



**KERUSAKAN *TURBOCHARGER* YANG MEMPENGARUHI KERJA
AUXILIARY DIESEL ENGINE DI MV. SRI WANDARI INDAH**

PROSIDING

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh :

RESA GIOFANI
NIT.52155754. T

PROGRAM STUDI TEKNIK DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2020

Kerusakan *turbocharger* yang mempengaruhi kerja *auxiliary diesel engine* di MV. Sri Wandari Indah

Wahyudiono, A^a, Andromeda, V.F^b, Velayaqi, M.F^c

^a Dosen Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^b Dosen Program Studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^cTaruna (NIT.52155836 T) Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Intisari - *Turbocharger* adalah pesawat bantu yang digerakkan oleh gas buang dari *auxiliary diesel engine* yang berfungsi untuk memompa udara yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran di dalam silinder.

Kerusakan pada *turbocharger* akan mengganggu *auxiliary diesel engine* sehingga kinerjanya menjadi kurang optimal. Jenis metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan pendekatan *fishbone* dan *SHEL* untuk mempermudah dalam teknik analisis data.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab kerusakan *turbocharger* pada *auxiliary diesel engine* di MV. Sri Wandari Indah adalah, 1) Terjadinya *surgin* pada *turbocharger*. 2) Ketidaksiharian *Plan Maintenance System (PMS)* yang dilakukan. Dampak yang ditimbulkan adalah 1) Kinerja *auxiliary diesel engine* terganggu. 2) Terganggunya proses olah gerak pada kapal 3) Dapat menyebabkan kerusakan pada *auxiliary diesel engine*. Untuk mencegah faktor-faktor penyebab penyebab kerusakan *turbocharger* pada *auxiliary diesel engine*, upaya yang harus dilakukan adalah dengan, 1) Melakukan perawatan secara berkala terhadap *turbocharger*. 2) Melakukan perawatan pada *auxiliary diesel engine* dan komponen penunjangnya sesuai dengan *Plan Maintenance System (PMS)*.

Kata Kunci: *Turbocharger, auxiliary diesel engine, PMS.*

I. PENDAHULUAN

Salah satu permesinan bantu yang harus bekerja secara optimal adalah *auxiliary diesel engine*. *Turbocharger* merupakan salah satu komponen yang dapat mengoptimalkan kerja dari *auxiliary diesel engine* tersebut. *Turbocharger* dipasang pada mesin *diesel* generator bertujuan untuk memasukkan udara sebanyak-banyaknya kedalam silinder dengan tekan lebih dari satu atmosfer. Dimana maksud dan tujuan dari dipasang akan terjadi pembakaran yang sempurna.

Dimana bagian dari *turbocharger* itu sendiri terdiri 2 bagian inti, yaitu: bagian *blower side* yang berfungsi menghisap udara luar untuk mensuplai udara bersih yang dipakai dalam proses pembakaran didalam silinder. Bagian yang lainnya adalah *turbine side* yang berhubungan dengan *exhaust gas* dari *auxiliary diesel engine* yang melalui manifold selanjutnya dibawa keluar melalui cerobong.

Sedangkan yang terjadi di MV. Sri Wandari Indah pada saat proses bongkar muat di pelabuhan ratu pada tanggal 29 mei 2018 *auxiliary diesel engine* nomor dua mengalami gangguan pada *turbocharger* yang mengakibatkan *auxiliary diesel engine* tidak bekerja secara normal dan proses bongkar muat terganggu sementara waktu. Saat

dilakukan pengecekan terdengar suara kasar dari *turbocharger auxiliary diesel engine* nomor dua serta terlihat ketidak normalan pada temperatur gas buang yang terlalu tinggi serta tekanan udara bilas ke ruang bakar menurun yang mengakibatkan kerja mesin diesel generator nomor dua tidak maksimal yang mengakibatkan kerja *auxiliary diesel engine* nomor dua harus dihentikan sementara waktu. Sehingga pihak kapal melakukan pengurangan dalam pemakaian jumlah crane karena *auxiliary diesel engine* yang mampu bekerja hanya dua buah saja yaitu nomor satu dan tiga.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka terlebih dahulu kita tentukan pokok permasalahan yang terjadi untuk selanjutnya kita rumuskan menjadi perumusan masalah guna memudahkan dalam pembahasan bab-bab berikutnya. Dalam hal ini perumusan masalahnya disusun berupa pertanyaan-pertanyaan seputar turunnya kinerja *turbocharger* yang menjadi dasar penyusunan skripsi antara lain sebagai berikut:

- 1.1 Faktor – faktor yang menyebabkan kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine*?
- 1.2 Dampak apa yang ditimbulkan dari kerusakan *turbocharger* terhadap *auxiliary diesel engine* ?
- 1.3 Bagaimana upaya menanggulangi kerusakan *turbocharger* agar dapat mengoptimalkan kinerja *auxiliary diesel engine* di MV. Sri Wandari Indah?

II. KAJIAN PUSTAKA

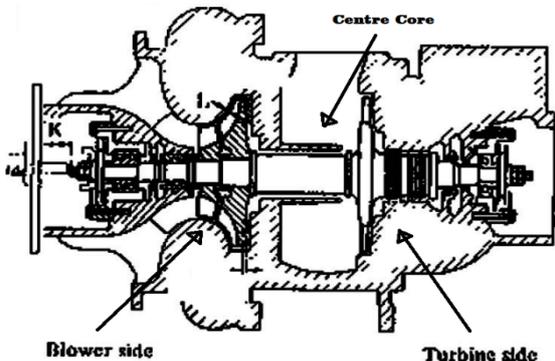
2.1. Kajian Pustaka

- 2.1.1. Pengertian *Turbocharger*. [1] *Turbocharger* adalah pesawat yang digerakkan oleh gas buang dari mesin diesel yang berfungsi untuk memompa udara yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran di dalam silinder. *Turbocharger* digerakkan oleh energi panas yang berasal dari gas buang, dari total energi panas di dalam bahan bakar buang bersamaan gas buang dengan kenaikan massa jenis udara. Salah satu cara untuk mengurangi kerugian gas buangan adalah dengan memasang *turbocharger* pada saluran gas buang. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin gas yang menggerakkan *blower* udara. *Blower* udara tersebut mendorong udara masuk kedalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara yang dimasukan kedalam silinder. Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang dimasukan

kedalam silinder dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Dengan *turbocharger* tersebut, kira-kira 8 sampai 10% dari jumlah kalor pembakaran bahan bakar dapat diselamatkan.

2.1.2 Bagian *Turbocharger*

Turbocharger ini terdiri dari bagian-bagian penting yang memiliki peran dan saling berhubungan dan setiap bagian *turbocharger* itu memiliki fungsi tertentu yaitu:



Gambar 2.1 Bagian dari *turbocharger*

2.1.2.1. Rumah sisi udara (*Blower Side*)

Rumah *blower side* adalah tempat bagi *blower* untuk menghisap udara luar yang kemudian diteruskan menuju intercooler. Rumah *blower side* terbuat dari bahan aluminium bersambungan dengan bagian pusat inti (*centre core*) ditopang oleh jaminan baut dan cincin pelat.

2.1.2.2. Pusat Inti (*Centre Core*)

Adalah bagian inti dari *turbocharger* yang memanfaatkan gaya dari gas sisa pembakaran dalam silinder untuk menggerakkan *blower* yang menyalurkan udara bertekanan kedalam ruang pembakaran. Pada bagian rumah pusat inti terdapat poros turbin dan sisi gas buang serta roda sisi udara (*blower side*), bantalan, *ring*, cincin pelat, *oil deflector*. Bagian-bagian yang berputar termasuk *turbin shaft*, *Shaft bearing*, *thrust*, *washer* dan *oli seal ring*. Komponen-komponen ini ditunjang oleh bagian *centre housing*. Bagian-bagian yang berputar pada *turbocharger* dioperasikan pada kecepatan 12500 rpm dan temperatur 550°C, sehingga materialnya dibuat sangat selektif dengan kepresisian yang tinggi.

2.1.2.3. Rumah Sisi Gas Buang (*Turbin side*)

Adalah tempat turbin menerima gaya aksial dari gas sisa pembakaran (*exhaust gas*) kemudian diteruskan

lewat poros (*shaft*) menuju *blower*. Rumah turbin terbuat dari bahan *caststeel* dan bersambungan dengan bagian rumah pusat inti atau *centre core* dengan memakai cincin baja penjamin. Diantaranya sambungan rumah turbin dan manifold buang di pasang *gasket* yang terbuat dari bahan *stainles steel* untuk menjamin sambungan tersebut.

2.1.3 Prinsip Kerja *Turbocharger*

2.1.3.1. Prinsip kerja *turbocharger*. [2] Prinsip

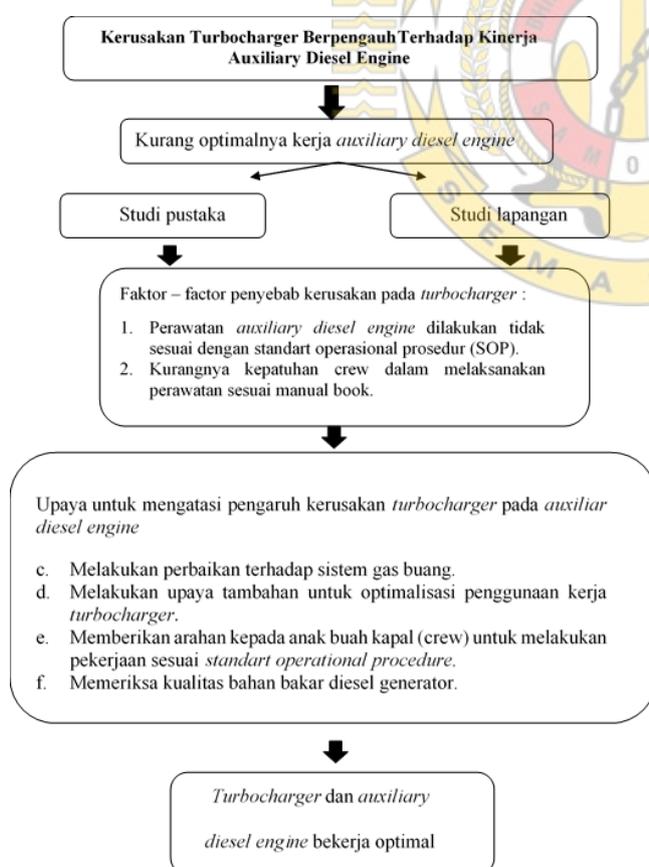
kerja *turbocharger* adalah : Proses langkah pembuangan didalam silinder mesin dilakukan oleh *piston* (3) menyebabkan gas asap hasil pembakaran terdorong keluar, dari katup buang melalui *manifold* buang (1) menekan kesuatu roda turbin (6) dan keluar lewat saluran pembuangan (7), hal ini mengakibatkan roda *blower* (*blower*) (5) berputar sehingga menghasilkan tekanan hembusan, yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara masuk (4) dan tekanan diatas satu atmosfer. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke *manifold* masuk (2), kemudian masuk ke dalam silinder melalui katup masuk. Untuk itu mesin diesel dilengkapi dengan *turbocharger*, dengan tujuan untuk memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlampau banyak berat dan ukuran mesin. *Turbocharger* terdiri dari dua bagian yaitu sisi gas buang (*turbin side*) dan sisi udara (*blower side*). Kerangka yang menyelubungi kedua bagian itu berbentuk lingkaran yang terbagi menjadi dua ruang terpisah yang didinginkan oleh air dan terlindung dari panas gas buang. Di kerangka sisi turbin terdapat satu atau beberapa flens sebagai tempat masuknya gas buang dimana bagian ini didinginkan oleh air yang berasal dari sistem pendinginan mesin diesel. Gas buang yang masuk ke dalam sisi turbin akan diteruskan menuju *nozzle blade ring* dan kemudian di arahkan tepat pada susu-sudu rotor. Setelah itu gas buang akan melewati sudu-sudu gerak (*moving blades*) dengan kecepatan tinggi.

2.1.4 Teori Penyediaan Udara.

Udara atau dalam hal ini oksigen sangat dibutuhkan dalam pembakaran didalam silinder mesin. Untuk itu perlu adanya sistem atau alat

yang digunakan guna memenuhi kebutuhan tersebut. *Turbocharger* menjadi salah satu alternatif yang digunakan. Selain dapat memenuhi kebutuhan akan udara, alat ini juga dapat memperbesar daya mesin karena tekanan udara yang dihasilkan melebihi satu atmosfer. [3] Fungsi dari *turbocharger* adalah menghasilkan udara tekanan dari *blower* ke ruang pembakaran. *Turbocharger* juga dipasang sebagai usaha untuk mengurangi kerugian pembuangan yang cukup besar dari gas buang melewati saluran buang. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin gas menggerakkan kompressor. Kompressor tersebut memompa udara masuk kedalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara masuk ke dalam silinder. Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang di masukan ke dalam silinder dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Apabila campuran bahan bakar dengan udara tekan yang tidak seimbang maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna. Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya pembakaran susulan (detonasi), hal ini jelas menambah beban mekanisme pada silinder serta panas dari silinder.

2.2. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.3. Kerangka pikir penelitian

III. METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu Penelitian

Pada penulisan skripsi ini dilakukan pengkajian dengan menggunakan fakta-fakta dari pengalaman juga pengetahuan yang telah dipadukan dari permasalahan yang penulis lihat dan alami saat melaksanakan praktek berlayar selama kurang lebih 12 bulan tehitung dari *sign on* pada tanggal 01 September 2017 sampai dengan *sign off* pada tanggal 16 September 2018.

3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama melaksanakan praktek laut, adapun nama kapal dan nama perusahaan :

Nama kapal : MV. Sri Wandari Indah

Nama Perusahaan : PT. Karya Sumber Energi

3.2. Jenis Data

Menurut macam atau jenisnya, data dibedakan menjadi dua, yaitu:

3.2.1. Data Primer

3.2.2. Data Sekunder

3.3. Metode pengumpulan

Data dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, antara lain:

3.3.1. Metode Observasi

3.3.2. Metode Wawancara

3.3.3. Studi Pustaka

3.3.4. Dokumentasi

3.4. Teknik Analisis Data. [4] Analisis data adalah pengolahan data secara statistic maupun nonstatistik untuk memperoleh hasil penelitian. Berdasarkan temuan penelitian dilakukan pembahasan yang mengarah pada pengambilan kesimpulan dari penelitian tersebut. Metode analisis data yang digunakan oleh penulis dalam penyampain masalah adalah metode *Fishbone* untuk mengidentifikasi faktor masalah dan metode *SHEL (Software, Hardware, Environment, Liveware)* untuk mencari pemecahan masalah.

3.5. Metode *Fishbone*. [5] Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode untuk menganalisa penyebab dari sebuah masalah atau kondisi. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram sebab-akibat atau *cause effect diagram*.

3.6. Metode *SHEL*. [6] Metode *SHEL* adalah model konseptual faktor manusia yang menjelaskan ruang lingkup faktor manusia pelayaran dan membantu dalam memahami hubungan faktor manusia antara sumber daya atau lingkungan sistem pelayaran dan komponen manusia dalam sistem pelayaran (subsistem manusia).

3.6.1. *Software* merujuk bukan hanya untuk perangkat lunak komputer tetapi untuk aturan, prosedur,

praktek yang menentukan cara dimana berbagai komponen sistem berinteraksi antara mereka sendiri dan dengan lingkungan eksternal.

- 3.6.2. *Hardware* digunakan untuk mengacu pada setiap komponen fisik dan nonmanusia dari sistem seperti kendaraan, alat-alat, manual, tanda-tanda dan sebagainya.
- 3.6.3. *Environment* mengacu pada lingkungan dimana komponen-komponen yang berbeda dari proses berinteraksi.
- 3.6.4. *Liveware* mengacu pada setiap komponen manusia dari sistem dalam aspek relasional dan komunikasi.

IV. DISKUSI

4.1. Gambaran Umum

4.1.1. Objek Penelitian

Auxiliary diesel engine merupakan permesinan yang berfungsi sebagai penyedia listrik diatas kapal. Sehingga *auxiliary diesel engine* harus bekerja secara optimal ketika beroperasi. Untuk mengoptimalkan kinerja *auxiliary diesel engine* maka dipasang alat bernama *turbocharger* yang berfungsi untuk memompa udara luar sebagai pembilasan dan pembakaran didalam silinder. *Turbocharger* adalah bagian dari *auxiliary diesel engine* yang berfungsi sebagai pompa isap dan pompa tekan udara ke *auxiliary diesel engine* yang digunakan untuk pembilasan dan pembakaran yang sempurna dari *auxiliary diesel engine* tersebut. Perawatan terhadap seluruh bagian dari *turbocharger* sangat diperlukan dan harus dilakukan dengan cara yang baik dan benar. Perawatan yang kurang benar dapat mengakibatkan kerusakan atau gangguan pada komponen-komponen yang terpasang pada *turbocharger*, yang menyebabkan *surgings*. Dengan timbulnya *surgings* pada *turbocharger* maka kemungkinan *auxiliary diesel engine* akan mengalami gangguan yang dapat mempengaruhi kerja *auxiliary diesel engine* tersebut. Hal ini akan menghambat kerja pada bagian permesinannya, dimana *turbocharger* digunakan oleh kapal sebagai penambah daya atau torsi dari mesin agar *auxiliary diesel engine* bisa bekerja secara optimal. Keuntungan dari *turbocharger* pada *auxiliary diesel engine* untuk meningkatkan kerja mesin di karenakan udara bebas dari luar ditekan secara paksa masuk ke dalam silinder guna untuk proses pembakaran. Dan *turbocharger* juga meningkatkan efisiensi pembakaran dan mesin lebih hemat bahan bakar. Apabila *turbocharger* yang digunakan pada *auxiliary diesel engine* ini mengalami kerusakan maka akan berdampak pada *auxiliary diesel engine* dan kapal tidak bisa beroperasi dengan lancar.

Adapun dalam penelitian ini, *Turbocharger* yang ada di MV. Sri Wandari Indah tempat penulis melaksanakan praktek, dengan spesifikasi sebagai berikut:

<i>Machine type</i>	: M200L-EN
<i>Maker</i>	: YANMAR
<i>Power and RPM</i>	: 500 KW & 720 RPM
<i>Turbocharge type</i>	: IHI BBC VTR 160
<i>Sumber</i>	: <i>Instruction manual book</i>

4.1.2. Fakta Kondisi

Pada saat MV. Sri Wandari Indah sedang melakukan kegiatan bongkar muat di Pangkalan Susu, di kamar mesin terdengar suara bising tetapi hal itu belum ditangani secara langsung karena belum terdeteksi dari mana suara bising tersebut, selama beberapa saat suara bising tersebut semakin keras dan mengganggu kerja *auxiliary diesel engine*, setelah diselidiki suara bising tersebut didapat dari bagian *turbocharger auxiliary diesel engine*. Suara tersebut terjadi karena timbulnya jelaga yang menumpuk pada *turbocharger* dibagian *turbin side*. Jelaga yang menumpuk mengakibatkan kerak yang dapat menghambat udara yang masuk ke dalam ruang bakar. Terjadinya jelaga yang menumpuk pada *turbocharger* juga mengakibatkan *surgings* pada *auxiliary diesel engine* diketahui dari alat ukur manometer yang berada pada ruang udara bilas yang biasanya tekanan udara bilas mencapai 1,8 bar kemudian turun menjadi 0,8 bar. Menurunya tekanan udara bilas juga yang menjadi faktor untuk mengetahui bahwa terjadi masalah pada *turbocharger*, kemudian masinis 3 memutuskan untuk menghubungi pihak kantor untuk melakukan pembongkaran dan perbaikan pada MV. Sri Wandari Indah ketika kapal sampai di Jakarta.

4.2. Analisis Masalah

Analisis merupakan langkah awal untuk mencari penyelesaian suatu masalah. Di dalamnya berisikan penyebab timbulnya masalah sekaligus untuk mencari bagaimana penanggulangan dari masalah tersebut dan dapat kita jadikan pelajaran agar tidak terjadi hal serupa yang mengganggu kelancaran saat proses bongkar muat. *Auxiliary diesel engine* di MV. Sri Wandari Indah dalam pengoperasiannya sangat penting untuk kelancaran bongkar muat di atas kapal.

4.2.1. Apa yang menyebabkan kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine*?

Auxiliary diesel engine yang tidak bekerja secara optimal dapat menyebabkan pengoperasian kapal terganggu. Faktor penyebab dari hal tersebut adalah karena terjadi

kerusakan pada *turbocharger*. Kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine* yang dimaksud disini yaitu terjadinya *surging* yang menyebabkan putaran pada *turbocharger* mengalami *reverse* dan *forward* dikarenakan tersumbatnya *nozzle ring turbin side*. Penyumbatan *nozzle ring* tersebut disebabkan oleh karbon sisa pembakaran. Sisa karbon yang sudah berbentuk menjadi gumpalan-gumpalan tersebut menyumbat *nozzle ring turbocharger* dan mengakibatkan putaran menurun.

Putaran pada *turbin side* yang menurun juga mempengaruhi putaran pada *blower side*. Pada *turbin side, exhaust gas* yang keluar dari ruang pembakaran menjadi terhambat karena adanya kotoran atau gumpalan-gumpalan karbon yang mengendap pada *nozzle ring turbin side*. Sedangkan pada *blower side*, udara bilas (oksigen) yang masuk ke dalam ruang pembakaran berkurang karena putaran dari *turbin side* yang menurun dan berpengaruh pada putaran *blower side turbocharger*.

Dalam hal ini proses pembakaran sangat berpengaruh dan berperan penting. Pembakaran yang kurang sempurna dapat menyebabkan menurunnya kinerja *turbocharger*. Faktor dari pembakaran yang kurang sempurna adalah penyemprotan bahan bakar dari *nozzle* dan filter udara yang kotor. *Nozzle* adalah suatu mekanisme untuk menghantarkan bahan bakar dari *injection pump* dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi. *Nozzle* sebagai pengantar bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 250 Bar, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran di dalam silinder menjadi meningkat. Menurunnya tekanan atau rusaknya *nozzle* yang meneteskan bahan bakar di saat sebelum tekananya/jam kerjanya dapat mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Perawatan pada *nozzle* yang tidak berkala dan jarang dibersihkan karena kotoran didalam *injector* yang di akibatkan bahan bakar yang membawa kotoran dan menyumbat lubang *nozzle*.



Gambar 4.2 *Nozzle ring turbocharger*

4.2.2. Dampak apa yang ditimbulkan dari kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine*?

Surging yang terjadi pada *turbocharger auxiliary diesel engine* ditandai dengan suara dentuman yang keras pada saat *auxiliary diesel engine* sedang beroperasi. Hal tersebut berdampak pada putaran pada *turbocharger* yang abnormal. Putaran *turbocharger* yang seharusnya clockwise menjadi reverse dan forward karena ketidaknormalan kondisi *turbocharger*. Jika kondisi tersebut dibiarkan secara terus menerus tanpa adanya kesadaran dari crew mesin untuk menindaklanjuti masalah, maka akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah seperti patahnya sudu-sudu pada *turbocharger*, rusaknya *bearing* yang dapat berpengaruh pada kinerja *auxiliary diesel engine*.

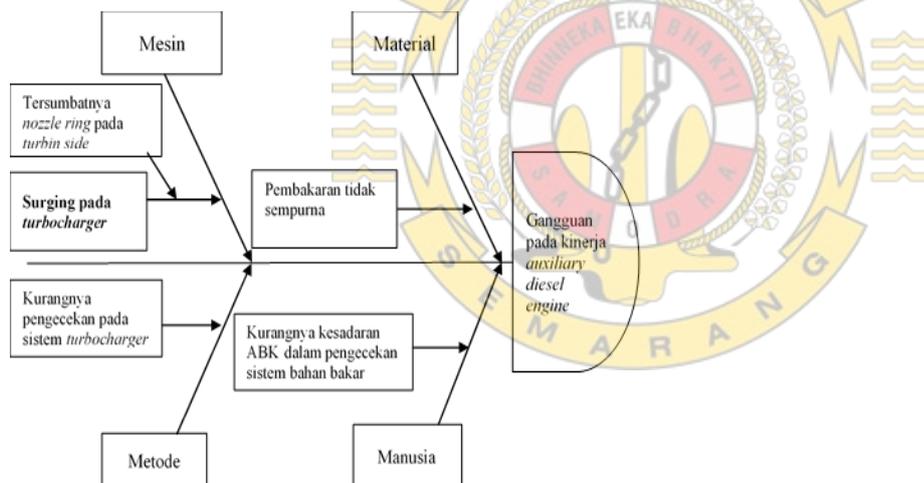
4.2.3. Bagaimana upaya menanggulangi kerusakan *turbocharger* tersebut sehingga dapat mengoptimalkan kinerja *auxiliary diesel engine*?

Perawatan yang benar terhadap *turbocharger auxiliary diesel engine* dalam sistem pembakaran sangat berpengaruh terhadap kinerja *auxiliary diesel engine*. Dalam setiap pengoperasian *hendaknya* terlebih dahulu dilakukan pengecekan untuk memastikan seluruh sistem dalam proses pembakaran dan komponen penunjang kinerja *turbocharger* dalam kondisi baik. Pada sistem pembakaran, terdapat tiga elemen yang saling berhubungan. Dalam hal ini yang diutamakan adalah udara. Kualitas udara yang buruk memiliki pengaruh besar terhadap kinerja *turbocharger*. Udara yang kotor dapat menyebabkan kualitas pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu, perlunya perawatan terhadap *filter* udara sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas udara. *Ring piston* juga dapat mempengaruhi kurang sempurnanya pembakaran di ruang bakar karena kebocoran pada *ring piston* dalam silinder tersebut. Hal ini mengakibatkan berkurangnya tekanan serta oli pelumas yang tadinya untuk melumasi kerja *piston* gagal di bersihkan oleh *ring piston* dengan sempurna akan menyisakan oli di dinding silinder dan akan ikut terbakar pada saat proses pembakaran. *Ring piston* yang mengalami kebocoran terjadi dikarenakan *running hours* dari *ring piston* tersebut sudah melebihi batas yang ditentukan. Kurangnya pengecekan dan perawatan *ring piston* oleh masinis yang bertanggung jawab menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya hal tersebut. Pemahaman yang lebih terhadap PMS (*Plan Maintenance System*) harus lebih ditegaskan kembali agar kejadian seperti ini tidak terulang lagi. Perawatan pada *nozzle injector* yang tidak berkala dan jarang

dibersihkan karena kotoran didalam *injector* yang di akibatkan bahan bakar yang membawa kotoran dan menyumbat lubang *nozzle injector*. *Nozzle injector* adalah suatu mekanisme untuk menghantarkan bahan bakar dari *injection pump* dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi. *Nozzle injector* sebagai pengantar bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 280 Bar, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran di dalam silinder menjadi meningkat. Menurunnya tekanan atau rusaknya *nozzle* yang meneteskan bahan bakar di saat sebelum tekananya/jam kerjanya dapat mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Bahan bakar tersebut yang tidak dikabutkan akan menetes dalam ruang pembakaran. Tetesan bahan bakar tersebut membentuk gumpalan karbon dan menuju ke *exhaust manifold*, sehingga dapat menyumbat *nozzle ring turbin side turbocharger* .

4.3. Pembahasan masalah

4.3.1. Menurut data dari metode *fishbone*, faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada *turbocharger*



Gambar 4.3 Diagram *Fishbone*

4.3.1.1. Faktor mesin

Selama penulis menjalani praktek laut, terjadi masalah pada *turbocharger* yaitu terjadinya *surging* dikarenakan tersumbatnya *nozzle ring turbin side*. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya kesadaran *crew* mesin terutama masinis yang bertanggung jawab terhadap *auxiliary diesel engine*. Penyebab dari tersumbatnya *nozzle ring turbin side* pada *turbocharger* adalah karena adanya karbon yang menggumpal sehingga menyebabkan *surging* dan dapat mempengaruhi kinerja *auxiliary diesel engine*. *Nozzle*

ring yang tersumbat pada *turbin side* menyebabkan tidak tercapainya putaran rotorshaft yang diharapkan sehingga udara yang dihasilkanpun akan berkurang ke mesin. Putaran *turbocharger* tidak normal dan karena tekanan gelombang gas buang tidak berekspansi secara merata pada sudu-sudu *turbin side*, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya *surging* pada *turbocharger* karena tekanan udara bilas yang dihasilkan lebih rendah dari udara bertekanan yang ada di dalam ruang udara bilas.

4.3.1.2. Faktor metode

Faktor metode meliputi tata cara perawatan, proses penanggulangan masalah, inspeksi yang dilakukan, pengaplikasian prosedur kerja *Planned Maintenance System* yang dilakukan di atas kapal. Kendala pada faktor metode yang terjadi yang menyebabkan *auxiliary diesel engine* bekerja tidak optimal dan mengalami gangguan dalam pengoperasiannya, yaitu terjadinya *surging* pada *turbocharger*. Dalam hal pengoperasian terhadap *auxiliary diesel engine* perlu melakukan langkah-langkah dan prosedur yang harus sesuai dengan *Standart Operasional Procedure (SOP)* yang sudah ditentukan. Dalam pembahasan ini penulis menilai cara perawatan antara masinis baru dengan yang lama sangat berbeda. Perawatan pada *sistem turbocharger* yang menyangkut semua komponen penunjang kinerja *auxiliary diesel engine* termasuk perawatan pada proses pembakaran. Dalam sistem pembakaran yang perlu sering dicek secara berkala adalah *nozzle injector* dan *ring piston*. Bila prosedur perawatan ini tidak dipahami dan tidak dilaksanakan, maka dapat mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna sehingga dapat menyebabkan tersumbatnya *nozzle ring turbin side* pada *turbocharger*. Penyumbatan *nozzle ring* tersebut dapat mengakibatkan *surging* dan berdampak pada kinerja *auxiliary diesel engine* yang kurang optimal. Jika hal tersebut tetap dibiarkan maka hal buruk yang dapat terjadi adalah rusaknya komponen-komponen pada *turbocharger*.

4.3.1.3. Faktor material

Nozzle injector yang bekerja kurang optimal mengakibatkan Pembakaran yang kurang sempurna dapat menyebabkan menurunnya kinerja *turbocharger*. Faktor dari pembakaran yang kurang sempurna adalah penyemprotan bahan bakar dari *nozzle* dan *filter* udara yang kotor. *Nozzle* adalah suatu mekanisme untuk menghantarkan bahan bakar dari *injection pump* dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi. *Nozzle* sebagai pengantar bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan 250 Bar, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran di dalam silinder menjadi meningkat. Menurunnya tekanan atau rusaknya *nozzle* yang meneteskan bahan bakar di saat sebelum tekananya/jam kerjanya dapat mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Perawatan pada *nozzle* yang tidak berkala dan jarang dibersihkan karena kotoran didalam *injector* yang di akibatkan bahan bakar yang membawa kotoran dan menyumbat *nozzle*.

4.3.1.4. Faktor manusia

Manusia memegang peran paling penting di antara faktor-faktor yang lain dikarenakan manusia menjadi pihak utama yang bertanggung jawab terhadap kinerja *auxiliary diesel engine* dan perawatannya. Kesadaran *crew* mesin terutama masinis yang bertanggung jawab terhadap *auxiliary diesel engine* sangat penting dalam permasalahan ini. Kurangnya perawatan dalam sistem *turbocharger* menjadi penyebab *auxiliary diesel engine* tidak bekerja optimal. Sistem pembakaran yang kurang perawatan menyebabkan terjadinya *surgin* pada *turbocharger*. Mulai dari komponen bahan bakar yang ada di ruang pembakar sampai komponen yang ada pada *turbocharger* menjadi sorotan penting dalam masalah ini. Kurangnya perawatan terhadap *nozzle injector* dan kualitas sistem pembakaran berdampak pada kondisi *turbocharger*. Akibatnya di bagian *turbin side* terjadi penyumbatan oleh gumpalan-gumpalan karbon yang dapat menghambat keluarnya *exhaust gass* dari ruang pembakaran. Kesadaran

crew mesin untuk selalu merawat semua komponen yang berhubungan dengan *turbocharger* harus ditingkatkan agar tidak terjadi penyumbatan yang dapat mempengaruhi kinerja dari *auxiliary diesel engine*, sehingga pengoperasian kapal terganggu. Selain itu masinis yang bertanggung jawab terhadap pesawat bantu *auxiliary diesel engine* harus memiliki kemampuan dan pemahaman dalam melakukan pengoperasian, perawatan maupun perbaikan apabila terdapat kerusakan pada *turbochargernya*. Perawatan, pengoperasian dan perbaikan yang tidak sesuai dengan prosedur dapat mengakibatkan *auxiliary diesel engine* mengalami gangguan pada saat beroperasi.

4.3.2. Menurut data dari metode SHEL, faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan *turbocharger* adalah sebagai berikut:

4.3.2.1. Software

Faktor yang disebabkan oleh *software* di atas kapal peneliti adalah tidak berjalannya *Planned Auxiliary dieseltenace System* (PMS) yang diatur di atas kapal MV. Sri Wandari Indah. Untuk menyasati hal tersebut seharusnya Kepala Kamar Mesin (KKM) dapat memberikan teguran kepada Masinis tiga agar melakukan perawatan saat kapal sedang tidak ada kegiatan bongkar muat atau olah gerak. Pengecekan perawatan pada tiap-tiap komponen yang berhubungan dengan *turbocharger* pada *auxiliary diesel engine* agar jam kerja perawatan tiap komponen dapat terpantau dengan baik. Bahwa tidak terdapat *running hour* mesin secara detail dan jadwal perawatan secara terperinci sesuai dengan *manual book auxiliary diesel engine*.

4.3.2.2. Hardware

Faktor yang disebabkan oleh *hardware* yang terjadi di atas kapal adalah *surgin* pada *turbocharger* yang terjadi karena tersumbatnya *nozzle ring turbin side* oleh gumpalan-gumpalan karbon. Terjadinya gumpalan-gumpalan karbon tersebut dikarenakan pembakaran yang tidak sempurna. Kurangnya kualitas sistem pembakaran yaitu *nozzle injector* menjadi salah satu

penyebab terjadinya penyumbatan pada *nozzle ring*.

4.3.2.3. Liveware

Human error tidak bisa dihilangkan dari setiap kejadian permasalahan. Untuk mengatasi hal tersebut seharusnya diadakan *morning meeting* pada *crew* mesin untuk mengevaluasi tentang tugas dan tanggung jawabnya bekerja di atas kapal. Hal ini bertujuan untuk memberikan sedikit gambaran tentang apa yang akan dilakukan saat kerja harian.

4.3.2.4. Environment

Faktor yang disebabkan oleh *environment* yang terjadi di atas kapal adalah kualitas udara bilas yang kotor pada ruang pembakaran. Untuk mengatasi hal tersebut seharusnya dilakukan pengecekan dan perawatan dengan melakukan pengecekan dan penggantian pada *filter turbocharger*. Hal tersebut dilakukan agar kotoran yang berada di udara dapat tersaring sehingga tidak menimbulkan pembakaran yang tidak sempurna.

4.4. Dampak-dampak yang ditimbulkan dari kerusakan *turbocharger auxiliary diesel engine*

4.4.1. Ketidak normalan putaran pada *turbocharger*, sehingga dapat mempengaruhi kinerja *auxiliary diesel engine*.

4.4.2. *Surging* yang terjadi terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada bearing *shaft turbocharger* karena dentuman keras yang terjadi. *Bearing shaft* yang ada pada *turbocharger* menjadi longgar dan dapat menyebabkan *shaft* pada *turbocharger* tidak dapat berputar sehingga berpengaruh pada kinerja *auxiliary diesel engine*.

4.4.3. Pengaruh kerusakan pada *turbocharger* menyebabkan kurang optimalnya kinerja *auxiliary diesel engine*.

4.5. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine*

4.5.1. Pengecekan dan perawatan berkala terhadap *ring piston*

4.5.2. Pengecekan dan Perawatan pada *Nozzle Injector*

4.5.3. Cek komponen *turbocharger*

4.5.4. Pembersihan terhadap *filter* udara

turbin side dari proses pembakaran yang tidak sempurna.

5.1.2 Dampak yang terjadi adalah terjadinya kerusakan pada *thrust bearing* pada *turbocharger*, sehingga mengganggu kerja *auxiliary diesel engine*.

5.1.3 Upaya yang dilakukan adalah melakukan perawatan yang benar terhadap bagian mesin yang berfungsi sebagai sistem penunjang proses pembakaran pada *auxiliary diesel engine* sesuai dengan *instruction manual book* dan *Plan Maintenance System*.

5.2. Saran

5.2.1 Agar tidak terjadi kerusakan pada *turbocharger auxiliary diesel engine* perlu dilakukan pengecekan dan perawatan terhadap komponen-komponen penunjang terutama dalam sistem pembakaran *ring piston* dan *nozzle injector*.

5.2.2 Sebaiknya *crew* mesin yang ada di kapal diberikan pemahaman tentang bagaimana cara mengoperasikan dan merawat *auxiliary diesel engine* beserta komponen penunjangnya, agar kinerja menjadi optimal.

5.2.3 Disarankan kepada masinis yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian dan perawatan *auxiliary diesel engine* untuk selalu membuat *checklist* perawatan komponen-komponen penunjang agar masalah yang sama tidak terulang kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Endrodi. 2005, *Motor Diesel Penggerak Utama*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [2] Karyanto, E. 2004. *Mesin Diesel - Reparasi*, Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta.
- [3] Maanen, P. Van, 2001, *Motor Diesel Kapal*, Nautech, Jakarta.
- [4] Sugiyono, 2009, *Metode Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, CV. Alfabeta, Bandung.
- [5] Nasution, 2002, *Metode Research: Penelitian Ilmiah*, Bumi Aksara, Jakarta.
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/SHELL_model

V. PENUTUP

5.1. Simpulan

5.1.1 Kerusakan *turbocharger* pada *auxiliary diesel engine* disebabkan adanya penyumbatan kotoran atau gumpalan karbon pada *nozzle ring*

