

IDENTIFIKASI PENYEBAB KERUSAKAN SEAL CARGO PUMP DALAM PROSES DISCHARGING MUATAN KIMIA CAIR

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

^a dan ^bDosen Program Studi Teknika PIP Semarang

^bTaruna (NIT. 50135008.T) Program Studi Teknika PIP Semarang

ABSTRACT

Cargo pump is a type of pump which is principally used to transfer the oil and chemical product from one tanker to another vessel or tank on land. On board, there are 10 cargo pumps installed inside each parallel load tank with one source of propulsion coming from Hydraulic Power Package located at Forecastle. One of the most important parts in cargo pump is cargo seal and oil seal which serves to block the fluid or limit the hydraulic oil with a charge that certainly should not happen damage to the part because it will interfere with the work of the pump cargo itself. In the operation of the cargo pump is of course not separated from the process of tank cleaning, cargo heating, hydraulic power package, purging cargo pump, and other supporting systems. The method used in this research is the method of Strength Weaknesses Opportunities Threats (SWOT), which is a form of situation analysis by identifying various factors systematically to the strengths, weaknesses, opportunities, and threats from the environment to formulate the strategy to be taken. Data collection techniques are done through observation, documentation and literature study directly on subjects related to cargo pumps. The results obtained from this study that the decrease of the work of the cargo pump in the process of discharging the liquid chemical charge is due to damage to the cargo seal and oil seal. While the cause of damage to the seal is caused by the temperature steam boiler when the tank cleaning is very high and occur sustainably every tank cleaning so damaging the strength of the seal itself to block the liquid. To overcome the above problems in order to optimize the pump performance, we need to replace the damaged seals and adjust the temperature used for the cleaning tanks by adjusting the size of the valve steam to deck from the boiler.

Keywords: *cargo pump, oil seal, cargo seal, tank cleaning, boiler*

ABSTRAK

Cargo pump adalah suatu jenis pompa yang secara prinsip digunakan untuk mentransfer muatan cair (oil and chemical product) dari tangki di kapal satu ke kapal lainnya atau tangki di darat. Di kapal, terdapat 10 buah pompa cargo yang dipasang di dalam tiap-tiap tangki muatan yang dipasang secara parallel dengan satu sumber tenaga penggerak yang berasal Hidrolic Power Package yang terletak pada Forecastle. Salah satu bagian penting pada cargo pump adalah cargo seal dan oil seal yang berfungsi untuk mengemblok cairan atau membatasi antara minyak hidrolik dengan muatan yang tentunya tidak boleh terjadi kerusakan pada bagian tersebut karena akan mengganggu kerja dari pompa cargo itu sendiri. Dalam pengoperasian pompa cargo tentu saja tidak lepas dari proses tank cleaning, cargo heating, hidraulic power package, purging cargo pump, dan sistem penunjang lainnya Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT), yaitu suatu bentuk analisis situasi dengan mengidentifikasi

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

berbagai faktor-faktor secara sistematis terhadap kekuatan-kekuatan (*strenghts*), kelemahan-kelemahan (*weaknesses*), peluang-peluang (*opportunities*), serta ancaman-ancaman (*threats*) dari lingkungan untuk merumuskan strategi yang akan diambil. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi dan studi kepustakaan secara langsung terhadap subyek yang berhubungan dengan pompa cargo. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa menurunnya kerja dari pompa cargo dalam proses discharging muatan kimia cair adalah karena adanya kerusakan pada cargo seal dan oil seal. Sedangkan penyebab kerusakan pada seal tersebut diakibatkan oleh temperature steam boiler ketika tank cleaning sangat tinggi dan terjadi secara berkelanjutan setiap dilakukan tank cleaning sehingga merusak kekuatan dari seal itu sendiri untuk mengeblok cairan. Untuk mengatasi permasalahan di atas agar kinerja pada pompa menjadi optimal perlu di adakan penggantian pada seal yang mengalami kerusakan, serta mengatur temperature yang digunakan untuk tank cleaning dengan mengatur besar kecilnya valve steam to deck dari boiler.

Kata kunci: cargo pump, oil seal, cargo seal, tank cleaning, boiler

I. PENDAHULUAN

Pompa merupakan salah satu permesinan di atas kapal yang mempunyai peranan sangat penting. Secara umum fungsi pompa adalah untuk menaikkan cairan dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau memindahkan cairan dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi.

Di atas kapal pompa digunakan pada beberapa sistem diantaranya seperti: Sistem pelumasan mesin induk maupun mesin bantu, sistem bahan bakar, sistem *hydrant* serta *discharging* muatan cair terutama pada kapal-kapal *tanker*. Dari sekian banyak jenis pompa yang berada di atas kapal, terdapat jenis pompa *submersible* yang digunakan khusus hanya untuk *discharging* muatan (pompa *cargo*). Dikapal MT. Tirtasari tempat penulis melaksanakan praktik laut, pompa *cargo* yang digunakan adalah pompa jenis *submersible* merk *Framo Submerged Cargo Pumps* dengan tipe SD125 dan SD200. Prinsip kerja dari pompa ini adalah menekan cairan ke atas, karena *impeller* berada di dasar tangki dan diputar oleh minyak hidrolik tekanan tinggi dengan

tekanan maksimal sekitar 203 bar yang dipompakan oleh mesin *hydraulic power package*. Pompa yang normal akan memompakan debit aliran muatan dengan jumlah yang normal pula sesuai tipenya. Pada tipe SD125 debit kerja normal ketika proses *discharging* muatan adalah 200 m³/jam dengan tekanan hidrolik 203 bar, kecepatan putaran 2707 rpm, *cargo specific gravity – viscosity*: 0,8 kg/dm³ - 1,0 cSt. Suatu ketika, saat melakukan *discharging* muatan kimia jenis *methanol*, pompa beroperasi dengan tekanan maksimal namun hanya dapat *discharging* muatan berjumlah 948.774 M³ dengan debit kurang dari 200 m³ / jam, sehingga proses *discharging* yang seharusnya 5 jam menjadi 7 jam mengakibatkan operasional kapal menjadi terhambat.

Untuk memudahkan dalam penyusunan penelitian ini, penulis merumuskan masalah-masalah yang akan dikaji dari hasil identifikasi yang dilakukan di atas kapal pada saat penulis melaksanakan praktik laut dari tanggal 28 Agustus 2015 sampai dengan tanggal 28 Agustus 2016. Untuk itu berdasarkan beberapa uraian yang telah dikemukakan di atas, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Faktor yang menjadi penyebab rusaknya *seal cargo pump* di MT. Tirtasari ?
2. Dampak yang ditimbulkan akibat rusaknya *seal cargo pump* ?

Landasan teori yang mendasari penelitian ini antara lain :

1. Pengertian pompa *cargo*

Di atas kapal pompa-pompa ini khususnya dipergunakan untuk memindahkan air dan minyak. Dalam dunia kapal *tanker*, terdapat pompa yang terdapat di dalam tangki muatan yaitu *Cargo Pump*. *Cargo pump* merupakan pompa celup (*submersible*) yang digunakan untuk memindahkan muatan jenis cair (*liquid crude oil, oil and chemical product*). *Submersible cargo pump* merupakan jenis pompa sentrifugal satu tingkat tekan karena dilihat dari *impeller*-nya, hanya saja pompanya berada pada dasar fluida (pompa celup) dan digerakkan oleh minyak hidrolik tekanan tinggi yang dipompakan oleh *hydraulic power package* kemudian diterima hidrolik motor untuk dikonversikan menjadi putaran.

Strojniški vestnik, Journal of Mechanical Engineering 56(2010) x

2. Prinsip Kerja pompa *cargo*

Pompa *cargo* termasuk ke dalam jenis pompa sentrifugal, sehingga prinsip kerja dari pompa ini adalah sama seperti pompa sentrifugal lainnya. Pompa sentrifugal adalah pompa yang memperoleh daya dari luar kemudian diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeller terdesak oleh dorongan sudu-sudu yang ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair dari tengah *impeller* keluar melalui saluran di antara sudu-sudu. Di sini tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari *impeller* ditampung oleh

saluran berbentuk volute ini sebagian kecepatan diubah menjadi tekanan. Jadi *impeller* pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi lebih besar. Sularso dan Tahara (2000:4)

3. Bagian-bagian pompa *cargo*

a. *Mechanical oil seal* dan *cargo seal*

Mechanical oil seal dan *cargo seal* merupakan bagian yang berfungsi sebagai penghalang masuknya cairan, baik itu pelumas maupun *cargo*. Bagian ini menempel pada *sleeve ceramic* yang terpasang pada poros hidrolik motor *axial pump*. Pada *mechanical seal* terdapat *seal face*. *Sealface* disebut juga dengan *contact face*. Merupakan bagian yang terpenting dalam *mechanical seal*. *Sealface* merupakan titik pengeblok cairan utama. Komponen ini terbuat dari bahan *Teflon* atau *polytetrafluoroethylene (PTFE)* serta terdapat cicin per (*spring*) pengikat yang terbuat dari *stainless steel*.

<http://abi-blog.com2017/10//mechanical-seal-pengertian-dan-bagian.html>



Gambar 1. *Mechanical oil seal* dan *cargo seal*

b. *Hydraulic Motor*

A hydraulic motor, usually axial-piston type with fixed displacement qs, is directly mounted in the lower part of the cargo pump, in the so-called pump head. In this way the length of impeller drive shaft between the drive motor and the rotor is minimal “yang artinya Motor hidrolik, biasanya tipe aksial piston dengan *fixed displacement*, dipasang langsung di bagian bawah

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

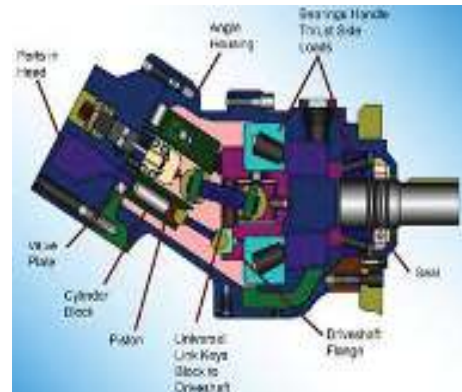
Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

pompa kargo, di kepala pompa yang disebut. Dengan cara ini panjang poros penggerak impeller antara motor penggerak dan rotor minimal".

Journal of Mechanical Engineering 56(2010)x, _____ StartPage-EndPage Banaszek, A. - Petrović, R. 4 . Strojniški vestnik

Hydraulic motor merupakan jenis *axial piston pump angle housing*. Digunakan untuk merubah gaya tekan dari minyak hidrolik menjadi tenaga mekanik yang berbentuk putaran. Dari kedua jenis piston pompa oli mengalir melalui *inlet port* serta menggeser piston dari kedua jenis pompa tersebut. Sedangkan pada saat piston bergerak maju menyebabkan terjadinya aliran ke dalam sistem dan oli terdorong keluar melalui *oulet*. Berikut adalah spesifikasi *hydraulic oil transfer unit* sesuai dengan *manual book* :

- *Number of transfer units* : 1
- *Transfer pump type* : PG - KRAL CKCRISU
- *Hydraulic pressure (differential)* : 14 bar
- *Electric motor type* : ABB MzVA 80 C2
- *Protections* : tP55
- *Power supply* :
- *Pump speed* : 3420 rpm
- *Oil delivery (each power pack)* : 36 l/min
- *Electric motor rating* : 1.3 kW
- *Rated normal current* : 2.5A
- *Starting current (direct on-line)* : 15.3A



Gambar 2. Hidraulic motor

Di dalam pusat hidrolik motor terdapat *shaft* yang akan mempengaruhi kebocoran pompa yaitu berdasarkan diameter *shaft*. Berikut adalah toleransi diameter *shaft* pompa :

Gambar 3. Tabel toleransi diameter *shaft*

No.	Pump Type	Shaft diameter	Maximum limits
1.	SD50 – SD100	20 mm shaft	0.2 mm
2.	SD125 – SD150	30 mm shaft	0.3 mm
3.	SD150 – SD200	40 mm shaft	0.4 mm
4.	SD200 – SD 250	50 mm shaft	0.5 mm
5.	SD300 – SD350	60 mm shaft	0.6 mm

c. Shaft Sleeve Ceramic

Shaft sleeve ceramic berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa *multi stage* dapat berfungsi sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distance sleeve*. Bagian ini sebagai tempat melekatnya *mechanical oil seal* dan *cargo seal* serta terletak pada poros *shaft hidrolic motor*.



Gambar 4. *Shaft Sleeve Ceramic*

d. *Impeller*

Berguna sebagai pemutar media zat cair dan merubah energi kecepatan menjadi tekanan (tekanan pembawa naik atau ketinggian naik pompa) bentuk *impeller* dan sudut harus disesuaikan dengan jenis zat cair.



Gambar 5. *Impeller*

e. *Ball bearing*

Ball bearing adalah sebagai penahan gesekan. Sehubungan dengan jumlah putaran per menit yang tinggi, maka *ball bearing* mempunyai gaya gesekan yang kecil, akibatnya rendaman mekanik diperbesar.



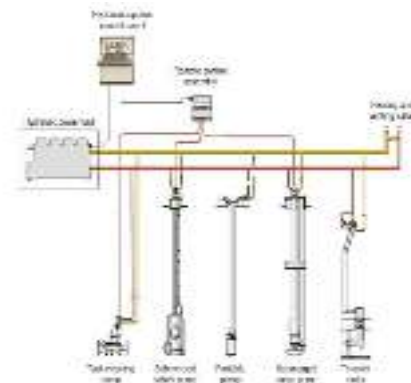
Gambar 6. *Ball bearing*

4. Sistem Hidrolik *Framo Cargo Pump*

Sistem pemompaan *cargo hydraulic framo* dirancang untuk operasi pengangkutan *cargo* dan tangki yang

fleksibel dan aman di kapal. Ini terdiri dari satu pompa *cargo* dan motor hidrolik yang dipasang di setiap tangki *cargo*, pompa pemberat, pompa pembersih tangki, pompa portabel dan pemakaian lainnya, semuanya terhubung melalui sistem garis cincin hidrolik ke unit daya hidrolik seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Pompa *cargo submersible* adalah pompa sentrifugal panggung tunggal dengan *impeller* yang dekat dengan dasar tangki, memberikan kinerja pemompaan yang baik dari semua jenis cairan dan dengan kinerja *discharging* yang sangat baik. Bagian hidrolik dikelilingi oleh *cofferdam* yang benar-benar memisahkan minyak hidrolik dari *cargo*.

Framo cargo pump manual book.



Gambar 7. Sistem hidrolik *Framo Cargo Pump*

5. Gangguan-gangguan pompa

Pompa tidak menghisap (memompa) atau kapasitasnya lebih rendah dari semestinya, mungkin yang menyebabkan ialah:

- 1) Keran isap dan tekan tertutup.
- 2) Adanya kebocoran di pembuluh isap.
- 3) Dalam pompa masih terdapat udara.
- 4) Jumlah putaran pompa di bawah ketentuan (terlalu kecil).
- 5) Putaran kipas atau lengkung sudunya salah.
- 6) Kenaikan manometrik terlalu besar.
- 7) Kerusakan komponen.

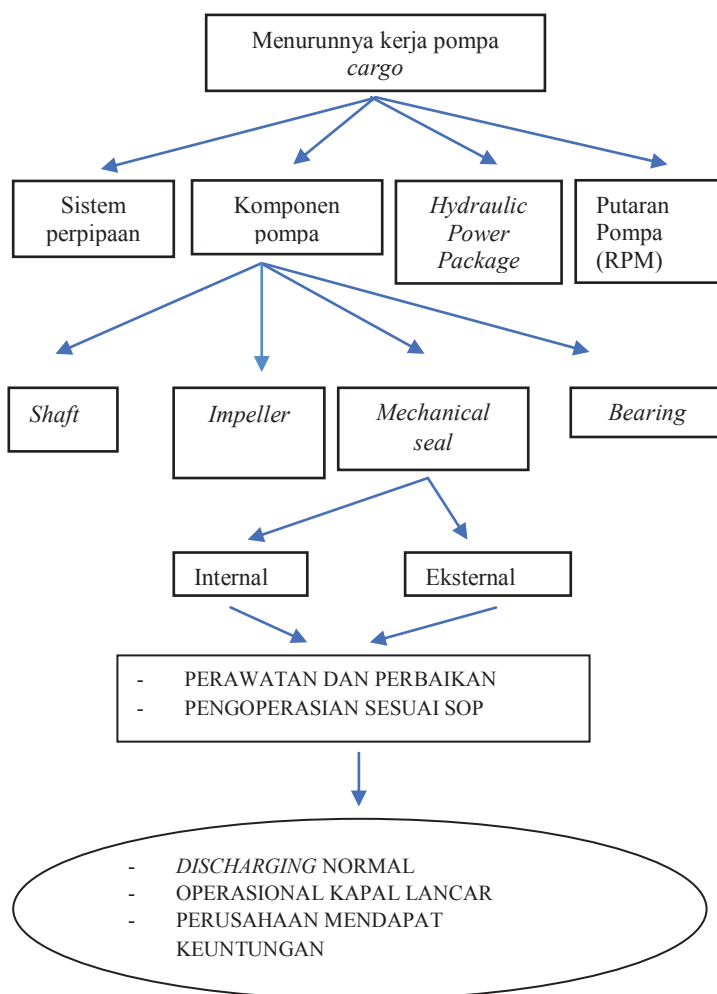
Kalau salah satu dari kelima penyebab itu terjadi pada pompa maka pompa akan

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

mendapat gangguan yang mana akan menyebabkan kapasitas debit dari pompa akan turun. Hal inipun dapat pula terjadi lebih dari satu penyebab yang dialami oleh pompa, misalnya saja dua penyebab atau tiga dan empat atau semuanya itu terjadi bersama-sama. Ini berarti pompa itu dapat dinyatakan rusak dan tidak dapat dipakai lagi. Karena untuk mengatasi semua kerusakan yang timbul itu membutuhkan waktu yang lama.

Purwanto dan Gianto, Pompa (1978:84).



II. TEKNIK ANALISIS DATA

Teknik analisis data yang akan dipakai oleh peneliti yaitu dengan menggunakan analisis SWOT yaitu metode perencanaan

strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) pada suatu proyek. Menurut Fatimah (2016:27), “Analisis SWOT adalah suatu bentuk analisis situasi dengan mengidentifikasi berbagai faktor-faktor secara sistematis terhadap kekuatan-kekuatan (*strengths*), kelemahan-kelemahan (*weaknesses*), peluang-peluang (*opportunities*), serta ancaman-ancaman (*threats*) dari lingkungan untuk merumuskan strategi yang akan diambil”. Dari pengertian SWOT tersebut akan dijelaskan satu persatu, yaitu:

- Kekuatan (*Strength*), yaitu faktor-faktor kekuatan yang dimiliki, sehingga pompa *cargo* dalam kondisi baik.
- Kelemahan (*Weakness*), yaitu segala faktor yang tidak menguntungkan atau merugikan yang dapat menyebabkan pompa *cargo* beserta bagian-bagiannya tidak sesuai dengan yang diharapkan.
- Peluang (*Opportunities*), yaitu berbagai situasi lingkungan yang menguntungkan dan bisa dimanfaatkan agar pompa *cargo* selalu dalam kondisi baik, sehingga pompa selalu dapat beroperasi dengan optimal.
- Ancaman (*Threats*), yaitu hal-hal yang dapat mendatangkan kerugian bagi kerja pompa *cargo*.

Dengan melihat faktor-faktor dari kekuatan (*Strengths*), kelemahan (*Weakness*), kesempatan (*Opportunities*) dan ancaman (*Threats*) maka akan dapat dilihat bagaimana solusi untuk mengatasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada *seal* pompa.

Analisis SWOT dapat diterapkan dengan cara menganalisis dan memilah berbagai hal yang mempengaruhi keempat faktornya, kemudian menerapkannya dalam gambar matrik SWOT, dimana aplikasinya adalah bagaimana kekuatan

(*strengths*) mampu mengambil keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weakness*) yang mencegah keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, selanjutnya bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu menghadapi ancaman (*threats*) yang ada, dan terakhir adalah bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mampu membuat ancaman (*threats*) menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru. Adapun metode tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Faktor-faktor yang mempengaruhi:

- Faktor Internal : Kekuatan (*Strengths*) dan Kelemahan (*Weakness*).
- Faktor Eksternal : Peluang (*Opportunities*) dan Ancaman (*Threats*).
- SO Strategi: Ini merupakan situasi yang menguntungkan pihak kapal, memiliki peluang dan kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang harus dilakukan pada hal ini adalah mendukung kebijakan dari pihak kapal dan perusahaan.
- ST Strategi: Dalam situasi ini perusahaan menghadapi berbagai ancaman, tetapi masih memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi.
- WO Strategi : Dalam situasi ini kapal menghadapi peluang yang sangat besar, tapi juga menghadapi kendala atau kelemahan internal. Fokus strategi pada situasi ini adalah meminimalkan masalah-masalah internal sehingga dapat memaksimalkan kinerja mesin utama.
- WT Strategi : Ini merupakan situasi yang tidak menguntungkan,

sehingga perusahaan harus menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal.

III. PEMBAHASAN MASALAH

1. Gambaran Umum Objek Yang Diteliti

Di kapal MT. Tirtasari, *cargo pump* terdiri dari banyak jenis pompa, salah satunya adalah pompa muatan (*Cargo Pump*). Di kapal *cargo pump* terdapat 10 buah pompa *cargo* yang dipasang di dalam tiap-tiap tangki muatan yang dipasang secara *parallel* dengan satu sumber tenaga penggerak yang berasal *Hidrolic Power Package* yang terletak pada *Forecastle*. *Cargo pump* terdiri dari beberapa komponen pendukung seperti *Hidraulic Power package*, *hydraulic motor*, *mechanical oil and cargo seal* serta *impeller* yang berbentuk sistem. Sistem *cargo pump* di MT. Tirtasari difungsikan sebagai sistem yang digunakan untuk memindahkan muatan kimia cair dari tangki muatan kapal menuju ke tangki kapal lain atau tangki di darat.

Cargo pump ini adalah pompa *sentrifugal* satu tingkat tekan yang mana penggerakannya adalah hidrolis motor dengan tenaga tekanan tinggi minyak hidrolis dari *Power package*. Pompa *sentrifugal* ini mempunyai sebuah *impeller* (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Pompa *cargo* ini berfungsi untuk memindahkan muatan ketika *discharging*. Sistem bekerja secara terus menerus selama mesin beroperasi. Dalam pengoperasian pompa *cargo* tentu saja tidak lepas dari proses *tank cleaning*, *cargo heating*, *hidraulic power package*, *purging cargo pump*, dan sistem penunjang lainnya.

Ada beberapa tipe pompa *cargo merk Framo* yang di pakai di atas kapal antara lain SD50, SD100, SD125, SD150, SD200, SD 250, SD300 dan SD350. Namun

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

penulis hanya akan membahas pompa *cargo* dengan tipe SD 125 karena berdasarkan pengalaman penulis selama melaksanakan praktik laut pompa dengan tipe tersebut yang penulis amati dan teliti. Salah satu masalah yang terjadi pada pompa *cargo* ini adalah menurunnya debit muatan yang dipompakan karena kerja pompa *cargo* yang tidak optimal. Dalam keadaan *seal* tidak normal akan mengakibatkan proses *discharging* muatan memakan waktu yang lebih lama. Prosedur pengoperasian pompanya adalah sebagai berikut:

- a) *Start Hidrolic power package* dari panel di dalam *CCR*, start pompa *cargo* dengan cara membuka *valve inlet hidrolic oil* secara perlahan dan biarkan berjalan selama 2-3 menit sebelum menaikkan kecepatan putaran pompa. Menaikkan putaran pompa adalah secara bertahap sedikit demi sedikit.
- b) Naikkan tekanan pompa untuk menekan muatan ke atas sebelum membuka katup *discharging* muatan. Hal ini untuk mencegah tekanan balik.
- c) Atur tekanan sistem minyak hidrolik sampai kira-kira 15 bar di atas tekanan kerja.

Setelah pompa *cargo* beroperasi maka muatan akan *discharge* dengan debit maksimal 200 m³ / jam dan bisa diatur melalui *Cargo Control Room (CCR)* dengan mengatur tekanan minyak hidrolik. Ketika mengoperasikan pompa, selain debit yang dipompakan perhatikan juga kerja pompa *cargo* dari suaranya. Suara pompa *cargo* yang normal yaitu terdengar halus menandakan komponen pompa masih dalam kondisi yang baik, namun bila terdengar suara kasar, mengindikasikan bahwa ada komponen pompa yang *abnormal* dan perlu dilakukan

pengamatan terhadap penyebab suara kasar tersebut.

2. Analisa masalah

a. Identifikasi masalah

Berikut ini adalah beberapa gambaran dari pengalaman atau data-data yang penulis peroleh pada waktu melaksanakan praktik laut di MT. Tirtasari. Selama penulis melaksanakan praktik laut penulis menemukan permasalahan yang terjadi pada pompa *cargo* dan pada penelitian ini penulis mencoba menguraikan beberapa permasalahan yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kerja pada pompa *cargo* dalam proses *discharging* adalah sebagai berikut:

1) Sistem Pipa Hidrolik

Salah satu kemungkinan penyebab penurunan kerja dari pompa *cargo* adalah terjadinya kebocoran pada *system* perpipaan hidrolik. Pipa hidrolik adalah pipa yang didalamnya mengalir minyak hidrolik bertekanan tinggi dengan tekanan kurang lebih 200 bar yang dialirkan dari salah satu permesinan penunjang pompa *cargo* yaitu *Hydraulic Power Package*. Karena mengalirkan minyak hidrolik tekanan tinggi, maka pipanya berbeda dengan pipa-pipa *system* yang lain seperti pipa air tawar, pipa air laut, pipa minyak lumas, pipa bahan bakar, dan lain-lain. Pipa hidrolik yang ada pada geladak utama kapal sangat rentang terjadinya korosi sehingga menyebabkan kebocoran pada pipa. Hal tersebut disebabkan oleh pipa yang ada pada geladak utama berhubungan langsung dengan faktor eksternal seperti seringnya terkena air laut dan udara luar yang mempercepat terjadinya proses korosi pada pipa.

Namun hal tersebut dapat ditanggulangi dengan cara perawatan secara rutin oleh *crew* dek dan *crew* mesin. Perawatan yang dilakukan *crew* dek adalah dengan melakukan pengecatan terhadap pipa-pipa hidrolis di dek, sedangkan perawatan yang dilakukan *crew* mesin adalah melakukan pengecekan pada *flanges* sambungan, penggantian karet *seal* yang ada di dalam *flanges*, serta penggantian pipa pada pipa-pipa yang mengalami korosi yang sudah agak parah. Berikut adalah gambar penggantian pipa hidrolis akibat terjadinya korosi.



Gambar 8. Pipa Hidrolis *Cargo Pump*

Gambar tersebut menunjukkan bahwa pipa-pipa hidrolis di atas geladak utama di kapal MT. Tirtasari terawat dengan baik karena adanya kegiatan rutin mingguan pengecekan (*weekly inspection*) yang dilakukan oleh kapten kapal. Oleh karena itu pipa-pipa hidrolis yang sudah terlihat tidak bagus akan segera diganti. Jadi dapat disimpulkan bahwa menurunnya kerja pompa *cargo* bukan disebabkan oleh sistem perpipaan yang mengalami kerusakan atau kebocoran.

2) Komponen pompa

Menurunnya kerja pompa *cargo* dalam proses *discharging* muatan dapat dimungkinkan oleh kerusakan komponen pompa. Di dalam pompa *cargo* terdiri dari berbagai macam komponen diantaranya:

a) *Mechanical oil seal* dan *cargo seal*

Untuk mengetahui terjadinya kerusakan *seal* pada pompa *cargo* dapat dilakukan dengan *purging cargo pump* dan *pressure test cargo pump*. Pada saat pompa *cargo* tidak beroperasi melakukan proses *discharging* dilakukan pembersihan *cofferdam* atau disebut *purging cargo pump* yang harus dilakukan secara rutin. Tujuan dilakukannya *purging cargo pump* adalah untuk mengetahui kondisi kebocoran *seal* pompa. Kebocoran dapat diketahui berdasarkan jumlah muatan, minyak hidrolis atau campuran keduanya yang keluar dari *purging valve trap*. Proses *purging* dilakukan dengan bantuan udara kompresor. Berikut adalah *purging prosedur* yang perlu dilakukan antara lain:

- Tempatkan wadah yang sesuai di bawah *purging valve* untuk mengumpulkan kebocoran.
- Periksa apakah *purging valve* di bagian bawah tidak terhalang.
- *Drain* air hasil kondensasi yang terdapat pada *purging line*.
- Sambungkan selang udara *compressor* (maks. Tekanan suplai adalah 7 bar).
- Mulailah *purging cofferdam* dengan membuka *purging valve*. Katup relief dipasang pada sambungan *purging cofferdam*. Katup diatur pada tekanan 3-3,5 bar untuk membatasi tekanan untuk perlindungan *seal* pompa. Sedikit kebocoran pada *relief valve* adalah normal saat cairan dibersihkan dari *cofferdam*.

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

Katup juga akan terbuka jika *cofferdam* diblokir.

- Periksa apakah ada gas keluar dari *purging valve* (untuk memastikan bahwa *cofferdam* terbuka) serta hati-hati terhadap gas yang keluar karena bahaya kimia.
- *Drain purging line* setelah cairan hasil *purging* keluar. Tampung cairan yang keluar menggunakan ember.
- Setelah tidak ada cairan yang keluar, lepaskan selang udara *compressor*.
- Tutup *purging valve*.
- Catat jumlah kebocoran dan evaluasi hasilnya.

Di kapal terdapat form *purging cargo pump* yang datanya penulis peroleh dari melaksanakan *purging* bersama *Chief Officer* pada saat kapal sesudah *discharge* metanol (CH₃OH). Berikut adalah tabel *purging* dan hasil evaluasi.

Tabel 1. Hasil *Purging Cargo Pump*

No.	Cargo P/p no	Type	Hasil	Jumlah
1.	1P	SD 125	C	2.4 liter
2.	1S	SD 125	C	1.8 liter
3.	2P	SD 200	W	1.2 liter
4.	2S	SD 200	H	0.8 liter
5.	3P	SD 200	W	1.1 liter
6.	3S	SD 200	C	0.9 liter
7.	4P	SD 200	C	0.5 liter
8.	4S	SD 200	H	Nil
9.	5P	SD 200	H	0.8 liter
10.	5S	SD 200	W	1.3 liter

Ket.

- P : *Portside Tank*
- S : *Starboardside Tank*
- C : *Cargo*
- H : *Hydrolic Oil*
- W : *Water Condensate*

Jika hasil *purging* terdeteksi kebocoran *cargo* (lebih dari 2 liter*), dan evaluasi menunjukkan bahwa tindakan harus dilakukan, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kebocoran tersebut. Dari data di atas diketahui bahwa hasil *purging* pompa No. 1P melebihi dari batas yang diijinkan yaitu maksimal 2 liter, cara terbaik adalah melakukan *pressure test cofferdam* pompa No. 1P.

Pressure test Cofferdam dilakukan dengan cara mengblok *purging valve* menggunakan paking karet. Membuka *flange* pada *cover* atas dan pasang *flengs* uji dengan *pressure gauge*. Pasang selang udara *compressor* dan berikan tekanan ke 3-5 bar. Setelah kira-kira 5 menit periksa semua *flengs* pada pipa-pipa dan semua sambungan lainnya untuk mendeteksi kebocoran. Untuk mengetahui kebocoran digunakan air sabun dengan memanfaatkan busanya.



Gambar 9. *Purging Cargo Pump pressure*

Jika kebocoran *cargo* tidak teridentifikasi dan tekanan 3 bar tidak berkurang untuk jangka waktu yang lama selama pengujian tekanan, masih

mungkin *seal* pompa sudah aus dan harus diganti dengan alasan bahwa tekanan 3 bar di *cofferdam* sedang menekan bibir atas *seal* (menghadap *cofferdam*) di sekitar poros pompa. Sehingga perlu dilakukan *overhaul* pompa untuk mengecek kondisi *seal*. Jika pompa *cargo* memiliki kebocoran minyak hidrolik, biasanya harus membongkar pompa untuk mengidentifikasi kebocorannya. Kebocoran minyak hidrolik sangat jarang terjadi dalam kondisi normal, namun jika kebocoran oli hidrolik terjadi, ada tiga alasan penyebab yaitu:

- *Oil seal* – jam kerja *oil seal* sudah sangat tinggi (> 10.000 jam).
- Retak di *sleeve ceramic* - dapat terjadi jika pompa *cargo* bergetar karena viskositas *cargo* yang tinggi.
- Terjadi korosi pada *seal ring* yang terjadi karena jam kerja sudah tinggi.

(SUMBER : *Framo Cargo Pump Manual Book Frank Mohn Services AS* hal. 16-1997)

Dari hasil observasi, hasil *purging cargo pump* serta *pressure test* diketahui bahwa *seal* pompa *cargo* tangki No. 1P mengalami kerusakan atau terjadi sesuatu yang abnormal. Untuk itu akan diadakan pengamatan lebih lanjut terhadap *seal* pompa *cargo* tersebut.

b) *Hidrolik motor*

Salah satu komponen penunjang pompa *cargo* adalah hidrolik motor. Hidrolik motor berfungsi untuk merubah energi tekanan dari minyak hidrolik menjadi tenaga mekanik berputar

kemudian ditransmisikan untuk memutar *impeller*.

Di dalam hidrolik motor terdapat *shaft* atau poros. Bila poros tersebut mengalami aus maka akan menyebabkan terjadinya kebocoran minyak hidrolik dan masuk ke dalam *cofferdam*. Oleh karena itu ketika dilakukan *overhaul* pompa *cargo* pada tangki No. 1P serta dilakukan pengukuran diameter poros pompa dan didapatkan hasil pengukuran bahwa diameter poros pompa adalah 29.8 mm. Diameter tersebut masih dalam batas toleransi yaitu tidak lebih dari 0.3 mm untuk pompa tipe SD125. Dari hasil pengukuran *shaft* hidrolik motor maka Hidrolik motor pompa *cargo* No. 1P masih dalam keadaan normal.

c) *Shaft Sleeve Ceramic*

Shaft Sleeve ceramic merupakan tempat menempelnya *cargo seal* dan *oil seal* serta *sleeve ceramic* menempel pada poros *shaft hidrolik motor*. Kerusakan pada bagian ini dapat terjadi jika pompa *cargo* bergetar karena viskositas *cargo* yang tinggi sehingga akan menyebabkan keretakan. Selain itu pada saat pencopotan yang dilakukan dengan tidak hati-hati akan menyebabkan kerusakan (pecah). Namun *Engineer* di kapal MT. Tirtasari merupakan orang-orang yang berpengalaman dan proses melepas *shaft sleeve ceramic* sesuai prosedur sehingga kerusakan bagian pompa akibat human error sangat jarang terjadi.

d) *Impeller*

Impeller berfungsi untuk memutar zat cair agar terjadi gaya *sentrifugal* sehingga cairan dari pusat *impeller* terlempar ke sisi

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

luar *impeller* dan menuju ke bagian *discharge line* atau keluar. Kerusakan yang mungkin terjadi pada *impeller* adalah terjadinya keausan atau menempelnya kerak-kerak pada *impeller*. Pada saat dilakukan *overhoul* pada pompa *cargo* 1P dilakukan pengamatan terhadap *impeller* untuk mengecek kondisinya dan didapatkan hasil yaitu kondisi *impellernya* masih dalam kondisi yang sangat bagus.

e) *Ball bearing*

Ball bearing ini berfungsi untuk menahan gesekan putaran, terpasang pada ujung *shaft* bagian bawah, ada dua *ball bearing* yang terpasang bagian ujung setelah *gear* penghubung dan sebelum *gear* penghubung. *Ball bearing* harus dalam kondisi yang baik karena menjadi penahan dan kestabilan putaran *shaft* yang tinggi. Apabila *ball bearing* ini sudah jelek atau tidak sesuai maka dapat mengakibatkan putaran dari pada *shaft* akan terganggu, terjadi keolengan dan tidak stabil bahkan dapat dimungkinkan terjadi kerusakan pada *shaftnya*. Indikasi terjadi kerusakan pada *bearing* adalah pompa menjadi cepat panas dan terdengar suara gesekan yang tidak semestinya pada bagian *bearing* pompa tersebut. Setelah dilakukan pembongkaran, pengecekan dan pengamatan ditemukan *bearing* masih dalam kondisi yang baik.

3) *Hidrolik Power Package*

Kemungkinan lain yang menjadi penyebab menurunnya kerja pompa *cargo* adalah kerusakan pada *Hidrolik power package*. Bila *power package* mengalami kerusakan maka

akan terjadi abnormal terhadap tekanan yang digunakan untuk menggerakkan hidrolis sehingga kerja pompa akan terganggu ketika beroperasi. Permasalahan yang pernah penulis alami ketika melaksanakan praktik berkaitan dengan *hydraulic power package* adalah kerusakan pada *Jockey pump*. Namun hal tersebut dapat segera ditangani karena *Jockey pump* yang rusak segera mendapat ganti *jockey pump* baru dari kantor sehingga permasalahan dapat segera ditangani.

4) Putaran Pompa (RPM)

Salah satu faktor yang menjadi kemungkinan menurunnya kerja pompa dalam proses *discharging* adalah putaran pompa. Putaran pompa berpengaruh terhadap jumlah debit *cargo* yang dipompakan. Untuk masalah putaran pompa, pada saat dilaksanakan *discharge* pompa *cargo* dengan tipe SD125 dapat diamati pada panel *Cargo Control* bahwa pompa berputar 2700 RPM dengan tekanan minyak hidrolis 200 bar. Hal tersebut adalah normal karena sesuai dengan *Framo Cargo Pump manual book FRAMO Cargo Pumping System Date: 02Nov93 Rev.B 20Sep99 Page 4 of 8* yang menyatakan bahwa “Sistem hidrolis menekan pompa dengan tekanan 200 bar akan menghasilkan putaran pompa 2700 RPM”. Sehingga disimpulkan bahwa putaran pompa tidak mengalami masalah.

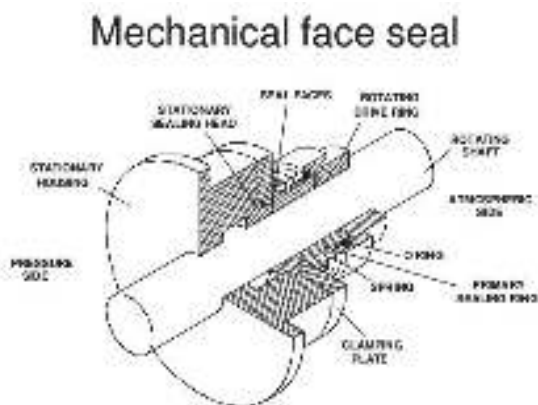
3. Pembahasan masalah

a. *Mechanical Seal*

Setiap *mechanical seal* terdiri dari lima bagian dasar antara lain:

- 1) Sebuah *ring* (biasanya *seal face*) berputar searah dengan bagian pompa yang berputar (*shaft*).

- 2) *Seal sekunder* (biasanya *O-ring*) diantara *shaft* dan *ring*.
- 3) Sebuah dudukan tetap yang terletak pada bagian yang tidak berputar pada pompa (*casing* pompa).
- 4) *Seal sekunder* (biasanya *O-ring*) terletak antara tiap-tiap bagian pompa.
- 5) Per (*spring*) untuk *seal face*.



Gambar 10. Mechanical Face Seal

b. Analisa SWOT

Dari hasil identifikasi masalah yang telah dijabarkan di atas ditemukan bahwa terjadi kerusakan pada *mechanical oil seal* dan *cargo seal*. Kemudian untuk menentukan penyebab kerusakan *seal* tersebut dilakukan pembahasan melalui identifikasi metode SWOT yaitu dengan melihat faktor-faktor dari kekuatan (*Strengths*), kelemahan (*Weakness*), kesempatan (*Opportunities*) dan ancaman (*Threats*). Pada pembahasan metode SWOT ini dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor internal dan eksternal yang berkaitan dengan kerusakan *mechanical oil seal* dan *cargo seal*. Berikut adalah tabel pengamatan lingkungan yang penulis peroleh dari hasil melaksanakan praktik laut berkaitan dengan pompa *cargo*.

Untuk memudahkan pengidentifikasian faktor internal dan eksternal tersebut kemudian

dikelompokkan dalam tabel faktor internal dan eksternal yang dibagi ke dalam dua kelompok yaitu kekuatan dan kelemahan sebagai faktor internal serta peluang dan ancaman masuk dalam kategori faktor eksternal sebagaimana terlihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL

FAKTOR INTERNAL			
KEKUATAN (S)		KELEMAHAN (W)	
1	Mechanical seal tahan terhadap panas sampai 200°C	1	Terjadi korosi pada seal ring akibat jam kerja yang tinggi
2	Mechanical seal tidak mudah bereaksi dengan bahan kimia lain	2	Sparepart yang tidak original akan mudah rusak
3	Tahan terhadap gesekan atau goresan	3	Proses overhoul susah jika tidak menggunakan special tool.
4	Tahan terhadap korosi	4	Kemampuan blok melemah jika jam kerja sangat tinggi (> 10.000 jam).
5	Mampu menahan fluida tekanan tinggi	5	Bila rusak tidak dapat diperbaiki
FAKTOR EKSTERNAL			
PELUANG (O)		ANCAMAN (T)	
1	Viscosity muatan yang rendah	1	Mahalnya harga sparepart pengganti
2	Usia cargo pump yang sudah diatas 10 tahun	2	Sulitnya membedakan mechanical seal yang original dengan yang tidak asli
3	Jumlah sparepart yang memadai di atas kapal	3	Tidak bisa menerima panas yang berlebih dan secara terus menerus ketika steaming maupun cargo heating
4	Engineer yang memiliki pengalaman dalam menangani pompa cargo	4	Pengiriman sparepart pengganti tidak disemua pelabuhan sandar
5	Kondisi Hydraulic Power Pack yang masih baik	5	Keterlambatan pengiriman sparepart

Setelah menentukan faktor-faktor internal dan eksternal langkah selanjutnya adalah memilih dan menetapkan penyebab kerusakan *seal cargo pump* melalui penilaian Bobot Faktor (BF), selanjutnya dilakukan penilaian terhadap faktor-faktor tersebut. Penilaian dilakukan melalui penentuan nilai faktor (NF) dan bobot faktor (BF) tiap faktor.

Pada tabel 3 dilakukan penentuan Nilai Faktor masing-masing faktor serta ditentukan nilai Bobot Faktor dengan membandingkan nilai yang cenderung menjadi penyebab kerusakan *seal* antara satu faktor dengan yang lainnya dengan rumus:

$$BF = \frac{NU}{\sum NU} \times 100\%$$

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

Bobot Faktor akan dihasilkan dalam bentuk prosentase dari jumlah nilai urgensinya (NU) ke samping kanan dibagi dengan jumlah total hasil NU.

Kemudian kita lihat hasil peringkat dari prosentase tertinggi dari nilai bobot dan dibawahnya maka akan terdapat dua dari masing-masing kekuatan internal, dua dari kelemahan internal, dua dari peluang dan dua dari ancaman. Ditemukan bahwa ada dua faktor internal yang menjadi kemungkinan penyebab kerusakan *seal cargo pump* adalah *Sparepart* yang tidak original (I/W) dan jam kerja dari seal yang sangat tinggi ≥ 10.000 jam (I/W). Kemudian ada dua faktor internal yang menjadi kekuatan dengan prosentase tertinggi yaitu *Mechanical seal* tahan terhadap panas sampai 200°C (I/S) dan *seal* yang mampu menahan fluida tekanan tinggi (I/S). Ketersediaan *sparepart* yang memadai di buktikan dengan adanya daftar *inventory spare part* di kapal.

Setelah bobot faktor diketahui, maka dilakukan penentuan Nilai Dukungan (ND). Nilai Dukungan diungkapkan dengan skala Likert 1 s/d 5 tergantung nilai dukung terhadap sasaran. Faktor-faktor internal dan eksternal saling terkait atau saling berhubungan dalam menentukan penyebab kerusakan *seal cargo pump*. Dengan adanya keterkaitan itulah maka akan tercipta suatu cara untuk menanggulangi faktor kelemahan (*Weakness*) dan ancaman (*Threats*). Untuk itu perlu ditentukan Nilai Relatif Keterkaitan (NRK) tiap faktor dengan faktor lainnya memakai skala 1 – 5. Rumus menentukan Nilai Relatif Keterkaitan adalah sebagai berikut :

$$NRK = \frac{TNK(\text{total nilai keterkaitan})}{\sum NF(\text{jumlah faktor yang dinilai}) - 1}$$

Dari semua perhitungan Nilai Relatif Keterkaitan (NRK) pada tabel di atas akan ditentukan masing-masing 2 faktor yang memiliki NRK tertinggi. Dalam hasil perhitungan ditentukan bahwa terdapatnya SOP yang baku dan persediaan sparepart original di atas kapal yang memadai menjadi dua faktor kekuatan (*strength*) kemudian kerusakan komponen pompa dan kesalahan dalam prosedur *tank cleaning* menjadi faktor kelemahan (*weakness*). Untuk faktor eksternal didapati bahwa usia *cargo pump* yang sudah di atas 10 tahun dan *Chief Officer* yang memahami *manual book* menjadi faktor kesempatan (*Opportunities*) serta yang terakhir adalah kebiasaan buruk operator dalam pengoperasian pompa menaikkan RPM tidak bertahap dan pengiriman *sparepart* pengganti tidak di semua pelabuhan sandar menjadi ancaman yang datang dari luar. Berikut di bawah ini hasil dari pemilihan nilai faktor tertinggi dalam bentuk tabel faktor kunci keberhasilan.

Tabel 3. Faktor Kunci Keberhasilan

FAKTOR INTERNAL			
STRENGTH (S)		WEAKNESS (W)	
1	Mechanical seal tahan terhadap panas sampai 200°C	1	Sparepart yang tidak original akan mudah rusak
2	Mampu menahan fluida tekanan tinggi	2	Kemampuan blok melemah jika jam kerja yang sangat tinggi (> 10.000 jam).
FAKTOR EKSTERNAL			
OPPORTUNITIES (O)		THREATS (T)	
1	Jumlah sparepart yang memadai di atas kapal	1	Mahalnya harga sparepart pengganti
2	Engineer yang memiliki pengalaman dalam menangani pompa cargo	2	Tidak bisa menerima panas yang berlebih dan secara terus menerus ketika steaming maupun cargo heating

Dari hasil tersebut di atas matrik ringkasan analisis faktor internal dan external, dapat kita gambarkan dalam peta posisi faktor yang mempengaruhi kerja pompa *cargo* sebagai berikut:

Di mana nilai jumlah kekuatan (S) = 2.67 dan nilai jumlah kelemahan (W) = 3.72 maka selisihnya (Y) = S - W dan hasilnya Y = - 1.05, sedangkan nilai jumlah peluang (O) = 3.18 dan nilai jumlah ancaman (T) = 2.63 maka hasil selisihnya (X) = O - T dan hasilnya 0.56 sehingga titik tersebut berada di (0.56; -1,05) atau di kuadran III yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Peta posisi matrik SWOT

Penentuan posisi hanya untuk mengarahkan permasalahan diselesaikan dengan strategi berdasarkan letak pada kuadran I, II, III, atau IV. Pada posisi dari hasil perhitungan di atas diperoleh posisi berada pada kuadran III bahwa strategi yang digunakan adalah strategi *Aliansi* atau *Weaknes Opportunity* (WO) Strategi yaitu strategi dalam situasi menghadapi peluang yang sangat besar, tapi juga menghadapi kendala atau kelemahan internal. Fokus strategi pada situasi ini adalah meminimalkan masalah-masalah internal sehingga dapat mencegah kerusakan *seal cargo pump*. Kelemahan internal yang dimaksud adalah *Sparepart* yang tidak original akan mudah rusak dan kemampuan blok melemah jika jam kerja dari *seal* yang sangat tinggi (> 10.000 jam) sehingga mengakibatkan terjadi kebocoran *cargo* pada waktu

purging serta proses *discharging* muatan memakan waktu lebih lama.

c. Hasil Analisa SWOT

Tingginya *temperature steaming* dapat mengakibatkan *seal* pompa mengalami kerusakan. Di kapal-kapal *tanker* terutama *chemical tanker*, dalam pemuatan *cargo chemical* kondisi tangki harus benar-benar bersih mengingat sifat kimia dari muatan itu sendiri yang mudah bereaksi dengan kimia lain walaupun dalam jumlah yang sedikit. Hal tersebut akan berdampak kepada seluruh muatan. Oleh karena itu diperlukan pembersihan tangki atau *tank cleaning* sebelum melakukan pemuatan. Proses *tank cleaning* antara lain sebagai berikut:

- Pencucian pendahuluan untuk mengangkat atau mengosongkan sisa muatan yang ada di *bellmouth* dan sisa-sisa yang ada di dalam pipa serta yang berada di pompa muatan.
- Pencucian menggunakan air laut untuk memaksimalkan agar sisa-sisa muatan yang dicuci benar-benar telah habis dari tangki. Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan air dingin maupun air panas.
- Pencucian menggunakan air tawar untuk membilas agar tangki bersih dari air laut ataupun sabun, terkadang untuk memaksimalkan hasil agar kadar garamnya hilang dilakukan penambahan proses dengan penguapan (*steaming*) dengan temperature 80⁰C-120⁰C untuk menjaga kondisi *seal*.
- Pengusiran Gas (*Gas Freeing*)
- *Mopping* adalah proses pengangkatan sisa cairan yang sudah tidak bisa lagi dihisap oleh pompa, jadi bagian yang belum kering dilap.

Fakta di lapangan saat melaksanakan *tank cleaning* adalah tidak adanya sistem *control otomatis* yang mengatur jumlah *steam* yang masuk ke dalam

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

tangki sehingga mengakibatkan tidak ada *set point steam boiler* yang masuk ke dalam tangki dan *temperature* di dalam tangki menjadi sangat tinggi. Pada saat *crew deck* melaksanakan *tank cleaning*, penulis melakukan pengamatan terhadap *temperature* dalam tangki dengan melakukan pengukuran menggunakan *Thermometer laser*. Hasil pengukuran yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Data hasil ukur *temperature steaming tank cleaning*

NO	NO. TANGKI	CARGO PUMP TYPE	HASIL UKUR	CONDITION
1.	1P	SD 125	150 ⁰ C	NOT PERMISSION
2.	1S	SD 125	90 ⁰ C	NORMAL
3.	2P	SD 200	100 ⁰ C	NORMAL
4.	2S	SD 200	85 ⁰ C	NORMAL
5.	3P	SD 200	97 ⁰ C	NORMAL
6.	3S	SD 200	110 ⁰ C	WARNING
7.	4P	SD 200	100 ⁰ C	NORMAL
8.	4S	SD 200	102 ⁰ C	NORMAL
9.	5P	SD 200	125 ⁰ C	WARNING
10.	5S	SD 200	96 ⁰ C	NORMAL

Dari data di atas diketahui bahwa ada sesuatu yang abnormal yang terjadi pada tangki 1P (tangki nomor 1 sebelah kiri) yaitu temperatur tangki ketika *tank cleaning* di atas temperatur yang diijinkan yaitu mencapai 150⁰C. Ketika dilakukan proses *discharging* muatan, pompa *cargo* pada tangki 1P mengalami keterlambatan atau debit *cargo* yang dipompakan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan pompa *cargo* 1S dengan tipe yang sama SD125 dan tekanan hidrolik yang sama 15 bar. Untuk itu setelah kejadian tersebut dilakukan *overhoul* pompa *cargo* pada tanggal 3 April 2016 dan hasil *overhaul* menemukan hal-hal sebagai berikut:



Gambar 12. *Oil seal* dan *Cargo Seal*

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kiri gambar adalah *cargo seal* dan kanan gambar adalah *oil seal* yang mengalami kerusakan. Dari sekilas tidak terjadi kerusakan namun terjadi penurunan kekuatan dari bahan teflon sehingga seal tidak mampu menahan tekanan dari minyak hidrolik dan tekan muatan. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa *spring* (per) penahan *seal* juga nampak berkarat. Setelah diketahui bahwa *seal* tersebut rusak maka dilakukan penggantian *seal* dengan suku cadang yang terdapat di *engine store room*. Berikut tabel *sparepart inventory* pompa *cargo* di kapal MT. Tirtasari.

Dari hasil analisa yang dikemukakan di atas, pompa *cargo* mengalami gangguan kerja pada saat proses *discharging* disebabkan oleh kerusakan *seal* (*oil and cargo seal*). Dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan *seal* tersebut adalah menurunnya kinerja pompa yaitu debit muatan yang dipompakan dengan tekanan maksimal adalah kurang dari *standart* pada *manual book* sehingga proses *discharging* muatan memakan waktu yang lebih lama dan menjadikan operasional kapal menjadi terhambat.

Untuk *seal* yang mengalami kerusakan atau kebocoran diakibatkan oleh suhu yang diterima pompa ketika

steaming tank cleaning maupun *cargo heating* terlalu panas dan terjadi secara *continue* sehingga kekuatan dari *seal* yang terbuat dari bahan teflon akan melemah. Walaupun teflon termasuk jenis bahan yang tahan terhadap panas namun bila menerima panas yang berlebih maka akan tetap mengalami kerusakan atau melemahnya kemampuan kekuatan untuk mengemblok tekanan.

Untuk permasalahan terlalu panasnya *steaming tank cleaning* setelah dilakukan pengamatan terhadap pipa *steam boiler* yang diurutkan dari *main steam valve* hingga masuk ke tangki muatan ternyata disebabkan oleh terlalu banyak *supply steam* dari *boiler* yang menuju tangki (*valve steam to deck* terbuka terlalu lebar). Cara mengatasi jumlah *steam* yang menuju ke tangki diadakan pembatasan dalam membuka *valve steam to deck* sehingga panas yang digunakan untuk *steaming* dapat dikontrol dengan cara pemberian *marking* atau tanda menggunakan *marker* pada *valve steam to deck*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari analisa penyebab timbulnya permasalahan dalam penelitian ini penulis membuat suatu pemecahan masalah kemudian dibuat kesimpulan guna menjadi masukan dan manfaat bagi *crew* mesin kapal dan para Masinis. Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas yaitu :

a. Faktor penyebab menurunnya kerja pompa *cargo* dalam proses *discharging* muatan di kapal MT. Tirtasari adalah :

1) Adanya kerusakan yang terjadi pada *oil seal* dan *cargo seal* pada pompa *cargo* di dalam tangki

muatan No. 1P mengakibatkan debit muatan yang dipompakan mengalami penurunan sehingga *discharging* memakan waktu yang lebih lama.

2) Faktor penyebab terjadinya kerusakan pada *seal* pompa sehingga mengganggu kerja pompa disebabkan oleh :

➤ Suhu yang digunakan saat *steaming tank cleaning* maupun *cargo heating* terlalu panas sehingga berpengaruh terhadap kekuatan dari *seal* yang terbuat dari bahan teflon akan melemah.

➤ Panasnya *steaming tank cleaning* maupun *cargo heating* disebabkan oleh terlalu banyak *supply steam* dari *boiler* yang menuju tangki (*valve steam to deck* terbuka terlalu lebar).

2. Saran

Dari semua pembahasan tersebut di atas maka penulis mengajukan saran dalam melaksanakan perbaikan dan perawatan terhadap pompa *cargo* untuk menunjang kelancaran operasional kapal agar menjadi lebih baik antara lain:

a. Sebaiknya memberikan batas *marking* dalam membuka *valve steam* yang menuju ke dek agar membatasi *temperature tank cleaning* tidak melebihi *temperature* yang diijinkan (80°C - 120°C) sehingga *seal* akan lebih awet.

b. Sebaiknya dalam pengoperasian pompa *cargo* ketika menaikkan atau menurunkan RPM pompa dilakukan secara bertahap karena perubahan tekanan yang mendadak akan menyebabkan kerusakan pada hidrolis motor.

Identifikasi Penyebab Kerusakan Seal Cargo Pump Dalam Proses Discharging Muatan Kimia Cair

Sumarno P.S.^a, Dwi Prasetyo^b dan Saiful Hadi Prasetyo^c

DAFTAR PUSTAKA

Narto, Amad. 2015. *Buku Ajar Diploma IV Permesinan Bantu*. PIP Semarang

Fathoni, Abdurrahmat. *Metodologi Penelitian & Teknik Penyusunan Skripsi*.

[http://abi-blog.com2017/10//mechanical – seal – pengertian – dan -bagian.html](http://abi-blog.com2017/10//mechanical-seal-pengertian-dan-bagian.html).

[https://en.wikipedia.org/wiki/ 2017/ 10/ Chemical_tanker.html](https://en.wikipedia.org/wiki/2017/10/Chemical_tanker.html)

Instruction Manual Book Framo Cargo Pump. FRANK MOHN AS.

Kartono, Kartini. *Pengantar Metodologi Riset Sosial*.

Purwanto dan Herry Gianto. 1978. *Macam-Macam pompa dan Penggunaannya*. Semarang : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : ALFABETA

Sularso, Tahara. 2006. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta : Pradnya Pramita

Vestnik, Strojniški. 2010. *Journal of Mechanical Engineering* 56

Tim PIP Semarang. 2017. *Panduan Penyusunan Skripsi*