



Meningkatkan Perawatan *Cargo Oil Pump Turbine* Untuk Kelancaran Kegiatan Bongkar Muatan Di MT. SC Warrior L

Pande I.S Siregar, Hasan Habli, Arif Hidayat, Ahmad Miftahul Fahri
Prodi Teknika

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
Jl. Marunda Makmur No. 1, Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

disubmit pada :19/2/21 direvisi pada : 23/4/21 diterima pada :28/5/21

Abstrak

Saat melakukan penelitian, performa pompa kargo sangatlah penting, tentunya dengan dukungan dari pesawat bantu tergantung dengan perawatan yang baik. *Cargo Oil Pump Turbine* sebagai pengubah energi potensial menjadi energi mekanik dan juga penggerak pompa kargo. peneliti menemukan adanya masalah pada *cargo oil pump turbine*. Kejadian yang saya alami selama praktek, ketika kargo operasi discharge pompa mengalami RPM hunting sehingga putaran tidak maksimal. Setelah diperiksa ternyata terjadi kerusakan pada *turbine blade* dan juga kebocoran pada *vacuum condenser*.

Copyright © 2021, **METEOR**, ISSN:1979-4746, eISSN : 2685-4775

Kata Kunci : *Cargo Oil Pump Turbine*, *Turbine Blade*, *Vacuum Condenser*.

Permalink DOI : <https://doi.org/10.36101/msm.v14i1.181>

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya transportasi laut, maka ketersediaan kapal yang merupakan sarana angkutan laut makin dibutuhkan terutama yang berkapasitas besar karena sangat menguntungkan. Maka dari itu untuk memperlancar arus perdagangan, pengoperasian kapal laut harus dijaga agar dapat digunakan kapan saja dan dimana saja sehingga akan memperlancar proses pengiriman barang. Dalam hal ini faktor utama yang mempengaruhi pengoperasian kapal antara lain mesin induk dan permesinan bantu, untuk itu perlu adanya perawatan rutin dan perbaikan secara teratur dan berkala guna menunjang kinerja permesinan agar dapat berkeja dengan lancar, aman dan optimal. Permesinan bantu di atas kapal mempunyai beberapa media penggerak seperti motor diesel, elektrik motor dan uap, salah satu permesinan bantu di atas kapal yang menggunakan media uap sebagai penggerak adalah *Cargo Oil Pump Turbine (COPT)*. Peranan

Cargo Oil Pump Turbine (COPT) sangat penting di atas kapal guna menunjang kelancaran proses bongkar muatan sebagai pompa untuk memindahkan muatan cair dari tangki kapal ke tangki pengolahan di darat.

Banyak gangguan yang terjadi pada permesinan tersebut karena banyaknya faktor yang terjadi, kejadian yang dialami oleh penulis selama melaksanakan Praktek Laut di MT. SC WARRIOR L pada tanggal 30 Desember 2018 ketika kapal sedang melakukan kargo operasi bongkar muatan (*discharge*) di SBM TPPI Tuban terjadi kerusakan pada *turbine blade COPT* hal ini mengakibatkan putaran pompa kurang maksimal sehingga proses bongkar muatan menjadi terhambat. Hal ini menjadi masalah yang serius karena saat terjadi kendala proses bongkar muatan maka pihak pencarter akan memutuskan sementara sewa kapal.

Masalah lain yang terjadi ketika saya melaksanakan praktek laut pada tanggal 10 Maret 2019 terjadi masalah terhadap *emergency stop valve* pada saat itu *valve* mengalami masalah yaitu

macet sehingga mengganggu performa dari *Cargo Oil Pump Turbine*.

Pada tanggal 10 April 2019 saat kapal melakukan proses bongkar muatan/*discharge* di SBM Tuban keluar air dari safety valve yang diikuti turunnya RPM pompa sehingga *rate agreement* dari pihak terminal tidak terpenuhi sehingga langsung diadakan pengecekan.

Selain masalah diatas di kapal tempat saya melaksanakan Praktek Laut juga mengalami kerusakan pada *vacuum condenser* dimana *tube* di dalam *condenser* mengalami kebocoran yang berakibat tercampurnya air laut dengan air tawar dan campuran air tersebut masuk kedalam sistem pada *COPT*. Mengakibatkan terjadi gangguan pada sistem dan dalam kondisi tersebut berakibat kurang efisiennya proses produksi *steam* pada ketel uap.

Selain campuran air tawar dan air laut yang masuk ke sistem akibat kebocoran pada *vacuum condenser* kualitas air pada tangki *distillate* juga mempengaruhi kualitas dari *steam* yang dihasilkan oleh ketel uap. Hal ini akan berakibat juga pada performa pompa turbin yang digerakkan oleh uap.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis mengangkat permasalahan tersebut, sebagai bahan dalam skripsi yang penulis susun dengan mengambil judul:

“MENINGKATKAN PERAWATAN CARGO OIL PUMP TURBINE UNTUK KELANCARAN KEGIATAN BONGKAR MUATAN DI MT. SC WARRIOR L”

1.2. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

2. Tujuan penelitian

- a. Mengetahui penyebab kerusakan pada *turbine blade*.
- b. Mengetahui penyebab kebocoran pada *vacuum condenser*.
- c. Untuk memberikan tambahan ilmu bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya, sehingga akan lebih berhati-hati dan teliti dalam pengoperasian serta perawatan terhadap *Cargo Oil Pump Turbine*.

3. Manfaat dari penelitian

- a. Bagi penulis sendiri, manfaat dari skripsi ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan, kemampuan dan ketrampilan penulis dalam mengamati permasalahan yang ada diatas kapal terhadap *Cargo Oil Pump Turbine*.

- b. Bagi pembaca, kegunaan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai masukan yang berguna dalam membantu menambah wawasan yang berhubungan dengan *Cargo Oil Pump Turbine*.
- c. Untuk memberikan sumbangan pemikiran serta masukan kepada pembaca maritim mengenai permasalahan yang terjadi pada *Cargo Oil Pump Turbine*.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

1. Turbin

a. Pengertian Turbin

Menurut Soelaiman (2009: 1), Turbin uap adalah penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Menurut Wei-Ze Wang (2007: 632), sudu turbin uap adalah komponen yang penting di pembangkit listrik yang mengubah gerak linier dari panas tinggi dan tekanan tinggi uap mengalir ke gradien tekanan menjadi gerak rotasi poros turbin.

Pada perkembangannya, turbin uap ini mampu menggantikan peranan dari kerja mesin uap torak. Hal ini disebabkan karena turbin uap memiliki kelebihan berupa efisiensi thermal yang besar dan perbandingan berat dengan daya yang dihasilkan cukup tinggi. Pada prosesnya turbin uap menghasilkan gerakan rotasi, sehingga hal ini sangat cocok digunakan untuk menggerakkan generator listrik, kapal, dan permesinan yang membutuhkan daya yang besar.

b. Fungsi Turbin

Menurut F G Marcos (1992: 1) fungsi turbin adalah alat untuk mengkonversi energi kinetik cairan yang bergerak atau gas menjadi energi rotasi. Biasanya, sumber dari energi kinetik adalah uap, meskipun kadang-kadang bisa juga air. Tergantung pada mekanisme yang digerakkan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang industri misalnya, untuk pembangkit listrik, dan untuk transportasi serta permesinan dikapal.

c. Prinsip Kerja Turbin

Menurut Jusak Johan Handoyo (2016: 8) prinsip kerja Turbin adalah Perbedaan

diameter Pipa-pancar, dimana diameter masuk lebih kecil daripada Pipa keluar, maka panas yang mengalir masuk Pipa pancar lebih panas bila dibandingkan dengan Panas yang keluar dari Pipa-pancar, hal ini mengakibatkan “beda-panas”. Beda panas inilah yang menimbulkan kecepatan uap ini mengalir selama di Pipa pancar. Jadi ada hubungan antara panas dan kecepatan yang mengalir dari uap didalam Pipa-pancar. Setelah uap keluar dari Pipa-pancar, langsung mendorong Sudu-jalan, dimana sudu-jalan ini dipasang pada Roda-jalan Turbin (*Moving Wheel*), sehingga Roda-jalan turut berputar. Pada bagian tengah Roda-jalan yang bulat terdapat poros-turbine (*Turbine shaft*) yang dipasang dengan konstruksi pasak (*key*). Dengan demikian poros-turbine juga berputar dan poros ini disambungkan ke Poros baling-baling melalui gigi- gigi reduksi.

Agar energi kinetis yang tersisa dapat meninggalkan sudu turbin maka pada turbin dipasang lebih dari satu baris sudu gerak. Sebelum memasuki baris kedua sudu gerak, maka antara baris pertama dan baris kedua sudu gerak dipasang satu baris sudu tetap (*stationary blade*) yang berguna untuk mengubah arah kecepatan uap, agar uap dapat masuk ke baris kedua sudu gerak dengan arah yang tepat. Kecepatan uap saat meninggalkan sudu gerak yang terakhir harus dapat dibuat sekecil mungkin, agar energi kinetis yang tersedia dapat dimanfaatkan sebanyak mungkin. Dengan demikian efisiensi turbin menjadi semakin tinggi karena kehilangan energi relatif kecil.

2. Kondensor (*Condenser*)

a. Pengertian *Condenser*

Menurut Agus Haryanto (2015, 441) kondensor ialah salah satu jenis alat penukar panas atau penukar kalor (*heat exchanger*) yang digunakan untuk menukarkan panas diantara dua fluida yang berbeda suhunya tanpa mencampurnya. Penukar kalor digunakan secara luas: dari sistem pemanasan dan pendinginan di dalam rumah, hingga ke proses kimia dan pembangkit listrik pada pabrik besar. Penukar kalor berbeda dengan ruang pencampur (*mixing*

chamber) karena penukar kalor tidak mengakibatkan kedua fluida saling bercampur. Pada radiator mobil, misalnya kalor dipindahkan dari air panas yang mengalir melalui pipa-pipa radiator ke udara yang mengalir diantara pelat-pelat yang tersusun rapat yang ditempelkan diluar pipa radiator.

Menurut Untung Budiarto (2011, 108) kondensor merupakan salah satu komponen utama dari sebuah mesin pendingin. Pada kondensor terjadi perubahan wujud refrigeran dari uap *super heated* (panas lanjut) bertekanan tinggi ke cairan *sub-cooled* (dingin lanjut) bertekanan tinggi. Agar terjadi perubahan wujud refrigeran dalam hal ini adalah pengembunan / *condensing*, maka kalor harus dibuang dari uap refrigeran.

Pada siklus rankine terjadi proses perpindahan panas pada 2 komponen, yaitu *boiler* dan kondensor. Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja. Panas disuplai secara *eksternal* pada aliran tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Siklus ini menghasilkan 80% dari seluruh energi listrik yang dihasilkan di seluruh dunia. Siklus ini dinamai untuk mengenang ilmuwan Skotlandia, William John Maquorn Rankine. Energi panas pada *furnace* ditransfer ke air sehingga ia berubah fase menjadi uap air. Pada proses tersebut ada satu fase dimana tidak terjadi perubahan temperatur pada air, namun terjadi perubahan fase dari cair menjadi gas, hal ini dinamakan panas laten. Sedangkan pada kondensor juga mengalami hal yang serupa namun berkebalikan, energi panas yang diserap oleh air sehingga ia berubah fase menjadi uap air tadi sekarang diserap oleh media pendingin sehingga uap air berubah fase kembali menjadi cair. Air inilah yang nantinya akan dipompa kembali untuk mengalami siklus rankine yang berulang.

b. Fungsi *Condenser*

Fungsi kondensor adalah mengubah uap menjadi zat cair (air), dapat juga diartikan sebagai alat penukar kalor (panas) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. Dalam

penggunaanya kondensor diletakkan diluar ruangan yang sedang didinginkan agar panas yang keluar saat pengoperasiannya dapat dibuang keluar sehingga tidak mengganggu proses pendinginan. Adapun fungsi uap yang dihasilkan dari produksi *auxiliary boiler* antara lain digunakan untuk kebutuhan pemanas muatan, sebagai pemanas tangki bahan bakar, untuk media pemanas pada *oil heater*, sebagai suplai air hangat dalam akomodasi kapal, digunakan untuk *heater* pada kamar mesin.

3. METODE

3.1. Metode Pendekatan

a. Problem Solving

- 1) Pelaksanaan perawatan terencana dan penyediaan *spare part* yang memadai pada *cargo oil pump turbine*.
- 2) Melakukan perawatan dan pengecekan secara berkala pada *cargo oil pump turbine* dan kondisi fisik *vacuum condenser*.

b. Deskriptif kualitatif

Metode kualitatif adalah pengamatan, wawancara, atau penelaahan dokumen. Metode kualitatif digunakan karena beberapa pertimbangan :

- 1) Menyesuaikan metode kualitatif lebih mudah apabila berhadapan dengan kenyataan jamak.
- 2) Metode kualitatif menyajikan secara langsung hakikat hubungan antara peneliti dan responden.
- 3) Metode kualitatif lebih peka dan lebih dapat menyesuaikan diri dengan banyak penajaman pengaruh bersama terhadap pola-pola nilai yang dihadapi.

Maka di dalam pembahasan nanti penulis berusaha memaparkan hasil dari semua studi dan penelitian mengenai suatu objek yang diperoleh, baik yang bersifat teori juga memuat hal-hal yang bersifat praktis, dalam artian bahwa selain ditulis dari beberapa literatur buku, juga bersumber dari objek-objek penelitian yang juga terdapat dalam buku kemaritiman. Penggunaan aspek observasi atau pengamatan sangat berperan dalam penulisan skripsi ini.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi

Dalam observasi atau pengamatan, dilakukan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap subjek penelitian. Berdasarkan pelaksanaannya, teknik pengamatan observasi ialah pengamatan langsung. Teknik pengamatan langsung yaitu pengamatan yang dilakukan oleh pengumpul data secara langsung berdasarkan kejadian sebenarnya dan orang-orang yang berhubungan langsung.

b. Wawancara

Yaitu suatu metode pengumpulan data dan informasi secara langsung dari seorang atau beberapa narasumber. Salah satu cara lain yang ditempuh oleh penulis untuk mendapatkan data adalah dengan cara mengadakan komunikasi atau tanya jawab yang dilakukan secara langsung maupun tidak langsung pada pihak-pihak yang mempunyai kemampuan, pengetahuan dan pengalaman dalam menyelesaikan suatu masalah yang terjadi pada performa *cargo oil pump turbine* akibat kerusakan pada *turbine blade* dan *vacuum condenser*.

Adapun sasaran utama teknik dari wawancara ini adalah:

- 1) Untuk memperoleh atau memastikan data-data sesuai yang terjadi dilapangan yang dijadikan sebagai data-data fakta.
- 2) Untuk memperkuat kepercayaan pembaca mengenai hal-hal yang menyangkut kepercayaan atau tentang pendapat si penjawab mengenai suatu fakta.
- 3) Untuk dijadikan bahan pertimbangan penulis pada saat mewancari beberapa *audience*.

Dalam hal tersebut, penulis telah melakukan wawancara dengan beberapa responden yang dapat dipercaya. Beberapa responden yang telah di wawancarai tersebut antara lain:

- 1) Kepala Kamar Mesin (KKM) sebagai penanggung jawab kamar mesin di kapal.
- 2) Masinis 2 sebagai kepala kerja kamar mesin dan yang bertanggung jawab atas *Cargo Oil Pump Turbine*.

Penulis melakukan wawancara tidak secara formal, melainkan menanyakan secara spontan atau langsung apa yang ingin diketahui tanpa menggunakan daftar pertanyaan sewaktu berdinas jaga dengan masinis yang sedang berdinas jaga pada. Setelah melakukan wawancara penulis juga mengumpulkan data-data yang dapat dijadikan masukan dalam penyusunan skripsi.

c. Studi Dokumentasi

Yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mencari data-data sekunder dokumen-dokumen yang tersedia diatas kapal. Data-data tersebut merupakan data yang konkrit yang dapat memberikan keterangan yang terjadi di atas kapal selama pelayaran, yang mana data-data tersebut telah didokumentasikan dan dilaporkan pada pihak perusahaan. Pada setiap kapal terdapat dokumen-dokumen yang berkenaan dengan kapal dan semua permesinan diatas kapal. Adapun arsip-arsip ataupun dokumen-dokumen yang terdapat di kamar mesin dan menjadi sumber dalam penelitian diatas kapal adalah sebagai berikut:

- 1) Buku panduan permesinan (*manual book*).
- 2) Catatan harian kamar mesin (*log book*).
- 3) Catatan kerja harian (*daily work done*)
- 4) Buku catatan jam kerja *COPT* (*COPT running hour log book*)

d. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah segala usaha yang dilakukan oleh peneliti untuk menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang akan atau sedang diteliti. Informasi itu dapat diperoleh dari buku-buku ilmiah, laporan penelitian, karangan-karangan ilmiah, peraturan-peraturan, ketetapan-ketetapan, buku tahunan, *manual book*, dan elektronik.

3.3. Teknik Analisis Data

Dalam membahas skripsi penulis mencoba menjelaskan akar masalah yang ditemukan berdasarkan hasil penelitian di atas kapal selama waktu praktek kerja laut dengan menggunakan metode *Root causes* yaitu suatu teknik analisis dimana penulis memaparkan segala penyebab dan pemecahan masalah yang di angkat.

Dalam skripsi ini penulis berusaha untuk memaparkan suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi di atas kapal yang berhubungan dengan *Cargo Oil Pump Turbine* berdasarkan atas pengalaman dan data-data yang ada, pengumpulan data yang dimaksud adalah dengan memperoleh data-data yang berkaitan dengan *Cargo Oil Pump Turbine*. Sedangkan analisa data yang dimaksudkan untuk mengelola dan mengidentifikasi data yang ada.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. DESKRIPSI DATA

Pada saat melakukan praktek di kapal MT. SC WARRIOR L selama 12 bulan dan 10 hari. Penulis mengadakan pengamatan dan penelitian yang berhubungan dengan masalah mengenai kurang efektifnya proses bongkar muatan (*discharge*) akibat kurang maksimalnya kinerja *cargo oil pump turbine*. Sehingga ketika dalam kegiatan proses bongkar muatan (*discharge*) sering terkendala, yang dampaknya mengganggu aktifitas pengoprasian kapal. Dalam pengkajian skripsi, penulis berusaha memberikan gambaran yang jelas dalam mengutarakan fakta-fakta permasalahan yang terjadi pada *cargo oil pump turbine* akibat kerusakan pada *turbine blade* dan kebocoran pada *vacuum condenser*.

Dalam mengutarakan fakta-fakta yang terjadi selama penulis melaksanakan praktek di atas kapal, performa *COPT* tidak maksimal dan akibatnya kapal tidak memenuhi *rate agreement*. Tidak maksimal *COPT* terjadi karena kerusakan pada beberapa komponen yaitu rusaknya *turbine blade* dan kebocoran pada *vacuum condenser*. Sehingga menyebabkan putaran pompa kurang maksimal. Masalah seperti ini dapat dicegah dengan cara perbaikan dan penggantian komponen yang rusak.

Dari penelitian yang ada didapatkan temuan-temuan penelitian sebagai berikut:

1. Terjadi kerusakan pada *turbine blade*.
 - a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

Pada tanggal 30 Desember 2018 ketika kapal sedang melakukan kegiatan bongkar muatan (*discharge*) di Tuban terjadi kendala dimana RPM pompa kargo nomor 1 mengalami *hunting* yang awalnya RPM pompa berada di 1000 RPM lalu tiba-tiba turun di 500 RPM dan naik lagi disekitaran 800-1000 dan turun lagi. Akibat dari hal tersebut kegiatan bongkar muatan mengalami kendala dan KKM melapor ke kapten untuk menghentikan pompa kargo nomor 1 dan mengganti dengan pompa kargo nomor 2 dan kegiatan bongkar muatan kembali berlangsung.

Setelah selesai kegiatan bongkar di SBM TPPI Tuban kapal berlayar ke Dumai untuk proses *loading* dan ketika

diperjalankan KKM memerintahkan untuk melakukan pemeriksaan pada *cargo oil pump turbine* nomor 1, akhirnya masinis 2, *fitter, engine cadet* melakukan persiapan membongkar *COPT*. Dan setelah di bongkar terdapat kerusakan pada *turbine blade*, dimana kondisi *turbine* mengalami korosi, terdapatnya kotoran yang menyumbat pada *turbine blade* dan beberapa *blade* sudah rusak .

- b. Terdapat benda-benda yang masuk ke sistem

Performa pompa dapat berkerja baik apabila jika semua komponen berada dalam kondisi yang baik juga, apabila jika salah satu komponen terdapat masalah maka akan mempengaruhi komponen yang lain juga.

Hal tersebut sama ketika melakukan *overhaul* terhadap *COPT* nomor 1 ditemukan partikel-partikel yang menyumbat pada *turbine blade* hal tersebut akan mempengaruhi daripada aliran *steam* didalam peredarannya tentu saja itu akan membuat performa pompa kargo tidak bekerja normal.

2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.

- a. *Automatic water level controller* rusak.

Sewaktu melakukan kegiatan bongkar muatan (*discharge*) terdapat penurunan *pressure* pada *vacuum condenser* dimana normalnya tekanan *vacuum condenser* pada tekanan -0,02 Mpa akan tetapi sewaktu kejadian terjadi penurunan tekanan vakum hingga pada tekanan 0 sampai 2 Mpa. Hal itu terjadi karena kerusakan pada *automatic water level controller* yang mengakibatkan air hasil kondensasi hanya bersirkulasi disitu saja sehingga terjadi kelebihan level air di ruang kondensat (*hotwell condenser*). Hal tersebut tentu akan mempengaruhi kinerja turbin karena berkurangnya kevakuman pada *vacuum condenser* sehingga dapat terjadinya *back pressure* ke turbin dan dapat berakibat kebocoran pada pipa-pipa di *vacuum condenser*.

- b. Banyaknya tritip yang menutupi *condenser tube*.

Selain adanya *back pressure steam* yang dapat mengakibatkan kebocoran pada *vacuum condenser*, masalah lain yang

dapat menyebabkan kebocoran pada *vacuum condenser* adalah proses kondensasi tidak maksimal yang diakibatkan oleh teritip laut yang menutupi pipa-pipa di dalam *vacuum condenser* sehingga proses pendinginan uap tidak maksimal dan juga menaikkan suhu dan tekanan pada *vacuum condenser* hal tersebut berakibat timbulnya kebocoran pada pipa-pipa *vacuum condenser*.

4.2. Analisis Data

Jika kondisi dari komponen pompa kurang baik maka akan mempengaruhi performa pompa kargo. Kemudian akan merambat terhadap kelancaran proses bongkar muatan (*discharge*) dalam mentransfer muatan ke darat terganggu atau telat. Sehingga perusahaan akan mengalami kerugian. Jadi untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan perawatan yang baik terhadap *cargo oil pump turbine* itu sendiri dan menjaga semua komponen-komponen pendukung agar dalam kondisi yang baik.

Dalam hal mencegah timbulnya kerusakan yang terjadi pada *cargo oil pump* di atas kapal, maka perlu melakukan perawatan pada *COPT* dan juga bagian-bagian yang termasuk dalam sistem penggerak pompa turbin.

Pada bab ini penulis akan menguraikan serta menjelaskan penyebab dari timbulnya masalah pada penurunan performa dari *cargo oil pump turbine* yaitu :

1. Terjadi kerusakan pada *turbine blade*.

- a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

Korosi pada *turbine blade* diakibatkan karena beberapa hal seperti adanya peningkatan kadar garam air atau salinitas dan juga rendahnya pH air yang diubah menjadi uap sebagai penggerak utama dari turbin. Salinitas merupakan salah satu faktor terbesar penyebab korosi, adanya ion klorida dalam air yang bersifat agresif akan membentuk senyawa asam dan bereaksi pada permukaan dari *turbine blade*, sehingga *turbine blade* akan mengalami korosi. Saat di uji kualitas air tersebut dengan menggunakan *Chloride Tablet*, hasilnya sangat jauh dari ketentuan *maker*. Hasil yang didapat (*chloride* >900 ppm) sangat jauh dari ketentuan (*chloride* 0-90 ppm maksimal).

- b. Terdapat benda-benda yang masuk ke sistem.

Banyaknya kotoran yang ada dalam *cascade tank* seperti lumpur dan pasir-pasir dari karat pada sistem yang ikut terbawa dan larut di *cascade tank*. Banyaknya kotoran dapat berdampak masalah serius teradap sistem. Jarang sekali dirawat dan perhatikan oleh *crew* kapal sebelum kami on bard. Saat dilakukan inspeksi pada *cascade tank* terdapat banyak endapan lumpur yang mengendap pada *cascade tank*.

2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.
- a. *Automatic water level controller* rusak.

Automatic water level controller yang berfungsi memberi sinyal kepada *three-way valve* di *condensate pump* untuk mengatur sirkulasi air dari *hotwell* ke *cascade tank*. Kerusakan *automatic water level controller* mengakibatkan *three-way valve* tidak bisa bekerja otomatis sehingga air hasil kondensasi hanya bersirkulasi di ruang kondensat saja sehingga terjadi kelebihan level air di *hotwell*. Kelebihan air di ruang kondensat menyebabkan uap tidak bisa di kondensasikan menjadi air sehingga terjadi peningkatan tekanan dan temperatur dan menyebabkan kebocoran pada *vacuum condenser*.

- b. Banyaknya tritip yang menutupi *condenser tube*.

Pada saat pengecekan *vacuum condenser* ditemukan juga banyak teritip-teritip yang menutupi jalur pipa-pipa pada *vacuum condenser* sehingga proses pendinginan air *boiler* tidak berjalan maksimal, hal tersebut akan menimbulkan masalah yang serius dari proses pendinginan yang kurang maksimal maka akan meningkatkan tekanan dan suhu pada *vacuum condenser* hal tersebut meyebabkan pipa-pipa yang ada mengalami kebocoran baik karena tekanan yang berlebih maupun temperatur yang berlebih (*over heat*).

4.3. Alternatif Pemecahan Masalah

Cargo Oil Pump Turbine dan komponen-komponen pendukung harus selalu diperhatikan kondisinya agar performa *COPT* optimal. Banyak yang menyebabkan kinerja

dari *COPT* menurun, seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya yaitu :

1. Terjadinya kerusakan pada *turbine blade*.
- a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

Dari data-data kemungkinan yang menyebabkan kerusakan dan permasalahan yang ditemukan dalam *alternative* ini adalah adanya kenaikan kadar garam (*salinity*) dan juga rendahnya kadar pH pada air *boiler*.

Terjadinya korosi pada komponen menyebabkan timbulnya kerak dan kotoran kedalam sistem. Pada mula terjadi korosi, karena bereaksinya air dalam sistem dengan komponen-komponen didalam sistem tersebut. Korosi timbul akibat adanya peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler* dalam hal ini alternatif pemecahan masalahnya adalah dengan mengganti *turbine blade* dengan yang baru.

Prosedur pengetesan air pada *feed water boiler* :

- 1) Ambil air sampel pada *cascade tank*.
- 2) Diamkan air selama ± 1 jam di ruang yang sejuk agar suhunya turun.
- 3) Tuangkan air sampel kedalam wadah ukur sebanyak 50 ml
- 4) Masukkan 1 (satu) *CHLORIDE TABLET* kedalam air sampel.
- 5) Aduk hingga *CHLORIDE TABLET* tercampur dengan air sampel.
- 6) Tambahkan *CHLORIDE TABLET* ke dalam air sampel hingga air sampel berubah warna dari warna kuning hingga menjadi warna coklat.
- 7) Lakukan perhitungan jumlah kadar *salinity* pada air *boiler* dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{(total chloride tablet yang dimasukkan)}}{x 20 - 20} = \text{kadar salinity air boiler}$$

- b. Terdapat endapan lumpur pada sistem *COPT*.

Dari data-data kemungkinan yang menyebabkan kerusakan dan permasalahan yang ditemukan dalam *alternative* ini adalah banyaknya lumpur yang berada didalam sistem dari *cascade tank* hingga ke permesinan. Banyaknya lumpur yang berada di sistem akan mengganggu dari aliran *steam* dan juga

dapat menyumbat laju aliran *steam* pada sistem *COPT*. Alternatif pemecahan masalahnya adalah melakukan pembersihan terhadap *cascade tank*.

Pembersihan terhadap *cascade tank* dapat mengurangi jumlah lumpur yang ada dalam sistem aliran uap *boiler*, dengan menguras dan mengganti air *boiler* maka akan dapat mengurangi hingga menghilangkan lumpur-lumpur yang berada di sistem sehingga kerugian seperti penumpukan lumpur yang mengeras dan dapat menghalangi sistem aliran uap dapat diatasi sehingga membuat kinerja yang dihasilkan lebih optimal

2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.

a. *Automatic water level controller* rusak.

Vacuum condenser menjadi turun performa dikarenakan aliran sistem kondensasi bermasalah. Komponen yang bocor terjadi karena adanya tekanan balik sehingga pipa-pipa pada *vacuum condenser* mengalami *overpressure*. Tekanan balik pada *vacuum condenser* terjadi karena kerusakan pada sistem kontrol pada pengatur air *boiler* menuju ke *cascade tank* tidak bekerja otomatis.

1) Mengganti *automatic control* baru.

Mengganti *automatic control* dengan yang baru. Karena tidak ada *spare* maka diabaikan dan cara kerjanya dilakukan pengawasan manual oleh kadet mesin dan 2 orang *training oiler* secara bergantian.

2) Memprop pipa-pipa *condenser* yang bocor.

Memprop atau menutup pipa-pipa pada *condenser* yang mengalami kebocoran adalah salah satu cara untuk mengatasi kebocoran pada *vacuum condenser*, hal tersebut dilakukan untuk mencegah tercampurnya air laut yang menjadi media pendingin dengan air tawar *boiler* agar tidak mengalami kenaikan kadar *salinity* pada air *boiler* yang dapat menyebabkan kerusakan pada permesinan seperti korosi.

b. Proses kondensasi yang tidak maksimal.

Dalam sistem *COPT*, *vacuum condenser* berperan penting untuk mengubah uap

bertekanan menjadi air kondensasi untuk di transfer ke *cascade tank* melalui *condensate pump* yang selanjutnya akan diproses diubah kembali menjadi uap bertekanan oleh *boiler* hal tersebut terjadi secara berulang-ulang sehingga dibutuhkan kinerja yang maksimal pada setiap komponen.

Proses kondensasi yang kurang maksimal diakibatkan oleh banyaknya tritip-tritip yang menutupi pipa-pipa didalam *vacuum condenser*, hal tersebut akan mengurangi jumlah aliran air laut yang masuk ke kondensor untuk mendinginkan *steam* agar berubah menjadi air kondensasi, karena pendinginan yang kurang maksimal maka akan meningkatkan tekanan dan juga akan meningkatkan temperatur pada *vacuum condenser* jika hal tersebut terus dibiarkan akan muncul masalah lain yang lebih parah yaitu terjadinya kebocoran pada pipa-pipa kondensor.

Pencegahan timbulnya masalah yang lebih besar maka dilakukan adalah membersihkan tritip-tritip yang menutupi pipa-pipa kondensor hal tersebut akan memperlancar aliran air laut sebagai media pendingin air *boiler*, sehingga proses pendinginan lebih maksimal.

4.4. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

Dari beberapa pemecahan masalah yang didapatkan dan diterangkan diatas, maka didapatkan evaluasi alternatif pemecahan masalah untuk mendapatkan jawaban dan solusi yang lebih tepat didalam membuat keputusan dalam melakukan pekerjaan. Terdapat kekurangan dan kelebihan dari pekerjaan tersebut.

1. Terjadinya kerusakan pada *turbine blade*.

Evaluasi untuk mengatasi kerusakan pada *turbine blade* adalah mengganti dengan yang baru atau jika tidak tersedianya *spare* yang baru. Maka dengan catatan *emergency* menggunakan yang telah di rekondisi, walau sebenarnya tidak di sarankan.

a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

1) Korosi pada *turbine blade* dapat diatasi dengan melakukan pergantian *turbine blade* dengan yang baru.

Keuntungan dalam melakukan penggantian *turbine blade* adalah :

- (1) Kinerja pompa kargo akan lebih baik.
 - (2) Lebih efisien dalam segi waktu dan tenaga
- Kerugian dalam melakukan penggantian *turbine blade* adalah :
- (1) Memerlukan biaya yang lebih untuk pembelian *part* yang baru.
 - (2) Memerlukan waktu dan tenaga lebih ketika penggantian *part*.

- 2) Melakukan pembersihan *turbine blade*
Keuntungan dalam melakukan perawatan adalah:
 - (1) Memerlukan waktu yang relatif singkat dalam pengerjaan
 - (2) Hemat biaya karena tidak ada bagian yang diganti.
 Kerugian dalam melakukan perawatan adalah:
 - (1) Hanya bersifat sementara
 - (2) Hasil yang di harapkan belum tentu sesuai.

- b. Terdapat benda-benda yang masuk ke sistem.
Melakukan perawatan pada sistem dengan cara membersihkan benda benda di sistem.
Keuntungan dalam melakukan perawatan ini adalah:
 - (1) Tidak terjadi masalah yang serupa kedepannya.
 - (2) Menjaga umur pemakaian pada permesinan tersebut.
 Kerugian dalam melakukan perawatan ini adalah:
 - (1) Memerlukan waktu yang lebih untuk pembersihan secara menyeluruh.
 - (2) Bertambahnya jumlah sampah diatas kapal.

- 2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.
Evaluasi untuk mengatasi kebocoran pada *vacuum condenser* adalah melakukan pempropan atau menutup pipa pada *condenser* yang bocor dengan catatan jumlah yang pipa yang di prop tidak melebihi batas yang telah ditentukan oleh maker.
 - a. *Automatic water level controller* rusak.
Water level gauge tidak bekerja otomatis.
 - 1) Mengganti *automatic water level controller* baru.
Keuntungannya :

- a) Tidak memerlukan tambahan kru untuk *standby* di *water level gauge condenser*.
- b) Dapat mengoptimalkan kru dalam melakukan kerja harian.

Kerugian :
Memerlukan biaya untuk pembelian barang yang baru.

- b. Proses kondensasi yang tidak maksimal.
Banyaknya teritip yang menutupi pipa-pipa pada *condenser*.
Melakukan pembersihan teritip yang menutupi pipa-pipa *condenser*.
Keuntungan dalam melakukan perawatan ini adalah:
 - (1) Menghasilkan kondensasi yang maksimal.
 - (2) Hemat dalam segi biaya.
 Kerugian dalam melakukan perawatan ini adalah:

- (1) Memerlukan waktu yang lebih karena banyaknya lubang.
- (2) Proses pembongkaran pipa air laut yang sulit karena ukuran pipa yang besar.
- (3) Dibutuhkannya tenaga ekstra untuk membersihkan pipa kondensor satu demi satu.

4.5. Pemecahan Masalah

Dari evaluasi alternatif pemecahan masalah yang didapatkan dan diterangkan diatas, maka didapatkan pemecahan masalah atau solusi yang tepat yaitu:

- 1. Terjadinya kerusakan pada *turbine blade*.

Dengan melakukan perawatan pada *Cargo Oil Pump Turbine* dan komponen-komponen pendukungnya dengan memperhatikan kondisinya sewaktu beroperasi dan juga memperhatikan jam kerjanya.

- a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

Melakukan penggantian terhadap komponen-komponen yang telah rusak dan melakukan perawatan sesuai dengan jam kerjanya (*running hour*).

- b. Terdapat benda-benda yang masuk ke sistem.

Melaksanakan perawatan secara berkala dan menjaga kualitas air ketel uap agar tidak ada benda-benda yang masuk kedalam sistem.

2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.

Dengan melakukan perawatan sesuai rencana pada *vacuum condenser* akan berdampak positif terhadap *cargo oil pump turbine* dan komponen pendukungnya. Performa akan tetap optimal dan proses bongkar muatan akan berjalan lancar.

- a. *Automatic water level controller* rusak.

Ketika komponen telah rusak, maka harus di ganti (*automatic water level controller*) dengan yang baru.

- b. Proses kondensasi yang tidak maksimal.

Ketika banyak tritip yang menutupi pipa-pipa kondenser maka segera dilakukan perawatan yaitu membersihkan teritip-teritip yang menutupi pipa-pipa kondensor agar kondensor dapat bekerja secara optimal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Sesuai dengan rumusan masalah, adanya gangguan dalam proses bongkar muatan (*discharge*) oleh kapal dikarenakan kinerja *COPT* yang tidak optimal dimana ketika kapal sedang dalam *discharge* muatan mengalami kendala diantaranya adanya kerusakan pada *turbine blade* dan *vacuum condenser* sehingga kapal mengalami masalah dalam proses bongkar muatan dan sangat tidak ditoleransi oleh pihak pencarter karena akan menyebabkan terganggunya jadwal operasi pihak pencarter dan tentu juga akan mengakibatkan timbulnya kerugian di pihak pencarter.

1. Terjadi kerusakan pada *turbine blade*.
 - a. Peningkatan kadar *salinity* pada air *boiler*.

Kurangnya perawatan terhadap air tawar boiler yang menyebabkan terjadinya korosi terhadap *turbine blade*. Hal tersebut akibat dari penurunan kualitas air *boiler* salah satunya adalah meningkatnya kadar *alkalinity* pada air *boiler*
 - b. Terdapat benda-benda yang masuk ke sistem.

Karena terjadi korosi pada sistem. Sehingga menyebabkan karat yang ada terbawa dan menyebar didalam sistem ketel uap

2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.

- a. *Automatic water level controller* yang rusak. Sehingga berpengaruh pada *vacuum condenser* yang tidak bekerja secara otomatis
- b. Proses kondensasi tidak maksimal. Sehingga timbul *heat stress* material yang berlebih.

5.2. Saran

Berdasarkan uraian yang telah di bahas pada bab-bab sebelumnya dapat di ketahui berbagai macam gangguan yang dapat mempengaruhi performa *Cargo Oil Pump Turbine* di MT. SC WARRIOR L. Untuk dapat meningkatkan performa *Cargo Oil Pump Turbine*, maka ada baiknya bila memperhatikan hal-hal berikut:

1. Terjadi kerusakan pada *turbine blade*.
 - a. Menerapkan sistem perencanaan perawatan secara benar dan disiplin terhadap *Cargo Oil Pump Turbine* dan juga permesinan pendukungnya sehingga dapat memperpanjang umur dari pesawat bantu tersebut dan dapat menjaga hasil kerja pesawat bantu tersebut agar kinerja *Cargo Oil Pump Turbine* sesuai dengan yang diinginkan.
 - b. Selalu memastikan mempunyai *spare part* dalam keadaan *standby* jika terjadi kerusakan pada permesinan bantu tersebut sehingga memerlukan penggantian komponen maka masalah tersebut dapat diatasi.
 - c. Untuk kru mesin yang berjaga baik *oiler* maupun *engineer* ketika sedang berjaga diharapkan melakukan pemeriksaan secara rutin dan intensif terhadap permesinan yang sedang digunakan, bila perlu melakukan pemeriksaan setengah jam sekali.
2. Adanya kebocoran pada *vacuum condenser*.
 - a. Menerapkan sistem perencanaan perawatan secara berkala dan rutin sesuai dengan jam kerja (*running hour*) agar permesinan tersebut dapat bekerja secara maksimal dan mempunyai umur pemakaian lebih panjang.
 - b. Perlunya pemeriksaan secara teliti terhadap permesinan bantu dan komponen penunjang yang digunakan

untuk kegiatan bongkar muatan (*discharge*) sehingga permesinan bantu dapat dioperasikan secara maksimal tanpa adanya masalah yang timbul untuk kedepannya. Sebisa mungkin untuk meminimalisir adanya *human error* yang dapat merugikan diri sendiri maupun pihak lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiarto, Untung. 2011. *Buku Ajar Teknik Pendingin & Tata Udara*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [2] Fauzi, M. Amin, 2017, *Perancangan Kondensor Tipe U Tube Yang Memanfaatkan Uap Sisa (Heat Recovery) Pada Sistem Pemanas Pindang*, Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, vol.5 No.1, Halaman 1-49.
- [3] Handoyo, Jusak Johan, 2016, *Main Propulsion Engine – STIP Smt-IV*, Jakarta, Halaman 8-18.
- [4] Haryanto, Agus. 2015. *Perpindahan Panas*. Yogyakarta: Innosain.
- [5] Kamus Bahasa Indonesia, 1989: 862 Pengertian Subjek Penelitian.
- [6] Marcos, F.G. 1993, *Modern Marine Engineers Handbook*, Manila, Philipines.
- [7] Soelaiman, 2009, *Analisa Prestasi Kerja Turbin Uap Pada Beban Yang Bervariasi*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Halaman 1-12.
- [8] Wang.Wei-Ze, 2007, *Failure Analysis of The Final Stage Blade in Steam Turbine*, Science Direct, Vol 14, Halaman 632-641.