

PERBANDINGAN TEKNIS DAN EKONOMIS
ANTARA PENGGANTIAN BANTALAN POROS PROPELLER
DIBANDINGKAN DENGAN PENGGESERAN POSISI V-BRACKET PADA KMP. KUMALA

Untung Budiarto*)

Abstract

In the propulsion systems there are three preference components main engine, propeller shaft, and propeller. KMP. Kumala is one for all passengers ship the owner PT. Darma Lautan Utama, there are it's to experience problems to the systems propulsion to happen missalignment between construction v-bracket with stern tube, there are v-bracket to function become to hold up propeller shaft in the inside to find shaft bearing. Effect the missalignment, shaft can't to turn, so need the realized preparing with the change to shaft bearing shape exentric and to scrape position v-bracket the position again. In this finish task purporting to know the value from side technics and economics between to realized the change shaft bearing shape exentric with to scrape position v-bracket to position again with account time to docking next time. From the result analyse to find that to change the shaft bearing shape exentric to need faster time, material cost is more expensive, labour cost is cheaper, construction to v-bracket isn't normaly, than to scrape position v-bracket to need the time is long time, material cost is cheaper, job cost is more expensive, construction v-bracket back to normal the position again, until to moment realization docking next time to need faster time, material cost and job cost is cheaper from to change the shaft bearing shape exentric.

Key words : Propeller shaft, Bearing, Exentric, V-bracket, Thordon

Pendahuluan

Dalam sistem propulsi ada 3 komponen utama yaitu, motor penggerak (*main engine*), *shaft*/poros propeller sebagai sistem tranmisi, dan *propeller* atau biasa disebut baling – baling sebagai penggerak. Instalasi poros propeller pada kapal terdapat suatu tabung poros propeller yang disebut stern tube sebagai tempat bantalan dan bush yang berfungsi sebagai tempat dudukan poros propeller.

KMP. Kumala adalah salah satu kapal penumpang milik perusahaan pelayaran PT. Dharma Lautan Utama, dengan rute pelayaran Surabaya – Banjarmasin dengan waktu tempuh 22 jam dan berlayar setiap hari, sehingga kapal ini selalu aktif beroperasi terus. Kapal ini mempunyai 4 mesin induk, 2 diantaranya menggerakkan satu propeller, sehingga kapal ini mempunyai 2 propeller sebagai tenaga penggerak. Karena posisi mesin berada di tengah, maka mesin tersebut menggunakan 3 poros antara (*intermediate shaft*) dan 1 poros propeller (*tail shaft*).

Pada tail shaft dengan panjang 15,695 m yang mempunyai tiga bantalan yang terletak pada posisi depan, tengah, dan belakang, menggunakan pelumasan air laut. Pada bantalan yang paling belakang menggunakan konstruksi v-bracket, dimana stern tube menggantung pada buritan kapal dengan penyangga v-bracket.

Awal terjadinya missalignment pada konstruksi v-bracket tepatnya pada posisi kanan (starboard) terjadi akibat deformasi dari penggantian plate pada daerah konstruksi v-bracket, hal ini terjadi karena pengaruh

dari pemotongan dan pengelasan plate yang menyebabkan tarikan – tarikan dari plate, sehingga jika tidak segera diperbaiki bisa mengakibatkan kerusakan bantalan dan menimbulkan getaran yang tinggi, yang disebabkan bantalan pada stern tube dengan poros tidak mempunyai ruang bebas untuk berputar. Disamping itu juga mengakibatkan putaran poros berkurang dan bisa merusak mesin induk akibat defleksi yang tinggi.

Akibat kasus tersebut menimbulkan masalah dimana harus dilakukan penggantian bantalan baru, atau memungkinkan untuk merubah posisi konstruksi v-bracket. Dalam setiap pagedokan dan akan dilaksanakan penggantian bantalan baru, maka harus dilaksanakan pekerjaan *alignment* antara *stern tube* depan, tengah dan belakang pada v-bracket. Akibat ketidaklurusan yang terjadi pada v-bracket bantalan harus dimodifikasi bentuk exentric. Sehingga perlu di analisa teknis dan ekonomis untuk mengetahui efektifitas yang lebih baik dari dua solusi tersebut untuk jangka waktu yang akan datang atau dalam proses pagedokan berikutnya.

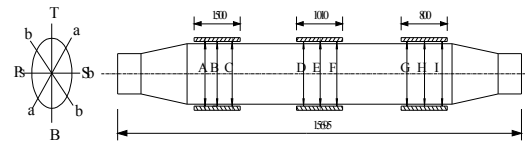
Perumusan dan Batasan Penelitian

Bagaimana mengetahui efisiensi dari segi teknis dan ekonomis antara penggantian bantalan bentuk exentric dengan penggeseran posisi v-bracket, terhadap biaya dan waktu pada saat docking repair maupun docking berikutnya. Untuk memperjelas permasalahan, perlu adanya batasan dan asumsi sebagai berikut :

1. Analisa biaya hanya pada proses pekerjaan yang berhubungan dengan penggantian bantalan dan penggeseran posisi v-bracket.
2. Estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan berjalan normal dan tanpa adanya over time

*) Sraf Pengajar Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Undip

- Biaya berdasarkan estimasi harga penawaran dari galangan.
- Kondisi instalasi mesin, gear box, sampai dengan poros antara (Intermediate Shaft) dalam keadaan alignment, sehingga instalasi tersebut dibuat pedoman untuk alignment.



Gambar 2 . Diameter Poros Propeller

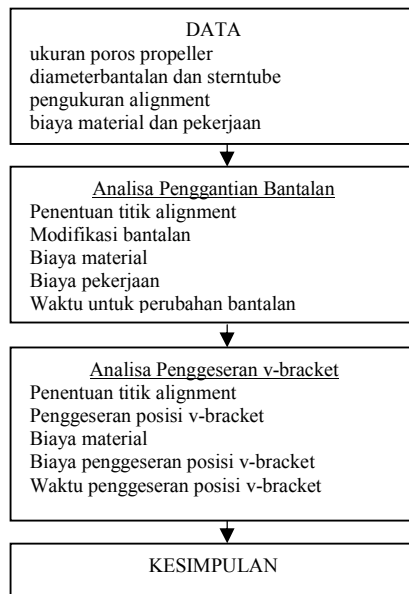
Tujuan Penelitian

Mendapatkan perbandingan nilai teknis dan ekonomis antara pekerjaan penggantian bantalan yang dibentuk exentric dengan pekerjaan mengembalikan posisi konstruksi v-bracket ke posisi semula/standart.

Metodologi dan Data Penelitian

Data-data yang digunakan dalam penelitian :

- Data ukuran poros propeller
- Data ukuran diameter bantalan dan stern tube
- Data pengukuran alignment
- Data konstruksi v-bracket
- Data biaya material
- Data biaya untuk pekerjaan reparasi



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Analisa teknis dimulai dengan pengambilan data yang berhubungan dengan sistem propulsi khususnya untuk penggantian bantalan baru dan penentuan posisi v-bracket, data yang diambil antara lain :

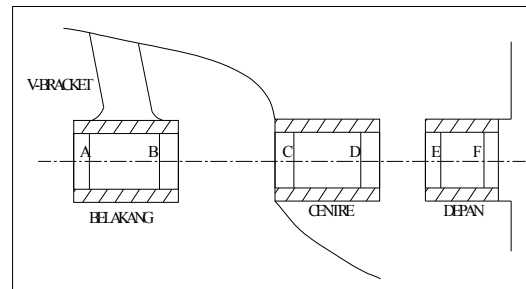
Data Ukuran Diameter Poros Propeller.

Pengambilan data diameter poros propeller dilaksanakan setelah posisi poros dicabut keluar dari posisi bantalan dan stern tube, sehingga pengukuran bisa dilakukan secara mudah. Pengukuran diameter poros menggunakan alat ukur outside micrometer yang sesuai dengan ukuran poros dan diambil pada posisi bantalan dan posisi yang diperlukan untuk keperluan data.

Tabel 1 . Diameter Poros Propeller

Position SB	A	B	C
	Aft (v-bracket)		
T -B	318.47	318.39	318.30
Ps - Sb	318.56	318.50	318.25
a - a	318.43	318.40	318.30
b - b	318.51	318.47	318.29
	D	E	F
stern tube tengah			
T -B	321.32	321.38	319.34
Ps - Sb	321.31	321.37	319.36
a - a	321.35	321.29	319.35
b - b	321.35	321.31	319.33
	G	H	I
stern tube depan			
T -B	321.53	321.53	321.52
Ps - Sb	321.50	321.57	321.22
a - a	321.48	321.52	321.57
b - b	321.54	321.51	321.50

Ukuran Rumah Bantalan (bush housing)



Gambar 3. Posisi Diameter Dalam Rumah Bantalan

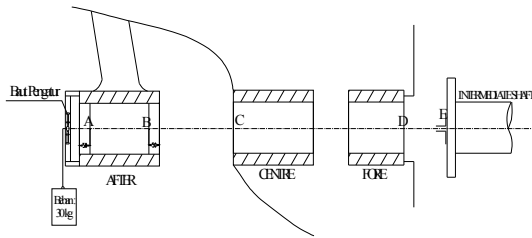
Tabel 2. Ukuran Diameter Dalam Rumah Bantalan

Posisi	A	B	C	D	E	F
T-B	445.2	445.0	444.0	444.0	444.3	444.3
PS - SB	445.0	445.1	444.0	444.0	444.3	444.3
a - a	444.8	445.0	43.9	444.0	444.2	444.2
b - b	444.9	445.1	44.0	444.8	44.3	444.3

Data Alignment.

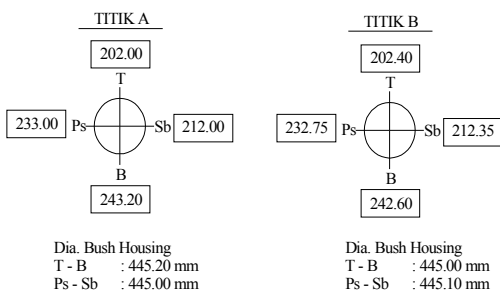
Berikut ini gambar pengambilan titik alignment yang dilaksanakan dengan menggunakan kawat, yaitu menarik kawat dari titik pusat depan dan ditarik sampai dibelakang konstruksi v-bracket. Kawat bisa diatur dengan digeser menyesuaikan kelurusan titik

acuan. Jarak centre kawat dengan strentube pada tiap posisi (A,B,C,D) diukur pada posisi atas, bawah, kanan, dan kiri, sehingga bisa diketahui pergeserannya. Sedangkan balok beban digunakan untuk menarik



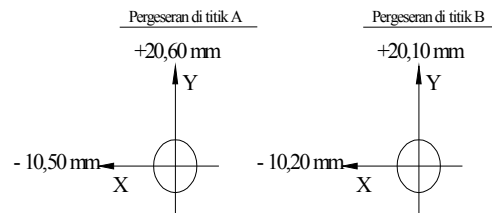
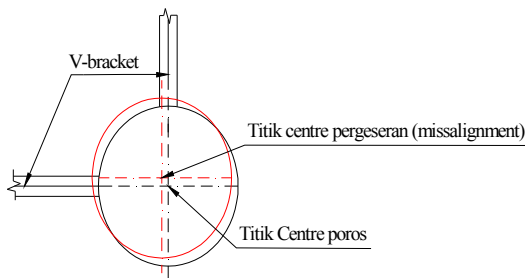
Gambar 4. Posisi Pengukuran Alignment

Pada posisi E digunakan sebagai acuan titik centre di bagian depan dan di bagian belakang menggunakan acuan titik centre pada posisi C, sehingga pada posisi A dan B (posisi v-bracket) perlu menyesuaikan titik centre pada posisi yang di depan (C, D, E). Untuk menyesuaikan bantalan pada v-bracket dibuat exentric supaya mendapatkan alignment / kelurusan pada poros propeller.



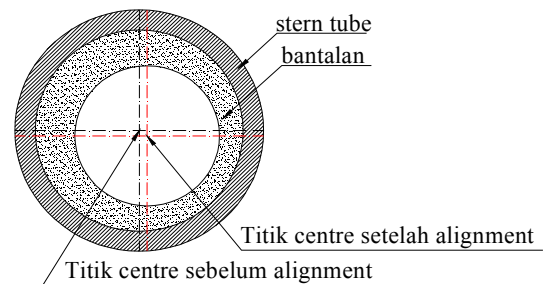
Gambar 5. Jarak Centre Terhadap Bush Housing

Data alignment yang didapatkan dari pengukuran menunjukkan bahwa posisi stern tube v-bracket A dan B bergeser kekiri dan keatas, sehingga perlu diadakan pergeseran untuk mengembalikan posisi semula.



Gambar 6. Posisi Pergeseran (Missalignment) V-bracket

Data pergeseran missalignment menunjukkan posisi v-bracket bergeser ke kiri dan keatas, Dari data diatas dapat digunakan untuk mendapatkan kelurusan antara stern tube depan, tengah,dan belakang (v-bracket). Maka pada posisi v-bracket bantalan perlu dibuat exentric dan untuk perubahan posisi v-bracket perlu digeser kekanan dan kebawah menyesuaikan titik centre posisi poros propeller. Untuk bantalan bentuk exentric bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 7. Bentuk Exentric Pada Bantalan



Gambar 8. Posisi Konstruksi V-bracket

Penentuan Ukuran Bantalan Dan Pembentukan Bantalan Bentuk Exentric

Setelah melalui tahapan dari proses pengukuran poros, pengukuran rumah bantalan dan pelaksanaan alignment akan didapatkan data yang bisa digunakan untuk proses penentuan ukuran bantalan. Hasil pengukuran pada bantalan depan dan tengah dibuat normal / standart, sedangkan pada bantalan belakang dibentuk exentric pada posisi v-bracket. Karena ukuran diameter poros dan rumah bantalan tiap posisi bantalan berbeda maka kebutuhan bantalan yang diperlukan

juga berbeda, berikut ini adalah ukuran bantalan pada posisi belakang sebagai berikut:

- Diameter poros : 318,50 mm
- Diameter Rumah bantalan : 445,00 mm
- Panjang : 1480 mm
- Clearance : 1,50 mm
- Press : 1,50 mm
- Perhitungan outside diameter bantalan
= diameter rumah bantalan + press
= 446,50 mm
- Perhitungan Inside diameter bantalan

Karena diameter poros pada posisi bantalan depan (321,50) lebih besar dari diameter bantalan belakang (318,50), maka untuk proses memasukkan poros clearance pada bantalan belakang harus ditambah.

Selisih diameter poros bantalan depan dengan belakang

$$= 321,50 - 318,50$$

$$= 3,00 \text{ mm}$$

Clearance menjadi

$$= 1,5 + 3,00$$

$$= 4,50 \text{ mm}$$

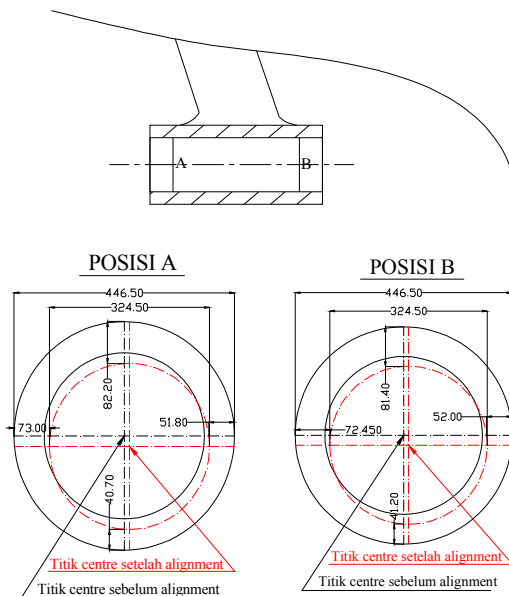
Inside diameter bantalan

$$= \text{diameter poros} + \text{clearance} + \text{press}$$

$$= 318,50 + 4,50 + 1,50$$

$$= 324,50 \text{ mm}$$

Khusus pada posisi v-bracket, bantalan yang dibutuhkan lebih besar dari bantalan depan, dan tengah, untuk menyesuaikan kelurusan poros propeller bantalan perlu dibentuk exentric, sehingga ketebalan pada tiap sisi bantalan berbeda. Bisa dilihat pada gambar dibawah ini,



Gambar 9. Ketebalan Bantalan

Dari data pengukuran diatas bisa diketahui kebutuhan material thordon pada posisi v-bracket sebagai berikut:

- Tebal terbesar (T) : 82,20 mm
- Outside diameter bantalan (OD) : 446,50 mm
- Inside diameter (ID) bantalan untuk pemesanan material bantalan baru :
= $OD - (2 \times T)$
= $446,50 - (2 \times 82,20)$
= $446,5 - 164,40$
= 282,10 mm

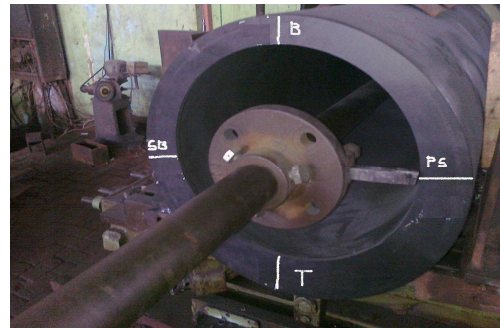
Hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan bisa digunakan sebagai acuan untuk pemesanan material thordon dan digunakan untuk proses pembentukan bantalan dengan dibubut.

Beberapa tahapan pembentukan bantalan dengan proses pembubutan :

a. Pembubutan Diameter Luar



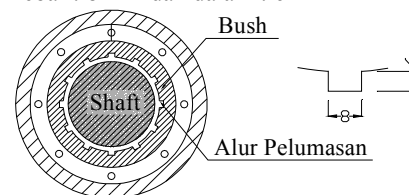
b. Pembubutan Diameter Dalam



c. Pembuatan Alur Pelumasan

Digunakan sebagai pelumas juga berfungsi sebagai pendingin, yaitu tempat masuknya air laut kedalam bantalan.

- Jumlah Alur : 12
- Lebar : 8 mm dan dalam : 6 mm



Gambar 10. Alur Pelumasan Pada Bantalan

Penggeseran Posisi V-bracket

Dalam pelaksanaan pekerjaan penggeseran posisi v-bracket akan memerlukan waktu yang lama, karena memerlukan ketelitian dan harus secara hati – hati.

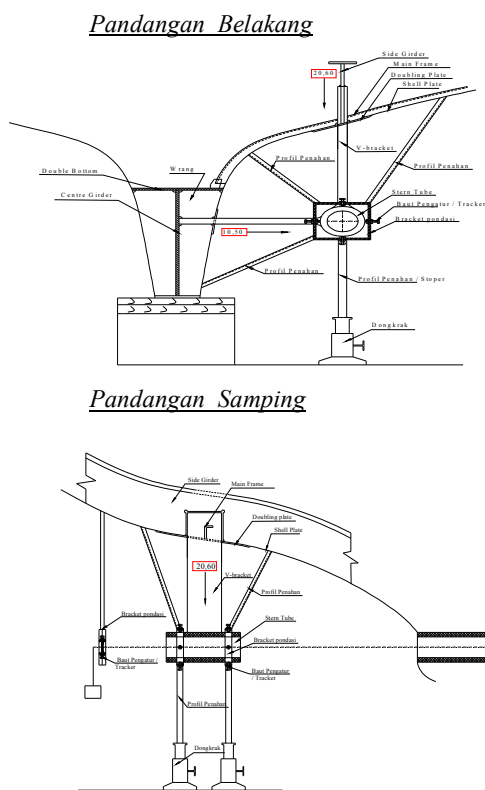
Tahapan proses pekerjaan penggeseran posisi v-bracket sebagai berikut:

1. Proses pemotongan pelat (cutting)

Tahap awal pemotongan pelat disekitar konstruksi v-bracket perlu dicermati mana yang perlu diganti dan yang tidak perlu diganti. Berikut bagian – bagian yang harus dipotong sesuai urutan pemotongan.

 - Doubling Plate
 - Shell Plate (pelat kulit)
 - Pada alur pengelasan v-bracket bagian atas
 - Pada alur pengelasan v-bracket bagian bawah
2. Proses Penggeseran V-bracket

Untuk penggeseran posisi v-bracket disesuaikan dengan arah penggeserannya yaitu posisinya harus turun 20,60 mm dan bergeser ke kanan (SB) 10,50 mm. Untuk titik pusat yang menggunakan kawat piano sebagai centre, maka posisi kawat harus sudah pada posisi alignment, setelah itu stern tube menyesuaikan dengan menggesernya. Penggeseran memerlukan alat bantu (bisa dilihat pada gambar dibawah ini).



Gambar 11. Penampang Untuk Penggeseran V-bracket

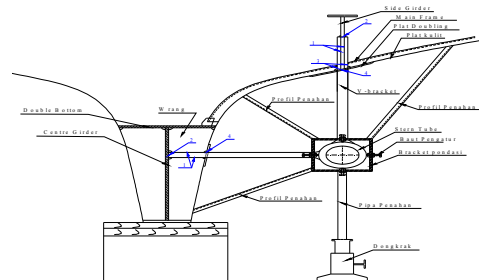
Dari gambar diatas dapat dijelaskan

- a. sebelum v-bracket dalam keadaan bebas / belum ada proses pemotongan, terlebih dahulu dipasang profil penahan di beberapa posisi.

- b. profil penahan dengan ukuran (100x100x10) dihubungkan pada badan kapal dengan bracket pondasi yang menahan stern tube
- c. pada bracket pondasi terdapat baut yang berada pada empat sisi yaitu atas, bawah, kanan, dan kiri, yang berfungsi untuk mengatur penggeseran keempat posisi.

3. Proses Pengelasan

Dalam proses pengelasan harus memperhatikan urutan pengelasan, karena berhubungan langsung dengan alignment. Setelah posisi stern tube sudah alignment yang dilaksanakan pada proses penyetulan dengan menggeser stern tube langsung dilanjutkan dengan pengelasan. Untuk urutan pengelasan bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 12. Penampang Alur Pengelasan V-bracket

Untuk urutan pengelasan pada gambar diatas sebagai berikut:

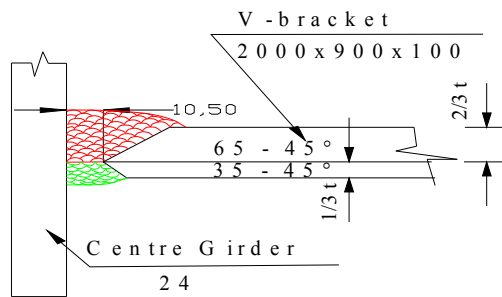
1. Pada no.1, pengelasan dilaksanakan pada posisi samping antara centre girder, side girder dengan v-bracket baik posisi atas dan bawah dilaksanakan secara bersamaan sedikit demi sedikit, yang berfungsi untuk mengikat dan mengurangi tarikan las.
2. Pada no.2, pengelasan dilaksanakan setelah pengelasan no.1 dilakukan sedikit demi sedikit tiap layer pengelasan secara bersamaan pada posisi atas dan bawah.
3. Pengelasan no.3 pada posisi atas antara v-bracket dengan main frame.
4. Pada no. 4 pengelasan pada plat sisi dan plat doubling.

Berikut ini bentuk sambungan pengelasan pada v-bracket

- V-bracket dengan side girder
- V-bracket Dengan Centre Girder

Pada pengelasan antara v-bracket dengan centre girder perlu diperhatikan dan dilakukan secara hati – hati, dengan memperhatikan urutan – urutan pengelasan, akibat penggeseran menyebabkan jarak atau gap pengelasan menjadi lebar, sehingga pada pengelasan memerlukan backing keramik untuk mempermudah pengelasan, dan hasil pengelasan bisa sempurna. Untuk tahapan pengelasan yang pertama pada posisi

down hand dengan dipasang backing keramik, setelah selesai backing keramik dilepas dan dilanjutkan pengelasan pada posisi over head bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 13. Sambungan Pengelasan V-bracket Dengan Centre Girder

Analisa Ekonomis

Segi ekonomis perlu diperhatikan beberapa tahapan proses pekerjaan yang akan dilaksanakan, serta dipertimbangkan untuk biaya dan efisiensi yang dihasilkan antara proses penggantian bantalan baru dan proses perubahan posisi v-bracket.

Penggantian Bantalan Baru

Biaya yang harus dikeluarkan antara lain :

1. Biaya material bantalan dan material pendukung
2. Biaya pekerjaan dan peralatan

Biaya Material Bantalan Dan Material Pendukung

Biaya material bantalan yang dibutuhkan tergantung dari jumlah kebutuhan yang diperlukan yaitu pada posisi bantalan yang harus diganti baru, dari hasil pengukuran clearance pada poros propeller dengan bantalan pada posisi depan, tengah, dan belakang sudah menunjukkan batasan maximum dari standart aturan class BKI, dan digunakan untuk pekerjaan alignment, maka bantalan harus diganti baru semua.

Selain bahan material bantalan thordon, diperlukan juga nitrogen yang berfungsi untuk proses penyusutan ukuran diameter thordon pada saat pemasangan atau proses pemasukan kedalam stern tube. Bantalan thordon didinginkan dengan nitrogen dengan waktu tertentu sehingga ukuran diameter luar bantalan thordon mengecil atau menyusut, setelah menyusut diameter luar bantalan lebih kecil dari diameter dalam stern tube maka bantalan lebih mudah untuk dimasukkan, dan setelah bantalan masuk kedalam stern tube diameter akan kembali keukuran semula pada waktu tertentu.

Berikut ini adalah beberapa material pendukung untuk proses pekerjaan penggantian bantalan baru :

Waktu dan Biaya Pekerjaan Penggantian Bantalan

Waktu yang diperlukan untuk proses penggantian bantalan baru berdasarkan perhitungan jam orang (manhours) dan mandays adalah sebagai berikut:

Waktu pelaksanaan atau jam kerja per hari selama 8 jam, dilaksanakan mulai pukul 08.00 sampai dengan 17.00 dengan istirahat 1 jam, sehingga perhitungan hari/mandays setiap pekerjaan dapat diketahui yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :

Mandays / hari =

$$\frac{\text{Jumlah waktu / jam kerja}}{\text{Jumlah jam / hari (8jam)}}$$

Tabel 3. Mandays Pekerjaan Penggantian Bantalan

No	Jenis Pekerjaan Pada Penggantian Bantalan Baru	Jumlah Tenaga	Waktu / Jam kerja	Hari
1	pemasangan perancah / persiapan pekerjaan	4 org	3 jam	0.375
2	melepas skerm	2 org	3 jam	0.375
3	pengukuran clearance	2 org	2 jam	0.25
4	melepas propeller diameter 3000 mm	6 org	10 jam	1.25
5	melepas flends penghubung poros	4 org	4 jam	0.5
6	pencabutan poros diameter 320 mm, panjang 15,6 M	8 org	18 jam	2.25
7	pencabutan bantalan yang akan diganti	4 org	6 jam	0.75
8	pengukuran diameter poros dan rumah bantalan	2 org	3 jam	0.375
9	alignment stern tube dan v-bracket	10 org	13 jam	1.625
10	pembentukan bantalan baru dengan di bubut	6 org	18 jam	2.25
11	pemasangan bantalan baru	6 org	12 jam	1.5
12	pemasangan poros	8 org	18 jam	2.25
13	pemasangan flends penghubung	4 org	4 jam	0.5
14	pemasangan propeller	6 org	10 jam	1.25
15	pengukuran clearance setelah bantalan diganti baru	2 org	2 jam	0.25
16	pemasangan skerm	2 org	3 jam	0.375
Total Hari				16.125

Praktek dilapangan bahwa setiap proses pekerjaan bisa dilaksanakan secara bersamaan. Sehingga waktu dalam schedule pelaksanaan akan lebih cepat dari perhitungan. Yaitu 15 hari. Pekerjaan diatas dianggap berjalan dengan normal tidak ada waktu tambahan atau over time dan tidak ada kendala dalam proses pekerjaan.

Jadi total biaya untuk proses penggantian bantalan baru adalah sebagai berikut :

Jumlah total biaya material :
 Bantalan thordon :Rp 250.000.000,00
 Material Pendukung :Rp 2.650.000,00
 Rp 252.650.000,00

Jumlah total biaya Pekerjaan: Rp 199.000.000,00
 Jadi Total biaya untuk penggantian bantalan bentuk exentric adalah :
 Biaya material :Rp 252.650.000,00
 Biaya pekerjaan :Rp 199.000.000,00
Total :Rp 451.000.000,00

Perubahan Posisi V-bracket

Untuk mendapatkan kelurusan antara stern tube depan, tengah dan belakang atau v-bracket, yang harus dilaksanakan adalah dengan merubah posisi v-bracket. Yang dimaksud merubah posisi adalah mengembalikan posisi v-bracket ke posisi semula yang awalnya terjadi missalignment akibat deformasi. Proses ini dilaksanakan karena bertujuan selain untuk menghemat biaya dan waktu juga untuk mengatasi masalah kesulitan dalam penggantian bantalan baru dibandingkan dengan merubah atau menggeser posisi mesin induk. Sehingga posisi instalasi poros propeller kembali normal.

Dari segi ekonomis untuk pekerjaan perubahan posisi v-bracket memerlukan biaya material dan biaya proses pekerjaan. Selain itu yang perlu dipertimbangkan dalam perubahan posisi v-bracket adalah waktu lamanya penyelesaian pekerjaan dan efisiensi untuk jangka waktu kedepannya.

Biaya Material Yang Dibutuhkan

Untuk pelaksanaan pekerjaan perubahan posisi v-braket diperlukan beberapa material yang berhubungan dengan konstruksi yaitu proses pengelasan dan pemotongan. Beberapa material yang diperlukan diantaranya sebagai berikut:

Pelat

Pelat yang harus dibongkar untuk proses pekerjaan alignment atau proses pelurusan posisi v-bracket adalah pelat kulit, side girder, dan pelat untuk doublingan. Pelat doubling berfungsi sebagai penguat konstruksi v-bracket, pelat dibongkar dan diganti baru. Untuk pelat yang akan diganti karena pembongkaran sebagai berikut:

Untuk berat jenis baja : 7,8 kg/m³

- Plate kulit
 - berat plat : 3 x 2,5 x 12 x 7,8 : 702 kg
 - berat plat : 3 x 2 x 12 x 7,8 : 562 kg
- Plate doubling
 - Ukuran Posisi atas : 1,4mx 1,3m x 20mm
 - Berat : 1,4 x 1,3 x 20 x 7,8 : 284 kg
 - Posisi bawah : 1,7m x 1,1m x 20mm
 - Berat : 1,7 x 1,1 x 20 x 7,8 : 292 kg
- Plate pada side girder
 - Berat : 1,5 x 0,3 x 15 x 7,8 : 52,65 kg
 - : 53 kg
 - Berat : 2 x 0,15 x 15 x 7,8 : 43 kg
 - : 43 kg

- Wrang
 - Berat : 1 x 0,5 x 10 x 7,8 : 39 kg
- Bracket Penahan
 - Berat : 0,8 x 0,6 x 10 x 7,8 : 38 kg
- Profile L untuk Penahan
 - Berat : 0,2 x 3 x 10 x 7,8 : 46,8 kg
 - : 46,8 kg x 10 bh : 468 kg

Waktu Dan Biaya Pekerjaan

Untuk waktu dan biaya pekerjaan dalam penggeseran posisi v-bracket ada sebagian yang sama pada proses penggantian bantalan, dan untuk kebutuhan tenaga atau pekerja pada penggeseran v-bracket akan lebih banyak dibandingkan dengan penggantian bantalan.

Pada proses penggeseran v-bracket jenis pekerjaan akan lebih banyak dari penggantian bantalan, karena ada penambahan pekerjaan pembongkaran konstruksi yaitu adanya proses pengelasan dan pemotongan. Sehingga akan memerlukan waktu lebih lama. Dari penambahan pekerjaan dan penambahan waktu akan menambah biaya lebih banyak dari penggantian bantalan. Berikut ini adalah estimasi waktu yang diperlukan untuk penggeseran posisi v-braket, berdasarkan perhitungan jam orang (mandays) dan jumlah hari (mandays).

Waktu pelaksanaan atau jam kerja per hari selama 8 jam, dilaksanakan mulai pukul 08.00 sampai dengan 17.00 dengan istirahat 1 jam, sehingga perhitungan hari / mandays setiap pekerjaan dapat diketahui yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :

Mandays / hari

$$= \frac{\text{Jumlah waktu} / \text{Jam kerja}}{\text{Jumlah Jam} / \text{Hari (8jam)}}$$

Dari perhitungan didapatkan total hari yang diperlukan dalam proses penggantian bantalan baru adalah 25 hari.

Untuk biaya pekerjaan mempunyai kapasitas harga sesuai dengan tingkat kesulitan dan lamanya waktu yang diperlukan untuk penyelesaian, sehingga akan mempunyai asistensi sendiri untuk harga pekerjaan tertentu. Untuk awal pekerjaan penggeseran posisi v-bracket sebagian sama dengan pekerjaan penggantian bantalan seperti proses pencabutan poros propeller. Berikut ini jenis pekerjaan dan perhitungan harga dari proses penggeseran posisi v-bracket.

- a. Proses bongkar pasang pelat disekitar konstruksi v-bracket
 - Harga bongkar pasang pada daerah v-bracket : Rp 27.500,00/kg
 - Harga bongkar pasang ditambah bending : Rp 33.000,00/kg

- Pada bagian atas:
 - Shell Plate : 702 kg x Rp 33.000,00
: Rp 23.166.000,00
 - Doubling Plate : 562 kg x Rp 27.500,00
: Rp 15.455.000,00
 - Bracket Penahan : 38 kg x Rp 27.500,00
: Rp 1.045.000,00
- Pada bagian bawah:
 - Shell Plate : 468 kg x Rp 27.500,00
: Rp 12.870.000,00
 - Doubling Plate : 292 kg x Rp 27.500,00
: Rp 8.030.000,00
 - Wrang : 39 kg x Rp 27.500,00
: Rp 1.072.500,00
- Side girder dan face plate
 - Side girder : 53 kg x Rp 27.500,00
: Rp 1.457.500,00
 - Face plate : 43 kg x Rp 27.500,00
: Rp 1.182.500,00

Jadi total pekerjaan penggantian plate adalah sebagai berikut: Rp 64.278.500,00

- b. Pembuatan profil penyangga / stopper
: 468 kg x Rp 27.500,00
: Rp 12.870.000,00

c. Pengelasan pada v-bracket
Biaya pekerjaan dilaksanakan berdasarkan tingkat kesulitan dan waktu.
Untuk harga per meter / 1 x Alur pengelasan = Rp 100.000,00
Untuk posisi pengelasan seperti over head harga ditambah 25%.

- Pada posisi atas
Panjang pengelasan pada posisi vertikal samping v-bracket
Ukuran : 200 x 2 posisi x 2, tebal 15 mm
Harga : 800 x 12 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 960.000,00

Panjang pengelasan pada posisi horizontal (down hand) ujung v-bracket
Ukuran : 900 x 2 posisi, tebal 100 mm
Harga : 1800 x 10 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 1.800.000,00

Panjang pengelasan pada bracket penguat
Ukuran : 900 x 2 posisi x 2 bh, tebal 10 mm
Harga : 1800 x 6 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 1.080.000,00 x 2
: Rp 2.160.000,00

- Pada posisi bawah
Panjang pengelasan pada posisi horisontal / wrang dengan v-bracket (down hand) fillet joint
Ukuran : 300 x 2 posisi x 2 tebal 10 mm
(1 posisi 5 kali alur pengelasan)
: 600 x 10 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 600.000,00

Panjang pengelasan pada posisi horisontal / wrang dengan v-bracket (over head) fillet joint
Ukuran : 300 x 2 posisi x 2 tebal 10 mm
(1 posisi 5 kali alur pengelasan)
: 600 x 10 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 600.000,00 + 25%
: Rp 750.000,00

Panjang pengelasan v-bracket dengan centre girder pada posisi horizontal (down hand)
Ukuran : 900 x 2 posisi, tebal 100 mm
Gap pengelasan 10,50. dengan jumlah 100 alur pengelasan
Harga : 1800x100 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 18.000.000,00

Panjang pengelasan pada sambungan wrang
Ukuran : 600 x 2 posisi, tebal 10 mm
Harga : 1200 x 6 alur pengelasan x Rp 100.000,00
: Rp 720.000,00

Jadi total biaya las : Rp 24.990.000,00

- d. Biaya untuk pekerja
Untuk biaya pekerja disesuaikan dengan tingkat keahlian pekerja sesuai posisi.
Jadi total biaya pekerja untuk pengelasan selama 4 hari : = Rp 2.060.000,00 x 4 hari
= Rp 8.240.000,00

Total biaya pengelasan pada v-bracket sebagai berikut: = Biaya Las + Biaya Pekerja
= Rp 24.990.000,00 + Rp 8.240.000,00
= Rp 33.230.000,00

Dari data diatas merupakan sebagian untuk total biaya pekerjaan pada penggeseran v-bracket, dan untuk total biaya pekerjaan.

Total biaya untuk pekerjaan penggeseran v-bracket sebagai berikut :
= Biaya Material + Biaya Pekerja
= Rp 37.870.000,00 + Rp 288.878.500,00
= Rp 326.748.500,00

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Penggantian Bantalan Bentuk Exentric Secara Teknis
 - a. Waktu pekerjaannya lebih cepat dari pekerjaan penggeseran v-bracket, (memerlukan waktu 15 hari)
 - b. Bantalan harus dibentuk exentric dilakukan dengan teknik pembubutan, dengan tujuan untuk mendapatkan titik alignment menyesuaikan titik centre poros, yaitu harus bergeser turun kebawah sebesar 20,60 mm dan kekanan 10,50 mm. Sehingga ketebalan tiap sisi bantalan menjadi berbeda.

- c. Bentuk konstruksi v-bracket tidak simetris antara bagian kiri dengan kanan, tidak alignment antara instalasi mesin dengan poros.

Secara Ekonomis

- a. Biaya pekerjaan lebih kecil / murah dari biaya penggeseran v-bracket yaitu sebesar Rp 199.000.000,00
- b. Biaya material bantalan lebih besar / mahal dari biaya penggeseran v-bracket, yaitu sebesar Rp 252.650.000,00
- c. Untuk docking berikutnya atau diwaktu yang akan datang. Setiap penggantian bantalan harus dilaksanakan pengecekan kelurusan / alignment. Bantalan harus dibentuk exentric sehingga membutuhkan ukuran bantalan yang lebih besar dari ukuran bantalan normal. Dan sulit untuk mendapatkan bantalan di pasaran. Untuk mendapatkan perlu dilakukan pemesanan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan penggantian.

2) Penggeseran posisi v-bracket

Secara Teknis

- a. Waktu pekerjaannya lebih lama dari penggantian bantalan bentuk exentric, (Memerlukan waktu 25 hari)
- b. Konstruksi v-bracket harus digeser kebawah sebesar 20,60 mm, dan kekanan sebesar 10,50 mm, perlu juga memperhatikan proses penyetulan dengan melaksanakan pemotongan dan pengelasan sesuai prosedur agar mendapatkan hasil yang baik.
- c. Setelah dilaksanakan penggeseran, bentuk konstruksi v-bracket menjadi simetris antara v-bracket bagian kiri dengan kanan, kembali pada posisi semula, menjadi alignment terhadap instalasi mesin dengan poros.

Secara Ekonomis

- a. Biaya pekerjaan lebih besar / lebih mahal dari biaya penggantian bantalan bentuk exentric yaitu sebesar Rp 288.878.500,00
- b. Biaya material lebih kecil / murah dari biaya penggantian bantalan bentuk exentric yaitu sebesar Rp 37.870.000,00
- c. Untuk docking berikutnya atau diwaktu yang akan datang. Untuk penggantian bantalan menjadi lebih mudah, sehingga memerlukan waktu lebih cepat, biaya material dan biaya pekerjaan lebih sedikit / lebih murah dari penggantian bantalan sebelum dilaksanakan penggeseran v-bracket. Untuk mendapatkan material bantalan lebih mudah karena ukuran bantalan yang standart / normal dan banyak tersedia di pasaran

Saran

- Untuk mempercepat pekerjaan penggantian bantalan akibat missalignment pada saat pengedokan karena terbatasnya waktu docking dilakukan penggantian bantalan dengan dibentuk exentric. Akan tetapi cara ini banyak kekurangan yang didapatkan secara teknis, dan dilaksanakan hanya untuk mengatasi permasalahan secara sementara.
- Untuk mempermudah pekerjaan dan menghemat biaya dalam penggantian bantalan pada proses pengedokan berikutnya, sebaiknya dilaksanakan pekerjaan penggeseran posisi v-bracket. Karena posisi v-bracket kembali ke posisi semula, secara teknis menjadi simetris antara v-bracket sebelah kiri dan kanan, dan kelurusan / alignment antara instalasi mesin, poros, dan v-bracket sebelah kanan menjadi normal kembali.

Daftar Pustaka

1. Biro Klasifikasi Indonesia, "Rules For Machinery Installations", Volume III. Section 4, 2000
2. Butler Don, "Guide To Ship Repair Estimates", 2000
3. Ikatan Marine Engineer, "Stern Tube Bearing", Edisi 38. Juli, 2008.
4. International Association of Classification Societies, "Shipbuilding and Repair Quality Standard", London, 1996.
5. Kusna Djaya Indra, Dkk, "Teknik Konstruksi Kapal Baja", Jilid 2, Departemen Pendidikan Nasional, 2008
6. PT. Jasa Marina Indah, "Panduan Mutu Pekerjaan Reparasi Kapal", Semarang
7. PT. Pal Indonesia, "Standart Kualitas Pemeliharaan kapal", Surabaya
8. Sasongko Broto Msc, "Teknologi Reparasi Kapal, Teknik Perkapalan ITS, 1978
9. Sunaryo Heri. "Teknik Pengelasan Kapal", Jilid 2008