

ANALISA HAMBATAN DAN POLA ALIRAN FLUIDA TERHADAP VARIASI BULBOUS BOW PADA KAPAL HIGH SPEED CRAFT

Muhammad Shalihin, Romadhoni²

Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis ⁽¹²⁾

muhammad.shalihin@gmail.com, romadhoni@polbeng.ac.id

Abstract

High Speed Craft (HSC) is a high speed ship for civil use, also called fast craft or fast ferry. Ship resistance is one of the main factors affecting the process of designing a ship. Basically, ship resistance can be reduced by using a bulbous bow attached to the ship's bow construction. Various bulbous bow designs have been developed according to the shape of the fore section of the ship, namely delta, ellipse and nablo types. From the analysis that has been carried out, it is found that the resistance value of the ship using the bulbous bow is smaller than the planing ship model. The smallest total resistance value was obtained in the model using the Nablo type bulbous bow, which was 135.3 kN. As for the resistance values of the other models, the delta type is 136.0 kN, the elliptical type is 136.3 kN and the planing model is 149.3 kN.

Keywords : High Speed Craft, Resistance, Bulbous Bow

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kapal cepat khususnya jenis lambung tunggal (*mono hull*) belakangan ini banyak digunakan di Indonesia. Banyak instansi baik pemerintah maupun swasta yang menggunakan kapal cepat untuk berbagai tujuan. Dalam pengoperasiannya kapal *high speed craft* biasanya digunakan selama 5000-6000 jam per tahun, dengan berlayar pada berbagai kondisi laut. Dalam proses perancangan kapal hambatan adalah salah satu faktor utama yang sangat berpengaruh. Pada dasarnya hambatan kapal dapat direduksi dengan penggunaan *bulbous bow* yang terpasang pada konstruksi haluan kapal. Berbagai desain *bulbous bow* telah dikembangkan sesuai dengan bentuk penampang bagian depan kapal yaitu tipe *delta*, *ellips* dan *nabla*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh desain lambung kapal HSC dengan penambahan *bulbous bow*, untuk mengetahui pengaruh dari *bulbous bow* terhadap pengurangan nilai hambatan kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. High Speed Craft

High Speed Craft (HSC) adalah sebuah kapal dengan kecepatan tinggi untuk penggunaan sipil, juga disebut *fast craft* atau feri cepat. Salah satu jenis kapal yang termasuk dalam *high speed craft* ini adalah kapal *crew boat*. *Crew boat* adalah alat transportasi laut yang digunakan untuk membawa *crew* atau tenaga kerja yang biasanya bekerja dilepas pantai (*offshore*). Kapal ini beroperasi sama seperti halnya kapal-kapal penumpang pada umumnya. Kapal jenis ini tidak terlalu besar dan tidak terlalu banyak membawa penumpang atau pekerja, karena kapal jenis ini mengutamakan kenyamanan.



Gambar 1 Kapal HSC Crew Boat

B. Hambatan Kapal

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besar hambatan suatu kapal dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu luas permukaan basah, jenis fluida dan juga kecepatan kapal. Nilai hambatan kapal akan meningkat apabila angka *Froude* mengalami kenaikan (Harvald, 1983) dan (PNA, 1988).

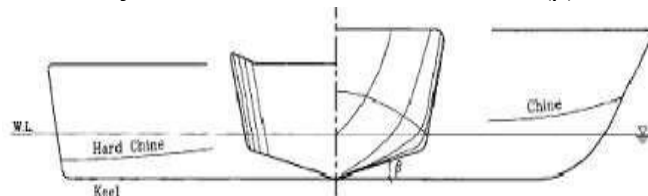
Dalam perhitungan hambatan pada penelitian ini menggunakan metodel *hull speed* dengan metode *savitsky*. Koefisien kecepatan *planing hull* menurut Daniel Savitsky dinyatakan dengan :

$$C_v = \frac{v}{\sqrt{g \cdot b}} \quad (1)$$

Dimana :

- C_v = Koefisien Kecepatan
- V = Kecepatan Kapal (m/s)
- g = Percepatan Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- b = Maximum Beam Over Chine (m)

Pada Gambar 2, ditunjukkan letak dari sudut *deadrise* (β) suatu kapal cepat.



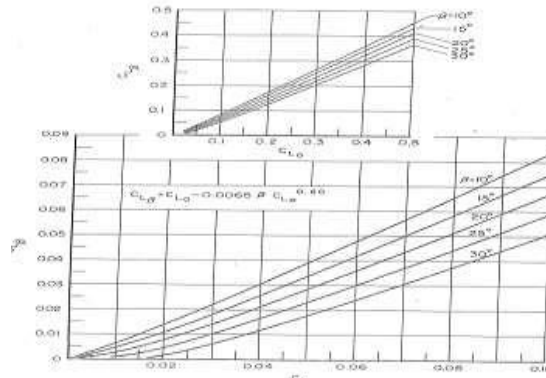
Gambar 2 Letak Sudut Deadrise (β)

Ketika terjadi kondisi sudut *deadrise* yang terbentuk sama dengan nol, ($\beta = 0$), maka koefisien angkat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$C_{lb} = \frac{\Delta}{0,5 \times \rho \times V^2 \times B^2} \quad (2)$$

Dimana :

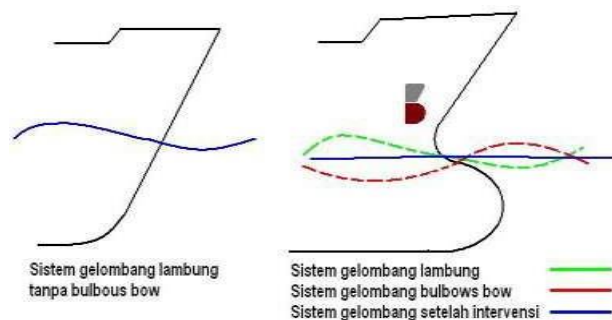
- C_{lb} = Koefisien Angkat
- P = Massa Jenis Air Laut
- V = Kecepatan Kapal (ft/sec)
- B_{px} = Maximum Chine Beam (ft)
- Δ = Displasemen (lb)



Gambar 3 Grafik sudut deadrise menurut daniel Savitsky

C. Bulbous Bow

Bulbous bow merupakan bagian kapal yang terletak di bagian haluan kapal. Penggunaan *bulbous bow* ini akan mempengaruhi aliran air di sekitar lambung kapal. Penjelasan tentang efek aliran air yang terjadi di sekitar kapal adalah air dipaksakan mengalir di atas *bulbous bow* sehingga dapat memecah gelombang air yang menahan didepannya.

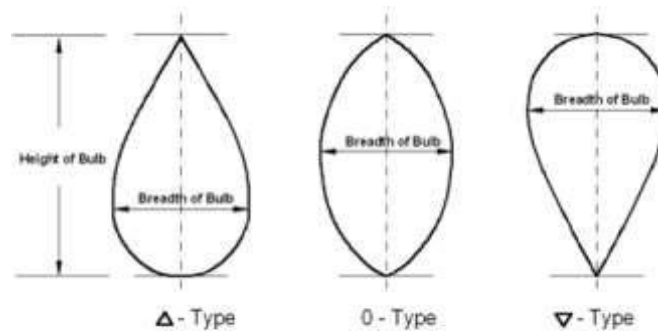


Gambar 4 Sistem gelombang *bulbous bow*

Ada 3 (tiga) jenis bentuk *bulbous bow* yang umum digunakan, dimana masing-masing bentuk memiliki karakteristik geometri yang berbeda-beda. Ketiga bentuk tersebut dapat dilihat dari garis tegak lurus kedepan, diantaranya:

- a. Delta (Δ) type: pada tipe *bulb* ini pusat massa volume terletak di bawah tengah penampang (section) dan penampang berbentuk seperti tetesan atau bawang. Pada *bulb* tipe ini garis batang tidak berubah. Pada umumnya *bulb* tipe seperti ini tidak memiliki banyak sifat yang menguntungkan, selain mengurangi hambatan gelombang, karenanya tidak disukai di kapal modern (Sharma, R. et al, OP, 2005).
- b. Ellips (O) type: pada tipe *bulb* ini pusat massa berada pada bagian tengah penampang dan penampang simetris terhadap FP dengan bentuk lingkaran, oval, elliptical dan cilindris (Sharma, R. et al, OP, 2005).
- c. Nabla (∇) type: pada tipe ini pusat volume terletak pada bagian atas tengah penampang dan berbentuk bawang terbalik. Karena pusat volume terletak di bagian tengah dekat dengan permukaan bebas, maka *bulb* tipe ini memiliki kemampuan *seakeeping* yang

lebih baik dibandingkan yang lainnya. Karena alasan tersebut, bulb tipe ini lebih disukai pada kapal modern (Sharma, R. et al, OP, 2005).



Gambar 5 Bentuk-bentuk *bulbous bow*

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini difokuskan pada efek yang ditimbulkan oleh penambahan *bulbous bow* terhadap pengurangan hambatan kapal dan aliran fluida disepanjang badan kapal.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Permodelan Kapal

Sebelum dilakukan permodelan lambung kapal, terlebih dahulu dilakukan perhitungan dari parameter *bulbous bow* yang akan dibuat nantinya.

a) Parameter panjang

$$\begin{aligned} C_{LPR} &= LPR/LBP \\ 0,03 &= LPR/LBP \\ LPR &= 0,03 \times 34,71 \\ LPR &= 1,04 \quad \text{m} \end{aligned}$$

b) Parameter lebar

$$\begin{aligned} C_{BB} &= BB/B \\ 0,07 &= BB/B \\ BB &= 0,07 \times 7,60 \\ BB &= 0,53 \quad \text{m} \end{aligned}$$

c) Parameter tinggi

$$\begin{aligned} C_{ZB} &= ZB/T \\ 0,49 &= ZB/T \\ ZB &= 0,49 \times 1,89 \\ ZB &= 0,92 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Berikut ini data utama kapal *crew boat* yang akan dimodelkan :

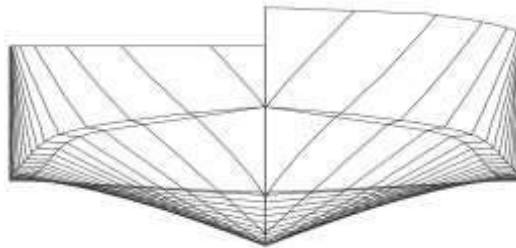
- LOA : 38,0 m
- LPP : 34,7 m
- LWL : 35,5 m
- Breadth : 7,60 m
- Depth : 3,65 m
- Draft : 1,89 m
- Vs : 25 knot

Proses penggambaran model diawali dengan permodelan lambung *planing*. Dari bentuk lambung *planing* yang telah didesain, selanjutnya dilakukan modifikasi penambahan *bulbous bow* pada haluannya dengan beberapa pengulangan proses. Dalam hal ini *bulbous bow* akan di

modelkan menjadi 3 jenis yaitu tipe *delta*, *ellips* dan *nabla*. Ketiga bentuk tersebut dilihat dari garis tegak lurus kedepan (*Forward Perpendicular*). Setelah proses permodelan selesai maka dilanjutkan dengan menganalisa hambatan kapal. Proses analisa hambatan dilakukan dengan *software maxsurf resistance*. Metode yang digunakan dalam analisa hambatan adalah metode *savitsky planning*.

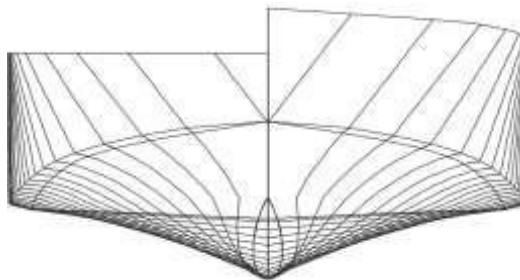
Di bawah ini adalah hasil desain dari lambung kapal model *planing* dan ketiga variasi dari model *bulbous bow*.

a. Model *planing*



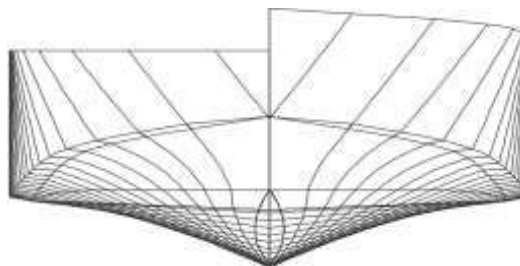
Gambar 6 Lambung model *planing*

b. *Bulbous bow* tipe *delta*



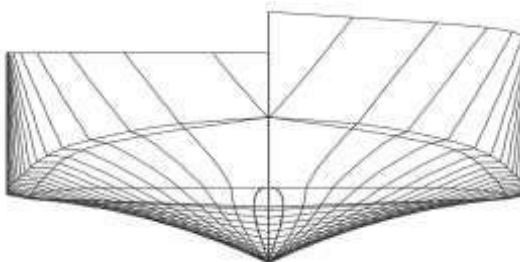
Gambar 7 Lambung *bulbous bow* tipe *delta*

c. *Bulbous bow* tipe *ellips*



Gambar 8 Lambung *bulbous bow* tipe *ellips*

d. *Bulbous bow* tipe *nabla*



Gambar 9 Lambung *bulbous bow* tipe *nabla*

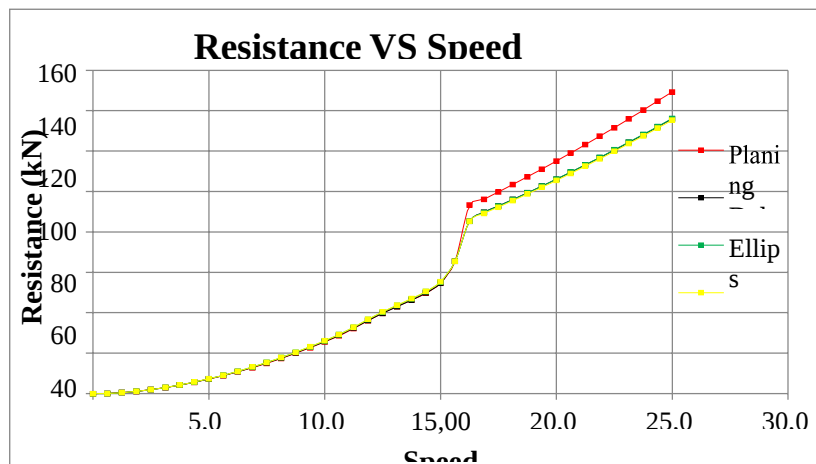
B. Analisa Hambatan Kapal

Analisa hambatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan membandingkan nilai hambatan dari keempat model dengan menggunakan metode *savitsky*. Dengan memberikan batasan bahwa kapal telah mengalami mode *planing*. Dengan parameter yang ada maka perhitungan hambatan dapat dilakukan. Dari tabel hasil prediksi *resistance* yang ditampilkan menunjukkan bahwa secara berturut-turut *resistance* model kapal dari yang paling kecil adalah bentuk model lambung dengan *bulbous bow nabla*, *delta*, *ellips* dan model *planing*.

Tabel 1 Hambatan total model

Speed (kn)	Planing	Delta	Ellips	Nabla
	Resistance (kN)	Resistance (kN)	Resistance (kN)	Resistance (kN)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,63	0,10	0,10	0,10	0,10
1,25	0,50	0,50	0,50	0,50
1,88	1,10	1,10	1,20	1,20
2,50	2,00	2,00	2,00	2,00
3,13	3,00	3,00	3,10	3,10
3,75	4,20	4,30	4,30	4,30
4,38	5,60	5,70	5,70	5,80
5,00	7,20	7,30	7,40	7,40
5,63	8,90	9,00	9,10	9,10
6,25	10,80	10,90	11,10	11,10
6,88	12,80	13,00	13,20	13,20
7,50	15,00	15,30	15,40	15,50
8,13	17,40	17,60	17,90	17,90
8,75	20,00	20,20	20,50	20,50
9,38	22,70	23,00	23,20	23,30
10,00	25,60	25,80	26,10	26,20
10,63	28,60	28,90	29,30	29,30
11,25	32,20	32,50	32,80	32,90
11,88	36,10	36,20	36,70	36,80
12,50	39,80	39,80	40,40	40,50
13,13	43,10	43,10	43,70	43,80
13,75	46,30	46,30	46,90	47,10
14,38	49,70	49,90	50,50	50,60
15,00	54,70	54,70	55,30	55,40
15,63	65,50	65,50	65,50	65,50
16,25	93,30	85,30	85,30	85,30
16,88	96,20	89,80	89,70	89,20
17,50	99,80	92,90	92,80	92,30
18,13	103,50	96,10	96,00	95,50
18,75	107,30	99,40	99,30	98,80
19,38	111,10	102,70	102,70	102,10
20,00	115,10	106,10	106,20	105,50
20,63	119,10	109,60	109,70	109,00

21,25	123,20	113,20	113,30	112,60
21,88	127,40	116,80	116,90	116,20
22,50	131,60	120,50	120,70	119,90
23,13	135,90	124,30	124,50	123,70
23,75	140,30	128,10	128,30	127,50
24,38	144,80	132,00	132,20	131,40
25,00	149,30	136,00	136,20	135,30

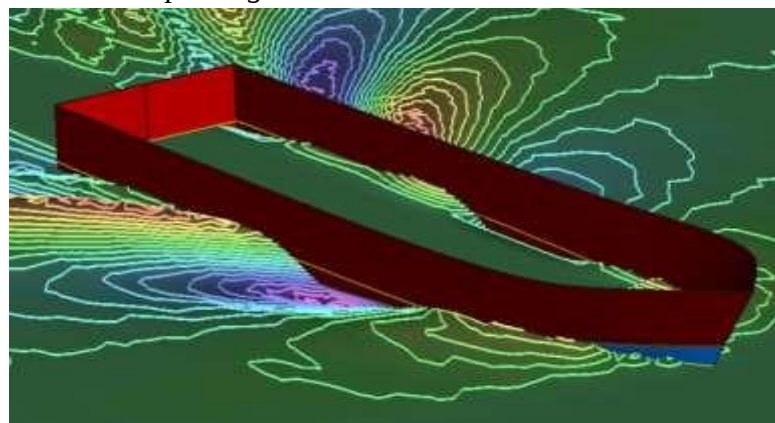


Gambar 10 Grafik perbandingan hambatan

C. Aliran Fluida

Fluida (fluid atau dikenal dengan istilah zalir) adalah zat (*substance*) yang berubah bentuk secara terus menerus bila terkena tegangan geser (*shear stress*), berapapun kecilnya tegangan geser itu.

a. Karakteristik aliran fluida *planing hull*



Gambar 11 Aliran fluida pada haluan *planing hull*

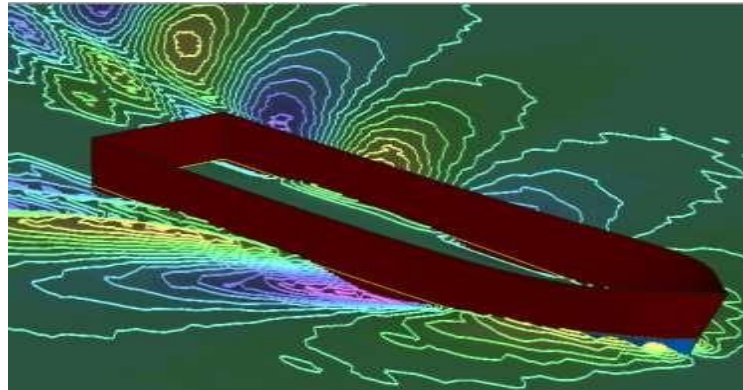
Untuk tekanan yang terjadi pada lambung kapal ini memiliki nilai yang cukup besar karena model ini gelombangnya tidak tereduksi dengan baik sehingga membuat tekanan pada lambung menjadi besar. Untuk nilai tekanan yang terjadi pada lambung dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Nilai tekanan lambung pada model *planning hull*

	Kecepatan	Hambatan	Tekanan Lambung
--	-----------	----------	-----------------

No	Knot	m/s	kN	Pa	m/s
1	0	0	0	3079,54	9,39
2	12	6,17	39,8	3500,88	10,03
3	25	12,86	149,3	3925,58	15,97

b. Karakteristik aliran fluida *bulbous bow* tipe *delta*



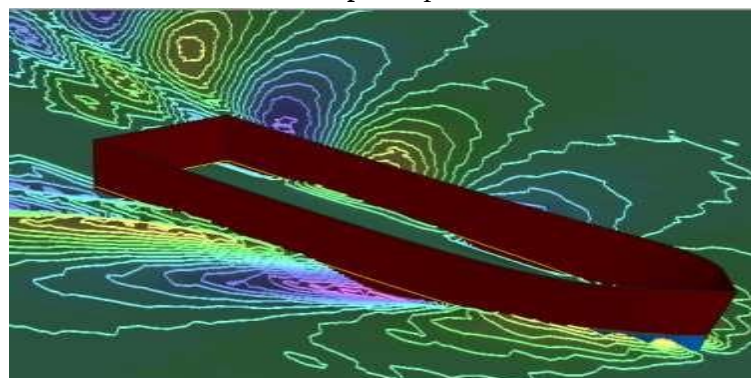
Gambar 12 Aliran fluida pada haluan lambung dengan *bulbous bow* tipe *delta*

Untuk tekanan yang terjadi pada lambung kapal ini memiliki nilai yang sedikit lebih kecil karena model ini menggunakan bulbous bow sehingga gelombangnya tereduksi dengan baik sehingga membuat tekanan pada lambung menjadi kecil. Untuk nilai tekanan yang terjadi pada lambung dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Nilai tekanan lambung pada model *bulbous bow* tipe *delta*

No	Kecepatan		Hambatan	Tekanan Lambung	
	Knot	m/s		Pa	m/s
1	0	0	0	3079,54	9,39
2	12	6,17	39,5	3450,88	10,03
3	25	12,86	136	3900,37	15,56

c. Karakteristik aliran fluida *bulbous bow* tipe *ellips*



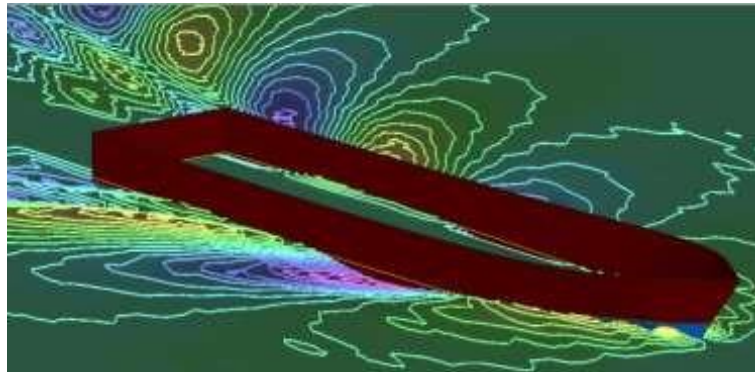
Gambar 10 Aliran fluida pada haluan lambung dengan *bulbous bow* tipe *ellips*

Untuk tekanan yang terjadi pada lambung kapal ini memiliki nilai yang sedikit lebih kecil karena model ini menggunakan bulbous bow sehingga gelombangnya tereduksi dengan baik sehingga membuat tekanan pada lambung menjadi kecil. Untuk nilai tekanan yang terjadi pada lambung dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4 Nilai tekanan lambung pada model *bulbous bow ellips*

No	Kecepatan		Hambatan	Tekanan Lambung	
	Knot	m/s		Pa	m/s
1	0	0	0	3079,54	9,39
2	12	6,17	38,5	3442,48	10,03
3	25	12,86	136,2	3922,37	15,73

d. Karakteristik aliran fluida *bulbous bow tipe nabla*



Gambar 11 Aliran fluida pada haluan lambung dengan *bulbous bow nabla*

Untuk tekanan yang terjadi pada lambung kapal ini memiliki nilai yang paling kecil karena model ini menggunakan bulbous bow yang cenderung lebih baik dibandingkan model yang lainnya sehingga gelombangnya tereduksi dengan baik sehingga membuat tekanan pada lambung menjadi kecil. Untuk nilai tekanan yang terjadi pada lambung dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5 Nilai tekanan lambung pada model *bulbous bow nabla*

No	Kecepatan		Hambatan	Tekanan Lambung	
	Knot	m/s		Pa	m/s
1	0	0	0	3079,54	9,39
2	12	6,17	35,5	3312,36	10
3	25	12,86	135,3	3802,52	14,12

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa hambatan dan karakteristik fluida pada kapal *High Speed Craft* akibat dari penambahan *bulbous bow*, maka dapat disimpulkan :

- Pada proses analisa menggunakan pendekatan *software Maxsurf Resistance*, telah diketahui bahwa dari ketiga variasi *bulbous bow* terdapat perbedaan besarnya hambatan yang dihasilkan pada kecepatan yang sama.
- Besarnya nilai hambatan yang ditunjukkan oleh simulasi *software maxsurf resistance* pada kecepatan 25 knot untuk model *planing* = 149,3 kN, untuk *bulbous bow* tipe *delta* = 136,0 kN, untuk *bulbous bow* tipe *ellips* = 135,3 kN, dan *bulbous bow* tipe *nabla* = 135,3 kN.
- Dari nilai hambatan yang telah didapatkan terbukti bahwa dengan dilakukan penambahan *bulbous bow* pada kapal *crew boat* dapat mengurangi hambatan, dan tipe

bulbous bow yang paling baik mengurangi hambatan adalah *bulbous bow tipe nabla*.

- d. Untuk karakteristik aliran fluida atau aliran gelombang yang terjadi pada haluan kapal sangatlah berpengaruh terhadap nilai hambatan kapal. Dengan dilakukan penambahan *bulbous bow* pada haluan kapal akan membantu mereduksi hambatan karena gelombang pada bagian haluan akan saling meniadakan. Model yang paling baik aliran fluidanya adalah model kapal dengan *bulbous bow tipe nabla*, sehingga model ini juga yang memiliki nilai hambatan paling kecil diantara model yang lainnya.

B. Saran

Pada penelitian ini tentu saja masih memiliki banyak sekali kekurangan yang belum bisa terselesaikan. Ada berbagai macam kendala yang menyebabkan hal tersebut tidak dapat dilakukan, antara lain adalah waktu dan fasilitas yang digunakan. Di harapkan hal-hal yang menjadi kendala peneliti tersebut dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Adapun pada bagian ini, dituliskan beberapa saran antara lain :

- a. Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan konstruksi dari *bulbous bow*, sehingga pada penelitian selanjutnya hal tersebut dapat dilakukan mengingat dimensi *bulbous bow* yang cukup besar dan analisa gerak kapal dapat diperoleh secara lebih akurat.
- b. Dalam proses analisa masih menggunakan *software* yang paling dasar, pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan dengan menggunakan *software* yang bisa memberikan hasil yang lebih akurat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, U. M. (2022). Studi Tahanan Kapal Akibat Pengaruh Bulbous Bow Dan Tanpa Bulbous Bow Menggunakan Dualsphysics Study Of Ship Resistance Due To Bow Effect And Without Bulbous Bow Using Dualsphysics (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Adi, Prasetyo dan Amiadji. 2013. Analisa Penerapan Bulbous Bow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar. ITS.F 15. Surabaya.
- Bhattacharyya, R. (1978), *Dynamics of Marine Vehicles*, John Wiley & Sons, New York.
- Harvald, S.V. (1988). *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Terjemahan oleh Jusuf Sutomo, Ir. M.sc. 1992. Surabaya: Airlangga University Press.
- Romadhoni, R., Analisa Perbandingan Bentuk Lambung Bulbous Bow Kepala Hiu Martil terhadap Hambatan Total Kapal. Jurnal Inovtek Polbeng, 7(1), pp.42-50.
- Oni, R. and Utama, I.K.A.P., Analisa Pengaruh Bentuk Lambung Axe Bow Pada Kapal High Speed Craft Terhadap Hambatan Total. Kapal, 12(2), pp.78-87.
- Romadhoni, R., Analisa Olah Gerak Kapal Di Gelombang Reguler Pada Kapal Tipe Axe Bow. Kapal, 13(2), pp.61-68.
- Savitsky, D. (2003) *On the Subject of High Speed Monohull*, SNAME, Athens, Greece.
- Watson, D.G.M. (1998), *Practical Ship Design, Volume I*. Oxford, UK, Elsevier Science Ltd.