

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nelayan dinegara 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 [8], tetapi ini hanya membantu pada proses penyaluran tidak untuk menekan penggunaan bahan bakar di tingkat nelayan. Selain harga BBM yang naik dan mulai langka, nelayan juga dihadapkan pada cuaca yang tidak menentu disertai dengan gelombang laut yang cukup tinggi.

Beberapa rekayasa telah dikembangkan untuk menekan penggunaan bahan bakar bagi nelayan, misalnya dengan menggunakan campuran bahan bakar fosil dengan bahan bakar nabati dari minyak jarak. Dengan pencampuran tersebut dihasilkan bahwa penggunaan bahan bakar fosil dapat dihemat sebesar 20% dari biasanya [25]. Tetapi hal ini terkendala dengan tingkat ketersediaan minyak jarak yang masih cukup jarang.

Selain itu pembangunan kapal ikan secara tradisional kurang mengadopsi beberapa aspek keselamatan dilaut, ini dapat dilihat pada stabilitas kapal yang dihasilkan [1]. Kecenderungan sudut olengan kapal berkisar 30° 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 [6,7] 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 [6]. Jika menggunakan tipe lambung katamaran, kapal ikan tersebut dapat dimungkinkan untuk difungsikan sebagai bagan apung, mengingat lebar kapal menjadi besar sehingga memungkinkan parameter hydrostatis dan stabilitas kapal mirip seperti bagan apung.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. Operasi penangkapan ikan

Operasional kapal ikan mempunyai dampak secara langsung terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar. Penghematan bahan bakar akan lebih efektif bila kapal tersebut lebih lama berada di *fishing ground*, hal ini bisa mencapai penghematan sekitar 50%, [13,14]. Akan tetapi dengan lamanya waktu berlayar di *fishing ground* beberapa hal yang dapat dijadikan pertimbangan adalah sebagai berikut:

- Kapal memerlukan ruang pengawet pada ruang muatnya untuk membawa es, dengan adanya ruang insulasi ini harga jual ikan harus mampu menyesuaikan untuk mengganti investasi tambahan, serta biaya es per harinya.
- Kapal harus laik laut, karena akan berada dalam waktu yang lama di laut, serta harus siap bila nanti berhadapan dengan cuaca buruk.
- Kapal harus memiliki fasilitas akomodasi, dapur, dimana hal ini tidak diperlukan lagi bagi mereka yang berlayar hanya 1 hari.

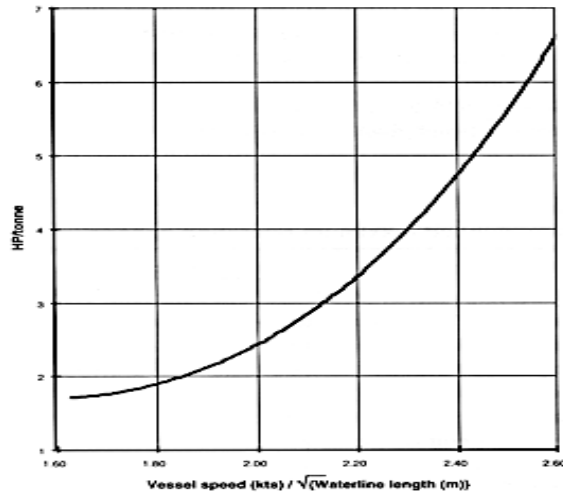
Penggunaan peralatan navigasi dan *eco sounder* sudah dipakai secara umum oleh para nelayan tradisional, karena teknologinya yang tidak hanya murah tetapi juga bentuknya yang portabel. Bantuan peralatan navigasi ini dapat menghemat bahan bakar dengan kisaran sebesar 10% tergantung dari operasi penangkapan, sulitnya lokasi dan jelasnya lokasi sasaran, [17]. Peralatan ini tidak hanya membantu untuk mencapai *fishing ground* tetapi mampu mencari lahan tangkap yang baru. Navigator dan *eco sounder* ini memerlukan ketrampilan tersendiri bagi nakhoda kapal.

2.2. Hubungan Karakteristik Hambatan Kapal dan Mesin Penggerak

Nilai Hambatan kapal meningkat dengan cepat seiring meningkatnya kecepatan kapal, ini dikarenakan energi yang terserap lebih besar, karena lebih banyaknya gelombang yang muncul. Penurunan nilai hambatan kapal akibat berkurangnya kecepatan kapal akan lebih signifikan apabila dibanding dengan perubahan efisiensi mesin. [2, 9,13,14]. Hubungan antara daya hambatan dengan kecepatan kapal dapat dilihat pada gambar 1 .

Pengaruh kombinasi dari pengurangan nilai kecepatan terhadap konsumsi bahan bakar pada kapal ikan, bukan ditunjukkan dengan konsumsi bahan bakar tiap jam. Tetapi

bila dilihat scenario operasi penangkapan ikan, kapal berlayar dari dermaga pelabuhan menuju ke tempat penangkapan (*fishing ground*) sehingga faktor yang penting sebenarnya adalah konsumsi bahan bakar tiap satuan jarak yaitu *nautical mile* (mil laut).



Gambar 1. Hubungan antara *horsepower* dan *speed length ratio* kapal

Pada perubahan kecepatan, perkiraan perubahan konsumsi bahan bakar tiap mil laut dapat digunakan persamaan dibawah ini, [14]

$$\text{Fuel}_{\text{new}} = \text{Fuel}_{\text{original}} \times (V_{\text{new}} / V_{\text{original}})^2$$

Keterangan:

Fuel_{new} = Konsumsi bahan bakar pada kecepatan kapal yang baru

$\text{Fuel}_{\text{original}}$ = Konsumsi bahan bakar sebenarnya

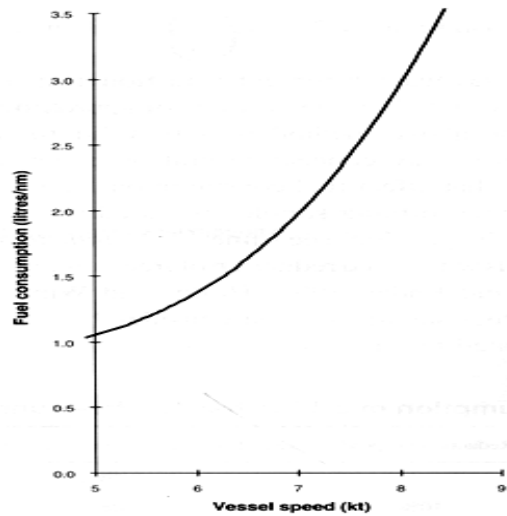
V_{new} = Kecepatan kapal yang baru

V_{original} = Kecepatan kapal yang sebenarnya

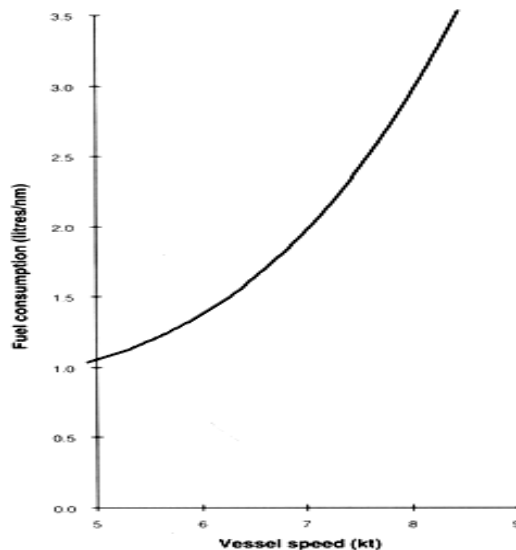
Ini mengindikasikan bahwa pengurangan kecepatan sebesar 6 persen dapat menghemat konsumsi sebesar 11 %, [11]. Contoh perhitungan pada sebuah kapal trawler 10 m, dapat dilihat pada tabel 1. Contoh yang lain dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 untuk tipe kapal canoe 13 m dan purse seine 13,1 m, [10].

Tabel 1. Konsumsi bahan bakar trawler 10 m

Fuel consumption of a 10 m trawler (free-running)		
Speed (kt)	Reduction in speed	Reduction in fuel consumption in (litres/nm)
7.8		0%
7.02	10%	28%
6.24	20%	51%



Gambar 2. Kurva konsumsi bahan bakar untuk canoe 13 m



Gambar 3. Kurva konsumsi bahan bakar untuk purse seine 13,1 m

Penghematan bahan bakar dengan mengurangi kecepatan merupakan salah satu langkah yang baik, tetapi seperti yang telah dikemukakan sebelumnya bahwa tidak ada sesuatu didapat tanpa pengorbanan. Dalam hal ini biaya yang harus dibayar oleh operator kapal adalah waktu. Ini merupakan keputusan yang sulit ketika menyatakan lebih efisien pada saat kapal berjalan lambat. Karena dengan kecepatan berkurang maka semakin pendek waktu menangkap ikan, semakin pendek waktu senggang antara musim tangkap, bahkan rendahnya nilai tangkap karena terlambat sampai di dermaga [2,13,14].

Dengan mempertimbangkan hanya pada hambatan kapal maksimum kecepatan operasi kapal direkomendasikan sebagai berikut, [14]:

1. Untuk kapal berbentuk ramping seperti canoe, perahu kecepatan operasi sebaiknya kurang dari $2,36 \times \sqrt{L}$
2. Untuk kapal yang berbentuk pendek dan gemuk seperti trawler, kecepatan operasi sebaiknya kurang dari $1,98 \times \sqrt{L}$, dimana L adalah panjang garis air dalam meter

Pada tabel 2. ditunjukkan estimasi awal dalam pemilihan kecepatan operasional, tetapi ini bukanlah suatu kondisi kecepatan optimum sebuah kapal. Estimasi optimum terletak pada bagaimana operator kapal dapat menyeimbangkan antara penghematan ketika memperlambat kapal dengan biaya yang timbul dari lamanya waktu yang dihabiskan di laut serta pendeknya waktu tangkap. Nilai Optimum bisa dicapai bila penghematan biaya dari berlayar lambat lebih besar dari kompensasi biaya akibat kerugian ketika terlambat di dermaga.

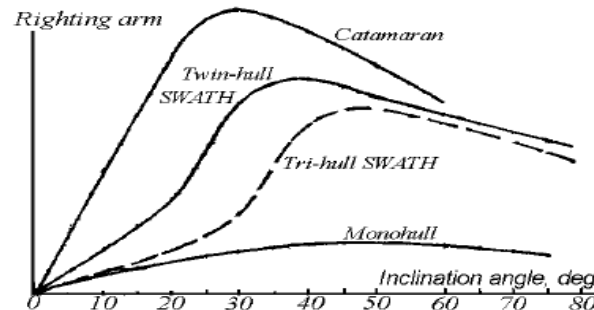
Tabel 2. Rekomendasi kecepatan operasi maksimum kapal ikan

Recommended maximum operating speeds		
Waterline length (m)	Maximum operating speed (kt)	
	Long thin vessels	Short fat vessels
8	6.7	5.6
9	7.1	5.9
10	7.5	6.3
11	7.8	6.6
12	8.2	6.9
13	8.5	7.1
14	8.8	7.4
15	9.1	7.7
16	9.4	7.9

2.3. Definisi dan karakteristik Kapal tipe Katamaran.

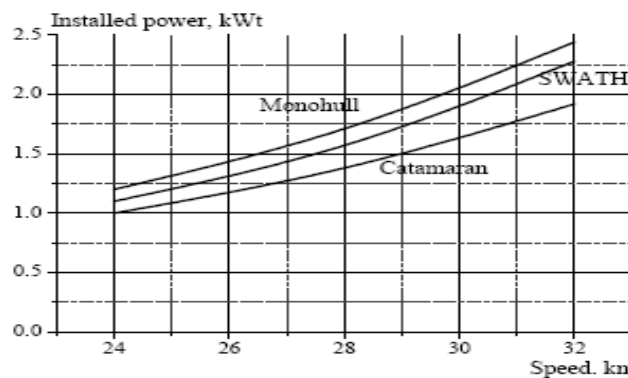
Kapal dengan tipe lambung ganda lebih sering disebut dengan kapal katamaran. Kapal tipe ini mempunyai berbagai karakteristik yang lebih baik jika dibandingkan dengan tipe lambung tunggal atau monohull. Diantaranya, mempunyai nilai stabilitas yang cukup

baik jika dibandingkan dengan monohull ataupun bentuk lambung lainnya seperti trimaran [24,29], ini bisa dilihat pada gambar 4 berikut ini,



Gambar 4. Grafik perbandingan Stabilitas Kapal dari berbagai tipe lambung

Selain itu kapal dengan tipe katamaran ini mempunyai keuntungan yaitu power yang diperlukan juga kecil jika dibandingkan dengan ukuran pada kapal dengan tipe lambung yang lain [7,24,29], seperti terlihat pada gambar 5 berikut ini,



Gambar 5. Perbandingan power yang diperlukan dari berbagai tipe lambung

Jika kapal dengan bentuk lambung katamaran diaplikasikan untuk kapal ikan juga akan mempunyai keuntungan antara lain (jika dibandingkan dengan ukuran kapal monohull dengan nilai displasemen yang sama) [6,29],

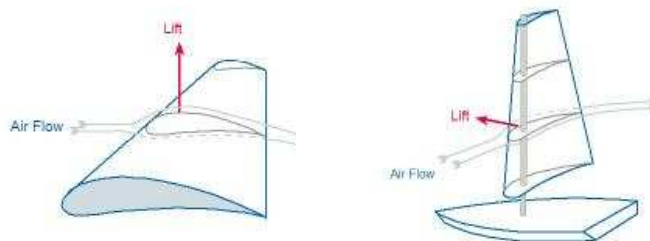
- Luas permukaan deck lebih luas hampir 90 %.
- Dengan kecepatan sama yaitu 7 knot, daya mesin yang dipergunakan berkurang sekitar 45 %, bahan bakar yang dipergunakan lebih sedikit 40 %.
- Ruang untuk daya angkut ikan lebih banyak 50 %.
- Sangat dimungkinkan jika dipergunakan layar sebagai alternatif penggerak, mengingat sudut oleng 5° jika diberikan momen oleng yang sama pada monohull

2.4. Karakteristik layar tipe wing sail.

Telah diketahui sejak awal jika layar telah dipergunakan untuk penggerak kapal, namun seiring dengan kemajuan perkembangan mesin, maka layar mulai ditinggalkan orang sebagai penggerak kapal. Karena layar memiliki beberapa kelemahan jika dibandingkan dengan mesin, misalnya daya yang dihasilkan tidak konstan, olah gerak kapal menjadi terbatas [15,16,27]. Tetapi dengan efisiensi layar yang tinggi dapat menghemat penggunaan bahan bakar kapal ikan antara 5 % sampai 20 %, jika dipergunakan layar dengan tipe non foil [3,4,15,16]. Layar dengan tipe foil atau lebih disebut dengan *wing – sail*, mempunyai perkembangan yang cukup pesat seiring dengan perkembangan teknologi *CFD*. Layar *wing – sail* memiliki keunggulan dibandingkan dengan layar tipe non *wing – sail* antara lain [18 - 23],

- Lebih cepat di segala arah angin.
- Tidak membutuhkan layar yang lebih (Genoa, Spinnaker)
- Mempunyai momen helling kecil pada segala arah angin.
- Tidak ada tali temali atau winches diatas deck kapal.

Dasar pemikiran penggunaan layar dengan tipe *wing – sail* lebih banyak diilhami dengan bentuk foil pada pesawat terbang [19, 26], seperti pada gambar 6.



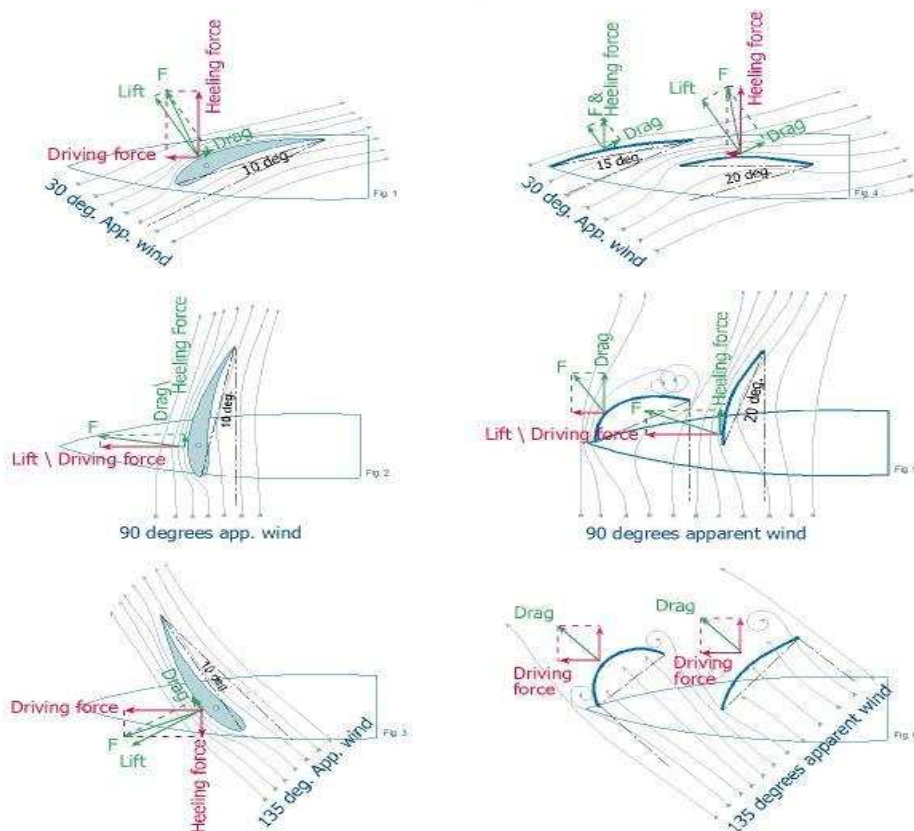
Gambar 6. Skematik Fundamental *wing – sail*.

Jika dibandingkan dengan layar konvensional, layar tipe *wing-sail* secara aerodinamis memiliki dua keuntungan pokok, yaitu mempunyai *drag* yang lebih kecil dan mempunyai gaya *lift* yang lebih besar, seperti pada gambar 7[19, 26].



Gambar 7. Perbedaan *lift* and *drag* pada *wing* and *sail*

Untuk melihat perbedaan antara layar tipe wing – sail dan layar tipe layar non wing – sail dapat dilihat pada gambar 6 [19].



Gambar 8. Perbedaan antara Layar tipe *Wing – sail* dan layar tipe non *wing – sail*.

Dari gambar diatas dapat untuk wing sail memiliki heeling force yang lebih kecil dibandingkan *non wing sail*, baik pada arah angin 30° , 90° dan 135° . Untuk *driving force* memiliki perbandingan nilai besaran yang relatif sama dengan layar tipe *non wing sail*.

Penggunaan layar pada semua tipe haruslah diperhatikan parameter stabilitas kapal, jika pada kapal dengan *monohull* harus dipergunakan sirip atau keel yang panjang

untuk menambah besar nilai *righting arm*, akan tetapi untuk kapal dengan *multihull* cukup dengan menambah jarak antar lambung [20 - 23].

2.5. Studi dan berbagai penelitian yang sudah dicapai.

Studi sebelumnya diarahkan pada parameter stabilitas pada kapal ikan, penggunaan layar pada kapal ikan, kapal ikan dengan tipe lambung katamaran dan parameter hidrostatik pada bagan apung. Kesimpulan dari studi sebelumnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Studi dan hasil yang sudah dicapai

No	Studi / Penelitian yang dilakukan	Hasil yang dicapai
1	Kajian Stabilitas Kapal Ikan type purse seine di Kabupaten Batang	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai periode oleng 5 – 6 untuk kapal ukuran 20 GT ke atas, 4.5 – 5 untuk kapal 20 – 15 GT dan kurang dari 4.5 untuk kapal yang lebih kecil. • Dengan sudut oleng mendekati 30° pada kondisi nyata atau real. • Untuk mengurangi sudut oleng dan memperbesar momen oleng, diperlukan sirip bilga atau dengan penambahan sirip pada lunas, dengan ukuran kapal objek penelitian penambahan sirip selebar 10 cm mengurangi sudut olengan sebesar 10 %. • Konsekuensinya luas permukaan basah bertambah dan daya engine yang diperlukan semakin besar.
2	Kajian Propeller Engine Matching pada Kapal Ikan Tradisional di Kabupaten Batang	<ul style="list-style-type: none"> • Kapal dengan ukuran 10 GT umumnya memiliki besar daya mesin 190 HP. • Kecepatan yang dihasilkan maksimal mencapai 6 knot. • Konsumsi bahan bakar untuk satu kali trip adalah kurang lebih 4000 liter. • Dengan memodifikasi propeller yang sesuai maka dihasilkan kecepatan 7 knot, daya engine 120 pk bahan bakar yang dipakai 3000 liter.
3	Studi perancangan design layar pada perahu motor tempel untuk mengurangi BBM dalam Operasi Penangkapan Ikan	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan ukuran kapal panjang 3,5 meter, lebar 1,5 dan tinggi kapal 1 meter daya engine 12 HP kecepatan kapal 5 knot. • Sudut oleng bisa mencapai 35°, dan periode oleng sebesar 4 – 5 detik.

		<ul style="list-style-type: none"> • Dengan adanya penambahan layar type grap, luas 3 m², kecepatan kapal dapat mencapai 3 knot tanpa mesin, dengan kecepatan angin 10 knot. • Dengan adanya penambahan layar, sudut oleng menjadi lebih besar sekitar 40^o sehingga diperlukan alat penyeimbang tambahan. • Dengan menggunakan layar, penggunaan bahan bakar berkurang 20 %. • Layar yang dipergunakan adalah non wing sail.
4	Design Kapal Ikan Tradisional type Batang dengan Penggerak Layar dan Motor (Project Design KLM Torani II)	<ul style="list-style-type: none"> • Kapal object mempunyai ukuran 9 GT, dengan panjang 11 meter, lebar 2,5 meter dan tinggi sarat 1, 2 meter, daya mesin 100 HP kecepatan tanpa layar 6,5 knot jika ditambah layar menjadi 7 knot. • Luas layar yang dipasang 6 m², dengan tiang layar mencari tinggi 4 meter. • Dengan menggunakan layar tidak terlalu signifikan penambahan kecepatan mengingat, kendala parameter stabilitas, sudut oleng bertambah 15^o dari semula hanya 25^o, periode oleng bertambah lama 2 detik dari semula 6 detik. • Penggunaan layar hanya mengurangi penggunaan bahan bakar sebesar 5 %. • Rekomendasi yang dihasilkan yaitu, dengan adanya layar diatas deck, mengganggu aktifitas penangkapan ikan, tetapi jika dipergunakan layar tiang tinggi, akan sangat mengganggu stabilitas kapal, dengan demikian tidak menutup kemungkinan penggunaan type lambung kapal catamaran. • Layar yang dipergunakan non wing sail.
5	Kajian parameter hydrostatis dan Stabilitas pada bagan apung di Kabupaten Rembang	<ul style="list-style-type: none"> • Bagan apung yang menjadi objek penelitian mempunyai kemampuan daya apung sebesar 3 ton. Daya apung terbesar terletak pada lambung bagian tengah, sekitar 85%, sisanya daya apung kedua lambung samping. • Mempunyai sudut oleng tidak lebih dari 10^o, mengingat bagan mempunyai bentuk <i>multihull</i>.
6	Studi Design Kapal ikan dengan	<ul style="list-style-type: none"> • Perbandingan dengan kapal monohull dengan ukuran yang mendekati, LOA 10 m B 2.5 m T 1.2 m dan ukuran kapal

	menggunakan type lambung katamaran	<p>katamaran yang didapat LOA 9.5 m, B 6 m T 0.5 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luas permukaan deck lebih luas hampir 90 %. • Dengan kecepatan sama yaitu 7 knot, daya mesin yang dipergunakan berkurang sekitar 45 %, bahan bakar yang dipergunakan lebih sedikit 40 %. • Ruang untuk daya angkut ikan lebih banyak 50 %. • Sangat dimungkinkan jika dipergunakan layar sebagai alternatif penggerak, mengingat sudut oleng 5° jika diberikan momen oleng yang sama pada monohull.
7	Design kapal katamaran dengan sistem penggerak bersumber dari solar sel	<ul style="list-style-type: none"> • Kapal hanya mampu menghasilkan kecepatan 5 knot, selama 4 jam tanpa pengisian kembali baterai. • Jika pada siang hari kapal dapat beroperasi, dengan normal mengingat daya listrik dari solar sel mampu menggerakkan motor listrik dengan daya 7 kW. • Sehingga pada operasionalnya kapal ini tidak memerlukan bahan bakar sama sekali.

Beberapa publikasi yang telah dihasilkan pada penelitian terdahulu, yaitu;

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. Ari. B. S, **Eko Sasmito Hadi**, 2007, Kajian parameter hydrostatis dan Stabilitas pada bagan apung di Kabupaten Rembang. Majalah Kapal Vol IV no 2 hal 79 – 86. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.

6. **Eko Sasmito Hadi**, Ari B. S, 2007, Design Kapal ikan dengan menggunakan type lambung katamaran. Malajah Kapal Vol IV no 3 hal 156 – 165. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
7. **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.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

1. Melakukan eksperimental simulasi jarak antar lambung katamaran untuk kecepatan kapal yang disyaratkan pada kapal ikan terutama yang berpengerak layar.
2. Melakukan eksperimental simulasi karakteristik pada parameter hidrostatik, stabilitas, hambatan dan propulsi, serta gerak kapal.
3. Melakukan simulasi performance layar.

3.2. Manfaat Penelitian

Propinsi Jawa Tengah memiliki beberapa sentra pengrajin kapal ikan tradisional, yang telah dilakukan secara turun temurun. Namun seiring dengan kemajuan jaman, teknologi yang dipergunakan masih kurang memadai, jika dipadang dari teknologi pembuatan kapal ikan secara modern. Misalnya dalam hal efisiensi penggunaan bahan bakar [2], sehingga ini sangat mempengaruhi operasional kapal ikan. Dengan adanya kenaikan harga Minyak bumi sekitar \$ 124 per barel, jelas akan membuat pemerintah dan nelayan akan mengalami kesulitan, ini dikarenakan pemerintah masih mensubsidi bahan bakar yang dipergunakan oleh nelayan. Pada tahun 2004 pemerintah membangun SPBU khusus untuk nelayan, ini efektif untuk penyaluran tetapi tidak bisa mengurangi penggunaan bahan bakar. 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. Disisi lain nelayan bagan apung nasibnya tidak jauh berbeda, jika kapal ikan adalah wahana mencari ikan secara aktif, tetapi jika bagan apung adalah wahana pencari ikan pasif.

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. Sebenarnya penggunaan layar mampu mengurangi penggunaan bahan bakar sebesar 5 % sampai 20 % [3,4,15,16], 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. Penggunaan tipe lambung katamaran pada kapal ikan jika dibandingkan dengan dimensi kapal tipe lambung tunggal mempunyai beberapa keunggulan antara lain, mengurangi penggunaan bahan bakar dan menambah luas permukaan deck kapal serta menambah luas ruang penyimpanan ikan [6]. Selain itu bentuk lambung katamaran mempunyai tingkat stabilitas yang cukup bagus jika dibandingkan dengan bentuk lambung tunggal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji fundamental karakteristik kapal layar motor dengan lambung katamaran yang dipergunakan sebagai kapal pengangkap ikan dan bagan apung. Design multifungsi kapal ikan dan bagan apung serta penggunaan layar motor menjadi inovasi dan kebaruan dari penelitian ini. Sehingga dalam penelitian ini terdapat dua faktor utama yang menjadi isu. Faktor pertama adalah kapal dengan bentuk lambung katamaran yang dapat difungsikan sebagai kapal penangkap ikan dan dapat juga difungsikan sebagai bagan apung. Faktor yang kedua adalah penggunaan layar motor sebagai sistem penggerak. Layar dipergunakan pada saat kapal menuju dan kembali dari fishing ground. Sedangkan motor atau mesin dipergunakan saat manuver dipelabuhan maupun pada saat manuver di fishing ground.

Penggunaan bentuk lambung katamaran mempunyai beberapa keuntungan 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 [6,29]. Bentuk lambung katamaran juga dapat dipergunakan untuk bagan apung. Sehingga nelayan dapat memfungsikannya sebagai kapal ikan maupun sebagai bagan apung sehingga nelayan dapat mencari ikan secara terus menerus. 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 [6,15,16].

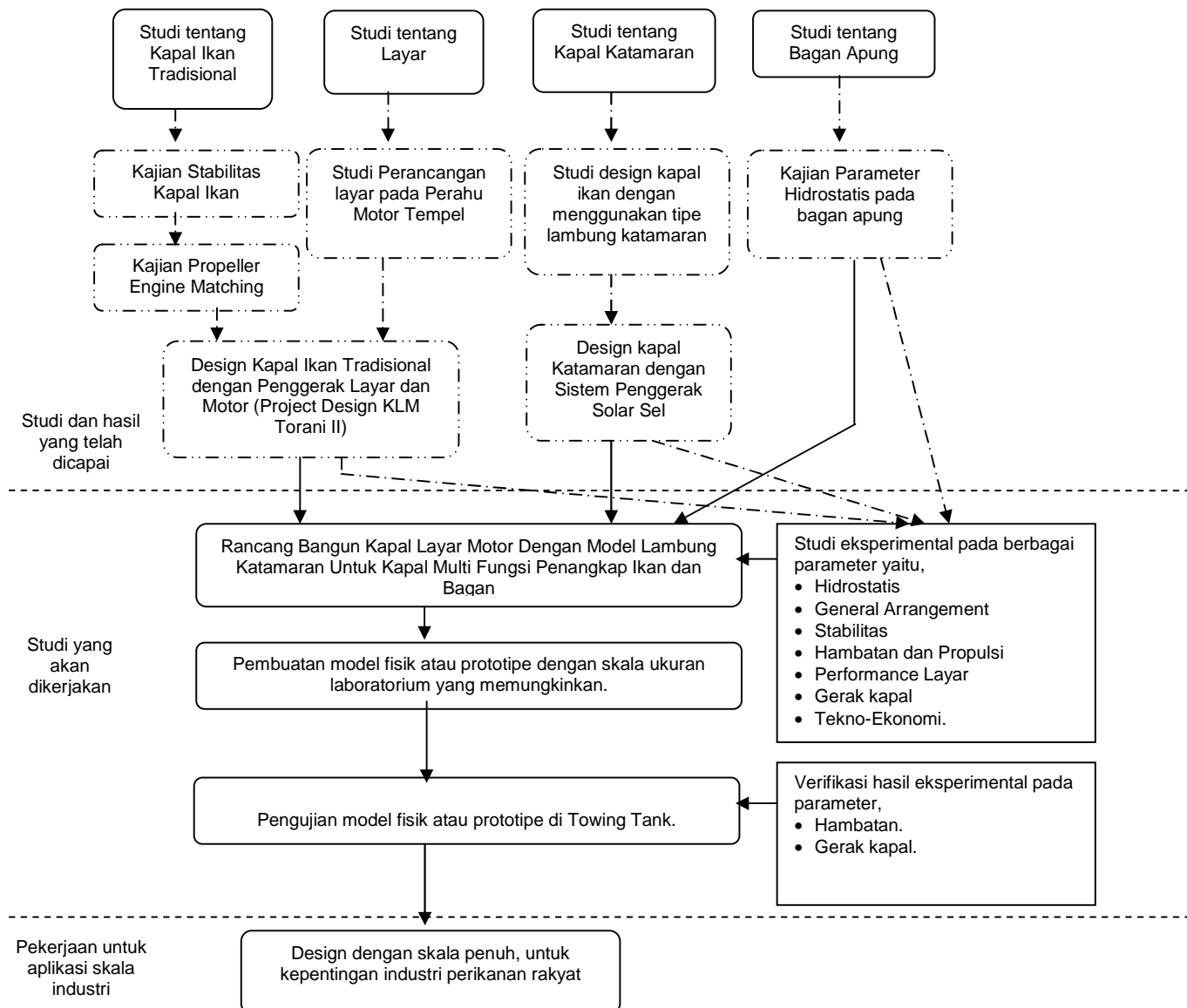
Keseluruhan kegiatan penelitian ini akan memberikan luaran yang terukur yaitu, (1) sebuah temuan baru tentang model atau bentuk kapal katamaran dengan multi fungsi antara kapal ikan dan bagan apung (2) design layar dalam bentuk model dengan skala yang memungkinkan. (3) karakteristik Hidrostatik, stabilitas, hambatan dan propulsi, gerakan

kapal dan Performance layar pada model kapal. (4) deskripsi aspek ekonomis dalam bentuk preliminary design yang mencakup biaya investasi dan biaya operasional, jika kapal diproduksi dengan skala penuh. (e) beberapa publikasi ilmiah di journal serta satu draf paten. Penelitian ini juga akan memberikan kontribusi scientific dalam bentuk beberapa publikasi ilmiah, pengembangan institusi berupa satu unit model kapal ikan dan bagan apung, bahan ajar beberapa matakuliah, antara lain, perancangan kapal dibantu komputer, CAD, propulsi kapal, kapal perikanan I dan II, gerak kapal dan paket teknologi.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Roadmap Penelitian

Ada beberapa aspek yang penting dalam penelitian ini sebelum dilaksanakan antara lain bentuk lambung untuk kapal ikan, penggunaan layar dan motor untuk kapal ikan dan penggabungan antara bagan apung dan kapal ikan. Roadmap yang menggambarkan keterkaitan antara masing – masing aspek penelitian baik yang telah dilaksanakan maupun yang akan dilaksanakan tercermin pada gambar sebagai berikut:



Gambar 9. Roadmap Penelitian dan keterkaitan antara tiap aspek penelitian

4.2. Rancangan Penelitian

Secara umum penelitian ini terdiri dari 2 tahun. Pada tahun pertama akan menghasilkan model bentuk lambung dengan jarak lambung yang dapat diatur serta dilengkapi dengan hasil simulasi pada parameter hidrostatis kapal atau bagan, model rencama umum (*General Arrangement*), Stabilitas kapal atau bagan, Hambatan kapal, Performance layar dan gerak kapal. Pada tahun kedua, akan diadakan verifikasi hasil parameter yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya dengan mengadakan uji model kapal yang dihasilkan pada towing tank. Parameter yang diverifikasi antara lain hambatan kapal dan gerak kapal atau bagan. Paket penelitian ini dapat dijabarkan dalam sebuah tabel sebagai berikut,

Tabel 4. Ringkasan Metodologi Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Tahun Pertama	Tahun kedua
1.	Masalah Penelitian	<p>Studi perancangan kapal ikan dan bagan apung dengan bentuk lambung katamaran dengan penggerak layar dan motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pemodelan jarak lambung dan simulasi karakteristik jarak lambung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uji hambatan dan gerak dari model kapal yang dihasilkan pada tahun pertama. • Evaluasi tekno – ekonomi
2.	Model dan variable Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrostatis kapal atau bagan • <i>General Arrangement</i> kapal atau bagan • Stabilitas kapal atau bagan • Hambatan kapal • Propulsi kapal • Performance Layar • Gerak kapal 	<ul style="list-style-type: none"> • Hambatan kapal (verifikasi tahap pertama) • Gerak kapal (verifikasi tahap pertama)
3.	Teknik Pengumpulan data	<ul style="list-style-type: none"> • Data primer diperoleh dari hasil eksperimen laboratorium. • Data sekunder diperoleh dari literatur (journal, paten dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya) 	<ul style="list-style-type: none"> • Data primer diperoleh dari hasil eksperimen laboratorium. • Data sekunder diperoleh dari literatur (journal, paten dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).
4	Teknik Pengolahan data	<ul style="list-style-type: none"> • Komputasi numerik dengan bantuan komputer 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengujian model kapal di Towing Tank.
5.	Hasil Analisis dan Interpretasi data	<p>Grafik dan Tabel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parameter Hydrostatis setiap water line • Parameter hambatan kapal setiap kecepatan • Parameter propulsi kapal setiap kecepatan • Parameter performance layar pada setiap kecepatan angin. • Parameter gerak kapal pada setiap karakter gelombang laut. 	<p>Grafik dan Tabel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parameter hambatan kapal setiap kecepatan pada model di towing tank. • Parameter gerak kapal pada model setiap karakter gelombang di towing tank.

6.	Luaran	<ul style="list-style-type: none"> • Data teknis design Kapal Layar Motor Dengan Model Lambung Katamaran Untuk Kapal Multi Fungsi Penangkap Ikan dan Bagan • Model fisik atau prototipe dengan skala ukuran laboratorium yang memungkinkan. • Beberapa publikasi ilmiah 	<ul style="list-style-type: none"> • Data teknis hasil pengujian hambatan dan gerak kapal. • Analisis tekno – ekonomis. • Beberapa publikasi ilmiah. • Satu draf paten.
----	--------	--	---

4.3. Penelitian Tahun Pertama

Pada tahun pertama, eksperimen akan difokuskan pada pembuatan model kapal secara fisik, sedangkan untuk dimensi dan karakter bentuk lambung katamaran diambil dari penelitian terdahulu [6]. Sedangkan perhitungan beberapa parameter seperti stabilitas, hambatan dan propulsi kapal, performance layar dan gerak kapal akan dihitung dan disimulasikan. Simulasi ini diperlukan untuk mencari nilai optimal dari berbagai parameter tetap dan parameter peubah.

Parameter Tetap :

Dimensi properties dari masing – masing lambung kapal.

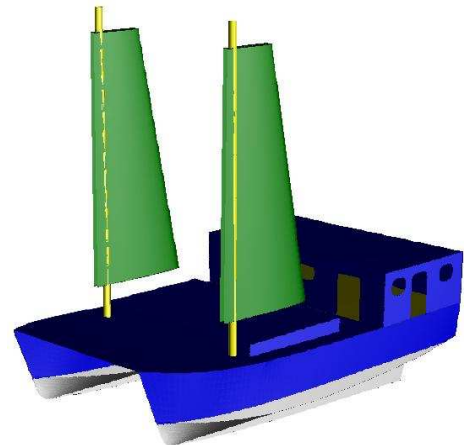
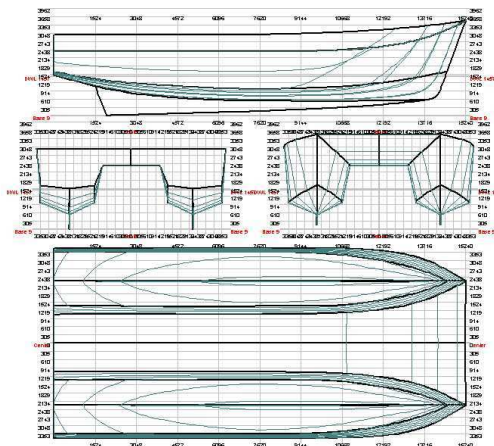
- Panjang lambung (m)
- Lebar Lambung (m)
- Tinggi sarat (m)
- Tinggi Geladak (m)

Parameter peubah :

- Jarak spacing antar lambung (m)
- Tinggi layar (m)
- Luasan layar (m²)

Langkah – langkah penelitian pada tahap pertama

1. Karakter bentuk lambung yang sudah ada, dibuatkan Gambar skematik *General Arrangement* untuk melihat penempatan berbagai peralatan dan kelengkapan kapal yang mempunyai pengaruh cukup besar pada kesetimbangan kapal, antara lain :
 - Penempatan tangki – tangki (bahan bakar, air tawar, balas).
 - Penempatan letak muatan (*fish hold*).
 - Penempatan Mesin utama dan mesin bantu.



Gambar 10. *Linesplan* bentuk lambung kapal katamaran yang sudah ada dan skematik *General Arrangement* kapal ikan yang diusulkan.

2. Setelah diketahui letak dan beban dari masing – masing peralatan dan kompartemen diatas kapal, kemudian dilakukan perhitungan hidrostatik dan stabilitas pada setiap tinggi sarat kapal. Perhitungan stabilitas dipergunakan untuk mencari nilai sudut olengan kapal ($^{\circ}$) dan periode oleng (detik). Untuk perhitungan hidrostatik dipergunakan untuk mendapatkan parameter hidrostatik kapal antara lain,

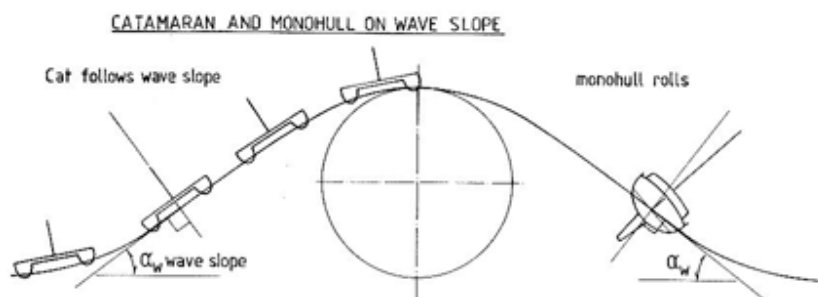
- Volume : *Displaced volume* (m^3)
- Displ. : *Displacement* (ton)
- LCB : *Longitudinal center of buoyancy, measured from the aft perpendicular at*
 $X=0.0$ (m)
- VCB : *Vertical center of buoyancy, measured from the lowest point of the hul* (m)
- Cb : *Block coefficient*
- Am : *Midship section area* (m^2)
- Cm : *Midship coefficient*
- Aw : *Waterplane area* (m^2)
- Cw : *Waterplane coefficient*
- LCF : *Waterplane center of floatation* (m)
- CP : *Prismatic coefficient*
- S : *Wetted surface area* (m^2)
- KMt : *Vertical of transverse metacenter* (m)
- KMI : *Longitudinal transverse metacenter* (m)

Dan untuk stabilitas digunakan nilai GZ sebagai pembanding dengan variabel peubah c (jarak antar lambung bagian dalam (m) pada masing – masing water line

3. Parameter hidrostatis pada tahap sebelumnya diketahui, kemudian dipergunakan untuk mengitung hambatan kapal dan propulsi kapal. Ini dimaksudkan untuk mengetahui daya mesin maupun layar yang diperlukan untuk mendorong kapal dengan kecepatan tertentu.

Perhitungan hambatan dan propulsi dikomparasi dengan nilai variabel peubah adalah jarak antar lambung pada sisi dalam (m)

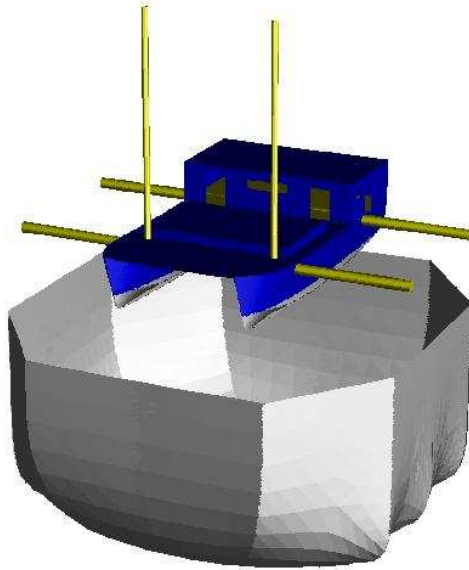
4. Pada langkah ini diadakan perhitungan terhadap parameter gerakan kapal yang disebabkan oleh gelombang laut, maupun interaksi antara badan kapal dengan gerakan dari gelombang laut.
5. Mengulangi langkah 1 sampai 4 dengan merubah jarak antar lambung, ini sangat dimungkinkan pada kapal katamaran. Karena jarak antar lambung sangat berpengaruh pada aspek stabilitas, kecepatan dan gerakan kapal di laut. Variasi jarak antar lambung didasarkan pada perbandingan jarak *center line* kedua lambung (b) dengan panjang kapal (L) [18, 29]. Pada penelitian ini diambil 3 nilai (b/L), yaitu 0.5, 1 dan 1.5. Langkah ini juga merupakan pengecekan terakhir pada setiap nilai perbandingan (b/L) terhadap stabilitas dan gerak kapal terhadap gelombang pada arah rolling seperti yang digambarkan pada berikut ini [21,28].



Gambar. 11 Gerakan *Rolling* kapal layar dengan tipe lambung *monohull* dan *catamaran* pada saat melewati sebuah gelombang

6. Kemudian dibuatkan model kapal yang berbahan dari fiberglass, dengan data ordinat yang berasal dari langkah pertama dan jarak antar lambung harus dapat diatur.

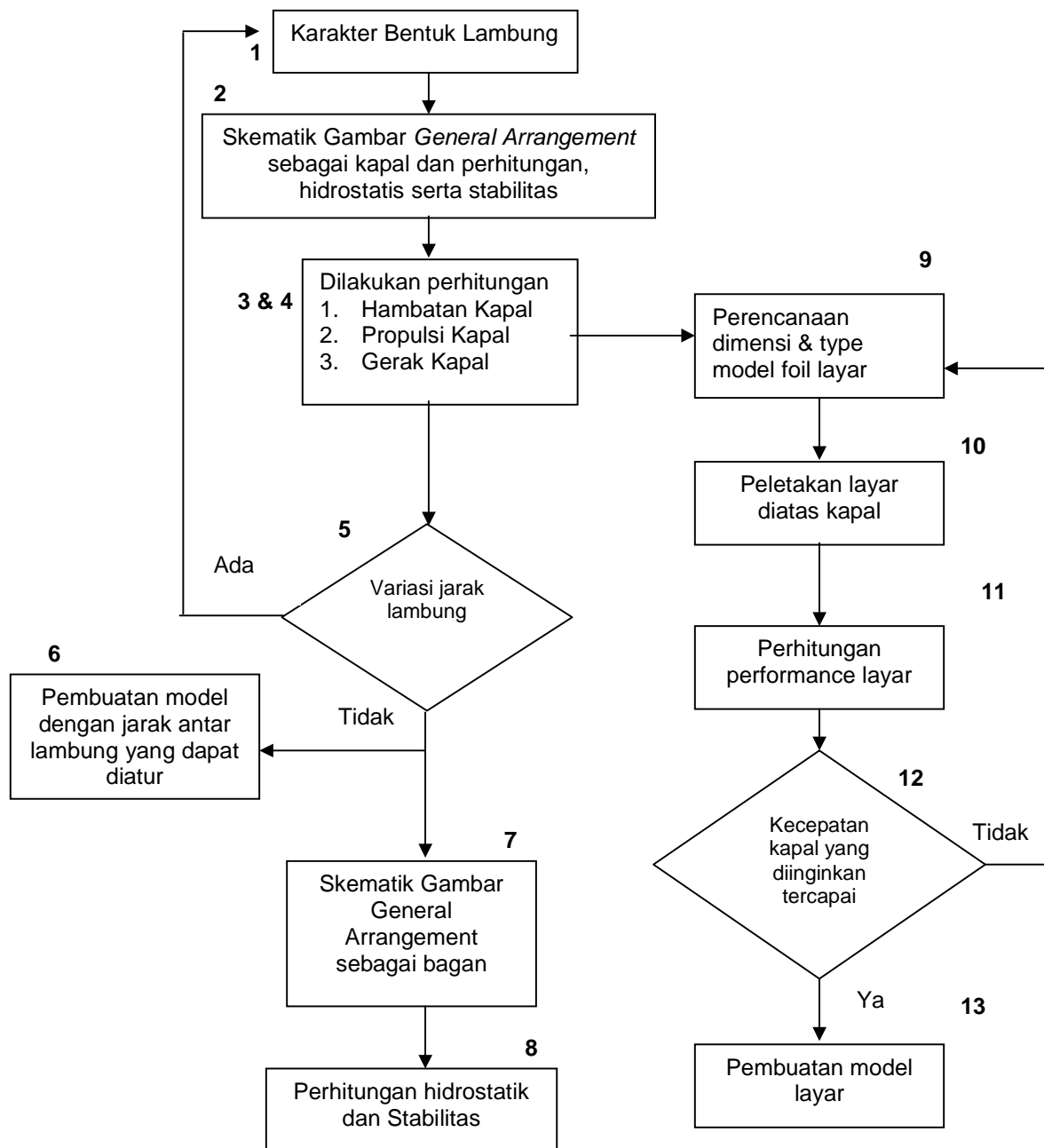
7. Jika model kapal yang dibuat difungsikan sebagai bagan, maka kita harus membuat gambar skematik *General arrangement* bagan apung dengan berdasarkan skematik general arrangement dari kapal. Ini dimaksudkan untuk melihat penempatan dan beban lengan boom bagan terhadap kapal. Gambar Skematik General Arrangement bagan apung yang diusulkan seperti terlihat pada gambar berikut,



Gambar. 12 Skematik *General Arrangement* bagan apung yang diusulkan.

8. Setelah itu diadakan perhitungan terhadap parameter hidrostatis dan stabilitas kapal sebagai bagan apung. Ini dimaksudkan untuk melihat perubahan yang timbul akibat pengalihan fungsi dari kapal ikan menjadi bagan apung.
9. Untuk perhitungan layar, dimulai dari hasil perhitungan parameter *momen righting* pada stabilitas kapal. Ini dikarenakan *momen heeling* pada layar harus lebih kecil dari *momen righting*, supaya kapal tidak terbalik karena efek kerja dari layar. Setelah itu dilanjutkan dengan perencanaan dimensi dan tipe model foil pada layar. Disini parameter stabilitas yang dipergunakan adalah [18,28],
10. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan dimensi dan tipe foil pada layar, selanjutnya dirancang peletakan layar tersebut diatas kapal.
11. Langkah selanjutnya diadakan perhitungan terhadap performace layar tersebut terhadap kecepatan kapal yang dihasilkan dengan variasi kecepatan angin dan variasi arah datangnya angin.

12. Bila hasil perhitungan performance layar terhadap kecepatan kapal tidak memenuhi dengan kecepatan yang diinginkan maka diadakan perubahan terhadap dimensi dan tipe model foil layar.
13. Hasil dari langkah sebelumnya dapat kita buat model layar secara fisik, dengan ukuran yang sesuai dengan model lambung yang dihasilkan.



Gambar 13. Diagram alur metodologi penelitian yang akan dilakukan pada tahun pertama

4.4. Jadwal Penelitian

Tabel 5. Jadwal Penelitian Tahap I

No.	Tahap Kegiatan	Bulan ke -							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TAHUN PERTAMA									
1	Persiapan <ul style="list-style-type: none">• Set up peralatan	■							
2	Pemodelan <ul style="list-style-type: none">• Lambung• Layar		■	■					
3	Simulasi Numerik <ul style="list-style-type: none">• Hidrostatik• General Arrangement• Stabilitas• Hambatan• Propulsi• Performance Layar• Gerak kapal			■ ■ ■	■ ■ ■ ■				
4	Pembuatan Prototipe <ul style="list-style-type: none">• Model kapal dengan skala Laboratorium• Model Layar dengan skala Laboratorium				■	■ ■	■ ■	■	
5	Publikasi								■
6	Pelaporan					■			■

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Umum

Ukuran utama yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Panjang keseluruhan desain = 15,24 m

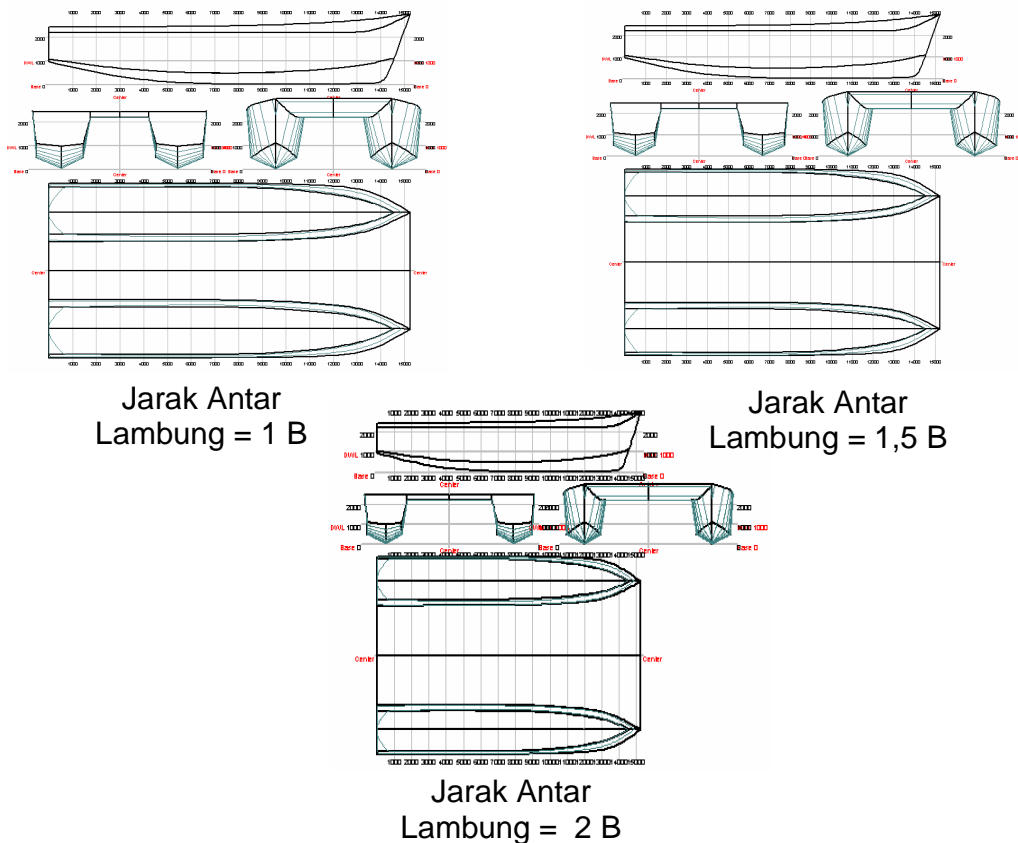
Lebar lambung = 2,44 m

Jarak antar lambung = Bervariasi 2,44 m, 3,66 m dan 4,88 m

Lebar keseluruhan = Bervariasi 4,88 m, 7,32 m dan 8,57 m

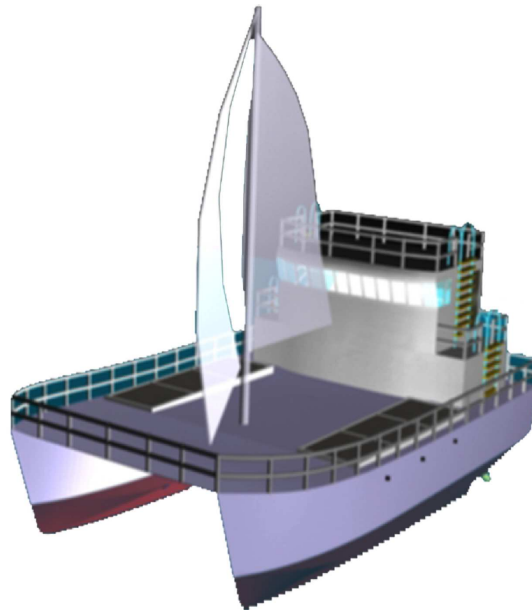
Tinggi sarat desain = 1 m

Dengan tipe lambung katamaran, linesplan yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 14.

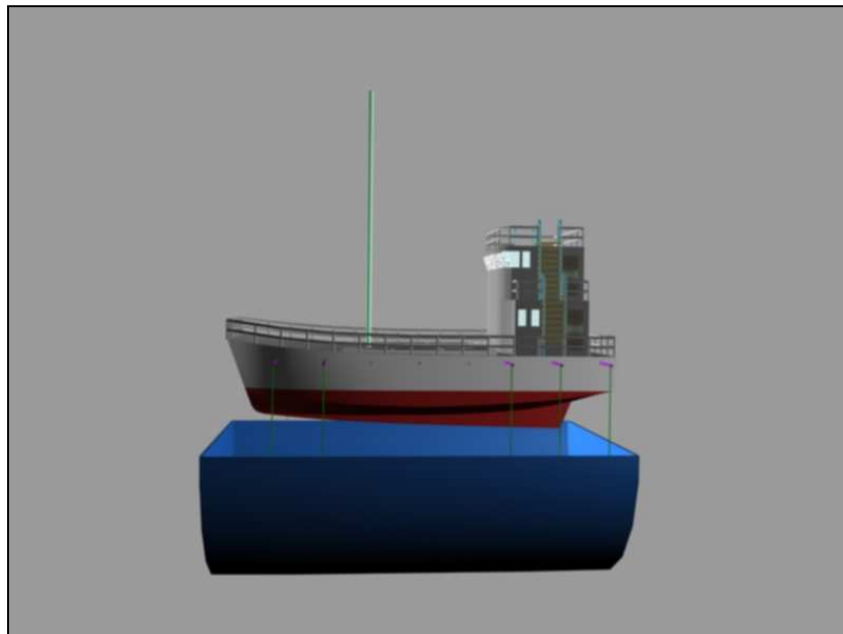


Gambar 14. Linesplan kapal ikan lambung katamaran dengan jarak antar lambung B, 1,5 B dan 2 B

Rencana umum dari kapal penangkap ikan dengan model lambung katamaran dapat dilihat pada gambar 15. Sedangkan jika kapal tersebut difungsikan sebagai bagan apung dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 15. Rencana Umum kapal dengan fungsi kapal penangkap ikan.

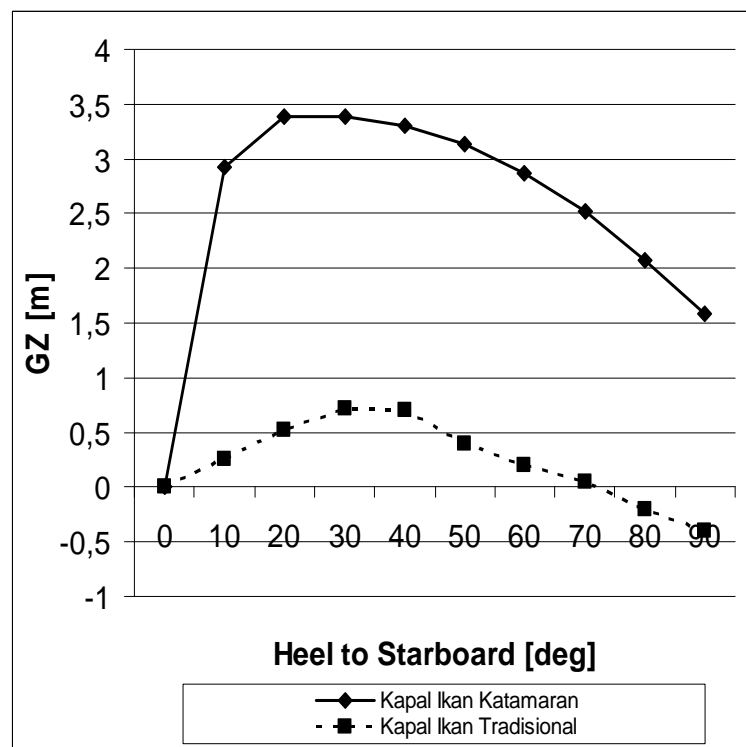


Gambar 16. Rencana Umum Kapal dengan fungsi sebagai bagan.

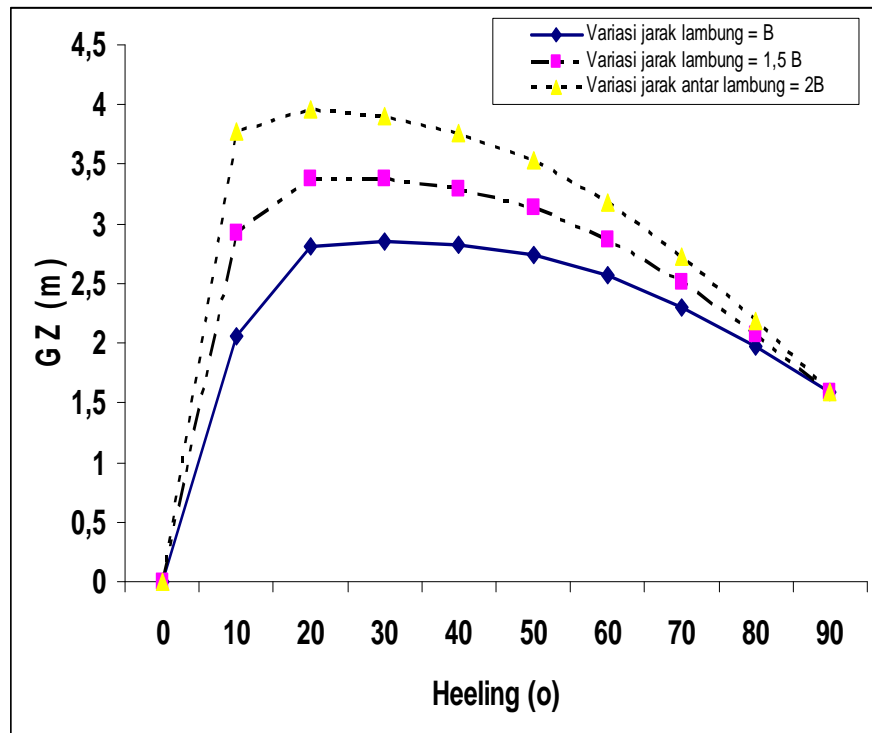
5.2. Stabilitas

Stabilitas yang dihasilkan oleh kapal ini cukup bagus, ini dapat ditunjukkan pada grafik 1. Stabilitas kapal ini 2,5 sampai 11 kali lebih bagus jika dibandingkan dengan kapal ikan tradisional yang mempunyai ukuran serupa ($L = 15,199$ m, $B = 5,185$ m, $T = 1,967$ m). Seperti di tunjukkan dengan indikator nilai GZ pada grafik 2. Tingginya nilai stabilitas ini disebabkan karena tipe lambung kapal yaitu katamaran dan pengaruh jarak antar lambung yang cukup lebar sebesar 3,66 meter.

Tetapi jika dibandingkan diantara semua variasi demihull, nilai GZ tertinggi diperoleh pada variasi 2B, kemudian berturut turut 1,5 B dan B. Selisih antara semua variasi pada setiap sudut heeling kapal mempunyai selisih yang sama dan konstan. Misalnya selisih antara Variasi B dan 1,5 B pada sudut heeling 10 O adalah sebesar 0,856 meter, yang sama dengan selisih antara Variasi 1,5 B dan 2 B. Sehingga dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi demihull berpengaruh terhadap nilai GZ. Lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 2. Dan untuk hasil running dapat dilihat pada lampiran.



Grafik 1. Perbandingan Nilai GZ antara Kapal Ikan Tradisional (Monohull) dengan Kapal Ikan Katamaran (Multihull)



Grafik 2. Perbandingan nilai GZ pada semua Variasi Demihull B, 1,5 B dan 2 B

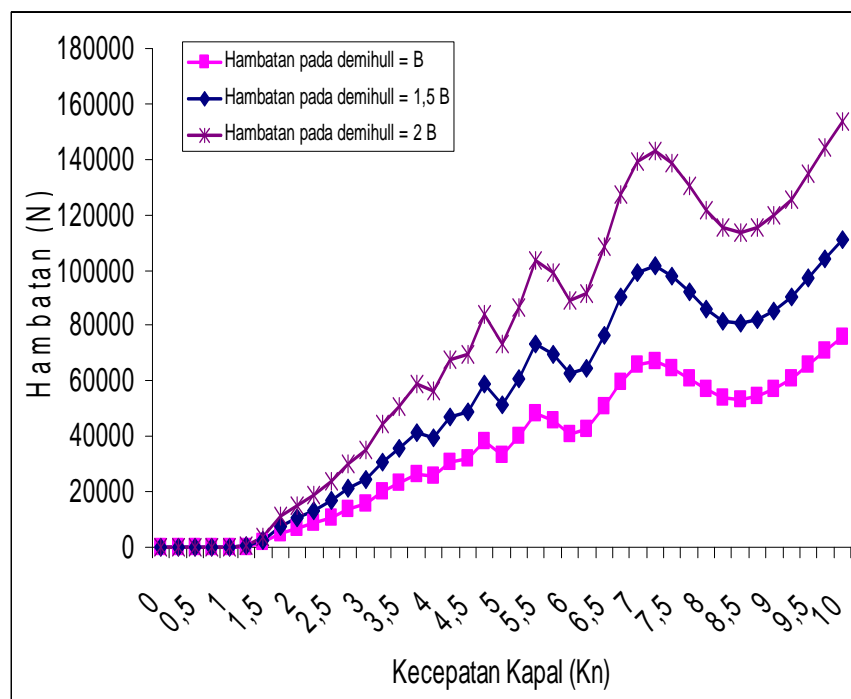
5.3. Hambatan dan Daya Mesin

Perubahan nilai hambatan atau kontur grafik hambatan pada kapal ini cukup signifikan dipengaruhi oleh komponen hambatan yaitu hambatan gelombang. Sedangkan komponen hambatan yang lain cenderung konstan terhadap kecepatan kapal. Perubahan jarak demihull juga sangat mempengaruhi nilai hambatan kapal, ini diperlihatkan pada grafik 3, semakin lebar jarak demihull maka semakin besar nilai hambatan kapal. Perbedaan nilai hambatan pada semua variasi demihull setiap kecepatan mempunyai kecenderungan konstan pada kecepatan sampai 0,5 knot, ini dikarenakan gelombang yang dihasilkan oleh gerakan kapal masih belum terbentuk. Dan kecenderungan naik diatas kecepatan 0,75 knot, karena gelombang yang dihasilkan oleh gerakan kapal sudah terbentuk. Perbedaan tersebut bertambah besar seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6. Dan untuk hasil running dapat dilihat pada lampiran.

Daya mesin yang diperlukan pada semua variasi jarak demihull mempunyai nilai ekonomis 5,5 sampai 6,25 knot, ini dikarenakan setelah kecepatan 6,25 knot terjadi kenaikan nilai hambatan yang cukup signifikan, sehingga penambahan daya mesin sudah tidak proporsional dengan penambahan kecepatan kapal. Daya mesin yang disajikan dalam grafik 4, sudah memperhitungkan berbagai efisiensi yang ada, misalnya efisiensi reduction gear, efisiensi propeller, efisiensi bantalan poros, dsb.

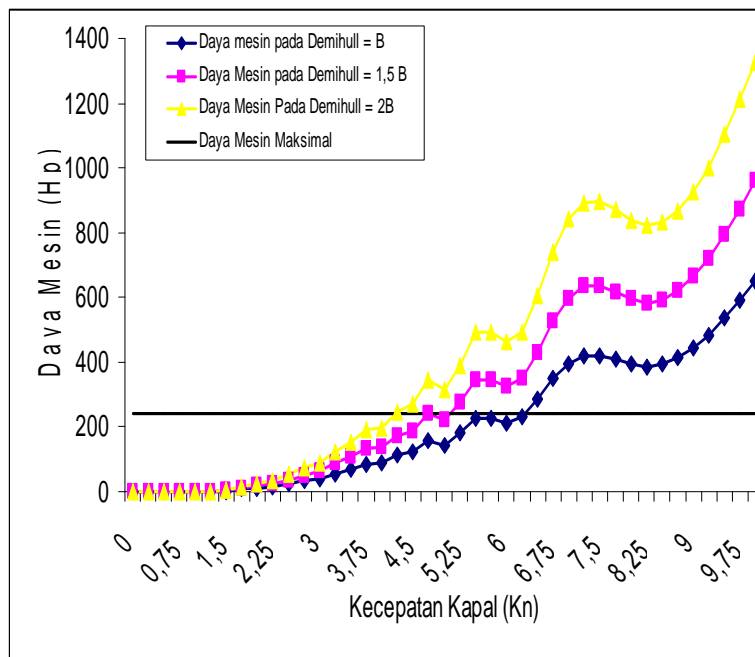
Tabel 6. Nilai perbedaan diantara Variasi Jarak Demihull Pada Kecepatan Kapal 0,25 Knot sampai 2,5 Knot

Knot	Perbedaan Nilai Hambatan (Newton)	
	B dengan 1,5 B	1,5 B dengan 2 B
0,25	0,02	0,02
0,50	1,14	1,41
0,75	16,99	20,86
1,00	65,20	80,00
1,25	152,11	186,38
1,50	901,65	1103,22
1,75	2755,31	3379,06
2,00	3762,61	4617,52
2,25	4732,81	5793,65
2,50	5969,34	7303,91



Grafik 3. Perbedaan Nilai Hambatan Kapal pada Setiap Variasi Demihull B, 1,5 B dan 2 B

Jika menggunakan asumsi bahwa daya mesin adalah 2×120 hp, maka kapal dengan jarak demihull B, mampu menghasilkan kecepatan kapal 6,25 knot, variasi 1,5 B pada kecepatan 5 knot dan variasi 2 B dengan kecepatan 4,25 knot. Konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan 20,4 liter dengan konstanta pemakaian bahan bakar 100 gram /hp.jam.



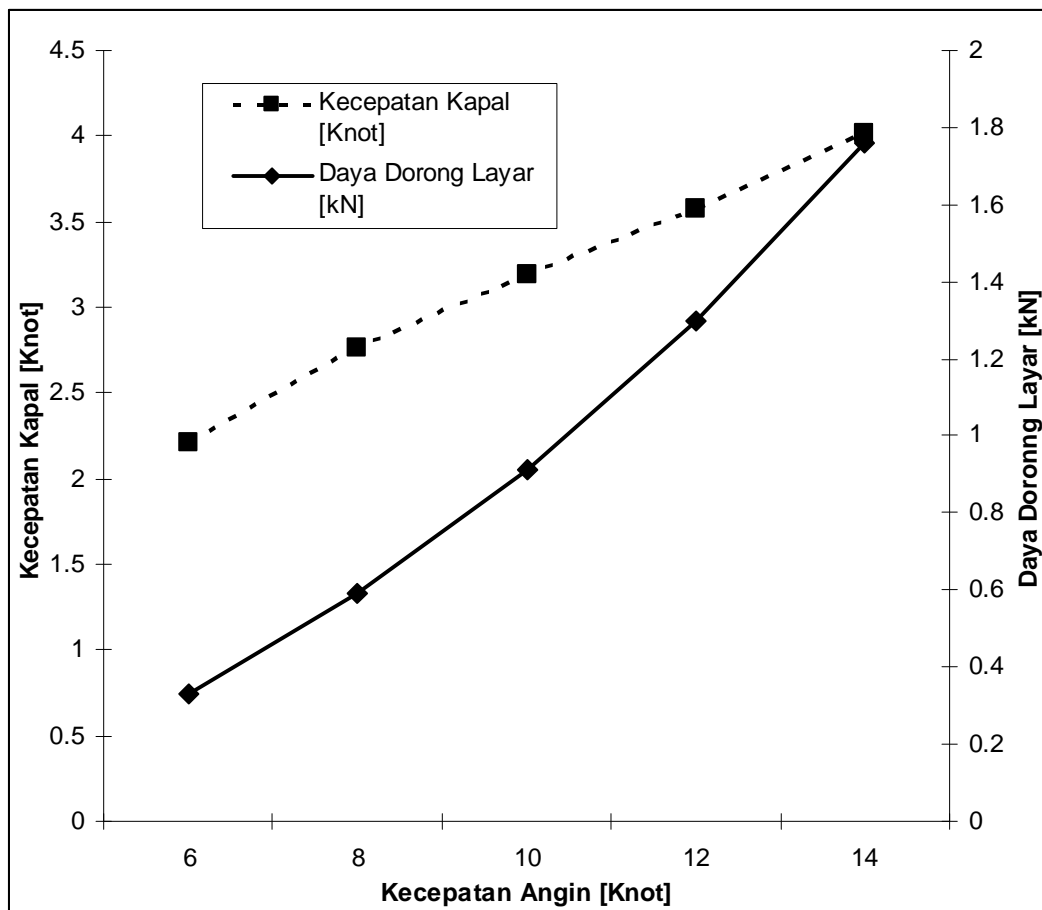
Grafik 4. Perbedaan Daya Mesin pada setiap variasi jarak demihull B, 1,5 B dan 2 B.

5.4. Layar

Layar yang direncanakan dengan tinggi tiang mencapai 14,5 meter, dengan total luasan layar mencapai 28 m², menghasilkan daya dorong efektif 1,76 kN pada kecepatan angin 14 knot seperti pada tabel 7 dan grafik 5. Layar ini mempunyai nilai efektif pada kecepatan angin sampai 14 knot, artinya layar ini menghasilkan daya dorong optimal ke lambung sampai kecepatan angin 14 knot, dengan menghasilkan kecepatan kapal 4,01 knot. Jika kapal ini dijalankan dengan kecepatan sampai 4,01 knot tidak memerlukan biaya operasional untuk bahan bakar mesin utama. Pada grafik 5, diambil nilai hambatan pada jarak antar lambung = 1,5 B, dengan alasan memiliki stabilitas atau GZ yang baik dan hambatan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan jarak lambung = 2B,

Tabel 7. Performance Layar Terhadap Kapal

Kecepatan Angin [Knot]	Kecepatan Kapal [Knot]	Gaya Dorong Layar [kN]
6	2,21	0,33
8	2,76	0,59
10	3,19	0,91
12	3,57	1,3
14	4,01	1,76



Grafik 5. Daya Dorong Layar Terhadap Kecepatan Kapal

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perhitungan karakteristik dan komparasi hull performance pada konsep kapal ikan multifungsi dengan menggunakan lambung katamaran dengan variasi jarak demihull menunjukkan dapat disimpulkan bahwa,

1. Perubahan atau perbedaan yang konstan terhadap nilai GZ disetiap sudut oleng kapal pada semua variasi jarak demihull, nilai GZ terbaik didapat pada variasi 2B.
2. Kapal mempunyai stabilitas atau nilai GZ 2,5 sampai 11 kali jika dibandingkan dengan kapal ikan tradisional yang seukuran dan mempunyai nilai GZ berkisar antara 1,585 meter sampai 3,379 meter.
3. Perubahan nilai hambatan kapal bersifat konstan pada kecepatan 0,5 knot dan untuk kecepatan diatas 0,5 knot penambahan nilai hambatan dipengaruhi oleh nilai komponen hambatan gelombang, nilai hambatan terkecil didapat pada variasi B.
4. Daya mesin ekonomis diperoleh pada kisaran kecepatan kapal 5,5 knot sampai 6,25 knot untuk semua variasi jarak demihull, kecepatan tertinggi didapat pada variasi B yaitu 6,25 knot dengan daya mesin 2x 120 hp.
5. Jika kapal menggunakan layar dapat melaju 4,01 knot dengan kecepatan angin sebesar 14 knot daya dorong yang dihasilkan layar sebesar 1,76 kN.

Kapal hasil penelitian ini bisa digunakan untuk fungsi lainnya seperti bagan apung dan jika dipergunakan layar sebagai sumber tenaga penggerak maka kapal ikan ini cocok untuk penangkapan ikan dengan tidak menggunakan kecepatan untuk mengejar ikan. Sehingga disarankan kapal ini lebih tepat untuk menangkap ikan dengan alat tangkap bubu atau *fish trap*. Kapal ini juga sangat memungkinkan untuk dipergunakan sistem palka ikan hidup, nelayan tidak lagi tergantung pada es atau mesin pendingin untuk pengawetan hasil tangkapan dan dapat meningkatkan kualitas serta ekonomis hasil tangkapan.

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. Ari. B. S, **Eko Sasmito Hadi**, 2007, Kajian parameter hydrostatis dan Stabilitas pada bagan apung di Kabupaten Rembang. Majalah Kapal Vol IV no 2 hal 79 – 86. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
6. **Eko Sasmito Hadi**, Ari B. S, 2007, Studi Design Kapal ikan dengan menggunakan type lambung katamaran. Majalah Kapal Vol IV no 3 hal 156 – 165. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
7. **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.
8. Anonim, 2005, Laporan Apresiasi SPD-SPBN, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta, Indonesia.
9. Campbell, J, 1986. "The Evaluation of vessels and engine performance", Kambia Fisheries development project, Lyminton, UK
10. De Boer, E, 1981. "Fuel Consumption in Fishing", FAO Internal Report, Rome, Italy.
11. Gulbrandsen, 1986. "Reducing the fuel costs of small fishing vessels", FAO – Swedish International Development Authority, Madras, India
12. ITTC, 1957. Proceedings of the 8th International Towing Tank Conference (ITTC), published by Canal de Experiencias Hidrodinamicas, Madrid, Spain
13. Kazuyuki, T, 1984. "How to operate a small diesel engine for fishing boat", Training Department Ref. TD/TRB/No.33, South East Asian Fisheries Development Center, Philipine
14. Lundgren, G, 1985. "A simple method to determine optimum vessel speed". Paper presented at the International Conference on Design, Construction and Operation of Commercial Fishing Vessels, Florida, USA
15. MacAlister, R G, 1985. "The application of sail in fisheries development". Proceedings of the Regional Conference on Sail Motor Propulsion, Manila, Philipine
16. MacAlister, R G, 1988, "Sails and an aid to fishing", Lymington, UK.

17. MacLennan, D. 1995, "Technology Development in Capture Fisheries", FAO Internal Report, Rome, Italy
18. Marchaj, C A, 2000. "Sailing Theory and Practice 2nd Edition", Granada publishing, London, UK
19. <http://www.OrmerWingsail.com>, diakses tanggal 12 Februari 2008, jam 20.00 WIB.
20. Morwood, J, 1974. Sailing Aerodynamics, Cornell Maritime Press, Maryland, USA
21. Tanner, T, 1980. "The Forces on a Yacht's Sail", Journal Royal Aerodynamics Society, UK.
22. Tanner, T, 1960. "The Geometry of Sailing to Windward", Transaction of The Royal Institution of Naval Architecture, UK
23. Warner, E P, 1985. "The Aerodynamics of Yacht Sail", Transaction of The Society of Naval Architecture and Marine Engineering (SNAME), USA
24. Lazaukas L, Tuck E.O, 1998, "Optimum Hull Spacing Of A Family Of Multihull", Applied of Mathematic Department The University of Adelaine.
25. Eris, M, **Eko Sasmito Hadi**, 2008. Studi Penggunaan Minyak Jarak dicampur dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Diesel Pada Kapal Penangkap Ikan Tipe Sopek. Majalah Kapal Vol V no 2 hal 91 – 110.
26. <http://www.windmek.ca/wingsail/Background.htm> diakses tanggal 16 Februari 2008, jam 20.00 WIB.
27. http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_Jung.htm diakses tanggal 20 Februari 2008, jam 20.00 WIB.
28. Marchaj, C A, 2000, "Seaworthiness the Forgotten Factor". Transaction of The Royal Institution of Naval Architecture, UK.
29. Dubrovsky V, Lyakhovitsky A, 2001, "Multi-Hull Ships", Backbone Publishing Company, New York. USA