

ANALISA PENGEBAK KEAUSAN POROS BALING BALING KAPAL

Andi Hendrawan

Staf Pengajar Program Studi Teknika Akademi Maritim Nusantara Cilacap

andi_hendarawan@amn.ac.id

Abstract

Ship propellers are very important because in general ships moving in the medium of water with a certain speed, it will experience a drag (resistance) that is opposite to the direction of motion of the ship. The amount of drag that occurs must be able to be overcome by the thrust of the ship (thrust) resulting from the work of the ship's propulsion. Other causes of propeller shaft wear: Breaking of propeller shaft seal, Propeller shaft lubricating oil circulation is not smooth, Unbalanced propeller shaft, so to prevent damage is needed periodic maintenance and repair so that the propeller shaft can work optimally.

Keyword: Ship propellers, breaking

PENDAHULUAN

Baling-baling pertama kali dibuat di Inggris pada tahun 1680 oleh HOOKE. Kemudian sekitar tahun 1804 di Amerika, seorang yang bernama Colonel Stevens mencoba menggunakan baling-baling pada kapalnya yang mempunyai panjang 7,5 meter. Pada tahun 1828, Russel berhasil pula membuat sebuah baling-baling untuk dipasang pada sebuah kapal yang berukuran 60 feet yang pada saat itu dapat mencapai kecepatan sekitar 6 knot. Tetapi keberhasilan ini belum mendapat perhatian dari sarjana-sarjana Austria dan para pemilik kapal lainnya (Sasono, 2009).

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mensyaratkan poros baling-baling harus dicabut dan diperiksa pada selang waktu tiga tahun untuk sistem poros dengan pelumasan air laut, dan pada selang waktu lima tahun untuk sistem dengan pelumasan minyak.

Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan kondisi poros dalam keadaan baik, atau dapat dilakukan penggantian pada beberapa komponen jika sudah tidak lagi memenuhi persyaratan minimum yang ditentukan oleh kelas, atau sudah dianggap sudah tidak layak pakai.

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (resistance) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (thrust) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (propulsor). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (PS), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (PB) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal (Surjo W. Adji, 2005).

Menurut (Paska & Hadi, 2016) 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. Berdasarkan penelitian (Yudo, 2007) perencanaan kecepatan kapal yang diinginkan sangat dipengaruhi oleh bentuk badan kapal yang akan menimbulkan hambatan kapal, daya mesin penggerak, dan baling-baling sebagai alat pendorong. Baling-baling menjadi bagian yang sangat penting. Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan penelitian ini adalah menganalisa penyebab keausan poros baling-baling kapal.

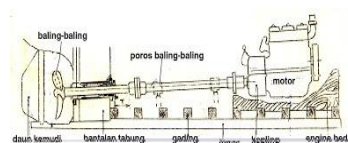
POROS BALING-BALING (PROPELLER SHAFT SYSTEM)

Baling – baling adalah alat untuk menghasilkan gaya dorong pada sebuah kapal laut. Baling – baling diputar dengan poros yang digerakkan oleh penggerak utama dengan dalam kamar mesin. Sebelum di temukannya teknologi baling – baling, kapal di gerakan oleh bantuan angin atau dayung sebagaimana pada kapal – kapal zaman dahulu yang mengandalkan hembusan angin dengan menggunakan layar. Tentu saja, kecepatan kapal di tentukan oleh faktor alam selain gerakannya tidak secepat menggunakan baling – baling yang di gerakan oleh mesin. Baling –baling akan menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju. Kecepatan kapal di tentukan oleh kekuatan daya dorong yang di

hasilkan oleh baling – baling tersebut (Nugroho & Wibowo, 2017).

Jumlah daun baling-baling akan mempengaruhi fluktuasi thrust menyebabkan adanya thrustnoise. Sudut skew sendiri mempengaruhi fluktuasi torsi dan thrust yang meningkatkan terjadinya kavitasi pada propeller. Untuk diameter pada kapal selam ada sedikit pembatasan diameter jika dibandingkan pada kapal permukaan yang normal dan meningkatkan diameter berarti penurunan spesifik gaya dorong baling-baling dan kecepatan aliran rata-rata yang lebih tinggi (Darmawan, Chrismianto, & Iqbal, 2016).

Poros baling-baling (*propeller shaft*) merupakan salah satu bagian terpenting dari instalasi penggerak kapal. Putaran mesin ditransmisikan ke propeller melalui poros, maka poros sangat mempengaruhi kerja mesin bila terjadi kerusakan. Yang perlu di ketahui adalah bahwa kedudukan poros propeller dengan mesin induk harus segaris atau dengan kata lain harus dalam satu garis sumbu. Tenaga kerja yang dihasilkan mesin induk di teruskan dalam bentuk putaran melalui serangkaian poros ke baling-baling diberikan dorongan yang dibangkitkan oleh baling-baling di teruskan ke badan kapal oleh poros baling-baling. Rangkaian poros itu disebut Shafting dan pada umumnya terdiri dari bagian-bagian utama yang sebagai berikut :



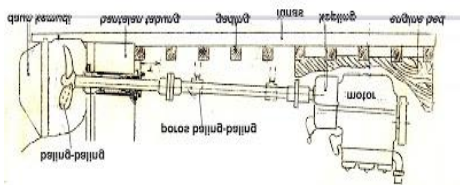
Gambar. .1

Skema poros *propeller*

- Poros pendorong (*Thrust Shaft*)
- Poros bagian tengah (poros antar *intermediate shaft*)
- Poros baling-baling (*propeller shaft*)

SISTEM POROS BALING-BALING

Sistem poros baling-baling merupakan suatu perangkat sistem transmisi tenaga yang berfungsi mengantarkan putaran dari motor induk ke *propeller* sehingga dapat dihasilkan daya dorong yang menyebabkan kapal dapat bergerak. Sistem ini adalah salah satu bagian dari sistem penggerak utama pada kapal sehingga memegang peranan penting di dalam operasional. Oleh sebab itu kemampuan sistem ini untuk beroperasi secara normal haruslah dipertahankan. Sistem poros baling-baling terdiri dari beberapa komponen dengan masing-masing fungsinya untuk mendukung kerja dari poros. Komponen-komponen dari sistem poros sebagian besar terdapat pada selubung yang menutupi poros dan dikenal sebagai *stern tube*.



Gambar. 2
Bagian sistem poros *propeller*

Pada dasarnya sistem poros baling-baling dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu sistem poros baling-baling dengan pelumasan air laut dan sistem poros baling-baling dengan pelumasan minyak.

Daya Poros (PS) adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari sistem perporosan penggerak kapal. Untuk kapal-kapal yang berpenggerak dengan Turbin Gas, pada umumnya, daya yang digunakan adalah PS. Sementara itu, istilah Daya Rem (*Brake Power, PB*) adalah daya yang dihasilkan oleh motor penggerak utama (*main engine*) dengan tipe *marine diesel engines*. Pada sistem penggerak kapal yang menggunakan *Marine Diesel Engines* (type of medium to high speed), maka pengaruh rancangan sistem transmisi perporosan adalah sangat besar didalam menentukan besarnya daya PS. Jika kamar mesin terletak dibelakang dari badan kapal, maka besarnya losses akibat sistem transmisi perporosan tersebut adalah berkisar 2 - 3 %. Namun bila kamar mesin terletak agak ke tengah atau jauh di depan, maka besarnya losses akan semakin bertambah (Surjo W. Adji, 2005; Tamjidillah & Mursadin, 2002).

SISTEM POROS BALING-BALING DENGAN PELUMASAN AIR TAWAR

Pada sistem ini terdapat bantalan (*bearing*) yang terbuat dari bahan *cast iron* yang sedikit lebih besar dari pada bagian depan serta mudah untuk dibuka. Bagian dari *stern tube* dengan pelumasan air ini menempel pada *after peak bulkhead*. Pada ujung bagian depan dilengkapi dengan *stuffing box dan gland*, sedangkan pada bagian belakang terdapat *bearing* dari bahan kayu *lignum vitae* atau sejenisnya. Bahan ini jika terkena laut maka akan mengeluarkan cairan yang dapat difungsikan sebagai pelumas. Selain

bahan *lignum vitae*, juga dapat digunakan bahan karet komposit (*cutlass rubber*) atau beberapa material plastik yang telah diizinkan sebagai bantalan. Untuk bantalan pada sistem pelumasan air laut, diameternya tidak kurang dari 4 x diameter poros. Jika diameter bearing lebih dari 380 mm, maka masuknya air kedalam *stern tube* harus dilakukan dengan paksa (*force water lubrication*) dengan menggunakan *circulating pump* atau peralatan tambahan lainnya yang dilengkapi dengan *flow indicator*. Pemeriksaan poros dengan sistem ini (pencabutan poros) dilakukan setiap tiga bulan sekali.

SISTEM POROS BALING-BALING DENGAN PELUMASAN MINYAK

Tidak seperti pada pelumasan air laut, pada pelumasan minyak, *shaft liner* tidak lagi dibutuhkan. Secara umum, hanya sedikit *shaft liner* kecil dipasang dibagian belakang sebagai tempat untuk menempelkan *seal* pada poros *propeller boss*. Dengan dipasangkan *seal* akan berguna untuk membatasi masuknya air laut kedalam *stern tube*, sehingga pelumasan hanya dilakukan oleh minyak pelumas.

Bearing berguna untuk menahan gesekan atau beban puntir dari poros sehingga tidak merusak poros. *Bearing* terbuat dari bahan *white metal*. Bahan plastik yang kaku dapat juga digunakan untuk menggantikan *white metal*, selain itu untuk bantalan juga dapat digunakan bahan dari keramik.

Sistem pelumasan yang dipasang harus mempertahankan viskositas dari minyak pelumas pada kondisi temperature yang berbeda-beda. *Grafit tank* diletakkan dilengkapi

dengan *low level alarm* untuk mengalirkan minyak secara gravitasi ke seluruh *stern tube* dan melumasi poros. Sistem pelumasan ini bergantung pada beban sisa pada *stern tube* untuk dilakukan pengukuran tekanan dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada saluran yang tersumbat. Hal ini dilakukan dengan manipulasi katup pada tangki yang terletak diatas dan operasi pompa dengan sedikit kelebihan tekanan. Jika pelumas kembali ke tangki menandakan bahwa jalur minyak telah bersih. Jalur pipa pelumas harus betul-betul dijaga dalam keadaan bersih (tidak tersumbat) agar minyak pelumas dapat bergerak secara gravitasi dan melumasi poros.

Pada kapal dengan perubahan yang besar pada *draft*, pada umumnya digunakan dua *gravity tank*. *Upper tank* digunakan pada saat muatan penuh atau ketika terdapat rembesan air laut.

1. Perbaikan dan Perawatan Sistem Poros Baling-Baling

Perbaikan dan perawatan poros baling-baling secara berkala dilakukan oleh pihak pemilik kapal. Namun secara kontinyu klas telah menentukan periode survey pencabutan poros, yaitu tiga tahun untuk sistem poros tunggal dan setiap empat tahun sekali untuk sistem poros jamak. Pada periode tertentu dan setelah melakukan pemeriksaan dan pengukuran, maka beberapa komponen dari sistem ini harus direpair atau bahkan diganti dengan komponen yang baru sesuai dengan tingkat kerusakannya.

2. Baling-Baling (*Propeller*)

Baling-baling adalah alat penggerak kapal, salah satu bentuknya yang paling umum ialah baling-baling ulir. Baling-baling ini memiliki daun yang berjumlah dua atau lebih dengan posisi yang menjorok dari hub atau boss. Daun baling-baling tersebut dapat merupakan bagian yang menyatu dengan hub, atau merupakan bagian yang dapat dilepas dari dan dipasang pada hub atau merupakan daun yang dapat dikendalikan (*controllable pitch propeller*). Sedangkan hub baling-baling ini diposisikan pada poros agar dapat digerakan oleh mesin penggerak kapal. Prinsip kerja mur dan baut (screw & nut) merupakan hal yang mendasari teori baling-baling karena dapat menjelaskan dengan cara yang sangat sederhana. Jika berdasarkan rumus tersebut hasilnya janggal karena kalau nilai slip tidak ada maka efisiensi baling-baling 100%. Akibat dari kejanggalan ini maka menimbulkan munculnya teori baling-baling sesuai dengan berkembangnya waktu atau zaman. Baling-baling (*propeller*) kapal memiliki berbagai jenis, yaitu sebagai berikut :

- a. *Fixed pitch propeller*
Propeller dengan *pitch* tetap (*fixed pitch prop-eller*), *propeller* dengan langkah tetap (*fixed pitchpro-peller*), biasa digunakan pada kapal besar dengan rpm relatif rendah dan torsi yang dihasilkan tinggi.
- b. *Controllable pitch propellers*
Propeller dengan *pitch* yang dapat diubah merupakan baling-baling kapal dengan langkah

daun propellernya dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.

- c. *Integrated propeller dan rudder*
Propeller yang jenis hubnya dihubungkan dengan *rudder*, ini adalah pengembangan terbaru dari populsi kapal. Kondisi ini menyebabkan arus air dari *propeller* yang melewati *rudder* akan memberikan peningkatan pengendalian dan pengaturan *rudder*, sehingga diperoleh penurunan pemakaian bahan bakar.
- d. *Adjustable bolted propeller*
Jenis *propeller Adjustable bolted propeller* ini merupakan pengembangan dari *fixed pitch propeller*, dimana daun baling-balingnya dapat dibuat secara terpisah kemudian dipasang pada *boss propeller* dengan baut, sehingga dapat distel pitchnya pada nilai optimum yang akan dicapai.
- e. *Azzimuth thrusters*
Azzimuth thruster digunakan untuk mempermudah kapal dalam manuver, namun pemakaian alat penggerak dengan posisi berada dibagian atas sehingga memberi tempat yang lebih untuk menempatkan penggerak utamanya, baik berupa motor diesel atau motor listrik.
- f. *Electrical pods*
Penggunaan populsi motor listrik mulai dari 5-25 Mwatt, menggantikan penggunaan *propeller* dengan poros dan *rudder* konvensional. Pod *propeller* diadopsi dari *azzimuth propeller* dengan menempatkan elektro motor didalam *pod* diluar bagian kapal.
- g. *Tunnel thrusters*
Propeller yang ditempatkan didalam terowongan ini biasa

digunakan untuk tujuan manuver, sehingga mempermudah kapak untuk manuver terutama di pelabuhan.

h. *Waterjets*

Populsi kapal menggunakan pompa yang menghisap air pada bagian depan dan mendorongnya kebagian belakang sehingga kapal saat bergerak ke depan dengan prinsip momentum. Penggerak ini lebih efisien digunakan untuk kapal dengan kecepatan diatas 25 knots dengan *power engine* 50 KW sampai 36 MW.

i. *Voith scneider propeller*

Propeller ini merupakan bentuk populsi kapal dengan menggunakan daun vertikal yang diputar seperti *disk*, dimana setiap daun dapat menghasilkan daya dorong pada kapal. Sistem ini bekerja mirip pengendali langkah baling-baling helikopter.

Beberapa metode untuk meningkatkan daya dorong dan efisiensi dari baling-baling antara lain :

1. Membuat beberapa sirip/fin didepan baling- baling hal ini dimaksudkan untuk lebih meningkatkan aliran air yang masuk ke propeller
2. Memasang sirip/fin dibelakang baling-baling, tepatnya dipasang pada kemudinya.
3. Membuat ujung baling-baling sedemikian rupa untuk mengurangi kavitasi pada ujung baling- baling dan mengurangi getaran, baling-baling jenis ini lazim disebut Highly Skewed Blade Shape.

4. Memasang beberapa sirip/fin pada boss baling- baling yang dilakukan untuk mengurangi kavitasi pada aliran bebasnya.
5. Memasang sebuah baling-baling tambahan di- belakang baling-baling utama dengan putaran yang terbalik dengan sebutan Contra Rotating Propeller.
6. Dengan memasang poros baling-baling agak menyamping, sehingga baling-baling tidak tepat pada posisi centrenya. Metode ini dikembangkan oleh NKK Corp. Sehingga disebut sebagai NKK Off-centre Propeller Ships (NOPS)..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian survey dipadukan dengan penelitian kepustakaan dengan mengkaji beberapa sumber dan survey langsung di atas kapal dengan mengamati kerusakan Baling baling yang dialami kapal tersebut yang sedang doking.

HASIL DAN PEMBAHASAN:

1. Penyebab keausan (*worn out*) poros baling-baling
Berikut gambar poros baling-baling KM. Akau Jaya Delapan yang mengalami keausan (*worn out*) sebelum dilakukan perbaikan pembubutan.



Gambar. 4.1
Poros propeller worn out

Poros baling-baling tersebut mengalami keausan dengan panjang 15cm dan kedalaman 0,5cm. Adapun penyebab-penyebab keausan poros baling-baling yaitu :

- a. Kebocoran *seal propeller shaft*
Kebocoran pada *seal* akan menyebabkan masuknya air laut ke terowongan poros *propeller* dan sekaligus membuat tercampurnya minyak pelumas dengan air laut tersebut. Akibatnya adalah viskositas dari minyak pelumas menjadi rendah dan menyebabkan proses pelumasan tidak berjalan sesuai dengan fungsinya. Karena proses pelumasan tidak berjalan sesuai fungsinya, maka menyebabkan poros *propeller* menjadi *worn out* akibat bergesekan dengan *housing* pada saat poros *propeller* berputar. Sirkulasi minyak pelumas *propeller shaft* tidak lancar
- b. Sirkulasi pelumasan yang tidak lancar akan mempengaruhi poros *propeller* pada saat berputar, karena putaran poros *propeller* akan bergesekan dengan *housing* maupun *seal*. Akibatnya adalah poros *propeller* akan mengalami *worn out* akibat bergesekan dengan *housing* dan *seal*.
- c. Poros baling-baling tidak seimbang (*unbalance*) Poros baling-baling harus memiliki keseimbangan (*balance*) dengan mesin induk kapal, dengan kata lain antara poros *propeller* dan mesin induk harus segaris atau satu garis sumbu. Apabila poros *propeller* *unbalance*, maka

pada salah satu titik posisi poros *propeller* akan ada yang lebih tinggi dan lebih rendah. Akibatnya adalah poros *propeller* yang posisinya lebih tinggi akan bersentuhan dan bergesekan dengan *housing* yang akan menyebabkan terjadinya *worn out* pada poros *propeller* tersebut.

KESIMPULAN

Pengebab keausan baling balin antara lain : Kebocoran *seal propeller shaft*, Sirkulasi minyak pelumas *propeller shaft* tidak lancar, Poros baling-baling tidak seimbang (*unbalance*), maka untuk mencegah kerusakan diperlukan perawatan dan perbaikan berkala agar baling baling dapat bekerja optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, D. B., Chrismianto, D., & Iqbal, M. (2016). ANALISA PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN HUB PROPELLER TIPE B-SERIES PADA KAPAL SELAM TIPE MENENGAH UNTUK MENGOPTIMALKAN KINERJA KAPAL SELAM DENGAN METODE CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(2), 352–361.
- Nugroho, B. A., & Wibowo, H. (2017). OPTIMALISASI SIFAT MEKANIK PENAMBAHAN ALUMINIUM PADA LOGAM KUNINGAN PADA PROTOTYPE BALING-BALING. *Teknik*, 14(1), 15–20.

- Paska, A., & Hadi, E. S. (2016). ANALISA ENGINE PROPELLER MATCHING PADA KAPAL PERINTIS BARU TYPE 200 DWT UNTUK MEDAPATKAN SISTEM PROPULSI. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3), 576–585.
- Sasono, E. J. (2009). PEMAKAIAN BALING-BALING BEBAS PUTAR (FREE ROTATING POPELLER) PADA KAPAL. *TEKNIK*, 30(2), 140–145.
- Surjo W. Adji. (2005). ENGINE-PROPELLER MATCHING. *Engine Propeller Matching*, 1–31.
- Tamjidillah, M., & Mursadin, A. (2002). INFO – TEKNIK Analisis Alternatif Produk Baling-Baling Dengan Pendekatan Rekayasa Nilai. *INFO – TEKNIK*, 3(1), 8–19.
- Yudo, H. (2007). ENGINE MATCHING PROPELLER PADA KAPAL UNTUK MENDAPATKAN OPTIMALISASI PEMAKAIAN MESIN PENGGERAK KAPAL DAN BALING – BALING SEBAGAI ALAT PENDORONG KAPAL. *Jurnal Kapal*, 4(1), 15–18.