

Simulasi Perubahan Bentuk Bulbous Bow Terhadap Hambatan Total Kapal Rumah Sakit

Ary Tri Ratnaningtyas, Dedy Wahyudi ., Mochamad Zaed Yuliadi
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia
Email : aryrantyas@gmail.com

Abstrak – Kemajuan perkembangan teknologi dan inovasi semakin berkembang dengan adanya pembangunan kapal kemanusiaan, kapal ini biasa disebut kapal rumah sakit. Kapal rumah sakit ini cenderung memiliki bentuk lambung U dan memiliki *bulbous bow* pada haluannya untuk mengurangi hambatan. Pada simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk *bulbous bow* yang baru dengan nilai hambatan total yang lebih kecil. Dibuat (tiga) model *bulbous bow* baru dan (satu) model tanpa menggunakan *bulbous bow* dengan variasi 4 sarat yang berbeda dan 3 load yang berbeda. Serta mengetahui bentuk aliran dari model tersebut. Hasil dari simulasi ini telah mendapatkan model *bulbous bow* yang memiliki hambatan total lebih kecil yaitu pada *bulbous bow* model ke 3 dengan nilai deviasi rata – rata pada kecepatan 12 knot adalah 3,4 kN, pada kecepatan 14 knot adalah 4,067 kN, pada kecepatan 16 knot adalah 4,467 kN dan pada kecepatan 18 knot adalah 5,2 kN.

Keywords: Hambatan total, Bulbous bow, deviasi..

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara kepulauan terbesar di dunia, dengan itu Indonesia disebut sebagai negara maritim. Sebagai Negara maritim, tidak akan luput dengan transportasi laut yang biasa disebut kapal. Tidak hanya sebagai transportasi laut saja, kapal juga ada yang memiliki fungsi sebagai bantuan kemanusiaan yang dinamakan kapal bantu rumah sakit. Seiring berkembangnya zaman, kapal rumah sakit saat ini juga digunakan untuk misi – misi kemanusiaan. Faktor – faktor tersebut membuat negara – negara di dunia untuk membangun kapal rumah sakit khususnya negara Indonesia. Ditinjau dari kelayakan kapal rumah sakit yang harus efisien dan ekonomis mulai dari bentuk lambung kapal sampai fasilitas – fasilitas di dalamnya. Dengan demikian faktor yang turut serta membuat kapal menjadi lebih efisien dan ekonomis adalah bentuk lambung. Bentuk lambung kapal banyak mempengaruhi beberapa faktor yaitu pada hambatan kapal. Kapal yang memiliki nilai hambatan total relatif lebih kecil cenderung akan memiliki daya mesin yang lebih kecil pula sehingga biaya bahan bakar akan relatif lebih kecil. Hal – hal yang mempengaruhi perubahan hambatan kapal salah satunya adalah *bulbous bow*. Pada kapal rumah sakit yang ada sekarang ini memiliki *bulbous bow* dengan ketinggian 4.9 meter sedangkan sarat kapal tersebut adalah 5 meter sehingga pada saat sea trial bagian depan kapal rumah sakit tersebut terdapat gelembung – gelembung yang tidak merata. Oleh karena itu penulis ingin berinovasi merubah bentuk *bulbous bow* pada kapal rumah sakit guna menemukan bentuk *bulbous bow* yang memiliki hambatan total relatif lebih kecil dibandingkan nilai hambatan total yang sudah

ada dan mendapatkan bentuk *bulbous bow* yang berbeda dari sebelumnya. [9]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Bulbous Bow*

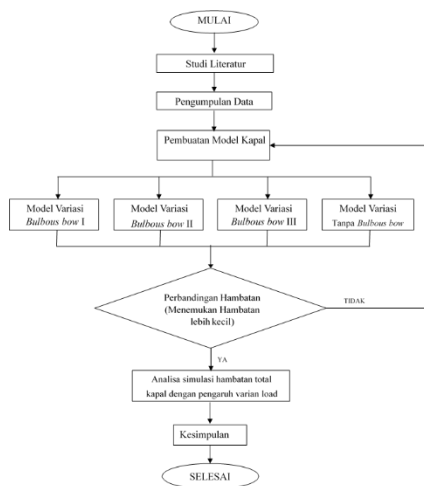
Bulbous bow merupakan bagian kapal yang terletak dibagian haluan. Bagian ini merupakan bagian yang terintegrasi dengan lambung kapal. *Bulbous bow* biasanya dipasang pada Fungsi utama dari bagian ini adalah mengurangi hambatan kapal pada saat eksplotasi atau operasi sebuah kapal. Sebagian besar hambatan pada kapal diakibatkan oleh keberadaan bagian kapal yang mengalami kontak langsung dengan fluida. fluida yang dilalui kapal membentuk pola gelombang akibat dari gerakan badan kapal yang pada akhirnya menimbulkan gesekan dengan lambung kapal, prinsip kerja dari *bulbous bow* adalah dengan membangkitkan gelombang atau menginterferensi gelombang kapal yang datang dari haluan, sehingga gelombang yang datang akan kehilangan tenaga karena interferensi gelombang dari *bulbous bow*, dan pada akhirnya energi gelombang di sekitar lambung kapal akan berkurang, dengan demikian hambatan kapal dapat diminimalisir. Manfaat dari *bulbous bow* modern akan mengurangi konsumsi bahan bakar Anda 12% sampai 15% memberikan Anda jangkauan yang setara lebih besar, atau kecepatan yang sedikit lebih tinggi untuk daya yang sama yang diterapkan, mana pun yang Anda pilih untuk digunakan. Manfaat terbesar akan berada di ujung atas kisaran kecepatan perpindahan setengah, berkurang saat kecepatan Anda berkurang. Pada kecepatan yang lebih tinggi gelombang membuat perlawanan menyumbang bagian yang lebih besar dari hambatan, dan semakin lambat Anda pergi secara proporsional lebih banyak dari perlawanan

diambil oleh hambatan permukaan yang dibasahi. Pada kecepatan rendah (sekitar 6 knot dan lebih rendah) bola lampu bahkan akan menyebabkan peningkatan tarikan karena luas permukaan yang dibasahi lebih besar. Untungnya pada kecepatan rendah itu konsumsi daya tambahan dapat diabaikan dan umumnya hanya sedikit waktu yang dihabiskan dalam kisaran kecepatan ini.

2.2 Tahanan Kapal

Tahanan (*Resistance*) adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. *Resistance* merupakan istilah yang disukai dalam hidrodinamika kapal, sedangkan istilah *drag* umumnya dipakai dalam aerodinamika dan untuk benda benam. Gambar 2.5. menunjukkan beberapa kurva hambatan untuk benda yang bergerak di permukaan atau jauh terbenam di dalam fluida yang sempurna dan fluida yang mempunyai viskositas. Koordinatnya adalah angka *froude* Tahanan total diberi notasi RT , dapat diuraikan menjadi sejumlah komponen yang berbeda yang diakibatkan oleh berbagai macam penyebab dan saling berinteraksi dalam cara yang benar – benar rumit. [4].

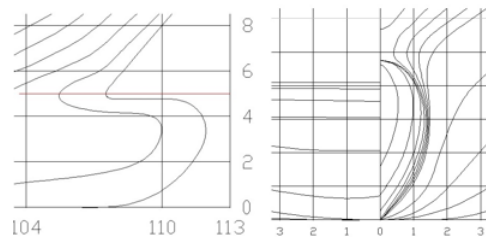
3 METODOLOGI



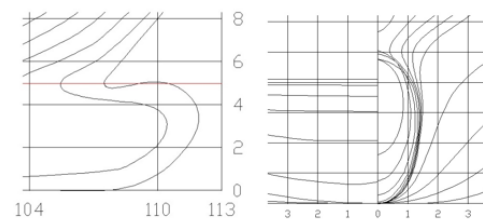
Permodelan bulbous bow

Pada model variasi *bulbous bow*, dilakukan pembuatan 3 model variasi *bulbous bow* dan 1 model tanpa *bulbous bow* yang berbeda sesuai dengan inovasi yang akan dilakukan pada model kapal yang telah dibuat.

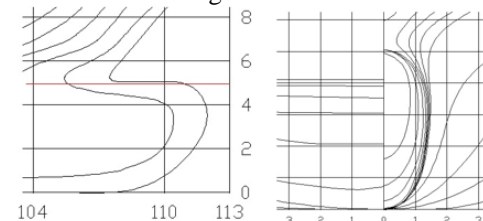
Variasi Model Pertama



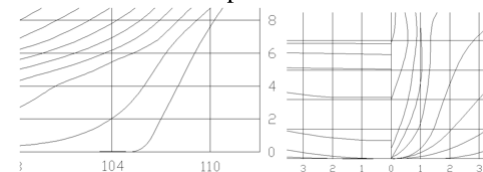
Variasi Model Kedua



Variasi model ketiga



Variasi model keempat



Perbandingan Hambatan

Pada tahap berikutnya akan dilakukan perbandingan hambatan dari 3 model *bulbous bow* dan 1 model tanpa *bulbous bow* yang telah dibuat untuk mengetahui seberapa perbedaan Antara *bulbous bow* yang satu dengan yang lain. Kemudian setelah menemukan hambatan yang lebih kecil dari hambatan kapal asli maka akan dilanjutkan pada tahap analisa hambatan, apabila belum menemukan hambatan yang lebih kecil dari yang asli maka akan dilakukan pembuatan model ulang.

Pada simulasi ini ada 5 permodelan yang akan dibuat, sebagai berikut :

- a. Model Kapal Asli
- b. Model tetes air terbalik
- c. Model Goose neck
- d. Model Menaikkan tinggi sesuai sarat
- e. Model tanpa *bulbous bow*

Selain pada *bulbous bow*, variasi lain pada simulasi ini adalah 4 kecepatan kapal dan 3 load (muatan) kapal.

Variasi Kecepatan :

- Kecepatan 12 knot
- Kecepatan jelajah 14 knot
- Kecepatan 16 knot
- Kecepatan maksimum 18 knot

Pada klausul "Code A.749 (18) Chapter 3 – Design Criteria Applicable to All Ships". Chapter 3.5 tentang loading conditions disebutkan untuk sebuah kapal maka loading conditions yang harus diperhatikan meliputi empat kriteria antara lain:

- Kapal pada saat berlayar meninggalkan pelabuhan (departure);
- Kapal pada saat berlayar mendekati pelabuhan (arrival);
- Kapal pada saat muatan penuh (full load);
- Kapal pada saat muatan setengah (half load).

Sehingga, diambil 3 variasi sarat kapal yang sesuai dengan loading condition pada klausul Code A.749 (18) Chapter 3 :

- 3,629 meter merupakan tinggi sarat pada kondisi arrival kapal dimana kondisi fresh water tank, fuel oil tank, dan tanki lainnya berisi 10% kecuali water ballast.
- 4,709 meter merupakan tinggi sarat pada kondisi voyage kapal dimana kondisi fresh water tank, fuel oil tank, dan tanki lainnya berisi 50% kecuali water ballast.

5 meter merupakan sarat penuh dari kapal dimana kondisi fresh water tank, fuel oil tank, dan tanki lainnya berisi 98% kecuali water ballast. [5]

VI. PEMBAHASAN

4.1 Hambatan total dari masing – masing bentuk variasi *bulbous bow*

Menurut William Froude Total Hambatan kapal yang bergerak di fluida adalah sebagai berikut :

$$R_t = R_f + R_r$$

Dimana :

R_f = Tahanan Gesek

R_r = Tahanan Sisa

Adapun yang yang dominan dan yang paling berpengaruh serta yang paling besar dari kedua hambatan tersebut adalah hambatan gesek, hambatan ini terjadi karena kapal bergerak di dalam suatu media fluida dalam hal ini air laut sehingga terjadi gesekan antara lambung kapal dengan air laut. Maka menurut William Froude Hambatan Gesek adalah sebagai berikut:

$$R_f = f.S.V^n$$

Dimana :

f = koefisien tahanan gesek

S = Luas permukaan basah (m²)

V = Kecepatan (knots)

4.1.1 Hidrostatik model

Dari semua model yang telah dibuat didapatkan luasan permukaan basah (WSA), displacement dan CB yang dapat dijadikan acuan sebagai pertimbangan hambatan total dari simulasi model. Berikut merupakan tabel data karakteristik dari model.

Tabel 4.1. Data karakteristik model

Model	Load 10% (T = 3,629 m)			Load 50% (T = 4,709 m)			Load 100% (T = 5 m)		
	WSA (m ²)	DISP (Ton)	CB	WSA (m ²)	DISP (Ton)	CB	WSA (m ²)	DISP (Ton)	CB
Asli	2021	4448	0,513	2482	6521	0,548	2579	7125	0,575
BB1	2018	4441	0,512	2479	6514	0,548	2575	7118	0,574
BB2	2022	4448	0,511	2482	6521	0,547	2580	7126	0,562
BB3	2021	4446	0,510	2463	6510	0,544	2564	7108	0,558
No Bow	1985	4440	0,537	2428	6514	0,564	2522	7120	0,575

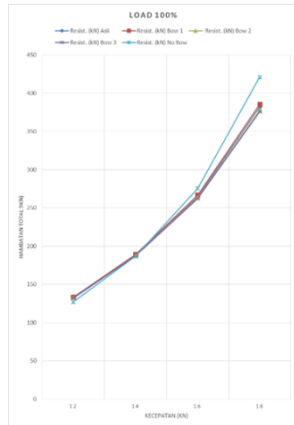
Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa model tanpa *bulbous bow* memiliki luasan permukaan basah lebih kecil dibandingkan model yang memiliki *bulbous bow*, dan model yang menggunakan *bulbous bow* dengan nilai permukaan basah terkecil rata – rata pada *bulbous bow* model ketiga kecuali pada Load 10% yang paling kecil pada *bulbous bow* 1. Untuk displacement pada semua load, model asli dan model yang lain rata – rata memiliki selisih antara 2 – 17 ton lebih kecil model modifikasi. Kemudian untuk CB pada semua load, model asli dengan model yang lain mengalami penurunan rata – rata sebesar 0,001 – 0,024.

4.1.2 Perhitungan Hambatan dari simulasi pada semua model

Tabel 4.6 Perbandingan Hambatan pada Load 100 %

Speed (Knot)	Resist. (kN) Asli	Resist. (kN) Bow 1	Resist. (kN) Bow 2	Resist. (kN) Bow 3	Resist. (kN) No Bow
12	131,9	133,2	132,5	132,6	127
14	187,3	189,1	187,4	187,2	186,7
16	264,4	266,9	263,4	262,6	275,5
18	381,9	385,7	377,7	376	421,2

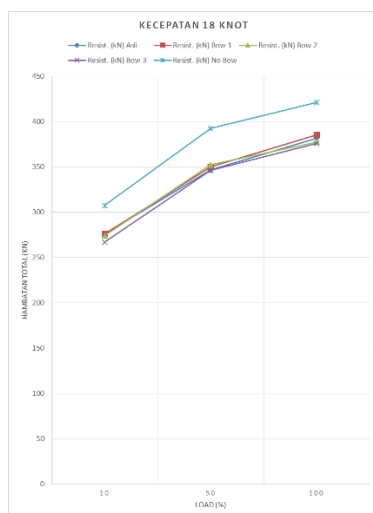
Dari tabel 4.6 diatas didapatkan nilai hambatan total terkecil untuk kecepatan 12 knot ada pada model tanpa *bulbous bow* dengan nilai 127 kN, pada kecepatan 14 knot ada pada model tanpa *bulbus bow* dengan nilai hambatan total sebesar 186,7 kN, pada kecepatan 16 knot ada pada model 3 dengan nilai hambatan total sebesar 262,6 kN dan pada kecepatan 18 knot ada pada model *bulbous bow* 3 dengan nilai hambatan total sebesar 376 kN. Dari tabel 4.6 didapatkan grafik sebagai berikut.



4.2 Pengaruh bulbous bow pada varian Load
Tabel 4.10 Perbandingan Hambatan total pada kecepatan 18 knot

Load (%)	Resist. (kN) Asli	Resist. (kN) Bow 1	Resist. (kN) Bow 2	Resist. (kN) Bow 3	Resist. (kN) No Bow
10	276	276,2	273,9	266,8	307,6
50	346,7	350,1	352,4	346,2	392,4
100	381,9	385,7	377,7	376	421,2

Pada tabel 4.10 hambatan total terkecil ada pada bulbous bow 3 dimana pada load 10% nilai hambatan total sebesar 266,8 kN, pada load 50% sebesar 346,2 kN dan pada load 100% sebesar 376 kN. Seperti perbandingan pada kecepatan 16 knot, dimana fungsi bulbous bow mulai mengurangi nilai hambatan pada kecepatan yang relatif lebih tinggi. Berikut merupakan grafik dari tabel 4.10



4.2.1 Perbandingan hambatan total dari semua variasi bulbous bow

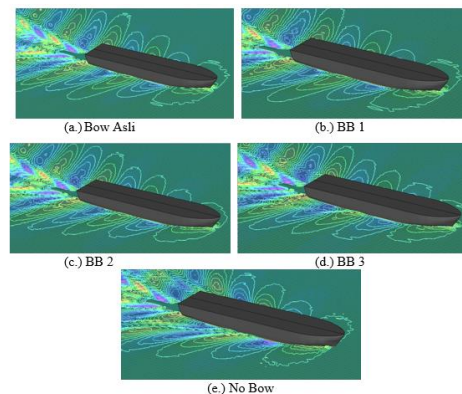
Tabel 4.11 Nilai perbandingan deviasi dan persentase hambatan total pada Kecepatan 12 knot.

Load (%)	Resist. (kN) Asli	Resist. (kN) Bow 1	Resist. (kN) Bow 2	Resist. (kN) Bow 3	Resist. (kN) No Bow	Deviasi A (Asli & BB1)		Deviasi B (Asli & BB2)		Deviasi C (Asli & BB3)		Deviasi D (Asli & No Bow)	
						kN	%	kN	%	kN	%	kN	%
10	115,6	115	111,5	104,6	99,9	-0,6	-0,5%	-4,1	-3,7%	-11	-11%	-15,7	-16%
50	129,8	131,4	131,5	129,9	121,6	1,6	1,2%	1,7	1,3%	0,1	0,1%	-8,2	-7%
100	131,9	133,2	132,5	132,6	127	1,3	1,0%	0,6	0,5%	0,7	1%	-4,9	-4%
Rata-rata						0,77	0,6%	-0,60	-0,6%	-3,40	-3,3%	-9,60	-8,8%

Dari tabel 4.11 dapat kita lihat bahwa variasi load mempengaruhi nilai hambatan kapal, seperti pada model bow 1 load 10% kecepatan 12 knot mengalami penurunan hambatan total sebesar 0,6 kN dari model bow asli. Tetapi pada load 50% dan 100% kecepatan 12 knot, model bow 1 mengalami kenaikan hambatan total sebesar 1,6 kN dan 1,3 kN daripada nilai hambatan total pada model bow asli. Dengan nilai rata-rata mengalami kenaikan sebesar 0,77 kN.

4.3 Perbedaan aliran air pada masing - masing model bulbous bow

Varian Aliran air dari masing – masing Model bulbous bow pada kecepatan 18 knot dengan load 100%



5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari simulasi dan analisa yang dilakukan, didapatkan kesimpulan nilai hambatan total sebagai berikut :

1. Nilai hambatan total dipengaruhi oleh luas permukaan basah, seperti pada model tanpa bulbous bow yang memiliki luas permukaan basah lebih kecil daripada model yang memiliki bulbous bow pada kecepatan dibawah 16 knot. Saat kecepatan diatas 16 knot maka hambatan total akan menjadi tinggi pada model tanpa bulbous bow. Pada simulasi ini dicari bulbous bow yang memiliki hambatan total lebih kecil dari pada model yang asli. Dimana bulbous bow 3 memiliki hambatan total lebih kecil dengan nilai deviasi rata – rata pada kecepatan 12 knot adalah 3,4 kN, pada kecepatan 14 knot adalah 4,067 kN, pada kecepatan 16 knot adalah 4,467 kN dan pada kecepatan 18 knot adalah 5,2 kN.

2. Bentuk bulbous bow memiliki pengaruh pada varian load yang ada, dimana semakin banyak load pada kapal, hambatan yang dihasilkan akan semakin besar sesuai dengan

bentuk bulbous bow.

3. Model kapal yang memiliki aliran lebih baik daripada model yang lain pada kecepatan dan load yang sama, cenderung memiliki nilai hambatan total yang lebih kecil.

6. Daftar Pustaka

[1] Adi Prasetyo dan Amiadji. 2013. Analisa Penerapan Bulbous bow pada Kapal Katamaran untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar. JURNALTEKNIK POMITS Vol. 3, No. 1

[2] Froude, W., Froude R. E., 1888, The Resistance of Ships

[3] Guntur Silaen, Andre. 2007. Analisa hambatan kapal trimaran pengangkut ikan. Universitas Indonesia

[4] Harvald, Sv. Aa. 1992. "Tahanan Dan Propulsi Kapal", Airlangga University Press, Surabaya

[5] IMO. 1993. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. International Maritime Organization, London.

[6] Kracht, Alfred M. 1978. Design of Bulbous bows. SNAME Transactions vol 86 : 197- 217.

[7] Lewis, Edward. 1988. Principle of Naval Architecture. New Jersey : The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

[8] Rasoki Harahap, Ridwan. 2015. "Resume Hambatan". Universitas Diponegoro.

[9] Soni. 2011. "Peran Bulbous bow". <http://kapalmania.blogspot.com/2011/12/vbehaviorurldefaultvml0.html?m=1> diakses pada 08 Januari 2021 pukul 21.55 WIB

