

# ANALISA PERBANDINGAN BENTUK LAMBUNG *BULBOUS BOW* KEPALA HIU MARTIL TERHADAP HAMBATAN TOTAL KAPAL

Romadhoni<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sei. Alam, Bengkalis

Telp (+62)766-7008877, Fax (+62)766-5946114

Email : [romadhoni@polbeng.ac.id](mailto:romadhoni@polbeng.ac.id)

## Abstrak

Penggunaan *bulbous bow* pada bagian haluan kapal merupakan alternatif yang paling *trend* saat ini. *Bulbous bow* diinstal pada kapal-kapal dengan kecepatan tinggi untuk mengurangi hambatan, dimana sifatnya bergantung pada fungsi koefisien blok dan Froude number kapal, untuk kapal dengan  $C_b$  dan  $F_n$  tertentu dapat memakai *bulbous bow* karena pertimbangan keuntungan pengurangan *resistance* yang cukup besar, atau sebaliknya. Penelitian ini merupakan perbandingan pengujian model kapal dengan *bulbous bow ram bow* dengan jenis *bulbous bow* jenis hiu martil. Pengujian dilakukan pada *software maxsurf* dengan perhitungan tahanan dan daya efektif kapal yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan *maxsurf* yang menggunakan metode holtrop. Hasil tahanan dan daya efektif kapal yang diperoleh dari hasil Besarnya tahanan dan daya efektif kapal yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 15 knot pada kapal dengan *bulbous bow* jenis ram bow yang diperoleh dari *maxsurf* 487,48 kN dan 6305,47 Hp. Untuk kapal dengan *bulbous bow* jenis hiu martil, tahanan dan daya efektif yang diperoleh hasil adalah 525,75 kN dan 6045,07 Hp. Daya Kapal menggunakan *bulbous bow* hiu martil lebih kecil dibandingkan menggunakan *boulbous bow* jenis ram bow.

**Kata kunci :** *Bulbusbow*, hambatan kapal, hiu martil, ram bow, desain bow

## Abstract

The queue of vehicles entering the ferry if it is not set up with the right system will result in delays or accumulation of solid vehicles in the port parking bag, especially if these conditions can be utilized by irresponsible elements, will certainly cause injustice for Other crossing fascism users. The weakness of the queuing system of the vehicle is still happening at Bengkalis Air Bengkalis crossing port of Bengkalis Island to Sumatera Island, therefore it is necessary to apply a new system that can reduce the density of the queue of vehicles and minimize the fraud that is done by unscrupulous officers in the field in this case I will apply the queue of vehicles which adopt Card Boarding system which has been in use in setting departing passengers at airports to regulate the entry of vehicles into the ferry (Ro-Ro).

**Keywords:** vehicle Queue cards, ports, Boarding System, desain bow

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini dunia desain perencanaan kapal berkembang sangat cepat. Tantangan utama dalam mendesain sebuah kapal adalah sulitnya pencapaian efisiensi yang optimum, baik dalam hal ekonomis dan *performance*. Salah satu target optimalisasi efisiensi desain adalah mengenai kecepatan kapal, yaitu bagaimana mendapatkan desain kapal dengan kecepatan memenuhi permintaan *owner* dengan penggunaan daya mesin sekecil mungkin. Menginstal *bulbous bow* pada bagian haluan kapal merupakan alternatif yang paling *trend* saat ini. *Bulbous bow* di instal pada kapal-kapal dengan kecepatan tinggi untuk mengurangi hambatan, di mana sifatnya bergantung pada fungsi koefisien blok dan *Froude* number kapal, untuk kapal dengan  $C_b$  dan  $F_n$  tertentu dapat memakai *bulbous bow* karena pertimbangan

keuntungan pengurangan *resistance* yang cukup besar, atau sebaliknya.

*Bulbousbow* dengan bentuk tertentu bekerja dengan cara mempercepat aliran fluida di daerah permukaan di atas *bulb*, sehingga menimbulkan daerah dengan tekanan yang rendah di permukaan fluida. daerah bertekanan rendah tersebut kemudian bereaksi dengan tekanan gelombang di haluan di mana reaksi yang terjadi bersifat mengurangi efek dari gelombang yang datang dari haluan. Akhirnya akan mengurangi tekanan pada lambung dan mengurangi hambatan, pada kasus-kasus yang umumnya terjadi, pemasangan *bulbous bow* dapat mempengaruhi nilai daya dorong efektif yang diperlukan untuk menggerakkan kapal, hal ini dapat dimengerti karena seperti yang diketahui bahwa daya dorong efektif berhubungan langsung dengan fungsi besarnya *resistance* pada lambung kapal serta kecepatan kapal.

Terinspirasi dengan morfologi kepala hiu martil yang menyebabkan mereka mampu berbelok dengan benar, dalam penelitian ini mencoba untuk mengkombinasikan fungsi *bulbous bow* pada kapal dengan bentuk kepala hiu martil. Sehingga, didapatkan bentuk *bulbous bow* yang optimal dengan fungsi *maneuver* dan *resistance*. Untuk itu, dilakukan sebuah penelitian awal terkait bentuk *bulbous bow* baru. Pada penelitian ini mencakup hingga perhitungan hambatan pada bentuk *bulbous* ini, hanya untuk mengetahui bentuk aliran yang akan dihasilkan bentuk *bulbous bow* ini dengan bantuan *software maxsurf* dan *hullspeed*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Profil Hiu Martil

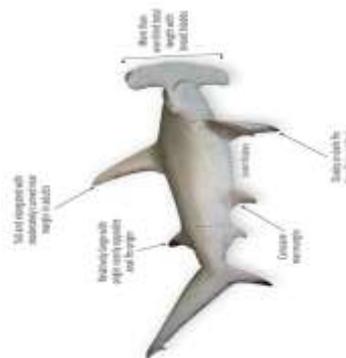
Hiu martil dari genus *Sphyrna* adalah anggota dari famili Sphyrnidae. Satu-satunya genus selain *Sphyrnidae*, *Eusphyrna*, terdiri dari hanya satu spesies, *Esphyrna blochii*, *winghead shark*.

Sembilan spesies hiu martil yang sudah diketahui memiliki panjang antara 2 hingga 6 meter (6,5 hingga 20 kaki), dan semua spesies memiliki proyeksi kepala menyerupai martil gepeng bila dilihat dari salah satu sisi. Mata dan lubang hidup ada di ujung kepala. Mereka adalah predator agresif yang memakan ikan, ikan pari, cumi-cumi, dan udang-udangan. Mereka ditemukan di perairan hangat sepanjang garis pantai, dan paparan benua.

Bentuk kepalanya yang seperti martil menyebabkan mereka mampu berbelok dengan benar. Seperti semua hiu, hiu martil memiliki pori sensor *electrolocation* yang disebut *ampullae of Lorenzini*. Dengan menyebarkan reseptor di berbagai area, hiu martil dapat mencari mangsa dengan lebih efektif. Hiu ini mampu mendeteksi sinyal listrik setengah miliar Volt. Kepala yang berbentuk seperti martil juga memberikan keuntungan berupa area penciuman yang lebih luas, meningkatkan potensi menemukan partikel di air sedikitnya 10 kali dibandingkan dengan hiu 'klasik' lainnya.

Bentuk kepala aneh hiu ini dapat dianalogikan dengan antena seekor serangga. Hiu martil memiliki mulut yang kecil dan sepertinya

melakukan banyak *bottom-hunting*. Mereka suka membentuk gerombolan di siang hari, kadang-kadang dalam kelompok lebih dari 100. Pada sore hari, seperti hiu lain, mereka menjadi pemburu solo. [5]



Gambar 1. Morfologi Badan Hiu Martil

### 2.2 Bulbous Bow

*Bulbous bow* adalah suatu bentuk konstruksi haluan yang berbentuk bulat telur yang ditempatkan pada linggi haluan bagian depan. Perbandingan model percobaan menunjukkan bahwa sebuah kapal yang dilengkapi dengan *Bulbous bow* dapat membutuhkan sedikit daya pendorong dan memiliki ketahanan yang jauh lebih baik karakteristik dari kapal yang sama tanpa menggunakan *Bulbous Bow*. *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[3]. Keuntungan lain dari pemasangan *bulbous bow* yaitu memperbaiki trim kapal, akibat aliran fluida yang menekan

bagian *bulb* dihaluan kapal[1]. tekanan fluida yang mengalir dibagian atas *bulb* memberikan tekanan ke arah bawah dan menahan bagian haluan kapal mengangkat ke atas.

*Bulbous bow* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1912 oleh angkatan laut Amerika Serikat, yang diperkenalkan oleh David Taylor. Namun hingga tahun 1950 tidak memperlihatkan perkembangan yang berarti. Bahkan pada batas waktu tersebut tidak pernah dijumpai pemakaiannya pada kapal-kapal barang.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh *Wigley* bahwa *Bulbous bow* ini cocok dan memberikan keuntungan bilamana:

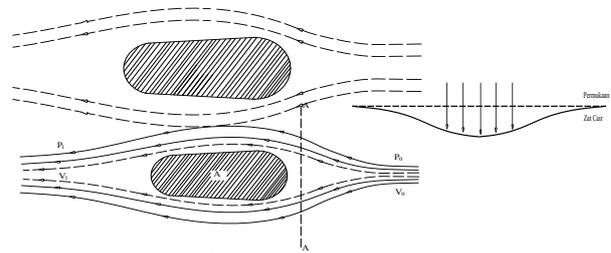
- 1) Perbandingan antara kecepatan dan akar panjang berkisar antara 0,80 - 1,90
- 2) Posisi dari *bulbous* dan proyeksi ujungnya lebih panjang dari garis tegak depan
- 3) Bagian atas dari *bulbous bow* tidak boleh mendekati permukaan air.

Namun dari penelitian-penelitian lebih lanjut tepatnya pada tahun 1956 yang dikembangkan dari *Grena* bahwa ternyata untuk kapal yang mempunyai harga *froude* 0.17 – 0.23 dapat dipakai *bulbous bow*.

Problem lain yang timbul pada kapal berkecepatan tinggi yang menggunakan *bulbous* adalah terjadinya kavitasi pada permukaan *bulbous bow* yang menghasilkan erosi dan kebisingan.

Teori dasar dari sistem penggunaan *bulbous bow* adalah merupakan aplikasi dari asas Bernoulli. Dari hasil penyelidikannya menunjukkan adanya perubahan kecepatan dan tekanan cairan. Misalnya suatu cairan melewati suatu benda A misalnya (Gambar 2.2), bila cairan mengalir dengan kecepatan  $V_0$  dan tekanan  $P_0$  maka sampai pada batas A – A terjadi pembelokan. Ternyata kecepatan  $P_1$  bertambah besar akibat adanya penyempitan permukaan cairan disisi benda A. Sesuai dengan asas Bernoulli dengan membesarnya harga dari  $P_1$  maka akan diikuti dengan penurunan harga dari  $V_1$ .

$$P_0 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_0^2 = P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 2. Perubahan aliran pada Hukum Bernoulli



Gambar 3. Perubahan aliran gelombang akibat penggunaan *Bulbous Bow*

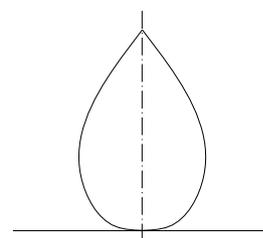
**2.2.1 Bentuk –bentuk *Bulbous Bows***

Pemilihan bentuk untuk suatu kapal tergantung dari beberapa faktor, antar lain:

1. Kondisi perairan
2. Lebar kapal, panjang kapal, kelangsingan kapal.

Bentuk *bulbous Bows* yang berpengaruh terhadap Terhadap *Horse Power* yaitu:

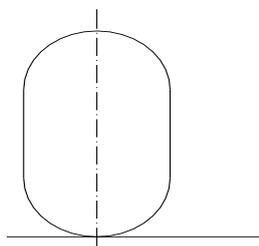
1. Bentuk titik air terbalik; Bentuk ini sangat cocok untuk kapal-kapal yang bergelombang. Bentuk ini sering dikombinasikan pada kapal-kapal yang bergading “V” yang digunakan pada kapal-kapal berkecepatan tinggi.



Gambar 4. *Bulbous bow* bentuk titik air terbalik

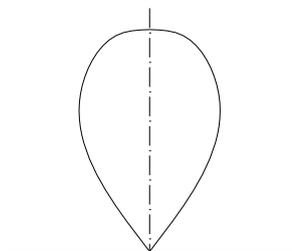
2. Bentuk titik air bergantung; Bentuk ini, sesuai dengan kapal-kapal yang berlayar

pada daerah yang kurang menghadapi hempasan gelombang yang besar.

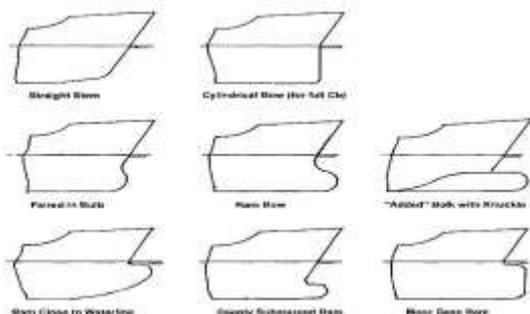


Gambar 5. *Bulbous bow* bentuk titik air bergantung

3. Bentuk Elips; Bentuk *Bulbous* yang ketiga ini lebih banyak digunakan pada kapal-kapal yang bentuk gadingnya “U” atau kapal-kapal yang berukuran gemuk [3].



Gambar 6. *Bulbous bow* bentuk elips



Gambar 7. Tipe – tipe *bulbous bow* yang lazim dipakai pada kapal

**2.2.2 Dasar Penentuan Ukuran Bulbous Bows**

Untuk menentukan ukuran dari *Bulbous Bows* ini didasarkan dari beberapa faktor, yaitu jenis kapal, daerah pelayaran kapal, kelangsingan kapal serta ukuran dari kapal itu sendiri. Dalam buku : *Ship Design* dari Mitsui Eng and *Ship Building Co, Ltd* halaman 38 memberikan rumus pendekatan sebagai berikut:

Luas *Bulbous bow*  $a_B$   
 $= 0,04 + 0,07 B \dots\dots\dots (2)$

Panjang *Bulbous bow*  $L_B$   
 $= (3,1 - 1,3 E) \% L \dots\dots\dots (3)$

Angka Penunjuk  
 $E = (B/L) / (1,3 (1-C_b) + 0,031 LCB) \dots\dots (4)$

Ukuran dari *bulbous bow* ini biasanya dinyatakan dalam bentuk harga perbandingan atau persentase antara luas *bulbous* terhadap luas penampang tengah kapal.

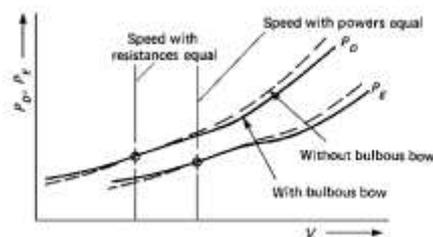
Dari sumber berbeda yaitu buku: “*Ship Design for Efficiency and Economy*” oleh H.Scheenluth pada halaman 51 – 52 menyarankan bahwa panjang *bulbous bows* dari garis tegak depan berkisar 20% dari lebar kapal dan tidak boleh melebihi dari panjang *forecastle deck*.

**2.2.3 Pengaruh Bulbous bow Pada Karakteristik Kapal.**

Pengaruh *Bulbous bow* dapat memberikan dampak dalam mendesain kapal, konstruksi kapal, pembuatan kapal dan pengoperasian kapal yang berkaitan dengan karakteristik *sea keeping*, tahanan dalam berlayar, karakteristik propulsi, *effective drag*, *trim* dan lain-lain.

Perubahan permintaan power dengan *Bulbous bow* yang bertentangan dengan normal *bow* dapat ditunjukkan sebagai berikut :

1. Perubahan dalam tekanan tarik yang disebabkan oleh efek pemindahan gelembung dan efek sirip.
2. Perubahan dalam tahanan pemecah gelombang
3. Peningkatan tahanan gesek
4. Perubahan efisiensi propulsi yang dipengaruhi oleh koefisien daya dorong dan keseragaman percepatan aliran.



Gambar 8. Perbandingan Tahanan (menggunakan *Bulbous bow* dengan tanpa *Bulbous Bow*)

Pada dasarnya *bulbous bow* dapat dipakai pada semua jenis kapal, hanya beberapa pengecualian, *bulbous bow* kurang memberikan

efek pada kapal-kapal dengan kecepatan rendah dan kapal kecil. Untuk kapal dengan desain lambung yang *modern*, *bulbous bow* dapat menghemat *energy* propulsi 8 – 15%, salah satu desain terbaru adalah *bulbous bow* dengan bentuk “*goose neck*” dengan bagian ujung membengkok ke atas, *bulbtipe* ini memiliki panjang 4-4,5% panjang garis air, namun hasil terbaik dihasilkan ketika panjang dinaikkan hingga 5% *Lwl* khususnya untuk kapal dengan *Froude Number* di atas 0,3. *Sectional area* sebesar 6-11% dari luas *midship area*, dan dapat diambil sebesar 9% dimana bagian ujung *bulb* muncul di atas garis air setinggi 40 cm – 60 cm. [Design guidelines, hal:9]

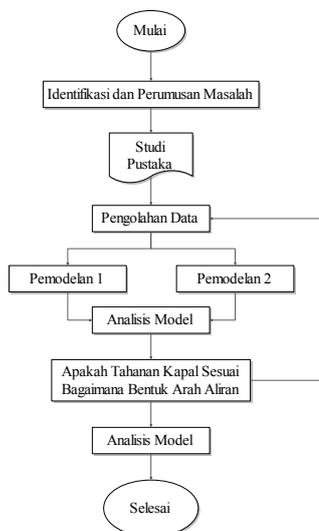
### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Data Utama Kapal

Berikut ini adalah beberapa data utama kapal melakukan pengamatan untuk dimodelkan menggunakan *bulbous bow* hiu Martil :

LOA : 152,55 meter  
 LPP : 146 meter  
 B : 23,5 meter  
 H : 13,4 meter  
 T : 10,7 meter  
 Cb : 0,75  
 Vs : 14 Knot

#### 3.2 Kerangka Pemikiran



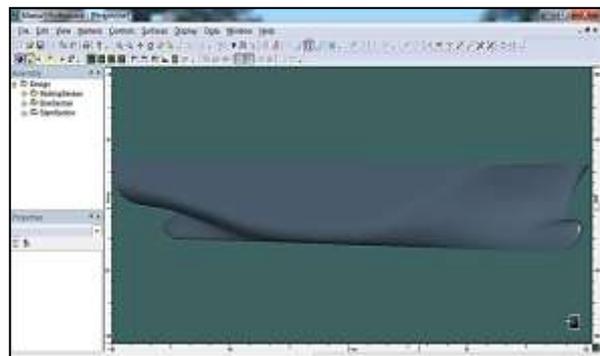
Gambar 9 Diagram Alur Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

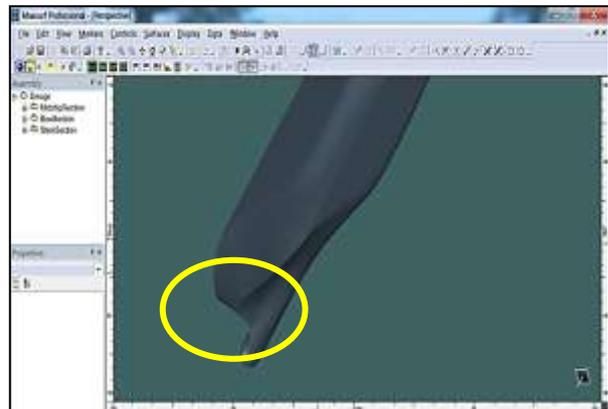
#### 4.1 Persiapan Permodelan Aliran

Tahap pertama pada penelitian ini adalah mendesain 2 (dua) kapal pada *Maxsurf* dengan menggunakan *template* yang sudah tersedia pada *software* ini, melalui tahapan sebagai berikut :

1. Mendesain kapal *bulbous bow* dengan memanfaatkan *template* yang sudah ada pada *Maxsurf*.

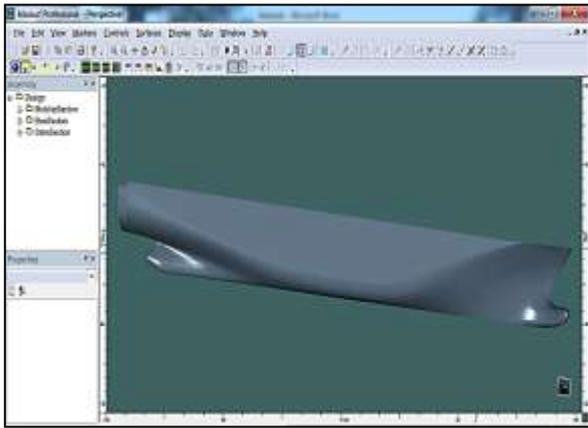


Gambar10Tampak Samping Desain Kapal Container dengan Bulbous Bow

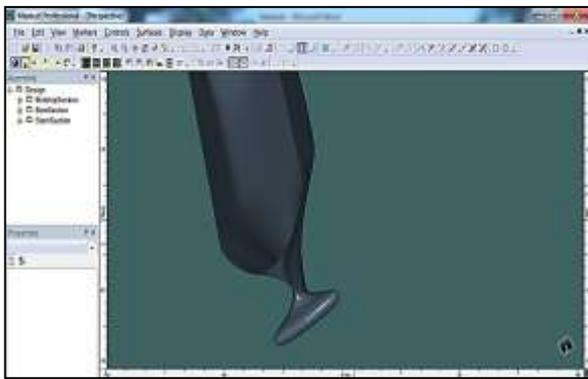


Gambar 11 Pembesaran pada Bagian Bulbous bow pada Kapal Container

2. Mendesain kapal dengan *bulbous bow* kepala hiu martil dengan mengubah *template* menjadi *bulbous bow* berbentuk kepala hiu martil.



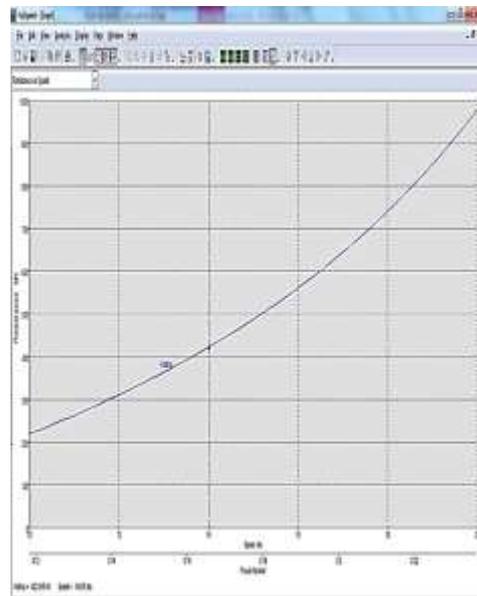
Gambar 12 Tampak Samping Desain Kapal Container dengan Bulbous bow Kepala Hiu Martil



Gambar 13 Pembesaran pada Bagian Bulbous bow Kepala Hiu Martil pada Kapal Container

Tabel 1. Hubungan antara Tahanan (N) dengan Kecepatan (knot) untuk jenis ram bow

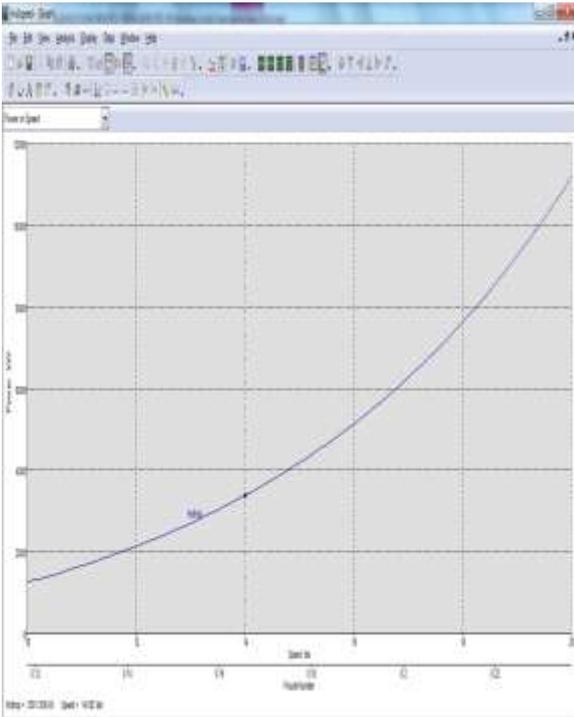
	Speed (kts)	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (hp)
1	10	219.27	1890.88
2	10.25	229.83	2031.46
3	10.5	240.63	2178.87
4	10.75	251.7	2333.31
5	11	263.02	2494.98
6	11.25	274.61	2664.09
7	11.5	286.47	2840.9
8	11.75	298.6	3025.65
9	12	311.03	3218.61
10	12.25	323.75	3420.08
11	12.5	336.79	3630.36
12	12.75	350.14	3849.79
13	13	363.83	4078.73
14	13.25	377.87	4317.57
15	13.5	392.27	4566.73
16	13.75	407.06	4826.65
17	14	422.25	5097.51
18	14.25	437.87	5380.73
19	14.5	453.93	5675.95
20	14.75	470.46	5984.06
21	15	487.46	6305.67
22	15.25	505.02	6641.44
23	15.5	523.11	6992.08
24	15.75	541.77	7358.32
25	16	561.03	7740.94
26	16.25	580.94	8140.81
27	16.5	601.51	8558.83
28	16.75	622.5	8995.95
29	17	644.03	9453.15
30	17.25	667.63	9931.41
31	17.5	691.24	10431.65
32	17.75	715.68	10954.75
33	18	740.97	11501.52
34	18.25	767.12	12072.8



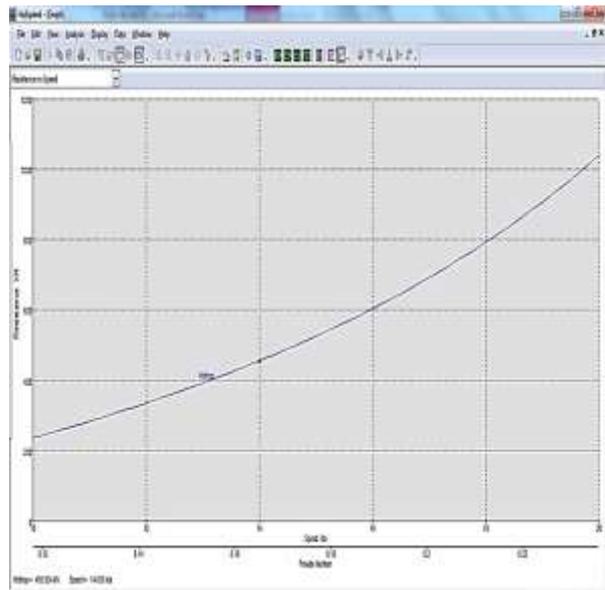
Gambar 14 Grafik Kecepatan terhadap tahanan

#### 4.2 Perhitungan Tahanan dan Daya Efektif Kapal dari Hasil Aplikasi Maxsurf dengan Menggunakan Metode Holtrop

Berdasarkan hasil perhitungan dengan bantuan maxsurf yang menggunakan metode holtrop, hasil perhitungannya untuk kapal yang menggunakan bulbousbow elips dan kapal yang menggunakan bulbousbow hiu martil dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 berikut ini.



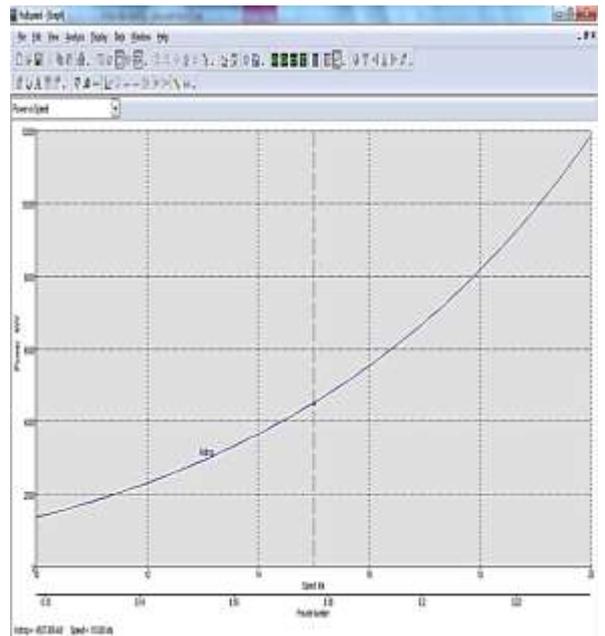
Gambar 15 Power terhadap kecepatan untuk kapal menggunakan ram bow



Gambar 16. Grafik Kecepatan terhadap tahanan dengan bulbusbow

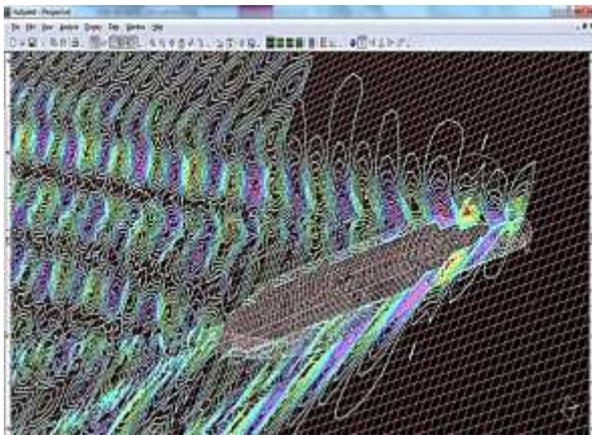
Tabel 2. Hubungan antara Tahanan (N) dengan Kecepatan (knot) bulbusbow jenis kepala hiu martil

	Speed (kts)	Hull Resist. (kN)	Hull Power (hp)
1	10	236.88	1815.78
2	10.25	248.31	1950.94
3	10.5	260	2082.65
4	10.75	271.97	2241.11
5	11	284.22	2396.5
6	11.25	296.75	2559.04
7	11.5	309.57	2728.95
8	11.75	322.7	2906.45
9	12	336.12	3091.8
10	12.25	349.87	3285.26
11	12.5	363.93	3487.11
12	12.75	378.34	3697.64
13	13	393.1	3917.2
14	13.25	408.22	4146.11
15	13.5	423.72	4384.76
16	13.75	439.62	4633.53
17	14	455.93	4892.85
18	14.25	472.68	5163.17
19	14.5	489.89	5444.97
20	14.75	507.57	5738.75
21	15	525.75	6045.07
22	15.25	544.45	6364.49
23	15.5	563.71	6697.62
24	15.75	583.55	7045.11
25	16	603.99	7407.65
26	16.25	625.07	7785.96
27	16.5	646.82	8180.83
28	16.75	669.27	8593.05
29	17	692.45	9023.42
30	17.25	716.4	9472.75
31	17.5	741.13	9941.81
32	17.75	766.67	10431.36
33	18	793.05	10942.16
34	18.25	820.28	11475.05

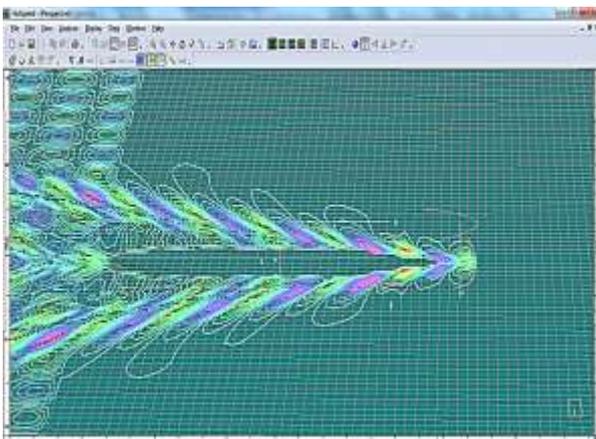


Gambar 17 Power terhadap kecepatan menggunakan bulbusbow Kepala Hiu Martil

**Arah Aliran Fluida Menggunakan *Hull Speed***



**Gambar 18** Arah aliran menggunakan tanpa *bulbus bow* jenis *ram bow*



**Gambar 19** Arah aliran menggunakan tanpa *bulbus bow* jenis *ram bow*

**4.3 Hasil Analisis**

Besarnya tahanan dan daya efektif kapal yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 15 *knot* pada kapal dengan *bulbous bow* jenis *ram bow* yang diperoleh dari *maxsurf* 487,48 kN dan 6305,47 Hp. Untuk kapal dengan *bulbous bow* jenis hiu martil, tahanan dan daya efektif yang diperoleh hasil adalah 525,75 kN dan 6045,07 Hp. Daya Kapal menggunakan *bulbous bow* hiu martil lebih kecil dibandingkan menggunakan *boulbous bow* jenis *ram bow*.

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan pada pembahasan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan, bahwa Besarnya tahanan dan daya efektif kapal yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 15 *knot* pada kapal dengan *bulbous bow* jenis *ram bow* yang diperoleh dari *maxsurf* 487,48 kN dan 6305,47 Hp. Untuk kapal dengan *bulbous bow* jenis hiu martil, tahanan dan daya efektif yang diperoleh hasil adalah 525,75 kN dan 6045,07 Hp. Daya Kapal menggunakan *bulbous bow* hiu martil lebih kecil dibandingkan menggunakan *boulbous bow* jenis *ram bow*

Saran

1. Perlu menggunakan *metode Ansys (CFD)* Untuk Melihat bentuk aliran pada lambung kapal disekitar kapal ini bertujuan untuk mengetahui apakah *bulbous bow* dialiri oleh arus serta mengetahui bentuk aliran disekitar *bulbous bow* hiu martil .
2. Untuk menemukan hasil yang lebih baik dari hasil simulasi *CFD* ini bisa juga digunakan dengan pengujian di Tangki percobaan, karna ini memungkinkan memiliki hasil yang lebih akurat.

**6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini kepada mahasiswa Politeknik Negeri Bengkalis yang telah memfasilitasi penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] **Harvard, S.V.AA.** (1992). *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Dept Of Ocean Eng. The Technical university of Denmark Lyngby, Airlangga University press.

[2] **Hartina.** (2011) *Studi Pengaruh Bentuk Bulbous bow Terhadap Tahanan Kapal Layar Motor Tradisional Melalui Uji Model*. Sripsi S1 Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin Makassar.

- [3] *Febrianto, Nasirudin A, S.T., M.Eng. Optimisasi Bentuk Bulbous bow Dengan Menggunakan Koneksi (Link) Antara Maxsurf Dan Microsoft Excel(Studi Kasus : Kapal Tanker 6500 DWT. Skripsi S1 Jurusan Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*
- [4] Maxsurf, (2005). *Maxsurf Windows Version 13 User Manual.*
- [5] <http://id.wikipedia.org/wiki/Bulbousbow>  
Tanggal 10 Desember 2016 Jam 14 WIB