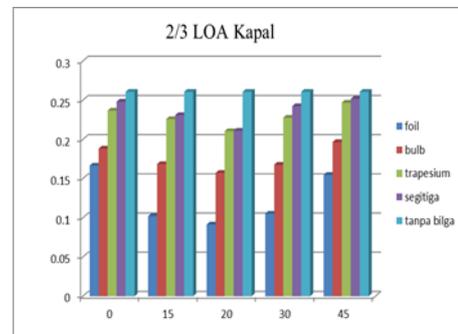


Gambar 14. Diagram nilai Va pada panjang bilga 2/3 LOA Kapal

Berikut adalah grafik perbandingan nilai wake (W) yang terjadi pada keempat puluh satu model yang dianalisa.

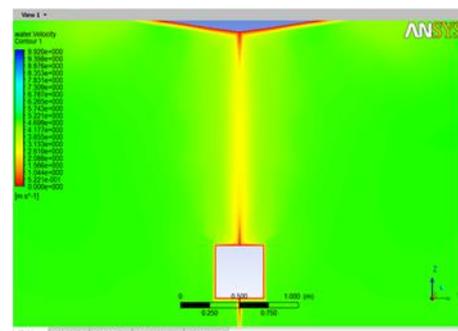


Gambar 15. Diagram nilai Wake pada panjang bilga 1/2 LOA Kapal

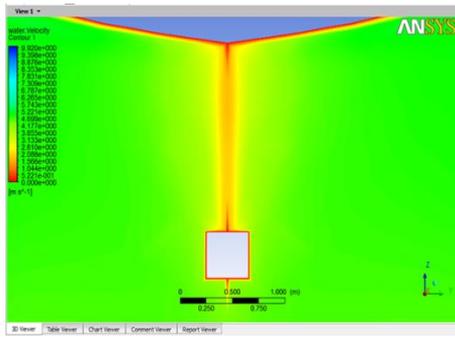


Gambar 16. Diagram nilai Wake pada panjang bilga 2/3 LOA Kapal

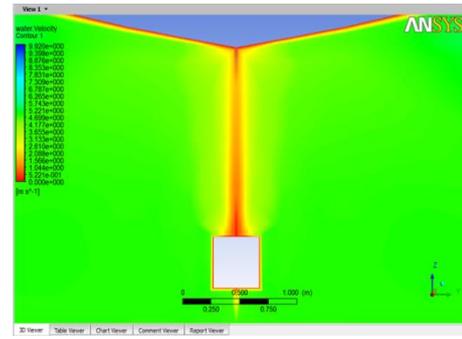
Berikut (Gambar 17,18,19,20,21,22,23,24,25) adalah perbedaan *countour water velocity* pada penampang *propeller* kapal pada model trapesium, segitiga, bulb, foil dan tanpa bilga.



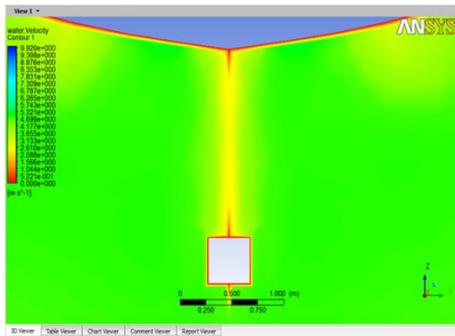
Gambar 17. *Countour Water Velocity* 1/2 LOA Model Trapesium 0°



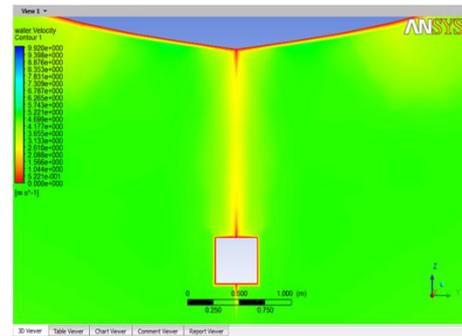
Gambar 18. *Countour Water Velocity* 1/2 LOA Model Segitiga  $0^0$



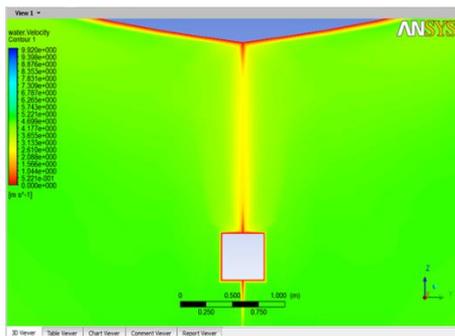
Gambar 22. *Countour Water Velocity* 2/3LOA Model Segitiga  $0^0$



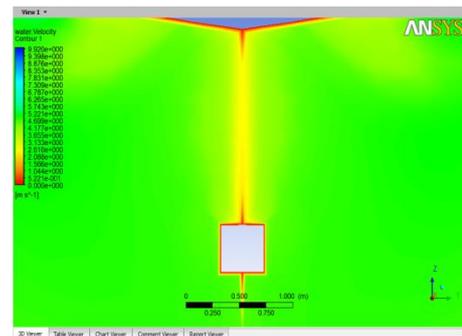
Gambar 19. *Countour Water Velocity* 1/2 LOA Model Bulb  $0^0$



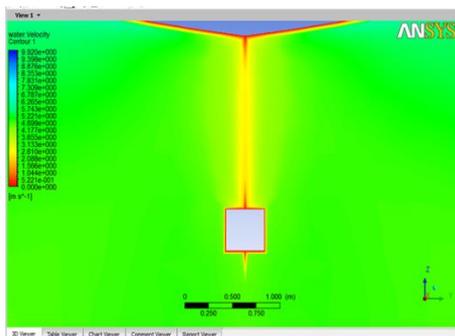
Gambar 23. *Countour Water Velocity* 2/3 LOA Model Foil  $0^0$



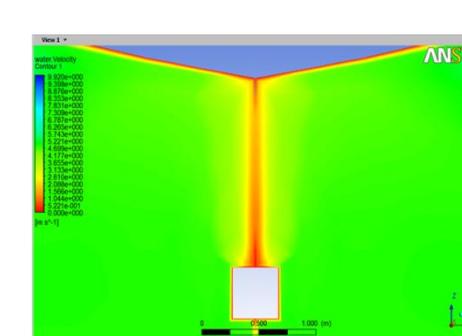
Gambar 20. *Countour Water Velocity* 1/2 LOA Model Foil  $0^0$



Gambar 24. *Countour Water Velocity* 2/3 LOA Model Bulb  $0^0$



Gambar 21. *Countour Water Velocity* 2/3 LOA Model Trapesium  $0^0$



Gambar 25. *Countour Water Velocity* Model Tanpa Bilga

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan dengan *Ansys CFX* didapatkan kesimpulan nilai *wake* dan kecepatan aliran:

1. Hasil analisa *Ansys CFX* menyatakan bahwa panjang bilga 16,5 m dengan bentuk foil pada  $20^0$  memperoleh output nilai terbesar dengan

nilai *wake* 0.07055. Dengan nilai presentase *wake* 25.7 % dibandingkan dengan model tanpa bilga.

2. Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka didapat bentuk aliran turbulen dari perhitungan bilangan Reynold ( $R_n$ ) dengan nilai 99023587.15 pada model foil  $20^0$  dengan panjang bilga  $\frac{1}{2}$  panjang kapal dengan nilai  $V_a$  4.3030 m/s.

## 5.2. Saran

Adapun saran-saran yang dapat dilakukan terhadap analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti merekomendasikan tipe lunas bilga Foil  $\frac{1}{2}$  Panjang Kapal pada  $20^0$  dari pusat radius bilga adalah yang paling optimal.
2. Untuk selanjutnya perlu dilakukan analisa lebih lanjut dengan variasi lebar lunas bilga dengan menggunakan variasi panjang bilga dan model yang sebelumnya diuji pada kapal tipe kragan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bassler, C. C. & A. M. Reed (2009) "An Analysis of the Bilge Keel Roll Damping Component Model," *Proc. 10th Intl. Conf. Stability of Ships and Ocean Vehicles*, St. Petersburg, Russia, June.
- [2] Harvald. S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons
- [3] Lewis, Edward, V. 1988. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME), *Principles of Naval Architecture Vol. II, Resistance and Propulsion*. New Jersey.
- [4] Molland, A.F. (2008), *A Guide to Ship Design, Construction and Operation, The Maritime Engineering Reference Book*, Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- [5] Senoaji, Burhhannudin. 2015. Analisa Pengaruh Letak Lunas Bilga Terhadap Performa Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)
- [6] Setiawan, Ikhwan, Analisa Pengaruh Lunas Bilga Terhadap Olah Gerak Kapal Dan Hambatan Total Pada Kapal Ikan Tradisional Tipe Kragan, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.