



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Teknis Dan Ekonomis Modifikasi Desain Lambung Kapal Ikan Tradisional 30 Gt Tipe Batang

Bhakti Sa' Dana¹⁾, Wilma Amiruddin,¹⁾ Ari Wibawa Budi Santosa²⁾
Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email: wonderbee.navalarch12@gmail.com, wisilmiw@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. Sebagai patokan utama para pengrajin dalam mendesain kapal yaitu panjang lunas yang bervariasi antara 10 meter sampai 25 meter. 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 30 GT. Kemudian dilanjutkan dengan membuat model desain *hullform* baru untuk menghitung stabilitas, hambatan dan olah gerak kapal. Tahapan selanjutnya yaitu dengan mengestimasi biaya investasi yang meliputi biaya pembangunan kapal, biaya operasional kapal dan biaya pendapatan kapal untuk perhitungan BEP (*break event point*). Untuk perhitungan stabilitas yang mengacu pada aturan IMO dengan Code A.749(18) secara keseluruhan menunjukkan bahwa stabilitas dari model kapal ikan kedua model telah memenuhi standar kriteria yang ditetapkan oleh IMO. Untuk analisa Olah Gerak dari kedua desain kapal tersebut yang mengalami *deck wetness* hanya satu yaitu pada kondisi *rolling* dengan sudut 90^0 nilai amplitudo paling besar. Untuk perhitungan ekonomis biaya investasi dalam pembuatan kapal KM. Makmur Utomo sebesar Rp 559.740.000,00 untuk desain kapal lama dan Rp 550.710.000,00 untuk desain kapal baru. Keuntungan bersih per trip setelah bagi hasil dan pajak sebesar Rp 8.754.500,00 sehingga didapatkan nilai BEP tercapai positif pada trip ke-271 atau 3 tahun 2 bulan untuk desain kapal baru dan trip ke-294 atau 3 tahun 5 bulan untuk desain kapal lama. Sehingga didapatkan nilai NPV > 0 setelah 5 tahun dengan IRR sebesar 12% dan nilai maksimum IRR 22,147 % untuk desain kapal lama dan 22,164 % untuk desain kapal baru. Dengan kata lain, investasi kapal ini layak untuk dilanjutkan.

Kata Kunci : BEP (*Break Event Point*), IRR (*Internal Rate of Return*), Kapal Tradisional, Desain Lambung, 30 GT

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kapal ikan tradisional merupakan kapal yang terbuat dari kayu yang mana sudah sejak dulu dimanfaatkan oleh para nelayan di sepanjang pantai sebagai sarana utama dalam penangkapan ikan dilaut, kapal-kapal tradisional itu sangat beragam macamnya, hal ini dapat dilihat hampir di setiap wilayah pesisir pantai Indonesia

memiliki bentuk desain kapal yang berbeda seperti didaerah Karangasem Utara di Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah memiliki beberapa ciri khas tersendiri jika dibandingkan kapal tradisional di daerah pesisir pantai lainnya. Kapal tradisional di daerah Batang cenderung memiliki bentuk lambung yang besar pada bagian tengah kapal

Kapal ikan tradisional di daerah Batang sebagian besar masih dikerjakan secara tradisional atau konvensional yaitu dengan menggunakan metode *Hand Lay-up* dengan patokan warisan 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. Meskipun tidak menggunakan gambar desain yang tertulis, bentuk bangunan desain kapal ikan tipe Batang secara fisik terlihat mempunyai karakteristik yang sama atau hanya beda skala saja. Sehingga, perlu diadakan pendekatan tertentu dan penyesuaian sesuai kemajuan teknologi saat ini untuk mencapai performa yang lebih baik. Khususnya pada bentuk lambung kapal yang terlihat masih terlalu gemuk pada kapal-kapal yang telah dibangun pada galangan kapal tradisional di daerah Batang.

Pemilik kapal dan nelayan juga harus memperhitungkan biaya-biaya yang harus dikeluarkan selama kapal beroperasi. Dengan mengetahui biaya-biaya apa saja yang dikeluarkan serta jumlahnya, maka pemilik kapal dan nelayan dapat memperhitungkan keuntungan yang didapat, dan untuk pemilik kapal dapat mengetahui dalam jangka waktu berapa tahun atau berapa kali operasi kapal maka bisa untuk balik modal untuk suatu investasi.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti pada penelitian tugas akhir ini adalah apakah kemampuan teknis *hullform* pada kapal tipe Batang setelah dilakukan modifikasi lambung kapal dapat menghasilkan kinerja *hull* yang lebih baik dari desain sebelumnya dan apakah dengan perubahan desain bentuk lambung yang baru dapat memiliki nilai ekonomis yang lebih baik. Selain itu, pada penelitian ini juga penulis ingin membuktikan apakah ukuran utama kapal setelah dilakukan pembangunan sesuai dengan kapasitas GT yang direncanakan.

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 kapal Tipe daerah Batang dengan data kapal sebagai berikut :

LOA	: 16,8	m
LWL	: 14,1	m
B	: 4,78	m

H	: 2,20	m
T	: 1,50	m
GT	: 30	GT
Vs	: 10	Knot
BHP	: 200	Hp

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 :

- Hydromax Version 11.12* untuk perhitungan stabilitas kapal
- Hullspeed Version 11.12* untuk perhitungan hambatan kapal
- Sea Keeper Version 11.12* untuk perhitungan olah gerak kapal

3. Kajian Teknis yang dimaksud dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

- Stabilitas kapal dengan modifikasi bentuk lambung kapal yang optimal yang sesuai dengan standar BKI 1996
- Olah gerak kapal yang meliputi : *heaving, pitching, rolling* pada desain *hullform* kapal sebelum mengalami modifikasi dan setelah mengalami modifikasi desain *hullform* kapal.

4. Kajian Ekonomis dilakukan untuk mengetahui perbandingan biaya investasi kapal dan biaya operasional kapal untuk mendapatkan nilai kelayakan ekonomi sebelum mengalami perubahan bentuk lambung kapal dan sesudah mengalami perubahan bentuk lambung kapal.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah diatas, maka maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui desain yang proporsional untuk kapal 30 GT di daerah pantura Jawa Tengah. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui perbandingan kemampuan karakteristik hambatan, stabilitas dan olah gerak kapal pada kapal tipe Batang sebelum dan setelah dilakukan modifikasi desain lambung kapal agar dapat kita bandingkan nilai ekonomis biaya operasional kapal pada masing-masing desain kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kapal Perikanan Kayu dan Pelayaran Lokal

Menurut Kepmen nomor : KEP. 02/MEN/2002 Kapal Perikanan adalah kapal atau perahu atau alat apung lainnya yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan termasuk melakukan survai atau eksplorasi kelautan dan digunakan khusus untuk menangkap ikan sesuai dengan alat penangkap dan teknik penangkapan

ikan yang digunakan termasuk manampung, menyimpan dan mengawetkan

Pelayaran lokal adalah radius pelayaran yang dicapai oleh kapal perikanan antar pulau-pulau di Indonesia, dalam klasifikasi BKI kapal kayu notasi ini ditulis dengan (L).

2.2. Ukuran Utama Kapal

LOA *length Over All* adalah panjang kapal yang diukur dari ujung paling depan haluan kapal hingga ujung belakang buritan kapal. LWL *Length on the designed load water line* adalah panjang kapal yang diukur pada garis muatan penuh. Ldl *Length of deck line* adalah panjang kapal yang diukur berdasarkan panjang deck dari ujung haluan sampai ujung buritan. Panjang kapal L adalah rata-rata dari panjang pada garis muat L_1 dan panjang di geladak L_2 , jadi,

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} \quad (1)$$

Panjang L_1 adalah jarak antara sisi belakang linggi buritan dan sisi depan linggi haluan, sedangkan panjang L_2 adalah jarak antara sisi belakang linggi buritan atau sisi belakang buritan datar dan sisi depan linggi haluan pada geladak. Lebar kapal (B) diukur pada sisi luar kulit pada lebar yang terbesar dari kapal, Tinggi (H) diukur pada pertengahan panjang L_1 sebagai jarak vertikal antara sisi bawah sponeng lunas dan sisi atas papan geladak pada sisi kapal. Sarat air (T) diukur pada pertengahan panjang L_1 sebagai jarak vertikal antara sisi bawah sponeng lunas dan tanda lambung timbul untuk garis muat musim panas.

2.3. Perhitungan Gross Tonnage (GT) Kapal

Pada tanggal 17 Mei 2002, telah ditetapkan Keputusan Dirjen PERLA No. PY.67/1/16-02 yang berisikan tentang adanya perubahan rumus dalam menghitung GT sebagaimana yang telah ditetapkan sebelumnya dalam Keputusan Dirjen PERLA No. PY.67/1/13-90 (pasal 26). Rumus GT kapal yang sebelumnya adalah hasil perkalian antara 0,353 dengan V berubah menjadi :

$$GT = 0,25 \times V \quad (2)$$

$$= 0,25 \times (V_1 + V_2) \quad (3)$$

Jadi, Tonnase kotor (GT) metode pengukuran dalam negeri diperoleh dengan mengalikan faktor yang besarnya 0,25 dengan jumlah volume (V) dari volume ruangan di bawah geladak (V_1) dari volume ruangan-ruangan di atas geladak yang tertutup (V_2) seperti yang telah tertulis pada rumus di atas.

2.4. 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 (Zakki, 2005):

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

2.5. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang atau mengapung dan dimiringkan untuk kembali berkedudukan tegak lagi. Stabilitas sebuah kapal dipengaruhi oleh letak ketiga titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah titik B (*centre of bouyancy*), titik G (*centre of gravity*) dan titik M (*metacentre*).

2.6. 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*).

Total hambatan kapal dapat dinyatakan dengan persamaan

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

2.7. Olah Gerak

Pada dasarnya kapal yang berada di atas 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,

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 Y meliputi:
 - *Surging* : gerakan linear terhadap sumbu X
 - *Swaying* : gerakan linear terhadap sumbu Y
 - *Heaving* : gerakan linear terhadap sumbu Z

2.8. Tinjauan Ekonomis

2.8.1. Biaya Investasi Kapal

Biaya yang harus dikeluarkan pemilik kapal untuk investasi satu unit kapal, antara lain :

- Kapal kayu kosong (body kasko)
- Perlengkapan kapal
- Pekerjaan mesin
- Peralatan tangkap
- Biaya umum

2.8.2. Biaya Operasional Kapal (*Operational Cost*)

Biaya Operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, es batu, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

2.8.3. Hasil Tangkapan Perikanan

Hasil yang didapatkan selama pelayaran meliputi:

- a.) Jenis ikan yang di dapat.
- b.) Berat rata rata dari hasil tangkapan yang didapatkan
- c.) Harga pasaran ikan.

2.8.4. Analisa Kelayakan Investasi

Data pendukung analisa investasi kapal, antara lain:

- a.) Biaya operasional rata rata per tahun

- b.) Hasil operasional rata rata per tahun
- c.) Pendapatan kotor per tahun
- d.) *Break Event Point* (titik modal akan kembali)

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 dan re-drawing gambar linesplan yang bertujuan untuk memperoleh data-data primer kapal yang akan diteliti.
- Wawancara kepada pemilik kapal, pengelola galangan kapal dan pihak-pihak terkait untuk memperoleh data-data sekunder yang diperlukan.

3.2. 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 Pro Version 11.12*
2. Dalam program *Maxsurf Pro Version 11.12* 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 *Hull Speed Version 11.12* untuk menghitung hambatan kapal.
4. *Hullform* pada point (2) dijalankan pada program *Hydromax Version 11.12* untuk menghitung stabilitas kapal.
5. File pada point (3) dijalankan pada program *Sea Keeper Version 11.12* untuk mendapatkan perhitungan dan animasi olah gerak kapal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan Umum Kapal Daerah Batang

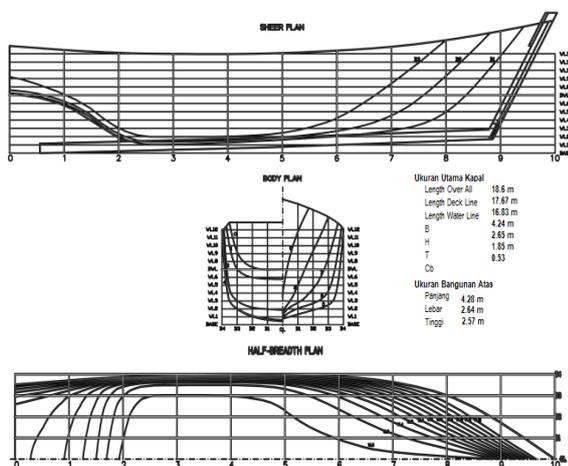
Berikut ini data kapal tipe Batang yang dijadikan objek penelitian dengan ukuran utama kapal berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan :

Nama Kapal	: KM Makmur Utomo
Loa	: 16,80 Meter
Breadth	: 4,50 Meter
Depth	: 2,20 Meter
Draft	: 1,50 Meter
Vs	: 10 Knots

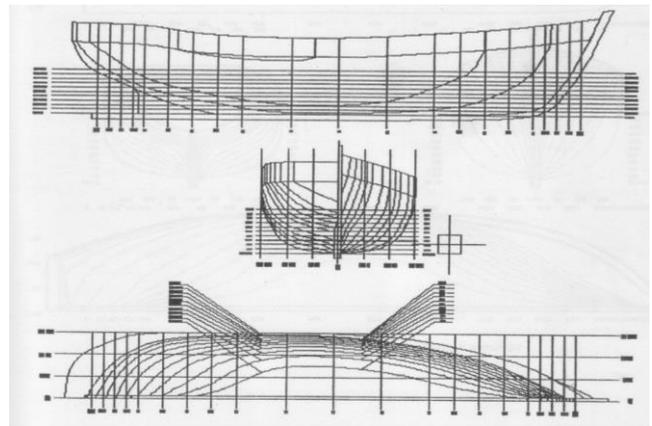
Tabel 4.1 Perbandingan Karakteristik Kapal Ikan Tradisional Sebelum dan Sesudah Mengalami Perubahan Desain Lambung

Dimensi	Kapal Desain	Kapal Desain
	Lama	Baru
Loa (m)	16,80 m	17,10 m
Lwl (m)	14,10 m	15,52 m
Ldl (m)	15,20 m	16,03 m
Lpp (m)	13,20 m	13,50 m
Breadth (m)	4,78 m	4,50 m
Draft (m)	1,59 m	1,91 m
Depth (m)	2,20 m	2,58 m
Cb	0,53	0,47
Cp	0,77	0,61
Cm	0,70	0,68
LCB (m)	4,53	7,22
Displ. (ton)	85,07	89,66
WSA	94,143 m ²	88,752 m ²

Dari hasil perhitungan lines plan maka didapat gambar *lines plan* sebagai berikut :



Gambar 4.1 Rencana Garis Kapal Sebelum Mengalami Modifikasi Desain Lambung



Gambar 4.2 Rencana Garis Kapal Setelah Mengalami Modifikasi Desain Lambung

4.2. Perhitungan Gross Tonnage (GT) Kapal

Dari tabel karakteristik ukuran utama kapal tipe Batang diatas dapat kita hitung besarnya tonase kotor (Gross Tonnage) kapal dengan rumus yang telah ditetapkan dalam Keputusan Dirjen PERLA No. PY.67/1/16-02

- Perhitungan GT desain kapal lama :

- Volume dibawah geladak (V_1) ;

$$Ldl = 15,2 \text{ m} , B = 4,78 \text{ m}$$

$$D = 2,2 \text{ m} , Cb = 0,53$$

$$V_1 = L \times B \times D \times Cb$$

$$= 15,2 \text{ m} \times 4,78 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \times 0,53$$

$$= 85,07 \text{ m}^3$$

- Volume diatas geladak (V_2) :

$$p = 4,7 \text{ m} , l = 2,25 \text{ m} , t = 2,9 \text{ m}$$

$$V_2 = p \times l \times t$$

$$= 4,7 \text{ m} \times 2,25 \text{ m} \times 2,9 \text{ m} = 30,67 \text{ m}^3$$

$$GT = 0,25 \times (V_1 + V_2)$$

$$= 0,25 \times (85,07 \text{ m}^3 + 30,67 \text{ m}^3)$$

$$= 28,94 \text{ GT} \approx 29 \text{ GT}$$

- Perhitungan GT desain kapal baru :

- Volume dibawah geladak (V_1) ;

$$Ldl = 16,03 \text{ m} , B = 4,5 \text{ m}$$

$$D = 2,58 \text{ m} , Cb = 0,47$$

$$V_1 = L \times B \times D \times Cb$$

$$= 16,03 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \times 2,58 \text{ m} \times 0,47$$

$$= 87,47 \text{ m}^3$$

- Volume diatas geladak (V_2) :

$$p = 4,7 \text{ m} , l = 2,25 \text{ m} , t = 2,9 \text{ m}$$

$$V_2 = p \times l \times t$$

$$= 4,7 \text{ m} \times 2,25 \text{ m} \times 2,9 \text{ m}$$

$$= 30,67 \text{ m}^3$$

$$GT = 0,25 \times (V_1 + V_2)$$

$$= 0,25 \times (87,47 \text{ m}^3 + 30,67 \text{ m}^3)$$

$$= 29,53 \text{ GT} \approx 30 \text{ GT}$$

4.3. Stabilitas Kapal

Hasil *running* perhitungan stabilitas dengan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf*

Hydromax Version 11.12 berdasarkan standar IMO pada tiap-tiap kondisi

Tabel 4.2 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Area 0° - 30°

Kon disi	Kriteria				
	Area 0° - 30°				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	3,15 m.deg	9,089	Pass	9,895	Pass
II	3,15 m.deg	9,962	Pass	10,383	Pass
III	3,15 m.deg	9,609	Pass	4,020	Pass
IV	3,15 m.deg	9,098	Pass	4,084	Pass
V	3,15 m.deg	9,967	Pass	3,377	Pass
VI	3,15 m.deg	9,915	Pass	4,119	Pass
VII	3,15 m.deg	11,136	Pass	11,795	Pass

Tabel 4.3 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Area 0° - 40°

Kon disi	Kriteria				
	Area 0° - 40°				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	5,16 m.deg	14,655	Pass	17,244	Pass
II	5,16 m.deg	16,357	Pass	18,103	Pass
III	5,16 m.deg	15,706	Pass	7,267	Pass
IV	5,16 m.deg	14,657	Pass	7,352	Pass
V	5,16 m.deg	16,385	Pass	6,212	Pass
VI	5,16 m.deg	16,247	Pass	7,506	Pass
VII	5,16 m.deg	17,452	Pass	20,905	Pass

Tabel 4.4 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Area 30° - 40°

Kon disi	Kriteria				
	Area 0° - 40°				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	1,719 m.deg	5,566	Pass	7,349	Pass
II	1,719 m.deg	6,395	Pass	7,720	Pass
III	1,719 m.deg	6,097	Pass	3,247	Pass
IV	1,719 m.deg	5,558	Pass	3,268	Pass

V	1,719 m.deg	6,417	Pass	2,835	Pass
VI	1,719 m.deg	6,332	Pass	3,387	Pass
VII	1,719 m.deg	6,315	Pass	9,110	Pass

Tabel 4.5 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Nilai GZ

Kondisi	Kriteria				
	GZ sudut 30° atau lebih				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	0,2 m	0,568	Pass	0,953	Pass
II	0,2 m	0,655	Pass	1,010	Pass
III	0,2 m	0,623	Pass	0,456	Pass
IV	0,2 m	0,568	Pass	0,461	Pass
V	0,2 m	0,657	Pass	0,451	Pass
VI	0,2 m	0,650	Pass	0,632	Pass
VII	0,2 m	0,698	Pass	1,917	Pass

Tabel 4.6 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Sudut GZ Maksimal

Kondisi	Kriteria				
	Sudut GZ Maksimal				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	25° deg	40	Pass	60	Pass
II	25° deg	40,9	Pass	70	Pass
III	25° deg	40	Pass	60	Pass
IV	25° deg	40,9	Pass	60	Pass
V	25° deg	40	Pass	60	Pass
VI	25° deg	40,9	Pass	70	Pass
VII	25° deg	50,9	Pass	80	Pass

Tabel 4.7 Hasil *Running* Perhitungan Stabilitas Menurut Standar IMO A.749 (18) Chapter 3 Nilai GM

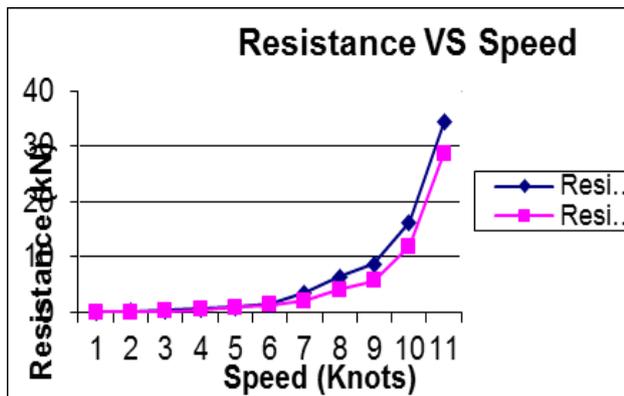
Kondisi	Kriteria				
	Nilai GM				
	Req	Kapal Desain Lama	Status	Kapal Desain Baru	Status
I	0,15 m	1,245	Pass	1,297	Pass
II	0,15 m	1,330	Pass	1,396	Pass
III	0,15 m	1,284	Pass	0,440	Pass
IV	0,15 m	1,248	Pass	0,463	Pass
V	0,15 m	1,324	Pass	0,374	Pass
VI	0,15 m	1,331	Pass	0,524	Pass
VII	0,15 m	1,733	Pass	1,631	Pass

Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa nilai luasan di bawah kurva GZ pada tabel 4.2 sampai tabel 4.7 diatas untuk kapal tipe Batang dengan desain lambung lama dan desain lambung baru masih di atas nilai standar dari IMO. Artinya, pada sudut yang diasumsikan sebagai titik tenggelam kapal (*downflooding point*) yaitu antara $0 - 30^{\circ}$, $0 - 40^{\circ}$ dan $30 - 40^{\circ}$ kapal tipe Batang dengan desain lambung lama dan desain lambung baru masih dalam kondisi yang stabil karena mempunyai momen pengembali (*righting moment*) yang besar.

4.4. Hambatan Kapal

Tabel 4.8 Nilai Hambatan dengan metode Van Oortmerssen

Speed (Knot)	Kapal Desain Lama		Kapal Desain Baru	
	Resistance (kN)	Power (kW)	Resistance (kN)	Power (kW)
0	--	--	--	--
1	0,08	0,08	0,05	0,03
2	0,23	0,44	0,17	0,23
3	0,51	1,5	0,4	0,83
4	0,89	3,53	0,8	2,2
5	1,48	6,99	1,28	4,42
6	3,47	11,95	1,98	8,18
7	6,42	25,56	4,12	21,56
8	8,77	40,87	5,65	31,19
9	16,2	82,21	11,86	73,65
10	34,38	199,45	28,72	198,13



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Resistance – Speed Desain Lambung Kapal Lama dengan Desain Lambung Kapal Baru

Pada gambar 4.3 menunjukkan hasil perbandingan hambatan yang bekerja pada model kapal tradisional dengan desain *hullform* yang lama dan desain *hullform* yang baru. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hambatan yang diterima kapal dengan desain *hullform* lama lebih besar daripada desain *hullform* baru dengan selisih

maksimum hambatan mencapai 57 % pada kecepatan 10 knots.

Sehingga hambatan yang diterima kapal dengan desain *hullform* baru hanya 43 % dari hambatan total yang diterima kapal dengan desain *hullform* lama. Jadi, dari kedua desain *hullform* kapal tersebut, kapal dengan desain *hullform* baru memiliki hambatan yang lebih kecil sehingga kinerja kapal dapat lebih maksimal dan efisien.

4.5. Olah Gerak Kapal

Berdasarkan *World Meteorological Organization*, *Jonswap* mendeskripsikan jenis gelombang menjadi tiga kondisi dengan tinggi gelombang, periode dan kecepatan angin yang bervariasi untuk tiap-tiap kondisi. Untuk lebih jelasnya pembagian kodisinya adalah sebagai berikut :

1. Slight Water

Significant Wave Height : 0,875 m

Period : 7,50 s

Wind speed : 13,5 Knots

2. Moderate Water

Significant Wave Height : 1,875 m

Period : 8,80 s

Wind speed : 19 Knots

3. Rough Water

Significant Wave Height : 3,25 m

Period : 9,7 s

Wind speed : 24,5 Knots

Hasil proses running dengan menggunakan program *Maxsurf Sea Keeper Version 11.12* adalah sebagai berikut :

1). Slight Water

Table 4.9 Nilai *Amplitudo* dan *Velocity* Kapal Ikan Tradisional Dengan Desain Lambung Lama dan Desain Lambung Baru Pada Kondisi *Slight Water*

Item	Wave Heading	Desain Lambung Lama		Desain Lambung Baru	
		Motion	Velocity	Motion	Velocity
Heaving	0 deg	0,381 m	0,226 m/s	0,356 m	0,165 m/s
	45 deg	0,390 m	0,269 m/s	0,377 m	0,222 m/s
	90 deg	0,413 m	0,400 m/s	0,436 m	0,452 m/s
	180 deg	0,463 m	0,648 m/s	0,545 m	0,873 m/s
Pitching	0 deg	3,68deg	0,041rad/s	2,37deg	0,019rad/s
	45 deg	3,03deg	0,043rad/s	2,41deg	0,026rad/s
	90 deg	1,68deg	0,046rad/s	2,01deg	0,058rad/s
Rolling	180 deg	2,51deg	0,077rad/s	3,80deg	0,124rad/s
	45 deg	2,95deg	0,041rad/s	3,01deg	0,038rad/s
	90 deg	10,52deg	0,543rad/s	9,77deg	0,405rad/s

2). Moderate Water

Table 4.10 Nilai *Amplitudo* dan *Velocity* Kapal Ikan Tradisional Dengan Desain Lambung Lama

dan Desain Lambung Baru Pada Kondisi

Moderate Water

Item	Wave Heading	Desain Lambung Lama		Desain Lambung Baru	
		Motion	Velocity	Motion	Velocity
		0 deg	0,391m	0,176 m/s	0,817 m
Heaving	45 deg	0,412m	0,225 m/s	0,858 m	0,47 m/s
	90 deg	0,46 m	0,398 m/s	0,946 m	0,84 m/s
	180 deg	0,533m	0,693 m/s	1,097 m	1,538 m/s
Pitching	0 deg	2,24deg	1,008rad/s	4,11deg	0,033rad/s
	45 deg	2,14deg	1,310rad/s	4,28deg	0,045rad/s
	90 deg	1,55deg	2,225rad/s	3,45deg	0,094rad/s
Rolling	180 deg	2,68deg	4,288rad/s	6,49deg	0,204rad/s
	45 deg	2,82deg	3,481rad/s	4,92deg	0,062rad/s
	90 deg	5,81deg	12,72rad/s	15,4deg	0,634rad/s

3). *Rough Water*

Table 4.11 Nilai *Amplitudo* dan *Velocity* Kapal Ikan Tradisional Dengan Desain Lambung Lama dan Desain Lambung Baru Pada Kondisi *Rough Water*

Item	Wave Heading	Desain Lambung Lama		Desain Lambung Baru	
		Motion	Velocity	Motion	Velocity
		0 deg	0,706 m	0,307 m/s	1,46 m
Heaving	45 deg	0,74 m	0,383 m/s	1,525 m	0,794 m/s
	90 deg	0,806 m	0,636 m/s	1,651 m	1,333m/s
	180 deg	0,901 m	1,073 m/s	1,841 m	2,353m/s
Pitching	0 deg	3,59deg	1,519rad/s	6,22deg	0,049rad/s
	45 deg	3,24deg	1,948rad/s	6,62deg	0,068rad/s
	90 deg	2,3deg	3,230rad/s	5,36deg	0,136rad/s
Rolling	180 deg	4,06deg	6,332rad/s	9,71deg	0,299rad/s
	45 deg	3,61deg	2,581rad/s	7,21deg	0,090rad/s
	90 deg	8,37deg	18,032rad/s	22,2deg	0,907rad/s

Pada penelitian ini yang menjadi kriteria dalam menentukan olah gerak kapal yang paling baik, bukan hanya dari nilai periode oleng yang paling baik tapi juga terjadi atau tidaknya *deck wetness* pada kondisi perairan *slight water*, *moderate water*, dan *rough water* dari tiap *wave heading* yang ditinjau. Terjadi atau tidaknya *deck wetness* dapat diketahui dari animasi pada program *Maxsurf Sea keeper version 11.12* dan perbandingan sudut antar hasil *running* dengan sudut pada midship kapal.

4.6. Tinjauan Ekonomis

4.6.1. Perhitungan Biaya Investasi Kapal

Biaya investasi kapal adalah jumlah biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pemilik kapal untuk membangun atau membeli sebuah kapal. Dari tabulasi data kapal nelayan di Batang, maka biaya pembuatan kapal ikan pada saat penelitian dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Biaya investasi kapal

Item	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
	Kasko	Rp 266.240.000
Mesin utama	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
Mesin bantu	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Alat tangkap	Rp 78.000.000	Rp 78.000.000
Alat bantu tangkap	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
Jangkar	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
Pompa air	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
Biaya inventaris	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Biaya pekerja	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Total Biaya	Rp 559.740.000	Rp 550.710.000

4.6.2. Perhitungan Biaya Operasional Kapal

Biaya operasional kapal per tahun dalam tiga tahun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Biaya operasional kapal dari Tahun 2010 - 2012

Daftar Biaya	2010	
	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
Biaya pemeliharaan dan Perawatan	Rp 44.950.000	Rp 44.950.000
Biaya bahan bakar	Rp 185.345.000	Rp 168.780.000
Biaya perkapalan	Rp 156.258.000	Rp 148.907.000
Biaya minyak pelumas	Rp 114.000.000	Rp 107.900.000
Biaya air tawar	Rp 7.500.000	Rp 7.300.000
Biaya es batu curah	Rp 39.750.000	Rp 39.750.000
Biaya umpan	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000

Kapal Desain Lama	2011		2012	
	Kapal Desain Baru	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru	Kapal Desain Baru
Rp 47.550.000	Rp 47.550.000	Rp 52.150.000	Rp 52.150.000	
Rp192.745.000	Rp 188.780.000	Rp 211.745.000	Rp 207.368.000	
Rp163.578.500	Rp 156.545.500	Rp 177.508.800	Rp 168.900.500	
Rp117.300.000	Rp 109.900.000	Rp 125.300.000	Rp 120.900.000	
Rp 8.450.000	Rp 8.450.000	Rp 8.900.000	Rp 8.900.000	
Rp 42.630.000	Rp 42.630.000	Rp 44.630.000	Rp 44.630.000	
Rp 46.000.000	Rp 46.000.000	Rp 49.000.000	Rp 49.000.000	

Rata-rata/tahun Desain Kapal Lama
 = $\frac{Rp\ 598.803.000 + Rp\ 624.753.500 + Rp\ 676.733.800}{3}$

= Rp 633.430.100,00

Rata-rata/tahun Desain Kapal Baru

$$= \frac{\text{Rp } 568.587.000 + \text{Rp } 606.355.500 + \text{Rp } 659.348.500}{3}$$

= Rp 611.430.300,00

4.6.3. Hasil Operasional Kapal

Berikut hasil tangkapan ikan per tahun dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2012:

<i>Fishing ground</i>	P. Karimun Jawa Selatan P. Kalimantan (angin barat) P. Mencawak (angin timur)
Jarak <i>fishing ground</i>	56 – 60 mil
Lama pelayaran	10 – 12 jam
Musim ikan	Juni – Desember
Bukan musim ikan	Januari – Mei
Hari operasi rata – rata per trip	4 hari (P. Kalimantan), 3 hari (P. Mencawak)
Rata-rata jumlah trip / tahun	87 trip

Tabel 4.14 Tabel Hasil Tangkapan Ikan tahun 2010 - 2012

Hasil tangkapan	2010 (kg)	Per trip (kg)
Lemuru	175.500	2.064,71
Layang	46.400	545,88
Tongkol	12.875	151,47
Kerapu	5.475	64,41
Kakap	2.988	35,15
Cucut	6.695	78,76
Hiu	595	7,00
Total	250.528	2.947,39

2011 (kg)	Per trip (kg)	2012 (kg)	Per trip (kg)
255.375	2.935,34	271.233	3.013,70
63.598	731,01	89.215	991,28
19.815	227,76	32.139	357,10
7.600	87,36	9.335	103,72
5.450	62,64	5.902	65,58
8.113	93,25	8.820	98,00
868	9,98	988	10,98
369.519	4.147,34	417.632	4640,36

Dalam analisa ini, jenis ikan hasil tangkapan yang tidak sama atau tidak selalu tertangkap dalam tiap *trip* tidak dihitung dan dianggap sebagai keuntungan lebih dari pemilik kapal. Dengan demikian hasil tersebut dapat diestimasi yakni bahwa hasil rata-rata tangkapan ikan per *trip* adalah:

$$\text{Total} = \text{Rp } 15.917.200,00 / \text{trip}$$

4.6.4. Keuntungan Operasional

Rata-rata trip per tahun adalah:

Tahun jumlah trip

2010	85 trip
2011	87 trip
2012	90 trip
Total	262 trip
Rata – rata $262 / 3 = 87$ trip / tahun	

	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
Biaya Operasional rata-rata	Rp 7.280.800 / trip	Rp 7.027.900 / trip
Keuntungan per trip setelah bagi hasil dan dikenai pajak adalah Rp 8.754.500,00		

Tabel 4.15 Perhitungan BEP Kapal Ikan Tradisional

Jumlah trip	Biaya operasional	
	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
0	Rp 559.740.000	Rp 550.710.000
100	Rp1.155.263.100	Rp1.133.706.600
200	Rp1.750.786.200	Rp1.716.703.200
250	Rp2.048.547.750	Rp2.008.201.500
271	Rp2.173.607.601	Rp2.130.630.786
294	Rp2.310.577.914	Rp2.264.720.004
300	Rp2.346.309.300	Rp2.299.699.800

Hasil tangkapan (keuntungan sudah dikurangi bagi hasil dan pajak)	Operasional Profit (hasil tangkapan – biaya operasional)	
	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
Rp 0	-Rp 559.740.000	-Rp 550.710.000
Rp 786.301.500	-Rp 368.961.600	-Rp 347.405.100
Rp 1.572.603.000	-Rp 178.183.200	-Rp 144.100.200
Rp 1.965.753.750	-Rp 82.794.000	-Rp 42.447.750
Rp 2.130.877.065	-Rp 42.730.536	Rp 246.279
Rp 2.311.726.410	Rp 1.148.496	Rp 47.006.406
Rp 2.358.904.500	Rp 12.595.200	Rp 59.204.700

Dari tabel 4.15 di atas, tampak bahwa pada trip ke-271 atau 3 tahun 2 bulan untuk kapal desain baru dan trip ke- 294 atau 3 tahun 5 bulan, nominal hasil tangkapan telah sedikit melebihi nominal biaya operasional, sehingga dapat dikatakan bahwa *Break Event Point* (BEP) dari investasi ini telah tercapai.

4.6.5. Analisa Kelayakan Investasi

Jika akan dilakukan investasi dengan pinjaman bank dengan asumsi 5 tahun kapal akan dijual kembali maka harus mencari IRR (*interest rate of return*). IRR adalah nilai i sehingga NPV = 0 atau tercapai kondisi *Break Event Point* (Gitman, 1991) Dengan 87 *trip* per tahun maka:

	Kapal Desain Lama	Kapal Desain Baru
Keuntungan	Rp 314.114.800	Rp 324.014.750
R/C ratio	1,29	1,31
Payback	1,78	1,70

Period		
NPV	1,46	1,39

$$IRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{-NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}$$

1. IRR Kapal Desain Lama, NPV = 0

$$= 22 + \left((26,78\% - 22\%) \times \frac{(0 - 5.240.685)}{(-165.198.050 - 5.240.685)} \right)$$

$$= 22,147 \%$$

Jadi, nilai IRR Kapal desain lama yang didapatkan adalah 22,147 %

2. IRR Kapal Desain Baru, NPV = 0

$$i = 22 + \left((25\% - 22\%) \times \frac{(0 - 3.502.763)}{(-60.490.150 - 3.502.763)} \right)$$

$$= 22,164 \%$$

Jadi, nilai IRR Kapal desain lama yang didapatkan adalah 22,164%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan penelitian dan perhitungan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Perhitungan Tonase kotor (*Gross Tonnage*) kedua desain kapal sudah mendekati sesuai dari GT yang direncanakan yaitu 30 GT
2. Perhitungan stabilitas yang mengacu pada aturan IMO hasil perhitungan secara keseluruhan menunjukkan bahwa stabilitas dari kedua model desain lambung kapal tersebut dinyatakan memenuhi standar kriteria yang ditetapkan oleh IMO. Dan kapal desain baru memiliki nilai hambatan yang lebih kecil daripada kapal desain lama. Hal ini dikarenakan modifikasi pada desain lambung sehingga terjadi pengurangan luasan pada lambung kapal yang tercelup air (*WSA*)
3. *Break Event Point* dari investasi kapal akan tercapai pada trip operasi yang ke- 271 atau 3 tahun 2 bulan untuk kapal desain baru dan pada trip ke- 294 atau 3 tahun 5 bulan untuk kapal dengan desain lambung lama, jika dalam satu tahun kapal dioperasikan secara normal sebanyak 87 trip. Jadi, apabila dilakukan investasi dengan pinjaman bank dengan tingkat bunga 12 %, maka pinjaman tersebut akan dapat dilunasi dalam jangka waktu kurang dari 5 tahun jika IRR maksimum sebesar 22,147 % untuk desain kapal lama dan 22,164 % untuk desain kapal baru. IRR pada saat penelitian adalah sebesar 12%, prosentase ini berada dibawah IRR maksimum untuk BEP 5 tahun.

Dengan kata lain investasi kapal ini layak untuk dilanjutkan.

5.2 Saran

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

Secara Akademis :

1. Diperlukan panduan pengukuran kapal dengan metode yang tepat bagi mahasiswa maupun pengusaha kapal ikan tradisional.
2. Untuk menghasilkan nilai hambatan total yang rendah sebaiknya dapat memperbaiki bentuk bidang garis air di sekitar stern kapal
3. Dalam penelitian selanjutnya perlu meneliti mengenai Cb kapal sebenarnya pada kapal tipe Batang

Secara Praktis :

1. Diperlukan penyuluhan dan pelatihan pengukuran kapal bagi mahasiswa agar lebih mengetahui praktik pengukuran kapal tradisional
2. Diperlukan pelatihan tentang pembuatan kapal dengan *mouldloft* atau lantai gambar agar mahasiswa dapat memahami teknik pembuatan kapal secara tradisional dan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia. 1989. *Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Kayu*. Jakarta. Biro Klasifikasi Indonesia.
- [2] Dinas Kelautan dan Perikanan, 2006, "Pengertian Dasar Kapal Perikanan", BBPPI, Semarang
- [3] Fyson, J. 1985, *Design of Small Fishing Vessels*. Fishing News Book Ltd. UK
- [4] Jatmiko, H. Sukanto dan Budiarto, Untung. 2010. **Analisa Karakteristik Kapal Ikan Tradisional Daerah Pantura Jawa Tengah**. UPPT FT UNDIP, Semarang.
- [5] Umar, H. 2003. *Studi Kelayakan Bisnis : Teknik Menganalisis Kelayakan Bisnis Secara Komprehensif*, Edisi 2. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- [6] Wahyono, Agung. 2011. *Kapal Perikanan (Membangun Kapal Kayu)*. Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan. Semarang.
- [7] Zamdial Ta'alidin, 2003, "Analisis Ekonomi Untuk Investasi Usaha Penangkapan Ikan Dengan Jaring Pursine", *Majalah Agrisep Vol 2 No 1 September 2003* hal 11 – 18.