

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA KINERJA INJEKTOR
TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI
KAPAL MV. ALIYAH PERTIWI**



MUH.TAUFIQ MUMTAZ

NIT : 18.42.051

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2022**

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA KINERJA INJEKTOR
TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI
KAPAL MV. ALIYAH PERTIWI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

18.42.051

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2022**

SKRIPSI
ANALISIS KURANG OPTIMALNYA KINERJA INJEKTOR
TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI
KAPAL MV.ALIYAH PERTIWI

Disusun dan Diajukan oleh:

MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ
NIT. 18.42.051

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal, 23 JUNI 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Yulianto, ST., M.Mar.E.
NIP. -


Syah Rizal, ST., M.T.
NIP. 19730901 199803 1 002

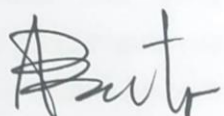
Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika




Capt. Hadi Setiawan, MT., M.Mar.
NIP. 751224 199808 1 001


Abdul Basir, M.T., M.Mar.E
NIP. 19681231 199808 1 001

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi taruna jurusan teknika dalam memenuhi persyarantana pasca prala pada program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Berkat bantuan dan bimbingan yang diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT telah memberikan nikmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat dengan mudah menyelesaikan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi penulis dalam berfikir serta bertindak di dalam kehidupan sehari-hari
3. Bapak Capt. Sukirno, M.M.Tr.,M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
4. Bapak Abdul Basir,M.T.,M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
5. Bapak Yulianto,S.T.,M.Mar.E. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dorongan, dari awal hingga selesainya skripsi ini.
6. Bapak Syah Rizal,ST., M.T.,selaku pembimbing II yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, dorongan, dari awal hingga selesainya skripsil ini.
7. Kepada PT.TRANSKOAL PACIFIC beserta staf yang telah memberikan bantuan terutama dalam proses pengumpulan data.
8. Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dorongan serta bantuan moril dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini

9. Tiara Nurul Azizah terima kasih sayang atas support nya dan selalu berusaha memberikan ku keyakinan untuk maju yang selalu mengatakan untuk tidak mageran, dan selalu menemani di kala membutuhkan bantuan apapun.
10. Seluruh rekan-rekan taruna-taruni pip Makassar yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Pengasih memberikan balasan, bimbingan serta petunjuk-Nya, dan semoga pula skripsi ini dapat memberikan manfaat atau sumbangan pemikiran kepada para pembaca.

Makassar, 23 Juni 2022



MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

18.42.051

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

Nomor Induk Taruna : 18.42.051

Jurusan : Teknika

Menyatakan Bahwa Skripsi dengan judul :

'ANALISIS KURANG OPTIMALNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL MV. ALIYAH PERTIWI'

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

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 23 Juni 2022



MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

18.42.051

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

Nomor Induk Taruna : 18.42.051

Jurusan : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

ANALISIS KURANG OPTIMALNYA KINERJA INJEKTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL DI KAPAL MV. ALIYAH PERTIWI

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 sanksi berupa aturan pendidikan yang ditetapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh institusi PIP makassar.

Makassar, 23 Juni 2022



MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ

18.42.051

ABSTRAK

Muhammad Taufiq Mumtaz., Analisis Kurang Optimalnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel Di Kapal MV. Aliyah Pertiwi. (Dibimbing oleh Yulianto dan Syah Rizal).

Injektor adalah alat yang menyemprotkan bahan bakar berupa kabut ke dalam ruang bakar dengan bantuan pompa bertekanan tinggi. yang disebut *fuel injection pump*, pompa ini yang akan menekan bahan bakar ke dalam injektor dengan tekanan tinggi, sehingga bahan bakar terdesak dan keluar melalui lubang injektor yang berukuran kecil sehingga keluar dalam bentuk kabut. Pengabutan yang baik akan menghasilkan proses pembakaran yang baik pula, tetapi jika proses pengabutan injektor tidak baik, maka proses pembakaran berlangsung secara tidak baik pula. Apabila hal ini terjadi maka akan menimbulkan suhu dari gas buang meningkat.

Penelitian ini dilakukan di MV. ALIYAH PERTIWI milik perusahaan pelayaran PT.TRANSKOAL PACIFIC Tbk , selama kurang lebih Sembilan bulan. Sumber data yang diperoleh adalah data yang diperoleh langsung dari tempat penelitian secara observasi dan wawancara langsung dengan *chief engineer* dan para masinis di kapal serta dengan metode kepustakaan yakni literatur-literatur yang berkaitan dengan judul skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak bekerjanya injektor dengan baik akan mempengaruhi suhu gas buang dari mesin induk, selain itu hal ini juga dapat menimbulkan daya kerja dari mesin akan menurun serta adanya bunga api keluar dari cerobong, hal ini apabila dibiarkan terus-menerus maka akan menimbulkan kerusakan yang fatal pada mesin. Maka dari itu untuk mencegah hal ini perlu diadakan perawatan yang baik dan teratur sesuai dengan jam kerja yang ada pada buku pedoman di atas kapal.

Kata Kunci: Mesin Diesel, Injektor, Gas Buang, Temperatur

ABSTRACT

Muhammad taufiq mumtaz, 2022. *Analysis Low Performance Of Spraying Injectors for Diesel Engine In Ship MV. Aliyah Pertiwi* (Supervised by Yulianto and Syah Rizal).

Injection is the tool which fertilizer of fuel oil in combustion space in gas form with aim high press pump which is called fuel injection pump. This pump will pressing the fuel oil in injection with high press so the fuel oil regent so out through injection lobe which small size so out in the gas form, occurred the gas which good so the combustion process in the combustion space would occurred in good too but when the gas process from injection not good so the combustion process bad current, when this case incurrent. When this case occured so would the exhaust gas would increase.

This research is applied in MV. ALIYAH PERTIWI owner the maritime company TRANSCOAL PACIFIC (limited), during one year namely. The data source is taken from data which obtaining in direct from the research located, observation method and direct interview live with the Chief Engineer, and the other engineer in ship and with the library method namely literatures which related with the title of this script.

Keywords: Diesel Engine, Injector, Exhaust Gas, Temperature.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	xv
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.	3
C. Tujuan penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Cara Kerja Injektor.	5
B. Metode Penyemprotan Bahan Bakar.	8
C. Metode Penyemprotan Bahan Bakar Untuk Mesin Diesel 2 Tak dan 4 Tak.	11
D. Persyaratan yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi	13
E. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder	15
F. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna	18
G. Sistem Pemasukan Bahan Bakar	20
H. Kondisi Nozzle Injektor	22
	xi

I. Kerangka Pikir Penelitian	24
J. Hipotesis	25
BAB III	26
METODE PENELITIAN	26
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	26
B. Jenis Dan Sumber Data	26
C. Metode Analisis	27
D. Langkah Langkah Analisis Perencanaan	28
BAB IV	30
ANALISA DAN PEMBAHASAN	30
A. Sejarah Singkat Tentang Perusahaan	30
B. Sejarah Singkat MV. ALIYAH PERTIWI	30
C. Data Spesifikasi dan Komponen Injektor	31
D. Data Hasil Penelitian	33
E. Analisa	42
F. Pembahasan Hasil Analisis	44
BAB V	48
PENUTUP	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Injektor	5
Gambar 2. 2 Kontruksi dan Bagian-Bagian Utama Injektor	6
Gambar 2. 3 Single hole type dan multiple hole type	7
Gambar 2. 4 Type Nozel Model Pin	8
Gambar 2. 5 Perbedaan antara direct injection dan indirect injection	11
Gambar 2. 6 Langkah kerja mesin 2(dua) tak	11
Gambar 2. 7 langkah kerja 4(empat)tak.	12
Gambar 2. 8 Sistem Penginjeksian Bahan Bakar	20
Gambar 4. 1 Komponen Komponen Injektor	32
Gambar 4. 1 Komponen Komponen Injektor	32
Gambar 4. 2 pengabutan sempurna pada injektor yang normal	32
Gambar 4. 2 pengabutan sempurna pada injektor yang normal	34
Gambar 4. 3 Terdapatnya sumbatan yang menumpuk pada lubang nozzle	36
Gambar 4. 4 Kondisi nozzle yang retak	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Pelaksanaan	29
Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi Injektor	31
Tabel 4. 2 Data injektor dalam keadaan normal pada mesin bantu No.2 di tanggal 22 mei 2021	34
Tabel 4. 3 Kondisi Tidak Normalnya Gas Buang Mesin Bantu No. 2	35
Tabel 4. 4 Injektor Dalam Kondisi Tersumbat Pada Silinder 4 Mesin Bantu No.2	36
Tabel 4. 5 kondisi injektor pada silinder no 4 setelah dilakukan perbaikan	37
Tabel 4. 6 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan	38
Tabel 4. 7 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2	39
Tabel 4. 8 Injektor Dalam Kondisi retak Pada Silinder 5 Mesin Bantu No.2	39
Tabel 4. 9 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan	41
Tabel 4. 10 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Masa Layar Penulis	51
Lampiran 2 Surat Laut Kapal Penulis	52
Lampiran 3 Ship Particulars	52
Lampiran 4 <i>Cara Maintenance Injektor Mesin Diesel</i>	53
Lampiran 5 Cara Maintenance Injektor Mesin Diesel	53
Lampiran 6 Kondisi pengabutan normal injektor	54
Lampiran 7 Kondisi <i>Nozzle</i> Pecah	54
Lampiran 8 Kondisi Pengabutan Injektor Yang Tersumbat	54
Lampiran 9 Tekanan Normal Injektor Ketika <i>Pressure Test</i>	55
Lampiran 10 <i>Me-Lapping spacer</i> Dengan <i>Body Injector</i>	55
Lampiran 11 Penulis mengetes injektor	55
Lampiran 12 <i>Me-Lapping Nozzle Dengan Spacer</i>	56

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu alat transportasi yang sangat dibutuhkan di era globalisasi ekonomi ini adalah kapal. Dalam dunia impor dan ekspor, peran kapal sangat dibutuhkan. Ini digunakan untuk impor dan ekspor dari satu negara ke negara lain, serta untuk migrasi antar pulau. Dalam menunjang operasional suatu kapal, kapal tidak lepas dari keberadaan mesin diesel yang digunakan dalam berbagai kegiatan yang menunjang kelancaran transportasi.

Sangat penting bahwa kapal dilengkapi dengan mesin diesel, dan mesin diesel yang beroperasi dimaksudkan untuk navigasi yang lancar. Oleh karena itu, diperlukan perawatan yang teratur dan terencana untuk menjaga stabilitas operasional. Pengoperasian mesin diesel dianggap stabil ketika output yang dihasilkan pada setiap langkah mencapai rata-rata standar. Daya yang disuplai ke mesin diesel tergantung pada sistem pembakaran mesin diesel. Pembakaran yang baik menghasilkan banyak listrik dan sebaliknya.

Pembakaran mesin diesel sangat penting. Pembakaran adalah jantung atau titik kritis dalam pengoperasian mesin diesel, dan hasil pembakaran di dalam mesin dikompresi menjadi tenaga untuk melakukan operasi itu. Pembakaran adalah di mana satu gerakan bergabung dengan yang lain. Pada proses pembakaran ini, gerak diubah dari gerak lurus vertikal menjadi gerak rotasi, yang diteruskan ke poros untuk memutar baling-baling. Saat baling-baling berputar, kapal akan bergerak ke semua posisi maju atau mundur. Jika semuanya stabil, pengiriman akan berjalan lancar..

Salah satu komponen pada mesin diesel yang mempengaruhi sistem pembakaran adalah injektor. Injektor digunakan untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam silinder atau ruang bakar dan

menyemprotkannya. Oleh karena itu, bahan bakar yang diisikan ke dalam silinder memiliki pengaruh yang besar terhadap sistem pembakaran mesin diesel. Jika bahan bakar berada pada salah satu sisi segitiga api dan diketahui bahwa proses pembakaran berlangsung di ruang bakar mesin diesel. Masuk atau tidaknya bahan bakar ke dalam silinder tergantung pada kinerja injektor. Oleh karena itu, jika injektor menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut, diharapkan proses pembakaran di ruang bakar akan jauh lebih mudah. Mengingat fungsi injektor yang memegang peranan penting dalam sistem pembakaran, maka perlu dilakukan penstabilan fungsi tersebut. Untuk itu harus diperhatikan agar injektor dan seluruh komponennya tetap berfungsi dengan baik untuk proses pembakaran yang optimal di ruang bakar mesin diesel. Hal ini dirancang untuk memberikan kinerja optimal untuk kinerja mesin diesel. Jelas bahwa peran injektor dalam sistem pembakaran sangat penting.

bahan bakar yang masuk ke ruang bakar tergantung pada kondisi nozel injektor. Jika nosel tengah dalam keadaan terpaksa, maka nosel tidak akan bisa menyemprotkan bahan bakar secara maksimal. Dalam hal ini, proses pembakaran juga terhambat sehingga mempengaruhi performa mesin.

Guna menghindari terjadinya kerusakan pada mesin akibat pembakaran yang tidak sempurna oleh injektor, maka perlu dilakukan perawatan secara rutin dan bila diketahui salah satu dari injektor tidak bekerja dengan baik maka harus dilakukan perbaikan secepatnya begitupun dengan komponen mesin dan pesawat bantu lainnya sebagai penunjang kelancaran pengoperasian kapal.

Berkaitan dengan hal diatas, penulis mengangkat masalah tersebut menjadi bahan dalam judul skripsi yang hendak dipaparkan sebagai persyaratan dalam menyelesaikan program studi semester akhir yang disusun dengan judul "**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA**

PENGABUTAN INJEKTOR PADA PROSES PEMBAKARAN MOTOR DIESEL”.

B. Rumusan Masalah.

Dari latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas yang menjadi masalah pokok adalah ” Apa yang menyebabkan kurang optimalnya pengabutan injektor pada proses pembakaran motor diesel di kapal? ”.

C. Tujuan penelitian

Adapun tujuan berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang dapat diambil adalah untuk mengetahui Apa yang menyebabkan kurang optimalnya pengabutan injektor pada proses pembakaran motor diesel di kapal?

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah secara teoritis dan praktis, yaitu untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengabut bahan bakar

a) Secara Teoritis

Bagi penulis

- 1) Penulis dapat mengetahui apa yang harus dilakukan jika alat penyemprot bahan bakar rusak..
- 2) Penulis dapat mengetahui seberapa besar hubungannya dalam mengkoordinasikan perawatan injector..

b) Bagi Institusi

Kami telah menambahkan beberapa pengetahuan dasar tentang taruna yang melakukan latihan praktik laut untuk memberi Anda gambaran yang lebih baik tentang salah satu masalah di bagian mesin. Selain itu, tambahkan perpustakaan ke perpustakaan

c) Bagi perusahaan pelayaran

Membangun hubungan yang baik antara akademi dan perusahaan. Pertimbangan lain, perusahaan lain akan menerapkan sistem yang sama di kapal mereka untuk mengatasi masalah yang sama.

d) Secara praktis

- 1) Awak kapal dapat menambahkan informasi tentang pentingnya perawatan injector untuk mencegah kerusakan pada injector.
- 2) Sebagai contoh dan penjelasan bagi para pembaca khususnya taruna lain tentang injector.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Cara Kerja Injektor.

Menurut Karyanto (2000), Injektor digunakan sebagai injeksi bahan bakar ditenagai oleh pompa injeksi bertekanan tinggi dan memberikan daya untuk mengalirkan, mendistribusikan, dan menembakan bahan bakar. Oleh karena itu, injektor bertanggung jawab untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar agar pembakaran sempurna terjadi dalam waktu singkat.

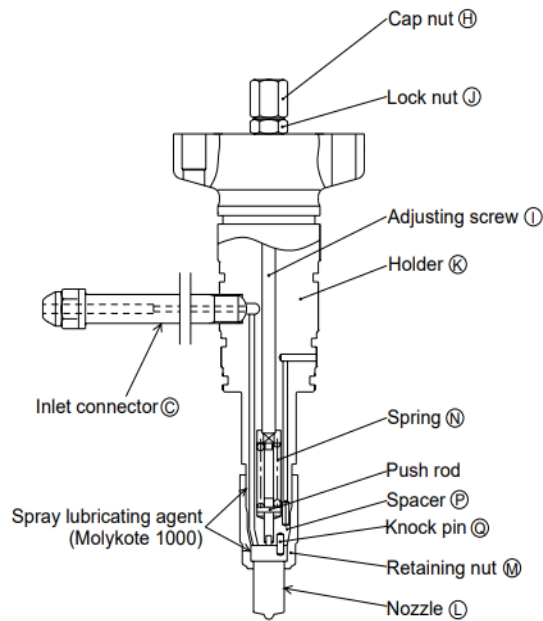
.Gambar 2. 1 Injektor



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Ketika bahan bakar disuntikkan ke udara panas, bahan bakar tersebut menguap membentuk gas, yang kemudian berubah menjadi gas dan terbakar. Pembakaran bahan bakar menghasilkan panas yang sangat tinggi, dengan tekanan yang sangat tinggi..

Gambar 2. 2 Kontruksi dan Bagian-Bagian Utama Injektor



Fuel Injection Valve (A)

Sumber : *Manual Instruction Book*

Menurut Karyanto (2000), cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu:

1. Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar bertekanan tinggi dikirim ke pompa injeksi melalui saluran bahan bakar dari pemegang nosel dan ke kolam minyak di bagian bawah badan nosel. Penginjeksian bahan bakar

2. Penginjeksian bahan bakar

Ketika tekanan bahan bakar di tangki minyak naik dan tekanan ini melebihi gaya pegas, tekanan bahan bakar mendorong jarum injektor ke atas, melepaskan injektor dari pemasangannya ke badan injektor dan memungkinkan bahan bakar disuntikkan ke ruang bakar. Ruang silinder mesin.

3. Akhir penginjeksian bahan bakar

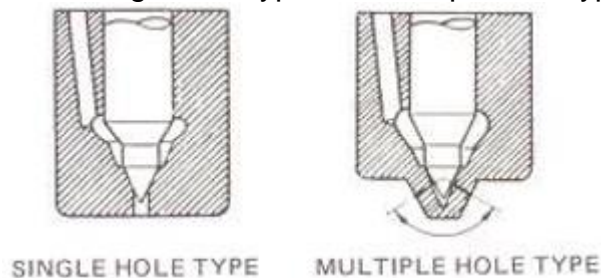
Ketika pompa injeksi berhenti memasok bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan injektor ke posisi semula dan menutup saluran bahan bakar.

..Jenis-Jenis Nozzle:

Menurut Karyanto (2000), jenis-jenis *nozzle* dibedakan atas 2 macam yaitu :

1. Nozzle berlubang

Gambar 2. 3 Single hole type dan multiple hole type



Sumber : Jurnal *INJECTOR (NOZZLE) DIESEL*,2019

a) Berlubang tunggal (*Single hole type*)

Nozel lubang tunggal memiliki kemampuan menembak yang baik, tetapi diperlukan juga tekanan semprotan yang tinggi supaya menghasilkan semprotan yang baik. Injeksi yang dihasilkan berbentuk tirus bersudut sekitar 4 hingga 15 derajat yang dikeluarkan dari ujung injektor lubang tunggal.

Nozel jenis tersebut sangat bagus dikarenakan lubang nosel yang diperbesar jika digunakan pada mesin putaran tinggi, akan mengurangi gangguan dari lubang nosel yang tersumbat.

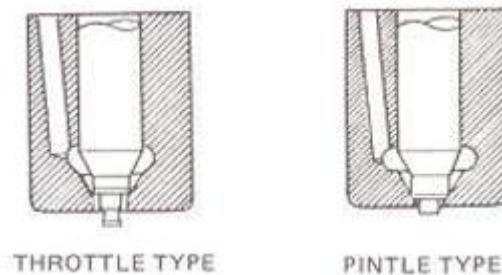
b) Berlubang banyak (*Multiple hole type*)

nozel yang berlubang banyak memberikan penyemprotan yang baik, sehingga jenis nozel yang digunakan ini sangat diatur oleh sistem pembakaran dan konstruksi ruang bakar. *Multi-hole injector* biasanya dipakai untuk mesin diesel menggunakan sistem injeksi secara langsung, di mana injeksi bahan bakar diperlukan di seluruh bagian konstruksi

ruang bakar yang dekat. Semakin banyak lubang bukaan injeksi bahan bakar, semakin kecil setiap bukaan maka semakin bersih bahan bakar yang dibutuhkan. Diameter bukaan nozzle berkisar dari 0,0006 inci hingga 0,0023 inci, dan jumlahnya dapat bervariasi dari 5 hingga 15 lubang pada mesin dengan mesin bersilinder besar.

2. .Nozzle model pin :

Gambar 2. 4 Type Nozel Model Pin



Sumber:: Jurnal *INJECTOR (NOZZLE) DIESEL*,2019

Nozzle model pin ini digunakan untuk mesin diesel pada sistem ruang depan dan ruang bakar.

a) Model pintle

Nozzle pintle ini Pada ujung *valve* terpasang Batang atau pin yang disebut katup, dibentuk agar sesuai dengan bentuk kabut yang diinginkan. Pin dipasang pada injektor untuk membentuk ruang melingkar. Dengan bentuk pin yang benar, Anda bisa mendapatkan injektor bahan bakar silinder daya tinggi atau kerucut berongga dengan sudut sekitar 60 °. Nosel jenis ini beroperasi dengan lancar dan akurat, dan pergerakannya mencegah akumulasi karbon di dalam nozel..

B. Metode Penyemprotan Bahan Bakar.

Menurut Van Maanen (1990), Proses penyemprotan bahan bakar untuk membentuk campuran udara-bahan bakar dikenal sebagai dua sistem utama.yaitu:

1. Penyemprotan Tidak Langsung (*Indirect injection*).

Efisiensi mesin putaran rendah karena kehilangan aliran. Bahan bakar disuntikkan ke ruang pra-pembakaran yang terpisah dari ruang bakar utama. Ruang ini adalah 25 atau 60 ° dari total volume ruang bakar. Pada sistem pre-chamber injection, bahan bakar diinjeksikan ke dalam chamber melalui single bore injector dengan tekanan injeksi yang relatif rendah yaitu ± 100 bar. Tekanannya tidak tinggi, tetapi dinding ruang pompa yang panas dapat menyebabkan bahan bakar menyala dengan cepat.

Keuntungan dari penyemprotan tidak langsung adalah mesin kurang sensitif terhadap kualitas bahan bakar karena pengapian yang cepat (penundaan pengapian kecil). Tekanan pembakaran maksimum rendah dan mesin bekerja dengan lancar, sehingga Anda tidak perlu khawatir tersumbat dengan alat penyemprot dengan satu lubang dan nosel yang relatif besar. Kelemahan penyemprotan tidak langsung adalah panasnya bagian depan dan pusat. Mesin sangat sulit untuk dihidupkan dan membutuhkan alat start berupa filamen pijar atau pin pijar.. Semprotan ruang ante dan ruang pusat hanya digunakan pada mesin kecepatan tinggi.

2. Penyemprotan secara Langsung (*Direct injection*).

Bahan bakar bertekanan tinggi (hingga 240 kg/cm^2 untuk mesin putaran rendah, hingga 300 kg/cm^2 untuk mesin kecepatan sedang yang menggunakan oli berat) disemprotkan ke dalam ruang bakar yang tidak terbagi. disesuaikan pada jenis ruang bakar, hingga tiga alat penyemprot berlubang digunakan untuk ini. Sistem penyemprotan langsung berlaku untuk semua mesin putaran rendah dan menengah dan sebagian besar mesin putaran tinggi.

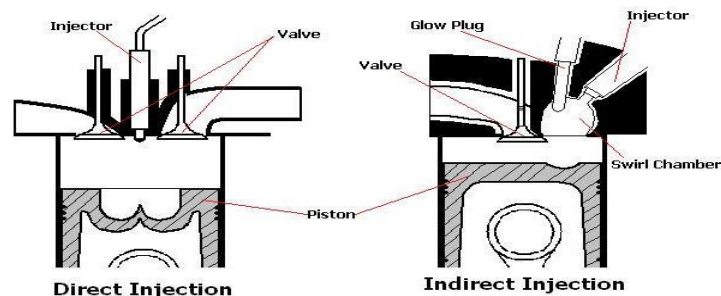
Keuntungan menggunakan penyemprotan secara langsung:

- a) Saat mesin dingin, akan lebih mudah untuk memulai.
- b) Meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar.
- c) Semakin kecil ruang bakar, semakin baik efisiensi termal.

Kerugian menggunakan penyemprotan langsung:

- a) Bunyinya semakin keras.
- b) Semakin kecil injektor, semakin mudah bahan bakar tersumbat.
- c) Sebuah turbocharger diperlukan untuk meningkatkan output karena cenderung rendah.

Gambar 2. 5 Perbedaan antara direct injection dan indirect injection



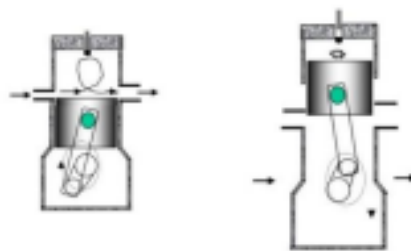
Sumber : Jurnal *INJECTOR (NOZZLE) DIESEL*, 2019

C. Metode Penyemprotan Bahan Bakar Untuk Mesin Diesel 2 Tak dan 4 Tak.

1. Mesin diesel 2 Tak.

adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran akan mengalami dua langkah torak ,

Gambar 2. 6 Langkah kerja mesin 2(dua) tak



Sumber: Teori Dasar Motor *Diesel*, 2015

Cara kerja mesin diesel 2 tak:

a) Langkah Hisap Dan Kompresi

Pada langkah hisap, piston berada pada titik mati atas menuju titik mati bawah, dan udara masuk melalui intake valve dan transfer port akan terbuka, Udara pada crank

case bertekanan tinggi akan masuk ke silinder dan membilas gas buang yang tersisa dari ruang bakar.

Pada langkah kompresi piston bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas menutupi katup buang dan transfer port, sehingga tekanan di dalam silinder yang tinggi akan menekan jarum nozzle pada injektor sehingga bahan bakar terkabutkan ke dalam ruang bakar dan terjadi ledakan dikarenakan tingginya tekanan dan suhu, menyebabkan piston bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah.

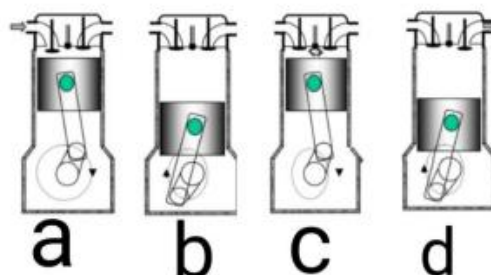
b) Langkah Usaha dan Buang

Pada langkah usaha piston bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah, tepat sebelum titik mati bawah katup buang terbuka, maka gas sisa pembakaran yang berada di dalam silinder akan keluar melalui exhaust valve.

2. Mesin diesel 4 tak

Adalah mesin diesel 4 Tak yang memerlukan empat tahapan dalam setiap siklusnya. Jadi untuk sekali kerja dibutuhkan 2 kali putaran poros engkol.

Gambar 2. 7 langkah kerja 4(empat)tak.



Sumber : Teori Dasar Motor *Diesel*, 2015
Cara kerja mesin diesel 4 tak:

a) Langkah hisap

Pada tahap awal, udara luar memasuki silinder saat piston bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah.

Gerakan ini meningkatkan volume silinder di mesin dan memungkinkan udara masuk melalui katup intake. Prinsip mesin ini adalah menghasilkan tekanan tinggi dari udara luar yang masuk ke dalam silinder.

b) Langkah kompresi

Pada langkah kompresi, piston berada di titik mati bawah menuju titik mati atas, pada langkah ini katup hisap dan katup buang tertutup sehingga menghasilkan temperatur dan tekanan yang tinggi, sehingga jarum pada nozzle terangkat dan mengabutkan bahan bakar, sehingga terjadilah ledakan dikarenakan temperatur pada ruang bakar melebihi titik nyala (*flashpoint*) dan menyebabkan piston yang berada pada titik mati atas bergerak menuju titik mati bawah.

c) Langkah usaha

Setelah bahan bakar dikabutkan, maka piston yang berada di titik mati atas akan bergerak menuju titik mati bawah karena terjadi ledakan di dalam ruang bakar dikarenakan meningkatnya tekanan dan temperatur yang melebihi titik nyala dari sebuah bahan bakar tersebut pada saat langkah kompresi

d) Langkah buang

Piston yang tadinya berada di titik mati bawah bergerak menuju titik mati atas untuk mengeluarkan gas sisa pembakaran di dalam silinder pada saat itu katup buang akan terbuka dan katup hisap akan tertutup.

D. Persyaratan yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi

Menurut Maleev (1991), ada 5 persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu :

1. Administrasi bahan bakar minyak yang akurat

Artinya, jumlah bahan bakar yang disuplai dalam setiap siklus harus sesuai dengan beban mesin, dan jumlah bahan bakar yang tepat harus disuplai ke setiap silinder untuk setiap langkah mesin. Ini adalah satu-satunya cara untuk menjalankan mesin dengan kecepatan yang seragam.

2. Pengaturan waktu.

Pengaturan waktu yang tepat berarti bahwa memulai injeksi bahan bakar pada waktu yang diperlukan sangat penting untuk memaksimalkan keluaran bahan bakar dan mencapai penghematan bahan bakar yang baik dan pembakaran yang sempurna.

Menyuntikkan bahan bakar di awal siklus akan memperlambat pengapian karena suhu sangat tinggi pada titik ini. Deselerasi yang berlebihan tidak hanya menyebabkan pengoperasian mesin yang kasar dan bising, tetapi juga dapat menyebabkan hilangnya bahan bakar karena dinding silinder basah dan mahkota piston. Akibatnya, bahan bakar dan asap terbuang sia-sia pada asap knalpot. Jika bahan bakar disuntikkan kemudian dalam siklus, sebagian bahan bakar akan terbakar saat piston berada jauh di atas titik mati atas (TDC). Dalam hal ini, mesin tidak menghasilkan output yang maksimal, menghasilkan asap knalpot dan boros konsumsi bahan bakar.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar per satuan waktu atau derajat gerakan engkol. Jika kecepatan injeksi terlalu cepat, sejumlah bahan bakar akan disuntikkan dalam waktu singkat atau dengan sedikit gerakan engkol. Jika Anda ingin mengurangi kecepatan injeksi, Anda harus menggunakan ujung nozzle dengan lubang kecil untuk meningkatkan waktu injeksi bahan bakar. Kecepatan injeksi mempengaruhi kinerja mesin serta waktu.

Jika kecepatan injeksi terlalu cepat, sama halnya jika kecepatan injeksi terlalu lambat. Jika kecepatan injeksi terlalu lambat, sama halnya jika injeksi sangat lambat.

4. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Semprotan jet bahan bakar pada semprotan harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar membutuhkan kabut yang sangat halus, sementara yang lain beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Penyemprotan yang baik memfasilitasi kontrol pembakaran dan memungkinkan sebagian kecil bahan bakar dikelilingi dan bercampur dengan partikel oksigen.

5. .Pendistribusian

Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga bahan bakar menembus semua bagian ruang bakar yang mengandung oksigen untuk pembakaran. Jika bahan bakar tidak terdistribusi dengan baik, sebagian oksigen yang tersedia akan habis dan performa mesin akan menurun.

E. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder

Menurut Van Maanen (1990), Bahan bakar diesel harus dicampur dengan udara yang dimampatkan pada waktu yang singkat sebelum dibakar. Campuran yang terbakar karena suhu pelepasan yang tinggi (sama dengan 900°K atau 627°C). Pada mesin induk, pembakaran dilakukan dengan bahan bakar minyak, yang disemprotkan ke dalam silinder dalam bentuk kabut dan bercampur dengan udara panas. Maka laju pembakaran tergantung pada kualitas campuran udara dan bahan bakar. Oleh karena itu, bahan bakar harus disemprotkan untuk reaksi pembakaran yang cepat. Prinsip kabut adalah mendorong bahan bakar ke dalam nosel. Semakin baik atomisasi bahan bakar, semakin sempurna pembakaran. Selain temperatur yang tinggi, ruang bakar juga akan menghasilkan tekanan yang maksimal.

Dengan demikian torak terbebani secara mekanis, Jika campuran udara-bahan bakar tidak seimbang, proses pembakaran menjadi tidak sempurna.

Bahan bakar dipompa pada waktu yang tepat oleh pompa bertekanan tinggi Pada awal langkah kompresi ke katup bahan bakar dengan alat penyemprot, bahan bakar pertama kali dikompresi di dalam silinder pompa dan diberi tekanan oleh hubungan antara pompa dan alat penyemprot.. Antara waktu langkah tekanan pompa dan awal semprotan, ada waktu tunda yang dikenal sebagai tersedak semprotan. Kehidupan pelayanan tergantung pada desain pompa dan jumlah bahan bakar. Setelah partikel bahan bakar pertama masuk ke dalam silinder, proses kimia penyalaan dan pembakaran berlangsung.

Menurut Maleev (1991), jika tekanan pengapian di dalam silinder rendah dan suhu gas buang tinggi, maka ini disebabkan karena pengaturan waktu injeksi yang terlambat dan nozzle injektor yang kotor atau bocor serta tekanan balik yang tinggi.

Menurut Van Maanen (1990), setiap 1 kg bahan bakar minyak yang terbakar secara teoritis membutuhkan sekitar 14 sampai 14,5 kg udara. Namun, dalam hal ini, karena waktu yang dibutuhkan singkat, beberapa partikel oksigen yang tercampur dengan nitrogen dan produk pembakaran tidak tercampur dalam proses pembakaran. Setelah itu, beberapa karbon monoksida terbentuk atau partikel karbon tetap tidak terbakar.

Oleh karena itu, udara berlebih harus ada di dalam silinder untuk memastikan pembakaran yang sempurna dan menghindari kehilangan panas akibat pembakaran karbon monoksida. Rasio berat udara dengan berat bahan bakar yang disuntikkan selama setiap langkah daya disebut rasio udara-bahan bakar.

Perbandingan ini adalah faktor terpenting saat pengoperasian mesin pembakaran dalam. Saat beban meningkat lalu terlalu banyak bahan bakar yang dikabutkan, tetapi jumlah udara di dalam ruang bakar

tetap konstan, mengakibatkan rasio bahan bakar menurun. Mesinnya dalam putaran penuh, tetapi rasio bahan bakarnya 25-30% pada 14,5kg. Oleh karena itu, harus ada kelebihan udara yang signifikan harus dibutuhkan agar pembakaran sempurna di dalam ruang bakar.

Agar bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara cepat, diperlukan suatu system yang amat teliti dan dapat dipercaya. sistem ini terdiri dari sebuah pompa injeksi bahan bakar bertekanan tinggi yang pada umumnya digerakkan oleh nok yang ditempatkan pada sebuah *camshaft* sebuah pompa saluran bahan bakar bertekanan tinggi dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada kepala silinder.

Menurut Van Maanen (1990), fungsi pompa injeksi bahan bakar adalah :

1. Cepat mensuplai bahan bakar sampai tidak ada kebocoran..
2. Mendorong bahan bakar yang telah ditentukan ke alat pengabut. Jumlah ini harus diatur dari 0 hingga maksimal.
3. Pemasokan bahan bakar wajib disesuaikan.

tekanan yang tinggi dibutuhkan untuk mengabutkan bahan bakar yang sesuai. Ini membutuhkan tekanan semprotan tinggi (sampai 1000 bar).

Menurut Van Maanen (1990), Jika viskositas atau kekentalan bahan bakar terlalu tinggi, tekanan injeksi dapat terbuang percuma. Viskositas bahan bakar distilat (minyak diesel) pada suhu ruang sangat rendah dan bahan bakar dengan viskositas tinggi perlu dipanaskan untuk mencapai viskositas yang dibutuhkan yaitu $15-25 \text{ mm}^2 / \text{s}$. Untuk bahan bakar yang lebih berat (viskositas 350 a $580 \text{ mm}^2 / \text{det}$) pada 50° C suhu pemanasan adalah hingga 135° C suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki. Mengingat lama waktu penyemprotan yang pendek, dinyatakan dengan derajat engkol (hingga $\square 25^{\circ}$), maka sebuah pompa bahan bakar yang digerakkan oleh sebuah nok selalu

dipergunakan. Konstruksi pompa selanjutnya tergantung dari metode yang dipilih dari pengaturan hasil. Dalam hal ini dibedakan :

1. Pompa dengan rakitan katup
2. Pompa dengan penyetelan piston / plunyer.

Jumlah bahan bakar yang tepat dipasok oleh pompa bahan bakar pada waktu yang tepat harus dimasukkan ke dalam silinder melalui satu atau lebih alat pengabut..

Bila konstruksi dari tutup silinder dimungkinkan, maka katup bahan bakar ditempatkan di tengah-tengah tutup (pada penyemprotan langsung dari bahan bakar dalam ruang pembakaran utama). Tempat tersebut merupakan tempat terbaik untuk membagi dengan rata bahan bakar yang telah dikabutkan. Pembagian tersebut sangat penting pada motor putaran rendah dengan gerakan udara relatif kecil.

Pada motor yang dilengkapi dengan sebuah katup buang tunggal, dipasang pembukaan ulang dari jarum pengabut, sehingga akibat gelombang tekanan balik dari pompa tidak dimungkinkan lagi.

Menurut Van Maanen (1990), suatu kerugian dari metode tersebut adalah bahwa pada hasil pompa yang sedikit, jadi pada beban motor rendah tekanan penyemprotan maksimal berkurang dengan cepat, tekanan sisa akan berada di bawah tekanan gas/uap dari bahan bakar. Akibatnya pembentukan kavitasi (pembentukan gelombang gas) di dalam saluran bahan bakar, hal tersebut akan mengakibatkan kelambatan penyemprotan yang besar dalam langkah tekanan pompa yang berikutnya.

F. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut Romzana (2000), total bahan bakar yang masuk harus sebanding dengan total udara ke ruang bakar agar pembakaran sempurna atau baik. Kondisi ini dapat dicapai jika :

1. kotoran padat atau cair tidak boleh tercampur pada bahan bakar.

2. Temperatur bahan bakar harus dijaga.
3. saat meninggalkan alat penyemprot Kecepatan bahan bakar harus cepat untuk menembus udara sekitar dan membuat kontak terbaik dengan asam.
4. Udara pembakaran bergerak seperti benang dan bercampur dengan setetes minyak.

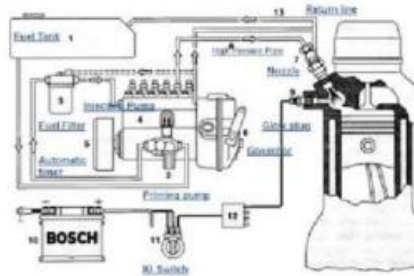
Menurut Romzana (2000), pembakaran berlangsung pada saat *torak* berada pada titik mati atas (TMA), maka bahan bakar harus disemprotkan sebelum torak atau engkol kedudukan di titik mati atas (TMA). Jadi dalam praktek proses pembakaran tidak selalu sesuai perhitungan teoritis apalagi dalam proses diesel kecepatan penyalaan tergantung beberapa faktor antara lain :

1. Susunan kimia bahan bakar
2. Kelebihan udara
3. Sempurnanya campuran udara dengan bahan bakar
4. Tekanan dan suhu udara pembakaran

Menurut Henshall dan Jackson (1978), Proses pembakaran akan efisien, tetapi meningkatkan tekanan dan nilai maksimum. Ketika posisi injeksi mencapai tekanan maksimum, tekanan akan naik dan begitu juga nilainya..

G. Sistem Pemasukan Bahan Bakar

Gambar 2. 8 Sistem Penginjeksian Bahan Bakar



Sumber : Jurnal Cara Kerja dan Fungsi Komponen Pompa Injeksi Jenis Inline Pada Mesin Diesel,2018

Tahapan system pengabutan bahan bakar pada mesin diesel:

1. *Fuel Oil transfer pump* memompa bahan bakar dari *Double Bottom Tank* menuju *settling tank* bertujuan untuk mengendapkan bahan bakar agar partikel dan kotoran tidak ikut ke tahapan selanjutnya
2. Dari *Settling Tank* bahan bakar ditransfer menuju *Fuel oil Purifier* menggunakan *Fuel Oil Booster Pump* melewati *Fuel oil Heater* bertujuan untuk memisahkan *Sludge* dan air yang terkandung pada bahan bakar
3. Setelah melewati *purifier*, bahan bakar menuju *Service Tank* bahan bakar tersebut sudah bersih dari *Sludge* dan air.
4. Dari *Service Tank* bahan bakar menuju ke tiap-tiap mesin Diesel melewati *Flowmeter* dan *Fuel Oil Heater* dan ditransfer menggunakan *Fuel Oil Service Pump*.
5. Bahan bakar bertekanan tersebut menuju ke pompa injeksi bahan bakar pada tiap silinder
6. Bahan bakar yang bertekanan tersebut menuju ke injektor melewati *High Pressure Pipe* .
7. Bahan bakar dikabutkan dengan tekanan sangat tinggi yang berasal pada *Fuel Oil Injection Pump*

Menurut Romzana (2000), pemasukan bahan bakar untuk mesin di kapal hampir selalu menggunakan pompa jenis tekanan tinggi yang bergerak naik turun, ada beberapa macam bentuk sistem pengaturan pemasukannya. Pompa bahan bakar mesin diesel pada umumnya tegak meskipun ada yang ditidurkan tetapi hasilnya kurang menguntungkan. Kebaikan pompa yang berdiri tegak, yaitu pemasukan bahan bakar bisa secara jatuh bebas (*grafity*) dan bila ada udara masuk ke dalam saluran mudah membuangnya. Karena tekanan pompa ini tinggi, salurannya harus dibuat sependek mungkin dengan pengabutnya agar kerugian tekanan sekecil mungkin. Sistem penyaluran bahan bakar ke dalam silinder pada prinsipnya ada dua macam yaitu saluran tunggal dan saluran gabungan (*common rail*), sedangkan pengaturan pemasukan bahan bakar ada 3 macam diantaranya :

1. Sistem A, pengaturan diatur dengan langkah efektif plunyer dengan cara mengubah saat tutup/buka katup isap.
2. Sistem B, pengaturan langkah efektif pompa dengan membuka saluran isap pompa.
3. Sistem C, pengaturan dilakukan secara gabungan dari sistem A dan B di atas dengan menambah alat yang disebut katup aliran kembali.

Dengan menyetel pemasukan bahan bakar oleh langkah efektif plunyer pada setiap silinder maka besarnya daya yang dihasilkan juga akan sama besarnya.

Menurut Denur dkk (2016), Sistem injeksi atau *common rail* adalah mesin yang beroperasi secara elektronik dengan tekanan bahan bakar sekitar 30Mpa hingga 180Mpa dalam pompa pasokan, di mana tekanan bahan bakar disuntikkan oleh injektor yang dikendalikan oleh unit kontrol mesin, dengan mempertimbangkan berbagai nilai yang dihitung. Sensor yang ada. Pada mesin. Keunggulan mesin *common rail* adalah konsumsi bahan bakar yang irit dan emisi yang ramah

lingkungan. Menurut Karyanto (2000), sistem bahan bakar (*fuel system*) mesin diesel dibuat sedemikian presisi agar dapat menghasilkan kemampuan yang cukup pada waktu tekanan tinggi.

Jika terdapat kotoran kecil atau air masuk ke dalam bahan bakar, maka keawetan pemakaian pompa injeksi dan *nozzle* injeksi yang merupakan bagian terpenting dari mesin diesel akan sangat berkurang. Dengan demikian bahan bakar harus cukup tersaring dan penyaring bahan bakar (*fuel filter*) mempunyai kemampuan yang tinggi, agar tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle* injektor.

Tentu saja bahan bakar di dalam tangki pun harus bersih. Bahan bakar di dalam tangki (*fuel tank*) disalurkan keluar oleh pompa penyalur (*feed pump*) melalui saringan-saringan pompa yang terletak tepat di depan pompa penyalur terus ke pompa bahan bakar) Bahan bakar dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dapat dipisahkan oleh *fuel oil purifier* sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar masuk ke pompa injeksi untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar (*connecting chamber*) melalui *nozzle* pengabut.

H. Kondisi Nozzle Injektor

Injektor merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari *nozzle* injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

Menurut Maleev (1991), jika lubang pada *nozzle* pengabut tersumbat atau pada satu sisi terdapat keausan, maka ini akan mengganggu pengabutan yang baik dan pembentukan bahan bakar, sehingga bahan bakar akan menabrak permukaan yang relatif lebih dingin. Untuk itu *nozzle* pengabut harus diuji tekanannya pada alat tes *nozzle* pengabut sehingga *nozzle* dapat diketahui keadaanya.

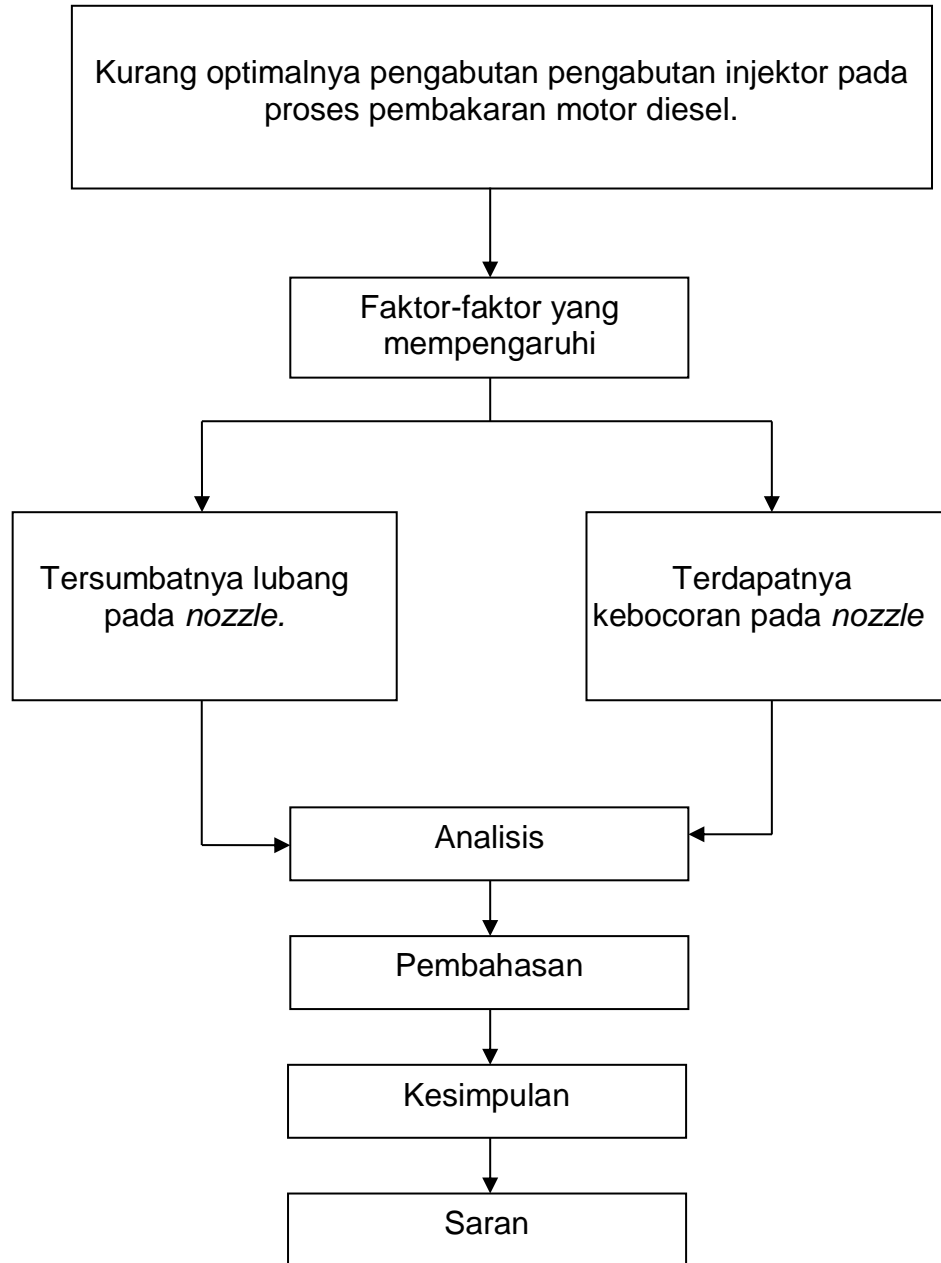
Menurut Van Maanen (1990), Bahan bakar harus bebas dari air dan kontaminan padat sebelum terbakar di dalam mesin. Kontaminan ini seringkali sangat agresif sehingga mengganggu dan menyebabkan kerusakan pada dan injektor.

Menurut Karyanto (2000), untuk menyempurnakan hasil penyaringan bahan bakar dari kotoran-kotoran yang nantinya dapat menyumbat lubang-lubang pada *nozzle* injektor, maka dalam sistem penyaringan bahan bakar pada mesin diesel digunakan dua buah saringan yaitu :

1. Saringan pertama (*water separator*) untuk menyaring bahan bakar dan kandungan air yang bercampur dalam bahan bakar.
2. Saringan kedua yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari pompa penyalur yang masuk ke pompa injeksi.

Menurut Sunaryo dkk (1998), *nozzle* penyemprot mempunyai peranan penting dalam operasi motor diesel. Untuk *nozzle* penyemprot motor diesel penggerak kapal yang mempunyai periode operasi yang sangat panjang dan eksploitasi yang sangat berat, maka *nozzle* penyemprot memerlukan perawatan dan penyetelan injektor yang kontinyu dan teratur. Hal tersebut harus dilakukan dengan jadwal perawatan yang terencana dengan baik sehingga membantu fungsi saringan bahan bakar. Perawatan berkala ini merupakan pelaksanaan pembersihan yang mempunyai jangka waktu tertentu dan biasanya berkisar setelah mesin beroperasi selama 600-1000 jam.

I. Kerangka Pikir Penelitian



J. Hipotesis

Berdasarkan pokok permasalahan yang dikemukakan oleh penulis di atas, maka yang menjadi hipotesis dalam penulisan proposal ini adalah:

1. Tersumbatnya lubang pada *Nozzle*.
2. Terdapat nya kebocoran pada *Nozzle*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan penulis di dalam melakukan pengamatan tentang analisis kurang optimalnya pengabutan injektor pada proses pembakaran motor diesel di kapal niaga dimana waktu yang digunakan dalam melaksanakan penelitian dan pengumpulan data-data yang diperlukan adalah paling lama 12 bulan.

1. Metode Pengumpulan Data

Data dan informasi yang diperlukan untuk penulisan skripsi ini dikumpulkan melalui :

a) Metode penelitian lapangan (*Field research*)

Merupakan metode yang dipakai untuk mengumpulkan data yang aktual melalui pengamatan di lapangan metode, pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui Metode survey (observasi), yaitu suatu cara untuk mendapatkan data melalui pemantauan ke unit-unit sasaran penelitian.

b) Metode penelitian pustaka (*Library research*)

Metode ini digunakan di seluruh literatur tentang skripsi ini melalui ilmu perpustakaan, buku, laporan penelitian, artikel, dan sebagainya. Metode penelitian ini harus mencakup semua aspek yang relevan dengan judul yang dikumpulkan dan yang dapat diimplementasikan dalam subjek penelitian..

B. Jenis Dan Sumber Data

1. Jenis data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

a) Data kualitatif

Data yang biasanya peneliti dapatkan diambil langsung dari kru mesin melalui pertanyaan seputar injector, baik jika terjadi

masalah maupun dalam keadaan normal (sumber data yang digunakan penulis adalah untuk menjalankan tugasnya di ruang mesin). Karena terdiri dari anggota kru). Penjelasan di atas Injeckor ini biasanya dilakukan ketika seorang peneliti memantau sebuah kapal, mengadakan pertemuan (meeting), dan segera memperbaiki injektor..

b) Data Kuantitatif

Merupakan data pelengkap untuk data primer yang didapat dari berbagai sumber misalnya kepustakaan, buku-buku bahan kuliah serta semua yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Sumber data

a) Data primer

Data ini merupakan data yang diperoleh secara langsung dari kapal dengan jalan mengadakan wawancara langsung dengan masinis dan KKM tentang mesin penggerak utama khususnya pada bagian injektor.

b) Data sekunder

Data ini merupakan data yang diperoleh literatur-literatur dan artikel-artikel yang ada hubungannya dengan masalah.

C. Metode Analisis

Dalam penulisan ini, metode yang digunakan penulis untuk menganalisis data yang ada dalam kertas karya ilmiah ini adalah metode analisis deskriptif. Metode deskriptif adalah teknik analisis yang digunakan untuk memaparkan suatu kejadian yang terjadi di atas kapal, yang berhubungan dengan penyebab terjadinya kurang optimalnya pengabutan injektor pada motor diesel. Atas dasar pengamatan penulis dengan melihat data yang ada, dengan menggunakan teknik yang ada, penulis berharap agar menghasilkan pemecahan masalah yang baik dalam penyusunan kertas kerja ilmiah ini.

D. Langkah Langkah Analisis Perencanaan

Kegiatan yang dilakukan setelah memulai langkah-langkah untuk menganalisa yaitu untuk mengadakan penelitian di kapal untuk mengetahui situasi dengan bekal pengetahuan yang di dapatkan dari studi kepustakaan. Selanjutnya kita memulai identifikasi masalah-masalah yang kita temui, maka kita dapat menemukan metode peneltian yang sesuai.

Dari apa yang kita peroleh sesuai dengan langkah-langkah diatas, maka kita dapat mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Data yang telah diperoleh diolah sesuai dengan teori dan metode yang telah kita tetapkan dari awal sebelum kita melakukan pengumpulan data. Data yang telah kita olah kemudian kita analisa hasil yang diperoleh dengan membandingkan hasil-hasil dari disiplin teori yang kita gunakan.

Setelah semuanya dianggap selesai, maka kita boleh menarik sebuah kesimpulan dari apa yang telah kita analisa dan bahas. Kemudian kita juga memberikan saran apa yang sesuai dengan apa yang kita simpulkan dan ini dapat merupakan bahan masukan dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan pada *injektor*. Maka langkah-langkah ini dianggap telah selesai

Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Pelaksanaan

Tahun	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	Pengajuan iudul				■								
	Bimbingan iudul				■	■							
	Seminar					■	■						
	Pengambilan data											■	■
2021	Pengambilan data	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Penyusunan data											■	
	Bimbingan											■	
	Seminar												■
2022	Seminar	■											

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Sejarah Singkat Tentang Perusahaan

Transcoal Pacific Tbk (TCPI) didirikan pada tanggal 15 Januari 2007 dan mulai beroperasi secara komersial pada tahun 2008. Kantor pusat Transcoal Pacific Tbk berlokasi di Bakrie Tower Lt. 9, Kompleks Rasuna Epicentrum, Jln. HR Rasuna Said, Karet Kuningan, Setiabudi, Jakarta 12940 – Indonesia.

Berdasarkan Anggaran Dasar Perusahaan, ruang lingkup kegiatan TCPI adalah menjalankan usaha dalam bidang pelayaran, angkutan laut, baik orang, hewan maupun barang, penyewaan kapal laut, perwakilan pelayaran dari perusahaan pelayaran laut baik pelayaran tetap maupun tidak tetap untuk pelayaran di dalam negeri dan di luar negeri, agen perkapalan perusahaan pelayaran, penyewaan peralatan pelayaran dan pelayaran luar negeri antar negara (pelayaran samudera).

B. Sejarah Singkat MV. ALIYAH PERTIWI

MV. ALIYAH PERTIWI adalah sebuah kapal bulk carrier yang dibuat oleh TSUNEISHI SHIPPING CO.LTD JAPAN dan peluncurannya pada tahun 2001. Adapun data-data kapal dari MV. ALIYAH PERTIWI dapat dilihat sebagai berikut :

SHIP'S PARTICULAR

Ship's Name	: MV. ALIYAH PERTIWI
Call Sign	: Y C O X 2
Ship's Owner	: PT. Transcoal Pacific Tbk.
Port Of Registry	: Jakarta
Official No	: 9153484
Year	: 2001

Type Of Ship	: Bulk Carrier
Service Route	: Kawasan Indonesia / Near Coastal Voyage
Classification	: Rina (C+ Buil Carrier ESP : Unrestricted Navigation
Gross Tonnage	: 38.678 Tons
Net Tonnage	: 25.737 Tons
Dead Weight	: 73.461 Tons
Length Over All	: 225.00 M
Breath (Extreme)	: 32.26 M
Draught Summer	: 13,87 M
Fuel Oil Tank Capacity	: 2444,9 M ³
Fresh Water Tank Capacity	: 406 M ³
Ballast Tank Capacity	: 34359,6 M ³
Fuel Oil Consumption/Day	:
-For Main <i>Engine</i>	: H S F O 36,2 M ³ /Day
-For Auxiliary <i>Engine</i>	: H S F O 1,5 M ³ /Day
-For Boiler/Grade Of Fuel	: H S F O 1,5 M ³ /Da

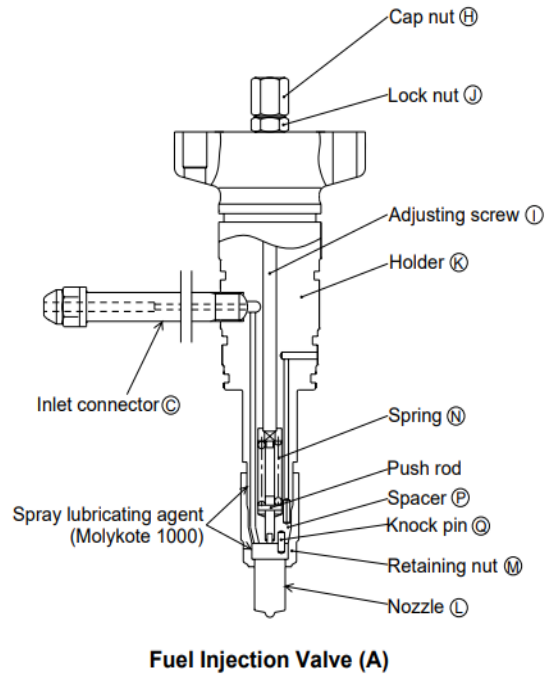
C. Data Spesifikasi dan Komponen Injektor

Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi Injektor

no	Data	Keterangan
1	Tekanan Normal Injektor	27,4-29,4 MPa (280-300 kgf/cm ²)
2	Fuel injection pump	Bosch type
3	Fuel Injection Valve	Bosch Type
4	Temperature gas buang	350-500 ^o C
5	<i>Nozzle</i> hole	10
6	Fuel injection pump pressure	16,8 kgf/cm ²

Sumber : *Manual Instruction Book*

Gambar 4. 1 Komponen Komponen Injektor



Sumber : *Manual Instruction Book*

Keterangan gambar :

- C. Inlet connector
- H. Cap nut
- I. Adjusting Screw
- J. Lock nut
- K. Holder
- L. Nozzle
- M. Retaining Nut
- N. Spring
- O. Push Rod
- P. Spacer
- Q. Knock pin

1. Fungsi Komponen Utama Injektor

Adapun fungsi komponen atau bagian utama pada injektor adalah :

- a) Body *nozzle* dan katup jarum
Fungsinya untuk menyemprotkan bahan bakar pada mesin pembakaran dalam berupa kabut yang mudah terbakar..
- b) Sekrup pengatur
Fungsinya mengatur jumlah tekanan bahan bakar yang disuntikkan.
- c) Pegas
Fungsinya untuk bergerak secara elastis sehingga katup jarum *nozzle* dapat bergerak untuk membuka dan menutup lubang *nozzle*..
- d) Spindle
Fungsinya untuk mentransfer tekanan pegas ke katup jarum.
- e) Mur penutup *nozzle*
Fungsinya sebagai dudukan *nozzle* terhadap badan injektor..

D. Data Hasil Penelitian

Adapun data-data yang diperoleh penulis mengenai injektor, sehubungan dengan judul yang di angkat sebagai bahan perbandingan yang diambil melalui penelitian semasa melakukan praktek laut di MV. ALIYAH PERTIWI adalah sebagai berikut:

1. Injektor Dalam Keadaan Normal

Tabel 4. 2 Data injektor dalam keadaan normal pada mesin bantu No.2 di tanggal 22 mei 2021

cylinder no	jam jaga	rpm	output	rack	tekanan injektor kgf/cm ²	Temperatur gas buang ° C	kondisi penyemprotan	keterangan
1	04.00-08.00	850	250 KW	20	300	420	dalam bentuk kabut	layak digunakan
2				18	300	430	dalam bentuk kabut	layak digunakan
3				19	300	430	dalam bentuk kabut	layak digunakan
4				20	300	410	dalam bentuk kabut	layak digunakan
5				18	300	460	dalam bentuk kabut	layak digunakan

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Gambar 4. 4 pengabutan sempurna pada injektor yang normal



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

2. Injektor Dalam Keadaan Tersumbat

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis ketika melaksanakan praktek laut di kapal MV. ALIYAH PERTIWI pada tanggal 22 Mei 2021 pada proses pengisian muatan di tanjung bara, pada jam 10 pagi terdapat alarm *exhaust gas overhear*,

mesin bantu mengalami masalah temperature gas buang pada silinder no 2 dan no.5 meningkat, sehingga proses pengisian muatan dihentikan dikarenakan daya listrik yang dibutuhkan tidak dapat mencukupi pada proses pengisian muatan dan segera melakukan perbaikan guna proses pengisian muatan dapat dilanjutkan Kembali

Peristiwa ini terdeteksi pada saat pengambilan data yang tertera pada parameter mesin bantu sebelum melakukan pergantian jaga, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Kondisi Tidak Normalnya Gas Buang Mesin Bantu No. 2

No	Jam jaga	Output (KW)	Temperatur gas buang setiap silinder ° C					
			1	2	3	4	5	Inlet T/C
1	00.00- 04.00	250	410	430	430	410	460	460
2	04.00- 08.00	250	420	430	430	410	460	460
3	08.00- 12.00	250	420	500	430	270	490	460

Sumber : *Auxillary Engine Log Book*

Setelah memberhentikan mesin bantu dan mencabut injektor pada *cylinder head* maka penulis merangkum kondisi injektor pada mesin bantu.

Gambar 4. 5 Terdapatnya sumbatan yang menumpuk pada lubang nozzle



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Tabel 4. 4 Injektor Dalam Kondisi Tersumbat Pada Silinder 4 Mesin Bantu No.2

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injektor	standart
2	Kondisi <i>nozzle</i>	Tersumbat
3	Tekanan pengabutan	210 kgf/ cm ²
4	Temperature gas buang	270° C
5	<i>Rack</i> Pada Fuel Injection Pump	21
6	<i>Alternator output</i>	250 KW
7	<i>Engine Revolution</i>	850 RPM
8	Kondisi Penyemprotan	Tidak dalam bentuk Kabut
9	Kondisi pembakaran	Tidak sempurna
8	Waktu Penelitian	22-05-2021
9	Kesimpulan	Segera Lakukan Perbaikan

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Setelah melakukan perbaikan dan injektor dalam keadaan normal proses pengisian muatan di lanjutkan kembali. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injektor untuk mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil data yang didapatkan setelah perbaikan yaitu;

Tabel 4. 5 kondisi injektor pada silinder no 4 setelah dilakukan perbaikan

No.	Data injektor	Keterangan
1	Kondisi injektor	Standart
2	Kondisi <i>nozzle</i>	Normal
3	Tekanan pengabutan	300 kgf/ cm ²
4	Temperature gas buang	410° C
5	<i>Rack Pada Fuel Injection Pump</i>	21
6	<i>Alternator output</i>	250 KW
7	<i>Engine Revolution</i>	850 RPM
8	Kondisi Penyemprotan	bentuk Kabut
9	Kondisi pembakaran	Tidak sempurna
8	Waktu Penelitian	22-05-2021
9	Kesimpulan	Layak Digunakan

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Tabel 4. 6 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan

No	Jam jaga	Running Hours	Output (KW)	Temperatur gas buang (silider) ° C					
				1	2	3	4	5	T/C
1	12.00-16.00	4	250	420	420	430	410	460	460
2	16.00-20.00	4	250	420	410	420	420	460	460
3	20.00-00.00	4	250	410	420	430	430	450	460
4	00.00-04.00	4	250	430	420	420	410	460	460
5	04.00-08.00	4	250	420	420	430	420	450	460

Sumber : *Auxillary Engine Log Book*

3. Injektor dalam keadaan bocor

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut di kapal MV. ALIYAH PERTIWI pada tanggal 26 Mei 2021 pada proses pengisian muatan di tanjung pemancingan, Kalimantan selatan, pada jam 8 pagi Ketika *oiler* mengecek temperature mesin bantu, *Oiler* melihat terdapat *fuel oil* yang keluar dari sambungan antara *cylinder head* dengan exhaust manifold pada silinder no.5 dan alarm *exhaust gas overheat* disertai dengan putaran mesin yang tidak stabil dan frekuensi yang menurun,

mesin bantu mengalami masalah sehingga temperature gas buang pada silinder no 3 dan no.4 meningkat, sehingga proses pengisian muatan dihentikan dikarenakan daya listrik yang

dibutuhkan tidak dapat mencukupi pada proses pengisian muatan dan segera melakukan perbaikan guna proses pengisian muatan dapat dilanjutkan kembali.

Peristiwa ini terdeteksi pada saat pengambilan data yang tertera pada parameter mesin bantu Ketika *pre-work meeting*, seperti ditunjukkan pada *tabel* berikut.

Tabel 4. 7 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2

No	Running hours	Jam jaga	Output	Temperatur gas buang setiap silinder ° C					
				1	2	3	4	5	T/C
1	4	00.00-04.00	250	420	420	430	420	450	460
2	4	04.00-08.00	250	420	430	500	500	200	450

Sumber : *Auxillary Engine Log Book*

Setelah memberhentikan mesin bantu dan mencabut injektor pada *cylinder head* maka penulis merangkum kondisi injektor pada mesin bantu.

Tabel 4. 8 Injektor Dalam Kondisi retak Pada Silinder 5 Mesin Bantu No.2

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injektor	standart
2	Kondisi <i>nozzle</i>	Retak
3	Tekanan pengabutan	150 kgf/ cm ²
4	Temperatur gas buang	200° C
5	<i>Rack</i> Pada Fuel Injection Pump	21

6	<i>Alternator Output</i>	250KW
7	<i>Engine Revolution</i>	850 RPM
8	Kondisi Penyemprotan	Tidak dalam bentuk Kabut
9	Kondisi pembakaran	Tidak sempurna
8	Waktu Penelitian	26-05-2021
9	Kesimpulan	Nozzle tidak layak digunakan, segera lakukan perbaikan.

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Setelah melakukan penggantian nozzle dan injektor dalam keadaan normal, proses pengisian muatan di lanjutkan kembali. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injektor untuk mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil data yang

Gambar 4. 6 Kondisi nozzle yang retak



didapatkan setelah perbaikan yaitu;

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Tabel 4. 9 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injektor	standart
2	Kondisi <i>nozzle</i>	Normal
3	Tekanan pengabutan	300 kgf/ cm ²
4	Temperatur gas buang	450° C
5	<i>Rack</i> Pada Fuel Injection Pump	21
6	<i>Alternator Output</i>	250KW
7	<i>Engine Revolution</i>	850 RPM
8	Kondisi Penyemprotan	dalam bentuk Kabut
9	Kondisi pembakaran	sempurna
8	Waktu Penelitian	26-05-2021
9	Kesimpulan	Layak Digunakan

Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI, 2021

Tabel 4. 10 Kondisi Temperatur gas buang tiap silinder mesin bantu no.2 setelah dilakukan perbaikan

No	<i>Running Hours</i>	Jam jaga	<i>Output</i> (KW)	Temperatur gas buang setiap silinder ° C					
				1	2	3	4	5	T/C
1	1	08.00-12.00	250	420	420	430	420	450	460
2	4	12.00-	250	430	430	420	430	440	450

		16.00							
--	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

Sumber : *Auxillary Engine Log Book*

E. Analisa

Menurut pengalaman penulis dengan praktek laut (PRALA) di atas kapal MV.ALIYAH PERTIWI Injektor yang digunakan pada mesin bantu yaitu jenis *Injector Multi Hole* (berlubang banyak) dengan sistem penyemprotan langsung.

Berdasarkan pengamatan penulis, mengungkapkan gangguan dan kerusakan yang terjadi pada Injektor yaitu :

1. Tersumbatnya Lubang pada *Nozzle*

Seperti yang kita ketahui, pengabutan injektor sangat penting untuk pembakaran. Jika penyemprotan tidak sempurna maka, pembakaran tidak sempurna dapat terjadi di ruang bakar. Akibatnya, output yang disuplai oleh mesin berkurang, dan suhu gas buang naik karena alasan berikut:

a) Kotornya bahan bakar

Lubang nozzle yang tersumbat sangat dipengaruhi oleh bahan bakar yang masuk ke injektor. Karena bahan bakarnya kotor atau injektornya kotor, maka kotoran tersebut akan menempel pada dinding lubang nozzle dan panas dari hasil pembakaran akan membentuk karbon pada dinding lubang nozzle untuk beberapa waktu. Proses. Ini pada akhirnya akan menutup lubang nosel.

b) Terjadinya pembentukan karbon pada ujung nozzle

Sistem pembakaran yang tidak sempurna juga disebabkan terbentuknya karbon yang menempel pada permukaan ujung nozzle berupa butiran karbon, yang jika tidak dikendalikan akan menyebabkan karbon berlipat ganda dan akhirnya menghalangi bahan bakar yang terkabutkan di ruang bakar

2. .Terdapatnya Kebocoran Pada *Nozzle*

Pembakaran yang tidak sempurna juga dapat terjadi akibat menetesnya bahan bakar. Hal ini disebabkan kurangnya suplai bahan bakar ke ruang bakar berupa kabut. Namun, juga mengandung bahan bakar dalam bentuk tetesan. Pengurangan bahan bakar dalam bentuk tetesan tidak baik untuk proses pembakaran. Asupan bahan bakar berupa tetesan tidak sesuai dengan bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor. Tidak hanya dapat menyebabkan pembakaran lebih lanjut, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan warna manifold karena adanya bahan bakar yang keluar dengan katup buang terbuka selama tetesan pembakaran manifold. Hal ini juga dapat menghasilkan asap hitam di cerobong asap.

Menetesnya bahan bakar pada *nozzle* dapat disebabkan oleh:

a) Permukaan dudukan nozzle dengan spacer tidak rata

Pemasangan nozzle yang tidak pas berpengaruh signifikan terhadap bahan bakar yang ada di *nozzle*. Tidak semua bahan bakar masuk ke nozzle karena injektor menekan bahan bakar ke ruang bakar dan bahan bakar menetes, tetapi jumlah bahan bakar yang melewati injektor tidak merata. Bahan bakar di bagian luar nozzle terus naik seiring dengan meningkatnya tekanan, akhirnya bocor dari penutup kepala nozzle dan menetes dari ujung *nozzle*.

b) Retaknya bodi nozzle

Retaknya Bodi nozzle adalah permasalahan yang jarang terjadi selama penulis melakukan praktek laut. Hal ini disebabkan oleh nozzle yang sudah tersumbat tetapi tetap digunakan sehingga injektor tidak dapat mengabsorpsi bahan bakar dan pembakaran menjadi tidak sempurna.

F. Pembahasan Hasil Analisis

1. Tersumbatnya Lubang Nozzle

Dari hasil analisa, penelitian dan perbaikan yang dilakukan dilakukan peneliti maka dinyatakan bahwa naiknya temperature gas buang pada silinder no 2 karena kurangnya pengabutan yang terjadi pada silinder no 4 yang diakibatkan oleh karena adanya penyumbatan pada injektor.

Penyumbatan pada injektor terjadi umumnya karena pengaruh bahan bakar yang kotor sehingga menyebabkan pembentukan karbon pada *nozzle*.

Tingginya temperature gas buang pada silinder no 2 karena beban pembakaran pada silinder no 4 dilimpahkan ke silinder no 2 sesuai dengan firing order atau timing pembakaran yang terjadi pada mesin bantu no. 3 di kapal peneliti.

a) Solusi Tersumbatnya Lubang *Nozzle* karena Bahan bakar yang Kotor sehingga terjadinya pembentukan karbon pada *nozzle*.

- 1) Dapat dilakukan dengan cara melakukan pembersihan dan perbaikan, lihat kondisi *nozzle* apabila masih layak. Dan apabila sudah tidak layak maka lakukan pengantian spare dengan yang baru..
- 2) Setelah itu lakukan pengetesan dengan memberi tekanan secara berkala pada injector pressure test. Pastikan bahan bakar yang keluar dari dalam injector mengalami pengabutan.

b) Pencegahan Tersumbatnya Lubang *Nozzle* karena Bahan bakar yang Kotor sehingga terjadinya pembentukan karbon pada *nozzle*

- 1) Pembersihan filter bahan bakar agar dibersihkan secara berkala

- 2) Menjaga suhu bahan bakar dalam kondisi normal agar bahan bakar tidak membentuk karbon pada *nozzle*.
 - 3) Pengetesan tekanan pada injektor agar dites secara berkala
- c) Penanganan Tersumbatnya Lubang Nozzle karena Bahan bakar yang Kotor dan pembentukan karbon pada nozzle

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan saat memperbaiki lubang nozzle yang tersumbat bahan bakar kotor dan terbentuknya karbon pada lubang di bagian bawah dinding nozzle:

- 1) Periksa lubang nozzle, baik lubang inlet maupun lubang semprotan bahan bakar, yang terdapat pada nozzle dari kotoran dari bahan bakar dan penyumbatan dengan karbon..
- 2) Bersihkan lubang nozzle yang tersumbat secara perlahan dan hati-hati dengan jarum. Lubang tidak boleh rusak. Pertama, rendam minyak sampai lubangnya tembus.
- 3) Jika sudah terlihat, rendam lagi dalam minyak dan tembakkan udara bertekanan. Ulangi ini sampai benar-benar bersih..
- 4) Lakukan Lapping / skeur antara spacer dengan bodi injector. Menggunakan lapping compound / brasso lalu bersihkan kembali dengan minyak kemudian tembakkan dengan udara bertekanan.
- 5) Setelah men-Lapping spacer dengan bodi injector, maka selanjutnya ialah men-Lapping permukaan nozzle dengan spacer Menggunakan lapping compound / brasso lalu bersihkan kembali dengan minyak kemudian tembakkan dengan udara bertekanan..
- 6) Saat melakukan pemasangan *nozzla* pastikan dudukannya dengan memperhatikan kerataan permukaannya, yaitu harus tepat, ikat dengan kencang, siap untuk di test.

7) Lakukan uji tekanan sesuai prosedur dan perhatikan tekanan dan kabut yang dihasilkan selama pengujian. Setelah semprotan bagus dan tekanan semprotan tercapai, injektor akan siap digunakan.

2. Terdapat kebocoran pada nozzle.

Dari hasil analisa, penelitian dan perbaikan yang dilakukan dilakukan peneliti maka dinyatakan bahwa naiknya temperature gas buang pada silinder no 3 dan 4 dikarenakan kurangnya pengabutan yang terjadi pada silinder no 4 yang diakibatkan oleh karena adanya keretakan pada dinding nozzle. keretakan pada dinding nozzle terjadi umumnya karena *Nozzle* yang digunakan sudah tersumbat dan kotor namun tidak dilakukan perbaikan sehingga *Nozzle* tidak sanggup menahan tekanan bahan bakar yang tersumbat pada *Nozzle*.

Tingginya temperature gas buang pada silinder no 3 dan 4 karena beban pembakaran pada silinder no 5 dilimpahkan ke silinder no 3 dan 4 sesuai dengan firing order atau timing pembakaran yang terjadi pada mesin bantu no. 2 di kapal peneliti.

a) Solusi Terdapatnya kebocoran pada retaknya dinding *Nozzle* karena Bahan bakar yang Kotor

1) Mengganti *Nozzle* dengan yang baru.

b) Pencegahan Terdapatnya kebocoran pada retaknya dinding *Nozzle* karena Bahan bakar yang Kotor

1) Pembersihan filter bahan bakar agar dibersihkan secara berkala

2) Menjaga suhu bahan bakar dalam kondisi normal agar bahan bakar tidak membentuk karbon pada nozzle.

3) Pengetesan tekanan pada injektor agar dites secara berkala

4) Memperhatikan Running Hours pada *Nozzle* yang terdapat di pms (Planned Maintenance Service)

- 5) Memastikan suku cadang yang dimiliki diatas kapal adalah suku cadang yang asli
 - 6) Apabila suku cadang dimiliki diatas kapal adalah barang tiruan maka nozzle tersebut tidak dapat disamakan periode perawatannya dengan Nozzle yang asli.
- c) Penanganan terdapatnya kebocoran pada retaknya dinding Nozzle karena bahan bakar yang Kotor

Adapun Langkah – langkah yang dilakukan untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor yaitu ujung nozzle, adalah sebagai berikut:

- 1) Buka atau bongkar semua komponen pada injektor
- 2) Bersihkan komponen menggunakan diesel oil lalu keringkan
- 3) Kondisi nozzle yang retak tersebut tidak dapat lagi digunakan, maka kita harus mengganti dengan nozzle yang baru
- 4) Rakit Kembali seluruh komponen injektor.
- 5) Lakukan Lapping / skeur terlebih dahulu antara spacer dengan bodi injektor. Menggunakan lapping compound / brasso kemudian bersihkan lagi dengan minyak kemudian semprot dengan udara bertekanan.
- 6) Setelah men-Lapping spacer dengan bodi injektor, mak selanjutnya ialah men-Lapping permukaan nozzle dengan spacer Menggunakan lapping compound / brasso kemudian bersihkan lagi dengan minyak kemudian semprot dengan udara bertekanan
- 7) Satukan kembali injektor dan uji, perhatikan tekanan dan kabut injektor, serta perhatikan juga apakah bahan bakar masih menetes. Setelah bahan bakar berhenti menetes pada tekanan kabut yang tepat, injektor dapat digunakan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka penulis menarik kesimpulan yang menyatakan bahwa penyebab terjadinya gangguan dan kerusakan pada injektor sehingga mempengaruhi proses penyemprotan-pengabutan bahan bakar pada injektor dan system pembakaran pada ruang bakar sebuah motor diesel adalah sebagai berikut :

1. Tersumbatnya lubang *nozzle*, akibat dari :
 - a) Bahan bakar yang kotor karena kurangnya pemeliharaan terhadap alat-alat pendukung sistem bahan bakar seperti tangki-tangki dan saringan bahan bakar. Hal ini menyebabkan terjadinya penyempitan lubang pada *nozzle* yang bila mana dibiarkan bisa menyebabkan kebuntuan pada lubang tersebut.
 - b) Pembakaran tidak sempurna sehingga disebabkan adanya karbon-karbon yang menempel pada permukaan ujung *nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon dan apabila dibiarkan, karbon-karbon tersebut akan bertambah banyak dan akhirnya akan menyebabkan terhambatnya bahan bakar yang dikabutkan ke dalam ruang bakar.
2. Menetesnya bahan bakar pada ujung *nozzle*

Hal tersebut mengakibatkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna, karena adanya bahan bakar yang menetes. Bahan bakar yang menetes tersebut bisa terjadi sebelum dan sesudah waktu pembakaran yang mengakibatkan terjadinya pembentukan gas dalam ruang bakar. Pembentukan gas tersebut bercampur dengan udara pembakaran. Akibatnya bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar tidak terbakar dengan sempurna. Akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini menyebabkan adanya asap hitam pada cerobong.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, berikut beberapa saran yang dapat penulis buat sebagai langkah penanganan penyebab malfungsi dan kerusakan injector::

1. Penanganan terhadap tersumbatnya lubang *nozzle* yaitu dengan melakukan pemeriksaan dan perawatan sistem bahan bakar secara berkala. seperti tangki penyimpanan bahan bakar dan filter bahan bakar. Perbaikan harus dilakukan secara akurat dan kebersihan bagian yang dibongkar harus dijaga. Seharusnya tidak tersebar di meja kerja, tetapi harus ditempatkan di lokasi tertentu di mana tampaknya sesuai, dan bagian-bagiannya harus dibersihkan, dibersihkan dan dibilas terlebih dahulu sebelum dipasang kembali. minyak. Pastikan lubang jet tidak tersumbat
2. Penanganan terhadap menetesnya bahan bakar yaitu dengan melakukan perbaikan pada struktur pemasangan komponen pada injector, yakni pada kedudukan antara nozzle dengan body injector agar di rapatkan dan mendeteksi terdapatnya kebocoran pada injektor saat melakukan pressure test.

DAFTAR PUSTAKA

- Denur. Dedi Dermawan. & Syafril, (2016). *Analisa Kerja Injektor Terhadap Performance Engine Pada Mesin Isuzu CYZ 51*.
<http://jurnal.umj.ac.id>.
Diakses pada tanggal 08 Mei 2020.
- Henshall, j. (1978). "**Marine Engineering Practice Volume 2**".
- Karyanto, E. (2000). "**Panduan Reparasi Mesin Diesel**". penerbit Pedoman Ilmu jaya, Jakarta.
- Maanen, P. V. (1993). "**Motor Diesel Kapal jilid 1**". Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Laut.
- Maleev, V. L. (1991). "**Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel**", Jakarta: Erlangga.
- Romzana. R, (2000). "**Motor Diesel Program ATT-II**".
- Sunaryo. Haryanto. & Triyono, (1998). "**Perawatan Dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal**". Jakarta: departemen pendidikan dan kebudayaan.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Masa Layar Penulis

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA TANJUNG PRIOK**

Jln. Pademarang No. 4 Tanjung Priok, Jakarta 14319 | Telepon : (62-21) 43800054 | Email : sb_tanjungpriok@depkub.go.id
Fax : (62-21) 43935405 | Website : www.depku.go.id

SURAT KETERANGAN MASA BERLAYAR
No. AL.506/D510/VIII/Syb.Tpk-21

1. Kepala Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Priok dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ
Tempat / Tanggal Lahir : JAKARTA, 03-10-2000
Alamat Sekarang : JL.MERPATI VII BLOK G67 NO 8 TAMBUN BEKASI
Nomor Buku Pelaut : F - 337286
Nomor Buku Saku (Cadet) : -
Sertifikat Kesehatan / Keterampilan : BST / 09-04-2020

Setelah diadakan penelitian pada Buku Pelaut dan/atau Buku Saku, yang bersangkutan mempunyai masa berlayar seperti dibawah ini:

NO	NAMA KAPAL	DAERAH PELY	JABATAN	TANGGAL		MASA BERLAYAR		
				NAIK	TURUN	THN	BLN	HARI
1	MY. ALYAH PERTIWI GT.38.678 / 13.500 PS	NCV	CADET ENGINEER	09 Okt 2020	03 Juli 2021	0	3	2
JUMLAH MASA BERLAYAR SELURUHNYA				9 TAHUN 3 BULAN 2 HARI		0	3	2

2. Surat Keterangan Masa Berlayar ini diberikan untuk keperluan : **UJIAN PASCA PRALA**
3. Data pada Surat Keterangan Masa Berlayar ini diambil berdasarkan Buku Pelaut Nomor : F - 337286 dan / atau Buku Saku nomor - atau surat keterangan dari perusahaan / instansi (khusus Kapal penangkapan ikan, kapal layar motor / KLM, kapal tradisional dan kapal negara) nomor :
4. Demikian Surat Keterangan Masa Berlayar ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

NO BILLING 820 210 719 822 772

**DIKELUARKAN DI : TANJUNG PRIOK
PADA TANGGAL : 19-07-2021**

**A.n KEPALA KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA
TG.PRIOK
KEPALA BIDANG KESELAMATAN BERLAYAR
KEPALA SEKSI KEPELAUTAN**

Catatan :
Tidak Berlaku apabila yang bersangkutan ditemukan melakukan pemalsuan pada dokumen pengambilan data.



Sumber : Dokumen Penulis

Lampiran 2 Surat Laut Kapal Penulis

SURAT LAUT
NO. AL. 520/26/10/DK/2019
Diterbitkan berdasarkan ketentuan Pasal 58
Permenhub Nomor PM 13 Tahun 2012
Sebagaimana telah diubah dengan ketentuan Pasal 67
Permenhub Nomor PM 39 Tahun 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini Direktur Perkapalan dan Kepelautan
menyatakan bahwa : BULK CARRIER

NAMA KAPAL	TANDA PANGGILAN	TEMPAT PENDAFTARAN	TANDA PENDAFTARAN
ALYIAH PERTIWI Eks SHUN YI	YCOX2	JAKARTA	2019 Pst No. 1481

UKURAN P X L X D (M)	TONASE KOTOR (GT)	TONASE BERSIH (NT)	TAHUN PEMBANGUNAN	NOMOR IMO
206.40 x 32.26 x 19.10	38678	25737	2000	9239991

PENGERAK UTAMA	MEREK TK/KW	BAHAN UTAMA KAPAL	JUMLAH GELADAK	JUMLAH BALING-BALING
MESIN	mitsubishi M&W 13500 PS	BAJA	1 (SATU)	1 (SATU)

Milik PT. TRANSCOM PACIFIC, Tbk berkedudukan di JAKARTA SELATAN
memenuhi syarat sebagai Kapal Indonesia, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, oleh karena itu berhak berlayar dengan mengibarkan bendera Indonesia sebagai bendera kebangsaan kapal.

Kepada seluruh pejabat yang berwenang dan pejabat-pejabat Republik Indonesia maupun mereka yang bersangkutan berkewajiban supaya memperlakukan nakhoda kapal dan mustannya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan Republik Indonesia dan perjanjian-perjanjian dengan negara-negara lain.

Tanda Selar : GT. 38678 No. 561/Ba

Diterbitkan di : JAKARTA
Pada tanggal : 06 MEI 2019

Didaftarkan dalam Register Surat Laut
No. Undat : 1166
No. Halaman : 2566
Buku Register : XLIV
POP, NO. 820190506461981

An. MENTERI PERHUBUNGAN
DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
DIREKTUR PERKAPALAN DAN KEPেলাUTAN
U. S.
KEPALA SUBDIT PENGUKURAN, PENDAFTARAN
KAPAL
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN LAUT
JAKARTA
NIP. 9751125 200712 1 001

Sumber : MV ALYIAH PERTIWI, 2021

Lampiran 3 Ship Particulars

SHIP'S PARTICULARS				
Ship's Name	MV ALYIAH PERTIWI			
FB	00870773186759			
E-mail	master@alyiahpertwi.baltic.commbox.com			
Port of Registry	JAKARTA			
Previous Name	SHUN YI			
IMO Number	9239991			
Call Sign	YCOX2			
MMSI	525300146			
Owners	PT. TRANSCOM PACIFIC			
Address	Bakti Tower Lt. 9 Komplek Rasuna Said, Jakarta Selatan, Indonesia			
Managers	BALTIC SHIP MANAGEMENT Pte. Ltd.			
Address	11 Changi North Street 1, Mawaboo Industrial Trust, #03-08 Singapore 498823			
Class	RINA			
Keel Laid / Delivered	06/2000/01-2001			
Builders	TSUNEISHI SHIPPING CO., LTD, JAPAN			
Official Number	+65 62967980			
L.O.A.	225.00 M			
L.B.P.	216.00 M			
Breadth (Extreme)	32.26 M			
Depth (Moulded)	19.10 M			
MAX Height From Keel to Top Antenna	42.78 M			
Gross Tonnage	38678			
Net Tonnage	25737			
Deadweight	73461 MT			
Light ship	10274 MT			
Suez Canal GRT / NRT	40266.82 / 37282.19			
Panama Canal NRT	31993			
TPC/PWA	66.1MT/0.316M			
P & I Club:	The London P & I Club			
	Displacement			
Summer	13.87	5.271	83735	73461
Tropical F.W.	14.475	4.666	85602	75328
Tropical	14.159	4.982	85647	75373
Fresh Water	14.186	4.955	83732	73458
Winter	13.581	5.560	81827	71553
Main Engine	Mitsui MAN-B&W 6S60 MC (Mark3) 1 set (M.C.C) 13500ps(9929KW)X91 RPM I.C.S.OJ85(M.C.C) 11480ps(8843KW)X86.2 RPM			
Generator, X 3 Units	Diesel Generator- 3 Sets 829ps(610KW), 900rpm, AC 450V, 60Hz			
Service Speed	Ballast Speed: 13.50Kts, Loaded Speed: 13.00Kts			
Ballast Capacity (incl C/Hold No.4)	34359.6 Cub M, incl. No.4 cargo hold (3040.2CU M)			
Fuel Oil Capacity 100%	2444.9 Cub M			
Diesel Oil Capacity 100%	82.3 Cub M			
Fresh Water Capacity	406 Cub M			
Cargo Hold Capacity	Grain 88343.9 Cub M			
Owner's P & I	The London P & I Club			

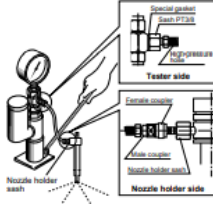
Sumber : MV ALYIAH PERTIWI, 2021

Lampiran 4 Cara Maintenance Injektor Mesin Diesel

CHAPTER 5	Inspection and Maintenance
ITEM 4.2 DK-20	Inspecting and Maintenance of Fuel Injection Valve

ii) Remove both the cylinder head cover and heat box cover.
 iii) Loosen the bolt (A) and (B), remove the high-pressure fuel coupling (block) (C).
 iv) Remove the inlet connector (D).
 v) Remove the tightening nut (E) using a box wrench.
 vi) Extract the fuel injection valve (F) using a fuel injection extracting implement.
 vii) Remove the circular gasket (G).

(3) Injection Test
 Conduct a fuel injection test of the fuel injection valve, to check if the opening pressure and the spraying conditions of the fuel injection valve is in proper and normal state.
 Conduct the fuel injection test using the fuel injection test device installed to the engine.

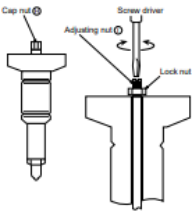


Injection Test Procedure

a) Inspecting Valve Opening Pressure
 i) Install the fuel injection valve on the injection test device, after removing the carbon stuck on the tip of the valve, and cleaning the tip.
 ii) Connect the test pump and fuel injection valve using a high-pressure hose for testing.
 iii) Quickly operate the test pump lever several times, and drain the air until the valve starts injection of the fuel as the pressure indicating scale swings.
 iv) Slowly turn the test pump lever (once every second, or so), check the pressure reading (the pressure, that has once increased gradually, suddenly starting to decrease due to opening of the valve).

* Normal pressure: 27.4–29.4 MPa (280–300 kgf/cm²)

b) Adjusting Valve Opening Pressure
 When reassembling the fuel injection valve after conducting the maintenance work by extracting the valve out of the engine, and when the nozzle is replaced with a new one, adjust the valve pressure on the following procedure:



Pressure Adjusting Procedure

* Setting pressure: 29.4 MPa (300 kgf/cm²)
 Be minded to set the pressure of the fuel injection valve at a rather higher level, taking into consideration the initial working adjustment, in case that a new injection valve is introduced.
 30.4 MPa (310 kgf/cm²)

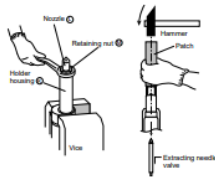
Sumber : Manual instruction book

Lampiran 5 Cara Maintenance Injektor Mesin Diesel

CHAPTER 5	Inspection and Maintenance
ITEM 4.2 DK-20	Inspecting and Maintenance of Fuel Injection Valve

(4) Disassembling and Inspecting Nozzle
 In case that a remarkable decrease of the valve opening pressure, faulty injection of fuel oil, or dripping-down of fuel oil after injection is found as the results of the fuel injection test, conduct disassembling, cleaning, and inspection on the following procedure:

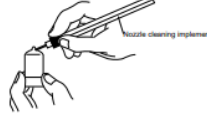
a) Disassembling the Nozzle
 i) Remove the cap nut (A).
 ii) Loosen the adjusting nut (B).
 iii) Fix the holder housing (C) in a vise, and loosen the retaining nut (D).
 iv) Extract the needle valve out of the nozzle (E).
 v) Extract the nozzle out of the retaining nut, by striking with a hammer, placing a pipe-type patch on the nozzle, so as not to damage the nozzle hole.



Nozzle Disassembly Procedure

b) Inspecting Nozzle
 i) Clean the nozzle nut and needle valve with gas oil.
 ii) Clean the nozzle hole with a nozzle cleaning implement.
 iii) Push in and push out with hand, and check the movement.
 • Check if the movement is smooth or not.
 • Check if the movement is too loose.

If the retaining nut is turned while the adjusting nut is still tightened, it will damage the nozzle or nozzle holder parts.
 In case that heavy fuel oil is used, the retaining nut and nozzle may be stuck together with carbon accumulated on them.
 If the nut is loosened in this state, the nozzle will turn together with the nut, and may damage the nozzle, or the knock pin of spacer, and therefore first lubricate the nut with gas oil, and then carefully loosen the nut by striking the nozzle with a hammer, while placing a patch on the nozzle.



Nozzle Cleaning Procedure

Since the nozzle and needle valve is a pair functioning together, be minded not to replace either of them separately.
 Do not try to reuse a faulty nozzle by snapping, but be sure to replace it with a new one.

Sumber : Manual instruction book

Lampiran 6 Kondisi pengabutan normal injektor



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 7 Kondisi *Nozzle* Pecah



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 8 Kondisi Pengabutan Injektor Yang Tersumbat



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 9 Tekanan Normal Injektor Ketika *Pressure Test*



Sumber : MV. ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 10 Me-Lapping spacer Dengan *Body Injector*



Sumber : MV.ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 11 Penulis mengetes injektor



Sumber : MV.ALIYAH PERTIWI,2021

Lampiran 12 Me-Lapping Nozzle Dengan Spacer



Sumber : MV.ALIYAH PERTIWI,2021

RIWAYAT HIDUP



MUHAMMAD TAUFIQ MUMTAZ Lahir di Jakarta 3 Oktober 2000, anak semata wayang dari pasangan Harmon dan Muji WInarsih Penulis memulai pendidikan sekolah dasar pada tahun 2006 di SDIT Al- Fidaa sampai tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan ke Pondok Pesantren Darunnajah Jakarta selatan sampai tahun 2018.

Pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar sebagai angkatan XXXIX, mengambil jurusan TEKNIKA, dalam pendidikan ini penulis telah mengadakan Praktek Laut (Prala) di kapal milik PT. TRANSCOAL PACIFIC, yaitu kapal MV. Aliyah Pertiwi berbendera Indonesia dari tanggal 07 Oktober 2020 sampai dengan 09 Juli 2021. Dan pada tahun 2022 penulis telah menyelesaikan pendidikan Diploma IV dan Ahli Tehnika Tingkat III (ATT - III) di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.