KONFIGURASI KAPAL IKAN KATAMARAN BERPENGGERAK KOMBINASI MESIN DAN LAYAR

P.I. Santosa[1)]
[1)] Jurusan Teknik Perkapalan - Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: mpic.pramudya@gmail.com

ABSTRACT

In the field of shipping, consumption of fossil fuel is quite large, especially as fuel to drive ship-engines. The high fuel price is not at all beneficial to the shipping industry and fishermen as users of ship-engines. The use of fuel for ship-engines is not only uneconomical but also environmentally unfriendly. The more expensive fuel is anticipated by the reuse of sail in the form of Engine-sail Vessels (ESV) as Fishing Vessels. This paper presents a study on the efficient use of fuel in ESV as a driver that does not utilize fuel to develop of environmentally friendly fishing vessels.There is a potential saving in the use of fuel 70% when compared with conventional ship-engines only.
Keywords: *Fishing vessel, Engine-sail Vessels, Wind Energy, Efficiency*

ABSTRAK

bidang perkapalan, konsumsi pemakaian bahan bakar fosil cukup besar terutama bahan bakar minyak (bbm) sebagai bahan bakar untuk menggerakkan mesin kapal. Tingginya harga bbm sama sekali tidak menguntungkan industri pelayaran dan nelayan sebagai pengguna kapal bermotor. Penggunaan bbm untuk kapal bermotor bukan saja tidak ekonomis lagi akan tetapi juga tidak ramah dengan lingkungan. Semakin mahalnya bbm diantisipasi dengan penggunaan kembali layar dalam bentuk Kapal Layar Mesin (KLM) yang diaplikasikan sebagai Kapal ikan. Paper ini menyajikan studi tentang efisiensi penggunaan bbm pada KLM sebagai penggerak kapal yang tidak memanfaatkan BBM yang sesuai untuk pengembangan kapal ikan ramah lingkungan. Ada potensi penghematan pemakaian bbm sebesar 70% jika dibandingkan dengan kapal yang berpenggerak mesin saja.

Kata kunci: kapal ikan, Kapal Layar Mesin, Energy angin, Efisiensi.

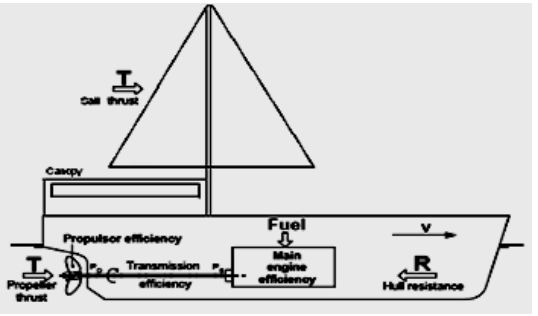
PENDAHULUAN

Misi dari sebuah kapal ikan adalah melakukan penangkapan ikan dari laut untuk mendapatkan ikan yang memenuhi kualitas dengan cara-cara yang sesuai dan mengantar ikan tersebut ke darat atau ke kapal lain untuk proses selanjutnya. Saat ini, hasil tangkapan kapal ikan tersebut menyuplai kebutuhan pangan sehari-hari dan menopang ketahanan pangan bagi berjuta-juta manusia di dunia ini [1].

Dari aktifitas penangkapan ikan tersebut berdampak pada adanya kenaikan tingkat polusi udara (seperti: CO_2, SO_2 and NO_X) di atmosfir terutama pada kapal ikan yang menggunakan mesin diesel berbahan bakar minyak fosil. Dampak yang diberikan dari aktifitas tersebut merupakan salah satu permasalahan di dunia yang sangat penting untuk dicarikan solusinya sehingga kapal-kapal ikan yang beroperasi di dunia ini menjadi kapal ikan yang ramah lingkungan [2].

Secara umum, operasional dari sebuah kapal ikan senantiasa dikaitkan dengan persoalan ekonomi dan lingkungan. Faktor ekonomi adalah biaya bahan bakar, sedangkan mengenai faktor lingkungan adalah berkaitan dengan tingkat polusi yang dihasilkan. Persoalan ekonomi dan kuatnya tekanan lingkungan memaksa perancang dan pemilik kapal untuk menciptakan kapal yang lebih efisien sehingga meminimalkan penggunaan tenaga penggerak kapal. Pengurangan besarnya tenaga penggerak kapal (dan kebutuhan bbm) dapat dipenuhi sejak tahap desain kapal

yaitu dengan menciptakan desain lambung dan sistem propulsi yang lebih efisien serta aktivitas operasional kapal termasuk pengoperasian kapal, seperti: Kapal Layar Mesin (KLM) [3].



Gambar 1. Konfigurasi Kapal Layar Motor (KLM), [1].

Gambar 1. memperlihatkan konfigurasi kapal dengan penggerak mesin-layar. Konsep konversi energy pada konfigurasi kapal tersebut adalah mengubah energy fosil (bbm) dan energy angin menjadi gaya dorong yang dibutuhkan kapal melalui baling-baling (mesin) dan layar. Gaya dorong (*thrust*, *T*) yang terjadi dihasilkan dari satu atau beberapa sumber penggerak kapal tersebut bekerja secara bergantian atau bersama-sama dikenal sebagai sistem hybrid [1].

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Gerakan Kapal (*Ship Moving Theory*)

Kapal dapat bergerak maju ke depan dikarenakan adanya gaya dorong (*thrust*) yang cukup untuk melawan hambatan kapal (*ship resistance*) pada kecepatan dinas tertentu [4]. Berdasarkan konsep di atas, maka persyaratan kapal dapat bergerak adalah

$$T \geq R_T \qquad \text{atau} \qquad T - R_T \geq 0 \tag{1}$$

dimana: T adalah Gaya Dorong (kN), R_T adalah Hambatan Kapal (kN)

Hambatan Kapal (*Resistance*)

Hambatan total kapal (R_T) dihitung menurut Persamaan (2) dimana ρ adalah massa jenis air laut, C_T adalah koefisien hambatan total, *WSA* adalah luas permukaan basah, dan *V* adalah kecepatan kapal, [4].

$$R_T = \frac{1}{2}\rho\, C_T\,(WSA)\, V^2 \tag{2}$$

Gaya Dorong (*thrust*)

Gaya dorong *(T)*adalah energi atau gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dan dapat diekspresikan sebagai Persamaan (3), [4].

$$\text{Gaya Dorong } (T) = R_T/(1\text{-}t) \tag{3}$$

dimana: *t* adalah *thrust deduction factor* untuk *twin screw*, [3].

$$t = k_R \,.\, wt \tag{4}$$

dimana: k_R adalah 0.5 untuk thin rudder.

$$wt = -0.0458+0.3745C_B^2+0.1590D_w-0.8635Fr+1.4773Fr^2$$

$$D_w = \frac{B}{\nabla^{1/3}}\sqrt{\frac{\nabla^{1/3}}{D}}$$

Untuk menggerakkan dirinya, gaya dorong (thrust, *T*) yang dihasilkan melalui baling-baling (*propeller*) dan layar (*sail*) harus lebih besar daripada tahanan total kapal (R_T) yang ada, secara matematis diekspresikan pada persamaan (5), [4].

$$T\ propeller + T\ sail \geq R_T \quad (5)$$

$$\text{Gaya dorong propeller, } T\ propeller = K_T.\rho.n^2.D^4 \quad (6)$$

dimana:

$$\text{Gaya dorong layar, } T\ sail = q\ .\ As \quad (7)$$

dimana: Dynamic wind pressure (q) = ½ x ρ x £ x V_w^2 (ton/m^2), Air mass density (ρ) = γ/g,
Weight per unit volume (γ) = 1.2265 t/m^3, g = 9.81ms^{-2}, £ = koefisien tekanan angin. (1.1), V_w= kecepatan angin, *As* = luas layar.

Tenaga Penggerak (*powering*)

Mesin konvensional adalah penggerak utama kapal yang bekerjanya dengan cara mengkonversi energi bahan bakar untuk memutar baling-baling sehingga menghasilkan gaya dorong (*thrust*) yang cukup untuk melawan hambatan kapal (*ship resistance*) pada kecepatan dinas tertentu. Salah satu metode pembagian tenaga yang paling mendasar pada tenaga penggerak konvensional ini adalah membedakan antara *effective power (P_E)* yang diperlukan untuk menggerakkan kapal dan *power delivered (P_D)* pada unit penggerak kapal, [4].
Formulasi yang dipakai menurut [4], adalah sebagai berikut:

$$\text{Effective power (PE)} = R_T \text{ x } V_s \quad (8)$$

$$\text{Delivered power (PD)} = PE/\ Hd \quad (9)$$

$$\text{Quasi propulsive coefficient } (\eta D) = \eta P.\ \eta H.\ \eta R \quad (10)$$

$$\text{Service power (Ps)} = PD/\ \eta T \quad (11)$$

dimana: harga ηT 0.98 dengan gearbox, 0.95 tanpa gearbox

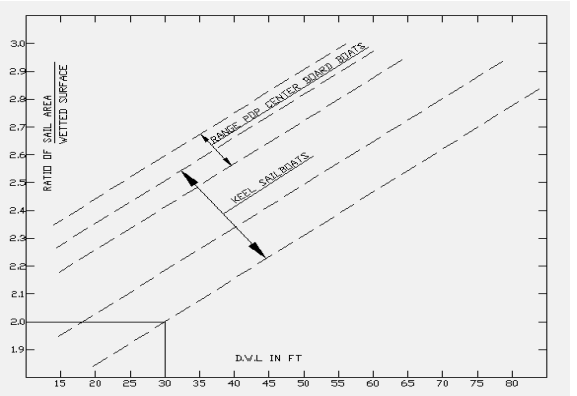
$$\text{Installed power (PI)} = Ps + \text{Margin} \quad (12)$$

Margins (*roughness*, *fouling*, *weather*) 15 – 20% tergantung rute pelayaran.

Layar adalah salah satu alat propulsi tanpa baling-baling pada kapal yang dapat bekerja karena adanya gaya angin (menangkap angin) pada permukaan layar, sehingga menghasilkan gaya dorong (*drifting force*) pada kapal dengan kecepatan tertentu. Layar merupakan salah satu alat propulsi pada kapal. Sebagaimana alat propulsi yang lain seperti propeller, maka layar diusahakan untuk menghasilkan gaya dorong yang optimal, agar menghasilkan kecepatan kapal yang maksimal. Gaya-gaya yang Bekerja pada Kapal Layar, pada saat kapal bergerak dikarenakan adanya gaya dorong (*thrust*) dari propeller ataupun layar akan timbul gaya angkat (*lift*) yang akan mengangkat lambung dari air. Selain itu juga hambatan yang disebabkan karena adanya layar (*aerodynamic resistance of the sail*) merupakan gaya-gaya yang bekerja pada kapal layar, [5].

Penentuan Luas Layar, hampir secara keseluruhan kapal layar mempunyai harga perbandingan luas layar (*As*) dengan luas permukaan basah (WSA) adalah antara 2.0 and 2.5. Perbandingan luas layar (*As*) dengan luas permukaan basah (*WSA*) biasa dikenal sebagai *sail ratio* (*SR*), [6]. Ada cara lain menurut]7], dimana penentuan *SR* tergantung dari *LWL* kapal dengan menggunakan grafik yang diperlihatkan pada Gambar 2.

Gambar 2. memperlihatkan grafik hubungan SR dengan LWL yang bisa dipergunakan untuk merencanakan layar dengan batasan LWL 15 – 80 feet atau 5 – 25 m.



Gambar 2. Grafik hubungan SR dengan LWL

Kapal Ikan

Secara umum pola operasional normal kapal ikan menurut [9], adalah sbb:a) Kapal berangkat dan beroperasi diwilayah pelabuhan / dermaga (*Depature from port*), b) Kapal menuju ke lokasi *fishing ground (Outward bound)*, c) Kapal tiba di lokasi *fishing ground* dan melakukan penangkapan ikan (*On fishing ground*), d) Saat kapal meninggalkan lokasi *fishing ground* menuju pelabuhan (*Homeward bound*:), e) saat kapal tiba di pelabuhan dan sandar di pelabuhan (*Arrival at Port*).

Dalam operasionalnya sebuah kapal ikan harus benar-benar aman (*very seaworthy indeed*), pada cuaca burukpun kapal tersebut harus bekerja. Semua pekerjaan yang ada di kapal ikan harus dilakukan dengan cepat, mulai dari proses penangkapan sampai pengolahan hasil tangkapan merupakan fungsi daripada waktu. Proses penangkapan yang lamban menyebabkan ikan-ikan pada lari semua (migrasi), sedangkan proses pengolahan hasil tangkapan yang lamban menyebabkan ikan-ikan rusak / busuk, [1].

MATERI DAN HASIL

Penelitian ini bersifat melanjutkan penelitian yang pernah dilakukan [3]. Semua materi data dan informasi menggunakan hasil penelitian terdahulu untuk mendukung saintifik/akademik dan aplikasinya.

Gambar 3. Pengujian Hambatan, [3]

Tabel 1. Dimensi Kapal, [3]

Parameter	*Catamaran*	*Demihull*
LWL (m)	14.5	14.5
B (m)	7.118	1.318
H (m)	1.44	1.44
D (m)	0.694	0.694
C_B	0.434	0.434
Displ. (ton)	11.8	5.9

Gambar 3. Memperlihatkan Pengujian Hambatan Model Lambung katamaran melalui eksperimen di kolam uji hidrodinamika yang pernah dilakukan, sedangkan Tabel 1 memperlihatkan data dimensi kapal sebagai pemodelannya.

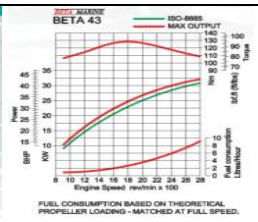
Tabel 2. Hasil eksperimen, [3].

Run No.	V (knots)	Fr	Catamaran Resistances (kN)		
			S/L=0.2	S/L=0.3	S/L=0.4
1	5.788	0.250	1.821	1.659	1.659

2	6.218	0.268	2.141	1.851	2.061
3	6.677	0.288	2.443	2.239	2.348
4	7.051	0.304	2.852	2.678	2.947
5	7.560	0.326	3.460	3.568	3.547
6	8.032	0.347	4.467	3.954	3.766
7	8.384	0.362	4.844	4.345	4.341
8	8.818	0.380	5.149	4.790	4.662
9	9.233	0.398	5.807	5.592	5.515
10	9.813	0.423	7.101	6.448	6.138

Tabel 2 memperlihatkan hasil eksperimen tahanan katamaran di towing tank. Selanjutnya, dari data ini akan dikembangkan sebagai dasar untuk merancang konsep kapal ikan katamaran dengan penggerak kombinasi mesin dan layar, [1], [8].

Hasil perhitungan *Powering* didapat: Effective power (P_E) 32.435 kW, quasi-propulsive coefficient (η_D) 0.664, delivered power (P_D) 50.21 kW, transmission losses (η_T) 0.98 tanpa gearbox, service power (P_s) 51.235 kW dan installed power (P_I) sebesar 60 kW dengan total efficiency *(PE/PI)* adalah sebesar 54% . Spesifikasi mesin yang dipergunakan 2 x 43 hp atau 2 x 30 kW seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Type : Beta Marine
Power engine : 43 hp max at 2,800 rev/min
Fuel consumption:10 Lt /hr (at continuous Ratting)
Dimensi Mesin : Panjang : 978 mm, Lebar: 622 mm,
Tinggi:740 mm, Weight : 243 Kg

Gambar 4. Spesifikasi mesin,[1].

Hasil penentuan luas Layar: untuk kapal dengan LWL 14.5 m (47.56 feet) didapat sekitar 125 m^2
Hasil perhitungan Gaya Dorong: didapatkan sebesar 6.685 kN dengan harga thrust deduction factor (*t)* sebesar 0.038. Gaya dorong Propeller (T_p) tercapai pada kecepatan servis kapal (*Vs*) sebesar 9.8 knots sedangkan Gaya dorong layar (T_S) tercapai pada kecepatan angin (*Va*) sebesar 19.2 knots.

Hasil perhitungan diatas selanjutnya dipakai untuk membuat *Grafik Kurva Hybrid* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5. Kurva ini dapat dipergunakan untuk menghitung efisiensi KLM.

DISKUSI

Kecepatan dinas (*Vs*) pada kapal ikan menjadi persyaratan yang utama karena kapal ikan harus sampai ditempat penangkapan ikan (*fishing ground*) secepat mungkin agar tidak kehilangan waktu yang tepat untuk menangkap ikan. Kapal ikan ini dalam operasionalnya berlayar dengan kecepatan servis sekitar 9.8 knots. Pada kecepatan ini kapal tersebut akan mengalami gaya hambat (*RT*) sebesar 6.423 kN dengan kebutuhan gaya dorong (*Treq*) sebesar 6.685 kN. Untuk memenuhi kebutuhan gaya dorong tersebut disuplai dari pendorong propeller (*Tp*) dengan mesin 2x30 kW dan layar *(Ts)* dengan luas (As) 125 m^2. Pemilihan kecepatan dinas

disesuaikan dengan pola operasional kapal ikan itu sendiri. Ketika kapal beroperasi diwilayah pelabuhan/dermaga (*depature from port*) dalam keadaan muatan kosong, kapal hanya akan menggunakan kecepatannya sekitar 2 sampai dengan 3 knots saja. Pada saat ini penggunaan mesin dan layar secara bergantian sangat disarankan. Saat kapal menuju ke lokasi *fishing ground* (*outward bound*) dalam keadaan muatan kosong dan setelah kapal berada di laut lepas akan menggunakan kecepatan dinas penuh 9.8 knots, karena kapal ikan harus sampai di *fishing ground* sesuai dengan waktu yang direncanakan (tepat waktu) dengan menggunakan mesin dan layar secara bersamaan. Saat kapal tiba di lokasi *fishing ground* dalam keadaan muatan kosong dan selanjutnya melakukan operasional menangkap ikan di *fishing ground* akan cenderung menggunakan kecepatannya sekitar 4 sampai dengan 7 knots karena set up peralatan tangkap memerlukan waktu yang agak cepat dan kalau tidak cepat dikawatirkan ikannya pada lari semua. Pada saat ini penggunaan mesin dan layar secara bersamaan/bergantian sangat disarankan tergantung situasinya.Saat kapal meninggalkan lokasi *fishing ground* (*homeward bound*) menuju pelabuhan dalam keadaan muatan penuh dengan hasil tangkapan, Pemenuhan gaya dorong dihasilkan dari penggunaan mesin dan layar secara bersamaan untuk mencapai kecepatan dinas 9.8 knots. Dan ketika kapal tiba di pelabuhan (*arrival at Port*), kapal hanya menggunakan kecepatannya sekitar 2 sampai dengan 3 knots saja dengan menggunaan mesin dan layar secara bergantian.

Pemanfaatan energi angin untuk menggerakkan KLM dengan kecepatan dinas *Vs* 9.8 knots dibutuhkan kecepatan angin *Va* sebesar 19.2 knots untuk menghasilkan gaya dorong *T* sebesar 6.685 kN. Jika nilai ekonomis dari penggunaan energi angin ini disetarakan dengan nilai ekonomis dari penggunaan energi fosil, maka untuk menghitung efisiensi KLM dan bagaimana sistem hybrid pada KLM ini bekerja akan dijelaskan secara detail dalam bentuk studi kasus berikut:

Studi kasus 1

Kapal ikan menggunakan tenaga penggerak hybrid (mesin, layar) dan beroperasi dengan kecepatan servis ***Vs*** 9.8 kts. Ketika sedang beroperasi angin laut bertiup dengan kecepatan ***Vw*** 12 knots. Hitung hal berikut dengan menggunakan Kurva Hybrid dan data property mesin:

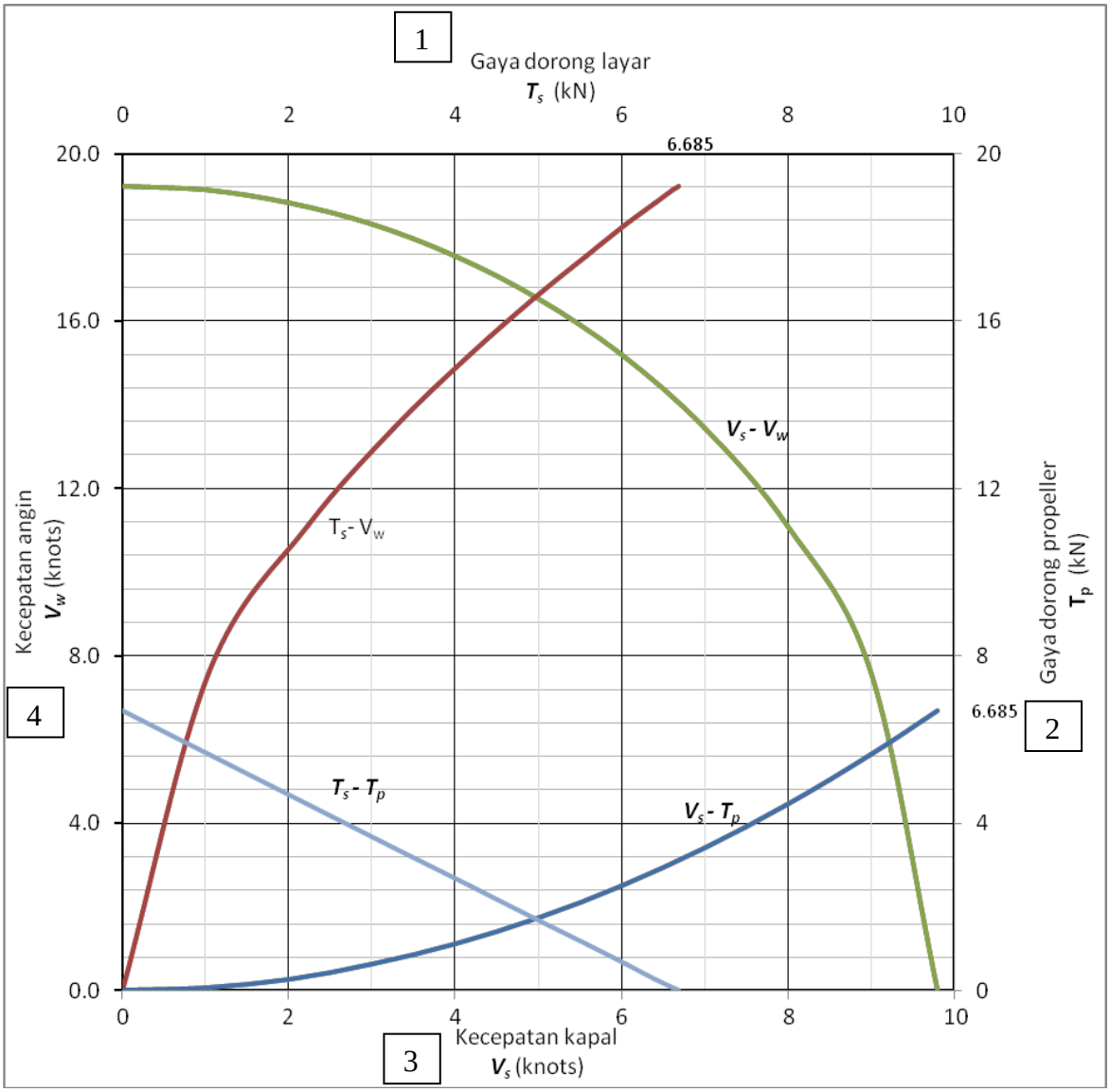
a. Berapa Gaya dorong yang dihasilkan oleh Layar Ts?
b. Berapa Gaya dorong yang dihasilkan oleh Propeler Tp?
c. Berapa kontribusi Propeller pada *Vs* sehingga kapal tetap beroperasi dengan kecepatan servis *Vs* 9.8 kts?
d. Berapa konsumsi bbm *Fc*?

Aplikasi penggunaan Grafik Kurva Hybrid (lihat Gambar 6.):

Dari sumbu [4] pada harga V_w 12 kts tarik garis horizontal [a] memotong Grafik T_s - V_w dan Grafik V_s - V_w, selanjutnya dari perpotongan tersebut tarik garis vertikal [b] dan [c]
Dari perpotongan garis [b] dengan Grafik T_s - T_p tarik garis horizontal [d].

Dari hasil pembacaan Grafik Kurva Hybrid didapat:

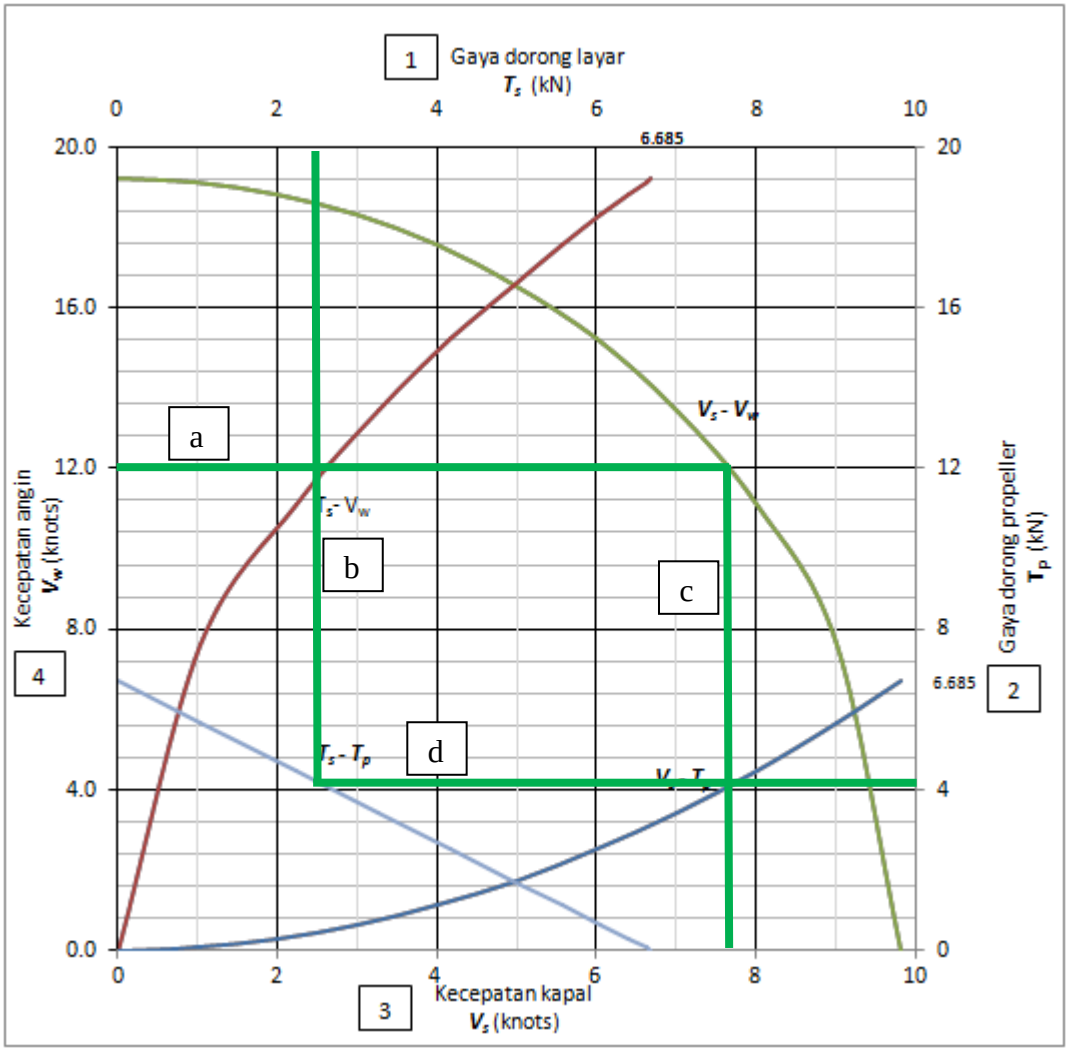
1) Garis [b] dengan sumbu [1] didapat harga T_s sebesar 2.4 kN
2) Garis [c] dengan sumbu [3] didapat harga V_s sebesar 7.67 kts
3) Garis [d] dengan sumbu [2] didapat harga T_p sebesar 4.285 kN



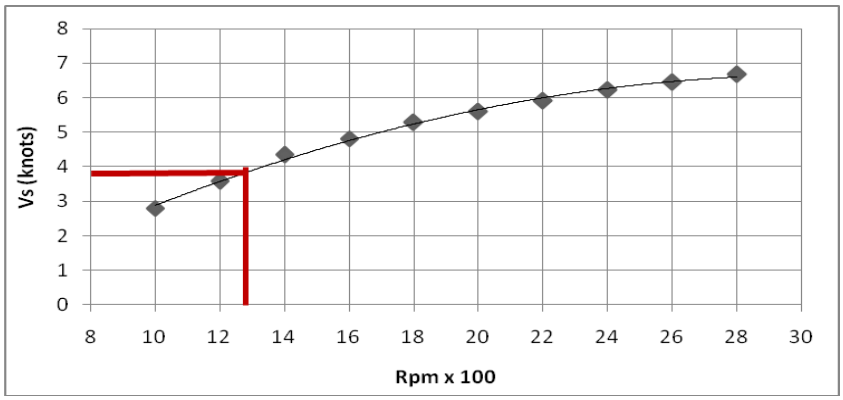
Gambar 5. Grafik Kurva Hybrid KLM

Keterangan gambar 5:

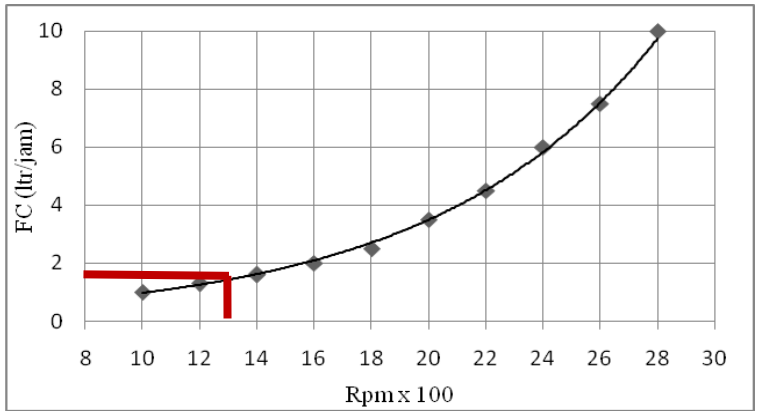
NO	SUMBU	HUBUNGAN GRAFIK
1	Sumbu 1 adalah T_s Gaya dorong layar (kN),	Grafik $T_s - T_p$ menggunakan Sumbu 1 dan Sumbu 2
2	Sumbu 2 adalah T_p Gaya dorong propeller (kN)	Grafik V_s - V_w menggunakan Sumbu 3 dan Sumbu 4
3	Sumbu 3 adalah V_s Kecepatan kapal (knots)	Grafik $V_s - T_p$ menggunakan Sumbu 3 dan Sumbu 2
4	Sumbu 4 adalah V_w Kecepatan angin (knots)	Grafik T_s - V_w menggunakan Sumbu 1 dan Sumbu 4



Gambar 6. Aplikasi Grafik Kurva Hybrid



Gambar 7. Grafik Hubungan *Rpm-Vs*



Gambar 8. Grafik Hubungan *Rpm-FC*

Dengan menggunakan Gambar 7: Pada putaran mesin sebesar 1300 Rpm didapat harga *Vs* sebesar 7.67/2=3.835 kts.(lihat garis merah). Dengan menggunakan Gambar 8: Pada putaran mesin sebesar 1300 Rpm didapat harga konsumsi bbm ***FC*** sebesar 1.8 ltr/jam/mesin atau 3.6 ltr/jam (lihat garis merah).

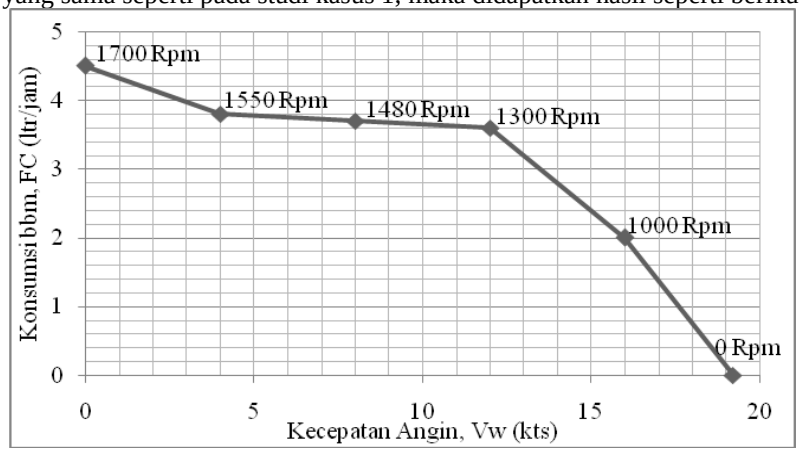
Hasil yang didapatkan pada studi kasus 1: Pada kec. angin $\boldsymbol{V_w}$ 12 kts menghasilkan gaya dorong layar $\boldsymbol{T_s}$ sebesar 2.4 kN dan gaya dorong propeller $\boldsymbol{T_p}$ sebesar 4.285 kN dengan kontribusi Kec. servis kapal $\boldsymbol{V_s}$ sebesar 7.67 kts, konsumsi bbm ***FC*** sebesar 3.6 ltr/jam.

Studi kasus 2

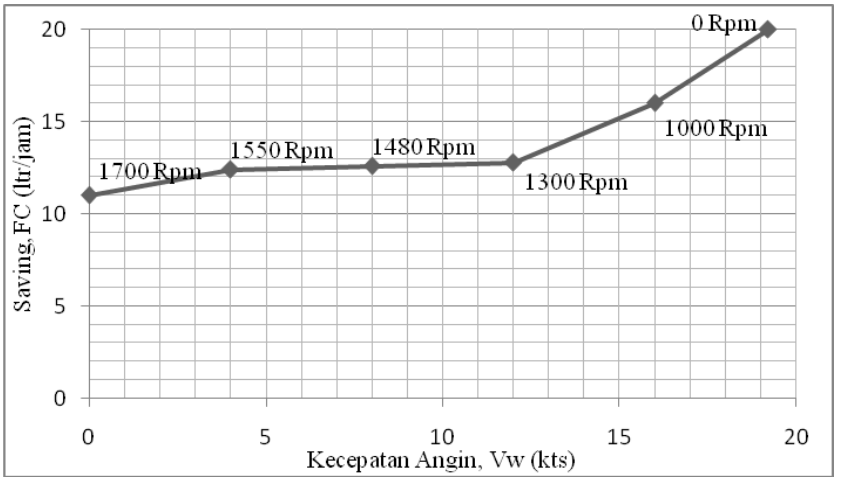
Ketika KLM sedang beroperasi angin laut bertiup dengan kecepatan bervariasi mulai dari ***Vw*** 0, 4, 8, 16, 19.2 knots. Hitung hal berikut dengan menggunakan Kurva Hybrid dan data property mesin:

a. Berapa Gaya dorong yang dihasilkan oleh Layar *Ts*
b. Berapa Gaya dorong yang dihasilkan oleh Propeler *Tp*
c. Berapa kontribusi Propeller pada *Vs* sehingga kapal tetap beroperasi dengan kecepatan servis *Vs* 9.8 kts.
d. Berapa konsumsi bbm *Fc*

Dengan cara yang sama seperti pada studi kasus 1, maka didapatkan hasil seperti berikut::



Gambar 9. Grafik Konsumsi bahan bakar KLM



Gambar10. Grafik Kehematan bbm KLM

Gambar 10 memperlihatkan Grafik Kehematan bbm KLM dengan penjelasan seperti berikut, bahwa pada *Vw* 0 kts didapatkan harga *Ts*= 0 kN, *Tp*= 6.685 kN dengan kontribusi Vs sebesar 9.8/2 = 4.9 kts pada putaran mesin sekitar 1700 Rpm dengan konsumsi bbm *FC* sebesar 4.5 ltr/jam. Sedangkan pada *Vw* 4 kts didapatkan harga *Ts*= 0.5 kN, *Tp*= 6.185 kN dengan kontribusi Vs sebesar 9.2/2 = 4.6 kts pada putaran mesin sekitar 1550 Rpm dengan konsumsi bbm *FC* sebesar 3.8 ltr/jam. Pada *Vw* 8 kts didapatkan harga *Ts*= 1.2 kN, *Tp*= 5.485 kN dengan kontribusi Vs sebesar 9/2 = 4.5 kts pada putaran mesin sekitar 1480 Rpm dengan konsumsi bbm *FC* sebesar 3.7 ltr/jam. Pada *Vw* 16 kts didapatkan harga *Ts*= 5.4 kN, *Tp*= 1.285 kN dengan kontribusi Vs sebesar 5.5/2 = 2.75 kts pada putaran mesin sekitar 1000 Rpm dengan konsumsi bbm *FC* sebesar 2 ltr/jam. Pada *Vw* 19.2 kts didapatkan harga *Ts*= 6.685 kN dengan kontribusi Vs sebesar 9.8 kts pada operasional KLM sepenuhnya memanfaatkan energi angin.

KESIMPULAN

Kapal ikan katamaran berpenggerak kombinasi Mesin dan Layar (KLM) beroperasi dengan kecepatan servis (*Vs*) 9.8 kts mampu memberikan penghematan pemakaian bbm sebesar 14.2 liter/jam dari jika dibandingkan dengan Kapal yang sama berpenggerak Mesin saja yang mengkonsumsi bbm yaitu sebesar 20 liter/jam. Ada potensi penghematan bbm sebesar 70%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pramudya IS, IKAP Utama, Wasis DA, 2017, Kapal Ikan Katamaran : Tinjauan Aspek Kebutuhan Energi, Fungsi dan Performa Kapal yang Ramah Lingkungan, Disertasi – MT093350.

[2] Korol I. and Latorre, R., 2010, Development of Eco-Friendly Fishing Vessel An ecological vehicle powered by renewable energy, EVER Monaco.

[3] Utama IKAP., Setyawan, D, Jamaluddin, A, Sugiarso, A., 2010, Development of Catamaran Fishing Vessel, IPTEK, Journal for Technology and Science, Vol.21, No.4.

[4] Molland AF., Turnock SR., Hudson DA., 2011, Ship Resistance and Propulsion – Practical Estimation of Ship Propulsive Power, ISBN:978-0-521-76052-2 Hardback, CUP, USA.

[5] Marchaj, 2003, C A, *Sail Performance, Techniques to Maximize Sail Power*, Revised Edition, ACl, London.

[6] Larson L., 2007, Principles of Yacht design, 3rd ed., ISBN-13: 9780071487696, Mc Graw Hill
[7] Kinney, F.S., 1977, Skene's Element of Yacth Design, ISBN: 071361823x, ACB Ltd, London.
[8] P.I. Santosa, I.K.A.P Utama and W.D Aryawan, 2016, *Power Estimation of HCFV Based on Voyage Profile*, International Journal of Science and Research (IJSR), ISSN (Online): 2319-7064.
[9] Hind, JA., 1982, Stability and Trim of Fishing Vessels - second edition, Fishing News Book Ltd, Farnham, Surrey, England.

Halaman ini sengaja dikosongkan