

# PERANCANGAN KAPAL IKAN KATAMARAN DENGAN PENGGERAK MESIN DAN LAYAR DI KABUPATEN REMBANG

Eko Sasmito Hadi

Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini direncanakan kapal penangkap ikan *purse seine* dengan bentuk lambung Katamaran yang efektif dan efisien dari segi teknis, mengingat kapal tradisional yang sudah beroperasi memiliki banyak kerugian dari segi waktu berlayar dan biaya operasional. Perencanaan kapal ini dimulai dengan penentuan parameter-parameter atau batasan-batasan yang sesuai dengan usaha penangkapan yang akan dijalankan. Perencanaan ini menitikberatkan kepada keunggulan kapal ikan Katamaran dibandingkan dengan kapal ikan *purse seine* tradisional dengan bentuk *Mono Hull*.

Metode formdata digunakan untuk membuat lambung katamaran. Katamaran dirancang dengan mengambil jarak separasi antar demihull  $S/L = 0,4$ . dengan metode slender body didapatkan bahwa kapal katamaran mempunyai hambatan 35,65% lebih kecil dari kapal tradisional dengan lambung *monohull*.

Rancang bangun kapal layar motor ini diangkat berdasarkan adanya kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam pembangunan kapal secara tradisional di Daerah Rembang dan pemanfaatan potensi sumber daya angin. Pemanfaatan sumber daya angin dengan cara pemasangan layar pada kapal katamaran dapat memberikan daya dorong tambahan hingga 47,3% pada kecepatan angin 20 knot.

### Kata kunci:

*catamaran, hull form, kapal ikan, hambatan, stabilitas, olah gerak kapal, kapal layar*

### PENDAHULUAN

#### ➤ Latar Belakang

Secara prinsip kapal dibangun dengan tujuan mengangkut manusia atau barang untuk mengerjakan suatu operasi ditengah laut. Agar memenuhi tujuan tersebut suatu kapal harus memenuhi beberapa karakteristik dasar, yaitu mengapung dalam posisi tegak lurus, bergerak dengan kecepatan sesuai dengan rancangan awal, cukup kuat untuk menahan beban yang dialami akibat cuaca yang buruk, dan mampu berjalan pada suatu lintasan lurus serta *manoeuver* dilaut lepas seperti halnya dalam perairan terbatas.

Desain kapal tradisional yang digunakan dalam sektor perikanan di Indonesia adalah kapal dengan satu lambung. Bagaimanapun, dengan

perkembangan perikanan di daerah pantai, kebutuhan akan desain kapal baru di daerah tersebut adalah semakin nyata. Nelayan telah berusaha mendesain kapal tradisional yang bisa digunakan untuk berbagai jenis ikan. Yang menjadi masalah adalah kapal dengan perbandingan panjang dan lebar (L/B) yang sangat kecil, akibatnya kapal terlalu lebar atau terlalu luas bila dibandingkan dengan panjangnya. Ini mengakibatkan kapal tidak efisien kecepatannya dan geladak yang tidak sesuai.

Kabupaten Rembang, adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang terletak di pesisir pantai utara jawa. Kabupaten ini berbatasan dengan Teluk Rembang (Laut Jawa) di utara, Kabupaten Tuban (Jawa Timur) di timur, Kabupaten Blora di selatan, serta Kabupaten Pati di

barat. Dengan luas daerah 1.014 kilometer persegi dengan kepadatan penduduk 569 jiwa/kilometer persegi. Kabupaten ini memiliki potensi untuk produksi ikan yang cukup tinggi. Kapal ikan yang terdapat di daerah rembang dibangun berdasarkan permintaan pembeli kapal dengan cara hanya membandingkan dari kapal-kapal yang ada sebelumnya secara turun-temurun dan juga posisi mesin yang berada di atas *deck* yang mengakibatkan efisiensi mesin berkurang karena penempatan sistem penggerak yang kurang sesuai

Pada dasarnya desain kapal tradisional dibentuk berdasarkan pengetahuan dan pengalaman pengrajin yang diberikan secara turun temurun yang telah menjadi ilmu pertukangan masyarakat setempat. Kebiasaan masyarakat seperti ini tidak terkecuali terjadi pada desain lambung kapal tipe rembang. Para pengrajin kapal di daerah rembang membangun kapalnya dengan menggunakan kapal pambang. Artinya mereka membangun kapal baru hanya dengan contoh kapal yang sudah pernah dibangun sebelumnya. Sehingga hasil rancangan yang didapatkan belum banyak mengalami perubahan ke arah perkembangan disain kapal yang sesuai dengan aspek-aspek hidrodinamis dan stabilitas yang mengakibatkan kapal kurang efisien saat berlayar yang menyebabkan penggunaan bahan bakar minyak yang semakin tinggi.

Pada penelitian ini desain kapal diperuntukkan pada Kabupaten Rembang, tipe hull yang digunakan adalah katamaran dengan tenaga penggerak menggunakan mesin dan layar karena katamaran mempunyai karakteristik sendiri terhadap hambatan, stabilitas maupun *seakeeping*nya. Gelombang air yang diakibatkan oleh gerak laju kapal yang lebih kecil yang menunjukkan bidang sentuh lambung kapal terhadap air lebih kecil sehingga kebutuhan daya dorong kapal juga lebih kecil daripada

kapal *monohull*. Karena memiliki dua buah lambung, kapal ini memiliki stabilitas melintang yang lebih baik dibandingkan dengan kapal *monohull*, sehingga pada saat proses *hauling* kapal akan lebih aman karena kemiringan kapal lebih kecil dibandingkan kapal *monohull*. Penggunaan layar pada penelitian ini diharapkan dapat membantu penghematan penggunaan bahan bakar minyak.

### ➤ **Perumusan Masalah**

Pembuatan desain *katamaran* dengan menggunakan metode *form data*, diharapkan memiliki kinerja ( karakteristik hidrostatis, hambatan kapal, stabilitas kapal, *seakeeping performance* ) lebih baik di bandingkan dengan pembuatan kapal secara tradisional di Daerah Rembang. Penggunaan layar pada kapal yang di harapkan bisa mengurangi konsumsi bahan bakar di fokuskan dalam masalah besaran gaya dorong yang dihasilkan oleh layar

Untuk itu permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Mendesain kapal yang sesuai dengan daerah pelayaran sehingga di dapatkan bentuk *hull form* katamaran (dengan menggunakan metode *form data*) yang bisa memenuhi kebutuhan para nelayan di kabupaten Rembang.
2. *Re-design* kapal tradisional dan mendesain kapal katamaran dan membandingkan perhitungan hidrostatis, hambatan kapal, stabilitas dan analisis olah gerak kapal dari kedua kapal
3. Mendesain bentuk dan ukuran layar sesuai dengan kebutuhan kecepatan saat menuju atau kembali dari *fishing ground*.
4. Penggunaan layar hanya pada saat kapal menuju *fishing ground* dan kembali dari *fishing ground*, tidak di gunakan pada saat operasi penangkapan ikan di *fishing ground*

Perhitungan *performance* penggunaan layar pada kapal katamaran

### ➤ **Pembatasan Masalah**

Batasan permasalahan yang di bahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Rute pelayaran adalah sekitar laut Jawa terutama daerah pelayaran disekitar Jawa Tengah.
2. Pengambilan bentuk lambung tipe Rembang dibatasi hanya 1 (satu) buah kapal yang dibuat sebagai *prototype* kapal tradisional Rembang.
3. Metode perancangan lambung hanya menggunakan metode Guldhammer Formdata.
4. Definisi kinerja yang dimaksud dalam penulisan tugas akhir ini adalah: Hambatan Kapal, Stabilitas kapal, Olah gerak kapal yang meliputi *heaving, pitching, rolling*.
5. Metode perhitungan hambatan yang digunakan adalah metode *Slender body*
6. Pada perhitungan *performance* layar, hanya di lakukan pada *kapal katamaran*
7. Keseluruhan perhitungan pada obyek kinerja *hull form* tersebut berdasarkan pendekatan teoritis yang dikerjakan dengan paket perhitungan yang telah terintegrasi pada *software*

### ➤ **Tujuan**

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud & tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Penentuan ukuran utama kapal katamaran berdasarkan metode kuantitatif dan metode kapal pembanding.
2. Perancangan *lines plan* kapal dan menghitung karakteristik (hidrostatik, hambatan, stabilitas, olah gerak dan layar)
3. Perencanaan rencana umum kapal katamaran

### ➤ **Manfaat Hasil Tugas Akhir**

Dari hasil penelitian dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya :

- 1) Kegunaan Teoritis  
Untuk memberikan alternatif bentuk lambung kapal perikanan yang sesuai dengan daerah pelayaran, Rembang.
- 2) Kegunaan Praktis
  - Bagi Peneliti, Sebagai sarana penelitian dalam pengembangan teknologi perancangan kapal monohull maupun katamaran.
  - Bagi Galangan Kapal dan Bagi Instansi Pemerintah, dapat memberikan informasi teknis tentang karakteristik lambung kapal perikanan antara kapal monohull dengan katamaran
  - Bagi Akademik, dengan dimulainya penelitian tentang perancangan bentuk lambung katamaran, diharapkan dapat memacu pihak-pihak yang berkompeten di bidang perkapalan untuk dapat meneliti lebih jauh tentang kapal-kapal modern lainnya

## **PERHITUNGAN DAN ANALISA**

### ➤ **Pra - Perencanaan**

Proses desain kapal dilakukan berulang-ulang (iterasi) mulai dari mission requirement sampai dengan detail design. Dalam merancang kapal dikenal apa yang disebut basic design. Basic design merupakan karakteristik utama kapal seperti pemilihan ukuran utama, bentuk badan kapal, power (besar dan tipe), rencana awal dari badan kapal dan permesinan, dan struktur utama. Pemilihan yang baik akan memberikan jaminan kinerja seakeeping yang baik, kecepatan yang diinginkan, endurance, kapasitas muatan, dan bobot mati [Santosa, 1999]

➤ **Basic design meliputi konsep design dan praperencanaan.**

**a. Konsep desain**

Konsep desain merupakan usaha awal untuk merubah mission requirement atau data yang dipersyaratkan → kedalam karakteristik teknik dan karakteristik bidang perkapalan, hal ini meliputi ukuran-ukuran utama kapal seperti : panjang, lebar, dalam, sarat, koefisien block, power dan alternatifnya yang memenuhi kecepatan yang diminta, jarak jelajah, volume muatan dan deadweight, termasuk estimasi light weight kapal awal yang diperoleh dari kurva, formula, dan pengalaman.

**b. Praperencanaan**

Praperencanaan menindak lanjuti karakteristik utama kapal. Faktor-faktor kontrol seperti panjang, lebar, daya kuda, dan deadweight mungkin belum mengalami perubahan pada langkah ini karena akan terus dilakukan iterasi.

➤ **Kapal Pemanding**

Untuk dapat menentukan arrangement dan outfitting kapal sesuai dengan kebutuhan akan diambil kapal yang sudah jadi sebagai kapal pemanding. Pendekatan ini dilakukan agar perancangan kapal ini dapat memberikan hasil yang sesuai design requirement dan kekuatan konstruksinya tidak perlu dihitung karena kapal ini sudah teruji sanggup berlayar.

Perencanaan kapal ini menggunakan metode *Complex Solution* yaitu menggunakan kombinasi dari metode perbandingan dengan metode *trial and error* (Santosa, 1999). Dengan menitik beratkan pada kondisi aktual pelayaran.

Kapal pemanding adalah kapal ikan daerah Rembang dengan ukuran utama sebagai berikut :

- Panjang kapal : 11,00 m
- Lebar kapal : 4,50 m
- Tinggi kapal : 2,00 m
- Tinggi sarat : 1,20 m

- Mesin dorong : 2 X 120HP
- Kecepatan dinas kapal : 8 knots

➤ **Pemodelan Kapal**

Pemodelan kapal menggunakan Maxsurf Pro 11.12. Perangkat lunak ini merupakan salah satu CASD dengan metode *Design re-use* Yaitu proses desain yang dalam mengembangkan hasil desain diawali dengan menggunakan contoh desain lama atau *abundant knowledge* tentang desain lama secara langsung, kemudian memodifikasi desain lama ini untuk menghasilkan desain baru. (Maher, 1995).

Pemodelan hull form 3-D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Delftship 3.1* dan dan semua obyek perbandingan tersebut dikaji dengan bantuan perangkat lunak dari *Formation Design System Suite* yaitu *Maxsurf 11.12*, *Hullspeed 11.12*, *Hydromax 11.12*, *Seakeeping 11.12*.

➤ **Proses Pembuatan model Hull Form kapal pemanding**

Pada penelitian ini karakter lambung pada kedua model kapal akan dimodelkan 3 dimensi dengan program *Delftship 3.1*. Pemodelan secara komputerisasi dengan skala 1 : 1 dengan harapan model yang terbentuk nantinya benar-benar merepresentasikan kapal dalam kondisi aslinya. Setelah model terbentuk kemudian dilakukan verifikasi terhadap nilai koefisien bentuknya hingga paling tidak mencapai nilai koreksi yang diijinkan.

➤ **Re – Design Hullform Kapal**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, model kapal yang menjadi objek penelitian adalah Kapal motor perikanan di daerah rembang. Sedangkan sebagai pemanding adalah kapal yang dibuat dengan metode *Formdata*.

➤ **Rencana Garis kapal pemanding**

Dalam merencanakan suatu kapal, tahap awal yang harus dilakukan adalah membuat rencana garis. Dalam tugas akhir ini, pembuatan *lines plan* serta pemodelan 3 dimensi kapal dilakukan dengan menggunakan program *Delft Ship*, yaitu salah satu program aplikasi pemodelan *hull form* kapal. Pembuatan *lines plan* dan pemodelan kapal dilakukan dengan memasukan data-data hasil pengukuran di lapangan kedalam program *Delft Ship*. Data yang dimasukan antara lain ukuran utama kapal, yang terdiri dari panjang keseluruhan kapal, lebar kapal dan sarat kapal, serta nilai jarak tinggi lambung kapal setiap stationnya. Seluruh data-data tersebut dimasukan dan disesuaikan dengan ukuran dan karakter kapal perikanan tradisional.

➤ **Rencana Garis Kapal Katamaran dengan Metode *Formdata***

Untuk menentukan rencana garis kapal kapal pembanding kita menentukan ukuran utama berdasarkan kapal pembanding pada kondisi aktual, didapatkan ukuran kapal sebagai berikut:

- *Lpp* : 11,7 Meter
- *Breadth* : 6,84 Meter
- *Draft* : 0,90 Meter
- *Height* : 2,00 Meter
- *Vs* : 8 Knots = 4,1152 m/s
- *S* : 2,42 Meter

Dengan Ukuran demihull :

- Lpp* : 11,7 Meter
- Breadth* : 2,00 Meter
- Draft* : 0,90 Meter
- Height* : 2,00 Meter

➤ **Perencanaan Lengkungan Hidrostatik**

Lengkungan hidrostatik sebuah gambar kurva yang menggambarkan sifat-sifat badan kapal yang tercelup didalam air, atau untuk mengetahui sifat-sifat carena. Lengkung-lengkung hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk

kapal dalam kondisi trim. Gambar hidrostatik mempunyai 19 lengkungan yang masing-masing menggambarkan sifat-sifat kapal yang terbenam di dalam air, lengkung-lengkung tersebut adalah:

1. Water Plane Area (WPA)

WPA adalah luas bidang garis air yang telah kita rencanakan dalam lines plan dari tiap-tiap water line. Kemungkinan kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal antara lain: Untuk kapal dengan rise of floor, pada 0 mWL luas garis air adalah nol. Karena luasan water line pada 0 m hanya berupa garis lurus (base line), sehingga lengkung WPA dimulai dari titik nol (0,0). Untuk kapal tanpa rise of floor, pada 0mWL ada luasan yang terbentuk pada garis dasar sehingga luas garis air tidak sama dengan nol.

2. Coefficient of water line (*Cwl*)

*Cwl* adalah nilai perbandingan antara luas bidang garis air tiap water line dengan sebuah segi empat dengan panjang *L* dan *B*.

3. Ton per Centimeter Immersion (TPC)

TPC adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm. Jika kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air dengan tebal pelat pada garis air tersebut.

4. Midship Coefficient (*Cm*)

*Cm* adalah perbandingan luas penampang midship kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar *B* dan tinggi *T* untuk tiap water line.

5. Block Coefficient (*Cb*)

*Cb* adalah perbandingan isi careen dengan balok dengan panjang *L*, lebar *b*, dan tinggi *T*

6. Transverse Center of Buoyancy to Metacenter (TBM)

TBM adalah jarak titik tekan buoyancy (gaya tekan keatas) secara melintang

terhadap titik metacentra, satuannya dalam meter (m).

7. Prismatic Coefficient (Cp)

Cp adalah perbandingan volume careen dengan volume prisma dengan luas penampang midship kapal dan panjang L.

8. Moment to Change Trim One Centimeter (MTC)

MTC adalah momen yang diperlukan untuk mengadakan trim sebesar 1 cm, satuannya dalam ton meter.

9. Displacement due to One Centimeter of Trim by Stern (DDT)

DDT adalah besarnya perubahan displacement kapal yang diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm.

10. Displacement ( $\square$ )

Displasemen adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume badan kapal yang tercelup ke dalam air termasuk juga akibat tambahan adanya pelat karene. Jadi displasemen disini adalah penjumlahan dari displasemen moulded dengan shell displacement.

11. Moulded Displacement ( $\square$  moulded)

Moulded displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume karene tanpa kulit. Nilai ini didapat dari perkalian volume karene dengan berat jenis air laut yaitu 1.025.

12. Wetted Surface Area (WSA)

WSA adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup dalam air pada setiap water linanya. WSA didapat dari jumlah perkalian half girth dengan faktor luas pada setiap station dan setiap water linanya.

13. Shell Displacement

Shell displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya kulit/pelat pada karene. Semua satuan displasement dalam ton.

14. Longitudinal Center of Buoyancy to Metacenter (LBM)

LBM adalah jarak titik tekan buoyancy secara memanjang terhadap titik metacentra. Satuannya dalam meter.

15. Longitudinal Keel to Metacenter (LKM)

LKM adalah letak metacentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. LKM didapat dari penjumlahan LBM dengan KB.

16. Longitudinal Center of Buoyancy (Lcb)

Lcb adalah jarak titik tekan buoyancy terhadap penampang midship kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Tanda (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship (+) dan di belakang midship (-).

17. Longitudinal Center of Flotation (Lcf)

Lcf adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya adalah meter. Tanda (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship (+) dan di belakang midship (-).

18. Keel to Center of Buoyancy (KB)

KB adalah jarak titik tekan buoyancy ke lunas kapal. Satuannya dalam meter (m).

19. Transverse Keel to Metacenter (TKM)

TKM adalah letak titik metacentra melintang terhadap luasan kapal untuk tiap-tiap water linanya. Satuannya dalam meter.

➤ **Perhitungan Tahanan Kapal**

Berdasarkan desain dan data kapal hasil pemodelan diatas kemudian dapat dihitung besarnya tahanan kapal dengan metode slender body. perhitungan tahanan ini menggunakan perangkat lunak Maxsurf Hull Speed Version 11.12. Dengan cara memasukan model kapal yang telah dibuat di program Delf Ship, kemudian model kapal di-export kedalam bentuk IGES file, files dalam bentuk extension IGS dibuka di program Maxsurf 11.12 kemudian setelah disimpan dalam bentuk msd file:

Jadi dapat disimpulkan bahwa pada kapal katamaran mengalami hambatan

sebesar 4,450 kN. Tenaga yang dibutuhkan sebesar 45,770 Hp. Lebih kecil daripada kapal pembanding yang mengalami hambatan sebesar 6,910 kN. Dengan tenaga yang dibutuhkan sebesar 71,130 Hp.

#### ➤ **Analisa dan Perhitungan Stabilitas**

Dari kedua desain kapal tersebut, setelah dihitung hambatan dan hidrostatis karakteristiknya akan diuji stabilitas dengan menggunakan perangkat lunak Maxsurf Hydromax Version 11.12

Penentuan stabilitas kapal tradisional ini menggunakan kriteria-kriteria yang telah tersedia dalam perangkat lunak Hydromax Version 11.12

Langkah-langkah yang dilakukan antara lain :

1. Input desain kapal dari Maxsurf Pro Version 11.12 yang telah dibuat
2. Mengisikan koordinat tangki-tangki kapal ikan ke dalam kolom compartment definition, dan secara otomatis akan tergambar pada profile view
3. Mengisikan berat dan koordinat titik berat komponen dan tangki-tangki yang menyusun kapal ke dalam kolom load case.
4. Mengisikan standarisasi IMO dan jenis analisa yaitu Large Angle Stability, kemudian memulai perhitungan dengan menekan icon start Stability Analysis, secara otomatis Hydromax akan mensimulasikan dan menghitung stabilitas kapal.
5. Muncul tampilan hasil analisa berupa data dan grafik yang menunjukkan baik atau buruknya stabilitas sebuah kapal.

Pada studi penelitian ini perhitungan stabilitas menggunakan paket perhitungan pada software Hydromax 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,

#### ➤ **Analisa dan Perhitungan Stabilitas Pada 2 ( Dua ) Kondisi Dengan Standart Kriteria IMO**

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah International Maritime Organisation (IMO). Standart stabilitas yang ditetapkan IMO adalah mengenai lengan stabilitas (GZ). Berikut ini adalah kriteria IMO yang digunakan :

- a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$ –  $30^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 3,15 m.deg.
- b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$ –  $40^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,16 m.deg.
- c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $30^{\circ}$ –  $40^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,719 m.deg.

Untuk kapal katamaran menggunakan HSC multi. Intact 1.2 : sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan  $10^{\circ}$  (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan  $10^{\circ}$  (deg) (HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact)

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap stabilitas adalah:

- 1) Nilai dari GM, semakin besar nilai dari GM semakin baik kemampuan balik pada posisi semula setelah kapal mengalami oleng.
- 2) Semakin besar lengan momen, semakin besar momen kopel (righting moment) yang terjadi. Sehingga memiliki lengan pengembali yang lebih besar.
- 3) Faktor bentuk dipengaruhi oleh letak titik G (titik berat), semakin rendah titik berat kapal maka nilai dari GM semakin besar.
- 4) Faktor berat dipengaruhi oleh letak titik B (titik tekan keatas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang ada didalam air). Jadi titik B ini dipengaruhi oleh bentuk kapal dibawah permukaan air,

semakin besar nilai WSA semakin baik karena merupakan titik tekan keatas yang menyebabkan letak metasentra menjadi lebih tinggi.

Secara keseluruhan dari hasil stabilitas berdasarkan kriteria dari IMO, kapal katamaran memiliki stabilitas yang lebih baik di dibandingkan dengan kapal pembanding ditinjau dari kemampuan stabilitas kapal yang mampu memenuhi persyaratan dari IMO.

#### ➤ **Nilai GZ pada tiap-tiap kondisi kapal katamaran**

Lengan stabilitas (GZ) menunjukkan besarnya momen oleng pada setiap sudut oleng, nilai GZ ini digunakan untuk mengetahui momen kopel atau momen yang menunjukkan kemampuan kapal untuk bisa kembali pada posisi semula. Nilai GZ berbeda-beda pada setiap kondisi, berikut ini perbandingan nilai GZ pada setiap kondisi muatan kapal.

#### ➤ **Olah Gerak Kapal (*Seakeeping Performance*)**

Pada penelitian ini perhitungan olah gerak kapal menggunakan program *Seakeeper 11.12*. Program merupakan salah satu perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk analisa *seakeeping performance* diantara beberapa *software* komersial yang telah ada. Berikut ini adalah beberapa pengaturan dalam penggunaan *software Seakeeper 11.12* untuk perhitungan olah gerak kapal, antara lain :

##### 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 *Joint North Sea Wave Project* (Perairan Kepulauan/ Tertutup) dan direkomendasikan oleh ITTC 17<sup>th</sup> pada tahun 1984. Spektra ini

memiliki puncak yang lebih tinggi dan lebih sempit dari pada spektra sebelumnya yang pernah direkomendasikan oleh ITTC 15<sup>th</sup> pada tahun 1978 yakni spektra Bretschneider.

Saat ini khususnya di Indonesia formulasi spektra jenis ini banyak digunakan pada analisis bangunan lepas pantai. Dengan asumsi bahwa spektra ini merepresentasikan kondisi gelombang yang buruk sehingga analisis yang dihasilkan adalah semakin meningkatkan derajat keamanan dari kemampuan bertahan di laut.

##### 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*).

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

Sudut masuk gelombang yang dimaksud disini 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 merepresentasikan arah gelombang ketika menerpa badan kapal saat beroperasi di laut lepas.

➤ **Analisa dan Perhitungan Seakeeping Performance Dengan Software Seakeeper 11.12**

Salah satu metode perhitungan olah gerak kapal adalah metode *Frequency Domain Methode/ Strip Theory*. Output perhitungan ini dapat terdiri dari beberapa atau keseluruhan unit meliputi :

1. Gerakan kapal yaitu heave, pitch, roll. Didefinisikan atas amplitudo, velocity, acceleration yang mengakibatkan *deck wetness*
2. Hambatan (*added resistance*) yang timbul akibat pengaruh gelombang dan arah masuk gelombang (*wave heading*).
3. Gaya dinamis yang bekerja pada kapal.
4. Nilai MSI (*Motion Sickness of Incident*) pada beberapa lokasi pantauan.
5. Struktural respon (RAOs) pada tiap gerakan kapal

Dalam penelitian ini hasil output berupa tabulasi dari definisi atas gerakan kapal yang berupa amplitudo dan kecepatan gerakan kapal (*velocity*).

➤ **Penggunaan Layar Pada Kapal Katamaran.**

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 version 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 version 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 selama januari-desember 2008 berkisar antara 5-10 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 version 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.

Di dalam *Software Span ver 11.12*, kolom foresail digunakan untuk memasukan

data ukuran layar depan (*foresail*), kolom mast untuk pendefinisian tiang layar dan mainsail untuk ukuran layar utama (*mainsail*). Dari *software Span ver 11.12* di dapat luasan layar (*sail area*) sebesar 127,34 m<sup>2</sup> yang terdiri dari luasan mainsail sebesar 72,7 m<sup>2</sup> dan *foresail* sebesar 54,64 m<sup>2</sup>, dan tiang layar berada 0,16 m dari midship

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 (10 knots) layar mampu menghasilkan gaya dorong maksimum sebesar 1,85 kN atau mampu berlayar dengan kecepatan 5,37 knots, atau mampu mengurangi tenaga pengoperasian mesin kapal sebesar 47,3% dari tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan maksimum sebesar 8 knots. Sedangkan untuk kecepatan angin minimum yang diterima layar (2 knots), layar mampu menghasilkan gaya dorong sebesar 0,80 atau mampu berlayar dengan kecepatan 1,55 knots, atau mampu mengurangi tenaga dalam pengoperasian mesin kapal sebesar 19,375%.

#### ➤ **Stabilitas pada kapal dengan menggunakan layar.**

Selain menghasilkan gaya dorong layar juga menerima gaya samping yang berpengaruh terhadap keolengan kapal pada saat belayar. 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 ver 11.12* didapat *hull right momen* pada setiap kecepatan angin, dan sudut dari layar. Nilai GZ (lengan stabilitas) pada tiap kondisi kapal. Pada semua kondisi nilai GZ terbesar terjadi pada kecepatan angin 10 knots dengan sudut layar 110 derajat, dengan pembacaan grafik lengan stabilitas, nilai pada kondisi ini diterjemahkan kedalam bentuk sudut oleng. Sudut yang terjadi seperti ini tidak membahayakan kapal.

## **PENUTUP**

### ➤ **Kesimpulan**

1. Ukuran utama yang dihasilkan pada penelitian ini berdasarkan kondisi aktual pada kapal pembanding adalah sebagai berikut:

*Lpp* : 11,7 Meter  
*Breadth* : 6,84 Meter  
*Draft* : 0,90 Meter  
*Height* : 2,00 Meter  
*Vs* : 8 Knots = 4,1152 m/s

*S* : 2,42 Meter  
Dengan Ukuran *demihull* :

*Lpp* : 11,7 Meter  
*Breadth* : 2,00 Meter  
*Draft* : 0,90 Meter  
*Height* : 2,00 Meter

2. Berdasarkan perhitungan didapatkan daya kpal sebesar 45,77 HP, 35,65% lebih kecil dari kapal pembanding dengan nilai sebesar 71,13 HP.

3. Stabilitas yang dihasilkan oleh kapal ini bagus karena memiliki nilai GZ yang cukup tinggi dibandingkan dengan kapal monohull dengan panjang yang sama. Hal ini disebabkan karena jarak antar lambung demihull yang cukup lebar, S/L=0.4.

4. Berdasarkan ketentuan yang disyaratkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) dengan *Code A.749(18) Ch3- design criteria applicable to*

*all ships* stabilitas kapal katamaran lebih baik dibandingkan dengan *monohull*.

5. Olah gerak (*seakeeping performance*) kapal katamaran secara keseluruhan lebih baik dari kapal perbandingan,

6. Penggunaan layar pada kapal katamaran dapat mereduksi nilai hambatan sampai 47,3%. Jika kapal dijalankan sampai 5,47 knot dengan kecepatan angin 10 knot

#### ➤ **Saran dan Rekomendasi**

1. Kapal katamaran yang dirancang berpedoman pada jarak  $Sc/L$  yaitu perbandingan antara jarak separasi demihull dengan panjang kapal, yang berpengaruh terhadap komponen pembentuk hambatan katamaran. Merujuk kepada penelitian Insell dan Molland [1992] maka pada  $Sc/L \geq 0,4$ , koefisien hambatan interferensi gelombang yang terjadi padatunnel dapat diabaikan.

2. Pada perancangan katamaran, perlu diadakan penelitian serupa tentang pemanfaatan layar sebagai tenaga penggerak di daerah-daerah lain yang memiliki sumber daya angin yang potensial untuk penggunaan layar, untuk mengurangi beban operasional nelayan terutama pada konsumsi bahan bakar serta kajian teknis-ekonomis mengenai pembangunan kapal dengan penggerak mesin dan layar, untuk mengetahui besar biaya pembangunan kapal dan lama waktu pengembalian biaya pembangunan secara total.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

BBPPI. 2006. *Pengertian Dasar Besaran-Besaran Kapal*. Semarang.

Bhattacharyya, R. 1978. *Dynamics Of Marine Vehicles*. New York : John Willey & Sons Inc.

Ciptandini, A, 2006, *Studi pemasangan layar terhadap efisiensi operasional kapal*

*penangkap ikan di Daerah Trenggalek*, ITS. Indonesia.

Couser, P., 2000. *Seakeeping Analysis for Preliminary Design*. Ausmarine2000.

Dubrovsky, V and A. Lyakhovitsky. 2001. *Multi-Hull Ships*. USA : Blackbone Publishing Company.

Edinburgh Gate, H, 1998, *Sailing yacht design theory*, Addison wesley longman limited, UK.

Fang CC, John S.Y Chang and Mu-Yen Chen. *Motion Thickness Prediction of A Wave Piercing Catamaran at Seas*, National Taiwan Ocean University, Taiwan.

F.B, Robert, 1988, "*Motion In Waves and Controllability*", *Principles of Naval Architecture Volume III*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, USA.

Fyson, J. 1985. "Design of Small Fishing Vessels". Fishing News Ltd. London, England.

Guldhammer, H. E. 1962. *FORMDATA Some Systematically Varied Ship Forms and their Hydrostatic Data*, Danish Technical Press, Copenhagen, Denmark.

Harvald, 1978, *Resistance and Propulsion of Ships*, John Wiley and Sons, USA.

Insel, M and Molland, A.F. 1992. *An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamaran*. The Royal Institution of Naval architects.

IMO. 2000. *Code On Intact Stability For All Types Of Ships*.

Lewis, Edward V. 1988. Principles of Naval Architecture Second Revision. The Society of Naval Architecture and Marine Engineers, Jersey, NJ, USA.

Maher, Mary L., Balachandra, M. and Zhang, Dong M. 1995. Cased Based Reasoning in Design. Mahwah : Lawrence Elbraum Associates Publisher.

Marchaj, C.A. 1977. Sailing Theory and Practice, Adlard Coles Limited, London, UK.

Marchaj, C.A. 1979. Aero-Hydrodynamic of Sailing, Adlard Coles Limited, London, UK.

Morwood, J, 1954. Sailing Aerodynamics, Cornell Maritime Press, Maryland, USA.

Nomura, M., and T. Yamazaki. 1975. Fishing Techniques. Compilation of Transcript of Lecturer Presented at Training Departement SEAFDEC. International Corperation Agency. Tokyo, Japan.

Parsons, Michael G. 2003. Ship Design and Construction Volume II. Jersey City : The Society of Naval Architect and Marine Engineering.

Santoso, IGM, 1999. Perancangan Kapal, FTK, ITS.

Tanner, T, 1930. The Forces on a Yacht's Sail, Journal Royal Aerodynamics Society, UK.

Traung, J O,1988, "New Possibilities for Improvement in the Design of Fishing vessels", Fishing Boat of The World III , FAO, Italy.

Watson, D. 1998, Practical Ship Design, Elsevier Science Ltd., Kidlington, Oxford, UK.

Warner, E P, 1925. The Aerodynamics of Yacht Sail, Transaction of The Society of Naval Architecture and Marine Engineering (SNAME), USA.

Wibawa BS, Ari, 2005. Bahan Ajar Kapal Perikanan 2, UNDIP, Semarang, Indonesia.

.....2006, Petunjuk pelaksanaan pengukuran kapal perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Tangkap Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan, Semarang.