

DESAIN KAPAL IKAN DENGAN BENTUK  
LAMBUNG CATAMARAN YANG MENGGUNAKAN SISTEM  
PENGGERAK LAYAR AN MESIN UNTUK MUATAN IKAN HIDUP

Parlindungan Manik, Eko Sasmito Hadi

*Abstract*

*The Application Of Catamaran Hullform For The Fishing Vessel accorded to the leakage of the mono hullform. The existence and the using of the lively fish hold could help the fisherman to decrease the operational cost for about 11,8% to keep the fishes. Therefore the application of sail objected to reduce the biggest cost operation component that is the fuel consumption. Catamaranhullform design for lively fish hold took one hullform which has the best performance. The performance aspects in this case are the hydrostatic, ship resistance, stability and seakeeping.*

*The research about catamaran fishing vessel design for lively fishes using sail and machine as the ship mover is expected to give the information about the hullform that has a better performance than the commonly hullform and it could be an alternative to improve the fishing vessel hullform into the modern one.*

*Accorded to the calculation result and analysis are gained the result that showed at the velocity of 12 knots from some length dimension variations of fish hold for the catamaran fishing vessel with lively fish hold, variation of length of 2,0 meters could reduced the biggest ship's resistance for about 3,99% between the other modification hullform and the ship's resistance of standard hullform. Otherwise, by the stability aspect of any variation condition, fish hold length dimension variation at 2,0 meters had a better stability than another fish hold length dimension and catamaran fishing vessel which used the commonly fish hold. The installation of sail at the fish hold length dimension at 2,0 meters could reduce the power operation for about 48,42% better than fishing vessel that used the commonly fish hold.*

*Key word : fishing vessed, catamaran, hull form, lively fish*

### **Latar Belakang**

Nelayan di negara kita saat ini mengalami kendala yang cukup berat dengan adanya kenaikan harga minyak dunia. Sedangkan biaya operasional kapal ikan sekitar 40 % dipergunakan untuk pembelian bahan bakar. Tingkat konsumsi bahan bakar yang tinggi ini disebabkan karena kurang efisiennya kapal penangkap ikan yang dipergunakan [2]. Sebenarnya pada tahun 2004, pemerintah telah membangun berbagai SPBU khusus untuk nelayan [7], tetapi ini hanya membantu pada proses penyaluran tidak untuk menekan penggunaan bahan bakar di tingkat nelayan.

Selain itu para nelayan masih menghadapi gelombang laut yang kurang menentu sebagai dampak dari pemanasan global, sehingga banyak nelayan yang memilih untuk tidak melaut, yang berdampak juga pada pendapatan nelayan itu sendiri. Sehingga untuk itu perlu dikembangkan energi alternatif penggerak kapal ikan.

Sebenarnya nelayan telah mengenal energi alternatif penggerak kapal sejak dulu, yaitu dengan menggunakan layar. Tetapi penggunaan layar waktu itu dirasakan kurang praktis misalnya dalam hal olah gerak sehingga nelayan beralih ke penggerak mesin. Penggunaan layar mampu mengurangi penggunaan bahan bakar sebesar 5 % sampai 20 % [3,4,8,9], tergantung pada ukuran dimensi kapal dan jenis layar yang dipergunakan. Selain itu juga dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal ikan tradisional yang kurang efisien

ini disebabkan kapal ikan yang ada menggunakan tipe lambung tunggal, tidak menggunakan tipe lambung ganda atau katamaran.

Selain itu pembangunan kapal ikan secara tradisional kurang mengadopsi beberapa aspek keselamatan di laut, ini dapat dilihat pada stabilitas kapal yang dihasilkan [1]. Kecenderungan sudut olengan kapal berkisar 30<sup>o</sup> sangat besar sekali dan periode oleng yang dihasilkan antara 4,5 sampai 6 detik. Dengan keadaan stabilitas kapal yang demikian bisa dikatakan bahwa kapal tersebut sangat riskan jika berlayar. Ini sangat berbeda jika nelayan tersebut menggunakan kapal ikan dengan tipe lambung katamaran.

Beberapa keunggulan kapal ikan dengan menggunakan tipe lambung katamaran, antara lain [5,6] power engine yang dipergunakan lebih kecil sekitar 45 %, bahan bakar yang dihemat mencapai 40 %. Selain itu sangat dimungkinkan penggunaan layar sebagai penggerak, hal ini dikarenakan deck diatas kapal menjadi luas dan tidak mengganggu aktifitas penangkapan ikan serta menghasilkan sudut oleng yang relatif kecil [5].

Penggunaan bentuk lambung katamaran mempunyai beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan bentuk lambung tunggal atau monohull antara lain; mempunyai hambatan yang relatif kecil, stabilitas yang cukup baik, luas permukaan deck yang lebih luas dan mempunyai tingkat keselamatan yang baik [5,12].

\*) Sraf Pengajar Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Undip

Sedangkan penggunaan layar lebih mengacu pada pengurangan komponen biaya terbesar dari operasional kapal ikan yaitu komponen biaya bahan bakar, dengan penggunaan layar yang mempunyai efisiensi tinggi diharapkan akan mampu mengurangi penggunaan bahan bakar untuk nelayan [5,8,9].

Keberadaan dan Penggunaan sistem palkah ikan hidup, dapat membantu nelayan dalam menekan biaya operasional pengawetan ikan hasil tangkapan sebesar 11,8 % [14]. Disamping itu kualitas dan nilai ekonomis hasil tangkapan juga akan naik, yang pada akhirnya akan meningkatkan tingkat kesejahteraan nelayan. Dengan menggunakan sistem palkah ikan hidup untuk hasil tangkapan diharapkan juga ikut melestarikan sumber daya perikanan, karena nelayan akan lebih selektif dalam menangkap ikan. Selain itu peralatan tangkap yang dipergunakan juga harus disesuaikan, misalnya menggunakan bubu karena target hasil tangkapan ini berupa ikan karang dan ikan dasar (ikan demersal) yang terkenal dalam perdagangan adalah grouper (kerapu), snapper (kakap merah, bambangan, jenaha, gorara), bream (abat, beku-kung, mili, kurisi) *rock cods* dan *coral cods*.

Ikan jenis tersebut pada umumnya hidup pada daerah karang atau dasar perairan yang berbatu- batu dan berpasir. Daerah demikian salah satunya banyak terdapat di perairan Karimunjawa karena potensi karang dan ikannya masih sangat besar.

#### Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan muncul dari diadakannya penelitian pengembangan desain kapal ikan ini adalah permodelan dimensi sistem palkah ikan hidup yang akan berpengaruh terhadap karakteristik lambung kapal seperti perubahan parameter hidrostatis kapal atas penggunaan *live fish hold*, perubahan kecepatan kapal akibat penggunaan *live fish hold*, perubahan parameter stabilitas kapal adanya *live fish hold*, perubahan parameter gerakan kapal akibat adanya *live fish hold*. Selain itu penggunaan layar pada kapal dengan bentuk lambung *catamaran* yang di harapkan bisa mengurangi konsumsi bahan bakar di fokuskan dalam masalah besaran gaya dorong yang dihasilkan oleh layar.

#### Pembatasan Masalah

Didalam pengerjaan penelitian dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah dan asumsi-asumsi guna memperjelas permasalahannya dan ruang lingkungannya, yaitu:

1. Ukuran utama kapal dengan bentuk lambung *catamaran* ini diperoleh dari penelitian sebelumnya yaitu Laporan Penelitian Hibah Bersaing Undip.
2. Mengkaji permodelan dimensi sistem palkah ikan hidup yang akan berpengaruh terhadap karakteristik lambung kapal seperti:
  - a. Perubahan parameter hidrostatis kapal atas penggunaan *live fish hold*
  - b. Perubahan kecepatan kapal akibat penggunaan *live fish hold*

- c. Perubahan parameter stabilitas kapal adanya *live fish hold*
  - d. Perubahan parameter gerakan kapal akibat adanya *live fish hold*
3. Metode perhitungan hambatan yang digunakan adalah metode *slender body* yang ada di dalam software *hullspeed* versi 11.12.
  4. Keseluruhan perhitungan pada obyek kinerja *hull form* tersebut berdasarkan pendekatan teoritis yang dikerjakan dengan paket perhitungan yang telah terintegrasi pada *software Maxsurf 11.12* yaitu :
    - a. *Hullspeed 11.12* untuk perhitungan hambatan kapal.
    - b. *Hydromax 11.12* untuk perhitungan stabilitas.
    - c. *Seakeeper 11.12* untuk perhitungan olah gerak kapal.
    - d. *Span 11.12* untuk perhitungan desain layar.
  5. Tidak dilakukan analisa ekonomis dalam penelitian ini dan hanya mengkaji permodelan dimensi sistem palkah ikan hidup dan pengaruh penggunaan layar sebagai energi alternatif penggerak kapal.
  6. Kondisi perairan diasumsikan dalam perairan tenang dan kecepatan kapal konstan.
  7. Tidak ada pengujian *towing tank*.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian pengembangan desain kapal ikan ini adalah:

1. Untuk mengkaji secara teknis karakteristik kapal layar motor (mengenai masalah hidrostatis, equilibrium, stabilitas, kecepatan, dan olah gerak kapal) dengan bentuk lambung *catamaran* yang dapat dipergunakan sebagai alat penangkap ikan dengan menggunakan sistem palkah ikan hidup untuk sarana pengawetan ikan hasil tangkapan yang terintegrasi dengan lambung.
2. Menghitung sistem penggerak layar yang dipergunakan pada saat kapal menuju dan kembali dari *fishing ground*, sedangkan sistem penggerak motor atau mesin dipergunakan saat manuver di pelabuhan maupun pada saat manuver di *fishing ground*.

#### Perhitungan dan Analisa Data

Dalam perancangan sistem palka ikan hidup dan perancangan layar pada sebuah kapal terutama kapal ikan dengan bentuk lambung *catamaran* di perlukan perancangan bentuk *hullform* yang sesuai dengan daerah pelayaran kapal. Adapun data – data mengenai ukuran utama kapal ( LOA, B, BOA, T, dan GT ) didapat dari penelitian sebelumnya yaitu dari Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro.

Data ukuran utama kapal :

Length Over All (LOA)	: 15,242 m
Design Beam (B)	: 2,438 m
Beam Over All (BOA)	: 8,861 m
Depth (H)	: 2,50 m
Design Draft (T)	: 1,00 m

Dari data pengukuran tersebut di buat pemodelan *hullform* dengan menggunakan bantuan software *Delftship versi 3.1*. Penelitian ini merupakan tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang mana pada penelitian kali ini dilakukan desain system palka untuk muatan ikan

hidup dan perancangan layar yang akan berpengaruh terhadap karakteristik lambung kapal *catamaran*.

### Perhitungan Hidrostatik

Hasil perhitungan hidrostatik didapat bahwa nilai koefisien dari system palka ikan hidup lebih kecil dari pada system palka ikan standar yaitu:

Tabel 1. Tabel hidrostatik untuk Sistem Palka ikan Standar

No	Parameter Hidrostatik	Variasi Dimensi Panjang Palkah Ikan						
		Sistem Palka ikan Hidup						
		2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
1	Prismatic Coeff.	0.684	0.684	0.684	0.684	0.684	0.684	0.684
2	Block Coeff.	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494
3	Midship Area Coeff.	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733	0.733
4	Waterpl. Area Coeff.	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863	0.863

Tabel 2. Tabel hidrostatik untuk Sistem Palka ikan Hidup

No.	Parameter Hidrostatik	Variasi Dimensi Panjang Palkah Ikan						
		Sistem Palka ikan Hidup						
		2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
1	Prismatic Coeff.	0.391	0.444	0.462	0.479	0.497	0.505	0.538
2	Block Coeff.	0.244	0.282	0.294	0.305	0.317	0.323	0.344
3	Midship Area Coeff.	0.627	0.648	0.649	0.650	0.651	0.651	0.651
4	Waterpl. Area Coeff.	0.438	0.506	0.525	0.543	0.562	0.577	0.612

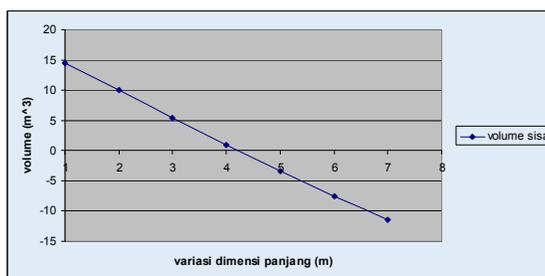
### Perhitungan Equilibrium

Perhitungan equilibrium digunakan untuk melihat kesetimbangan kapal dan parameter lainnya sebagai akibat adanya perubahan *displacement* kapal pada

system palka ikan hidup sehingga kapal masih memiliki sisa buoyancy untuk mempertahankan kapal agar tetap mengapung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 3. Tabel perhitungan sisa buoyancy untuk Sistem Palka ikan Hidup

Keterangan	Sistem palka ikan hidup						
	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
Volume Displacement ( $m^3$ )	32.87	32.87	32.87	32.87	32.87	32.87	32.87
Volume Ruang Muat ( $m^3$ )	18.32	22.9	27.42	31.88	36.22	40.4	44.3
Volume/Bouyancy Ruang Mesin dan Forecastle ( $m^3$ )	14.55	9.97	5.45	0.99	-3.35	-7.53	-11.43



Gambar 1. Grafik Hubungan antara volume sisa dengan variasi dimensi panjang

Hasil perhitungan table 3 diketahui bahwa system palka ikan hidup dengan variasi dimensi panjang 2,0m memiliki sisa buoyancy yang paling besar diantara variasi dimensi panjang 2,5m, 3,0m, 3,5m, 4,0m, 4,5m, 5,0m yaitu sebesar 14,55 m<sup>3</sup> dan batas variasi dimensi panjang yang diijinkan adalah pada variasi dimensi panjang 3,5m karena masih memiliki sisa buoyancy sebesar 0,99 m<sup>3</sup> dan pada grafik 4.27 didapat ukuran optimal palka ikan hidup, yakni sebesar 2,14 m.

#### Perhitungan Stabilitas Kapal ( Ship's Stability )

Stabilitas memegang peranan penting dalam hal perencanaan keselamatan kapal. Kemampuan kapal ini dapat juga diartikan sebagai respon kapal terhadap kecepatan dan gelombang laut. Kapal yang kaku akan kembali ke posisi tegak dalam periode yang sangat cepat. Kondisi seperti ini menyebabkan kapal mempunyai nilai MSI (*Motion Sickness of Incident*) yang cenderung tinggi. Namun pada dasarnya stabilitas adalah kapal dengan momen pembalik (*righting moment*) yang cukup untuk membuat kapal kembali ke posisi tegak ketika mendapat gaya dari luar yang menyebabkan olengan.

Sebagai persyaratan yang wajib tentunya stabilitas kapal harus mengacu pada standart yang telah ditetapkan oleh biro klasifikasi setempat atau *marine authority* seperti *International Maritime Organisation (IMO)*

Pada penelitian ini perhitungan stabilitas menggunakan paket perhitungan pada *software Hydmax 11.12* dan ditinjau pada 7 (tujuh) kondisi yang merepresentasikan *load condition* pada saat kapal beroperasi di laut lepas. Sedangkan persyaratan stabilitas mengacu pada *standard requirements* yang telah ditetapkan oleh IMO. Dalam menghitung stabilitas suatu kapal kita harus membuat variasi muatan pada beberapa kondisi sehingga diketahui stabilitas untuk tiap kondisinya, seperti berikut:

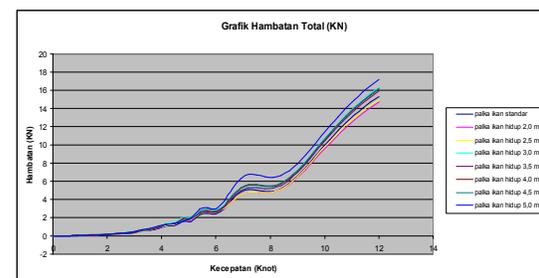
1. Kondisi pertama merupakan kondisi kapal muatan penuh dan berat *consumable* 100% (*Full Load Condition*).
2. Kondisi kedua diasumsikan pada saat kapal tiba dipelabuhan, dengan muatan 100 % dan bahan makanan dan minuman, bahan bakar tersisa 10%.
3. Kondisi ketiga diasumsikan sebagai kapal tiba di area penangkapan (*fishing grounds*) dimana bahan bakar, kebutuhan bahan makanan dan minuman 100% sedangkan *fish hold* 50%.
4. Kondisi empat ini diasumsikan pada saat kapal sampai dipelabuhan, dengan hasil tangkapan hanya 50% dari muatan penuh. Perkiraan bahan makanan dan minuman, bahan bakar, tersisa 10%.
5. Kondisi ini merupakan kondisi meninggalkan dermaga dimana kebutuhan bahan makanan dan minuman serta bahan bakar sudah di isi penuh dan *Fish hold* 10%.

6. Kondisi ini di asumsikan kapal tiba di dermaga, dimana bahan bakar masih tersisa 10% dan muatan 0%.
7. Kondisi ketujuh ini mempresentasikan kapal dalam keadaan muatan dan *consumalbe* kosong.

Berdasarkan ketentuan yang disyaratkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) dengan *Code A.749(18) Ch3- design criteria applicable to all ships dan IMO regulation MSC.36(63) HSC Code Annex 7* stabilitas *hull form* dengan sistem palka ikan hidup lebih baik dibandingkan dengan *hull form* dengan sistem palka standar. Pada system palka ikan hidup untuk variasi dimensi panjang palka 2,0m memiliki stabilitas yang paling baik karena nilai GZ besar yaitu 3,579m pada sudut 13,8<sup>0</sup> bila dibandingkan dengan variasi dimensi panjang lainnya dan jika dibandingkan dengan system palka standar memiliki selisih sekitar 5,26% pada variasi dimensi panjang yang sama.

#### Perhitungan hambatan kapal

Sebuah kapal dalam berlayar memperoleh hambatan yang berasal dari lambung kapal yang berada di bawah garis air. Besar hambatan ini di konversi sebagai tenaga yang dibutuhkan oleh sebuah kapal untuk berlayar. Dalam perhitungan hambatan kapal ini di gunakan metode perhitungan hambatan *Slender Body* yang terintegrasi dalam software *Maxsurf Hull Speed Version 11.12*. Kapal beroperasi dengan kecepatan maksimum 12 knots. Dari hasil perhitungan oleh *Maxsurf Hull Speed Version 11.11* di dapat :



Gambar 2. Perbandingan hambatan total (KN) antara sistem palka standar dengan sistem palka ikan hidup

Pada kecepatan maksimal yaitu 12 knot, besar hambatan yang diterima pada masing- masing variasi dimensi palka baik yang dengan sistem palka standar maupun sistem palka ikan hidup adalah:

1. Hambatan kapal ikan katamaran dengan sistem palka standar adalah sebesar 15,30 kN.
2. Sedangkan hambatan yang diterima kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup adalah:

Tabel 4. Hambatan kapal ikan dengan sistem palka hidup

Variasi Dimensi Panjang Palkah Ikan						
Slender Body Resist (KN) sistem palka ikan hidup						
2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
14.69	14.97	16.3	15.91	16.13	16.18	17.16

Pada kecepatan 12 knot, Model *hull form* kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup untuk variasi dimensi palka 2,0 m dapat mereduksi hambatan terbesar di antara hull form modifikasi lainnya sebesar 3,99 % dari hambatan yang diterima kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar, sedangkan untuk variasi dimensi palka 2,5 m mampu mereduksi hambatan sebesar 2,16 %, tetapi pada variasi dimensi 3,0m;3,5m;4,0m;4,5m;5,0m mengalami penambahan hambatan dari sistem palka standar yaitu masing- masing sebesar 6,54%, 3,99%, 5,42%, 5,75% dan 12,16%.

#### Penggunaan Layar Pada Kapal

Pada perencanaan desain *hull form* kapal ikan, prediksi olah gerak kapal yang akurat sangat diperlukan. Kualitas dari kinerja *hull form*, keadaan dimana kapal oleng, atau tenggelam (*Ultimate Loss of Performance*) pada tiap kondisi gelombang dapat diketahui secara pasti bahkan dalam kondisi *extreme* sekalipun.

Pada prinsipnya alur kerja olah gerak kapal dapat diartikan sebagai berikut, kapal adalah suatu *electronic filter*. Pada saat menerima sinyal (*Waves Ocean*) sinyal tersebut disaring kemudian ditransfer kembali sebagai output yang dalam hal ini adalah gerakan kapal (*Ship Motion*). Prinsip kerja inilah yang menjadi dasar dari pemecahan dalam banyak penelitian mengenai *seakeeping performance*

Prinsip dasar perancangan layar pada sebuah kapal adalah layar dapat bekerja pada nilai  $F_R$  (driving force) maksimal dan menekan besarnya  $F_H$  (heeling force). Driving force atau gaya dorong berkaitan dengan kemampuan layar dalam mencapai kecepatan yang diinginkan, dan heeling force atau gaya oleng

berkaitan dengan sudut oleng yang dihasilkan layar terhadap lambung kapal dan berhubungan erat dengan keselamatan kapal pada saat berlayar.

Desain layar pada penelitian ini menggunakan bantuan software *Span ver 11.12*. dalam *software* yang digunakan ini ada beberapa parameter yang di input ke dalam software, berikut parameter yang di input ke dalam *software Span ver 11.12* :

1. Kecepatan angin.  
Yang dimaksud kecepatan angin disini adalah kecepatan angin (wind speed) maksimal yang dapat terjadi pada daerah penelitian. Data ini digunakan untuk menentukan luasan layar yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan yang diinginkan, dengan syarat stabilitas kapal tetap terpenuhi. Dari data kecepatan angin yang di ambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Meteorologi Maritim Semarang di dapat kecepatan angin berkisar antara 6-20 knots.
2. Luasan layar yang dibutuhkan  
Pembuatan desain layar dalam penelitian ini menggunakan system trial and error, dimana ukuran layar di desain dengan menambah nilai dari parameter desain layar yang ada pada *Span versi 11.12*. menggunakan system trial and error berdasarkan pemahaman bahwa sifat-sifat aliran yang mengenai foil dengan kecepatan tinggi dan chamber (kelengkungan) yang besar akan diperoleh perpisahan (*separation*) aliran yang lebih cepat dan berakibat lapisan batas semakin lebar sehingga mengurangi daya dorong kapal.
3. Ukuran tiang kapal  
Pada penelitian ini ukuran tiang layar di ambil dari karakteristik tiang dari kapal layar yang telah ada. Ukuran tiang layar di anggap mampu menahan gaya yang bekerja pada layar. Ukuran tiang layar di ambil dengan cara pendekatan dari ukuran tiang kapal layar yang ada. Pada umumnya ada dua bentuk dari tiang layar, tiang yang memiliki diameter yang sama dari dasar tiang sampai dengan atas tiang, dan tiang yang mempunyai ukuran diameter yang mengecil dari bawah sampai dengan atas.

Tabel 5. Karakteristik tiang dari kapal layar.

Panjang (m)	Displacement (m <sup>3</sup> )	Sail area (m <sup>2</sup> )	Tinggi tiang (m)	Dimensi (mm)	Ketebalan (mm)
10	4800	58	12.9	105x160	4
12	7000	86	16	145x220	4
14.5	12700	139	19	185x315	5.6
18	22500	218	22.5	220x360	6
24	47000	254	26.4	240x410	6

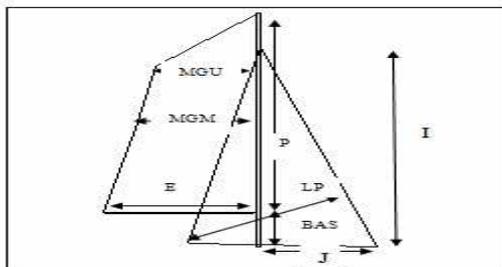
Berdasarkan tabel 4.30, untuk kapal dengan panjang 14-16 m. tinggi tiang layar adalah 19 m-22,5 m. Tinggi tiang layar ini berpengaruh terhadap penambahan sudut oleng dari kapal sebelum kapal menggunakan layar. Dalam hal ini peneliti mengambil nilai diantara nilai tinggi tiang tersebut, dengan menyesuaikan kebutuhan gaya dorong yang dibutuhkan oleh kapal.

Nilai dari paramater yang di input ke dalam *software Span versi 11.12* dalam perhitungan layar adalah sebagai berikut ;

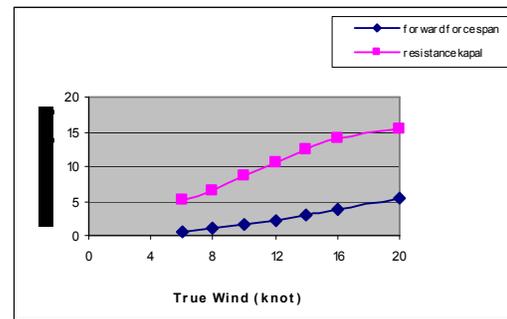
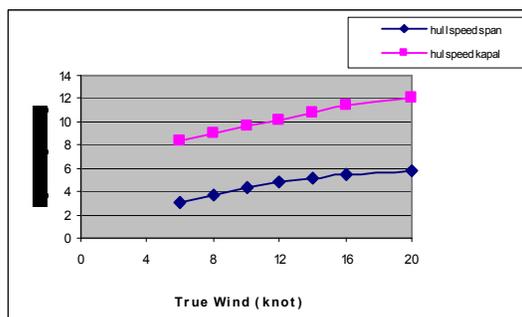


Gambar 3. Tampilan rig data pada *software Span versi 11.12*

Di dalam *Software Span versi 11.12*, kolom foresail digunakan untuk memasukan data ukuran layar depan (*foresail*), kolom mast untuk pendefenisian tiang layar dan mainsail untuk ukuran layar utama (*main-sail*). Dari *Software Span versi 11.12* di dapat luasan layar (*sail area*) sebesar 121.30 m<sup>2</sup> yang terdiri dari luasan mainsail sebesar 64,50 m<sup>2</sup> dan *foresail* sebesar 56,80 m<sup>2</sup>, dan tiang layar berada 2,5 m dari midship atau berada di atas sekat kedap air antara palkah 1 dan 2.

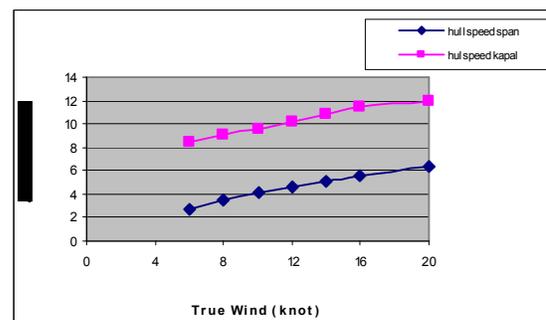


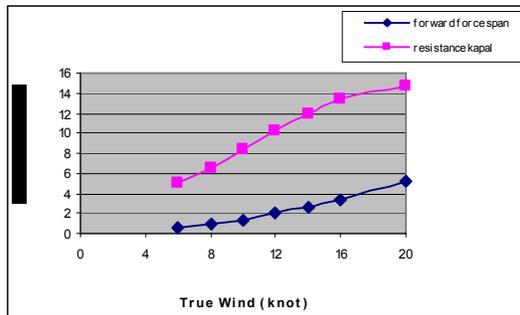
Gambar 4 Desain layar



Gambar 5. Grafik perbandingan kecepatan-hambatan kapal untuk variasi dimensi palka ikan standar 2,0m

Forward force (gaya dorong) maksimum pada setiap perubahan kecepatan angin pada daerah pelayaran dari table diketahui pada kecepatan angin maksimum yang terjadi pada daerah pelayaran kapal (20 knots) layar mampu menghasilkan gaya dorong maksimum sebesar 5,51 kN atau mampu berlayar dengan kecepatan 5,81 knots, atau mampu mengurangi tenaga pengoperasian mesin kapal sebesar 48,42 % dari tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan maksimum sebesar 12 knots. Sedangkan untuk kecepatan angin minimum yang diterima layar (6 knots), layar mampu menghasilkan gaya dorong sebesar 0,57 atau mampu berlayar dengan kecepatan 3,01 knots, atau mampu mengurangi tenaga dalam pengoperasian mesin kapal sebesar 37,16%. Grafik 5 Menunjukkan kecepatan optimum yang bisa dihasilkan layar yaitu sebesar 6 knots yang didapat pada saat kecepatan angin sebesar 20 knots. Pada saat layar menerima angin yang lebih besar dari 20 knots, kecepatan kapal tidak akan lebih dari 6 knots. berdasarkan pemahaman bahwa sifat-sifat aliran yang mengenai foil (kelengkungan) yang besar akan diperoleh perpisahan (*separation*) aliran yang lebih cepat dan berakibat lapisan batas semakin lebar sehingga mengurangi daya dorong kapal.





Gambar 6. Grafik perbandingan kecepatan-hambatan kapal untuk variasi dimensi palka ikan standar 2,0m

Forward force (gaya dorong) maksimum pada setiap perubahan kecepatan angin pada daerah pelayaran dari table diketahui pada kecepatan angin maksimum yang terjadi pada daerah pelayaran kapal (20 knots) layar mampu menghasilkan gaya dorong maksimum sebesar 5,28 kN atau mampu berlayar dengan kecepatan 6,31 knots, atau mampu mengurangi tenaga pengoperasian mesin kapal sebesar 52,58% dari tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan maksimum sebesar 12 knots. Sedangkan untuk kecepatan angin minimum yang diterima layar (6 knots), layar mampu menghasilkan gaya dorong sebesar 0,51 atau mampu berlayar dengan kecepatan 2,7 knots, atau mampu mengurangi tenaga dalam pengoperasian mesin kapal sebesar 32,14%. Grafik 6 Menunjukkan kecepatan optimum yang bisa dihasilkan layar yaitu sebesar 6 knots yang didapat pada saat kecepatan angin sebesar 20 knots. Pada saat layar menerima angin yang lebih besar dari 20 knots, kecepatan kapal tidak akan lebih dari 6 knots. berdasarkan pemahaman bahwa sifat-sifat aliran yang mengenai foil (kelengkungan) yang besar akan diperoleh perpisahan (separation) aliran yang lebih cepat dan berakibat lapisan batas semakin lebar sehingga mengurangi daya dorong kapal.

**Stabilitas pada kapal dengan menggunakan layar.** Selain menghasilkan gaya dorong layar juga menerima gaya samping yang berpengaruh terhadap keolengan kapal pada saat berlayar. Sudut oleng yang terjadi dengan pemasangan layar pada kapal tidak boleh sampai membahayakan kapal pada saat kapal berlayar. Perhitungan stabilitas layar tergantung dari beberapa faktor yaitu luas layar (SA), lengan kopel (H), gaya tekanan angin (P). Faktor ini cenderung menyebabkan kapal miring kearah melintang kapal (*heeling*) pada sudut tertentu, yang akan di lawan dengan lengan pembalik kapal dikalikan displacement yang membuat kapal kembali kedudukan semula (tegak).

Pada perhitungan dengan *software Span versi 11.12* didapat *hull right momen* pada setiap kecepatan angin, dan sudut dari layar. Semakin besar hull right momen yang terdapat pada kapal, kapal memiliki stabilitas yang baik. Pada perhitungan dengan *soft-*

*ware Span ver 11.12* didapat *hull right momen* pada setiap kecepatan angin, dan sudut dari layar. Semakin besar hull right momen yang terdapat pada kapal, kapal memiliki stabilitas yang baik.

Pada semua kondisi nilai GZ terbesar terjadi pada kecepatan angin 20 knots dengan sudut layar 90 derajat, dengan pembacaan grafik lengan stabilitas, nilai pada kondisi ini diterjemahkan kedalam bentuk sudut oleng, seperti yang ditunjukkan pada tabel 10. terdapat pada sudut antara 0-10 derajat. Sudut yang terjadi seperti ini tidak membahayakan kapal. Sudut oleng terbesar yang terjadi pada kondisi VII. Sudut oleng yang terjadi sebesar 1,43° pada kecepatan angin 20 knots. Hasil ini menunjukkan penggunaan layar pada kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar untuk variasi dimensi 2,0m memiliki pengaruh yang kecil terhadap stabilitas kapal pada saat berlayar.

Pada semua kondisi nilai GZ terbesar terjadi pada kecepatan angin 20 knots dengan sudut layar 100 derajat, dengan pembacaan grafik lengan stabilitas, nilai pada kondisi ini diterjemahkan kedalam bentuk sudut oleng, seperti yang ditunjukkan pada tabel 12. terdapat pada sudut antara 0-10 derajat. Sudut yang terjadi seperti ini tidak membahayakan kapal. Sudut oleng terbesar yang terjadi pada kondisi VII. Sudut oleng yang terjadi sebesar 1,14° pada kecepatan angin 20 knots. Hasil ini menunjukkan penggunaan layar pada kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup untuk variasi dimensi 2,0m memiliki pengaruh yang kecil terhadap stabilitas kapal pada saat berlayar.

**Perhitungan GT (Gross Tonnage) Kapal**

Pengukuran Gross Tonnage untuk kapal ikan yang mempunyai panjang kapal lebih kecil 24,00 m ( L< 24 meter) [28] dapat ditentukan dengan formula:

$$GT = 0,353 (a + b )$$

Di mana:

a = Volume ruangan tertutup yang berada di bawah geladak utama ( m<sup>3</sup> )

b = Volume ruangan tertutup yang berada di atas geladak utama ( m<sup>3</sup> )

Dari perhitungan volume menggunakan software *delftship* versi 3.1 didapat hasil sebagai berikut:

Volume ruangan tertutup yang berada di bawah geladak utama = 82,88 m<sup>3</sup>

Volume ruangan tertutup yang berada di atas geladak utama = 81,40 m<sup>3</sup>

Maka volume total ruangan yang tertutup adalah 82,88 + 81,40 = 164,28 m<sup>3</sup>

$$GT = 0,353 * (164,28 \text{ m}^3) = 57,99 \text{ Register Ton}$$

**Perhitungan Kapasitas Muat Sistem Palka Ikan Standar**

Pada perhitungan kapasitas muat system palka ikan standar ini diasumsikan dengan mengangkut hasil tangkapan dengan keadaan mati dan menggunakan

system pendingin berupa es, di mana perbandingan ikan dan es sebesar 1 untuk ikan : 2 untuk balok es dengan spesifik berat ikan dan es sebesar 0,76 ton/m<sup>3</sup>.

### Kapasitas Muat Sistem Palka Ikan Hidup

Kapasitas muat didefinisikan sebagai berat maksimum yang dapat diangkat apabila palka ikan terisi penuh oleh hasil tangkapan ikan. Perhitungan kapasitas muat ini dihitung menggunakan asumsi bahwa banyaknya jumlah ikan yang dapat dimasukkan setiap volume air tertentu, di mana setiap 1 m<sup>3</sup> air di dalam palka dapat di isi ikan sejumlah 8-9 ekor ikan hidup dengan berat 3-4 kg per ekor nya.

### Kesimpulan

1. Pada perbandingan perhitungan kinerja dari *hull form* kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar dan *hull form* modifikasi kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup dapat disimpulkan bahwa:
  - Hasil perhitungan pada tiap-tiap parameter hidrostatis di atas didapat bahwa variasi dimensi panjang palka 2,0m pada kapal dengan sistem palka ikan hidup adalah yang paling baik diantara variasi dimensi panjang palka lainnya karena memiliki *Cb* yang paling kecil yaitu 0,244 dan jika dibandingkan dengan sistem palka standar maka pada variasi ini memiliki selisih 50,6% (diambil contoh pada parameter *Cb*).
  - Perhitungan equilibrium di atas dapat dijelaskan bahwa untuk system palka ikan hidup dengan variasi dimensi panjang 2,0 m memiliki volume buoyancy yang paling besar yaitu sebesar 14,55 m<sup>3</sup> sehingga kemungkinan kapal untuk tenggelam relatif kecil bila dibandingkan dengan variasi dimensi panjang 2,5m, 3,0m, 3,5m masing-masing sebesar 9,97m<sup>3</sup>, 5,45m<sup>3</sup>, dan 0,99m<sup>3</sup> sedangkan untuk variasi dimensi panjang 4,0m<sup>3</sup>, 4,5m<sup>3</sup>, 5,0m<sup>3</sup> tidak memiliki volume buoyancy sehingga kapal akan tenggelam dan didapat ukuran optimal sebesar 2,14m
  - Berdasarkan ketentuan yang disyaratkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) dengan *Code A.749(18) Ch3- design criteria applicable to all ships dan IMO regulation MSC.36(63) HSC Code Annex 7 stabilitas hull form* dengan sistem palka ikan hidup lebih baik dibandingkan dengan *hull form* dengan sistem palka standar. Pada system palka ikan hidup untuk variasi dimensi panjang palka 2,0m memiliki stabilitas yang paling baik karena nilai *GZ* besar yaitu 3,579m pada sudut 13,8<sup>0</sup> bila dibandingkan dengan variasi dimensi panjang lainnya dan jika dibandingkan dengan system palka standar memiliki selisih sekitar 5,26% pada variasi dimensi panjang yang sama.

- Pada kecepatan maksimal yaitu 12 knot, besar hambatan yang diterima pada masing- masing variasi dimensi palka baik yang dengan sistem palka standar maupun sistem palka ikan hidup adalah: Hambatan kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar adalah sebesar 15,30 kN. Sedangkan hambatan yang diterima kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup adalah:

Variasi Dimensi Panjang Palkah Ikan						
Slender Body Resist (KN) sistem palka ikan hidup						
2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
14.69	14.97	16.3	15.91	16.13	16.18	17.16

- Pada kecepatan 12 knot, Model *hull form* kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka ikan hidup untuk variasi dimensi palka 2,0 m dapat mereduksi hambatan terbesar di antara *hull form* modifikasi lainnya sebesar 3,99 % dari hambatan yang diterima kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar, sedangkan untuk variasi dimensi palka 2,5 m mampu mereduksi hambatan sebesar 2,16 %, tetapi pada variasi dimensi 3,0m;3,5m;4,0m;4,5m;5,0m mengalami penambahan hambatan dari sistem palka standar yaitu masing- masing sebesar 6,54%, 3,99%, 5,42%, 5,75% dan 12,16%.
2. Untuk perhitungan performance penggunaan layar pada *hull form* kapal ikan *catamaran* untuk sistem palka ikan hidup dengan *hull form* kapal ikan *catamaran* dengan sistem palka standar didapat kesimpulan sebagai berikut:
    - Pada penggunaan layar dengan kecepatan angin maksimum 20 Knot kapal untuk variasi dimensi palka ikan standar 2,0m mampu mengurangi tenaga pengoperasian mesin kapal sebesar 48,42% dan kapal untuk variasi dimensi palka ikan hidup 2,0m mampu menghemat tenaga mesin sebesar 52,58%.
    - Pengaruh sudut oleng kapal akibat pemasangan layar pada kapal untuk variasi dimensi palka ikan standar dan kapal untuk variasi dimensi palka ikan hidup berkisar antara 0-10<sup>0</sup>, penambahan sudut oleng ini tidak terlalu membahayakan kapal.

### Daftar Pustaka

1. Ari. B.S, Eko Sasmito Hadi, 2006, Kajian Stabilitas Kapal Ikan type purse seine di Kabupaten Batang. Majalah Kapal Vol III no 1 Hal 10 – 16. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
2. Eko Sasmito Hadi, 2006, Kajian Propeller Engine Matching pada Kapal Ikan Tradisional di Kabupaten Batang. Majalah Kapal Vol III no 3 Hal 125 – 134. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.

3. Eko Sasmito Hadi, A.F. Zakki, 2006, Studi perancangan design layar pada perahu motor tempel untuk mengurangi BBM dalam Operasi Penangkapan Ikan. Majalah Kapal Vol III no 2 Hal 86 – 95. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
4. Eko Sasmito Hadi, 2007, Design Kapal Ikan Tradisional type Batang dengan Penggerak Layar dan Motor (Project Design KLM Torani II). Majalah Kapal Vol IV no 1 hal 16 – 25. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
5. Eko Sasmito Hadi, Ari B. S, 2007, Studi Design Kapal ikan dengan menggunakan type lambung katamaran. Malajah Kapal Vol IV no 3 hal 156 – 165. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
6. Eko Sasmito Hadi, 2008. Design kapal katamaran dengan sistem penggerak bersumber dari solar sel. Majalah Kapal Vol V no 1 hal 32 – 41. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
7. Eko Sasmito Hadi, et all, 2009, Rancang Bangun Kapal Layar Motor dengan Model Lambung Katamaran untuk Kapal Multi Fungsi Penangkap Ikan dan Bagan Apung, Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro.
8. Iksan Firman, 2009, Rancang Bangun KLM Purse Seine melalui Modifikasi Bentuk Lambung Kapal Tradisional Batang, UNDIP, Indonesia.
9. Dinas Kelautan dan Perikanan, 2006, Pengertian Dasar Besar-besaran –Besar-besaran Kapal, BBPPI, Semarang.
10. Mursidi Basuki, et all, 1989, Usaha Kerapu Hidup, BBPPI, Semarang.
11. Haryudi, 2009, Perencanaan Kapal Catamaran dengan Metode Pembandingan untuk Angkutan Sungai di Kalimantan Barat, UNDIP, Indonesia.
12. Mulyanto, RB et all, 2000, Pengenalan dan Pengukuran Bentuk Konstruksi Palka Ikan, BBPPI, Semarang.
13. Badan Meteorologi Dan Geofisika Wilayah III. 2004. Arah Angin Dan Karakteristik Perairan Di Kepulauan Indonesia.
14. Bhattacharyya, R. 1978. Dynamics Of Marine Vehicles. New York : John Willey & Sons Inc.

