

STUDI PERANCANGAN DESAIN LAYAR BERBASIS CFD PADA PERAHU MOTOR TEMPEL TIPE KATIR DI PELABUHAN SADENG GUNA PENGHEMATAN BBM

M. Ulil Anwar¹, Andi Trimulyono¹, Muhammad Iqbal¹

¹) Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Email : ulilawarr@gmail.com

Abstrak

Layar merupakan salah satu dari berbagai macam alat penggerak yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Besarnya gaya dorong yang dihasilkan oleh layar sangat tergantung oleh arah dan kecepatan angin. Selain itu besarnya gaya dorong dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran layar. Tujuan penulisan ini ialah untuk mengetahui bentuk layar yang dapat memberikan kontribusi kecepatan paling optimum pada perahu motor tempel katir. Ukuran layar pada penelitian ini merupakan hasil ekstrapolasi atau membandingkan dengan ukuran layar yang sudah ada yaitu didapat luasan layar 29 m². Selanjutnya bentuk layar divariasikan menjadi 3 (tiga) macam bentuk yakni persegi panjang, segitiga dan trapesium. Analisis gaya dorong dilakukan dengan menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Untuk menghitung kontribusi gaya dorong layar terhadap kecepatan kapal, maka dilakukan perhitungan hambatan kapal menggunakan metode Holtrop. Analisis gaya dorong layar dilakukan pada variasi kecepatan angin yakni 4-12 knot arah angin terhadap layar (*Angle of attack*) sebesar 0⁰, 30⁰, 60⁰, 90⁰. Dari hasil analisis CFD didapatkan kontribusi terbesar layar terhadap kecepatan kapal 4,4 knot untuk layar segitiga, 4,3 knot trapesium dan 3,79 untuk persegi panjang. Kontribusi tersebut didapatkan dari layar dengan posisi 90⁰ terhadap arah angin (*Angle of attack*).

Kata Kunci: Layar, CFD (*Computational Fluid Dynamic*), *Angle of attack*

1. Pendahuluan

Terjadinya *fluktuatif* harga BBM dan seringnya kelangkaan atau krisis BBM di berbagai daerah yang terjadi belakangan ini juga sering memaksa nelayan untuk tidak melaut. Sebagaimana dimaklumi bahwa dampak besar yang diakibatkan oleh melonjaknya harga kebutuhan pokok, sebagai akibat kebijakan pengurangan subsidi BBM adalah nelayan. Lonjakan harga yang mendadak diikuti kenaikan hampir seluruh kebutuhan pokok, mengakibatkan kesulitan nelayan untuk melaut. Sebagai upaya untuk mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut saat ini, penelitian mengenai eksplorasi terhadap energi alternatif harus menjadi prioritas utama bagi semua pihak. Oleh karena itu, untuk mengurangi tingkat konsumsi BBM pada nelayan, perlu dikembangkannya tenaga penggerak alternatif bagi nelayan yaitu layar. Penentuan ukuran layar yang selama ini sering dilakukan oleh para nelayan didasarkan pada

pengalaman turun-temurun. Sehingga pertimbangan terhadap stabilitas kapal yang sangat mempengaruhi keselamatan pelayaran kurang begitu diperhatikan. Selain itu, layar yang optimal juga harus mampu melawan tahanan total dari lambung kapal sehingga nantinya kecepatan *service* kapal dapat tercapai baik sebagai penggerak pendukung untuk menuju *fishing ground*, maupun ketika kembali ke darat setelah mendapat hasil tangkapan.

Dalam penyusunan penelitian ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Objek yang akan dikaji adalah perahu nelayan tradisional jenis perahu katir yang berada di wilayah pesisir pantai Sadeng Gunung Kidul Jogjakarta.
2. Pendekatan perhitungan hambatan kapal yang digunakan metode-metode yang telah dipakai secara umum, tidak melakukan eksperimen pada sebuah

towink tank di laboratorium hidrodinamika.

3. Pengolahan data menggunakan *Delfship, Maxsurf, Hull Speed, Rhino* dan *ANSYS CFX*
4. Hasil akhir dari tugas akhir adalah menentukan daya dorong yang dapat dihasilkan oleh layar sehingga nantinya dapat mengurangi konsumsi BBM.
5. Tidak dilakukan analisa kekuatan kapal serta kapal tetap menggunakan motor sebagai penggerak.

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan rancangan desain layar yang efisien untuk kapal tradisional tipe katir yang berada di wilayah pesisir pantai Sadeng Gunung Kidul Jogjakarta untuk mengurangi konsumsi BBM dalam operasi penangkapan ikan

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perahu Katir

Perahu katir terinspirasi dari jenis katamaran. Perahu katamaran merupakan suatu unit perahu/kapal dengan dua lambung yang terhubung dengan kuat oleh palang-palang bersilang, menjadi satu kesatuan yang kokoh dan dikemudikan sebagai satu kapal (Mac Lear, 1967 *diacu dalam* Wahyudi, 2005).

Orang-orang Polynesia meniru dengan memberi katir pada perahu balok kayu (*dag-out canoe*) yaitu dengan tiang melintang yang diikatkan secara sederhana ke sebuah pelampung. Sedangkan orang melanesia menggunakan tongkat penghubung yang dipasang melintang dengan pelampung untuk menghindari hambatan air (Morwood, 1972 *diacu dalam* Wahyudi, 2005)

2.2 Konsep Hambatan dan Gaya Dorong

Hambatan kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Besarnya gaya hambat (tahanan) yang berkerja di kapal, meliputi tahanan gesek, tahanan gelombang, tahanan *appendages*. Secara sederhana tahanan total kapal dapat diperoleh dengan persamaan, sebagai berikut :

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_f(1+k) + C_A] + R_w/W \quad (1)$$

Gaya Dorong (*Thrust*) kapal merupakan komponen yang sangat penting, yang mana digunakan untuk mengatasi Tahanan (*Resistance*) atau Gaya Hambat kapal. Pada kondisi yang sangat ideal, besarnya gaya dorong yang dibutuhkan mungkin sama besar dengan gaya hambat yang terjadi di kapal. Namun kondisi tersebut sangat tidak realistis, karena pada faktanya diband kapal tersebut terjadi fenomena hidrodinamis yang menimbulkan *degradasi* terhadap nilai besaran gaya dorong kapal. Sehingga untuk gaya dorong kapal dapat ditulis seperti model persamaan, sebagai berikut :

$$T = \frac{K}{(1-t)} \quad (2)$$

dimana *t* adalah *thrust deduction factor*. Besarnya nilai *t* (*thrust deduction factor*) dipengaruhi oleh nilai koefisien prismatic (*C_p*), yang dirumuskan sebagai berikut (1)

t = 0,5 × *C_p* - 0,12 (1); untuk baling – baling Tunggal

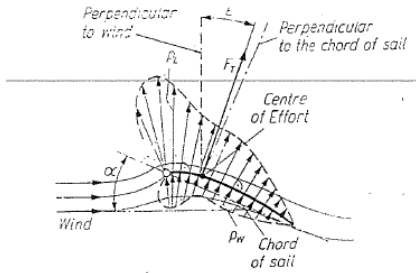
t = 0,5 × *C_p* - 0,19 (1); untuk baling – baling Kembar

2.3 Layar

Layar adalah sebuah permukaan, biasanya terbuat dari kain dan didukung oleh tiang yang tujuannya adalah mendorong kapal saat berlayar. Terkadang banyak layar juga dapat ditemukan pada kendaraan di darat. Dengan merubah *rigging*, kemudi dan lunas atau *centreboard*, seorang pelaut mengatur kekuatan angin di layar agar kapal relatif bergerak mengelilingi area sekitarnya (biasanya air, tetapi juga tanah dan es) dan mengubah arah dan kecepatannya.

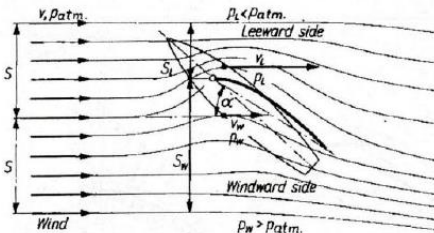
2.4 Gaya Aerodinamik Layar

Distribusi gaya-gaya yang bekerja pada penampang foil sebuah layar diilustrasikan pada gambar 2. Tampak bahwa pada sisi *leeward* akan terjadi *suction* yang besar dan pada sisi *windward* timbul tekanan, dimana resultan dari seluruh gaya – gaya yang bekerja tersenut terletak pada satu titik yaitu *Centre of Effort* sebesar *F_T* (2)



Gambar 1. Distribusi gaya yang bekerja pada penampang foil sebuah layar

Sedangkan pada gambar 2. dapat dilihat bentuk aliran angin yang terjadi melewati sebuah layar, hal ini dapat menjelaskan mengapa kecepatan



Gambar 2. Aliran fluida di sekitar layar

Resultan total gaya aerodinamis F_T yang dihasilkan oleh layar dapat dijabarkan dalam dua komponen, yaitu gaya gerak (*Driving Force*) F_R yang bekerja searah dengan arah gerak kapal dan gaya oleng (*Heeling Force*) F_H yang bekerja tegak lurus dengan arah *driving force*. (2)

Ketika kapal layar bergerak melawan dari arah angin, maka usaha yang dilakukan adalah untuk memperbesar nilai F_R (*Driving Force*), yaitu gaya yang searah dengan arah kapal berlayar dan mengurangi besarnya F_H (*Heeling Force*), yaitu gaya yang tegak lurus dengan arah kapal berlayar. Besarnya F_R dan F_H tergantung dari besarnya arah kapal berlayar terhadap arah angin (*apparent wind angle*, β); gaya samping/*lift* (*cross wind force*, L); dan hambatan aerodinamis (*drag*, D). Perlu diketahui bahwasannya gaya *lift* (L) dan gaya *drag* (D) sendiri diperoleh dari total gaya (F_T) seperti yang dilihat pada gambar 4. Untuk selanjutnya diharapkan gaya *lift* akan lebih besar dari gaya *drag*. Besarnya F_R dan F_H dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_R = L \sin \beta - D \cos \beta \quad (1)$$

$$F_H = L \cos \beta + D \sin \beta \quad (1)$$

Persamaan diatas dapat dituliskan dalam bentuk koefisien sebagai berikut:

$$C_R = C_L \sin \beta - D \cos \beta \quad (1)$$

$$C_H = C_L \cos \beta + D \sin \beta \quad (1)$$

Sedangkan untuk perhitungan koefisien *Lift* dan *Drag*, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (1) \quad \text{dan} \quad C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (1)$$

2.5 Stabilitas

Kapal dengan stabilitas baik adalah kapal yang telah memenuhi kriteria stabilitas yang telah ditentukan. Kriteria stabilitas tuah kapal ini dapat mengacu pada peraturan *multihull (IMO regulation MSC.36(63) HSC Code Anex 7)* Tujuan sebenarnya dari peraturan ini adalah untuk merekomendasikan kriteria stabilitas minimum dari sebuah kapal, sehingga dapat meminimalkan adanya resiko yang membahayakan bagi para awak kapal dan lingkungan sekitar. Dengan adanya penggunaan layar pada kapal, maka harus dihitung pula daya tahan terhadap angin dan *rolling* (kriteria cuaca) dengan kriteria kapal sebagai berikut:

1. Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penagak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$.
2. Sudut di mana GZ maksimum harus $\geq 12^\circ$
3. Luas gambar dibawah kurva GZ (A2) pada sudut GZ maksimum $\geq 0.028 \text{ m.rad}$

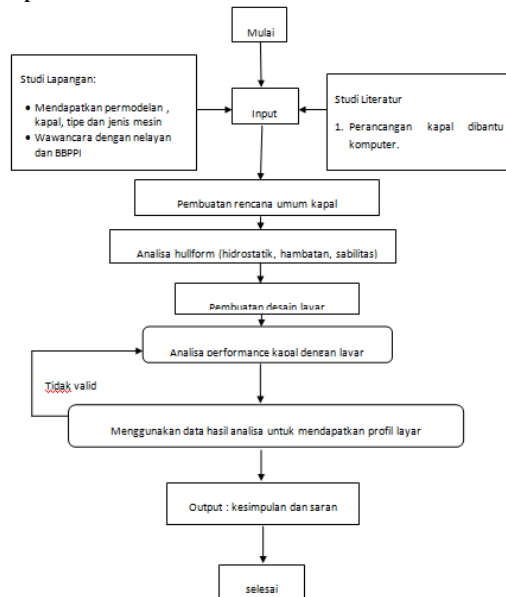
2.6 Computational Fluid Dynamic (CFD)

Secara definisi, CFD adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan – persamaan matematika (model matematika). Pada dasarnya, persamaan – persamaan pada fluida dibangun dan dianalisis berdasarkan persamaan – persamaan diferensial parsial (PDE = *Partial differential Equation*) yang

merepresentasikan hukum – hukum konservasi massa, momentum dan energi.

3. Metodologi Penelitian

Metode yang dipakai untuk penyelesaian tugas akhir ini secara lengkap dapat dilihat pada gambar dibawah dengan tahapan – tahapan seperti berikut :



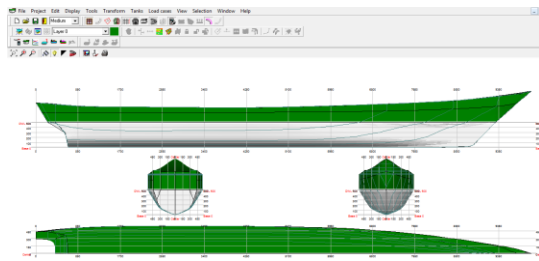
Gambar 3. Flow Chart Metodologi Penelitian

4. Perhitungan dan Analisa

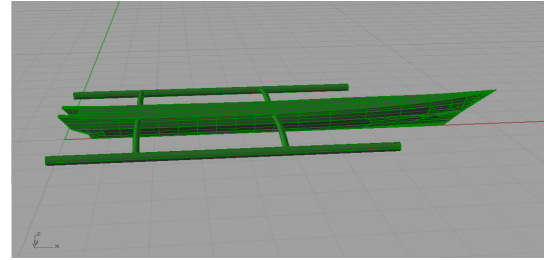
4.1 Permodelan Perahu Katir

Data ukuran utama kapal :

- Length Over All (LOA) : 10,00 m
- Length of Water Line (Lwl) : 9,20 m
- Beam (BOA) : 1,10 m
- Depth (H) : 0,85 m
- Design Draft (T) : 0,50 m



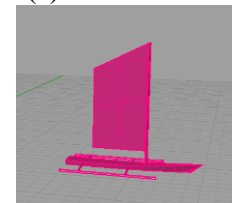
Gambar 4. Linesplan lambung perahu katir menggunakan Delftship



Gambar 5. Permodelan kapal menggunakan Rhinoceros



(a) (b)

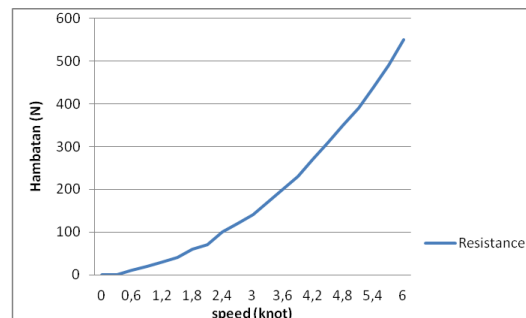


(c)

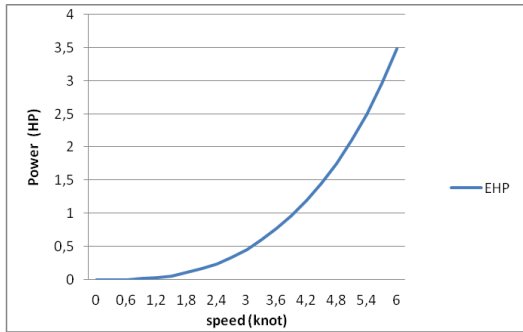
Gambar 6. Permodelan kapal menggunakan variasi layar (a) persegi panjang, (b) segitiga, dan (c) trapesium

4.2 Perhitungan Hambatan Kapal Awal

Perhitungan hambatan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak (*software*), metode yang dipilih untuk menghitung hambatan adalah metode *Holtrop*. Perhitungan hambatan dilakukan pada beberapa variasi kecepatan.

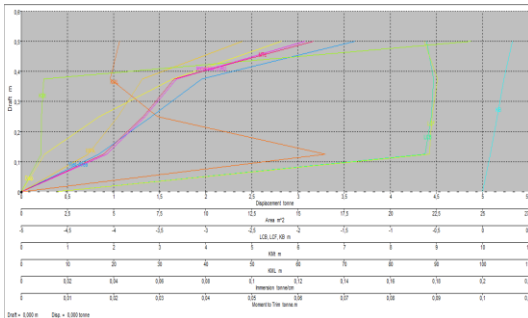


Gambar 7. Grafik nilai Resistance

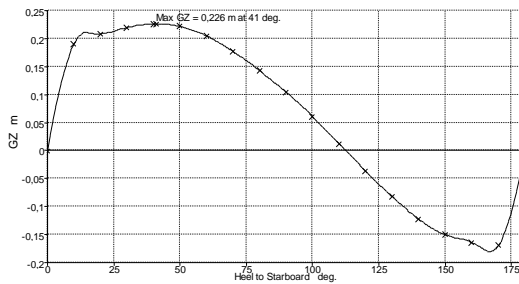


Gambar 8. Grafik nilai EHP

4.3 Perhitungan Hidrostatik dan Stabilitas Awal



Gambar 9. Kurva Hidrostatik Lambung perahu katir



Gambar 10. Diagram Stabilitas perahu cadik sebelum ada Layar

4.4 Hasil Simulasi CFD

Setelah itu dilakukannya proses *meshing* dengan menentukan *grid independence*, dilanjutkan ke tahap *pre-processor* untuk memasukkan kondisi batas, kemudian masuk ke tahap *post-processor* untuk melihat hasil dari simulasi. Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai L (*Lift*) dan D (*Drag*) dari simulasi CFD

variasi layar	Sudut Angin (Deg)	Gaya Lift (N)	Gaya Drag (N)
Persegi Panjang	0 ⁰	46,78	1,61
	30 ⁰	284,2	432
	60 ⁰	398,9	201
segitiga	90 ⁰	466,235	26
	0 ⁰	45,2	6,31
	30 ⁰	321,4	502,66
Trapeسيوم	60 ⁰	558,26	278,2
	90 ⁰	651,14	43,1
	0 ⁰	41,4	1,52
	30 ⁰	291,7	450,6
	60 ⁰	530,8	273,6
	90 ⁰	625,397	34,97

Tabel 2. Nilai L (*Lift*) dan D (*Drag*) dari simulasi CFD

Variasi layar	Sudut Angin	CL	CD
Persegi Panjang	0	0,03	0,00
	30	0,19	0,29
	60	0,27	0,14
segitiga	90	0,31	0,02
	0	0,03	0,00
	30	0,22	0,34
Trapeسيوم	60	0,38	0,19
	90	0,44	0,03
	0	0,03	0,00
	30	0,20	0,30
	60	0,36	0,18
	90	0,42	0,02

4.5 Pembahasan

4.5.1 Kontribusi Layar dengan CFD

Data *output* dari simulasi atau permodelan layar pada CFD adalah data – data gaya lift dan drag layar. Besarnya nilai gaya dorong (*driving force*) dan (*heeling force*) akibat gaya aerodinamis layar, dapat diketahui dengan memasukkan gaya – gaya *lift* dan *drag* kedalam tabel 3.

Tabel 3. Nilai *driving force* dan *heeling force*

variasi layar	Sudut Angin	Gaya Lift (N)	Gaya Drag (N)	FR (N)	FH (N)
Persegi Panjang	0	46,78	1,61	-1,61	46,78
	30	284,20	432,00	-229,42	460,41
	60	398,90	201,00	242,55	372,31
segitiga	90	466,24	26,00	466,24	26,00
	0	45,20	6,31	-6,31	45,20
	30	321,40	502,66	-271,59	527,73
Trapesium	60	558,26	278,20	341,00	518,38
	90	651,14	43,10	651,14	43,10
	0	41,40	1,52	-1,52	41,40
	30	291,70	450,60	-241,67	476,16
	60	530,80	273,60	319,69	500,70
	90	625,40	34,97	625,40	34,97

Akibat adanya gaya dorong kapal (*driving force*), maka hal ini akan menguntungkan dari segi kontribusi kecepatan kapal. Kecepatan kapal akan bertambah sesuai dengan tingkat kontribusi (*driving force*) layar terhadap kecepatan. Langkah untuk menghitung kontribusi kecepatan adalah sebagai berikut :

1. Besarnya gaya dorong kapal dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2). Untuk mendapatkan nilai T berdasarkan persamaan (2), maka terlebih dahulu harus dicari nilai t (*thrust deduction factor*). Nilai t dicari dengan menggunakan persamaan (3) karena kapal ini menggunakan baling-baling kembar. Koefisien *prismatic* untuk kapal ini adalah 0,78, sehingga diperoleh nilai t untuk perhitungan *thrust* adalah $t = 0,5 \times 0,78 - 0,12 = 0,27$

Nilai T dicari untuk setiap besarnya nilai hambatan, mulai dari kecepatan 4 knot (2,06 m/s) hingga 12 knot (6,17 m/s).

2. Akibat adanya pemasangan layar, maka akan memberikan tambahan gaya dorong. Besarnya gaya dorong ditambahkan dengan nilai gaya dorong ditambahkan dengan nilai gaya dorong kapal (T+Fr)
3. Setelah itu, dapat dicari besarnya nilai hambatan yang baru berdasarkan persamaan (2). Nilai hambatan yang baru (Rt baru) = (T+Fr) x (1-t)
4. Selain memberikan kontribusi gaya dorong (*driving force*), pemasangan layar juga memberikan tambahan nilai

hambatan dari gaya *drag* (*heeling force*). Sehingga besarnya nilai hambatan baru harus ditambah nilai F_H (Rt baru + F_H).

Besarnya nilai hambatan setelah dipasang layar, dapat dilihat pada tabel 5. Nilai hambatan ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai hambatan kapal sebelum dipasang layar.

Tabel 4. Nilai hambatan total setelah dipasang layar (a) Persegi panjang, (b) segitiga, dan (c) trapesium

speed (Knt)	Angle of attack			
	0°	30°	60°	90°
4	288,94	536,27	792,71	609,68
5	422,27	669,60	926,04	743,02
6	595,60	842,94	1099,37	916,35
7	798,94	1046,27	1302,71	1119,68
8	1022,27	1269,60	1526,04	1343,02
9	1245,60	1492,94	1749,37	1566,35
10	1502,27	1749,60	2006,04	1823,02
11	1785,60	2032,94	2289,37	2106,35
12	2075,60	2322,94	2579,37	2396,35

(a)

speed (Knt)	Angle of attack			
	0°	30°	60°	90°
4	283,93	572,81	1010,65	761,77
5	417,26	706,14	1143,98	895,10
6	590,59	879,48	1317,31	1068,43
7	793,93	1082,81	1520,65	1271,77
8	1017,26	1306,14	1743,98	1495,10
9	1240,59	1529,48	1967,31	1718,43
10	1497,26	1786,14	2223,98	1975,10
11	1780,59	2069,48	2507,31	2258,43
12	2070,59	2359,48	2797,31	2548,43

(b)

speed (Knt)	Angle of attack			
	0°	30°	60°	90°
4	283,62	543,08	977,40	734,84
5	416,96	676,41	1110,73	868,18
6	590,29	849,75	1284,07	1041,51
7	793,62	1053,08	1487,40	1244,84
8	1016,96	1276,41	1710,73	1468,18
9	1240,29	1499,75	1934,07	1691,51
10	1496,96	1756,41	2190,73	1948,18
11	1780,29	2039,75	2474,07	2231,51
12	2070,29	2329,75	2764,07	2521,51

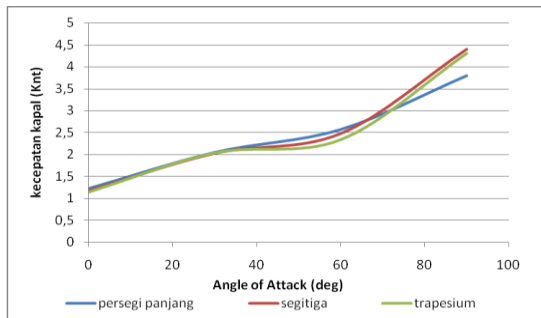
(c)

Untuk mengetahui tingkat kontribusi layar terhadap kecepatan yakni dengan membandingkan besarnya nilai hambatan pada saat kapal kecepatan dinas kapal. Dan

dengan besarnya gap tersebut merupakan kontribusi kecepatan dari layar.

Tabel 5. Kontribusi kecepatan setiap variasi layar.

Angle of Attack	Kecepatan Kapal (Knot)		
	Persegi panjang	Segitiga	Trapesium
0°	1,23	1,18	1,15
30°	2,05	2,03	2,04
60°	2,57	2,48	2,34
90°	3,79	4,4	4,3



Gambar 11. Kontribusi kecepatan setiap variasi layar

4.6 Pengaruh Layar terhadap Konsumsi BBM

Hasil perhitungan saat menggunakan mesin sebelum adanya penambahan layar menunjukkan :

1. Lamanya operasi mesin untuk aktivitas PP + saat di *fishing ground* = (24 + 8) sea mile : 10 knot = 3,2 jam
2. Konsumsi bbm yang digunakan sebesar 3,2 jam x 7,7 liter = 24,64 liter

Tabel 6. Penghematan BBM akibat penambahan layar

Angle of Attack	penghematan BBM (liter)		
	Persegi panjang	Segitiga	Trapesium
0	2,02	1,95	1,91
30	3,14	3,12	3,13
60	3,78	3,67	3,50
90	5,08	5,65	5,56

4.7 Simulasi Stabilitas dengan Wind Pressure setelah Penambahan Layar

Akibat adanya pemasangan layar, perhitungan teknis terhadap stabilitas kapal perlu dilakukan kembali. Kriteria stabilitas utuh kapal ini dapat mengacu pada peraturan *multihull (IMO regulation MSC.36(63) HSC Code Anex 7)*

Hasil perhitungan stabilitas kapal setelah dipasang layar dapat dilihat :

Tabel 7. Nilai stabilitas total setelah dipasang layar (a) Persegi panjang, (b) segitiga, dan (c) trapesium

No	kriteria	Anex 7 Multihulls	Unit	Kondisi				Status
				0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	
1	Area 0 to 30	3,151	m.deg	3,129	3,129	3,129	3,129	Fail
2	Angle of maximum GZ	10	deg	12	12	12	12	Pass
3	Angle of Equilibrium		deg					Pass
4	wind heeling	16	deg	0,5	4,6	3,7	0,3	Pass

(a)

No	kriteria	Anex 7 Multihulls	Unit	Kondisi				Status
				0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	
1	Area 0 to 30	3,151	m.deg	3,678	3,678	3,678	3,678	Pass
2	Angle of maximum GZ	10	deg	13	13	13	13	Pass
3	Angle of Equilibrium		deg					Pass
4	wind heeling	16	deg	0,3	3,5	3,4	0,3	Pass

(b)

No	kriteria	Anex 7 Multihulls	Unit	Kondisi				Status
				0 deg	30 deg	60 deg	90 deg	
1	Area 0 to 30	3,151	m.deg	3,213	3,213	3,213	3,213	Pass
2	Angle of maximum GZ	10	deg	12	12	12	12	Pass
3	Angle of Equilibrium		deg					Pass
4	wind heeling	16	deg	0,4	4,5	4,7	0,3	Pass

(c)

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pemasangan layar sebagai alat penggerak bantu perahu motor tempel katir, maka didapatkan besarnya kontribusi penambahan kecepatan dari layar segitiga sebesar 4,4 knot atau sebesar 44%, trapesium 4,3 knot atau 43% dan persegi panjang 3,79 knot atau 37,9% pada saat kecepatan angin 10 knot dan kecepatan dinas kapal 10 knot pada *angle of attack* 90°.

Penghematan BBM juga dapat dilakukan dengan adanya penambahan layar, yakni layar segitiga 5,65 liter atau 22,93 %, trapesium 5,56 liter atau 22,56% dan persegi panjang 5,08 liter atau 20,12 % pada *angle of attack* 90°.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas

akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) seperti pengujian lapangan mengenai layar yang sebenarnya dengan harapan dapat menghasilkan data-data yang lebih riil sehingga kajian optimalisasi *hullform* dan stabilitas serta semakin maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahaya P, dan Tutut, *Analisis Pengaruh Bentuk Layar terhadap Kontribusi Kecepatan yang dihasilkan oleh KM. Belitung dengan simulasi CFD* . Surabaya ; ITS
- [2] Marhaj, J D, 1982. *Sailing Theory and Practice 2nd Edition*, Granada Publishing, London, UK
- [3] Rahmi T.A (2013). *Usaha Perikanan Tagkap Skala Kecil di Sadeng DIY*. Bogor ; IPB
- [4] Zakki A.F, dan Sasmitohadi E. (2006). *Studi Perancangan Desain Layar pada Perahu Motor Tempel Untuk Mngurangi Konsumsi BBM dalam operasi penangkapan ikan*, Laporan Kegiatan. Semarang ; Undip