



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Desain Bentuk Lambung Pada Kapal Ikan Tradisional 200 GT Ditinjau Berdasarkan Kriteria Perancangan Kapal

Boy Ebenezer Simanjuntak<sup>1)</sup>, Wilma Amiruddin<sup>1)</sup>, Kiryanto<sup>1)</sup>

S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [boyebenezers@gmail.com](mailto:boyebenezers@gmail.com), [wisilmiw@yahoo.com](mailto:wisilmiw@yahoo.com), [kiryantodst@yahoo.com](mailto:kiryantodst@yahoo.com).

### Abstrak

Pembangunan kapal ikan tradisional di sepanjang pesisir pantai utara Jawa Tengah secara umum dilakukan secara turun-temurun oleh pengrajin kapal tradisional. Sebagian besar proses pembangunan dilakukan di luar teknik ilmiah seperti yang dipelajari secara akademis di sekolah maupun di perguruan tinggi. Walaupun tidak menggunakan gambar desain yang tertulis, bentuk bangunan desain kapal ikan secara fisik terlihat mempunyai karakteristik yang baik dan memenuhi standar Klas BKI. Dalam penelitian ini, dimulai dengan tahapan pencarian data ukuran utama kapal dengan kapasitas 200 GT dengan  $C_b$  0,6. Kemudian dilanjutkan dengan membuat model desain *hullform* baru dengan  $C_b$  yang lebih kecil yaitu 0,5 serta penambahan sarat menjadi 3,6 m untuk menghitung hambatan dan olah gerak kapal. Dari proses *redesign hullform* kapal konvensional tersebut diperoleh penurunan nilai hambatan dari model 1 yaitu 9,2 kN menjadi 8,2 kN untuk model 2. Sementara pada penambahan sarat model 3 menyebabkan kenaikan hambatan menjadi 9,7 kN dari model 2. Untuk analisa olah gerak didapatkan hasil bahwa kapal model 2 dapat bertahan pada 2 kondisi perairan, yaitu *Slight* dan *Moderate*. Sementara kapal model 1 dan model 3 hanya dapat bertahan pada kondisi perairan tenang (*Slight*).

Kata Kunci : Hambatan, Olah Gerak, Lambung, Tradisional, 200 GT

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar belakang

Indonesia memiliki kekayaan maritim dan potensi yang luar biasa besar. Dengan luas laut dan perairan yang mencapai  $\frac{2}{3}$  wilayah Indonesia, yakni sebesar 5,8 juta km<sup>2</sup> dan panjang pantai sekitar 97 ribu km. Disamping itu, letak Indonesia sangatlah strategis berada diantara dua samudera. Tentu hal ini menggambarkan potensi sektor kelautan yang sangat menjanjikan untuk dikembangkan. Industri maritim di Indonesia pada saat ini menunjukkan peningkatan permintaan pasar. Dengan semangat visi misi Presiden Indonesia yang menjadikan Indonesia sebagai Poros Maritim dunia, maka di Indonesia kegiatan atau aktivitas laut sangat tinggi [1]. Menimbang sebagian besar wilayah Indonesia adalah laut, sehingga kapal yang berfungsi sebagai alat kerja sangat dibutuhkan. Meskipun

besarnya potensi sumber daya laut di Indonesia, masih banyak kita lihat eksplorasi hasil laut yang menggunakan cara-cara yang konvensional, salah satunya adalah kapal ikan tradisional.

Kapal ikan tradisional di Indonesia sangatlah beragam, hal ini dapat di lihat hampir di tiap-tiap wilayah pesisir pantai Indonesia memiliki bentuk desain kapal yang berbeda-beda. Selain itu, teknik pembuatannya masih terpaku pada pengalaman pembangunan kapal sebelumnya tanpa dasar perencanaan dan desain yang tepat dan akurat [2].

Pada daerah Karangasem Utara di Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah sebagian besar masih dikerjakan secara konvensional yaitu dengan menggunakan metode *Hand Lay-up* dengan acuan secara turun temurun, naluri, dan belajar dari adaptasi dengan alam karena dibangun berdasarkan penyesuaian kondisi

perairan laut setempat. Sebagai patokan utama para pengrajin dalam mendesain kapal yaitu panjang lunas, yang bervariasi antara 10 meter sampai dengan 25 meter. Untuk memaksimalkan ruang muat, terkadang pihak galangan sering mengabaikan bentuk lambung kapal terutama pada bagian buritan dan haluan sehingga hambatan kapal tersebut menjadi lebih besar [3].

Maka dari itu diperlukan kajian-kajian baik secara teknis pada desain bentuk lambung kapal ikan tradisional tipe Batang untuk mendapatkan performa yang optimal. Pertimbangan yang sangat penting adalah rasio perbandingan ukuran utama pada kapal. Perbandingan utama kapal baik Cb, Cp, LWL, B, T dan lainnya sangat mempengaruhi performa dari lambung kapal [4].

### 1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh hambatan kapal sebelum dan sesudah dilakukan perubahan bentuk lambung.
2. Bagaimana pengaruh olah gerak kapal sebelum dan sesudah dilakukan perubahan bentuk lambung.

### 1.3. Pembatasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Kapal yang dikaji adalah 1 (Satu) buah kapal ikan tradisional 200 GT Tipe daerah Batang.
2. Tidak melakukan pengujian *towing tank*, tetapi keseluruhan perhitungan pada objek kinerja *hullform* tersebut berdasarkan pendekatan teoritis yang dikerjakan dengan paket perhitungan yang telah terintegrasi pada software *Maxsurf* yaitu:
  - a. *Maxsurf Resistance* untuk perhitungan hambatan kapal
  - b. *Maxsurf motion* untuk perhitungan olah gerak kapal.
3. Kajian Teknis yang dimaksud dalam penulisan tugas akhir ini adalah:
  - a. Hambatan yang terjadi pada lambung kapal setelah dilakukan modifikasi desain lambung kapal.
  - b. Olah gerak kapal yang meliputi: *heaving*, *pitching*, *rolling* setelah dilakukan modifikasi desain lambung kapal.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah diatas, maka maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui nilai hambatan kapal sebelum dan sesudah dilakukan perubahan bentuk pada lambung kapal.
2. Mengetahui nilai olah gerak kapal sebelum dan sesudah dilakukan perubahan bentuk pada lambung kapal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Kapal Perikanan Kayu dan Pelayaran Lokal

Kapal adalah suatu bentuk konstruksi yang dapat terapung air dan mempunyai sifat muat berupa penumpang atau barang yang sifat gerakannya bisa dengan dayung, angin, atau mesin [5]. Dalam pengelolaan sumber daya perikanan terutama unit penangkapan ikan, kapal sebagai armada penangkapan ikan memegang peranan penting.

Berikut ini beberapa definisi dari kapal perikanan :

- Kapal perikanan sebagai kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumberdaya perairan, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumber daya perairan [6].
- Menurut Undang-Undang RI nomor 31/2004 pasal 1 ayat 9 Tentang Perikanan, memberikan pengertian kapal perikanan sebagai kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian/eksplorasi perikanan [4,7].

### 2.2. Ciri Khas Kapal Tipe Batang

Pada galangan kapal tradisional di Batang kecamatan Karangasem memiliki ciri yang khas dimana kapal yang dibuat hampir seluruhnya untuk kapal penangkap ikan dengan berbagai jenis alat tangkap. Maka, berdasarkan desain yang ada para pengrajin biasa menggunakan metode yang konvensional dengan pengalaman pembuatan kapal yang sebelumnya. Selain itu, kapal tipe Batang juga memiliki desain bangunan atas yang tidak didapati pada daerah lain. Kapal tipe Batang juga memiliki body lambung yang cenderung besar untuk mendapatkan ruang muat yang besar.

Secara teknis ciri khas Kapal-kapal yang dibangun di galangan daerah Batang memiliki variasi ukuran yang beraneka ragam, mulai dari kapal dengan ukuran lunas 10 meter, 15 meter, sampai ukuran lunas 25 meter. Produk kapal mereka memiliki beberapa keunggulan dibanding kapal tradisional lain, yaitu: stabilitas yang baik dan mesin utama berada di dalam (*In board engine*). Namun, kapal tersebut juga memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Bentuk lambung yang tidak mulus
2. Rawan terjadinya kebocoran
3. Spesifikasi mesin penggerak yang tidak tepat
4. Terdapatnya *deadwood* pada bagian buritan
5. Teknik pengikatan tiap sambungan konstruksi lemah

### 2.3. Karakteristik Bentuk Lambung Kapal

Tipe dan kegunaan suatu kapal memiliki keterkaitan dengan bentuk lambung kapal. Faktor yang harus dipertimbangkan adalah besarnya tahanan air terhadap lambung kapal, oleh sebab itu bentuk lambung kapal dibuat *stream line* agar tahanan air diperkecil disaat kapal bergerak. Bentuk lambung kapal dapat digolongkan menjadi bentuk kurus dan gemuk, perbedaan keduanya ada atau tidak adanya bentuk *parallel middle body* (bagian silinder badan kapal di bagian tengah kapal) [3].

Karakteristik bentuk lambung kapal ditentukan melalui perbandingan panjang, lebar dan tinggi yang sangat berpengaruh pada perencanaan sebuah kapal.

Tabel 1. Koefisien Bentuk Lambung Kapal

Tipe Kapal	Cb
Kapal Cepat Besar (Vd = 22 knot)	0,59 - 0,63
Kapal Barang Besar (Vd = 15-18 knot)	0,67 - 0,75
Kapal Barang Besar (Vd = 10-15 knot)	0,75 - 0,82
Kapal Sedang	0,75 - 0,82
Kapal Cepat Jarak Pendek (Vd = 16-23 knot)	0,73 - 0,80
Kapal Perikanan	0,45 - 0,55
Kapal Tunda Samudera	0,55 - 0,63
Kapal Tunda Pelabuhan	0,44 - 0,55
Kapal Kapal Kecil	0,45 - 0,60
Kapal Kapal Motor Kecil	0,50 - 0,66

### 2.4. Hambatan Kapal

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat (tahanan atau *resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal ( $V_s$ ), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), dan bentuk badan kapal (*hull form*) [8,9].

Total hambatan kapal dapat dinyatakan dengan persamaan

$$RT = \frac{1}{2} \rho C_T (WSA) V^2 \quad (4)$$

Menurut definisi yang dipakai ITTC, komponen hambatan tersebut secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Hambatan gesekan/ Frictional Resistance ( $R_F$ ):** Ditimbulkan oleh media fluida berviskositas yang ikut terseret badan kapal, sehingga terjadi *frictional force*. *Frictional force* berakibat harus keluarnya energi yang terbuang percuma.
2. **Hambatan gelombang/ Wave Resistance ( $R_W$ ):** Hambatan yang timbul akibat bergeraknya kapal. Dapat terjadi meskipun fluidanya ideal (*nonviscous*). Gaya yang terlibat adalah *potential force*.
3. **Hambatan viskositas/ Viscous Resistance ( $R_V$ ):** Hambatan viskositas merupakan hambatan yang terjadi karena adanya efek viskositas fluida. Artinya setiap fluida akan menghasilkan hambatan saat fluida tersebut bergerak ataupun saat sebuah benda lain bergerak melawan arah fluida. Besarnya hambatan akan berbanding lurus dengan luas penampang bend yang bersentuhan dengan fluida.

### 2.5. Olah Gerak

Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya eksternal yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu [8]:

1. Gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran meliputi:
  - *Rolling* : gerakan bersudut sesuai dengan sumbu X berupa olengan ke arah *starboard-portside*
  - *Pitching* : gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Y berupa anggukan *by the bow-by the stern*

- *Yawing* : gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Z berupa putaran
2. Gerakan *linear*, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbu meliputi:
- *Surging* : gerakan linear terhadap sumbu X
  - *Swaying* : gerakan linear terhadap sumbu Y
  - *Heaving* : gerakan linear terhadap sumbu Z

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini, metodologi yang digunakan yaitu dengan melakukan beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, pengolahan data, dan penyajian data hasil perhitungan.

#### 3.1. Pengumpulan Data

Dalam pengambilan data penelitian tugas akhir ini, metode yang digunakan antara lain:

- Metode observasi melalui pengukuran langsung yang bertujuan untuk memperoleh data-data primer kapal dan data *offset* baru yang akan diteliti. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, diperoleh data kapal dengan ukuran utama kapal tipe batang:

LOA : 32 m  
 B : 9 m  
 H : 4,4 m  
 T : 2,86 m  
 GT : 200 GT  
 Vs : 7 knots

- Wawancara kepada pemilik kapal, pengelola galangan kapal dan pihak-pihak terkait untuk memperoleh data-data sekunder yang diperlukan.

#### 3.2. Parameter Penelitian

Penelitian di fokuskan pada efek yang ditimbulkan oleh variasi perubahan bentuk lambung kapal dengan parameter linear terhadap performa kapal ikan tipe Batang yang mana disimulasikan untuk memperoleh bentuk lambung yang lebih baik.

##### a. Parameter tetap

- Ukuran utama (L, B, H)

##### b. Parameter peubah

- Faktor bentuk (Cb, Cm, Cp, Cwl )
- Sarat kapal (T)

### 3.3. Pengolahan Data

Analisa dan pengolahan data dimulai dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat model kapal (*re-drawing*) dengan langkah-langkah sebagai berikut:
  - Membuat rencana garis (*re-drawing*)
  - Melakukan set ukuran utama kapal
  - Melakukan set jumlah *station*, *waterline*, *buttock line*
  - Memasukkan koordinat (*offset data*) ukuran data kapal sesuai dengan sumbu *longitudinal* (x), *transversal* (y), dan *vertikal* (z)
  - Hasil dari model *hullform* di-*export* kedalam bentuk format (.iges) agar bisa dibuka pada program *Maxsurf Modeler*
2. Dalam program *Maxsurf Modeler* dilakukan beberapa pengaturan, antara lain:
  - Mengatur *zero point*
  - Melakukan *set up baseline* dan DWL
  - Mengatur *grid spacing*
  - Menyimpan file dalam format (.msd)
3. File (.msd) dijalankan di program *Maxsurf Resistance* untuk menghitung hambatan kapal.
4. File pada point (3) dijalankan pada program *Maxsurf Motion* untuk mendapatkan perhitungan olah gerak kapal.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perhitungan GT Kapal Ikan

Pengukuran kapal di Indonesia, sebagaimana yang tertera dalam Keputusan DIRJEN PERLA No. PY.67/1/13-90 tentang Petunjuk Pelaksanaan Keputusan Menteri Perhubungan (Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 41 Tahun 1990 tentang Pengukuran Kapal-kapal Indonesia), menyebutkan bahwa cara pengukuran kapal di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Cara pengukuran *International* ditetapkan terhadap kapal berukuran panjang 24 (dua puluh empat) meter atau lebih;
2. Cara pengukuran dalam Negeri ditetapkan terhadap kapal berukuran panjang kurang dari 24 (dua puluh empat) meter.

Cara pengukuran *International* adalah berdasarkan ketentuan yang ada dalam Konvensi Internasional tentang Pengukuran Kapal (International Convention on Tonnage Measurement of Ships) 1969, bahwa GT kapal ditentukan dengan rumus berikut:

$$GT = K_1 \times V \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$K_1$  :  $0,2 + 0,02 \log_{10} V$  ( $K_1$  merupakan koefisien yang diperoleh dari hasil interpolasi linier)

$V$  : jumlah isi semua ruang-ruang tertutup yang dinyatakan dalam meter kubik ( $m^3$ )

Penentuan isi semua ruang tertutup pada kapal di atas 24 meter ditentukan dengan rumus berikut :

$$V = (V_1 + V_2) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$V_1$  : Volume ruang tertutup dibawah geladak  
 $L \times B \times H \times C_b$

$V_2$  : Volume ruangan-ruangan diatas geladak yang tertutup  $p \times l \times t$

Berdasarkan perhitungan kapal tipe Batang dinyatakan bahwa besarnya volume yang didapat dari *displacement* kapal yaitu:

1. Perhitungan GT desain lambung Kapal yang lama

- Volume dibawah geladak ( $V_1$ ) ;

$$\begin{aligned} L_{dl} &= 32 \text{ m} \\ B &= 9 \text{ m} \\ D &= 4,4 \text{ m} \\ C_b &= 0,6 \\ V_1 &= L \times B \times D \times C_b \\ &= 32 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 4,4 \text{ m} \times 0,6 \\ &= 760,32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume diatas geladak ( $V_2$ ) :

$$\begin{aligned} p &= 8 \text{ m} \\ l &= 6 \text{ m} \\ t &= 3 \text{ m} \\ V_2 &= p \times l \times t \\ &= 8 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 144 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 \\ &= 760,32 \text{ m}^3 + 144 \text{ m}^3 \\ &= 904,32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_1 &= 0,2 + 0,02 \log_{10} V \\ &= 0,2 + 0,02 \log_{10} (904,32 \text{ m}^3) \\ &= 0,2 + 0,059 \\ &= 0,259 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GT &= K_1 \times V \\ &= 0,259 \times 904,32 \\ &= 234,333 \text{ GT} \approx 233 \text{ GT} \end{aligned}$$

2. Perhitungan GT desain lambung Kapal yang lama

- Volume dibawah geladak ( $V_1$ ) ;

$$\begin{aligned} L_{dl} &= 32 \text{ m} \\ B &= 9 \text{ m} \\ D &= 4,4 \text{ m} \\ C_b &= 0,5 \\ V_1 &= L \times B \times D \times C_b \\ &= 32 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 4,4 \text{ m} \times 0,5 \end{aligned}$$

$$= 633,6 \text{ m}^3$$

- Volume diatas geladak ( $V_2$ ) :

$$\begin{aligned} p &= 8 \text{ m} \\ l &= 6 \text{ m} \\ t &= 3 \text{ m} \\ V_2 &= p \times l \times t \\ &= 8 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ &= 144 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 \\ &= 633,6 \text{ m}^3 + 144 \text{ m}^3 \\ &= 777,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

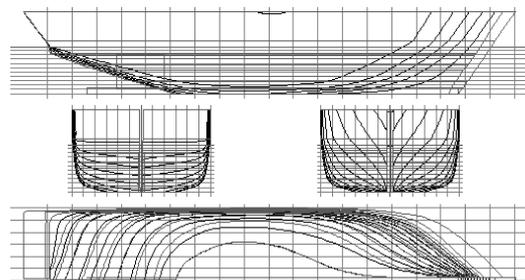
$$\begin{aligned} K_1 &= 0,2 + 0,02 \log_{10} V \\ &= 0,2 + 0,02 \log_{10} (777,6 \text{ m}^3) \\ &= 0,2 + 0,0578 \\ &= 0,2578 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GT &= K_1 \times V \\ &= 0,2578 \times 777,6 \\ &= 200,47 \text{ GT} \approx 200 \text{ GT} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa desain kapal sebelum mengalami modifikasi memiliki tonase kotor 233 GT. Hal ini dapat kita artikan bahwa GT kapal sebelum mengalami modifikasi memiliki GT lebih besar 33 ton atau sudah melebihi dari GT yang direncanakan. Sementara desain kapal yang telah mengalami modifikasi memiliki tonase kotor 200 GT. Dengan demikian, desain tersebut telah sesuai dengan GT yang direncanakan. Maka dari itu, desain kapal tersebut bisa dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan kapal ikan tradisional 200 GT di masyarakat, baik dari ukuran utama maupun desain lambung kapal yang direncanakan.

**4.2. Permodelan Kapal Tipe Batang**

Dalam proses permodelan desain lambung kapal ikan tradisional dilakukan dengan memasukkan data kapal yang diperoleh dari pengukuran langsung. Data pengukuran langsung di lapangan di tuliskan dalam bentuk *offset table*. Data *offset* yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam program *Delft Ship* sesuai sumbu x, y, z, sehingga didapat model kapal hasil pengukuran langsung dalam bentuk *software*. Dari hasil perhitungan *lines plan* maka didapat gambar *lines plan* sebagai berikut



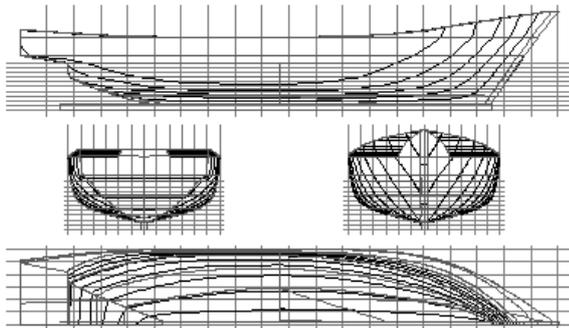
Gambar 1. Rencana Garis Kapal Sebelum Mengalami Modifikasi Desain Lambung

Dari hasil permodelan kapal ikan tipe batang menggunakan software *Maxsurf Modeler*, diperoleh ukuran utama dan karakteristik bentuk *hullform* dari model seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Karakteristik Lambung Kapal Tipe Batang Sebelum Modifikasi

Dimensi	Karakteristik Lambung Kapal
Loa (m)	32 m
Lwl (m)	28,4 m
Lpp (m)	28,1 m
Breadth (m)	9 m
Draft (m)	2,86 m
Block Coefficient (Cb)	0,6
Prismatic Coeffisien (Cp)	0,68
Midship Coeffisien (Cm)	0,91
Displacement (ton)	438,6

Dari data permodelan kapal dapat diketahui karakteristik lambung yang selanjutnya dapat dilakukan *fairing hullform* terhadap model tersebut dengan menggunakan software *Delft Ship*. Dalam proses *fairing hullform* di *redesign* agar Cb pada kapal bernilai dibawah 0,5 namun dengan ukuran utama kapal yang tetap. Sehingga di dapat model kapal baru dengan bentuk lambung yang lebih *streamline* sebagai berikut:



Gambar 2. Rencana Garis Kapal Setelah Mengalami Modifikasi Desain Lambung

Untuk variasi model kapal selanjutnya, menggunakan *hull* yang sama dengan model 2 namun dengan variasi B/T sebesar 0,4 sehingga sarat dari kapal model 3 menggunakan kedalaman sarat sebesar 3,6 m. Dari perubahan ukuran sarat kapal untuk model 3, diperoleh karakteristik bentuk *hullform* melalui *Software Maxsurf Modeler* kemudian dibandingkan dengan dua desain kapal lainnya (model 1 dan 2) pada tabel berikut:

Tabel 3. Perbandingan Karakteristik Lambung Kapal Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Dimensi	Model 1	Model 2	Model 3
Loa (m)	32 m	32 m	32 m
Lwl (m)	28,7 m	26,9 m	30 m
Lpp (m)	28,2 m	26,4 m	29,5 m
Breadth (m)	8,89 m	8,68 m	9 m
Draft (m)	2,86 m	2,86 m	3,6 m
Block Coefficient (Cb)	0,6	0,47	0,5
Prismatic Coeffisien (Cp)	0,66	0,72	0,71
Midship Coeffisien (Cm)	0,91	0,65	0,71
Displacement (ton)	447,1	322,7	488

#### 4.3. Hambatan Kapal

Untuk menghitung nilai hambatan dan *power (BHP)* pada model kapal sebelum dan sesudah modifikasi dengan menggunakan metode *Holtrop* dari paket perhitungan pada program *maxsurf resistance* dengan kecepatan maksimum sampai dengan 7 knot. Setelah *running* dengan nilai diketahui bahwa besarnya hambatan yang dialami kapal tipe batang sebelum modifikasi *hullform* (model 1) pada kecepatan maksimum adalah 9,2 kN, pada kapal hasil *redesign hullform* model 2 dan model 3 hambatan yang dialami kapal adalah 8,2 kN dan 9,7 kN.

Tabel 4. Nilai Hambatan Kapal dan Tenaga Yang Dibutuhkan

Speed (Knot)	Resistance (kN)		
	Model 1	Model 2	Model 3
0	-	-	-
1	0,2	0,2	0,2
2	0,8	0,7	0,8
3	1,8	1,6	1,8
4	3,0	2,7	3,1
5	4,6	4,1	4,8
6	6,6	5,8	6,8
7	9,2	8,2	9,7



Gambar 3. Grafik Perbandingan *Resistance* – *Speed* Desain Lambung Kapal Lama dengan Desain Lambung Kapal Baru

Pada gambar 4.5 menunjukkan hasil perbandingan hambatan yang bekerja pada model kapal tradisional dengan desain lambung yang lama dan desain lambung yang baru. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hambatan yang diterima kapal dengan desain model 1 lebih besar daripada desain lambung model 2 dengan selisih maksimum hambatan mencapai 11% pada kecepatan 7 knots. Sehingga hambatan yang diterima kapal dengan desain lambung baru hanya 89% dari hambatan total yang diterima kapal dengan desain lambung model 1.

Namun pada model 3 terjadinya penambahan hambatan sebesar 18% dari model 2, setelah diberi penambahan kedalaman sarat dan menyebabkan bertambahnya luasan permukaan lambung yang tercelup air. Jadi, dari ketiga desain lambung kapal tersebut, kapal dengan desain lambung model 2 memiliki hambatan yang lebih kecil sehingga kinerja kapal dapat lebih maksimal dan efisien.

Tabel 5. Perbandingan Karakteristik Lambung Yang Mempengaruhi Hambatan Kapal

Item Yang Dikaji	Model 1	Model 2	Model 3
<i>Block Coeff.</i>	0,6	0,5	0,5
<i>Prismatic Coeff.</i>	0,655	0,721	0,71
<i>Wetted area</i>	332,44	309,6	373,1
<i>1/2 angle of entrance</i>	34,4	33,8	33,8

Besar kecilnya hambatan total yang diterima oleh suatu kapal dipengaruhi oleh karakteristik bentuk lambung yang tercelup air. Parameter-parameter yang menentukan karakteristik bentuk lambung tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengaruh $C_b$

Sesuai dengan teori bahwa semakin kecil harga  $C_b$  maka semakin kecil pula hambatan yang diterima, demikian juga sebaliknya. Pada model kapal awal tipe Batang memiliki  $C_b$  sebesar 0,6 sehingga dapat dikatakan gemuk dikarenakan koefisien bentuk yang lebih besar dari kriteria.

#### 2. Pengaruh $C_p$ .

Sesuai dengan teori bahwa semakin kecil harga  $C_p$  maka semakin kecil pula hambatan yang diterima, demikian juga sebaliknya. Dari *hullform* redesign diketahui bahwa adanya pembesaran  $C_p$  sehingga menyebabkan menambahnya hambatan gelombang pada *hullform redesign*.

#### 3. *Wetted Surface Area* (WSA)

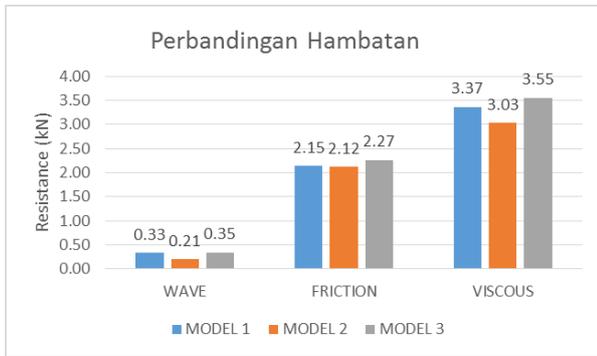
Semakin besar nilai WSA semakin besar pula hambatan gesek yang diterima, demikian pula untuk sebaliknya. WSA pada kapal sebelum mengalami modifikasi desain bentuk lambung (model 1) sebesar 332,44 m<sup>2</sup>. Sedangkan pada *hullform* setelah *redesign* (model 2) memiliki WSA sebesar 309,6 m<sup>2</sup>. Sehingga hambatan gesek semakin kecil setelah *redesign*. Namun dengan adanya penambahan sarat pada model 3, sehingga terjadi kenaikan nilai WSA menjadi 373,1 m<sup>2</sup>. Sehingga WSA terkecil dimiliki oleh model 2.

#### 4. *Angle of Entrance* (Sudut Masuk Air)

Dalam merencanakan rencana garis harus diperhatikan bentuk garis muat pada haluan kapal dan belakang kapal. *Froude* menganjurkan sudut masuk untuk bagian depan adalah 10°-14°, sedangkan untuk bagian belakang ±20°.

Sudut masuk berpengaruh pada hambatan gelombang. Dalam *redesign hullform* baik model 2 maupun model 3 memiliki sudut masuk air sebesar 33,8°. Sedangkan sudut masuk air awal sebesar 34,4°. Jadi dapat disimpulkan tidak banyak terjadi perubahan sudut masuk air pada saat proses *redesign*.

Pada penghitungan hambatan dengan metode holtrop menggunakan *software Maxsurf Resistance* pada kecepatan kapal 7 knots di dapatkan pula hasil perhitungan hambatan gelombang, hambatan gesek serta hambatan viskos dari ketiga model baik sebelum dan sesudah *redesign*.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Resistance (*Wave-Friction-Viscous*) Desain Lambung Kapal Lama dengan Desain Lambung Kapal Baru

Dari hasil perbandingan hambatan masing-masing model dengan kecepatan sebesar 7 knots diketahui adanya penurunan hambatan pada lambung model 2 baik hambatan gelombang sebesar 0,12 kN, hambatan gesek sebesar 0,03 kN, serta perubahan hambatan viskos sebesar 0,34 kN jika dibandingkan dengan model 1. Sementara untuk model 3 setelah di lakukan penambahan kedalaman sarat, masing masing hambatan juga mengalami kenaikan. Dari grafik dapat diketahui hambatan gelombang naik sebesar 0,14 kN, hambatan gesek sebesar 0,15 kN, dan hambatan viskos sebesar 0,52 kN. Dari ketiga jenis hambatan yang dihitung, diketahui bahwa model 2 cenderung memiliki hambatan yang lebih kecil dibandingkan model lainnya.

#### 4.4. 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. Adapun kriteria yang digunakan pada penghitungan olah gerak kapal pada *software Maxsurf motion* ini terdiri dari:

##### 1. Penggunaan Spektra Gelombang (*Wave Spectrum*)

Pada penelitian ini spektra gelombang yang digunakan adalah spektra gelombang JONSWAP. Jenis spektra ini dikembangkan pada tahun 1968 dengan nama *Join North Sea Wave Project* (Perairan Kepulauan/tertutup) dan direkomendasikan oleh ITTC (*International Towing Tank Conference*) 17<sup>th</sup> pada tahun 1984. Spektra ini memiliki puncak yang lebih tinggi dan lebih sempit daripada spektra sebelumnya yang pernah direkomendasikan oleh ITTC 15<sup>th</sup> pada tahun 1978 yakni spektra Bretschneider.

Untuk itu tipe gelombang yang dipilih adalah The JONSWAP Spectrum, karena tipe gelombang ini merupakan jenis gelombang antar samudera dan dianggap paling berbahaya dimana kecepatan angin bisa mencapai 20 m/s.

##### 2. Kondisi perairan (*Sea Condition*)

Kondisi perairan pada penelitian ini mengacu pada kondisi (*Sea State Code*) yang telah ditetapkan oleh WMO (*World Meteorological Organization*) dengan peninjauan pada 3 (tiga) variasi kondisi laut dengan parameter yang berbeda meliputi 1/3 tinggi gelombang tertinggi (*significant wave height*), periode gelombang (*wave period*), dan kecepatan angin (*Sustained Wind Speed*). Variasi kondisi laut tersebut adalah ombak kecil (*slight*), ombak sedang (*moderate*), dan ombak besar (*rough*).

Tabel 6. *World Meteorological Organization Sea State Code*

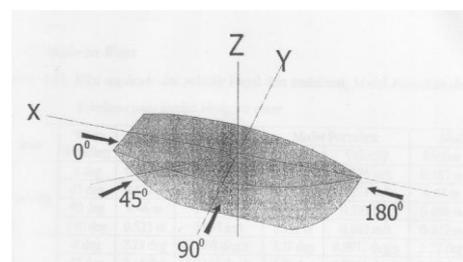
Sea State Code	Significant Wave Height ( $H_{1/3}$ ) (m)		Wave Period (s)	Description
	Range	Mean		
3	0,5-1,25	0,875	7,5	Slight water
4	1,25-2,5	1,875	8,8	Moderate water
5	2,5-4	3,250	9,7	Rough water

##### 3. Pengaturan Sudut Masuk Gelombang (*Wave Heading*)

Sudut masuk gelombang yang dimaksud di sini adalah arah datang gelombang yang diukur dari bagian belakang kapal. Pada penelitian ini sudut masuk gelombang ditinjau dari 4 (empat) arah yang secara garis besar mempresentasikan arah gelombang ketika menerpa badan kapal saat beroperasi di laut lepas.

Tabel 7. *Number of Wave Heading*

Wave Heading	Description
0 degree	Following Seas
45 degrees	Quartering Seas
90 degrees	Beam Seas
180 degrees	Head Seas



Gambar 5. Ilustrasi arah masuk gelombang (*Wave Heading*)

Berdasarkan kriteria yang digunakan pada penghitungan olah gerak dapat dihitung *seakeeping performance* dari setiap model. Proses *running* dilakukan berdasarkan data-data di atas dan data kecepatan kapal. Hasil proses *running* dengan menggunakan program *Maxsurf Motion* adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai Amplitudo Kapal pada Ombak Kecil/ *Slight* (0,875 m)

Performance	Model 1	Model 2	Model 3
Rolling (deg)	0 deg	0	0
	45 deg	2,98	1,73
	90 deg	2,57	2,71
	180 deg	0	0
Pitching (deg)	0 deg	0,99	0,99
	45 deg	0,87	0,83
	90 deg	0,53	0,46
	180 deg	0,78	0,80
Heaving (m)	0 deg	0,19	0,91
	45 deg	0,20	0,20
	90 deg	0,22	0,21
	180 deg	0,23	0,22

Tabel 9. Nilai Amplitudo Kapal pada Ombak Sedang/ *Moderate* (1,875 m)

Performance	Model 1	Model 2	Model 3
Rolling (deg)	0 deg	0	0
	45 deg	6,38	3,71
	90 deg	5,51	5,80
	180 deg	0	0
Pitching (deg)	0 deg	2,13	2,13
	45 deg	1,87	1,78
	90 deg	1,13	0,99
	180 deg	1,67	1,72
Heaving (m)	0 deg	0,41	0,41
	45 deg	0,43	0,43
	90 deg	0,47	0,45
	180 deg	0,50	0,48

Tabel 10. Nilai Amplitudo Kapal pada Ombak Besar/ *Rough* (0325 m)

Performance	Model 1	Model 2	Model 3
Rolling (deg)	0 deg	0	0
	45 deg	11,05	6,44
	90 deg	9,54	10,05
	180 deg	0	0
Pitching (deg)	0 deg	3,69	3,69
	45 deg	3,24	3,09
	90 deg	1,96	1,71
	180 deg	2,90	2,98
Heaving (m)	0 deg	0,72	0,71
	45 deg	0,74	0,74
	90 deg	0,81	0,78
	180 deg	0,87	0,82

Tabel di atas menunjukkan nilai amplitudo olah gerak kapal sebelum dan sesudah *redesign* terhadap tipe gelombang JONSWAP dengan tipe perairan yang berbeda. Terdapat beberapa penurunan nilai amplitudo pada olah gerak kapal sesudah *redesign* baik pada kondisi perairan tenang, sedang dan berombak besar.

Pada penelitian ini yang menjadi kriteria dalam menentukan olah gerak kapal yang paling baik 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 11. Kriteria Penerimaan Olah Gerak (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 olah gerak kapal sebelum dan sesudah *redesign* terdapat beberapa perbedaan. Berdasarkan kriteria yang di tetapkan pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa olah gerak kapal model 1 dan model 2 dan model 3 memiliki nilai *heaving*, *pitching*, *rolling* yang kecil dan memenuhi batas dari kriteria tello pada kondisi perairan tenang (*slight*).

Sementara pada kondisi perairan sedang (*moderate*) didapatkan kapal model 1 dan model 3 melebihi kriteria yang di tetapkan, sementara kapal model 2 masih memenuhi kriteria. Untuk perairan dengan ombak besar (*rough*) diketahui bahwa ketiga model kapal tidak memenuhi kriteria yang di tetapkan. Sehingga dapat diketahui bahwa kapal desain model 2 dapat bertahan pada 2 kondisi perairan, yaitu *slight* dan *moderate*. Sementara kapal model 1 dan model 3 hanya dapat bertahan pada kondisi perairan tenang (*slight*)

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Nilai hambatan total setelah *running* diketahui bahwa besarnya hambatan yang dialami kapal tipe batang sebelum modifikasi *hullform* (model 1) pada kecepatan maksimum adalah 9,2 kN pada kapal hasil *redesign hullform* (model 2) hambatan yang dialami kapal akibat kecepatan maksimum adalah 8,2 kN. Sementara penambahan sarat pada model 3 menyebabkan kenaikan hambatan kapal menjadi 9,7 kN. Hal ini, menunjukkan bahwa hambatan yang diterima kapal dengan desain lambung lama (model 1) lebih besar daripada desain lambung model 2 dengan selisih maksimum hambatan mencapai 11% pada kecepatan 7 knots. Sehingga hambatan yang diterima kapal dengan desain lambung model 2 hanya 89% dari hambatan total yang diterima kapal model 1. Namun pada model 3 mengalami kenaikan hambatan sebesar 18% dari hambatan total model 2. Sehingga disimpulkan bahwa desain kapal model 2 adalah model kapal yang terbaik dari ketiga model tersebut.
2. Analisa olah gerak kapal sebelum dan sesudah *redesign* terdapat beberapa perbedaan. Berdasarkan kriteria yang di tetapkan pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa kapal model 2 dapat bertahan pada 2 kondisi perairan, yaitu *Slight* dan *Moderate*. Sementara kapal model 1 dan model 3 hanya dapat bertahan pada kondisi perairan tenang (*Slight*).

### 5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian ini dan supaya penelitian ini bisa optimal dan dikembangkan, maka berikut ini saran untuk tugas akhir ini :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap stabilitas pada kapal sebelum dan setelah *redesign hullform*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dari segi ekonomis baik kapal dengan *design hullform* konvensional maupun *design* terbaru.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triarso I. Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Perikanan Tangkap di Pantura Jawa Tengah. *J Saintek Perikan*. 2012;8:65–73.
- [2] Andrianto R, Wuruk T. Produksi Kapal Ikan Tradisional dengan Kulit Lambung dan Geladak Kayu Laminasi serta Konstruksi Gading dan Geladak Aluminium. *J Tek Pomits*. 2012;1:1–6.
- [3] Mairuhu T. Perubahan Bentuk Lambung Kapal terhadap Kinerja Motor Induk. *J Teknol*. 2010;7:717–21.
- [4] MH R, Syaifuddin, Zain J. Buku Ajar Rancang Bangun Kapal Perikanan. Riau: Universitas Riau; 2014.
- [5] UU RI No. 17. In: *Pelayaran*. 2008.
- [6] M IP, Jatmiko S, Susilo F. Analisa Investasi Kapal Ikan Tradisional Purseiner 30 GT. *Kapal*. 2012;9(2):58–67.
- [7] UU RI No. 31. In: *Perikanan*. 2004.
- [8] Bs AW. Analisa Devinisi Kapal Ikan Purse Seine 109 GT KM. Surya Redjeki. Univ Diponegoro. :1–7.
- [9] Rosmani, Asri S, Wahyuddin, Karim AA, D IRA. Pengaruh Bentuk Lambung Terhadap Tahanan Kapal. *Has Penelit Fak Tek*. 2013;7:978–9.