ANALISIS KINERJA *INJECTOR* DALAM PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI KAPAL MV.AISHAKAMILAH

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

BENYAMIN TANGILUMME

NIS : 24.01.102.020

AHLI TEKNIKA TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN KIT

Saya : BENYAMIN TANGILUMME

Nomor Induk : 24.01.102.020

Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang berjudul :

Analisis Kinerja *injector* dalam Proses Pembakaran pada Mesin Induk Di Kapal MV.AISHAKAMILAH

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Bila pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanski yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 15 Maret 2024

<u>BENYAMIN TANGILUMME</u>

NIS: 24.01.102.020

PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : Analisis Kinerja Injector dalam Proses Pembakaran Pada Mesin Induk di Kapal MV.Aishakamilah

Nama Pasis : Benyamin Tangilumme

NIS : 24.01.102.020

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarkan

Makassar, 15 Maret 2024

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
ISWANSYAH, S.Sos., M.Mar.E.	**MUH. JAFAR, S.Sos., M.A.P**
NIP. 19681231 199808 1 001	**NIP. 19840323 2001902 1 002**

Mengetahui:

KEPALA BAGIAN ADMINISTRASI
AKADEMIK & KETARUNAAN

BUDI JOKO RAHARJO.M.M.,M.Mar.E
NIP. 19740321 199808 1 001

ANALISIS KINERJA INJECTOR PADA PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI KAPAL MV. AISHAKAMILAH

Disusun dan Diajukan oleh:

BENYAMIN TANGILUMME

NIS. 24.01.102.020

Ahli Teknika Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal 15 Maret 2024

Menyetujui,

Penguji I	Penguji II
PARIS J.M. SENDA., M.Mar.E.	**SUYANTO, M.T., M.Mar.E.**
NIP. 19680529 200212 1 001	

Mengetahui:

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Capt. IRFAN FAOZUN, M.M.
NIP.19730908 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah terapan ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi pasis dalam menyelesaikan studi pada program ATT-I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari bahwa didalam penyelesaian tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam menguasai materi, waktu dan data-data yang diperoleh.

Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini pula penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Capt.Rudy Susanto, M.Pd selaku Direktur Pelaksana Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar. E selaku Manager Diklat TeknisPoliteknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Iswansyah, S.Sos., M.Mar.E sebagai Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Muh. Jafar, S.Sos., M.A.P sebagai Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Bapak Direktur dan seluruh Staf karyawan PT.BUMI LINTAS TAMA
8. Nakhoda dan Seluruh ABK dari kapal MV.AISHAKAMILAH
9. Seluruh rekan pasis PIP Makassar dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah terapan ini.

10. Khususnya kepada orang tua, istri, anak dan saudara yang telah mendukung penulis secara moril dan do'a untuk mengejar cita-cita saya.

Dalam penulisan karya ilmiah terapan ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan bila dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperbaiki. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritikan dan saran-saran dari para pembaca yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ilmiah terapan ini. Harapan penulis semoga karya ilmiah terapan ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 15 Maret 2024

Penulis

BENYAMIN TANGILUMME

ABSTRAK

BENYAMIN TANGILUMME, Optimalisasi Kinerja *Injector* Pada Proses Pembakaran Mesin Induk Di Kapal MV.Aishakamilah. “Dibimbing oleh” Iswansyah,S.Sos., M.Mar.E dan Muh. Jafar, S.Sos., M.A.P

Injector merupakan salah satu alat vital dari system pembakaran yang berguna untuk mengabutkan bahan bakar. Namun tidak semua dari pelaut paham akan fungsi dari *injector* itu sendiri serta bagaimana cara penanggulangan kebocoran dan perawatanya bila terjadi kerusakan. Oleh karena itu penulis meneliti masalah terkait optimalisasi *injector* pada sistem pembakaran mesin induk di kapal. Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui dampak menurunnya kinerja *injector* pada mesin induk, penyebab *injector* bekerja tidak optimal dalam system pembakaran pada mesin induk serta untuk mengetahui upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk meningkatkan perawatan *injector* .

Penelitian ini dilaksanakan waktu berlayar selama kurang lebih 3 tahun terhitung dari tanggal 01 Oktober 2020 sampai 16 Januari 2024. Data primer diperoleh secara langsung melalui fakta- fakta yang terjadi dari peristiwa yang dialami di atas kapal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab injector tidak optimal ialah sering terjadi kebocoran/menetesnya bahan bakar pada *nozzle injector*, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna sehingga mempengaruhi *performance* mesin terutama pada temperature gas buang tinggi, tekanan *indicator*, tekanan *injector*, RPM dan *speed* menurun. Untuk mengatasinya maka harus dilakukan tindakan perbaikan dan pemeliharaan *injector* dengan cepat agar kerusakan dapat dihindari sedini mungkin dan dapat mengurangi biaya perbaikan yang lebih besar. Untuk menghindari hal tersebut maka dilakukan perawatan *injector* bahan bakar secara berencana dan berkala sesuai PMS.

Kata kunci : **Perawatan, *injector*, Bahan Bakar.**

ABSTRACT

Benyamin Tangilumme, Optimization Of Injector Performance In The Combustion Process Of The Main Engine On The Ship MV.Aishakamilah. “Supervised by” Iswansyah,S.Sos., M.Mar.E dan Muh. Jafar, S.Sos., M.A.P

The Injector is one of the important and vital components of the combustion system which is used to atomize fuel. However, not all sailors understand the function of the injector itself and how to deal with leaks and how to treat them if damage occurs. Therefore the author examines problems related to the analysis of ship injector performance in the main engine combustion system on the MVAishakamilah ship. The aim is to determine the impact of decreased injector performance on the main engine, the cause of the injectors not working optimally in the main engine combustion system and to find out the effort alone that can be done to improve injector maintenance.

This research was carried out while sailing for approximately three year starting from October 01, 2020 to January 16, 2024. Primary data was obtained directly through facts that occurred from natural events on board.

The results of this study indicate that the cause of the injector not being optimal is frequent leaks/drip fuel at the injector nozzle, this result in incompletet combustion which affects performance, especially at high exhaust gas temperatures, indicator pressures, RPM and decteased speed. To overcome this, injector repair and maintenance actions must be carried out quickly so that damage can be avoided as early as possible and can reduce larger repair costs. To avoid this, fuel injector maintenance is carried out in a planned and periodic manner.

Keywords : **Maintenance, *Injector*, Fuel.**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

PERNYATAAN KEASLIAN KIT ..... **ii**

HALAMAN PENGAJUAN ..... **iii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**

ABSTRAK ..... **v**

ABSTRACT ..... **vi**

KATA PENGANTAR ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 2
C. Batasan Masalah 2
D. Tujuan Penelitian 2
E. Manfaat Penelitian 2
F. Hipotesis 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Injector 4
B. Jenis dan Komponen 5
C. Diagram Instalasi Bahan Bakar 8
D. Prinsip Kerja 9
E. Sistem Perawatan dan Pemeliharaan 13
F. Kegunaan dan Kelebihan 15
G. Kekurangan 16

H. Masalah Utama 17

BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Tempat dan Waktu Kejadian 19
B. Fakta dan Peristiwa 20
C. Kejadian 20
D. Penyebab 23
E. Analisa 27
F. Pembahasan 34

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan 46
B. Saran 46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen – komponen Pada *Injector* 5

Gambar 2. 2 *Injector* Berlubang..... 6

Gambar 2. 3 *Injecto*r Berlubang Satu (*Single Hole*) 6

Gambar 2. 4 *Injector* Berlubang Banyak (*Multi Hole*) 6

Gambar 2. 5 Diagram Instalasi Bahan Bakar 8

Gambar 2. 6 Diagram Proses Penyemprotan Bahan Bakar..... 9

Gambar 2. 7 Diagram *Timing*..... 10

Gambar 2. 8 Diagram Pembakaran 12

Gambar 3. 1 Grafik Tekanan *Indicator* terhadap *Exhaust temperatur*e..... 31

Gambar 3.2 Grafik Tekanan *Indicator* terhadap RPM 31

Gambar 3.3 Grafik Tekanan *Indicato*r terhadap *Speed*..... 32

Gambar 3.4 Grafik Tekanan *Indicator* terhadap RPM 32

Gambar 3.5 Grafik Tekanan *Indacator* Terhadap Asap..... 33

Gambar 3.6 Grafik Tekanan *Indicator* Terhadap *Comsuption* 33

Gambar 3.7 Test Kebocoran *Nozzel*..... 37

Gambar 3.8 Test Pengabutan *Nozzel*…… 39

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 *Running Hours Main Engine* Hitachi *Zosen* 8L 35MC 22

Tabel 3. 2 Data Tekanan *Injector* Terhadap Gas Buang..... 26

Tabel 3. 3 Kondisi Normal *Injector* 27

Tabel 3. 4 Kondisi *Abnormal Injector* 27

Tabel 3. 5 Kondisi Alarm High Temperatur 28

Tabel 3. 6 Kondisi Setelah Perbaikan/Penggantian. 28

Tabel 3. 7 Hasil Data Penelitian..... 29

Tabel 3. 8 Daftar Nilai Perbedaan Hasil Uji Penelitian *Injector* Menetes 30

Tabel 3. 9 Data Awal Dari Pengaruh Menestasnya *Injector*..... 42

Tabel 3.10 Hitungan Performance Mesin Diesel……... 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Bebas Plagiat..... 49

Lampiran 2 Gambar Mesin Hitachi Zosen 8L 35MC 50

Lampiran 3 Gambar Test Pengabutan Nozzel Baru..... 51

Lampiran 4 Gambar Bersihkan Komponen Injector..... 52

Lampiran 5 Gambar Ganti Nozzel Baru 53

Lampiran 6 Gambar Test Injector 54

Lampiran 7 Gambar Buka Cover Injector..... 55

Lampiran 8 Gambar Warna Gas Buang 56

Lampiran 9 Gambar Pasang Injector..... 57

Lampiran 10 Gambar Cabut Injector 58

Lampiran 11 Gambar Test Indikator..... 59

Lampiran 12 Gambar Oil Water Separator (OWS)…….... 60

Lampiran 13 Ship Particulars …… 61

Lampiran 14 Gambar Crew List……... 62

Lampiran 15 Gambar Crew Kapal…… 63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Injector merupakan salah satu komponen penting pada sistem bahan bakar mesin diesel. *Nozzle* memiliki fungsi untuk menyemprotkan bahan bakar kedalam ruang bakar dalam bentuk *spray* (kabut). Mesin diesel juga disebut *compression ignition engine* (motor penyalaan kompresi) dikarenakan cara penyalaan bahan bakar diterapkan dengan cara penyemprotan bahan bakar ke udara yang sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi yang diakibatkan dari proses kompresi. Mesin diesel tersebut terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sesuai dengan fungsinya. Komponen mesin diesel antara lain *piston, cylinder head, rocker arm, crankshaft, camshaft, injector* dan lain-lain. Dari beberapa komponen tersebut, *injector* termasuk komponen mesin *diesel* yang fungsinya sangat penting.

Menurut (Mafrizal et al., 2022) *Injector* ini mempunyai fungsi yang penting dalam menunjang proses pembakaran dalam mesin diesel. Apabila *injector* ini tidak bekerja secara baik atau mengalami kerusakan maka dapat memunculkan dampak pada suhu gas buang dalam mesin, maka dari itu *injector* harus dilakukan perawatan dengan baik supaya tetap bekerja dengan optimal dan menghasilkan pengabutan yang sempurna.

Menurut (Sariffudin et al., 2021) penyebab *injector* tidak optimal ialah perawatan *injector* yang kurang sempurna, dari hal ini bisa mengakibatkan mesin tidak mencapai kecepatan maksimal serta gas buang yang tidak teratur. Hal umum yang menyebabkan 2 kejadian tersebut adalah o-ring yang getas dan tersumbatnya *nozzle* pada *injector*.

Mesin induk merupakan komponen utama dalam menjalankan operasi kapal. Kinerja mesin induk yang optimal sangat penting untuk memastikan kapal dapat beroperasi dengan efisien dan aman selama berlayar. Jika kinerja injector mengalami penurunan, dapat menyebabkan berbagai dampak negatif. Misalnya, efisiensi pembakaran yang menurun,

kinerja mesin yang tidak optimal, dan peningkatan suhu gas buang yang dapat mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada komponen mesin.

Dari uraian di atas maka penulis memilih judul **"Analisis Kinerja *Injector* dalam proses pembakaran Mesin Induk di kapal MV.Aishakamilah".**

B. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang tersebut di atas maka, rumusan masalah pada karya ilmiah terapan yang akan dibahas adalah bagaimana dampak penurunan kinerja *injector* terhadap proses pembakaran mesin induk di kapal MV.Aishakamilah?

C. Batasan Masalah

Sesuai dengan rumusan masalah pada karya ilmiah terapan yang akan dibahas penulis hanya membahas terkait pada kinerja *injector* dalam proses pembakaran mesin induk di kapal MV.Aishakamilah.

D. Tujuan Penilitian

Adapun tujuan terkait dengan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak konkret dari penurunan kinerja *injector* terhadap proses pembakaran pada mesin induk di kapal MV.Aishakamilah.

E. Manfaat Penilitian

1. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang dampak penurunan kinerja *injector* kapal MV.Aishakamilah, maka dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional kapal.
2. Dengan memahami dampak penurunan kinerja *injector,* kapal MV.Aishakamilah dapat menghindari kerusakan yang disebabkan oleh masalah ini dan mengurangi biaya operasional yang tidak perlu.
3. Memberikan informasi yang berguna untuk produsen mesin dalam mengembangkan desain *injector* yang lebih efektif.

F. Hipotesis

Penurunan kinerja *injector* dalam proses pembakaran mesin induk di kapal MV.Aishakamilah akan membawa dampak negatif yang signifikan terhadap kinerja keseluruhan mesin dan operasional kapal secara umum. Dugaan sementara penurunan kinerja injector diakibatkan oleh perawatan komponen *injector* yang tidak sesuai jam kerja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian *Injector*

Salah satu komponen yang terdapat pada motor induk yang mempengaruhi sistem pembakaran adalah *injector*. *Injector* berfungsi untuk menyemprotkan dan mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang *cylinder* atau ruang bakar. Bahan bakar yang dimasukan ke dalam *cylinder* sangat berpengaruh terhadap sistem pembakaran pada mesin *diesel*. Diketahui bahwa bahan bakar adalah salah satu sisi dari segitiga api (udara, bahan bakar, dan panas) di mana proses pembakaran itu terjadi dalam ruang bakar motor induk. Sedangkan sesuai tidaknya bahan bakar yang masuk kedalam *cylinder* ditentukan oleh kinerja dari sebuah *injector*. Jadi bila *injector* menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut jelas akan mempermudah proses pembakaran dalam ruang bakar, sebagaimana yang diharapkan.

Menurut Herlina, Y., Dika Pratama,G.,& Waspodo,F. (2019). Mengamati Kinerja Injector Motor Induk *Jurnal Sains Teknologi TransportasiMaritim,l(1),https:jurnal.akmicirebon.ac.id/index.php/akmi/article/download/7/.*diakses pada tanggal 25 Februari 2024.

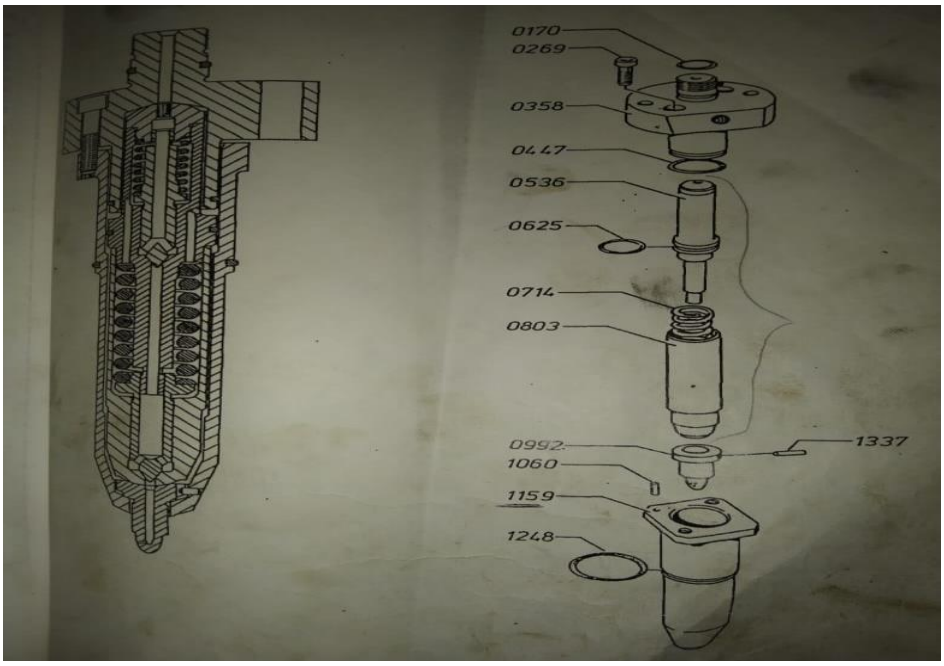
Untuk mencapai pembakaran yang efektif, bahan bakar harus diatomisasi dan kemudian didistribusikan ke seluruh ruang pembakaran. Ini adalah fungsi dari katup bahan bakar untuk mencapai hal ini. Sebagian besar katup bahan bakar pada mesin diesel laut generasi sekarang masih bertipe hidrolik. Pembukaan dan penutupan katup jenis ini dikendalikan oleh tekanan bahan bakar yang dialirkan oleh pompa bahan bakar. Tekanan bahan bakar bekerja pada jarum di ruang bawah dan ketika gaya cukup untuk mengatasi gaya pegas yang menahan katup agar tertutup, jarum akan terangkat. Pengangkatan penuh terjadi dengan cepat karena area ekstra jarum terkena tekanan bahan bakar setelah pengangkatan awal, memberikan yang gaya tambahan terhadap gaya penutup pegas.

Aksi penuh pengangkatan dibatasi oleh bahu jarum yang berhenti melawan muka dorong pada badan injector. Tekanan pengangkat injector bervariasi dengan desain yang berbeda tetapi mungkin rata-rata sekitar 240 bar dengan beberapa desain mencapai 300 bar.

Dalam buku vol 12 motor engineering knowledge for marine enggineer 5ed Faul A Russel DLL, (2018) hal.118-119 figure 3.2 fuel injection.reed's marine torrent tracker (sea tracker).diakses pada tanggal 25 Februari 2024.

B. Jenis Dan Komponen

Gambar 2.1: Komponen – komponen pada *injector*



Sumber: Manual Book Mesin Hitachi 8 L 35 MC kapal MV.Aishakamilah

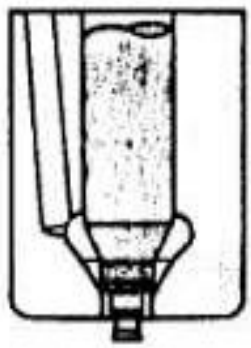
Keterangan :

0170 O-ring
0269 Screw
0358 Valve head
0446 O-ring
0536 Non-return valve
0625 O-ring
0714 Sprin
0803 Spindle guide
0992 Nozzle
1060 Guide pin
1159 Holder
1248 O-ring
1337 Guide pin

Injector diesel adalah salah satu komponen penting dalam sistem bahan bakar pada mesin *diesel*. Berikut adalah beberapa jenis dan komponen dari *injector diesel*:

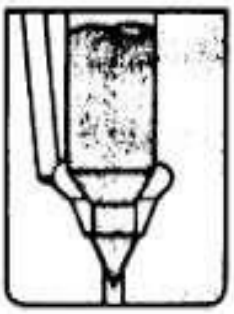
Jenis-jenis *injector diesel*:

Gambar 2.2 *Injector* berlubang



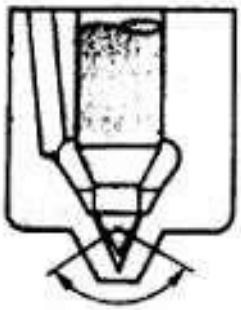
Throttle type

Gambar 2.3 *Injector* nozze berlubang satu (*single hole*)



Single hole type

Gambar 2.4 *Injector* nozze berlubang banyak (*multi hole*)



Multiple hole type

Sumber: Juan Prasetyadi (2018) Cara Kerja Injektor Nozzle Pada Mesin Injeksi teknik-otomotif.com https://www.teknik-otomotif.com. Diakses tanggal 25 Feruari 2024

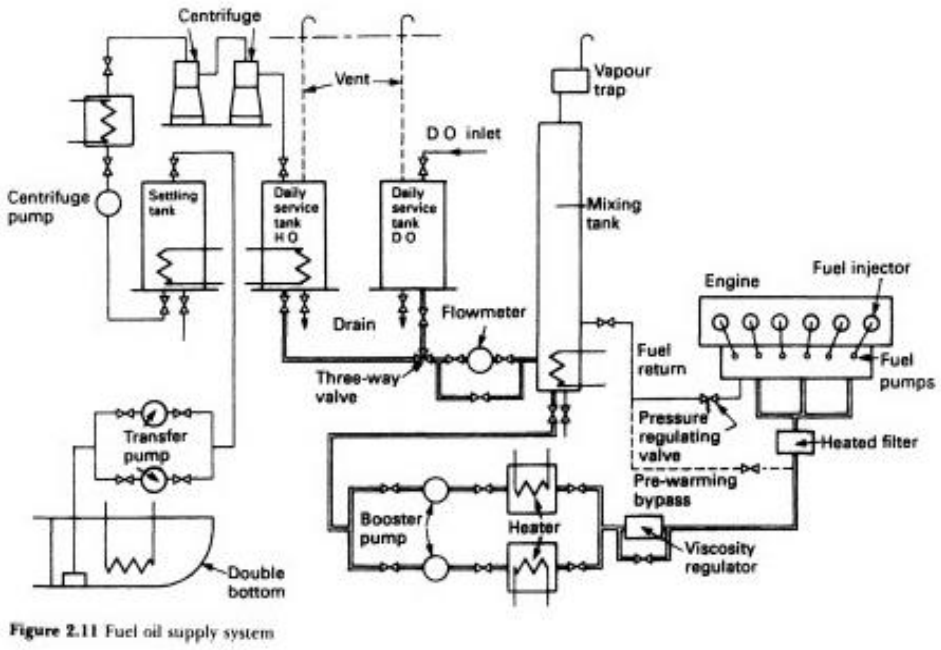
Komponen-komponen dari *injector diesel*:

a. *Nozzle holder* berfungsi untuk memegang *nozzle* dan menentukan posisi serta arah daripada *nozzle*. *Nozzle holder* ini merupakan tempat bertemunya antara bahan bakar dan mengatur tekanan dimulainya penginjeksian (*valve* terbuka) pada *nozzle*.
b. *Nozzle* (Mulut Pengabut) Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar
c. *Spindel* (alat penekan jarum) Alat penekan jarum yang digunakan untuk menekan jarum pada lubang *injector* pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam *injector* ditentukan disini.
d. *Lock Nut* (Mur pengunci/pengaman) Analisis Menurunnya Kinerja *Injector* terhadap Proses Pembakaran. Terdapat pada *injector* motor *diesel* yang berguna sebagai pengaman agar bagian-bagian dari *injector* tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar.
e. *Adjusting Screw* (baut penyetel) Baut penyetel berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan *injector* baut penyetel berada diatas dari mur pengaman yang berguna untuk melindungi bagian-bagian *injector* lain dan digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam *injector*. *Adjusting screw* atau baut penyetel terletak dibagian atas dari sebuah *injector*.
f. *Spring* (pegas) Pegas disini berguna pengontrol elastisitas dari *injector* pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.
g. *Spindle guide Spindle guide* berada pada kedua ujung *spindle* yaitu ujung bawah dan ujung atas. Pada ujung atas berhubungan dengan *spring retainer* dan pada ujung bawah berhubungan dengan jarum pengabut yang berfungsi agar *spindle* dapat menekan jarum pengabut dengan baik

h. *Air vent valve* (katup pembuangan angin) Katup pembuangan angin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa angin dalam sistem pada saat pemasangan *injector*.

C. Diagram Instalasi Bahan Bakar

Gambar 2.5 Diagram Sistem Bahan Bakar di Kapal



Sumber:https//maritimeworld.web.id/fuel-oil-system-sistembahan-bakar-in.html.diakses tanggal 25 Februari 2024.

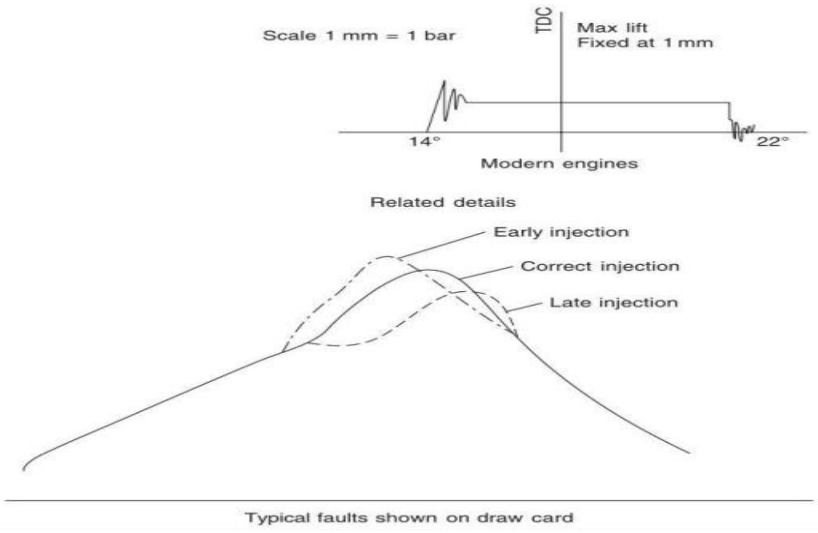
Berikut adalah penjelasan mengenai sistem instalasi *injector* bahan bakar *diesel*:

1. Tangki penyimpanan bahan bakar: merupakan tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin *diesel*.
2. Pompa bahan bakar: bertugas untuk memompa bahan bakar dari tangki ke dalam sistem injeksi.
3. *Filter* bahan bakar: berfungsi untuk menyaring kotoran dan partikel yang terdapat pada bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi agar tidak merusak komponen lain pada sistem injeksi.
4. Saluran bahan bakar: merupakan jalur yang menghubungkan pompa bahan bakar dengan *injector* dan menyediakan bahan bakar yang akan disemprotkan ke ruang bakar.

5. *Injector*: bertugas untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang tinggi dan presisi yang tepat.
6. *Regulator* tekanan bahan bakar: berfungsi untuk mengontrol tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam *injector* agar sesuai dengan kebutuhan mesin.
7. *Settling tank* : tanki pengendapan bahan bakar sebelum di pompa ke *purifier*
8. *Service tank*: tanki bahan bakar yang sudah siap di gunakan
9. *Fuel oil heater* : pemanasan bahan bakar di dalam *system* baik di *settling tank* dan *service tank*
10. *Purifie*r: suatu pesawat bantu untuk memisahkan minyak, air dan kotoran.

D. Prinsip Kerja

Gambar 2.6 Diagram Proses Penyemprotan bahan bakar



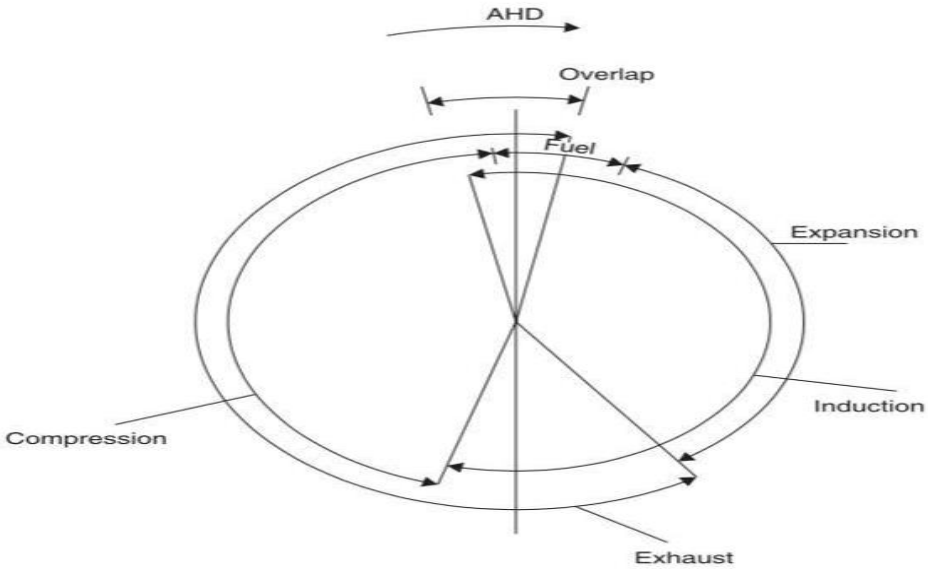
Sumber : Buku vol 12 motor *engineering knowledge for marine engineers* 5ed, 2018 hal.31

Prinsip kerja *injector* dengan diagram penyemprotan adalah sebagai berikut:

1. *Injector* menerima tekanan bahan bakar dari pompa bahan bakar dan menyalurkannya ke dalam ruang bakar mesin *diesel*.

2. Saat *piston* bergerak ke atas pada langkah kompresi, tekanan di dalam ruang bakar meningkat dan mencapai titik di mana bahan bakar disemprotkan oleh *injector*.
3. *Injector* menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut (spray) halus. Ukuran dan bentuk kabut ditentukan oleh desain *injector* dan tekanan bahan bakar.
4. Kabut bahan bakar yang disemprotkan terbakar di dalam ruang bakar, menghasilkan tenaga yang mendorong piston ke bawah pada langkah kerja (*power stroke*).
5. Setelah tenaga dikeluarkan, *piston* bergerak kembali ke atas pada langkah pembuangan (*exhaust stroke*), dan gas buang dihasilkan.
6. *Injector* harus menghasilkan jumlah bahan bakar yang tepat, dengan pola semprotan yang benar, dan pada saat yang tepat untuk memastikan performa mesin optimal.

Gambar 2.7 *Diagram Timing*



Sumber : Buku vol 12 *motor engineering knowledge for marine engineers* 5ed, 2018 hal.33

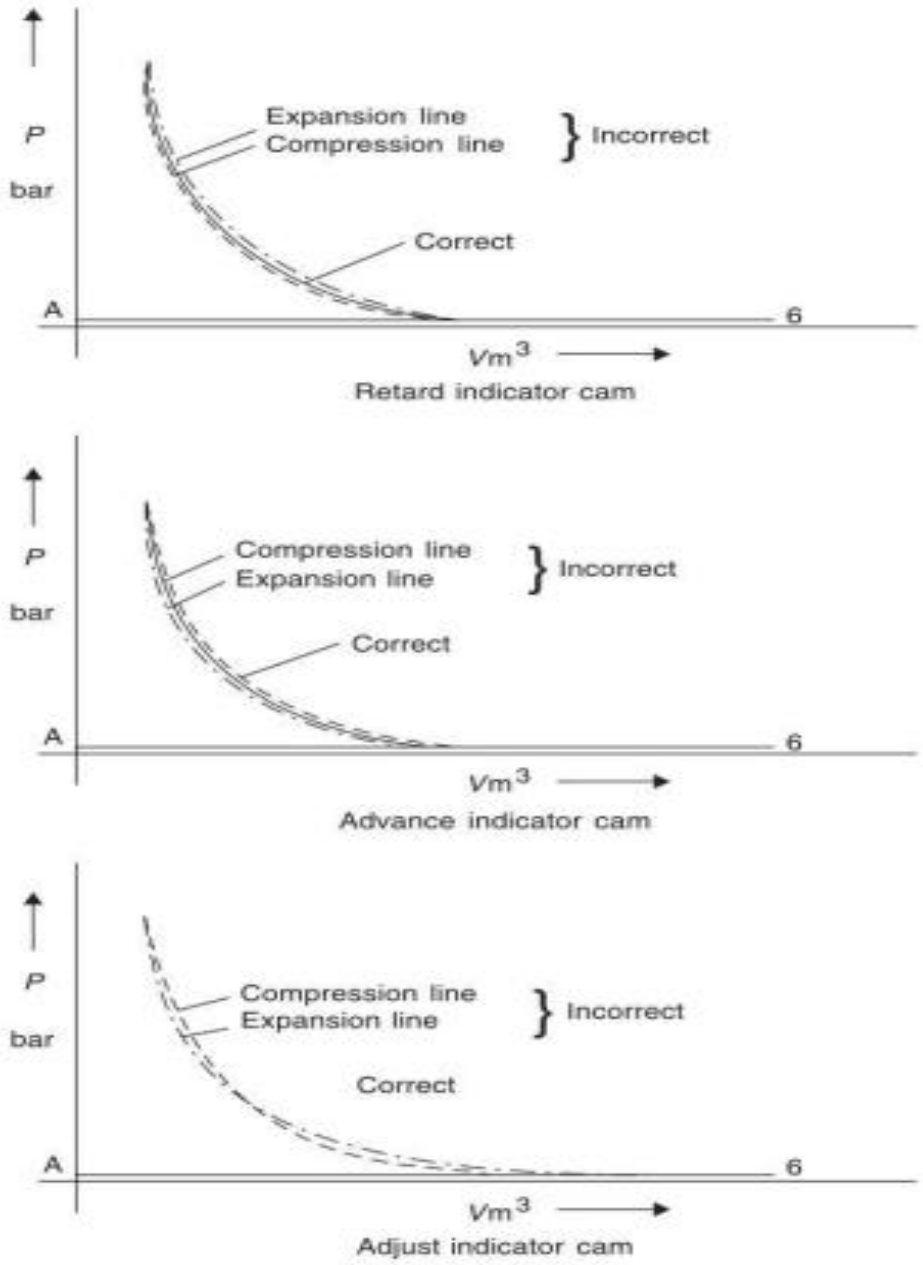
Prinsip kerja *injector* dengan *diagram timing* adalah sebagai berikut:

1. Saat *piston* bergerak ke bawah pada tahap *intake stroke, injector* mulai membuka untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar.

Diagram timing menunjukkan kapan tepatnya *injector* dibuka, diukur dalam derajat putaran engkol.

2. Injeksi bahan bakar harus dilakukan pada saat yang tepat agar campuran bahan bakar dan udara siap untuk terbakar pada tahap pembakaran.

   Oleh karena itu, *timing* yang tepat dari injeksi bahan bakar sangat penting untuk kinerja mesin yang optimal.
3. Setelah injeksi bahan bakar, *spark plug* menghasilkan api untuk membakar campuran udara dan bahan bakar, menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin.
4. Injeksi bahan bakar berlangsung selama beberapa waktu, tergantung pada desain mesin dan kondisi operasional. *Injector* akan tertutup kembali setelah selesai menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar.
5. Setelah campuran udara dan bahan bakar terbakar, gas buang dihasilkan dan tekanan gas meningkat, mendorong *piston* ke bawah dan menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin.
6. Injeksi bahan bakar berikutnya akan terjadi pada tahap *intake stroke* berikutnya, di mana langkah-langkah di atas akan diulangi kembali.



Gambar 2.8 Diagram Pembakaran

Sumber : Buku vol 12 *motor engineering knowledge for marine engineers* 5ed, 2018 hal.18

Prinsip kerja *injector* dengan diagram pembakaran adalah sebagai berikut:

1. *Siklus intake*: Udara dihisap ke dalam ruang bakar melalui *intake valve* dan dicampur dengan bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector*. *Injector* memastikan bahwa bahan bakar disemprotkan dalam jumlah yang tepat, sesuai dengan kebutuhan mesin.
2. Siklus kompresi: Campuran udara dan bahan bakar dikompresi oleh piston saat *piston* bergerak naik, meningkatkan tekanan dan suhu campuran. Hal ini membantu memastikan bahwa campuran udara dan bahan bakar siap untuk terbakar pada *fase* selanjutnya.
3. Siklus pembakaran: Pada saat yang tepat dalam siklus, spark plug menyala dan menyebabkan campuran udara dan bahan bakar terbakar. *Injector* memastikan bahwa bahan bakar disemprotkan dalam tekanan dan waktu yang tepat sehingga pembakaran dapat terjadi dengan sempurna.
4. *Siklus ekspansi*: Setelah campuran udara dan bahan bakar terbakar, gas pembakaran dihasilkan dan tekanan gas meningkat, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin.
5. Siklus pembuangan: Gas buang dihapus dari ruang bakar melalui *exhaust valve* untuk dikeluarkan dari mesin.

E. Sistem Perawatan Dan Pemeliharaan

Dalam buku *Reed's* Vol 12 *Motor Engineering Knowledge for Marine Engineers*, 5th Edition (2018) memberikan panduan yang lengkap tentang perawatan dan pemeliharaan *injector* mesin induk. Berikut ini beberapa poin penting yang dapat ditemukan dalam buku tersebut:

1. Pembersihan: Sebelum membersihkan *injector*, pastikan untuk menghilangkan tekanan dari sistem bahan bakar. Setelah itu, lakukan pembersihan dengan menggunakan cairan khusus dan sikat lembut untuk membersihkan *nozzle*, plunger, dan valve. Pastikan untuk tidak menggores atau merusak permukaan bagian-bagian yang dibersihkan.
2. Penggantian *O-ring*: *O-ring* pada *injector* harus diganti secara berkala, terutama jika ditemukan tanda-tanda kebocoran atau kerusakan.

Pastikan untuk menggunakan *O-ring* yang sesuai dengan *spesifikasi* pabrik.

3. Pengujian tekanan: Tekanan *injector* harus diuji secara berkala untuk memastikan bahwa tekanan yang dihasilkan masih sesuai dengan *spesifikasi* pabrik. Tekanan yang terlalu rendah dapat mengganggu kinerja mesin, sementara tekanan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen bahan bakar.
4. Pemeliharaan sistem bahan bakar: *Injector* adalah salah satu komponen penting dari sistem bahan bakar, oleh karena itu pemeliharaan sistem bahan bakar secara keseluruhan juga sangat penting. Lakukan pembersihan secara teratur pada tangki bahan bakar dan *filter* bahan bakar, serta pastikan kualitas bahan bakar yang digunakan.
5. Penggantian komponen yang aus: Beberapa komponen pada *injector*, seperti *nozzle*, plunger, dan spring, dapat mengalami keausan dan perlu diganti secara teratur. Pastikan untuk mengganti dengan komponen yang sesuai dengan spesifikasi pabrik.
6. Perawatan dan pemeliharaan *injector* mesin induk yang teratur dan tepat akan membantu memastikan kinerja mesin yang optimal dan mencegah terjadinya kerusakan yang dapat menyebabkan masalah pada operasi kapal.

Dalam buku *Reed's Motor Engineer for Marine Engineer* 2013, perawatan dan pemeliharaan berkala *injector* mesin induk meliputi beberapa hal, antara lain:

1. Pemeriksaan *visual* secara berkala terhadap kondisi fisik *injector*, seperti kerusakan atau keausan pada bagian-bagian *injector*, kebocoran pada sel, dan sebagainya.
2. Pembersihan *injector* secara berkala untuk mencegah terjadinya penumpukan kotoran dan karat yang dapat mengganggu kinerja *injector*.
3. Penggantian seal *injector* secara berkala untuk mencegah terjadinya kebocoran.

4. Pemeriksaan dan penggantian *nozzle injector* secara berkala untuk memastikan bahwa *spray pattern* dan *pressure injector* masih dalam batas yang diperbolehkan.
5. Pemeriksaan dan penggantian spring *injector* secara berkala untuk memastikan bahwa tekanan pengoperasian *injector* masih dalam batas yang diperbolehkan.
6. Pengujian *injector* secara berkala menggunakan alat yang sesuai untuk memastikan bahwa *injector* masih berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi.

Dalam melakukan perawatan dan pemeliharaan *injector* mesin induk, sangat penting untuk mengikuti prosedur yang ditetapkan oleh produsen mesin atau oleh pabrik *injector* yang bersangkutan. Selain itu, perawatan dan pemeliharaan yang baik dapat membantu memperpanjang umur pakai *injector*, meningkatkan efisiensi mesin, dan mengurangi biaya perawatan secara keseluruhan.

F. Kegunaan Dan Kelebihan

Menurut Juan Prasetyadi (2018) Kelebihan dan Kekurangan Mesin Diesel dibanding mesin Bensin http://www.teknik-otomotif.com.diakses tanggal 25 Feruari 2024. *Injector diesel* memiliki beberapa kegunaan dan kelebihan, di antaranya:

1. Efisiensi bahan bakar yang tinggi: *Injector diesel* mampu menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan presisi dan tekanan yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar pada mesin *diesel*. Dengan menggunakan *injector diesel*, mesin *diesel* dapat menghasilkan daya yang lebih besar dengan jumlah bahan bakar yang lebih sedikit.
2. Emisi gas buang yang rendah: Dalam sistem injeksi *diesel* modern, *injector diesel* telah di desain untuk menghasilkan pola semprotan bahan bakar yang lebih baik dan efisien. Hal ini dapat mengurangi emisi gas buang pada mesin *diesel*, sehingga lebih ramah lingkungan.
3. Daya yang lebih besar: *Injector diesel* mampu menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan presisi dan tekanan yang tinggi,

sehingga dapat meningkatkan daya mesin *diesel*. Ini membuat mesin *diesel* menjadi pilihan utama dalam aplikasi industri yang membutuhkan daya yang besar seperti pada *truk, traktor*, kapal, dan lain sebagainya.

4. Mudah untuk dikendalikan: Dalam sistem injeksi *diesel modern*, sistem kontrol mesin dapat mengendalikan jumlah dan waktu penyemprotan bahan bakar pada *injector*. Ini membuat *injector diesel* lebih mudah untuk dikendalikan dan dikustomisasi sesuai dengan kebutuhan mesin.

Dalam keseluruhan, kegunaan dan kelebihan dari *injector diesel* membuatnya menjadi pilihan utama dalam aplikasi industri yang membutuhkan daya yang besar dan efisiensi bahan bakar yang tinggi. Namun, *injector diesel* juga memiliki kelemahan seperti harga yang lebih mahal dan perawatan yang lebih rumit dibandingkan dengan sistem injeksi bahan bakar lainnya.

G. Kekurangan

Menurut Syah Mauliqie Najmaari (2018).perbedaan-mesin bensin-dan-mesin-diesel https://.slideshare.net/.DOi.1121400023.diakses tanggal 27 Februari 2024. Meskipun sistem injeksi bahan bakar *diesel* memiliki kelebihan dan keunggulan, namun ada beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Biaya perawatan yang mahal: Meskipun sistem injeksi bahan bakar *diesel* memiliki umur pakai yang lebih lama, namun biaya perawatan dan perbaikan pada sistem injeksi *diesel* lebih mahal dibandingkan dengan sistem injeksi bahan bakar lainnya. Hal ini disebabkan karena teknologi dan material yang lebih kompleks pada *injector diesel*.
2. Kerapuhan *injector*: *Injector diesel* terbuat dari material yang keras dan tahan lama, namun *injector diesel* juga cenderung lebih keropos dan rapuh karena tekanan dan suhu yang tinggi. Jika *injector diesel* rusak atau patah, maka biaya perbaikan dapat sangat mahal.

3. Kebisingan yang tinggi: *Injector diesel* dapat menghasilkan suara yang lebih bising dan kasar dibandingkan dengan sistem injeksi bahan bakar lainnya. Hal ini disebabkan karena tekanan dan suhu yang tinggi pada saat penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar.
4. Sulit untuk disesuaikan: Meskipun *injector diesel* dapat dikendalikan oleh sistem kontrol mesin, namun penyemprotan bahan bakar pada *injector diesel* lebih sulit untuk disesuaikan dibandingkan dengan sistem injeksi bahan bakar lainnya. Hal ini disebabkan karena tekanan dan suhu yang tinggi pada saat penyemprotan bahan bakar.

Meskipun memiliki beberapa kekurangan, sistem injeksi bahan bakar *diesel* tetap menjadi pilihan utama dalam aplikasi industri yang membutuhkan daya yang besar dan efisiensi bahan bakar yang tinggi. Namun, untuk memaksimalkan kinerja sistem injeksi *diesel*, perlu dilakukan pemeliharaan yang rutin dan berkala.

H. Masalah Utama

Mesin *diesel* modern sangat bergantung pada sistem injeksi bahan bakar *diesel* yang efisien dan handal. Namun, ada beberapa masalah yang sering terjadi pada sistem injeksi *diesel*, antara lain:

1. Kebocoran *injector*: Kebocoran pada *injector diesel* dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem injeksi dan bahkan dapat mengurangi efisiensi bahan bakar. Kebocoran dapat disebabkan oleh *seal* dan *o-ring* yang rusak, atau oleh keausan pada komponen lainnya pada sistem injeksi.
2. Kerugian panas dalam motor menjadi besar, karena tidak seluruhnya bahan bakar yang disemprotkan oleh *injector* ke dalam *cylinder* terbakar, sebagian terbakar atau terbuang melalui cerobong sehingga panas yang dihasilkan menurun maka dari itu tenaga yang dihasilkan akan berkurang.
3. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada dinding *cylinder* dan kepala torak, yang mana pada *liner* terdapat lubang sebagai tempat keluarnya minyak lumas sehingga jika ada kendala yang diakibatkan oleh

pembakaran tidak sempurna menutupi lubang tersebut maka pelumasan akan terganggu sehingga torak dan *cylinder* menjadi aus.

4. *Power* yang dihasilkan tidak maksimal akibat pembakaran yang kurang sempurna, sebagian terbakar atau terbuang melalui cerobong sehingga panas yang dihasilkan menurun maka dari itu tenaga yang dihasilkan akan berkurang.
5. Perjalanan tidak tepat waktu karena mesin induk tidak dapat bekerja maksimal sehingga kecepatan yang diinginkan tidak tercapai akibat tenaga yang dihasilkan oleh mesin induk tidak maksimal.

Pada sebuah mesin induk, bahan bakar akan tercampur dengan cepat dengan udara yang mempunyai tekanan tinggi sebelum pembakaran. Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut kedalam *cylinder* bercampur dengan udara yang bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya percampuran antara udara dengan bahan bakar. Oleh sebab itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat. Heru Widada Moh Fazrul A. Hase,(2021) DOI:10.56943/ejmi.v3i2.32 Analisis Menurunnya Kinerja Injector terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal (researchgate.net)Vol.3, Issue.2http//researchgate.net/ publication/366010.diakses pada tanggal 27 Februari 2024

BAB III

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Tempat Dan Waktu Kejadian

1. Waktu Penelitian

Dalam melaksanakan kinerja mesin induk diatas kapal guna melancarkan operasional kapal, penulis melakukan pengkajian tentang permasalahan di atas kapal MV.AISHAKAMILAH pada waktu berlayar selama kurang lebih 3 tahun terhitung dari tanggal 01 Oktober 2020 sampai 16 Januari 2024. Penulis mendapatkan permasalahan mengenai *injector* menetes sehingga pengabut bahan bakar bekerja kurang maksimal dan kualitas bahan bakar yang kurang baik disebabkan banyaknya kandungan air dan kotoran dalam bahan bakar.

2. Tempat Penelitian

Adapun tempat penulis melakukan penelitian ini adalah di atas kapal "**MV.Aishakamilah**" pada salah satu perusahaan PT. Bumi LintasTama Kalla Liens. Berikut ini data kapal selama mengadakan penelitian adalah sebagai berikut:

Port Of Register	: Makassar
Call Sign	: YCHM2
Mmsi No	: 525200466
Imo No	: 9039585
Nationality	: Indonesia
Owner	: Pt. Bumi Lintas Tama
Gross Tonnage	: 9274 Ton
Flag	: Indonesia
Lenght	: 108,22 Mtrs
Width	: 20,00 Mtrs

H.P : 4207Kw at 210 Rpm

B. Fakta Dan Peristiwa

Dalam hal ini, penulis akan membahas tentang permasalahan atau fakta- fakta yang terjadi dan menguraikan sebagian dari peristiwa yang penulis alami di atas kapal sebagai bukti yang dapat dipertanggung jawabkan. Pada tanggal 10 April 2023, saat kapal dari Makassar menuju Jakarta, *temperature* gas buang dari mesin induk menjadi tinggi atau berbeda. Terjadinya perubahan *temperature* gas buang, menurunnya *perfomance* mesin induk. Saat jam jaga Masinis II, sekitar pukul 14.00 Wib, melakukan pengecekan *temperature* gas buang dari mesin induk ditemukan peningkatan temperatur gas buang pada tiap *cyilinder* terjadi kenaikan dari suhu sebelumnya 280°C menjadi 365°C sedangkan kondisi *temperature clylinder* yang lain tetap. Kemudian suhu pendingin air tawar juga naik dari 48°C menjadi 58°C. Rpm mesin induk juga ikut drop dari 210 menjadi dan 180 , *speed* juga menurun. Lakukan pemantauan pada asap gas buang dengan warna hitam, kemudian dilakukan pengecekan pada pipa dari *injector* kurang denyut/getar, *check* pendingin *injector tempratur* juga naik, *check* tekanan *indicator* turun dari 80 bar menjadi 60 bar, maka langkah selanjutnya dilakukan stell rak bahan bakar agar temperature gas buang tidak terlalu tinggi.

C. Kejadian

1. Kejadian Awal

Dari kejadian-kejadian yang terjadi diperoleh data – data yang membuktikan bahwa penyebab terjadinya *temperature* gas buang dari mesin induk menjadi tinggi adalah :Pengabut bahan bakar *(injector*) tidak bekerja dengan baik, ini diakibatkan masih terdapatnya sisa – sisa kotoran bahan bakar yang berasal dari korosinya tangki atau pipa yang di lewati bahan bakar yang mengandung air, atau kotoran yang terbawa pada saat proses

bunker bahan bakar. Sewaktu proses melewati jarum pengabut terhadap kedudukannya dengan kecepatan tinggi, karena adanya tekanan dari pompa bahan bakar. Kotoran bahan bakar tersebut akan mengurangi kurangnya pengabutan atau jarum pengabut tidak bekerja dengan optimal sehingga tenaga (*power*) dari mesin induk berkurang dan temperature gas buang tinggi.

2. Dampak dari kejadian awal
   a. *Perfomance* Mesin Menurun: *Injector* yang tidak normal dapat menyebabkan mesin kehilangan tenaga, akibatnya performa mesin menurun dan akselerasi terasa lambat.
   b. Emisi Gas Buang Meningkat: *Injector* yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan gas buang yang dihasilkan lebih tinggi, sehingga emisi gas buang meningkat dan merusak lingkungan.
   c. Kerusakan Pada Mesin: Jika masalah pada *injector* tidak segera diatasi, dapat menyebabkan kerusakan pada mesin seperti kerusakan pada ring piston dan *intake valve* karena pembakaran tidak sempurna.

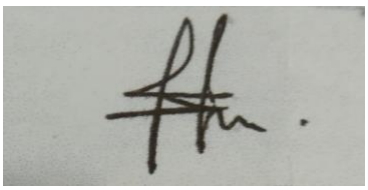
Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan dan perbaikan *injector* secara teratur untuk menjaga kinerjanya agar tetap normal dan menjaga kondisi mesin agar selalu baik.

Tabel 3. 1 *Running Hours Main Engine* Hitachi Zosen 8L 35MC

KALLA LINES	PT. BUMI LINTAS TAMA				NO. DOK				Blt 01		
	PMS REPORT MV.AISHAKAMILAH				REVISI				02		
					TGL Efektif				31 Jan 2016		
COMPONET	RUNNING HOURS SINCE LASTOVERHAUL										Last Over haul
Cyl. No	RH	1	2	3	4	5	6	7	8	Total RH	
Piston Ring	8000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5606	14/12/23
Cyl.Head	4000	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	5605	5605	16/12/23
Main Bearing	8000	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	5605	14/12/23
Conrod Bering	8000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	14/12/23
Cyl. Liner	8000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	15/12/23
Fuel Oil Pump	8000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	20/12/23
Turbo Charger	8000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	23/12/23
Exh. Valve	4000	2455	2455	2455	2455	2455	2455	2455	2455	5605	24/12/23
V/v. clearance	1000	225	225	225	225	225	225	225	225	5605	27/12/23
Fuel Injection Nozzle	**1500**	**225**	**225**	**225**	**225**	**225**	**225**	**225**	**225**	**5605**	28/12/23
FW Cooler	Every mounth	103	103	103	103	103	103	103	103	5605	03/01/24
Fuel Filter	1000	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	5605	03/01/24
Oil sump tk	6000	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	5605	04/01/24
Oil Filter	1000	720	720	720	720	720	720	720	720	5605	05/01/24
Bypass Filter	1000	720	720	720	720	720	720	720	720	5605	05/01/24

Jakarta, 14 Desember 2023

Prepared by



Benyamin Tangilumme

First engineer

Acknowledged by

H. Gassing, M.Mar.E

Chief engineer

D. Penyebab

Penyebab *injector* bermasalah pada mesin induk dapat berasal dari berbagai faktor diantaranya:

1. Peralatan

   Penyebab *injector* mesin *diesel* ditinjau dari segi faktor peralatan yaitu:

   a. Pemakaian *spare part* yang lama/usia penggunaan mesin yang terlalu lama tanpa melakukan perawatan atau servis berkala yang mestinya sudah dilakukan pergantian, tapi hal ini terjadi akibat spare part yang minta lambat disupply kapal dengan alasan owner kendala keuangan sehingga membuat perawatan tidak berjalan sesuai *PMS* dan berakibat menyebabkan terkumpulnya kotoran atau endapan pada *injector* yang dapat mengurangi kinerjanya. Jam kerja injector sesuai ketentuan PMS 1000 jam baru dilakukan maintenance tetapi baru 550 jam injector sudah mengalami penurunan kinerja ditandai temperature gas buang naik dari 280°C menjadi 365°C dan RPM juga drop dari 210 menjadi 180 akhirnya speed menurun.

   b. Penyebab *nozzle injector* bocor ialah adanya kotoran halus yang mengganjal di *nozzle tip*. Kotoran halus ini bisa berupa debu atau pasir yang menggumpal di dalam *nozzle* sehingga menempel ketika kotoran halus ini mengganjal di bagian *nozzle* tip, maka *nozzl*e tidak dapat menutup saluran bahan bakar dengan sempurna. Penyebab masuknya kotoran ini bisa diakibatkan oleh perawatan dan penggantian filter solar yang tidak teratur serta penggunaan bahan bakar solar yang kurang baik seperti membeli di agen-agen bahan bakar yang tidak resmi dan illegal.

   c. Perawatan filter tidak teratur dan pemenasan bahan bakar yang menggunakan *economizer* kurang maksimal.

d. Terjadi keausan pada dinding *nozzle* yang menyebabkan *nozzle injector* bocor yang selanjutnya ialah karena terjadi keausan pada *nozzle*. *Nozzle* injektor bekerja secara turun naik untuk buka dan tutup lubang *nozzle*. Proses turun naik jarum *nozzle* ini akan menyebabkan gesekan-gesekan pada *nozzle* panduan. Seiring pemakaian maka jarak antara bodi *nozzle* dengan *nozzle* jarum ini makin lama bisa menjadi aus. Keausan yang terjadi pada *nozzle* panduan akan menyebabkan *nozzle* bocor, untuk menanganinya karena itu pergantian *nozzle* panduan sebagai opsi dan jalan keluar terbaik untuk megatasi *nozzle* bocor.

2. Dipengaruhi Bahan Bakar

Penyebab *injector* bermasalah pada mesin *diesel* juga dapat berasal dari faktor alam, seperti kondisi lingkungan dan bahan bakar yang digunakan. Beberapa faktor alam yang dapat menyebabkan *injector* bermasalah antara lain:

a. Kualitas bahan bakar yang buruk/kotor seperti bahan bakar terkontaminasi oleh air, partikel debu , dan bahan bakar yang lama tersimpan dapat mengalami oksidasi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas sehingga bisa membentuk deposit didalam tangki penampungan dan pada saluran bahan bakar yang mengakibatkan penyemprotan bahan bakar pada *nozzle* kurang maksimal apa lagi sekarang pemakaian bahan bakar jenis *HSD B30* adalah jenis bahan bakar diesel yang dicampurkan dengan 30% biodiesel dari minyak sawit, ini membuat kami penerimah bahan bakar jenis ini sangat sulit menentukan apakah bahan bakar tersebut campuran 30% minyak sawit atau lebih karena bunker pakai kapal SPOB yang kadang perushaan selalu memperhitungkan penghematan dengan mencari harga yang lebih murah tanpa mempehatikan kualitas bahan bakar.

b. Kerak/krosi bahan bakar yang mengandung banyak senyawa sulfur maupun kandungan air dapat meninggalkan residu atau kerak di dalam injektor, yang dapat menghambat aliran bahan bakar yang tepat.

Oleh karena itu, diperlukan perhatian dan perawatan yang tepat dalam penggunaan dan pemilihan bahan bakar, serta menjaga kondisi lingkungan sekitar mesin agar tidak terlalu panas atau terkontaminasi oleh partikel asing dan polusi udara. Selain itu, pemilihan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi mesin juga perlu diperhatikan untuk menjaga kinerja *injector* dan mesin *diesel* secara keseluruhan.

3. Sistem

Penyebab *injector* bermasalah pada mesin *diesel* juga dapat berasal dari faktor sistem, seperti sistem bahan bakar atau sistem injeksi bahan bakar. Beberapa faktor sistem yang dapat menyebabkan *injector* bermasalah antara lain:

Keausan pada Komponen Sistem Injeksi Bahan Bakar: Komponen-komponen pada sistem injeksi bahan bakar yang sudah aus atau rusak dapat menyebabkan masalah pada *injector*, seperti kebocoran atau penyumbatan pada *injector*. Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan dan penggantian komponen sistem injeksi bahan bakar secara teratur, serta pengaturan dan pengecekan tekanan bahan bakar secara rutin untuk mencegah masalah pada *injector*. Selain itu, pemilihan pompa bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi mesin juga perlu diperhatikan untuk menjaga kinerja *injector* dan sistem injeksi bahan bakar secara keseluruhan.

Tabel 3.2 Data Tekanan *Injector* Terhadap Gas Buang

Piring Order			1-8-2-7-3-4-5-6			
Power			10	75	50	25
Speed			210	155,5	75	275
Power	P	kW	7200	1200	1100	1000
Speed	Nd	Rpm	210		75	275
Nitrogen Oxides (wet)	NOXw	ppm	1050	1100	1500	1641
Nitrogen Oxides (dry)	NOXd	ppm				
Carbon Monoxide (dry)	Cod	ppm	48	51	34	22
Carbon Dioxide (dry)	CO2d	%	4,92	4,57	4,80	4,93
Oxigen (dry)	O2d	%	14,26	14,70	14,36	14,19
Hydro Carbons (wet)	HCw	ppm	153	166	155	132
Fuel Consumption	Qmf	kg/h	2000	1500	1000	500
Charge Air Pressure	pC	Bar	3,0	2,6	1,1	0,5
Carge Air Temperature	TSC	°C	40	35	30	30
Charge Air Ref. Temperature	TSCRef	°C	41	35	30	32
Rel. humidity of the intake air	Ra	%	19	20	20	19
Total barometric pressure	Pb	mbar	982	984	984	984
Inlet Air Temperature	Ta	°C	26	27	27	28
Air Temperatur at RH sensor	TRa	°C	26	27	27	28

Fuel Data	Hydrogen **H**	ALF	13,00	13,00	13,00	13,00
Carbon **C**		BET	87,00	87,00	87,00	87,00
Sulfur **S**		GAM	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitrogen **N**		DEL	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxigen **O**		EPS	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber : Data dari manual book MV.Aishakamilah

E. Analisa

Pengechekan *injector* secara visal menimbulkan dampak yang besar pada *perfomance* mesin maka diambil data awal dari kondisi mesin normal, mesin *abnormal*, mesin alarm, mesin setelah perbaikan antara lain :

1. Data awal mesin.

Tabel 3.3 Kondisi Normal *Injector*

No	Data *Injector*	Keterangan
1.	Pemakaian bbm	9.500 liter perhari
2.	Temperature gas buang	280 0C
3.	RPM	210
4.	Kecepatan	12,5 Knot
5.	Test *Injector*	280 kg/cm^2
6.	Warna gas buang	Putih
7.	*Test Indicator*	80 Bar

Tabel 3. 4 Kondisi Abnormal *Injector*

No	Data *Injector*	Keterangan
1.	Pemakaian bbm	10.765 liter perhari
2.	Temperature gas buang	310 ^{0}C
3.	RPM	155,5
4.	Kecepatan	9,1 Knot
5.	*Test Injector*	235,5 kg/cm^2
6.	Warna gas buang	Mendekati Hitam
7.	*Test Indicator*	75 Bar

Tabel 3. 5 Kondisi Alarm high temperatur

No	Data *Injector*	Keterangan
1.	Pemakaian bbm	6.540 liter perhari
2.	Temperature gas buang	331 ^{0}C
3.	RPM	85,7
4.	Kecepatan	3,0 knot
5.	Test *Injector*	145 kg/cm^2
6.	Warna gas buang	Hitam
7.	*Test Indicator*	19 Bar

Tabel 3. 6 Kondisi Setelah Perbaikan/Penggantian

No	Data *Injector*	Keterangan
1.	Pemakaian bbm	9.515 liter perhari
2.	Temperature gas buang	270 ^{0}C
3.	RPM	220
4.	Kecepatan	13,2 Knot
5.	*Test Injector*	280 kg/cm^2
6.	Warna gas buang	Putih
7.	*Test Indicator*	82 Bar

Dari hasil data diambil diatas maka diperoleh data bahwa *injector* bermasalah sangat besar penagaruhnya terhadap temperature gas baung dimana kondisi mesin abnormal temperature naik menjadi 306 dari data awal.dan kondisi mesin alarm mesin hampir mati.

Tabel 3. 7 Hasil data penelitian

Kejadian	NOR	ABN	ALR	STP
Pemakaian bbm	9.500 liter perhari	10.765 liter perhari	6.540 liter perhari	9.515 liter perhari
Temperature gas buang	280 ^{o}C	310 ^{0}C	331 ^{0}C	270 ^{0}C
RPM	210	155,5	85,7	220
Kecepatan	12,5 Knot	9,1 Knot	3,0 Knot	13,2 Knot
Test *Injector*	280 kg/cm^2	235,5 kg/cm^2	145 kg/cm^2	280 kg/cm^2
Warna gas buang	Putih	Mendekati hitam	Hitam	Putih
Test Indicator	80 Bar	75 Bar	19 Bar	82 Bar

Keterangan tabel :

ALR = alaram ABN = *abnormal*

NOR = normal STP = Setelah Perbaikan

2. Data mean difference

Dari hasil penelitian data diatas sesuai kondisi mesin maka bisa diambil data *mean deffirence*, Data *mean difference* adalah perbedaan antara dua rata rata diatara dua set ini untuk mengetahui bahwa *injector* bisa diteliti dan diambil data bila dibawah nilai 0.75.

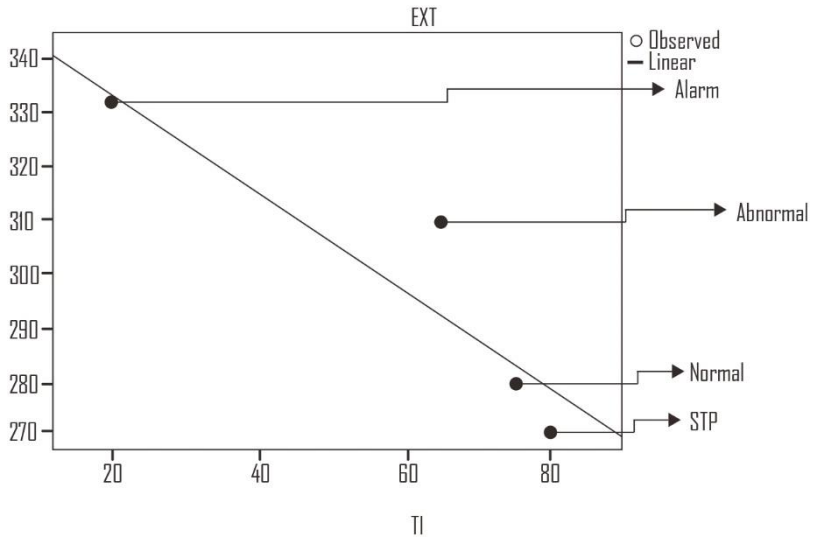
Tabel 3. 8 Daftar nilai perbedaan hasil uji penelitian *injector* menetes

	Test Value = 0					
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
DOU	4.941	3	016	2587.500	920.98	4254.02
EXT	21.649	3	000	296.750	253.13	340.37
RPM	4.463	3	021	211.0750	60.578	361.572
S	3.449	3	041	7.53000	5812	14.4788
IT	7.020	3	006	231.8750	126.757	336.993
EXC	4.700	3	018	2.250	73	3.77
TI	4.246	3	024	64.000	16.03	111.97

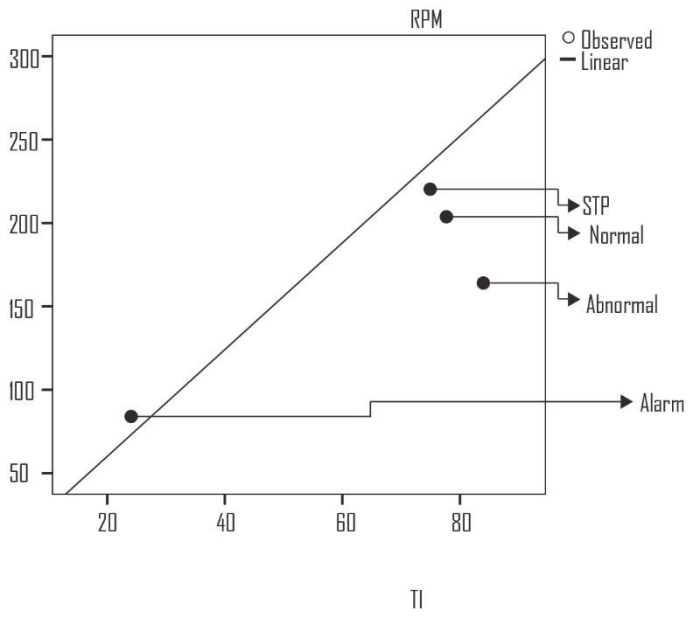
Dari tabel diatas maka dapat kita buatkan grafik dengan menggunakan autoskriptprolog SPSS untuk menentukan kondisi mesin pada pengambilan data yang real dan bisa dicocokkan dengan laporan yang ada agar tidak terjadi kesalahan dalam memberikan informasi data.

3. Grafic

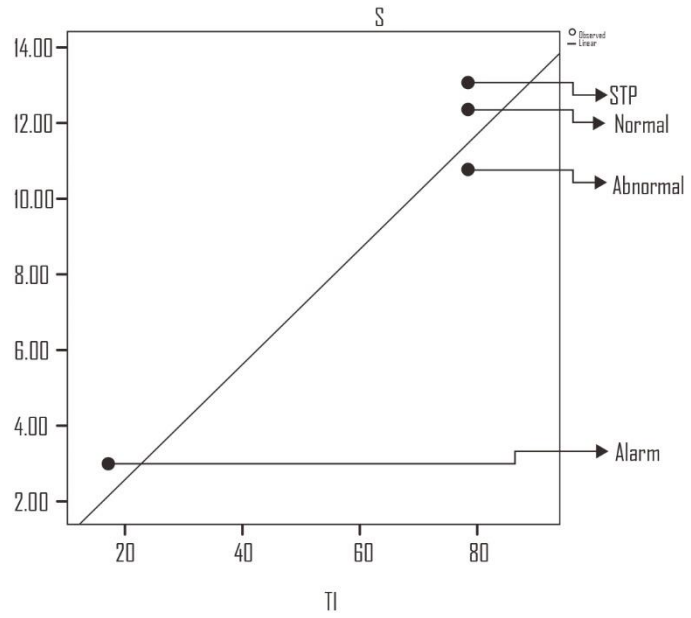
Gambar 3. 1 Grafik Tekanan *Indicato*r terhadap *Exhaust temperature*



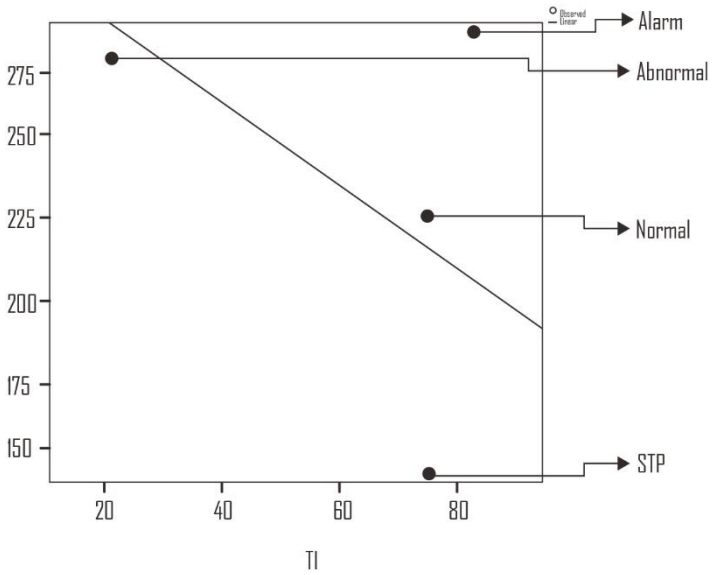
Gambar 3.2 Grafik Tekanan *Indicator* terhadap RPM



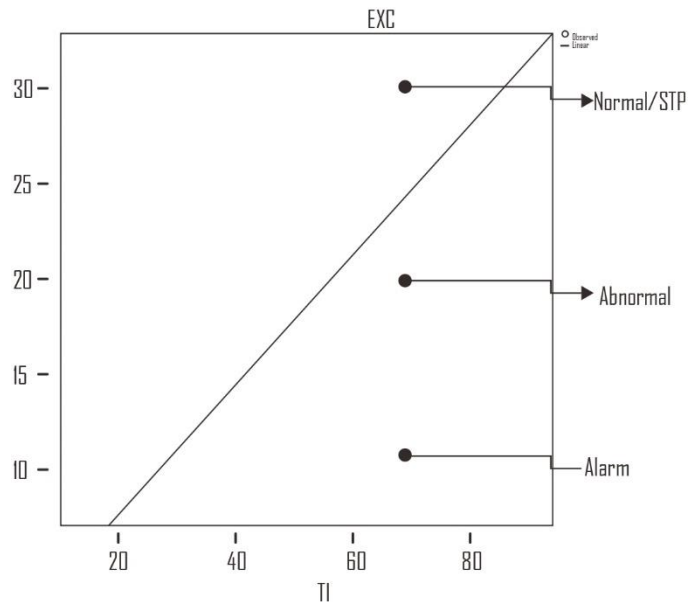
Gambar 3.3 Grafik Tekanan *Indicato*r terhadap *Speed*



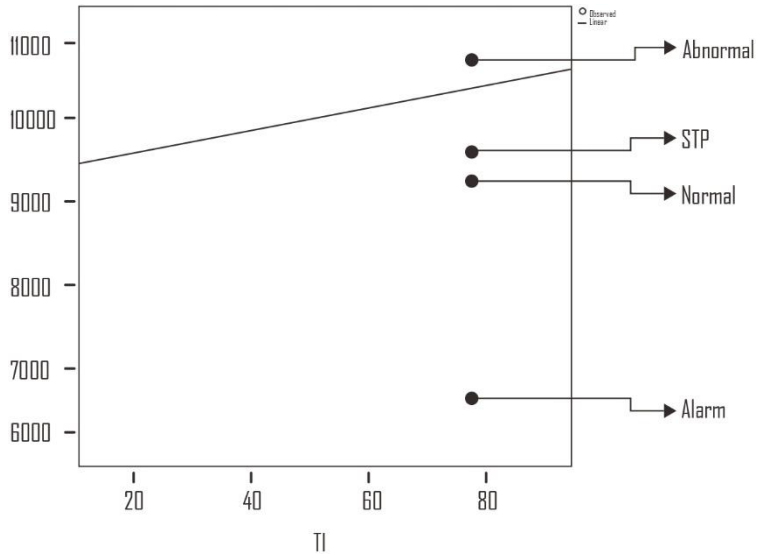
Gambar 3.4 Grafik Tekanan *Indacator* Terhadap RPM



Gambar 3.5 Grafik Tekanan *Indicator* Terhadap *Asap*



Gambar 3.6 Grafik Tekanan Indicator Terhadap Comsuption



Hasil analisis *injector* bocor /menetes pada tabel hasil Analisa tersebut diatas, dari kondisi normal, abnormal, alarm dan setelah perbaikan nampak terjadi perubahan dan perbedaan secara signifikan yang pengaruhi *performan* mesin dan grafik hasil analisa data tekanan *indicator* terhadap *exhaust* sangat tinggi mencapai *temperature* 331 ^{0}c ini munujuk alarm , tekanan *indicator* terhadap *rpm* turun mencapai nilai 140 kg/cm^{2}. *test indicator* terhadap speed juga mengalami penurun di nilai menjadi 19 bar,

test indicator terhadap *comsuption* bahan bakar sangat efesien tapi sangat mempengaruhi *speed* kapal nilai pemakaian 6540 ltr/hari, kemudian *test indicator* terhadap *speed* membuat kapal sangat lambat hanya bisa di capai 5,7 knot, *test indicator* terhadap warna gas buang sangat terlihat dari Analisa data di grafik menurun dengan warna putih.

F. Pembahasan

1. Penanganan

   Dari hasil Analisa data diatas di temukan bahwa *injector* bocor/menetes menimbulkan dampak meningkatnya *temperature* gas buang yang akan mempengaruhi *perfomance* mesin bila hal ini di biarkan akan merusak komponen lain mesin induk seperti *ring piston* dan *system* pelumasan maka di lakukan metode penanganan pada mesin induk adalah:

   a. Metode observasi di lakukan untuk memberi kesesuaian antara keterangan-keterangan yang diperoleh dengan keadaan yang sebenarnya terjadi. Identifikasi *injector* yang bermasalah dengan menggunakan alat diagnosis atau pemeriksaan *visual*, seperti memeriksa warna asap knalpot, RPM, test *injector*, test *indicator* dan konsumsi bahan bakar.

   b. Metode Studi Pustaka. Studi pustaka merupakan teori yang digunakan sebagai dasar untuk memperkaya pemahaman yang diambil dari mempelajari buku atau hasil penelitian terdahulu. Dengan demikian maksud dari studi pustaka ini adalah mengambil teori-teori yang relevan, terutama yang terkait dengan menurunnya kinerja *injector* motor induk akan dijadikan sebagai bahan penyelesaian suatu masalah yang diambil dari buku, baik buku yang di kapal maupun buku-buku yang ada di perpustakaan. Dalam penelitian ini teknik analisis yang dipergunakan adalah metode analisis *deskriptif kualitatif* yang memberikan fakta–fakta serta penjelasan mengenai objek penelitian yang memaparkan

terhadap suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi di atas kapal yang terkait dengan pembahasan tentang upaya mengoptimalkan perawatan *injector* bahan bakar guna menunjang kinerja mesin penggerak utama, berdasarkan pengamatan pengalaman langsung dari peneliti dengan melihat data dan fakta yang ada.

2. Solusi

Adapun solusi dari hasil analisa tersebut diatas adalah melakukan tindakan perbaikan dan pemeliharaan *injector* dengan cepat agar kerusakan dapat dihindari sedini mungkin, karena terjadinya kerusakan dan atau timbulnya kerusakan tambahan akibat kerusakan awal dapat berdampak terhadap *perfomance* mesin yang berpengaruh langsung pada pengoperasian kapal secara keseluruhan terutama ketepatan waktu tiba di pelabuhan tujuan.

3. Pemecahan Masalah

Setelah dilakukan evaluasi terhadap setiap *alternatif* pemecahan masalah dapat ditentukan *alternative* mana yang paling tepat untuk dipilih sebagai pemecahan masalah, setelah diperhatikan situasi dan kondisi dari subyek penelitian. Maka peneliti memberikan alternatif Pemecahan masalah yang bisa dilakukan adalah:

a. Mengganti *nozzle Injector* bahan bakar yang sudah melewati jam kerjanya. Penggantian *injector* bahan bakar dengan suku cadang yang baru merupakan salah satu cara yang paling mudah dilakukan. Namun apabila suku cadang di atas kapal tersedia cukup banyak, awak mesin dapat langsung mengganti *injector* bahan bakar yang lama dengan *injector* bahan bakar yang baru. Penggantian *injector* bahan bakar dapat dilakukan dengan mengganti beberapa bagian komponen dari *injector* bahan bakar.
b. Mengecek tekanan injektor *nozzel* . peengecekan dari tekanan *injector* memiliki tujuan untuk mengetahui nilai

tekanan yang dihasilkan oleh *injector* saat bekerja dan dapat menginjeksikan bahan bakar. Apabila nilai dari tekanan injeksi bahan bakar terlalu rendah (kurang dari spesifikasi tekanan), akan menimbulkan banyak masalah pada mesin diesel seperti : asap hitam, kurang tenaga, boros bahan bakar, dan sebagainya. Berikut ini merupakan langkah pemeriksaan tekanan *injector nozzel* pada mesil diesel:

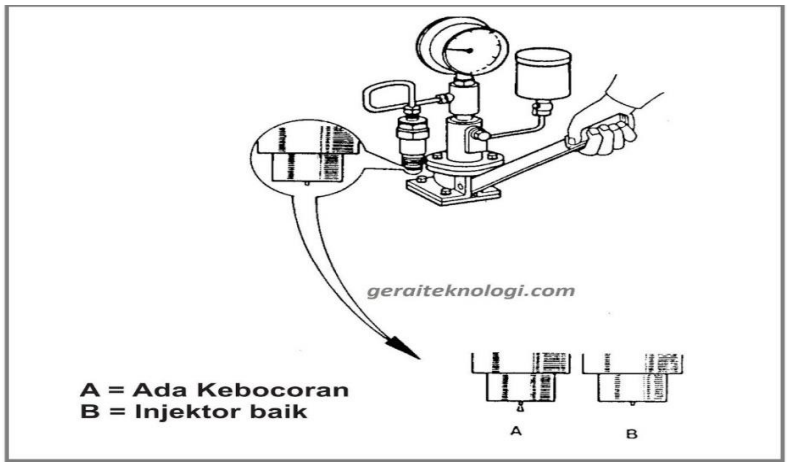
1) Siapkan alat berupa pompa *injector* tester yang telah terisi solar pada tangki pompa.
2) Pasang *injector nozzel* pada pipa dari alat pompa *injector* tester, dan untuk sementara biarkan baut pengikatnya kendor guna membuang angin yang terperangkapa dalam pipa.
3) Tekan tuas pompa *injector* tester untuk membuang semua udara dalam pipa (bledding). Kencangkan baut pengikat antara pipa dengan *injector.*
4) Tekan tuas pompa *injector* tester untuk memulai pemeriksaan tekanan *injector.*
5) Baca skala penunjukkan tekanan yang ada pada pressure gauge.
6) Tekanan untuk *injector* baru = 280-285 kg/cm2. Tekanan *injector* lama 245-255 kg/cm2.
7) Lakukanlah penyetelan *injector nozzel* apabila hasil pengukuran tidak sesuai dengan spesifikasi. Dalam penyetelan tekanan *injector nozzel* sangat tergantung dari model *injector nozzel* yang digunakan. Terdapat penyetelan tekanan injeksi pada *injector nozzel*nya dengan memutar baut penyetelan tekanan. Terdapat pula yang dilakukan penambahan shim pada pegas tekanan didalam *injector nozzel*. Lakukanlah penyetelan tekanan injeksi pada *injector nozzel* sehingga didapatkannya

tekanan standar yang sesuai dengan nilai spesifikasi *injector*

c. Mengecek kebocoran *injector nozzel*. Pemeriksaan selanjutnya adalah pemeriksaan kebocoran *injector nozzel* saat diberi tekanan. Pemeriksaan bertujuan untuk memeriksa *injector nozzel* dari kebocoran bahan bakar. Pemeriksaan difokuskan pada seluruh bagian dari *injector nozzel* terutama pada bagian ujung *nozzel.* Berikut langkah pemeriksaan kebocoran *injctor nozzel* :.

1) Pasang *injector nozzel* pada alat pompa nozzel tester.
2) Lakukan buang angin (bleeding) untuk memastikan bahan bakar tersalurkan dengan sempurna.
3) Tekan tuas pompa *injector* tester hingga tekanan bahan bakar mendekati tekanan standar (kurang 10-20 kg/cm2 dari nilai tekanan standar). Misalnya tekanan 150 kg/cm, maka berikan tekanan untuk pemeriksaan kebocoran sebanyak 130 kg/cm2 saja.
4) Biarkan tekanan bertahan selama 10 detik.
5) Perhatikan injector nozzel dan periksa kebocoran yang terjadi.

Gambar 3.7 Test Kebocoran *Nozzel*



Sumber : http//graitteknologi,com

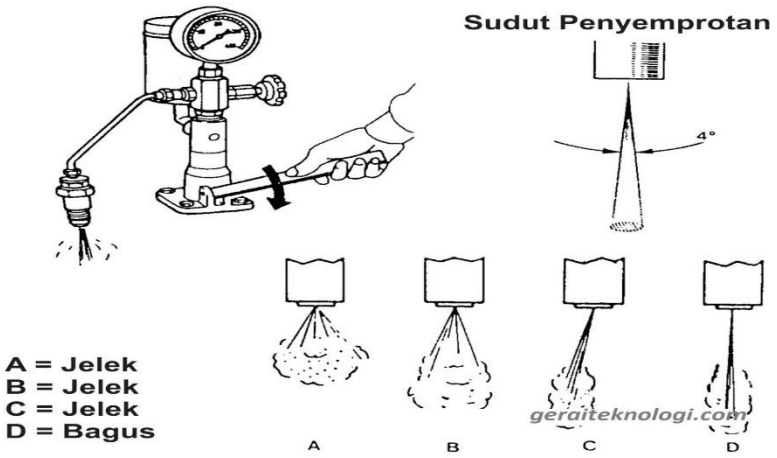
Apabila ditemukan kebocoran pada injector nozzel, maka akan tampak pada ujung nozzel meneteskan bahan bakar serta pada sambungan pengikat antara nozzel dengan body injector nozzel. Lakukan perbaikan hingga injector nozzel tidak bocor lagi atau dapat dilakukan penggantian injector nozzel dengan yang baru apabila sudah tidak bisa diperbaiki.

d. Mengetes bentuk penyemprotan injector nozzel

Bentuk dari semprotan injector nozzel akan mempengaruh dari proses pengabutan yang terjadi dalam ruang bakar. Sehingga untuk pemeriksaan bentuk semprotan ini sebaiknya dilakukan setelah kita memastikan bahwa tekanan dan kebocoran dari injector nozzel dalam keadaan baik. Berikut langkah dalam memeriksa bentuk semprotan injector nozzel :

1) Pasang injector nozzel pada alat pompa nozzel tester.
2) Lakukan buang angin (bleeding) untuk memastikan bahan bakar tersalurkan dengan sempurna.
3) Tekan tuas pompa injector tester dengan interval 1 detik 1 kali pompa dengan durasi minimal 15 detik.
4) Perhatikan bentuk semprotan dan pengabutan yang dihasilkan injector nozzel selama pemompaan.

Gambar 3.8 Test Pengabutan Nozzel



Sumber : http//graitteknologi.com

Apabila hasil pemeriksaan bentuk semprotan dan pengabutan *injector nozzel* terdapat pada kondisi yang buruk, maka perlu dilakukannya pembersihan dan penyetelan hingga didapatkannya bentuk semprotan dan pengabutan yang bagus. Jika sudah dilakukannya pembersihan dan penyetelan *nozzel* hasilnya tetap buruk maka perlu dilakukannya penggantian *nozzel* dengan yang baru.

e. Ketentuan batas boleh atau tidak boleh nozzel dipakai lagi.
   1) Lubang-lubang nozzel besarnya tidak boleh melebihi 10% dari lubang aslinya dan tidak ada lubang yang tertutup.
   2) Setelah beberapa kali diuji penyemprotan, jika pada saat diraba nozzel bagian bawah masih basah dengan minyak, akan *injector* bahan bakar tidak dapat dipakai.
   3) Pada ujung jarum pengabut tidak boleh berubah bentuk dari aslinya atau tumpul.

f. Mempertahankan suhu bakar tetap stabil.

Suhu bahan bakar yang terlalu rendah dapat mempengaruhi kondisi dari bahan bakar yang masuk ke *injector* bahan bakar. Bahan bakar berperan sangat penting untuk terjadinya pembakaran dalam *cylinder.* Jadi kondisi bahan bakar harus tetap dijaga baik kualitas maupun suhu dari bahan bakat tersebut. Untuk pemakaian bahan bakar berat pengaturan suhu tidak boleh terlalu rendah.

Bila suhu bahan bakar tersebut terlalu rendah maka akan tejadi pengentalan yang menyebabkan penyumbatan pada pipa-pipa saluran bahan bakar terutama pada bagian pengabut. Jika saluran bahan bakar tersumbat yang disebabkan suhu bahan bakar terlalu rendah maka akan mengganggu proses pembakaran dalam *cylinder.* Bila suhu bahan bakar rendah dan terlalu kental maka tidak akan terjadi proses pengabutan. Bahan bakar yang keluar dari *injector* bahan bakar tidak akan menjadi kabut, hanya akan menetes karena terlalu kental. Hal ini akan menyebabkan pembakaran kurang sempurna sesuai yang diharapkan. Disamping itu bahan bakar juga tidak boleh terlalu tinggi melampaui batas yang telah ditentukan. Apabila suhu bahan bakar yang masuk kedalam pompa terlalu tinggi maka akan terjadi pembakaran pendahuluan yaitu bahan bakar akan terbakar sebelum kompresi. Maksudnya jika bahan bakar yang menuju *injector* bahan bakar suhunya terlalu tinggi maka waktu dikabutkan bahan bakar akan terbakar terlebih dahulu sebelum tekanan kompresi didalam *cylinder* maksimal atau terjadi pembakaran sebelum waktunya. Kesempurnaan bahan bakar dengan udara tergantung dari hubungan yang serasi antara sistem penyemprotan, sistem pembilasan udara, dan bentuk ruang bakar dinding *cylinder* dan puncak torak.

Pesawat pembersih bahan bakar memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga kebersihan bahan bakar dari kotoran. Apabila pesawat pembersih bahan bakar mengalami gangguan maka akan mengakibatkan penurunan produksi bahan bakar bersih yang akan digunakan. Akibatnya bahan bakar masih banyak mengandung partikel-partikel yang sangat merugikan yang akan mengganggu kelancaran operasional mesin penggerak utama. Bahan bakar kotor akan mengakibatkan proses pembakaran yang kurang sempurna, bahkan mengakibatkan kondisi mesin yang tidak stabil. Ketidakstabilan itu disebabkan oleh tersumbatnya lubang-lubang injector bahan bakar. Oleh karena itu perawatan terhadap alat pembersih bahan bakar harus diperhatikan agar bahan bakar yang melalui *injector* bahan bakar lebih bersih dan tidak akan menyumbat lubang-lubang pada *injector* bahan bakar.

g. Melaksanakan perawatan injector bahan bakar perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut :
    1) Mengadakan pemeriksaan dan perawatan terhadap *injector* bahan bakar mesin penggerak utama secara berkala.
    2) Mengadakan pemeriksaan terhadap kondisi bahan bakar dan saringan.
    3) Mengadakan pemeriksaan terhadap kondisi pengabutan, pengabutan bahan bakar.
    4) Melakukan pemeriksaan kebersihan *nozzel* pengabutan.
    5) Melakukan perawatan dalam jangka waktu tertentu sesuai saran pabrik pembuat.

h. Melakukan dan mengechek data awal dari pengaruh menetesnya *injector* secara keseluruhan sebagai berikut :

Tabel 3. 9 Data Awal Dari Pengaruh Menetesnya *Injector*

Kondisi	Yes	No
Pemakaian Bahan bakar minyak	√	
Temperature Gas Buang	√	
Rpm	√	
Kecepatan	√	
Test Injector	√	
Warna Gas Buang	√	
Test Indikator	√	

SOP Pemecahan Masalah Tentang *Injector* Menetes :

1. Menyediakan alat-alat dan perlengkapan untuk membuka *injector*.
2. Membuka dan mengangkat *injector*.
3. Mengetes tekanan pompa bahan bahar
4. Membuka dan membersihkan tiap komponen *injector.*
5. Mengetes setelah pembersihan.
6. Jika di test *injector* masih bocor dan sudah di skirt api masih bocor maka di lakukan pergantian *nozzle*.
7. Check total kondidi mesin setelah pemasangan *injector.*

i. Prosuder Pergantian *nozzel injector* antara Lain:

1) *Check* dan pastikan sesuai spesifikasi *nozzle* yang lama dengan yang baru.
2) Lepaskan *nozzle injector* yang akan diganti dari mesin dengan menggunakan alat yang sesuai.
3) Bersihkan area sekitar tempat *nozzel injector* yang akan diganti untuk mencegah masuknya kotoran ke dalam mesin.
4) Pasang nozzel injector baru dengan hati-hati, pastikan untuk memperhatikan arah dan posisi yang benar.
5) Skir permukaan *nozzel* dengan *injector holder.*

6) Kencangkan *nozzel injector* dengan menggunakan alat yang sesuai dengan ketentuan produsen.
7) Ikat *cover nozzle* pastikan tidak bocor dan adjusting baut *press* untuk mengatur tekanan *injector.*
8) Test tekanan *injector* sesuai pressure yang di tentukan.

Tabel 3.10 Hitungan Performance Mesin Diesel

Item Cyl No.	**Main Engine**							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jacket Cooling °C	54	54	55	55	53	53	54	53
Exhaust Gas Temp	280	285	285	280	270	270	285	280
Fuel P'p Rack	24	24	25	24	23	23	25	24
P-Max	75	80	80	75	80	75	80	75
P-Cem	-	-	-	-	-	-	-	-
LO Cooler Clear Box Temp	56-58°C							
Rpm Engine	210							
Rpm Shaft	265							
SWC Press Kg/Cm2	2.4 Kg/Cm2							
LO Press	3.2 Kg/Cm2							
LO In/Out Cooler Temp.	52°C/58°C							
F.W In/Out Cooler Temp	54/56°C							
Speed	12,5 Knot							
HP Engine	7200							

Sumber : Mesin Induk Kapal MV.Aishakamilah dan Performa Mesin Hitachi Zosen 8L 35MC

Dari hasil catatan pengambilan P-Max di atas dapat di analisa kekurangan dan kondisi dari pada performa mesin induk tersebut dengan acuan Manual Book dari maker yang ada di atas kapal. Menghitung daya dari pada tekanan di dalam *Cylinder* Mesin Induk dengan rumus yang di pakai untuk menghitung daya atau tekanan ataupun Gaya, dengan contoh data hasil catatan P-Max diatas.

1) P-Max (Pressure Maximal)

   Spesifikasi dari ME Hitachi Zosen 8L 35MC dengan Cylinder Bore:

   310 mm (D) kita ambil P Max yang terkecil dari catatan di atas yaitu:

   P : 75 bar = 75 kg/cm2

   D : 310 mm = 31 cm

   Tekanan = Gaya/Luas atau P = F/Δ

   $F = P x \Delta$

   $\Delta = \mu/4 \times D^2$

   $F = P \times \mu/4 \times D^2$

   $= 75\ kg/\cancel{cm^2} \times \mu/4 \times 31^2\ \cancel{cm^2}$

   $= 75\ kg \times 0{,}785 \times 31^2 = 56{,}578\ kg$

   = 56,5 ton ->

   Inilah besar gaya tekan yang ada di dalam cylinder mesin induk tersebut. Betapa besarnya bila kita hitung sesuai rumus di atas.

   Torsi : Gaya putar yang dihasilkan pada poros engkol mesin dan diukur dalam satuan Newton meter (Nm) atau pound-foot (lb-ft).

   Berikut adalah contoh perhitungan performa mesin diesel induk :

2) Torsi : Diketahui: Kekuatan mesin = 7200 hp, Kecepatan mesin = 210 RPM

   T = P x 9549 /N

   T = 7200 x 9549 / 210

   T = 327.39 Nm

   Jadi, torsi mesin diesel induk tersebut adalah sebesar 327.39 Nm

3) Output daya: Diketahui: Torsi mesin = 63660 Nm, Kecepatan mesin = 210 RPM

   P = T x N / 9549

   P = 327.39 x 210 / 9549

   P = 7200 kw

   Jadi, output daya mesin diesel induk tersebut adalah sebesar 7200 kw

4) Konsumsi bahan bakar: Diketahui: Volume bahan bakar yang digunakan selama perjalanan = 9.500, jarak tempuh = 570 mil

   FC = Volume bahan bakar yang digunakan / Jarak tempuh

   FC = 9.500 / 570

   FC = 16,66 liter/mil

   Jadi, komsumsi bahan bakar mesin diesel induk tersebut adalah sebesar 10,35 liter/km

5) Kecepatan: Diketahui: Kekuatan mesin = 7200 hp, Torsi mesin = 327,39 Nm

   N = P x 9549 / T

   N = 7200 x 9549 / 327,39

   N = 210 RPM

   Jadi, kecepatan maksimum mesin diesel induk tersebut adalah sebesar 210 RPM.

   Dalam contoh diatas, rumus-rumus yang digunakan disesuaikan dengan faktor performa yang ingin dihitung. Misalnya, untuk menghitung output daya, digunakan rumus P = T x N / 9549 / N. Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut, dapat menghitung performa mesil diesel induk.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Injector merupakan komponen penting dan vital dalam sebuah mesin diesel/mesin induk bila mana injector bermasalah/menetes hal tersebut mengakibatkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna sehingga mempengaruhi *performance* mesin terutama pada temperature gas buang tinggi, tekanan indicator, tekanan RPM dan *speed* menurun untuk mengatasinya maka harus dilakukan tindakan perbaikan dan pemeliharaan *injector* dengan cepat agar kerusakan dapat dihindari sedini mungkin. Untuk menghindari hal tersebut maka dilakukan perawatan *injector* bahan bakar secara berencana dan berkala.

B. Saran

Untuk mengatasi masalah kinerja *nozzle injector* dilakukan dengan melaksanakan perawatan sesuai dengan *Planning Maintenance System* (PMS). *Planned Maintenenace System* (PMS) adalah sistem perawatan yang dilakukan terhadap pesawat-pesawat permesinan dan peralatan lainnya di kapal secara terencana dan berkesinambungan, menurut petunjuk *maker*nya masing-masing untuk menghindari terjadinya kerusakan yang dapat menghambat kelancaran beroperasinya kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Ariwanto, A., & Putra, A. B. K. (2021). *Analisa Energi dan Eksergi Unjuk Kerja Mesin Diesel Dual Fuel Diesel-Syngas Hasil Gasifikasi Woodchips dengan Perubahan Air Fuel Ratio dan Beban Daya.* Jurnal Teknik ITS, 10(2).

Buku "*Diesel Fuel Injection*" oleh M.J. French.perinsip kerja injector.

Dharma, U. S., Nugroho, E., & Fatkuahman, M. (2018). Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, *7*(1), 1–10

Emission Calculation Check Guide-imo nox technical code 2008 Data pengukuran sampel untuk evaluasi perhitungan yang benar dengan algoritma

Herlina, Y., Dika Pratama, G., & Waspodo, F. (2019). Mengamati Turunnya Kinerja Injector Motor Induk Di Kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, *1*(1), 1–9.

Mafrizal, Rukmini, & Alinsky Oyen Simbung. (2022). Analisa Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal MV. GOLDEN ROSE. *Jurnal VENUS*, *10*(September), 84.

Paul A Russell,Thomas D Morton,Leslie Jackson & Anthony S Prince'reed's marine Engineering and Technology, motor Engineering knowledge 5th edition 2018 hal.18,33

Sariffudin, Widada, H., & A. Hase, M. F. (2021). Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal. *E-Journal Marine Inside*, *3*(December), 31–42.

Susanto, A., et al. (2018). Pengaruh Tekanan Injeksi Terhadap Kinerja Injector Pada Mesin Induk Kapal. *Jurnal Teknik Kelautan* 7.(1), 19-25.

Setyawan, A., et al. (2018). Pengaruh Variasi Waktu Injeksi Terhadap Kinerja Injector Mesin Induk Kapal. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology* 11.(1) 1-8.

LAMPIRAN 1

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : BENYAMIN TANGILUMME

Nomor Induk : 24.01.102.020

Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang berjudul :

Analisis Kinerja Injector dalam proses Pembakaran Mesin Induk Di Kapal MV.Aishakamilah.

Bahwa seluruh isi, kutipan, data dan sumber-sumber lain betul asli dan bebas dari plagiat.

Bila pernyataan diatas terbukti mengandung plagiat, maka saya bersedia menerima sanski berupa aturan Pendidikan yang diterapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh Institusi PIP Makassar.

Makassar, 15 Maret 2024

Mengetahui,

Benyamin Tangilumme

NIS. 24.01.102.020

LAMPIRAN 2

GAMBAR : MESIN HITACHI ZOSEN 8L 35MC

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 3

GAMBAR : TEST PENGABUTAN NOZZEL BARU

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 4

GAMBAR : BERSIHKAN KOMPONEN INJECTOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 5

GAMBAR : GANTI NOZZEL BARU

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 6

GAMBAR : TEST INJECTOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 7

GAMBAR : BUKA COVER INJECTOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 8

GAMBAR : WARNA GAS BUANG

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 9

GAMBAR : PASANG INJECTOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 10

GAMBAR : CABUT INJECTOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 11

GAMBAR : TEST INDIKATOR

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

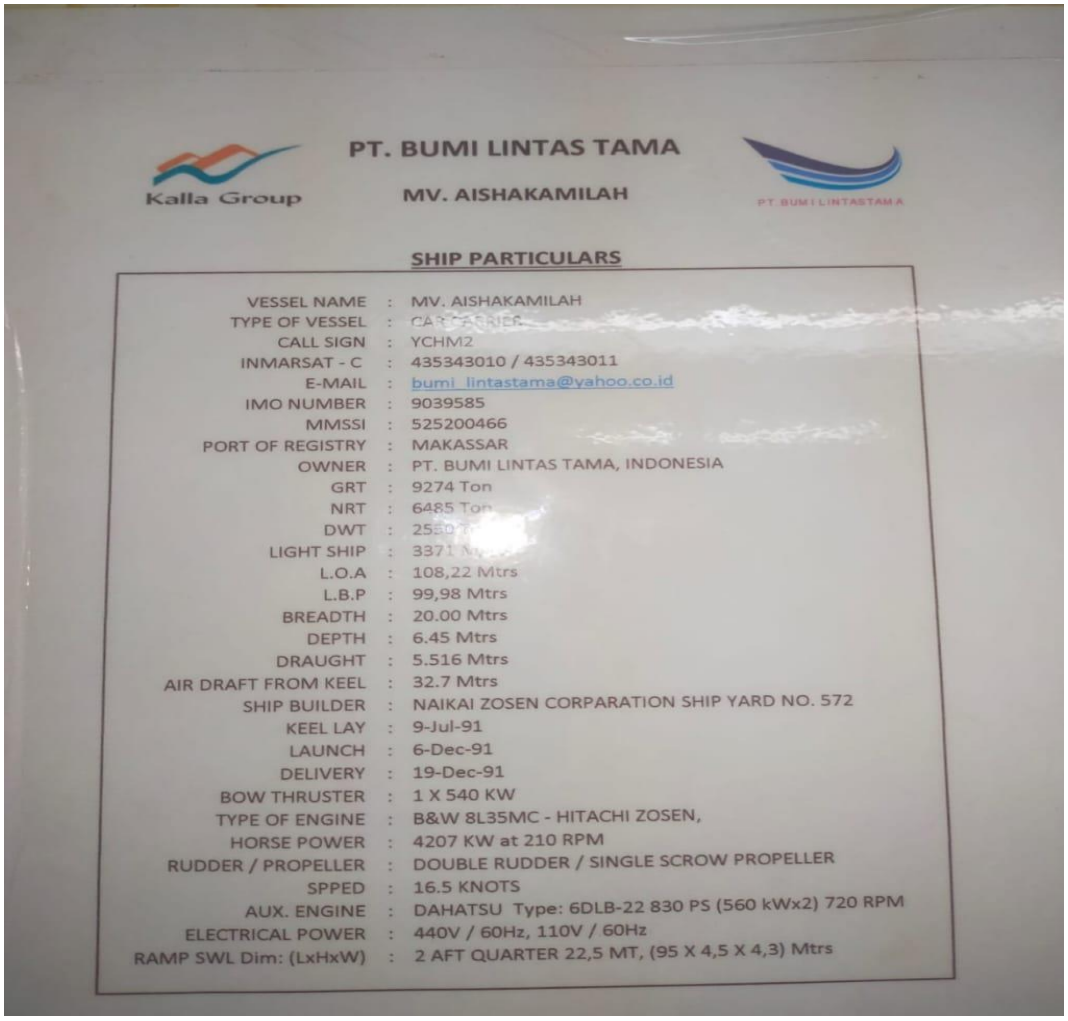
LAMPIRAN 12

GAMBAR : OIL WATER SEPARATOR (OWS)

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 13

SHIP PARTICULARS



Kalla Group

PT. BUMI LINTAS TAMA

MV. AISHAKAMILAH

PT. BUMI LINTASTAMA

SHIP PARTICULARS

VESSEL NAME	:	MV. AISHAKAMILAH
TYPE OF VESSEL	:	CARGO CARRIER
CALL SIGN	:	YCHM2
INMARSAT - C	:	435343010 / 435343011
E-MAIL	:	bumi_lintastama@yahoo.co.id
IMO NUMBER	:	9039585
MMSSI	:	525200466
PORT OF REGISTRY	:	MAKASSAR
OWNER	:	PT. BUMI LINTAS TAMA, INDONESIA
GRT	:	9274 Ton
NRT	:	6485 Ton
DWT	:	2550 Ton
LIGHT SHIP	:	3371 Ton
L.O.A	:	108,22 Mtrs
L.B.P	:	99,98 Mtrs
BREADTH	:	20.00 Mtrs
DEPTH	:	6.45 Mtrs
DRAUGHT	:	5.516 Mtrs
AIR DRAFT FROM KEEL	:	32.7 Mtrs
SHIP BUILDER	:	NAIKAI ZOSEN CORPARATION SHIP YARD NO. 572
KEEL LAY	:	9-Jul-91
LAUNCH	:	6-Dec-91
DELIVERY	:	19-Dec-91
BOW THRUSTER	:	1 X 540 KW
TYPE OF ENGINE	:	B&W 8L35MC - HITACHI ZOSEN,
HORSE POWER	:	4207 KW at 210 RPM
RUDDER / PROPELLER	:	DOUBLE RUDDER / SINGLE SCROW PROPELLER
SPPED	:	16.5 KNOTS
AUX. ENGINE	:	DAHATSU Type: 6DLB-22 830 PS (560 kWx2) 720 RPM
ELECTRICAL POWER	:	440V / 60Hz, 110V / 60Hz
RAMP SWL Dim: (LxHxW)	:	2 AFT QUARTER 22,5 MT, (95 X 4,5 X 4,3) Mtrs

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 14

GAMBAR : CREW LIST

KALLA

PT. BUMI LINTAS TAMA
MV. AISHAKAMILAH

DAFTAR DOKUMEN AWAK KAPAL
LIST OF DOCUMENT CREW

NAME OF SHIP : MV. AISHAKAMILAH	GRT / NRT : 9274 / 6415	PORT REGISTER : MAKASSSAR	FLAG: INDONESA
OWNER : PT. BUMI LINTAS TAMA	CALL SIGN : Y C H M 2	AGENT : PT. BUMI LINTAS TAMA	SEA VOYAGE : N.C.V

DESTINATION :

No.	Name	Date of Birth	Rank	PKL	COC		Endors of COP	Seaman Book		BST
					Competency	Number		Number	Expred	Expired
1	Ridwan	17-03-1972	Master	6200030742N10215, 86360/SOU/T/I/2026	ANT-I			F 104187	11-05-2025	
2	Wahyudi Susilo	Bone-Bone, 06-01-1982	C.O	AL.524/182/15/SYB.MKS-2023	ANT-II	62013013380-N20416	31-05-27	E 146008	30-05-2024	06-06-27
3	Sutrizni	Matajang, 01-03-1989	2.O	AL.524/167/14/SYB.MKS-2023	ANT-III	6201348381-M30419	25-09-24	F 326578	13-03-2025	04-10-26
4	Yusran	Lasusua, 24-02-1991	3.O	AL.524/1197/57/SYB.MKS-2020	ANT-III	6201303605-N30418	27-02-28	H 005753	08-03-2025	02-03-25
5	H. Gassing	Rappokaleleng, 18-01-1966	C.E	AL.524/938/52/SYB.MKS-2020	ATT-I	6200072774-T10214	23-05-24	F 046389	31-08-2024	17-05-27
6	Benyamin Tangilumme	Batupapan, 14-07-1978	2.E	AL.524/941/53/SYB.MKS-2020	ATT-II	6200119086-T20417	25-05-27	F 183719	27-01-2025	23-05-27
7	Lukman	Maros, 06-06-1987	3.E	AL.524/946/53/SYB.MKS-2019	ATT-III	6201291124-S30121	14-10-26	F 239183	17-05-2024	22-08-27
8	Suwandi	Patimpeng, 24-06-1995	4.E	AL.524/1198/SYB.MKS-2021	ATT-IV	6200171570-S40621	04-11-26	F 183654	14-01-2025	11-11-27
9	Agustan	Bone, 16-08-1976	BOS	301/720/36/SYB.MKS-2018	ABLE-D	6200147762-340716	-	F 337593	05-08-2025	09-12-26
10	Ansyar	Balusu, 20-05-1989	A/B I	310/716/37/SYB.MKS-2018	ANT-V	6201309529-N50617	-	G 069221	21-04-2024	28-01-26
11	Muhammad Abdullah	Takkalasi, 25-05-1995	A/B II	AL.524/285/71/SYB.MKS-2021	RATINGS	6211617479-330617	-	E 142678	17-01-2024	12-02-27
12	Alvin Faiz	Watampone, 20-12-1998	A/B III	AL.524/344/72/SYB.MKS-2021	RATINGS	6211829841-330619	-	F 169227	29-10-2023	08-05-28
13	Syafawansyah	Sungguminasa, 05-10-1993	FOR	310/717/36/SYB.MKS-2018	ATT-IV	6201472841-T50617	15-02-26	F 296364	22-11-2024	01-12-26
14	Saudi Umar	Tebba, 05-05-1996	OILER I	AL.524/1152/54/SYB.MKS-2019	ABLE-E	6211423629-420617	-	H 030743	08-04-2025	23-08-24
15	Muhammad Fatur R. A.	Bungi, 22-01-2000	OILER II	AL.524/21/SYB.MKS-2021	RATINGS	6211832265-350619	-	F 168340	18-09-2023	18-09-25
16	Nurhadi Wibowo	Ujung Pandang, 28-07-1994	OILER III	AL.524/1611/14/SYB-2023	RATINGS	6211522341-350616	-	F 103504	09-11-2025	27-05-25
17	Tatang Effendi	Karawang, 04-09-1961	CH. CK	AL.524/148/SYB.MKS-2023	BST	6200151152-010121	-	E 124877	10-10-2023	04-05-26
18	Miftanurrachman B.	Bajo, 30-01-2001	BOY	AL.524/343/72/SYB.MKS-2019	RATINGS	6212206778-334722	-	H 021179	28-04-2025	24-02-27
19	Almunandar	Barru, 04-11-2001	OS	524/346/22/SYB.MKS-2021	ABLE-D	6211757261-340420	-	F 135847	08-06-2025	21-11-27
20	Irfan	Makassar, 25-11-1999	WIPER	524/415/35/SYB.MKS-2023	ABLE-E	6212028607-420423	-	F 299682	28-04-2024	12-12-25
21	Alexfa Nestiawijaya	Toraja, 01 April 2002	CADET	-	BST	6212209852-010422	-	H 044685	09-08-2025	
22	Rezki Fitriana	Wodci, 13 Sep 2001	CADET	-	BST		-	F 196572	04-02-2024	
23	Aksan Fildza Rusli	Maros, 23 Feb 2001	CADET	-	BST		-	G 110756	03-09-2024	
24	Farul	Makassar, 22 Maret 2003	CADET	-	BST	6212211219-010422	-	G 132248	04-11-2025	
25	Muh. Taslim Basri	Tikke, 24 April 2003	CADET	-	BST	6212023875-010620	-	H 095577	25-08-2025	

Makassar, 29 Desember 2023

RIDWAN,M.MAR
NAKHODA

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

LAMPIRAN 15

GAMBAR : CREW KAPAL

SUMBER : KAPAL MV.AISHAKAMILAH

RIWAYAT HIDUP

BENYAMIN TANGILUMME lahir di Tana Toraja pada tanggal 14 Juli 1978, merupakan putra keenam dari sepuluh bersaudara dari pasangan Bapak Paulus Saung Turun dengan Ibu Maria Ampang Ada' (Almh). Penulis memasuki jenjang pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 116 Rante Kasimpo Batupapan (1986-1992), melanjutkan pendidikan ke tingkat pertama di SLTP Negeri 1 Makale (1992-1995), kemudian masuk Sekolah Menengah Atas di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Pembangunan Makale Tanatoraja (1995-1998). Penulis melanjutkan Pendidikan di AMI Veteran (Akademi Maritime Indonesia) (1998-2003). Kemudian penulis bekerja di atas kapal selama ± 13 tahun salah satunya di kapal TB.MLC Nancy-10 Perusahaan MLC Singapore.

Setelah bekerja penulis kembali melanjutkan pendidikan ATT-II di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar pada tahun 2016-2017 sebagai Pasis angkatan XXXI.

Pada tahun 2017-2024 penulis kembali bekerja dibeberapa kapal selama ± 7 tahun diantaranya di Kapal MT.Shafiyah salah satu armada dari perusahaan PT. Bumi Lintas Tama Kalla Line selama ± 3 tahun (tahun 2017-2020) dan kemudian penulis di transfer kesalah satu armada dari perusahaan PT. Bumi Lintas Tama Kalla Line di kapal MV.Aishakamilah dengan posisi sebagai 2nd enginer selama ± 3 tahun dan kemudian kembali melanjutkan pendidikan di kampus Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar untuk mengikuti program ATT-I angkatan XXXVII.

Akhir kata : Untuk mencapai suatu cita-cita tidaklah semudah membalikkan telapak tangan tapi semuanya itu perlu suatu perjuangan yang gigih. Keberhasilan tidak datang dengan mudah, jangan pernah menyerah pada impian karena impian adalah bahan bakar yang membuat kita bergerak maju.