



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Geometri Lunas Bilga terhadap Performa Kapal pada Kapal Patroli Pilot Boat 15 Meter

Xantiano Cristianus Sinaga¹⁾, Parlindungan Manik²⁾, Deddy Chrismianto³⁾

¹⁾Laboratorium Perencanaan Kapal dibantu Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

e-mail : xantiano7naga@gmail.com, parlin1974@yahoo.com

Abstrak

Kapal patroli sering digunakan untuk penegakan wilayah laut NKRI. Salah satu cara yang dipercaya dapat meningkatkan performa kapal adalah dengan menambahkan lunas bilga. Lunas bilga adalah sayap atau sirip yang tidak bergerak yang di pasang di kedua sisi kapal untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal. Pada awalnya adalah pembuatan model dengan rencana garis yang sudah ada, kemudian dibuat lagi model dengan penambahan bilga beberapa variasi. Setelah itu dilakukan analisa nilai wake friction dan olah gerak kapal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kenaikan nilai wake friction pada salah satu model sampai 330 % dari model kapal tanpa bilga dan untuk olah gerak kapal nilai heaving mengalami kenaikan sebesar 7,37 % , sedangkan untuk nilai rolling tidak mengalami perubahan lebih dari 1 % , serta untuk nilai pitching mengalami kenaikan sebesar 19,28 % dari model tanpa bilga. Semua kondisi hasil analisa olah gerak kapal sudah memenuhi standar Tello 2009.

Kata kunci : Lunas bilga, Kapal Patroli,, Wake Friction, Olah Gerak Kapal

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki potensi menjadi poros maritim dunia. Aktivitas laut di Indonesia sangat tinggi, sehingga kapal yang berfungsi sebagai alat kerja sangat dibutuhkan. Salah satunya adalah kapal patroli. Kapal patroli merupakan kapal berkecepatan tinggi yang digunakan untuk berpatroli. Kapal patroli sering digunakan untuk penegakan wilayah laut NKRI.

Salah satu cara yang dipercaya dapat meningkatkan performa kapal adalah dengan menambahkan lunas bilga. Sirip lunas atau disebut juga sebagai *Bilge keel* berfungsi untuk meningkatkan friksi melintang kapal sehingga lebih sulit untuk terbalik.

Berdasarkan pemikiran tersebut, munculah ide untuk melakukan percobaan variasi geometri lunas bilga pada kapal patroli Pilot Boat yang

diharapkan dapat meningkatkan performa kapal tersebut.

1.1 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh kecepatan aliran (*wake friction*) pada badan kapal setelah dilakukan variasi geometri lunas bilga?
2. Bagaimana pengaruh olah gerak kapal setelah dilakukan variasi geometri lunas bilga?

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang

diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Kapal yang di kaji adalah kapal patroli Pilot Boat 15 m.
2. Tidak melakukan pengujian *towing tank*.
3. Analisa performa yang dilakukan hanya:
 - a. Kecepatan aliran (*wake friction*)
 - b. Olah gerak kapal
4. Bentuk lunas bilga yang digunakan adalah bentuk kotak.
5. Variasi yang digunakan :

Panjang :

 - a. $\frac{1}{2}$ LOA Kapal (5 m)
 - b. $\frac{7}{12}$ LOA Kapal (7,5 m)
 - c. $\frac{2}{3}$ LOA Kapal (10,00 m)

Tebal : 8 mm

Lebar : Diukur tegak lurus (90°) dari lambung hingga *base line*

Letak :

 - a. 25% lebar alas diukur dari *center line* (45 cm)
 - b. 50% lebar alas diukur dari *center line* (90 cm)
 - c. 75% lebar alas diukur dari *center line* (135 cm)
6. Analisa dari penelitian ini hanya dilakukan secara teknis tidak meninjau aspek ekonomi
7. Hanya menganalisa bentuk geometri lunas bilga tidak menganalisa jumlah lunas bilga
8. Hanya membandingkan variasi design yang ada
9. Kajian Teknis yang dimaksud dalam penulisan penelitian ini adalah :
 - a. Nilai kecepatan aliran (*wake*) setelah dilakukan variasi geometri lunas bilga
 - b. Olah gerak kapal yang meliputi : *heaving, pitching, rolling* setelah dilakukan variasi geometri lunas bilga

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai kecepatan aliran (*wake friction*) yang paling optimal dari variasi geometri lunas bilga berbentuk kotak.
2. Mengetahui olah gerak kapal yang paling optimal dari variasi geometri lunas bilga berbentuk kotak.

2. METODE

2.1 Materi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis memiliki data primer berupa ukuran utama kapal patroli patrol boat sebagai berikut :

LOA	: 15 m
LPP	: 13,25 m
B	: 4,00 m
H	: 1,84 m
T	: 0,72 m
Speed (v)	: 24 knot

Untuk data sekunder diperoleh dari literatur (jurnal, buku, dan lainnya).

2.2 Parameter Penilitan

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:

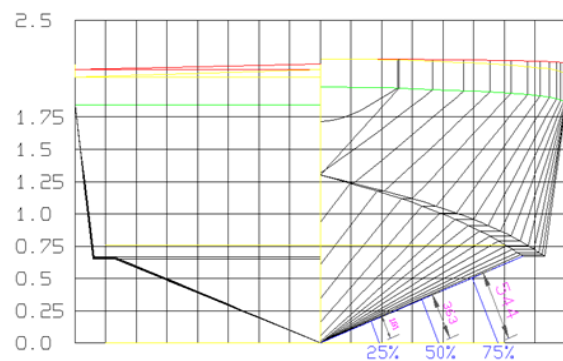
A. Parameter tetap

- Data primer berupa ukuran utama kapal
- Tebal bilga 8 mm
- Lebar bilga diukur tegak lurus (90°) dari lambung hingga *base line*
- Lunas bilga dengan bentuk kotak

B. Parameter berubah

Model bentuk geometri lunas bilga

- Panjang Bilga $\frac{1}{2}$ Loa, $\frac{7}{12}$ Loa, $\frac{2}{3}$ Loa kapal
- Bilga diletakan 25%, 50% dan 75% lebar alas diukur dari *center line*.



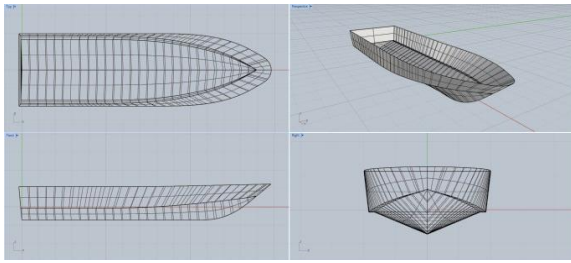
Gambar 3.1 Rencana peletakan bilga

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

A. Desain Model Badan Kapal

Dari data pada metodologi dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan *software* Rhinoceros v 5.0:



Gambar 4.1 Pembuatan model tanpa bilga

Hasil pemodelan terlebih dahulu diskala 1 : 30 lalu di *ekspor* kedalam bentuk *file .iges* kemudian dibuka di *software CFD Tdyn 12.2.3*.

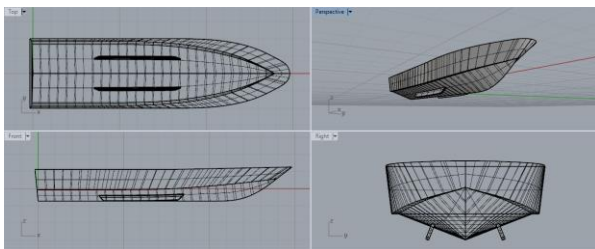
Metode yang digunakan dalam variasi lunas bilga adalah korespondensi satu – satu ke setiap parameter perubah. Sehingga dari variasi model tersebut didapat 9 model lunas bilga.

Tabel 4.1 Rencana Model Lunas Bilga

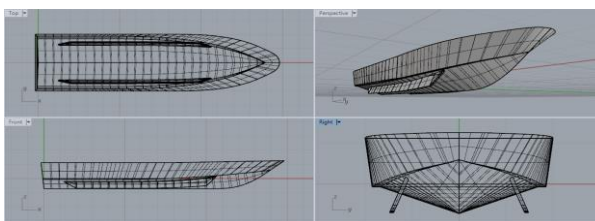
MODEL	BENTUK	TEBAL	PANJANG	LETAK (dari center line)
BILGA 1	KOTAK	8 mm	1/2 LOA	25 %
BILGA 2	KOTAK	8 mm	1/2 LOA	50 %
BILGA 3	KOTAK	8 mm	1/2 LOA	75 %
BILGA 4	KOTAK	8 mm	7/12 LOA	25 %
BILGA 5	KOTAK	8 mm	7/12 LOA	50 %
BILGA 6	KOTAK	8 mm	7/12 LOA	75 %
BILGA 7	KOTAK	8 mm	2/3 LOA	25 %
BILGA 8	KOTAK	8 mm	2/3 LOA	50 %
BILGA 9	KOTAK	8 mm	2/3 LOA	75 %

B. Variasi Bentuk Model Bilga

Penelitian ini menggunakan bentuk bilga kotak dimana ukuran tipe-tipe bilga mengikuti ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 4.2 Model Bilga 2



Gambar 4.3 Model Bilga 9

3.2 Validasi Hambatan Kapal Tanpa Lunas Bilga

Perhitungan manual atau empiris menggunakan metode perhitungan savitsky sebagai berikut :

$$\Delta\alpha = \frac{My}{\rho \cdot g \cdot I_y} = \frac{0.95}{1025 \times 9.81 \times 0.005813} = 0,933610834^0$$

$C_V = \frac{V}{\sqrt{g b}}$	2.0439234
$C_{l\beta} = \frac{\Delta}{0,5 \rho V^2 b^2}$	0.0129771

Tabel 4.2 Perhitungan empiris kapal tanpa bilga

24 KNOT			
No	Quantity	Source	Value
1	$\tau^{1,1}$		0.92721932
2	CL_o	Figure 11	0.028
3	$CL_o/\tau^{1,1}$	No (2) / (1)	0.03019782
4	λ	Figure 10	2.35
5	V_m	Figure 14	2.253987869
6	Re	$V_m \lambda b / \nu$	552583.95
7	C_f	Schoenherr	0.004961
8	ΔC_f	ATTC Standard Roughnes	0.0004
9	$C_f + \Delta C_f$	No (7) + (8)	0.005361
10	D_f	$\frac{\rho(V_m^2)\lambda b^2(C_f + \Delta C_f)}{2 \cos\beta}$	0.000542932
13	$\cos \tau$		0.999867246
14	$\Delta \tan \tau$		8.461862E-06
15	$D_f / \cos \tau$	No (10) / $\cos \tau$	0.000543004
16	D	No (14)+ (15)	0.000551466

Jadi RT pada skala model = 0,5515 N

RT empiris (N)	RT simulasi CFD (N)	Koreksi %
0.551466	0.56283	2.02

3.3 Perhitungan Wake Friction

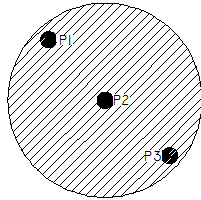
A. Penentuan Sumbu Koordinat

Pada *CFD software package* fitur yang digunakan untuk menganalisa kecepatan aliran diburitan yaitu mendapatkan nilai kecepatan *advanced* (V_a) 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) kapal maka perlu dirancang lokasi *point* yang mewakili kecepatan *advanced* yang masuk ke *propeller* tersebut.



Gambar 4.3 Penentuan Lokasi sumbu x, y dan z

Dalam menentukan *wake* pada penelitian ini dirancang menggunakan 3 lokasi point yang berbeda untuk mendapatkan kecepatan *advance* didaerah buritan yang maksimal.



Gambar 4.4 Lokasi Penempatan Point Pada Water jet

Tabel 4.3 Titik Koordinat

Titik Kordinat		Nilai Koordinat
Point 1	X	-0,017
	Y	0,010
	Z	-0,005
Point 2	X	-0,017
	Y	0
	Z	-0,012
Point 3	X	-0,017
	Y	-0,008
	Z	-0,021

B. Analisa Wake Friction

Setelah menentukan titik koordinat dari ketiga model variasi yang dianalisa menggunakan software berbasis CFD, di dapatkan variasi model yang lebih optimal dibanding kapal tanpa bilga. Ini dapat dilihat dari *velocity advanced* (V_a) pada bagian buritan kapal, semakin besar nilai V_a maka nilai *wake* semakin kecil dan semakin optimal daya dorong yang dihasilkan kapal seperti pada tabel 4.4.

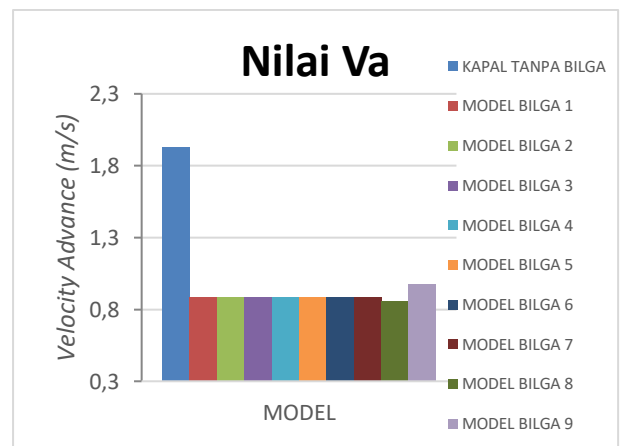
Tabel 4.4 Perbandingan V_a dan *Wake Friction*

MODEL	VS (m/s)	VA (m/s)	SELISIH (%)	WAKE	SELISIH (%)
TANPA BILGA	2.254	1.928		0.145	

BILGA 1	2.254	0.887	-54.0198	0.606	319.727
BILGA 2	2.254	0.885	-54.0902	0.607	320.1434
BILGA 3	2.254	0.887	-53.9923	0.606	319.727
BILGA 4	2.254	0.887	-54.0172	0.606	319.727
BILGA 5	2.254	0.888	-53.9590	0.606	319.367
BILGA 6	22.254	0.886	-54.0230	0.607	319.746
BILGA 7	2.254	0.887	-54.0217	0.606	319.727
BILGA 8	2.254	0.853	-55.7485	0.621	329.959
BILGA 9	2.254	0.972	-49.5717	0.569	107.185

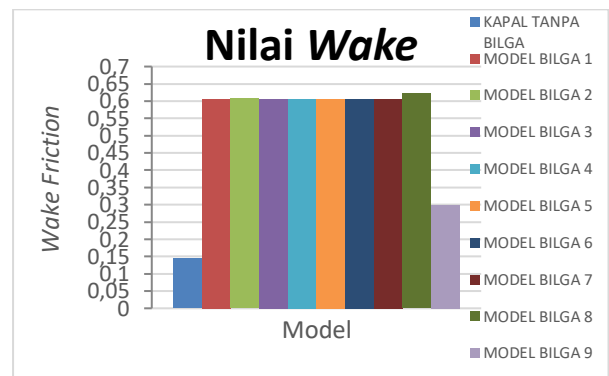
Saat kapal berjalan pada kecepatan 24 knot maka daya dorong yang dihasilkan pada model tanpa bilga memiliki nilai *wake* paling kecil yaitu sebesar 0,145.

Berikut adalah diagram perbandingan nilai kecepatan *advance* (V_a) pada model yang dianalisa:



Gambar 4.7 Diagram Nilai V_a

Berikut adalah grafik perbandingan nilai *wake* yang terjadi pada model yang dianalisa.



Gambar 4.8 Diagram Nilai *Wake Friction*

3.4 Analisa Olah Gerak Kapal

Pada penelitian ini perhitungan olah gerak kapal dilakukan menggunakan *Maxsurf Motion*. Program ini merupakan salah satu perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk menganalisa *seakeeping performance* diantara beberapa *software* komersial yang telah ada. Jenis spektrum gelombang yang dipergunakan adalah spectrum JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*). Spektrum JONSWAP dipilih karena Laut Indonesia mirip dengan Laut Utara dan merupakan daerah kepulauan. Tinggi gelombang yang dipakai yaitu 1,25 m.

Sebagai acuan baik tidaknya olah gerak kapal ikan, penulis menggunakan kriteria sudut maksimum pada *roll* dan *pitch* yang ditentukan dalam *General operability limiting criteria for ships* yang ditetapkan (Tello, 2009) mengatur standar penerimaan olah gerak untuk kapal ikan. Kriteria yang ditetapkan oleh (Tello, 2009).

Tabel 4.5 Kriteria Penerimaan Tello

No	Criterion	Prescribe Maximum Value
1	C1 Roll	6° (rms)
2	C2 Pitch	3°(rms)
3	Lateral acceleration (at bridge, working deck FP, working deck AP)	0,1 g (rms)
4	Vertical acceleration (at bridge, working deck FP, working deck AP)	0,2 g (rms)

Analisa dilakukan untuk sudut dari 0°,90° hingga 180° dengan kecepatan kapal 24 knots.

Hasil dari analisa olah gerak adalah :

Tabel 4.6 Tabel Perbandingan Nilai Amplitudo

Item	Wave Heading (deg)	Amplitudo		
		Tanpa Bilga	Model Bilga 1	Model Bilga 2
Heaving	0.000	0.298	0.29600	0.298
	90.000	0.309	0.30500	0.309
	180.000	0.339	0.31400	0.341
Rolling	0.000	0.000	0.00000	0.000
	90.000	4.300	4.29000	4.300

Pitching	180.000	0.000	0.00000	0.000
	0.000	1.210	1.18000	1.220
	90.000	0.290	0.24000	0.300
	180.000	1.660	1.34000	1.680

Item	Wave Heading (deg)	Amplitudo		
		Model Bilga 3	Model Bilga 4	Model Bilga 5
Heaving	0.000	0.298	0.296	0.298
	90.000	0.309	0.305	0.310
	180.000	0.341	0.314	0.341
Rolling	0.000	0.000	0.000	0.000
	90.000	4.300	4.290	4.300
	180.000	0.000	0.000	0.000
Pitching	0.000	1.220	1.180	1.220
	90.000	0.300	0.240	0.300
	180.000	1.680	1.340	1.680

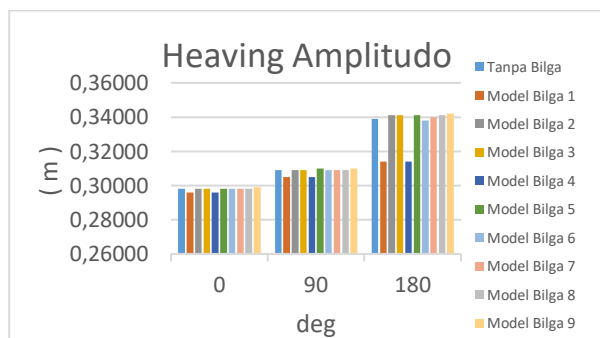
Item	Wave Heading (deg)	Amplitudo		
		Model Bilga 6	Model Bilga 7	Model Bilga 8
Heaving	0.000	0.298	0.298	0.298
	90.000	0.309	0.309	0.309
	180.000	0.338	0.340	0.341
Rolling	0.000	0.000	0.000	0.000
	90.000	4.300	4.300	4.300
	180.000	0.000	0.000	0.000
Pitching	0.000	1.200	1.220	1.220
	90.000	0.280	0.300	0.300
	180.000	1.670	1.660	1.680

Item	Wave Heading (deg)	Amplitudo
		Model Bilga 9
Heaving	0.000	0.299
	90.000	0.310
	180.000	0.342
Rolling	0.000	0.000
	90.000	4.300

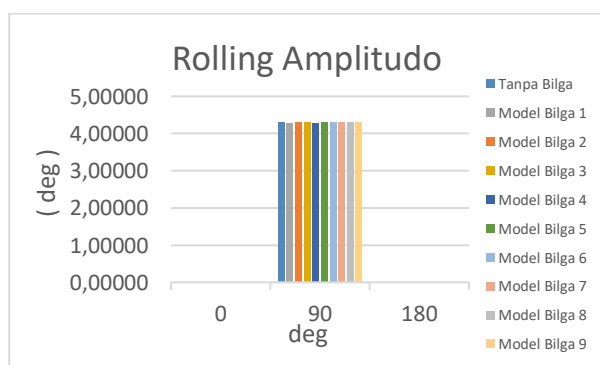
	180.000	0.000
	0.000	1.220
Pitching	90.000	0.300
	180.000	1.690

Berdasarkan perhitungan olah gerak dengan variasi model lunas bilga menggunakan pendekatan *software Maxsurf Motions* didapatkan nilai *heaving* terkecil pada *wave heading* 180° terjadi pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 7,37 % dari model tanpa bilga, sedangkan untuk nilai *rolling* pada *wave heading* 90° akan berpengaruh apabila bilga dipasang sejajar dengan garis air, dan untuk nilai *pitching* pada *wave heading* 0° yang terkecil terdapat pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 2,48 % dari model tanpa bilga, serta untuk nilai *pitching* pada *wave heading* 180° yang terkecil terdapat pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 19,28 % dari model tanpa bilga. Dan semua kondisi hasil analisa olah gerak kapal pada penelitian ini sudah memenuhi standar *Tello 2009*.

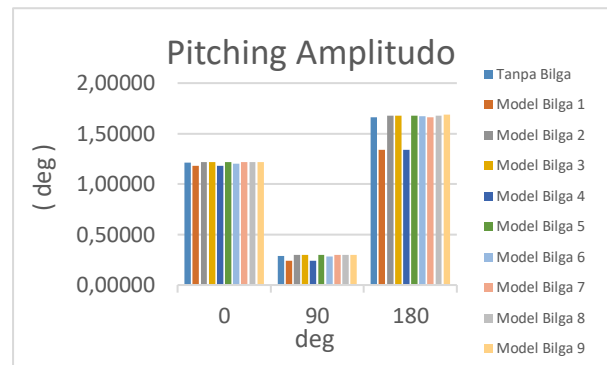
Berikut adalah grafik perbandingan nilai olah gerak kapal yang terjadi pada model yang dianalisa:



Gambar 4.9 Grafik *Heaving* Amplitudo



Gambar 4.10 Grafik *Rolling* Amplitudo



Gambar 4.11 Grafik *Pitching* Amplitudo

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil percobaan dan simulasi menyatakan bahwa pada model tanpa bilga memiliki nilai *wake* paling kecil yaitu sebesar 0,145.
2. Untuk olah gerak kapal dengan variasi model lunas bilga berbentuk kotak didapatkan bahwa nilai *heaving* terkecil pada *wave heading* 180° terjadi pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 7,37 % dari model tanpa bilga, sedangkan untuk nilai *rolling* pada *wave heading* 90° akan berpengaruh apabila bilga dipasang sejajar dengan garis air, dan untuk nilai *pitching* pada *wave heading* 0° yang terkecil terdapat pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 2,48 % dari model tanpa bilga, serta untuk nilai *pitching* pada *wave heading* 180° yang terkecil terdapat pada model bilga 1 & 4 dengan penurunan 19,28 % dari model tanpa bilga. Dan semua kondisi hasil analisa olah gerak kapal pada penelitian ini sudah memenuhi standar *Tello 2009*.

4.2 Saran

Dari analisa performa kapal telah di variasi perubahan bentuk geometri lunas bilga berbentuk kotak penulis menyarankan:

1. Pada penelitian ini disarankan tidak dilakukan penambahan bilga pada kapal patroli patrol boat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap geometri lunas bilga untuk mendapat performa yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faltinsen, Odd M. 2005. *Hydrodynamic of High-Speed Marine Vehicle*. New York: Cambridge University Press.
- [2] Bassler, C., Miller, R., & Reed, A. (2008). Considerations for Bilge Keel Force Models in Potential Flow Simulations of Ship Maneuvering in Waves. *Proceedings of the 12 International Ship Stability Workshop*, 291–307.
- [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] Harvald. S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- [6] Febrian, Citra Eka. 2017. Analisis Hambatan dan Gaya Angkat dari Modifikasi *Stephull* dengan Variasi Sudut Pada Kapal Pilot Boat 15 Meter ALU Menggunakan Metode CFD. Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [7] Senoaji, Burhhannudin. 2015. Analisa Pengaruh Letak Lunas Bilga Terhadap Performa Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan). Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [8] Setiawan, Ikhwan. 2016. Analisa Pengaruh Lunas Bilga Terhadap Olah Gerak Kapal Dan Hambatan Total Pada Kapal Ikan Tradisional Tipe Kragan, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [9] Simanjutak, Herman Ferdinan Philip. 2016. Analisa Pengaruh Panjang, Letak dan Geometri Lunas Bilga Terhadap Arah dan Kecepatan Aliran (*Wake*) Pada Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan). Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- [10] Arifin, Syaiful. 2017. Analisa Pengaruh Geometri Lunas Bilga Berbentuk Trapesium terhadap Performa Kapal pada Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan) menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.