

## STUDI KASUS PERBAIKAN DAUN BALING-BALING KAPAL TUG BOAT AKIBAT PATAH DAN FOULING

Santhi Wilastari\* dan Budi Santoso

Program Studi Teknika, Politeknik Bumi Akpelni Semarang  
Jl. Pawiyatan Luhur II, Bendanduwur, Semarang.

\*Email: santhi@akpelni.ac.id

### Abstrak

Kerusakan pada daun propeller sangat berpengaruh terhadap performa dari kapal. Daya yang dipindahkan dari mesin tidak dapat dipakai secara maksimal. Selama berlayar di wilayah laut atau sungai, baling-baling kapal sering berbenturan dengan benda asing yang mengambang sehingga menyebabkan kerusakan pada baling-baling. Kerusakan ini bisa berupa melengkung, retak atau rusak pada daun baling-baling. Paper ini membahas tentang studi kasus perbaikan propeller kapal akibat patah dan fouling. Proses perbaikan baling-baling diantaranya adalah dengan pemotongan bagian yang patah untuk kemudian disambung dengan pelat baru dengan cara pengelasan. Perbaikan karena fouling atau penempelan kerang laut dilakukan dengan cara dihilangkan secara kimiawi dan secara mekanis lewat gerinda. Setelah perbaikan proses selanjutnya adalah balancing. Hasil balancing menunjukkan bahwa daun baling-baling sudah memenuhi standar untuk digunakan berlayar.

**Kata kunci:** balancing, baling-baling, docking, tug boat

### PENDAHULUAN

Baling-baling (*propeller*) adalah alat untuk menghasilkan gaya dorong pada sebuah kapal laut. Baling-baling diputar dengan poros yang digerakkan oleh penggerak utama dalam kamar mesin. Kerusakan pada baling-baling khususnya pada bagian daunnya berpengaruh terhadap performa dari kapal dimana daya yang ditransmisikan dari mesin tidak dapat dipakai secara maksimal. Dengan kata lain terjadi *power losses*. Sebagai contoh jika daun *propeller* mengalami *bending* atau bengkok maka kemungkinan terjadi perubahan *pitch propeller* untuk rasio  $r/R$  tertentu, hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan pada beban *propeller* (*propeller load*) sehingga untuk mencapai kecepatan servis dibutuhkan daya motor penggerak yang lebih besar (kurva beban *propeller* akan naik dan keluar dari kurva range daya mesin/ *engine envelope*) dan jika dipaksakan maka motor induk akan bekerja dengan keras, hal ini akan membahayakan motor, jika di gunakan secara kontinu maka kemungkinan motor akan rusak (Laksono, 2017).

Proses reparasi *propeller* kapal dilakukan ketika kapal berada di dalam *dock* (proses docking), umumnya kerusakan pada *propeller* terjadi pada bagian daunnya (*blade*) dimana daun *propeller* inilah yang menjadi perantara antara kapal dan air sehingga kapal dapat berjalan, sebagai contoh kerusakan pada daun

*propeller* seperti: mengalami *fouling*, terjadi pengikisan akibat kavitasi, terjadi keretakan dan bengkokan (*bending*) akibat berbenturan dan sebagainya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dengan kondisi *propeller* yang tidak optimum tersebut maka performa *propeller* akan turun.

Dalam proses perbaikan pada daun baling-baling ada beberapa tahapan, proses pelurusan *propeller* apabila terjadi kerusakan proses pengelasan apabila terjadi keretakan atau patah pada daun baling-baling dan balancing *propeller* sebagai tahap akhir dalam perbaikan pada *propeller*. *Propeller* terbuat dari material kuningan, kuningan adalah logam paduan tembaga dengan unsur utama, yaitu tembaga (Cu) dan Seng (Zn). Sedangkan unsur pepadu pada paduan aluminium utama antara lain tembaga (Cu), mangan (Mn), silikon (Si), magnesium (Mg) dan Seng (Zn). Dari kedua paduan tersebut dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yakni paduan tuang (cor) dan paduan tempat (Laksmiana, 2019).

Baling-baling kapal dirancang dan dibuat dari berbagai macam material atau bahan yang diperuntukkan khusus agar tahan terhadap berbagai kondisi dan jenis air, getaran, benturan yang mungkin terjadi pada saat digunakan sebagai alat propulsi kapal (Smith Tutu, 2019). Walaupun baling-baling sudah dirancang sedemikian kuatnya tapi baling-baling dapat rusak juga kerusakan yang terjadi pada baling-

baling umumnya dikarenakan benturan pada daun baling-baling (Hamid dkk., 2019). Benturan yang terjadi antara daun baling-baling dengan benda keras benda keras yang dimaksud dapat berupa balok kayu batu atau besi. Akibat benturan yang terjadi menyebabkan bengkoknya bagian ujung daun baling-baling atau dapat juga patahnya bagian ujung daun baling-baling pada tingkat benturan yang ekstrem dapat menyebabkan patahnya separuh daun baling-baling. Penyebab kedua adalah kavitasi pada baling-baling.

Fenomena penguapan air karena penurunan ekstrem tekanan pada daun baling-baling dapat menyebabkan kavitasi. Kavitasi terjadi pada sisi muka atau sisi isap daun baling-baling akibat dari fenomena tersebut, maka daun baling-baling akan mengalami kerusakan berupa cekungan-cekungan kecil yang lama kelamaan bias memicu patahnya baling-baling (Munawir dkk., 2017). Penyebab rusak berikutnya adalah dari sisi material. Komposisi material untuk pembuatan baling-baling sangat mempengaruhi mutu baling-baling. Jika mutunya tidak baik maka baling-baling akan cepat rusak terutama terhadap kavitasi. Kerusakan karena faktor usia baling-baling juga lazim ditemui.

Metode reparasi baling-baling kapal akibat *fouling* dapat dilakukan dengan menggunakan zat kimia (Firsthitama, 2018). Untuk mempermudah membersihkan sekumpulan kerang laut yang menempel. Setelah hal ini dilakukan, langkah selanjutnya adalah dengan menggerinda agar bersih. Perbaikan terhadap kasus patahnya daun baling-baling dapat dilakukan dengan cara pengelasan (Setiawan, 2004). Dengan standar yang ketat, perbaikan jenis ini bisa dilakukan. Proses terakhir reparasi adalah *balancing*.

*Balancing propeller* dilakukan dengan cara diputar dengan kecepatan tertentu hingga *propeller* berhenti dengan sendirinya akibat massa *propeller* dan gaya gravitasi (Laksono, 2017). Jika baling-baling berhenti pada satu sisi daun baling-baling setelah dilakukan beberapa kali putaran, dimana baling-baling berhenti akibat perbedaan massa dari daun baling-baling, maka dapat dipastikan daun tersebut memiliki massa yang tidak sesuai dari daun *propeller* yang lain. Sehingga dapat dikatakan *propeller* tersebut tidak *balance* (seimbang) maka dilakukan pengurangan pada daun tersebut dengan cara digerinda dengan gerinda halus

sampai merata sampai dihasilkan baling-baling yang seimbang.

penelitian ini menyajikan studi kasus perbaikan kerusakan baling-baling kapal *tug boat* akibat patah dan *fouling*. Berbagai proses perbaikan dilakukan agar daun baling-baling bisa digunakan kembali. Perbaikan dengan mengacu kepada standard-standar yang ada. Rangkaian perbaikan diakhiri proses *balancing*.

## METODE PENELITIAN

Dalam paper ini baling-baling yang dijadikan sebagai obyek penelitian adalah baling-baling pada kapal *tug boat* Keitaro III dengan spesifikasi seperti diperlihatkan dalam Tabel 1. Adapun lokasi Doktorat penelitian di PT. Citra Bahari Shipyard, Tegal.

**Tabel 1. Spesifikasi baling-baling**

Deskripsi	Ukuran
Diameter baling-baling	2150 mm
Tebal bilah daun	50,8 mm
Jumlah bilah daun	4 buah
Terbuat dari	Kuningan

Alat-alat yang digunakan adalah mesin las kuningan, yang digunakan untuk menyambung daun baling-baling. Mesin gerinda digunakan untuk menggerinda permukaan daun. Mesin *balancing* manual digunakan untuk mengatur agar baling-baling seimbang. Gambar 1 memperlihatkan baling-baling yang mengalami kerusakan pada penelitian ini.



**Gambar 1. Baling-baling yang dilepas dari poros *propeller***

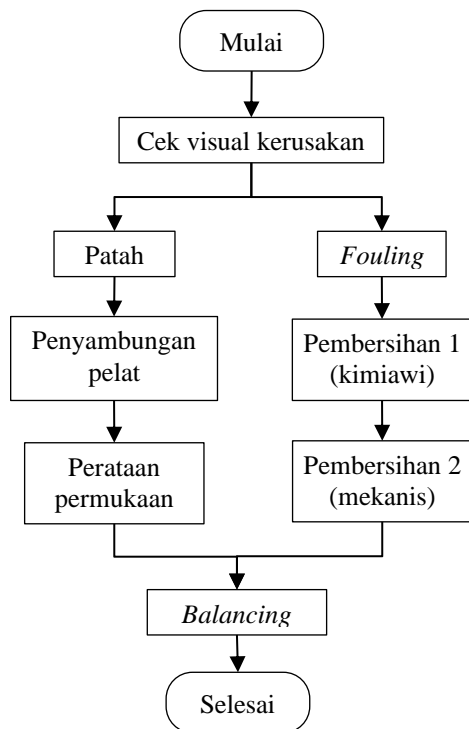
Proses perbaikan diawali pengecekan bagian daun baling-baling secara visual yang sebelumnya didahului dengan pelepasan baling-baling dari kapal. Dari hasil pengecekan ini ditemukan dua jenis kerusakan yaitu adanya bagian ujung daun yang hilang karena patah. Bagian daun ini diberi identitas nomor 1. Sedangkan kerusakan kedua pada daun nomor 2 di sebelahnya karena adanya *fouling*. Proses perbaikan dalam penelitian ini seperti disajikan dalam Gambar 2 yang dijelaskan dalam bagian berikut ini.

Proses pemukulan hanya dilakukan pada saat daun *propeller* mengalami bengkok dengan cara dipanaskan dan dipukul sampai sesuai dengan bentuk semula.



Gambar 4. Proses awal penyambungan

Gambar 4 menunjukkan memotong dan mengukur bahan yang akan di sambungkan ke daun *propeller* yang rusak.



Gambar 2. Diagram alir proses perbaikan

Perbaikan kerusakan jenis patah ini dengan cara penyambungan pelat menggunakan las sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Pemukulan



Gambar 5. Proses pengelasan

Gambar 5 memperlihatkan proses pengelasan bahan yang akan disambung dengan daun *propeller* yang rusak.



Gambar 6. Penggerindaan setelah dilas

Gambar 6 memperlihatkan penggerindaan pada sisi penyambungan hingga halus dan ketebalannya sesuai dan pada sisi tip *propeller* di buat sesuai dengan bentuk awal. Demikian proses perbaikan mulai dari gambar 3 sampai gambar 6. Perbaikan kerusakan jenis kedua dengan metode Perbaikan *fouling*. Prinsip utamanya adalah dengan dibersihkan. Pembersihan ditempuh dengan secara kimiawi dan secara mekanis. Secara kimiawi dengan memberikan cairan pembersih *fouling* yang

sudah mendapat sertifikasi pada permukaan daun dengan kuas. Dibutuhkan waktu tunggu kurang lebih 10-15 menit agar cairan benar-benar meresap ke kerang. Tujuan pemberian cairan ini agar memudahkan pengelupasan kerang. Setelah tahap ini dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan pembersihan secara mekanis dengan digerinda. Gerinda yang digunakan adalah jenis gerinda tangan dengan mata gerinda asah (*grinding wheel*) seperti terlihat pada Gambar dibawah ini.



**Gambar 7. Proses Penggerindaan *fouling* dalam hal ini proses Penggerindaan jangan sampai mengenai daun *propeller* .**

*Balancing* adalah tahapan terakhir dari proses perbaikan. Baling-baling yang sudah selesai digerinda, dibawa ke *support roller* untuk diperiksa apakah sudah seimbang. Cara pemeriksaannya dengan Lakukan *Balancing* pada daun nomor 1 dan 3 dengan cara memperhatikan putaran pada *propeller* , jika daun *propeller* nomor 1 bergerak ke bawah berarti daun nomor 1 lebih berat dari pada daun nomor 3, jika daun nomor 1 bergerak ke atas maka artinya daun nomor 1 lebih ringan dibandingkan daun nomor 3, begitu juga sebaliknya apabila yang diperhatikan daun nomor 3 seperti diperlihatkan dalam gambar 8.



**Gambar 8. Tempat *balancing***

Gambar 8 memperlihatkan alat *balancing propeller* yang terdiri dari 2

penyangga dan 4 bearing, 2 buah diletakan di depan dan 2 buah diletakan di belakang.



**Gambar 9. Pengujian *balancing***

Gambar 9 menunjukkan proses *balancing* tiap-tiap daun *propeller* dengan cara memperhatikan putaran pada *propeller* .



**Gambar 10. Baling-baling yang sudah selesai *balancing***

Gambar 10 memperlihatkan baling-baling yang sudah jadi. Perlu dicatat bahwa proses perbaikan ini tidak sampai proses pengujian penggunaan baling-baling setelah perbaikan. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang seberapa jauh pengaruh perbaikan ini terhadap kinerja kapal.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Studi kasus tentang perbaikan daun baling-baling yang rusak telah dipaparkan. Dua jenis kerusakan terjadi pada dua daun baling-baling pada kapal *tug boat*. Perbaikan dilakukan dengan cara penyambungan pelat, pembersihan kerang laut dan terakhir proses *balancing*. Hasil perbaikan sudah sesuai standard sehingga baling-baling siap digunakan untuk berlayar. Ke depan, perlu dilakukan kajian mendalam tentang pengaruh perbaikan ini terhadap kinerja kapal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Firstdhitama, W. (2018). *Perencanaan Reparasi Kapal Ferry untuk Efisiensi Waktu Docking dengan Metode Flash*. repository.its.ac.id.  
<https://repository.its.ac.id/51799/>
- Hamid, A., Nugroho, S., Haryadi, G. D., & Nugroho, A. (2019). Failure analysis of sea water cooling pump's shaft (SWCP) on board anchor handling tug supply (AHTS). *AIP Conference Proceedings*, 2202(1), 20049. <https://doi.org/10.1063/1.5141662>
- Laksmiana, V. I. (2019). *Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pelarut dan Waktu Aging Pada Proses Perlakuan Panas T6 Komposit Aluminium 2075, Abu Dasar Batu Bara Sebagai Bahan ....* repository.untag-sby.ac.id.  
<http://repository.untag-sby.ac.id/12803/>
- Laksono, E. S. (2017). *Proses Perbaikan dan Perawatan Propeller Pada Kapal Tunda Selat Siberut di Dry Dock Galangan Pt Rukindo Jakarta*. repository.upnvj.ac.id.  
<https://repository.upnvj.ac.id/3514/>
- Munawir, A., Rubiono, G., & ... (2017). Studi Prototipe Pengaruh Sudut Kemiringan Poros Baling-Baling Terhadap Daya Dorong Kapal Laut. *V-MAC (Virtual of ...* <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/vmac/article/view/113>
- Setiawan, Y. (2004). *Menentukan Ukuran Utama Yang Optimal Untuk Propeller B-Series Menggunakan Open Water Diagram*. repository.its.ac.id.  
<https://repository.its.ac.id/63524/>
- Smith Tutu. (2019, April). *Belajar Mengenal Kapal*. <https://smithship.blogspot.com/>