



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Engine Matching Propeller Pada Kapal Ikan Pipa Paralon Untuk Mendapatkan Sistem Propulsi Yang Optimal

Richki Khresna¹⁾, Untung Budiarto¹⁾, Good Rindo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Ri.khresna@yahoo.com, budiartountung@gmail.com, good.rindo@gmail.com

Abstrak

Kapal Ikan pipa Paralon merupakan kapal ikan dengan lambung pipa PVC pertama di Indonesia. Dengan bentuk lambung unik, kapal tersebut mengalami sebuah kendala berupa tidak tercapainya kecepatan dinas yang direncanakan sehingga diperlukan kajian ulang dalam menentukan mesin serta karakteristik propeler yang digunakan. Perhitungan untuk menentukan sistem penggerak yang optimal dapat dilakukan dengan menghitung tahanan kapal, daya mesin yang sesuai dengan tahanan tersebut, hingga menentukan karakteristik *propeller* rekomendasi. Karakteristik *propeller* diantaranya Ae/Ao , Diameter *propeller*, *Pitch* dan lain – lain. Adapun karakteristik lainnya seperti Koefisien Advance (J), *Pitch Ratio* (P/D) ditentukan dengan variasi dari nilai 0,5 hingga 1,4. Dengan karakteristik tersebut dapat dihasilkan kt , kq , efisiensi, serta daya dan kecepatan *propeller*. Dari perhitungan didapatkan spesifikasi mesin rekomendasi kapal ikan pipa Paralon yaitu Volvo Penta D5A-TA dengan daya 102 kW/139 Hp dengan kecepatan 2300 rpm. Sedangkan karakteristik *propeller* yang optimal adalah dengan $Ae/Ao = 0,550$; $P/D = 1,3$; $J = 0,5$. Dan dari grafik *Matching Point* diketahui bahwa *Matching Point* mesin dan karakteristik propeler baru lebih baik dari mesin dan karakteristik propeler lama.

Kata kunci: *Engine Propeller Matching*, Kapal Pipa Paralon, Grafik *Matching Point*, *Gearbox Ratio*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapal Ikan pipa Paralon merupakan kapal ikan dengan lambung pipa PVC pertama di Indonesia. Kapal tersebut berbeda dengan kapal ikan konvensional biasanya yang menggunakan kayu sebagai bahan utama pada lambungnya. Belum tersedianya klasifikasi terhadap kapal dengan lambung pipa, serta pemilihan sistem penggerak kapal yang tidak sesuai dengan bentuk badan kapal, dapat mengakibatkan mesin dan propeller tidak bekerja secara optimal, terutama pada kapal dengan konstruksi pipa PVC yang tersusun sedemikian rupa, sehingga kinerja sistem propulsi kapal menjadi buruk.

Dengan perhitungan dan kajian yang tepat untuk menentukan penggunaan mesin penggerak (engine) serta sistem propulsi pada kapal dapat menghasilkan kinerja kapal menjadi optimal. Hal

ini menyebabkan meningkatkan efektifitas kegiatan pelayaran kapal baik dari segi konsumsi bahan bakar hingga efektifitas waktu pelayaran karena tercapainya kecepatan kapal yang diinginkan dan berdampak pada meningkatnya nilai ekonomis kapal.

Pada kajian ini juga peneliti membatasi permasalahan yang dibahas adalah pada bentuk lambung kapal mengacu pada bentuk lambung kapal pipa sesuai dengan ukuran utama kapal, tidak membahas kondisi perairan, hanya melakukan variasi J dan P/D pada propeller rekomendasi, dan hasil dari propeller rekomendasi adalah jenis propeller B-Series. Sehingga dapat menjadi dasar acuan teoritis untuk melakukan analisa hambatan kapal menggunakan pendekatan hambatan kapal yang sesuai untuk Kapal lambung pipa PVC, menentukan daya dan spesifikasi mesin yang optimal, melakukan analisa

Engine Propeller Matching agar mendapatkan performa propulsi yang optimal.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang maka dalam penelitian ini diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa hambatan total pada kapal ikan pipa Paralon?
2. Bagaimana daya mesin dan karakter propeller yang optimal dan sesuai dengan kapal ikan pipa Paralon?
3. Bagaimana analisa *Engine-Propeller Matching* pada mesin dan propeller yang direkomendasikan pada kapal ikan pipa Paralon?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah di gunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir, sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan. Batasan permasalahan yang di bahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran utama kapal mengacu pada kapal Ikan pipa Paralon
2. Asumsikan perairan dalam kondisi tenang.
3. Pada titik *match point* diasumsikan penggunaan bahan bakar optimum.
4. Hanya melakukan analisa hambatan total.
5. Tidak mempertimbangkan biaya mesin dan propeller.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah di atas, maka maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah:

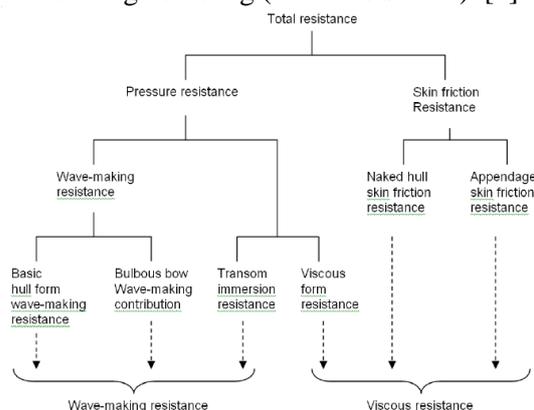
1. Mendapatkan hasil analisa hambatan kapal dengan menggunakan pendekatan hambatan kapal yang sesuai untuk menentukan daya mesin yang optimal untuk kapal ikan Paralon.
2. Menentukan spesifikasi mesin dan propeller yang sesuai dengan perhitungan hambatan dan propulsi pada kapal ikan Paralon.
3. Mendapatkan hasil analisa *Engine Matching Propeller* yang sesuai untuk kapal ikan Paralon.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hambatan Kapal

Kapal yang bergerak maju diatas gelombang akan mengalami suatu perlawanan yang disebut hambatan. Hambatan tersebut merupakan gaya

fluida yang melawan gerakan kapal, dimana sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Berdasarkan pada proses fisiknya, mengemukakan bahwa hambatan pada kapal yang bergerak di permukaan air terdiri dari dua komponen utama yaitu tegangan normal (*normal stress*) dan tegangan geser (*tangential stress*). Tegangan normal berkaitan dengan hambatan gelombang (*wave making*) dan tegangan viskos. Sedangkan tegangan geser disebabkan oleh adanya viskositas fluida. Kemudian menyederhanakan komponen hambatan dalam dua kelompok utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*). [1]



Gambar 1. Komponen hambatan kapal

Standar internasional dari *ITTC* mengklasifikasikan hambatan kapal di air tenang (*calm water*), secara praktis dalam dua komponen hambatan utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) yang terkait dengan bilangan *Reynolds* dan hambatan gelombang (*wave making resistance*) yang bergantung pada *Froude*, dimana korelasi kedua komponen tersebut diperlihatkan dalam persamaan

$$R_T(Re, Fr) = (1 + k) (Fr) R_{F(Re)} + R_{W(Fr)} \quad (1)$$

Hambatan gelombang (R_w) mengandung komponen fluida ideal (*inviscid*) dan hambatan viskos atau kekentalan (R_v) meliputi hambatan akibat tegangan geser (*Friction drag*) dan komponen tekanan kekentalan (*viscous pressure*). Total hambatan kapal dapat dinyatakan dengan persamaan

$$RT = \frac{1}{2} \rho C_T (WSA) V^2 \quad (2)$$

2.2. Daya Motor Penggerak Kapal

a. Daya Efektif

Daya Efektif (P_E) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (*hull*), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ketempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar V_S . [2] Daya Efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Untuk mendapatkan

besarnya Daya Efektif kapal, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_E = R_T * V_S \quad (3)$$

dimana :

P_E = Daya Efektif,

R_T = Gaya Hambat Total,

V_S = Kecepatan Servis kapal

b. Daya Dorong

Daya Dorong (P_T) adalah besarnya daya yang dihasilkan oleh kerja dari alat gerak kapal (*propulsor*) untuk mendorong badan kapal. Daya Dorong merupakan fungsi dari gaya dorong dan laju aliran fluida yang terjadi saat alat gerak kapal bekerja. [2] Adapun persamaan Daya Dorong dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_T = T \times V_a \quad (4)$$

dimana :

P_T = Daya Dorong

T = Gaya Dorong

V_a = Kecepatan *advanced* aliran fluida dibagian Buritan kapal

c. Daya Disalurkan

Daya Yang Disalurkan (P_D) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan Daya Dorong sebesar P_T , atau dengan kata lain, P_D merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak kebalang-baling kapal (*propeller*) yang kemudian dirubahnya menjadi Daya Dorong kapal (P_T).

d. Daya Poros

Daya Poros (P_S) adalah daya yang terukur hingga daerah didepan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari system perporosan penggerak kapal. Untuk kapal-kapal yang berpengerak dengan Turbin Gas, pada umumnya, daya yang digunakan adalah P_S . Sementara itu, istilah Daya Rem (*Brake Power, P_B*) adalah daya yang dihasilkan oleh motor penggerak utama (*main engine*) dengan tipe *marine diesel engines*.

2.3. Propeller Kapal

a. Hidrodinamika *propeller*

Dalam membuat bentuk dasar *propeller* dibutuhkan bentuk yang hidrodinamis yaitu yang dinamakan *Hydrofoil* dimana menghasilkan suatu *lift* yang lebih besar dibandingkan dengan *drag*-nya. Pergerakan dari *hydrofoil* ini terjadi pada suatu media fluida dengan kecepatan yang memungkinkan terjadinya hidrodinamika. Hidrodinamika adalah peristiwa di mana kecepatan antara bagian atas dan bawah *hydrofoil* terjadi perbedaan. Fluida yang melalui bagian atas *hydrofoil* melaju lebih cepat daripada fluida yang melewati bagian bawah. Hal ini disebabkan

adanya perbedaan tekanan antara aliran fluida bagian atas dan aliran fluida bagian bawah. Seperti yang kita ketahui bahwa besarnya tekanan berbanding terbalik terhadap besarnya kecepatan. [3]

Sehingga yang terjadi adalah aliran fluida yang melalui bagian bawah *hydrofoil* lebih pelan bila dibandingkan bagian atas *hydrofoil*. Perbedaan tekanan yang terjadi inilah yang kemudian akhirnya menimbulkan fenomena *lift* atau gaya angkat itu.

b. Karakteristik Baling-baling Kapal

Secara umum karakteristik dari baling-baling kapal pada kondisi *open water test* adalah seperti yang direpresentasikan pada diagram $KT - KQ - J$. Setiap tipe dari masing-masing baling-baling kapal, memiliki karakteristik kurva kinerja yang berbeda-beda. Sehingga kajian terhadap karakteristik baling-baling kapal tidak dapat digeneralised untuk keseluruhan bentuk atau tipe dari baling-baling. [4] Model persamaan untuk karakteristik kinerja baling-baling kapal adalah sebagai berikut

$$KT = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$KQ = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{V_a}{nD}$$

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho V_a^2 (\pi/4) D^2} = \frac{8KT}{\pi J^2}$$

Dimana :

KT = Koefisien dorong baling-baling

KQ = Koefisien torsi baling-baling

J = Koefisien *advanced* baling-baling

C_T = koefisien beban gaya dorong

V_a = kecepatan *advanced*

D = diameter *propeller*

n = putaran *propeller*

T = *thrust propeller*

Q = *torque propeller*

c. Propeller B-series

Propeller B series atau lebih dikenal dengan *Wageningen* merupakan *propeller* yang paling sering digunakan terutama pada kapal jenis *merchant ship*. Bentuk dari *propeller B-series* sangatlah sederhana. *Propeller* ini mempunyai section yang modern dan karakteristik kinerja yang baik. Pada umumnya, *propeller B-Series* mempunyai variasi.

- P/D 0,5 sampai 1,4
- Z 2 sampai 7
- Ae/Ao 0,3 sampai 1,05

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data – Data Penelitian

Data Dimensi Kapal :

- Loa : 18,00 m
- Lwl : 16,48 m
- B : 4,2 m
- H : 0,75 m
- T : 0,5 m
- Vs : 10 knot

3.2. Teori dan Referensi Penelitian

Teori tentang dasar dan referensi yang dijadikan untuk pengolahan data dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Teori tentang hambatan kapal.
2. Teori tentang penentuan daya *Engine* kapal.
3. Teori tentang *Engine propeller matching* dan propulsi kapal.
4. *Manual book* dari software yang digunakan untuk penelitian ini.

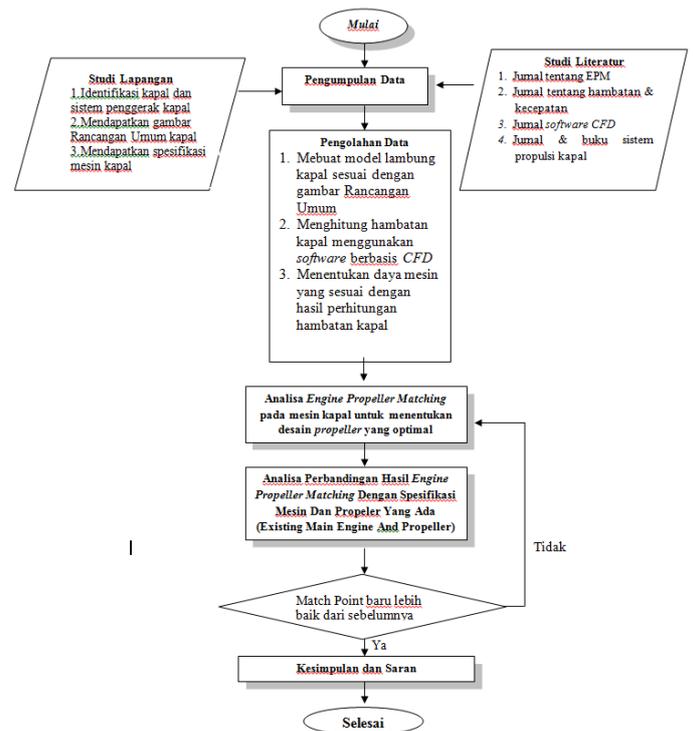
3.3. Pengolahan Data

Data yang didapat dari hasil *observasi* dan pengukuran kemudian setelah di dapatkan ukuran utama kapal dan spesifikasi mesin. Tahapan pengolahan data meliputi:

1. Pembuatan model lambung kapal ikan pipa Paralon dengan *Software Rhinoceros*.
2. Melakukan identifikasi analisa hambatan kapal dengan menggunakan *software* berbasis *CFD*.
3. Menentukan pemilihan daya mesin yang optimal untuk kapal ikan pipa Paralon sesuai dengan hambatan kapal yang ada.
4. Penentuan spesifikasi *propeller* yang optimal bagi kapal ikan pipa Paralon.
5. Perhitungan analisa *Engine Propeller Matching* menggunakan data mesin kapal yang didapat dari hasil perhitungan hambatan kapal ikan pipa Paralon.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini terangkum secara sistematis dalam diagram alir di bawah ini :

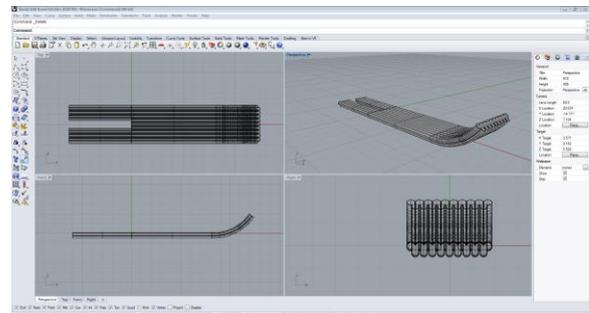


Gambar 2. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemodelan

Dari data dan linesplan dibuat model badan kapal dengan software *Rhinoceros*



Gambar 3. Pemodelan kapal pada *software Rhinoceros*

4.2. Hambatan

Dengan menggunakan paket perhitungan pada program *TDyn 13.7* dengan kecepatan maksimum sampai dengan 10 knots. Dari hasil analisa *software TDyn* didapatkan besarnya hambatan yang dialami kapal pada kecepatan 10 knot adalah 13 kN dan membutuhkan daya mesin sebesar 122,43 Hp atau 90,04 kW.

4.3. Perhitungan Daya Mesin

a. Perhitungan Daya Efektif (EHP)

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= R_t \times V_t \\ \text{EHP} &= 13 \text{ kN} \times 5,144 \text{ m/s} \\ \text{EHP} &= 90,92 \text{ Hp} \end{aligned}$$

b. Perhitungan SHP dan DHP

Untuk SHP dengan metode Holtrop harus ditentukan efisiensi propulsinya.

$$SHP = EHP/Pc$$

Setelah masing – masing efisiensi propulsi diketahui maka nilai propulsive

coefficient (Pc) dapat diketahui.

$$Pc = \eta_H \times \eta_O \times \eta_R = 1,098 \times 0,683 \times 1,020$$

$$Pc = 0,7649$$

Setelah Pc diketahui maka SHP dapat dihitung dengan cara :

$$SHP = EHP / Pc = 118,865 \text{ Hp}$$

c. Perhitungan BHP (Brake Horse Power)

Perhitungan BHP menggunakan dua koreksi yaitu :

Koreksi sebesar 3 % SHP untuk letak kamar mesin di belakang.

$$BHP = SHP + 3 \% SHP = 118,865 + 3 \% \times 118,865 = 122,43 \text{ Hp}$$

Untuk mengantisipasi adanya hambatan tak terduga, daya mesin ditambahkan 15% daya tambahan dari daya aslinya

$$BHP = BHP + x 15\% BHP = 140,79 \text{ HP} \approx 140 \text{ HP}$$

(Pembulatan didapat dari BHP mesin yang telah dicari)

4.4. Analisa Engine Propeller Matching

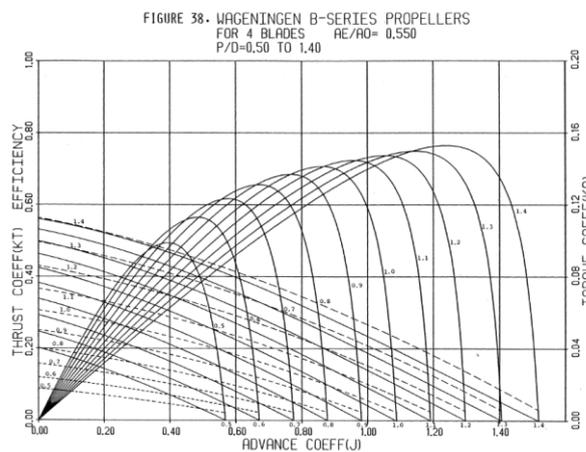
Dalam pemilihan propeller diperlukan pengetahuan dan pengalaman dalam hal memilih baling – baling yang diminta. Hal-hal yang perlu di perhatikan dalam pemilihan baling – baling antara lain :

- a. Diameter baling – baling
Diameter baling baling ditentukan dengan menggunakan ukuran diameter propeler lama serta lebar ruas antara pipa yang berada di tengah lambung kapal, lebar diameter propeler tidak dapat lebih dari 0,80 m. Sehingga didapat diameter propeler baru berukuran 0,77 m sesuai dengan perubahan ukuran propeler yang ada di lapangan.
- b. Luas daun serta *blade area ratio* (Ae/Ao)
Untuk menghindari terjadinya kavitasi serta mendapatkan daya dorong baling – baling yang besar pada kondisi pelayaran saat menarik untuk kapal ikan biasanya berkisar antara 0,50 - 0,65 , untuk ikan pipa Paralon di pilih Ae/Ao sebesar 0,550.
- c. Menentukan *Pitch Ratio* (P/D)
Harga *Pitch Ratio* (P/D) biasanya berkisar antara 0,50 sampai 1,40 [8]. Oleh karena

itu peneliti melakukan variasi *Pitch Ratio* (P/D) dari 0,5 sampai 1,4 dengan kenaikan 0,1 per tingkat variasinya.

- d. Koefiien advance (J)
Harga Koefiien advance (J) biasanya berkisar antara 0,20 sampai 1,40 [8]. Oleh karena itu peneliti melakukan variasi Koefiien *advance* (J) dari 0,5 sampai 1,4 dengan kenaikan 0,1 per tingkat variasinya.
- e. Efisiensi baling-baling
Baling – baling sebaiknya dipilih pada efisiensi yang besar dengan tujuan untuk mengoptimalkan putaran daun dari baling – baling tersebut.

Berdasarkan pengukuran menggunakan table Wagening Series dengan Ae/Ao = 0,550 didapatkan :



Gambar 4. Grafik Wageningen B-series Ae/Ao = 0,550

Tabel 2. Variasi J dan P/D

P/D	J = 0,5			J = 0,6		
	kt	kq	eff	kt	kq	eff
0,5	0,02	0,01	0,33			
0,6	0,07	0,01	0,53	0,03	0,01	0,38
0,7	0,13	0,01	0,57	0,08	0,01	0,58
0,8	0,18	0,02	0,56	0,13	0,02	0,62
0,9	0,23	0,03	0,53	0,19	0,02	0,61
1	0,28	0,04	0,50	0,24	0,03	0,58
1,1	0,33	0,05	0,47	0,29	0,05	0,55
1,2	0,37	0,06	0,44	0,33	0,06	0,52
1,3	0,41	0,08	0,41	0,38	0,07	0,49
1,4	0,45	0,09	0,38	0,42	0,08	0,46

Dari data diatas dapat menentukan nilai nilai karakteristik *Propeller* lainnya seperti rpm dan daya propeller.

1. *Rotation per minutes (rpm) Propeller*
Rotation per minutes (rpm) Propeller merupakan banyaknya putaran maksimal yang dapat dihasilkan oleh propeler dalam satu menit.

Rpm juga bisa didapat dari rumus *rotation per second* (rps) dikalikan 60. Adapun rumus *rotation per second* (rps) adalah :

$$n = \frac{VA..}{J \times D}$$

Dimana :

Va : *Speed of advance* (m/s)

N : putaran baling baling (Rps)

D : diameter baling baling (m)

Dimana Va adalah kecepatan *advance* aliran yang melewati propeller. Adapun perhitungan mencari Va adalah :

Va adalah :

$$w_r = 0,81 \times cb - 0,34 \quad [N]$$

$$= 0,1541$$

$$Va = \text{Speed of advance}$$

$$= Vs. (1 - w)$$

$$= 5,144 (1 - 0,1541)$$

$$= 4,3513 \text{ m/s}$$

2. Daya Propeller (Pprop)

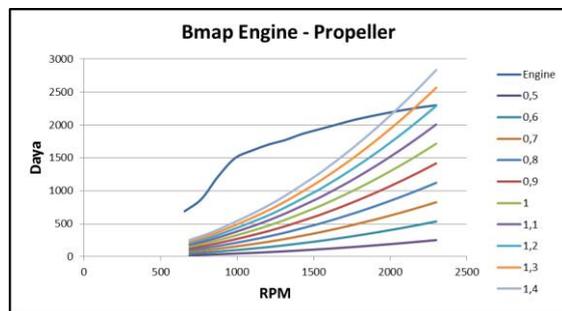
Untuk *propeller torque* merupakan hasil pengolahan secara grafis dari *hull & propeller interaction*, yang kemudian dikembangkan seperti persamaan dibawah ini :

$$Q \text{ Prop} = K Q \times \rho \times n^2 \times D^5$$

$$P \text{ prop} = [Q \text{ Prop}] \times \text{Speed Propeller}$$

Tabel 3. Variasi J = 0,5 dengan P/D = 0,5 - 1,4

J		0,5			
P/D	rpm Prop	P prop	% P prop	Rpm Eng	P eng
0,5	678	15	10,984	2300	139
0,6	678	31,8	23,253	2300	139
0,7	678	49,8	35,949	2300	139
0,8	678	67,8	48,789	2300	139
0,9	678	85,2	48,789	2300	139
1	678	103,2	61,628	2300	139
1,1	678	121,2	74,610	2300	139
1,2	678	138	87,306	2300	139
1,3	678	154,8	99,575	2300	139
1,4	678	171	111,559	2300	139



Gambar 5. Grafik Bmep variasi J = 0,5 dan P/D = 0,5 - 1,4

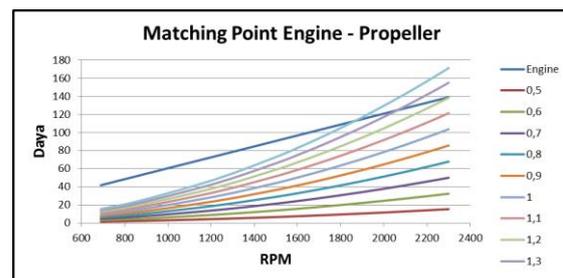
Dari grafik dapat dilihat bahwa variasi J = 0,5 dengan P/D = 0,5 sampai dengan J = 0,5 dengan P/D = 1,1 daya *propeller* tersebut masih dapat diakomodasi oleh Mesin yang ada, namun

daya *propeller* pada karakteristik propeller tersebut masih rendah sehingga kurang efisien terhadap daya mesin yang ada. Daya *propeller* pada variasi J = 0,5 dengan P/D = 1,2 , J = 0,5 dengan P/D = 1,3 dan J = 0,5 dengan P/D = 1,4 memenuhi dengan daya mesin, dan grafiknya pun mendekati grafik Bmep Mesin, sehingga paling sesuai dalam menyerap daya mesin yang ada.

Adapun grafik interaksi antara rotasi, daya mesin dan *propeller* dalam variasi J dari 0,5 - 1,4 serta P/D dari 0,5 - 1,4 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Variasi J = 0,5 dengan P/D = 0,5 hingga 1,4

J		0,5	
P/D	rpm Eng	P Eng	P prop
0,5	2300	139	15
0,6	2300	139	31,8
0,7	2300	139	49,8
0,8	2300	139	67,8
0,9	2300	139	85,2
1	2300	139	103,2
1,1	2300	139	121,2
1,2	2300	139	138
1,3	2300	139	154,8
1,4	2300	139	171



Gambar 6. Grafik *Matching Point* J = 0,5 dan P/D = 0,5 - 1,4

Dari grafik dapat dilihat bahwa letak *matching point* yang paling tinggi adalah pada variasi J = 0,5 dengan P/D = 1,3, sehingga pada variasi tersebut *matching point* berada pada kecepatan (rpm) tertinggi dan diasumsikan paling optimal.

Sehingga didapatkan karakteristik *Propeller* sebagai berikut:

Tipe : B4-55

Diameter : 0,77 m

Pitch : 1,001 m

P/D : 1,3

Ae/Ao : 0,55

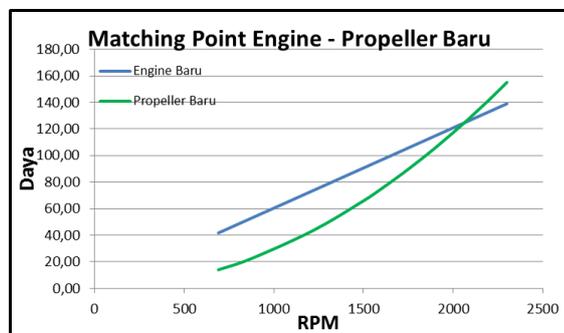
Jumlah daun : 4

Blade section : B-series

Adapun *Gearbox* yang digunakan dalam mereduksi putaran mesin untuk disalurkan ke *propeller* digunakan rasio 1:3,3. Dan grafik *Matching Point* dari mesin dan *Propeller* rekomendasi adalah :

Tabel 5. Perhitungan Daya dan Kecepatan *Propeller* serta Mesin Baru Kapal Pipa

rpm Eng	P Eng	rpm Prop	P prop
690	41,7	203,4	13,96
874	52,82	257,64	22,39
1219	73,67	359,34	43,56
1495	90,35	440,7	65,52
1610	97,3	474,6	75,98
1702	102,86	501,72	84,91
1771	107,03	522,06	91,94
1863	112,59	549,18	101,74
1932	116,76	569,52	109,42
2001	120,93	589,86	117,37
2070	125,10	610,2	125,6
2116	127,88	623,76	131,25
2178,1	131,63	642,07	139,07
2224,1	134,41	655,63	145
2265,5	136,91	667,83	150,45
2300	139	678	155,07



Gambar 7. Grafik *Matching Point* Mesin dan *propeller* baru

Dalam identifikasi karakteristik propeler kapal ikan pipa Paralon di lapangan yang didapat dari galangan, karakteristik *propeller* kapal diketahui sebagai berikut :

- Diameter (D) : 0,75 m
- P/D : 1,0
- Ae/ Ao : 0,330
- Jumlah Daun : 4
- Koeff Advanced (J) : 0,5
- Koeff Thrust (kt) : 0,21
- Koeff Torque (kq) : 0,01
- Prop. Efficiency : 0,535

Dari data diatas dapat menentukan nilai nilai karakteristik *Propeller* lainnya seperti rpm dan daya *propeller*.

$$w_f = 0,81 \times c_b - 0,34 \text{ [N]}$$

$$= 0,81 \times 0,61 - 0,34$$

$$= 0,1541$$

$$V_a = \text{Speed of advance}$$

$$= V_s \cdot (1 - w)$$

Sumber: PNA vol. II

$$= 5,144 (1 - 0,1541)$$

$$= 4,35 \text{ m/s}$$

Daya *Propeller* (Pprop)

Didalam mengembangkan 'trend' karakteristik beban *propeller*, variabel yang

terlibat adalah *propeller torque* dan *propeller speed*. Untuk *propeller torque* merupakan hasil pengolahan secara grafis dari *hull & propeller interaction*, yang kemudian dikembangkan seperti persamaan dibawah ini :

$$P_{prop} = (K Q \times \rho \times n^2 \times D^5) \times \text{rpm}$$

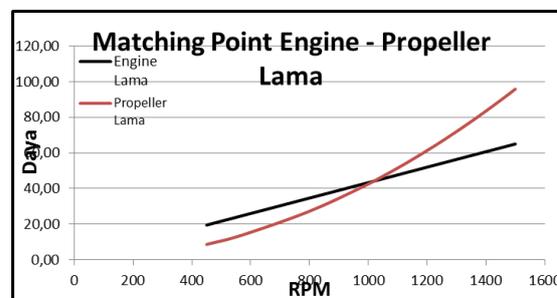
$$= (0,0612 \times 1,025 \times 3,48^2 \times 0,75^5) \times 696,21$$

$$= 0,168$$

Jadi grafik *Matching Point* pada kapal ikan pipa Paralon menurut data diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Perhitungan Daya dan Kecepatan *Propeller* serta Mesin Lama Kapal Pipa

rpm Eng	P Eng	rpm Prop	P prop
450	19,5	8,62	396,72
570	24,7	13,84	424,56
795	34,45	26,92	445,44
975	42,25	40,48	473,28
1050	45,5	46,95	494,16
1110	48,1	52,47	515,04
1155	50,05	56,81	535,92
1215	52,65	62,87	563,76
1260	54,6	67,61	584,64
1305	56,55	72,52	605,52
1350	58,5	77,61	626,4
1380	59,8	81,1	640,32
1420,5	61,55	85,93	659,11
1450,5	62,85	89,60	673,03
1477,5	64,02	92,96	685,56
1500	65	95,82	696



Gambar 8. Grafik *Matching Point* Mesin dan *propeller* lama

Berdasarkan grafik diatas, diketahui *matching point* antara karakter mesin dan karakter baling-baling berada pada rpm baling-baling antara 40 s/d 50 atau rpm mesin antara 1000 s/d 1100, merupakan titik dimana baling-baling bekerja secara maksimal yaitu *power* yang dihasilkan oleh mesin penggerak kapal mampu diserap secara sempurna, pada kondisi ini tentunya akan memberikan konsekuensi optimal terhadap pemakaian konsumsi bahan bakar dari motor penggerak kapal terhadap kecepatan servis yang diinginkan.

4.5. Perbandingan Karakteristik Mesin Serta Propeler Lama Dan Baru

Analisa *engine propeller matching* telah dilakukan kepada dua model berbeda, yakni kapal ikan pipa Paralon baru dengan kapal ikan pipa Paralon lama. Adapun perbandingan karakteristik mesin dan *propeller* yang digunakan pada kedua kapal tersebut serta perbedaan *match point* adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Perbandingan Karakteristik Propeler Lama dan Baru

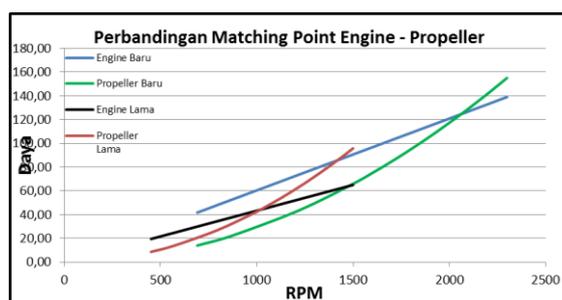
	Propeler Lama	Propeler Baru
Diameter	0,75 m	0,77 m
P/D	1,0	1,3
Ae/Ao	0,330	0,550
J	0,5	0,5
Kt	0,21	0,381
Kq	0,01	0,071
Efficiency	0,514	0,407
Rpm	696	678

Spesifikasi mesin lama:

Merk Mesin : Tianli
Tipe/Daya : ZH4105-ZC 65Hp
Putaran Piston : 1500 RPM
Gearbox : Advance MA142A
Rasio Gearbox : 4 : 1

Spesifikasi Mesin Baru:

Merk Mesin : Volvo Penta
Tipe/Daya : D54-TA 139Hp
Putaran Piston : 2300 RPM
Gearbox : D-I Marine DMT25AL
Rasio Gearbox : 3 : 1



Gambar 9. Grafik perbandingan *matching point* mesin lama dan baru.

Pada grafik ditunjukkan bahwa *matching point* antara mesin dan *propeller* lama letaknya dibawah *matching point* mesin dan *propeller* baru, sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin dan *propeller* baru kapal ikan pipa Paralon dapat menghasilkan daya dan kecepatan diatas mesin lama. Dan hal itu disebabkan oleh perbedaan daya mesin dan karakteristik propeler yang menyebabkan gaya dorong kapal tidak memenuhi

kecepatan yang direncanakan, sehingga kapal tidak dapat bekerja secara optimal.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan hambatan kapal dengan software berbasis CFD kapal ikan pipa Paralon memiliki hambatan total sebesar 13 kN.
2. Mesin yang direkomendasikan pada Kapal ikan pipa Paralon adalah Mesin Merk Volvo Penta D5A-T4 Rating 1 dengan daya 102 kW/139 Hp dengan putaran 2300 RPM. Adapun karakteristik propeler yang direkomendasikan untuk kapal ikan pipa Paralon adalah propeler tipe B-Series B4-55 dengan diameter 0,77m, Pitch 1,001m, P/D 1,3, Koefisien Advance (J) 0,5 dan Ae/Ao 0,550.
3. Berdasarkan hasil analisa perbandingan *matching point* mesin dan karakteristik propeler kapal ikan pipa Paralon yang lama dengan yang baru, dapat disimpulkan bahwa *matching point* mesin dan karakteristik propeler yang baru memiliki hasil yang lebih baik (dengan persentase 89%) dibandingkan dengan karakteristik lama (dengan presentase 68%) dan memenuhi kecepatan yang direncanakan.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya, maka penulis menyarankan dan merekomendasikan hal sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya direkomendasikan agar pemilihan metode hambatan disesuaikan dengan karakteristik dan klasifikasi kapal, sehingga dapat menentukan hambatan total dan memilih mesin kapal dengan tepat.
2. Koefisien Advance (J) dengan pitch ratio (P/D) adalah variabel yang bebas sehingga kita harus cermat dalam menentukan variasinya, dan pengaruhnya terhadap karakteristik propeller lainnya hingga *matching point* dengan mesin.
3. Pada proses meshing pada kedua analisa CFX dan TDyn, sebaiknya lebih diperkecil ukuran elemen *meshing* untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih akurat, akan tetapi bila semakin besar jumlah elemen *meshing* maka akan semakin lama proses simulasi hambatan,

maka dibutuhkan setup PC yang memiliki spesifikasi *hardware* yang cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji,Suryo W. Engine-Propeller Matching, Surabaya, Indonesia.
- [2] Aryo Subandi, Heru. 2015, Perancangan Kapal Ikan Mini Purse Seine Displacement 11 Ton Tipe Katamaran Menggunakan Pipa PVC. Teknik Perkapalan. Universitas Diponegoro.
- [3] Gaafary. M. M, El-Kilani, H.S, Moustafa, M.M. 2011. Optimum Design Of B-Series Marine Propellers, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.
- [4] Kristensen, Hans O. Lutzen, M. 2013. Prediction of Resistance and Propulsion Power of Ships. Technical University of Denmark, University of Southern Denmark, Denmark.
- [5] Molland, Anthony F. Turnock, Stephen R. Hudson, D A. 2011, *Ship Resistance and Propulsion*, Practical Estimation of Ship Propulsive Power, Cambridge University Press, University of Southampton, United States.
- [6] Paska, Adhi. 2016, Analisa Engine Propeller Matching Pada Kapal Perintis Baru Type 200 DWT Untuk Mendapatkan Sistem Propulsi Yang Optimal. Teknik Perkapalan. Universitas Diponegoro.