

# ANALISA PENGARUH PANJANG DAN BENTUK GEOMETRI LUNAS BILGA TERHADAP ARAH DAN KECEPATAN ALIRAN (WAKE) PADA KAPAL IKAN TRADISIONAL (STUDI KASUS KAPAL TIPE KRAGAN)

Arief Situmorang<sup>1</sup>, Parlindungan Manik<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal<sup>1</sup>

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

Email: [arief.situmorang@gmail.com](mailto:arief.situmorang@gmail.com), [parlin1974@yahoo.com](mailto:parlin1974@yahoo.com), [iqbal.muhammad1412@gmail.com](mailto:iqbal.muhammad1412@gmail.com)

## Abstrak

Kapal ikan tradisional didaerah Kragan di kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah memiliki ciri khas dengan lunas bilga yang terpasang pada kedua sisi lambung kapal, yang di percaya oleh warga setempat untuk mendapatkan stabilitas yang baik sehingga penulis ingin mengetahui pengaruh panjang dan bentuk geometri lunas bilga pada kapal ikan tipe kragan dengan patokan dari radius bilga kapal. Variasi dari semua bentuk bilga ini adalah untuk memusatkan aliran ke propeller, sehingga didapatkan kecepatan yang paling optimal dari 13 model tipe bilga ini. Variasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan 13 model lunas bilga dengan bentuk dan panjang yang berbeda. Bentuk dari lunas bilga terdiri dari 4 bagian yaitu ; Foil, Bulb, Trapesium dan Segitiga. Sementara itu pada panjang lunas bilga dibagi menjadi 3 dengan berpatokan pada panjang kapal yaitu ;  $\frac{1}{2}$  dari panjang kapal,  $\frac{2}{3}$  dari panjang kapal dan terakhir mengikuti variasi awal dari lunas bilga tersebut. Tahapan untuk mencapai tujuan tersebut menggunakan beberapa *software* perkapalan yang terintegrasi. Pada awalnya adalah pembuatan. Berdasarkan hasil analisa kecepatan aliran dan nilai wake pada model foil  $\frac{1}{2}$  panjang kapal 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 lunas bilga  $\frac{1}{2}$  panjang kapal dan nilai *wake* 0,082014 dan  $V_a = 4,13904$  m/s menunjukkan yang terbaik.

Kata kunci :

Lunas bilga, radius bilga, *Effective Wake Friction*, *Wake Patterns*, *Velocity Advanced*, bentuk aliran

## Abstract

*The traditional ships in Kragan, Rembang Province Central Java some of them have an unique type of bilge keel modification which installed in both sides of hull, they believe it would be made the ships to get the best stability, the writer want to tell you how it would be affected to dimension and geometric shapes of the bilge keel in a traditional kragan fishing vessel ships which focused in bilge radius. The geometric shapes of these bilge such as Foil, Bulb, Trapezoidal and triangle. Beside that we varying the dimensions as 3 type they are;  $\frac{1}{2}$  of length overall,  $\frac{2}{3}$  of length overall and the earlier dimension which installed. We going through the steps, used software which integrated. First of all is made the linesplan of the ship then made 13 models of these bilge with Rhinoceros and tools import. Based on the analysis of those velocity and the result of wake, the Foil ( $\frac{1}{2}$  Length Overall) is the best and it was have the optimum percentage and value of the wake. We concluded in this case the recommended for these bilge keel is the Foil model which have 16,5 meters of dimension and wake value = 0,082014 and Velocity analysis = 4,13904 m/s is the optimum.*

Keywords:

*Bilge Keel, Bilge radius, Effective Wake Friction, Wake Patterns, Velocity Advanced, wake patterns*

## I. 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.

Perlu diadakan pendekatan untuk mencapai performa dan kecepatan aliran yang baik. Khususnya untuk panjang dan variasi model lunas bilga belum dapat dipastikan apakah benar panjang dan model lunas bilga yang dilakukan secara tradisional akan mendapatkan performa yang baik. Pengaruh panjang dan bentuk geometri lunas bilga yang baik dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan terhadap kecepatan kapal ikan tradisional.

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan aliran dan *wake* pada kapal tipe kragan setelah dilakukan variasi panjang dan bentuk geometri lunas bilga?
2. Mencari panjang dan model lunas bilga yang terbaik dari segi kecepatan (*velocity*) dan nilai *wake* berdasarkan rumus.

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, permasalahan akan dibatasi sebagai berikut:

1. Kapal yang di kaji adalah kapal Tipe Kragan dengan melanjutkan penelitian sebelumnya dengan data kapal sebagai berikut :

LOA	: 33	m
B	: 9,30	m
H	: 3,90	m
T	: 3,15	m
• Panjang Lunas Bilga I	: 9,20	m
• Panjang Lunas Bilga II	: 16,50	m
• Panjang Lunas Bilga III	: 22,0	m
Lebar Lunas Bilga	: 35	cm
Tebal Lunas Bilga	: 25	cm

2. Tidak melakukan pengujian *towing tank*, tetapi keseluruhan perhitungan pada objek kinerja *CFD (Computational Fluid Dynamics)* tersebut berdasarkan pendekatan teoritis yang dikerjakan dengan paket perhitungan yang telah terintegrasi pada software *Rhinoceros 5,0 64-bit* yaitu :

- a. *Autocad* untuk menentukan titik X, Y dan Z pada pencarian titik bawah, titik tengah dan titik atas.
- b. *Autodesk CFD (Computational Fluid Dynamics)* untuk *running 13 model bilga*.
- c. *Autodesk CFD (Computational Fluid Dynamics) viewer and point set* untuk melihat bentuk aliran pada badan kapal dan input nilai titik X, Y dan Z pada probe.

3. Analisa dari penelitian ini hanya dilakukan secara teknis tidak meninjau aspek ekonomi.
4. Kajian Teknis yang dimaksud dalam penulisan penelitian ini adalah :

- a. Kecepatan dengan variasi panjang dan bentuk geometri lunas bilga.
  - b. Nilai *wake* yang terkecil dan paling optimal dari masing-masing model bilga.
- Adapun tujuan penyusunan penelitian ini

yaitu:

1. Mengetahui nilai *wake* yang paling optimal dari variasi panjang dan bentuk geometri lunas bilga (dengan menggunakan rumus *Wake*) untuk 13 model bilga
2. Mendapatkan bentuk aliran dan kecepatan atau *velocity* yang terbaik dari 13 variasi model bentuk geometri lunas bilga pada kapal tipe Kragan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.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.

### II.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:

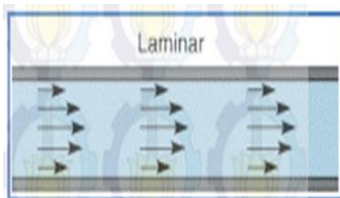
- *Pre Processor*
- *Solver Manager*
- *Post Processor*

### II.3 Aliran Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir bisa berupa cairan atau gas. Pemakaian mekanika kepada medium kontinu, 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.

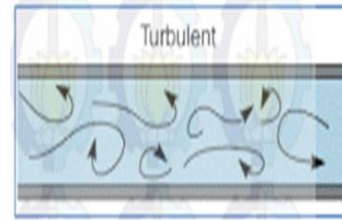


Gambar 1. Aliran Laminar

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

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 2. Aliran Turbulen

### II.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 [Harvald.1983] [4]. *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:

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

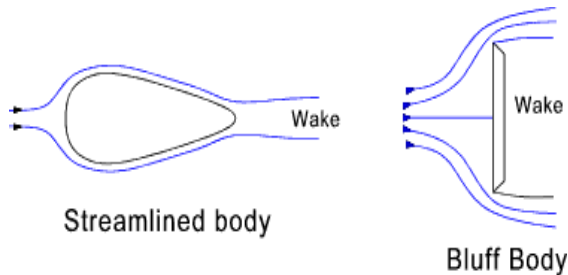
Keterangan :

$W$  = *wake friction*

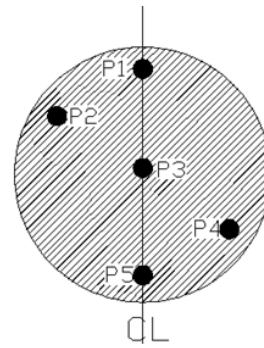
$V_a$  = kecepatan *advance*

$V_s$  = Kecepatan *service* kapal

Nilai  $V_a$  akan lebih kecil daripada nilai  $V_s$  tentunya, dari data akan diperoleh nilai  $W$ , Semakin kecil nilai wake berarti semakin baik dan optimal daya dorong yang akan dihasilkan oleh kapal



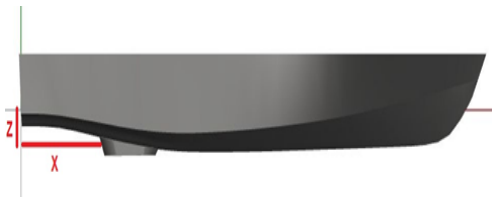
Gambar 3. Ilustrasi Wake pada badan kapal



Gambar 5. Lokasi Penempatan Point Pada Propeller

### II.3 Analisa Titik Probe (Kecepatan Kapal)

Gambar 4. Penentuan Lokasi sumbu x, y, z



Pada *CFD software package* fitur yang digunakan untuk menganalisa kecepatan aliran di buritan yaitu mendapatkan nilai kecepatan *advanced* ( $V_a$ ) dengan fitur *probe* dengan memasukan 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 memasukan nilai sumbu  $x$ ,  $y$  dan  $z$  dan menggunakan pilihan *water velocity* (Setiawan, 2014) [2]. Dalam menentukan *wake* pada penelitian ini dirancang menggunakan 5 lokasi *point* yang berbeda. kecepatan *advance* didaerah buritan

<u>Titik Probe</u>	<u>Koordinat</u>	<u>Nilai Koordinat</u>
POINT 1	X	0.4320
	Y	-0.7663
	Z	1.0231
POINT 2	X	0.4320
	Y	-0.7333
	Z	1.0945
POINT 3	X	0.4320
	Y	-0.7663
	Z	1.0347
POINT 4	X	0.4320
	Y	0.7389
	Z	1.0198
POINT 5	X	0.4320
	Y	-0.7663
	Z	1.0085

Gambar 6 Nilai titik Probe X,Y dan Z

### III. METODOLOGI PENELITIAN

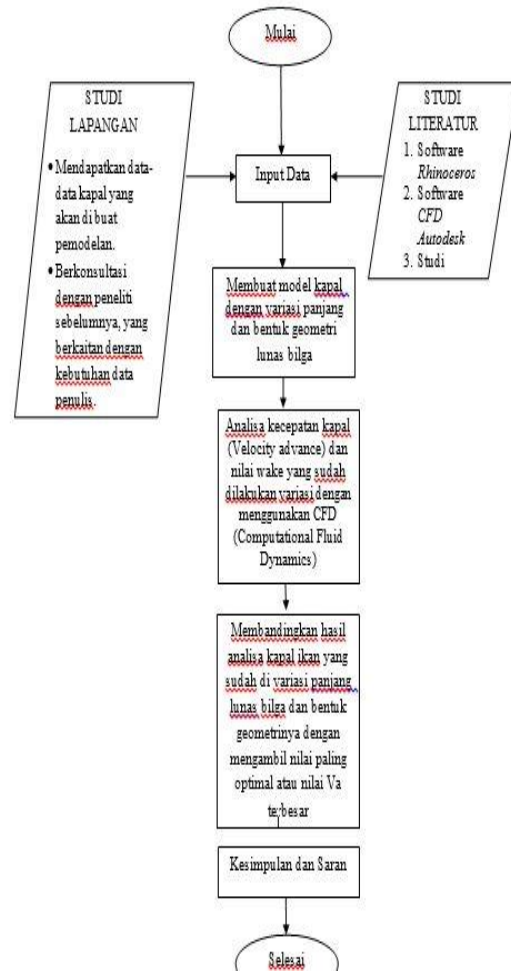
Metode yang digunakan pada penelitian ini terangkum secara sistematis dalam diagram alir di bawah ini:

#### III.1 Parameter Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada efek yang ditimbulkan oleh perubahan panjang dan bentuk geometri lunas bilga.

Parameter yang dipakai adalah sebagai berikut:

- Parameter tetap :
  1. Dimensi properties dari lambung kapal antara lain,
    - a. Length Perpendicular (LPP) (m)
    - b. Breadth (B) (m)
    - c. Draft (T) (m)
    - d. Kecepatan kapal (Vs) (m/s)
    - e. Ukuran dimensi bilga (m)
- Parameter peubah
  1. Panjang Bilga (m)
  2. Model bentuk geometri bilga



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

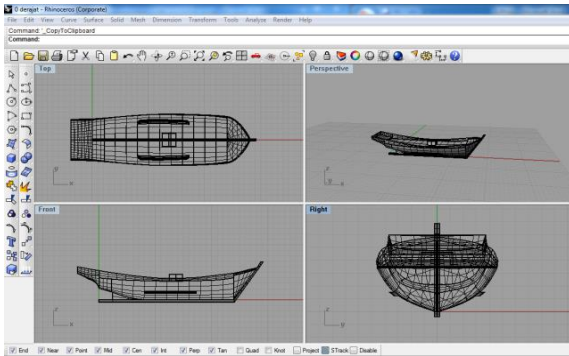
#### IV.1 Pembuatan model variasi

Permodelan untuk analisa aliran dan bentuk aliran kapal tipe krangan dengan berdasarkan variasi panjang lunas bilga dilakukan pada radius bilga.

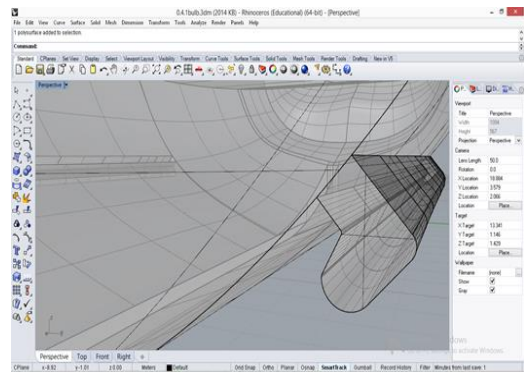
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai wake, kecepatan aliran dan bentuk aliran kapal pada masing-masing variasi yang telah di buat.

#### IV.2 Pengolahan Data

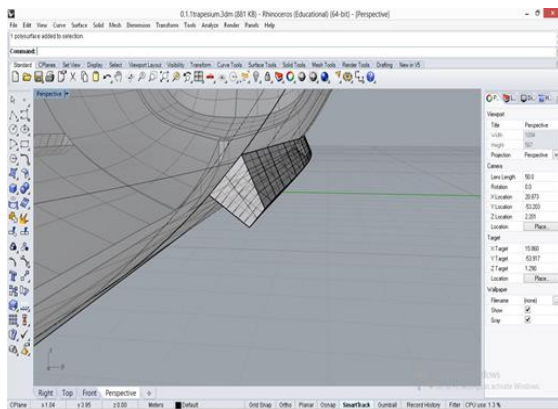
Dari data variasi tersebut dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan software *Rhinoceros 5.0*.



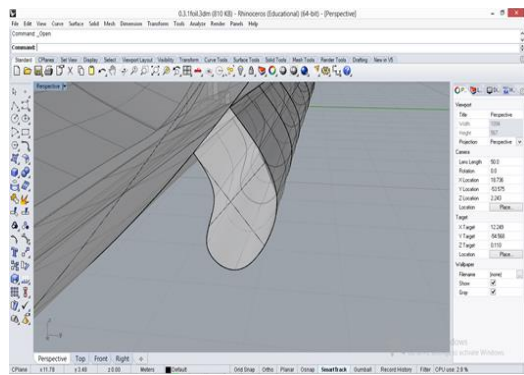
Gambar 8. contoh pemodelan Menggunakan *Rhinoceros 5.0* (Model Awal Kapal)



Gambar 11. Model bilga Foil

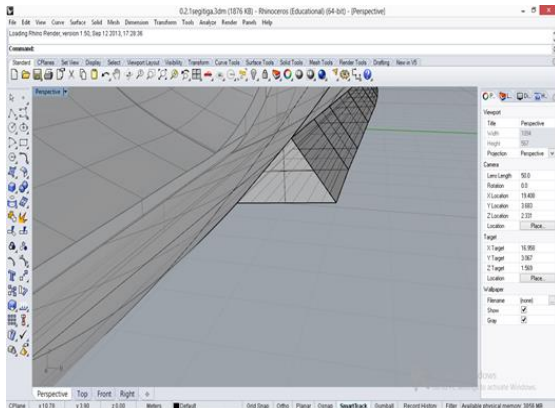


Gambar 9. Model bilga trapesium



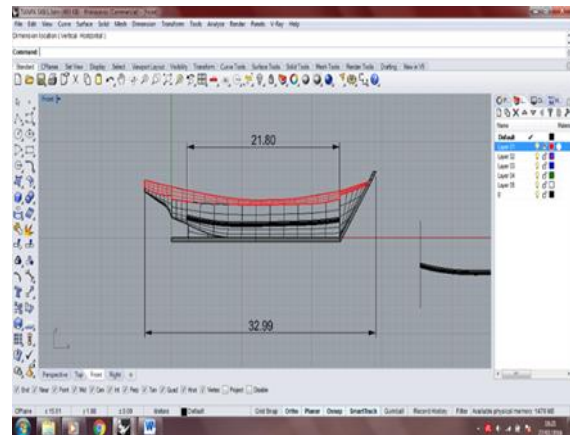
Gambar 12. Model bilga Bulb

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai wake, kecepatan aliran dan bentuk aliran kapal pada masing-masing variasi yang telah di buat.

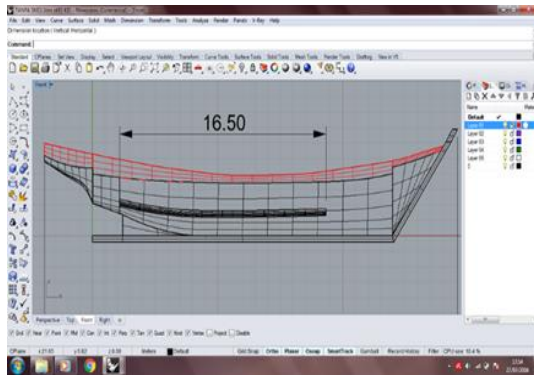


Gambar 10. Model bilga segitiga

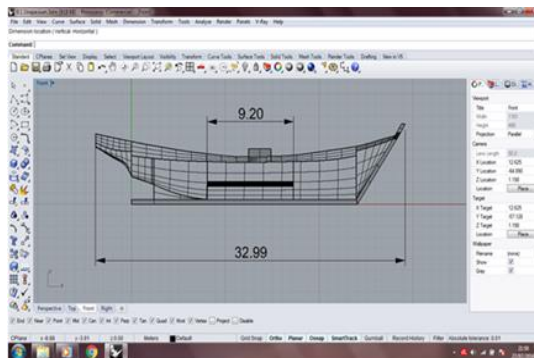
#### IV.2 Pembuatan model variasi sesuai dimensi bilga



Gambar 13. Model Bilga 2/3 Panjang Kapal

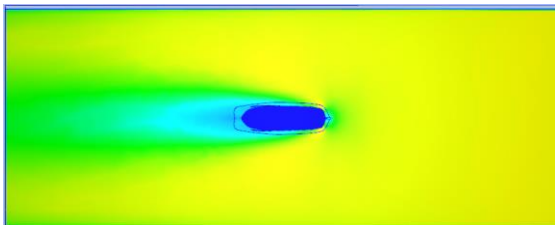


Gambar 14 Model Bilga 1/2 Panjang Kapal

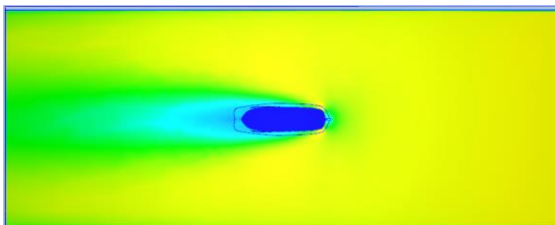


Gambar 15. Model Bilga Awal Yang Terpasang (Existing)

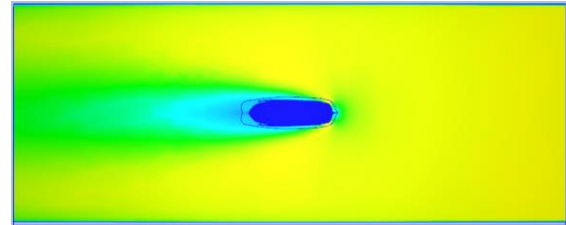
### IV.3 Analisa Bentuk pada badan Kapal (pada iterasi terakhir)



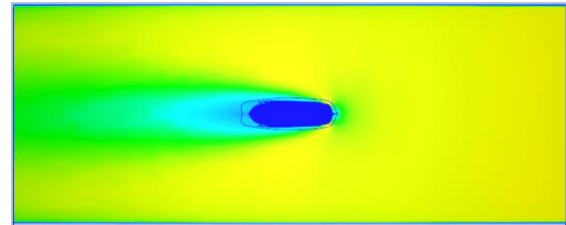
Gambar 16. Bentuk aliran Bilga Foil 1/2 Panjang Kapal



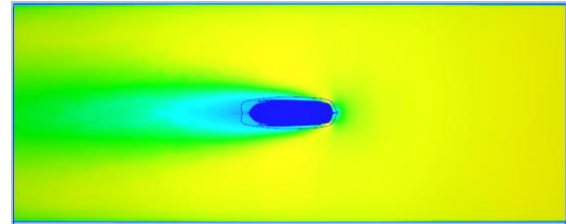
Gambar 17. Bentuk aliran Bilga Bulb 1/2 Panjang Kapal



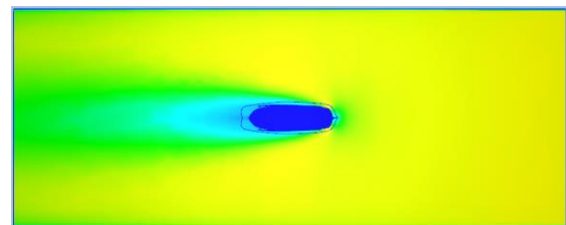
Gambar 18. Bentuk aliran Bilga Trapesium 1/2 Panjang Kapal



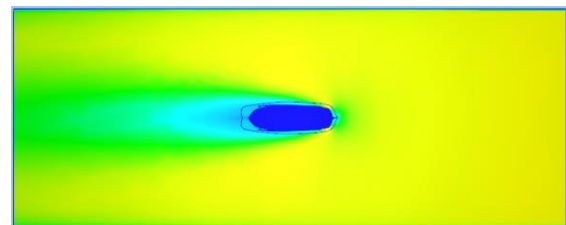
Gambar 19. Bentuk aliran Bilga Segitiga 1/2 Panjang Kapal



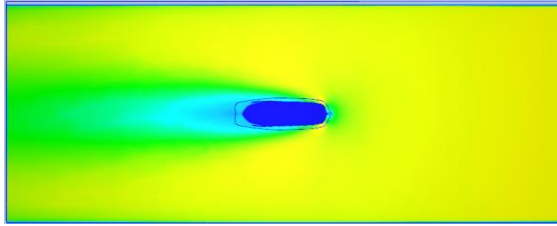
Gambar 20. Bentuk aliran Bilga Foil 2/3 Panjang Kapal



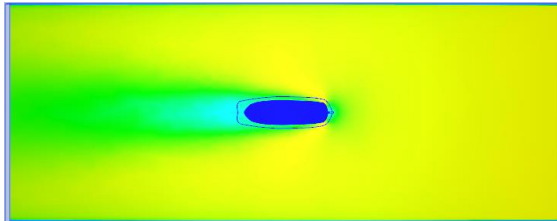
Gambar 21. Bentuk aliran Bilga Bulb 2/3 Panjang Kapal



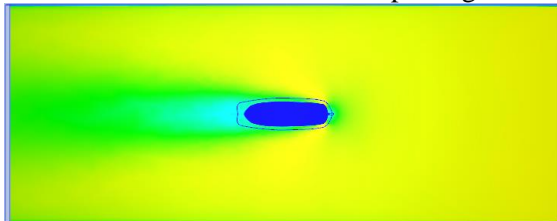
Gambar 22. Bentuk aliran Bilga Trapesium 2/3 Panjang Kapal



Gambar 23. Bentuk aliran Bilga Segitiga 2/3 Panjang Kapal



Gambar 24. Bentuk aliran Bilga Awal (Existing)  
Gambar 25. Bentuk aliran Tanpa Bilga



### IV.3 Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Nilai Wake

DIMENSI	MODEL BILGA	VA (m/s)	Vs (m/s)	Wake
1/2 PANJANG KAPAL	FOIL	4,13904	4,5	0,082014
	BULB	4,01684	4,5	0,107369
	TRAPESIUM	3,88024	4,5	0,137724
	SEGITIGA	3,83846	4,5	0,147009
2/3 PANJANG KAPAL	FOIL	3,96574	4,5	0,118724
	BULB	3,95314	4,5	0,121524
	TRAPESIUM	3,9456	4,5	0,1232
	SEGITIGA	3,9513	4,5	0,121933
EXISTING	FOIL	3,99612	4,5	0,111973
	BULB	3,984	4,5	0,114667
	TRAPESIUM	3,948	4,5	0,122667
	SEGITIGA	3,924	4,5	0,128
TANPA BILGA		3,69	4,5	0,178321

Gambar 26. Hasil keseluruhan nilai Va dan Wake

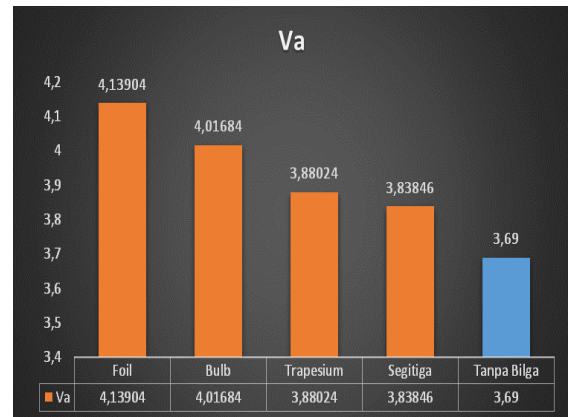
Dalam hasil yang kita peroleh setelah melakukan running pada semua model terlihat bahwa model bilga foil 1/2 Panjang Kapal memiliki

kecepatan yang paling optimal dari keseluruhan bilga dan memiliki nilai wake terkecil. Dari yang kita ketahui bahwa semakin kecil nilai wake maka akan semakin optimal daya dorong yang akan dihasilkan pada kapal.

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 kecepatan dinasnya maka daya dorong model bilga foil adalah daya dorong yang lebih memusatkan arah aliran pada badan kapal. W (wake) diperoleh dari nilai atau rumus yang sebelumnya kita ketahui.

### IV.3 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Nilai Wake

- Perbandingan Model Bilga 1/2 Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga

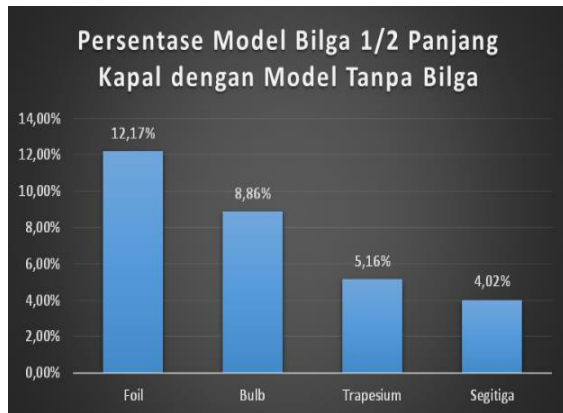


Gambar 27. Perbandingan Model Bilga 1/2 Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga

Pada model bilga foil 1/2 Panjang Kapal diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 4,13904 m/s sementara model tanpa bilga memiliki nilai 3,69 m/s. Diikuti dengan model bulb 4,01684 m/s, Trapezium 3,880 m/s dan model Segitiga 3,83846 m/s.



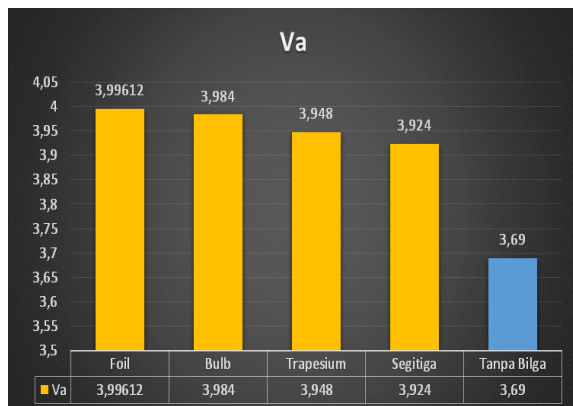
Berikut adalah hasil perbandingan model bilga variasi  $\frac{1}{2}$  panjang kapal dengan model tanpa bilga dengan persentasenya.



Gambar 28. Persentase Model Bilga  $\frac{1}{2}$  Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga

Jika dipersentasekan nilai  $V_a$  (Velocity Advanced) dengan keseluruhan model bilga  $\frac{1}{2}$  panjang kapal dengan model tanpa bilga, maka foil akan memperoleh 12,17%, diikuti Bulb 8,86%, Trapesium 5,16% dan Segitiga 4,02%. Foil memperoleh persentase nilai tertinggi.

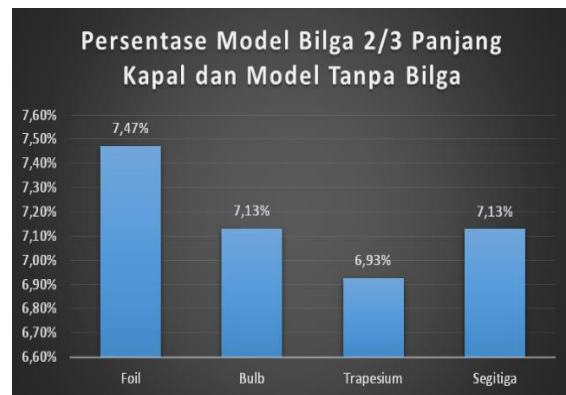
- Perbandingan Model Bilga  $\frac{2}{3}$  Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga



Gambar 29. Perbandingan Model Bilga  $\frac{2}{3}$  Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga

Pada model bilga foil  $\frac{2}{3}$  Panjang Kapal diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 3,99612 m/s sementara model tanpa bilga memiliki nilai 3,69 m/s. Diikuti dengan model bulb 3,984 m/s, Trapesium 3,948 m/s dan model Segitiga 3,924 m/s.

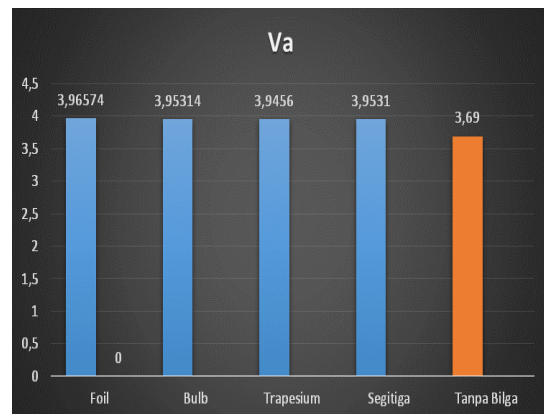
Berikut adalah hasil perbandingan model bilga variasi  $\frac{1}{2}$  panjang kapal dengan model tanpa bilga dengan persentasenya.



Gambar 30. Perbandingan Model Bilga  $\frac{2}{3}$  Panjang kapal dan Model Tanpa Bilga

Jika dipersentasekan nilai  $V_a$  (Velocity Advanced) dengan keseluruhan model bilga  $\frac{2}{3}$  panjang kapal dengan model tanpa bilga, maka foil akan memperoleh 7,47%, diikuti Bulb 7,13%, Trapesium 6,93% dan Segitiga 7,13%. Foil memperoleh persentase nilai tertinggi.

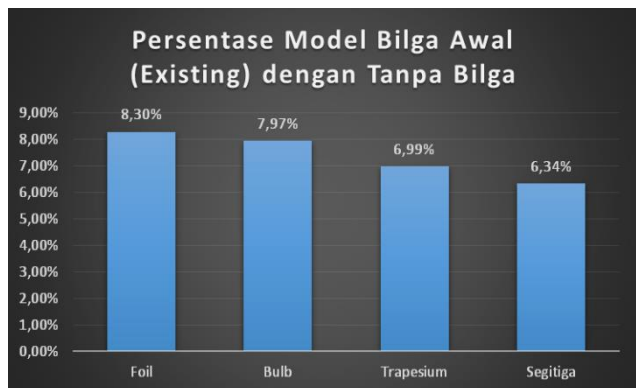
- Perbandingan Model Bilga Awal (Existing) dan Model Tanpa Bilga



Gambar 31. Perbandingan Model Bilga Existing dan Model Tanpa Bilga

Pada model bilga awal (existing) diperoleh hasil yang paling tinggi yaitu model foil sebesar 3,96574 m/s sementara model tanpa bilga memiliki nilai 3,69 m/s. Diikuti dengan model bulb 3,95314 m/s, Segitiga 3,9531 m/s dan model Trapesium 3,9456 m/s.

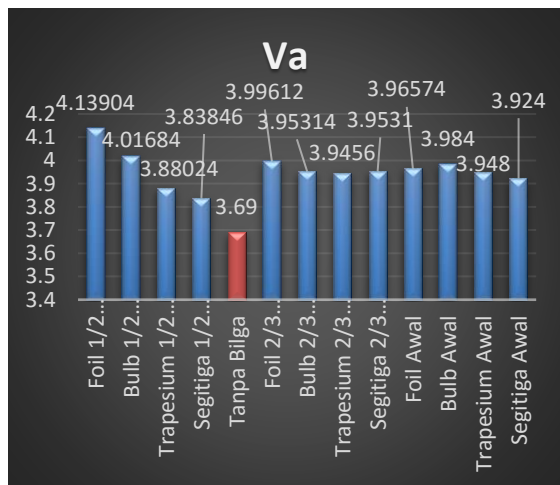
Berikut adalah hasil perbandingan model bilga awal (existing) panjang kapal dengan model tanpa bilga dengan persentasenya.



Gambar 31. Perbandingan Model Bilga Awal (Existing) dan Model Tanpa Bilga

Jika dipersentasekan nilai  $V_a$  (Velocity Advanced) dengan keseluruhan model bilga existing dengan model tanpa bilga, maka foil akan memperoleh 8,30%, diikuti Bulb 7,97%, Trapesium 6,99% dan Segitiga 6,34%. Foil memperoleh persentase nilai tertinggi.

- Perbandingan Semua Model Bilga dengan Model Tanpa Bilga



Gambar 32 Perbandingan Nilai  $V_a$  pada semua model bilga dengan tanpa bilga

Hasil akhir dari semua perbandingan jika dibandingkan dengan semua model bilga menyatakan bahwa model Foil 1/2 Panjang kapal akan menempati posisi tertinggi dengan 4,13904 m/s

## V.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan dengan *Autodesk CFD 2016* didapatkan kesimpulan nilai wake dan kecepatan aliran:

1. Hasil analisa CFD untuk model bilga 1/2 Panjang Kapal menyatakan bentuk Foil adalah yang memiliki output nilai terbesar dengan nilai 4,138 m/s
2. Hasil analisa CFD diantara model bilga 1/2 panjang kapal menyatakan model foil memiliki Persentase 12,17% dibanding dengan model tanpa bilga.

## V.2 Saran

- Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti merekomendasikan tipe lunas bilga Foil 1/2 Panjang Kapal adalah yang paling optimal.
- Untuk selanjutnya perlu dilakukan analisa lebih lanjut dengan variasi peletakan lunas bilga terhadap sudut dengan menggunakan variasi panjang bilga dan model yang sebelumnya diuji pada kapal tipe kragan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hendratmoko, Haris. Hasanudin. September, 2012. Studi Eksperimen Pengaruh Lunas Bilga Terhadap Gerakan *Rolling*. Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No.1, ISSN : 2301-9271.
- [2] Setiawan, Ikhwan, *Analisa Pengaruh Lunas Bilga Terhadap Olah Gerak Kapal Dan Hambatan Total Pada Kapal Ikan Tradisional Tipe Kragan*, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [3] Molland, A.F. (2008), *A Guide to Ship Design, Construction and Operation, The Maritime Engineering Reference Book*, Butterworth-Heinemann, Elsevier.