KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LISTRIK DI MT. JOHN CAINE 2

Oleh:
MOHAMAD IDNI FIKRI
NRP. 561189922

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA-IV
JAKARTA
2022

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LISTRIK DI MT. JOHN CAINE 2

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh:
MOHAMAD IDNI FIKRI
NRP. 561189922

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA-IV
JAKARTA
2022

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	**MOHAMAD IDNI FIKRI**
NRP	:	**561189922**
Program Pendidikan	:	**DIPLOMA IV**
Program Studi	:	**TEKNIKA**
Judul	:	**ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LSITRIK DI MT JOHN CAINE 2**

Jakarta, 08 Juli 2022

Pembimbing I

Samsuddin, M.T, M.Mar. E
NIP. 19720117 200212 1 001

Pembimbing II

Capt. Sajim Budi S, MM
NIP. 19690616 199903 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

Diah Zakiah, MT
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

NAMA	:	MOHAMAD IDNI FIKRI
NRP	:	561189922
PROGRAM PENDIDIKAN	:	DIPLOMA IV
JURUSAN PENDIDIKAN	:	TEKNIKA
JUDUL	:	ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LISTRIK DI MT. JOHN CAINE 2

Jakarta, Agustus 2022

Ketua Penguji	Penguji I	Penguji II
Dr. Ir. Desamen Simatupang, MM.	Jarot Delta Susanto, S.SI.T, MM	Capt. Sajim Budi S, MM
Pembina (IV/c)	Penata Tk. I (III/d)	Penata Tk 1 (III/d)
NIP. 19581229 199303 1 001	NIP. 19820717 200502 1 001	NIP. 19690616 199903 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

Diah Zakiah, ST.,MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197905172006042015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, karunia dan keridhaan-Nya serta diiringi doa orang tua dan keluarga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk memenuhi persyaratan dan menyelesaikan program Diploma IV yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, penulis membuat skripsi ini dengan judul:

"ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LISTRIK DI MT. JOHN CAINE 2 "

Dalam penyusunan skripsi ini berdasarkan atas pengalaman yang diperoleh penulis selama menjalankan Praktek Laut (Prala) di perusahaan PT. ATAMIMI ENERGY CORP. dikapal MT. JOHN CAINE 2 dan dipandu oleh materi – materi yang diperoleh selama melaksakan pendidikan dari beberapa buku referensi yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam – dalamnya kepada:

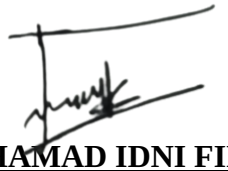
1. Ayahanda Imam Bahroji dan Ibunda Almh. Niniek Sulistiyowati sebagai orang tua tercinta yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan seluruh cinta, kasih sayang, dukungan, nasehat serta dengan bantuan doanya demi keselamatan dan kelancaran penulis dalam usaha meraih cita-cita dan masa depan.
2. Yth. Capt. Sudiono, M.Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta
3. Yth. Diah Zakiah, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran
4. Yth. Samsuddin, M.T, M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi, yang rela meluangkan waktu dan banyak memberikan pengarahan serta bimbingan demi anak didik beliau sehingga skripsi ini berjalan lancar.
5. Yth. Capt. Sajim Budi S, MM selaku Dosen Pembimbing Penulisan Skripsi, yang telah memberikan pengarahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini.

6. Yth. Seluruh dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta yang telah bersedia mendidik dan membimbing serta memberikan masukan – masukan demi selesainya skripsi ini.
7. Seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
8. Seluruh teman saya angkatan 61 yang selalu memberikan dorongan semangat dan selalu mendoakan penulis untuk maju.
9. Junior-junior saya, teman satu daerah saya dan kelas TEKNIKA VIII C yang telah memberikan warna dalam hidup serta memberikan semangat sampai dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, penulis ucapkan terimakasih atas dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna masih terdapat kekurangan – kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari semua pihak guna menambah wawasan ilmu yang berguna nantinya bagi penulis dan juga para pembaca di masa yang akan datang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya serta pembaca pada umumnya.

Jakarta, 23 Juli 2022
Penulis



MOHAMAD IDNI FIKRI
NRP. 561189922

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii
TANDA TANGAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR SINGKATAN ix
DAFTAR SIMBOL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I : PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 3
C. Batasan Masalah 3
D. Rumusan Masalah 3
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian 3
F. Sistematika Penulisan 4
BAB II : LANDASAN TEORI 6
A. Pengertian/ Definisi Operasional 6
B. Teori 7
C. Kerangka Pemikiran 27
BAB III : METODE PENELITIAN 29
A. Waktu dan Tempat Penelitian 29
B. Metode Pendekatan 30
C. Sumber Data 31
D. Teknik Pengumpulan Data 32
E. Teknik Analisis Data 35
BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN 36
A. Deskripsi Data 36
B. Analisis Data 43
C. Alternatif Pemecahan Masalah 55
D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah 67
E. Pemecahan Masalah 70
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN 72
A. Kesimpulan 72
B. Saran 73
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Bagian-bagian injektor 18

Gambar 2.2 Jenis-jenis nosel 20

Gambar 2.3 Bentuk – bentuk penyemprotan pada injector 21

Gambar 2.4 Kerangka pemikiran 27

Gambar 4.1 Pegas tekan injektor yang patah 37

Gambar 4.2 Data perawatan injektor 2021 39

Gambar 4.3 Kondisi nosel injektor 42

Gambar 4.4 Kondisi jarum nosel 42

Gambar 4.5 Nosel injektor bekas yang diperbaiki 43

Gambar 4.6 Pegas tekan yang tidak orisinal 44

Gambar 4.7 Perbandingan pegas tekan yang orisinal dengan yang asli 45

Gambar 4.8 Hasil laboratorium 47

Gambar 4.9 Sampel bahan bakar 48

Gambar 4.10 DO Purifier 48

Gambar 4.11 Saringan bahan bakar kotor 49

Gambar 4.12 Jarum nosel yang mengalami keausan 50

Gambar 4.13 Dudukan nosel yang lecet dan tidak rata 50

Gambar 4.14 Lubang pada nosel yang sudah melebar 51

Gambar 4.15 Data penerimaan suku cadang 54

Gambar 4.16 Alat pembersih lubang nosel 63

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Spesifikasi minyak solar di Indonesia 25

Tabel 4.1 Tabel pengamatan injektor 38

Tabel 4.2 Tabel pengetesan injektor 38

Tabel 4.3 Data dan set point generator berdasarkan buku manual 40

Tabel 4.4 Daftar persediaan suku cadang 53

DAFTAR SINGKATAN

Acc	*Accepted*
BBM	Bahan Bakar Minyak
DWT	*Dead Weight Tonnage*
Dr.	Doktor
Drs.	Doktorandus
HSD	*High Speed Diesel*
IMO	*Internasional Maritime Organization*
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
KKM	Kepala Kamar Mesin
LBP	*Length Between Perpendicular*
LOA	*Length Over All*
MDO	Marine Diesel Oil
MFO	Marine Fuel Oil
MTR	Meter
MT	*Motor Tanker*
PT	Perseroan Terbatas
PMS	*Plan Maintenance System*
RPM	*Revolutions per minute*
SDM	Sumber Daya Manusia
TMA	Titik Mati Atas
TMB	Titik Mati Bawah

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
^oC	Celsius	
C	Karbon	
CO	Karbon Monoksida	
CO_2	Karbon Dioksida	
^oF	Fahrenheit	
H	Hidrogen	
H_2O	Hidrogen Dioksida	
Kg	Kilo Gram	Bar (N/m^{-2})
N_2	Nitrogen	^oK
O_2	Oksigen	
S	Sulfur	
T	Suhu	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Fuel Injection Valve SSAMYONG MAN B&W 6L 16/24

Lampiran 2 Alat pengetesan injektor

Lampiran 3 Daftar suku cadang yang tersisa di kapal

Lampiran 4 Ship Particular MT JOHN CAINE 2

Lampiran 5 Buku Manual *Diesel Engine Generator* SSAMYONG MAN B&W 6L 16/24

Lampiran 6 Foto Mesin Disel Pembangkit Listrik No 1 di MT. John Caine 2

Lampiran 7 Foto saat overhaul cylinder head generator di MT. John Caine 2

Lampiran 8 Crew List MT. John Caine 2

Lampiran 9 Foto kapal MT. John Caine 2

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dunia mengalami perkembangan teknologi yang cukup pesat atau biasa disebut dengan Revolusi Industri 4.0, manusia dituntut cepat dan efisien dalam melakukan perpindahan tempat. Kapal merupakan salah satu moda transportasi laut yang dapat menghubungkan negara-negara di dunia ini khususnya di Indonesia yang memiliki bentuk negara kepulauan. Peranan kapal sangat dibutuhkan dalam dunia ekspor-impor juga digunakan sebagai mobilitas penduduk antar pulau.

Kebutuhan yang meningkat dalam transportasi laut tidak cukup dengan diperbanyaknya jumlah kapal itu sendiri, akan tetapi mengupayakan kondisi moda transportasi laut ini agar selalu dalam keadaan baik dan siap digunakan. Permesinan yang baik mempunyai peranan penting untuk bekerja optimal melayani manusia dalam hubungannya dengan pengoperasian kapal. Tidak ada satupun perusahan pelayaran manapun yang menghendaki kapal-kapalnya berhenti beroperasi akibat tidak berfungsinya salah satu komponen permesinan. Hal tersebut dapat mengakibatkan perusahaan merugi dikarenakan kapal-kapal mereka tidak ada yang menyewa.

Dalam menunjang kegiatan operasional kapal tidak lepas hubungannya, dengan keberadaan motor disel pembangkit listrik yang digunakan untuk berbagai kegiatan yang sifatnya menunjang kelancaran oprasional pelayaran. Keberadaan motor disel di atas kapal amat penting, di mana motor disel dalam operasinya ditujukan untuk memutar alternator sehingga menghasilkan listrik guna kelancaran operasional pelayaran. Oleh karenanya perlu adanya perawatan secara berkala dan terencana untuk menjaga kestabilan operasionalnya. Mesin disel pembangkit listrik harus menerima perhatian serta perawatan secara intensif dan terus menerus. Mesin disel yang tidak menerima perhatian dan perawatan secara intensif akan mengakibatkan tidak optimalnya kinerja pembangkit listrik pada saat dipergunakan untuk berlayar.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kinerja mesin disel pembangkit listrik yaitu: cincin torak patah, injektor tidak bisa mengabutkan bahan bakar, rendahnya kualitas bahan bakar yang dipakai, tidak bekerjanya sistem pendingin di mesin disel, Sistem pelumasan tidak dapat melumasi dengan baik, katup buang tidak bekerja dengan baik, dan sebagainya.

Dari berbagai macam permasalahan yang terjadi pada mesin disel pembangkit listrik, kondisi yang sering dialami di kapal yaitu alat pengabut bahan bakar tidak dapat mengabut. Pengabutan bahan bakar ke dalam ruang bakar ditentukan oleh bagus tidaknya kondisi nosel pada injektor. Bila mana nosel tengah dalam keadaan berkendala, maka nosel tidak bisa mengabutkan bahan bakar secara optimal. Jika hal itu terjadi, maka proses pembakaran pun akan ikut terganggu dan nantinya akan mempengaruhi daya pada mesin tersebut.

Seperti yang dialami penulis ketika melaksanakan praktek laut di atas kapal MT John Caine 2. Yang tepatnya pada tanggal 08 September 2020 ketika kapal sedang sandar di dermaga 10 Pertamina Refenery III Palembang, saat persiapan untuk melakukan bongkar muatan pembangkit listrik yang digunakan adalah nomor 1 dan 2. Pada awal melakukan bongkar muatan mesin disel pembangkit listrik tidak mengalami kendala, kemudian setelah 4 jam berlalu juru minyak yang sedang dinas jaga melaporkan pada masinis 3 bahwa gas buang silinder nomor 1 pembangkit listrik 1 terlihat terjadi perbedaan suhu dibandingkan dengan silinder lainnya yaitu pada suhu 395°C sedangkan normalnya suhu gas buang ketika sedang bongkar muatan 450-480°C.

Menurut buku manual rata-rata perbedaan suhu gas buang yang di toleransi yaitu ±25°C, namun terjadi perbedaan melewati batas buku manual yakni 37°C. Masinis 3 mencoba menambah tekanan pada pengatur volume bahan bakar (*control rack*) pada pompa bahan bakar silinder nomor 1, terlihat suhu gas buang mulai naik tetapi tidak bertahan lama kembali menjadi 395°C. Setelah proses bongkar muatan pada dua hari berikutnya masinis 3 mengecek injektor ternyata pegas tekan pada injektor patah. Oleh karena itu pengabutan tidak optimal dan terjadi pembakaran yang tidak sempurna pada silinder nomor 1 sehingga menyebabkan suhu gas buang turun. Hal ini membuat penurunan loading kW yang pada normalnya 200 kW turun menjadi 190 kW. Walaupun tidak terjadi penurunan yang signifikan tapi jika tidak segera diatasi maka membuat turbocharger pada *generator* mengalami *surging*. Kendala seperti itu terjadi berulang kali dan jika kejadian tersebut tidak segera di atasi akan sangat

merugikan perusahaan. Dari permasalahan di atas maka penulis mengangkat masalah tersebut.

Dari uraian serta alasan-alasan yang telah dijelaskan diatas, maka skripsi ini diberi judul:

"ANALISIS KINERJA INJEKTOR YANG KURANG BAIK TERHADAP MENURUNNYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DISEL PEMBANGKIT LISTRIK DI MT. JOHN CAINE 2".

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Beberapa kemungkinan masalah pada injektor yang dapat terjadi yang mengakibatkan turunnya suhu pada gas buang mesin disel pembangkit listrik adalah sebagai berikut:

1. Pegas tekan pada bagian injektor patah
2. Terjadi penyumbatan pada lubang nosel.
3. Menetesnya bahan bakar pada nosel.
4. Tidak tersedianya suku cadang.
5. Kurang terencananya perawatan pada injektor mesin disel pembangkit listrik.

C. BATASAN MASALAH

Penulis memberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Pegas tekan pada bagian injektor patah
2. Menetesnya bahan bakar pada nosel
3. Tidak tersedianya suku cadang

D. RUMUSAN MASALAH

Setelah dilakukan identifikasi masalah, maka masalah yang akan diangkat dalam skripsi ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Apa yang menyebabkan pegas tekan pada injektor patah?
2. Apakah yang menyebabkan menetesnya bahan bakar pada nosel?
3. Mengapa pengadaan suku cadang injektor tidak tersedia dengan baik?

E. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan untuk:

1. Untuk mengetahui penyebab dan pemecahan masalah dari patahnya pegas tekan pada injektor.

2. Untuk mengetahui penyebab dan pemecahan masalah dari menetesnya bahan bakar pada nosel injektor.
3. Untuk mengetahui penyebab dan pemecahan masalah dari tidak tersedianya suku cadang pada kapal yang dapat menghambat operasional kapal.

Manfaat dari penelitian ini dimaksudkan untuk:

a. Manfaat secara teoritis adalah ilmu-ilmu yang sudah dibahas oleh penulis dan pembuat mesin kapal dapat dikembangkan oleh pembaca sebagai bahan teori sebelum mengambil keputusan pemecahan masalah yang dihadapi sehubungan dengan injektor pada mesin disel pembangkit listrik.
b. Manfaat secara praktis
    1) Bagi masinis kapal sebagai acuan dalam mengatasi masalah yang terjadi dalam sistem kerja injektor demi menjaga kinerja dari pembangkit listrik sehingga operasi kapal berjalan dengan lancar.
    2) Bagi penulis sendiri untuk menambah pengalaman, pengetahuan dan wawasan bagaimana langkah – langkah untuk mengatasi suatu masalah yang terjadi dalam prinsip kerja injektor yang berpedoman pada buku manual.
    3) Bagi pembaca pada umumya, sebagai wawasan agar memahami prinsip kerja injektor dan menjadi bahan pertimbangan tentang pentingnya perawatan yang optimal terhadap alat pengabut bahan bakar di atas kapal

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memudahkan pembahasan dan dapat memahami isi materi yang akan dibahas penulis akan membuat sistematika penulisan yang akan disajikan yaitu pada bab yang lainnya saling terkait atau berhubungan. Sesuai dengan isi materi pokok pembahasan yang akan dibahas. Adapun sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab pendahuluan menguraikan mengenai latar belakang masalah identifikasi masalah, batasan masalah rumusan masalah tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Dalam bab ini di kemukakan tentang tinjauan pustaka yang memuat uraian mengenai ilmu pengetahuan yang terdapat dalam kepustakaan, pengertian dari hal - hal yang berkaitan dengan permasalahan dan kerangka pemikiran yang menjelaskan secara teoritis yang berkaitan antara variabel yang diteliti serta hipotesis dalam mengemukakan jawaban sementara atau kesimpulan sementara yang di peroleh oleh penulis mengenai pokok permasalahan yang diteliti.

BAB III. METODE PENELITIAN

Mengenai metode penelitian penulis menggunakan cara pengumpulan data dari objek yang di teliti, meliputi: waktu dan tempat penelitian, berapa lama penelitian di lakukan untuk mengumpulkan data yang mengungkapkan cara apa saja yang di lakukan untuk mengumpulkan data, subjek penelitian yang merupakan informasi tentang subjek yang menjadi fokus penelitian, serta teknik analisis data yang di gunakan dalam penelitian.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menguraikan tentang deskripsi data lapangan, misalnya apa yang dilihat dengan panca indera, apa yang dibaca seperti dokumen, dan yang didengar dari orang-orang yang menjadi sumber data. Hasil pengolahan data digunakan menganalisis hubungan antara berbagai variabel untuk menemukan variabel mana yang menjadi penyebab utama timbulnya masalah. Alternatif pemecahan masalah, evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah, dan pemecahan masalah yang dipilih..

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh pembahasan dalam skripsi. Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis data sehubungan dengan masalah penelitian. Diteruskan dengan saran yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. PENGERTIAN/ DEFINISI OPERASIONAL

Untuk melengkapi pembahasan di dalam penulisan skripsi ini, penulis telah menggunakan beberapa definisi operasional yang saling berkaitan dengan permasalahan yang dibahas penulis pada penulisan ini, adapun definisi operasinal yang digunakan antara lain:

1. Pengertian Analisis menurut KBBI (2016) adalah penyelidikan tentang suatu peristiwa dengan cara menelaah, memilah, mengurai, membedakan sesuatu untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya, sebab musabab, duduk perkara, dan sebagainya.
2. Menurut buku Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri (2019: 18 Penyusun: Syamsul Hadi). Perawatan adalah cara untuk menghilangkan penyebab kemacetan (*breakdown*), apabila memungkinkan dilakukan sebelum terjadi kemacetan. Usaha tersebut bisa berupa pembersihan, pelumasan pemeriksaan berkala, servis, atau *tune up* supaya kinerjanya tetap pada waktu yang diharapkan.. Dengan kata lain, perawatan adalah kegiatan yang diperlukan untuk mempertahankan (*retaining*) dan mengembalikan (*restoring*) mesin ataupun peralatan kerja ke kondisi yang terbaik sehingga dapat melakukan produksi dengan optimal.
3. Menurut Achmad Kusairi Samlawi dalam buku yang berjudul Teori Dasar Motor Disel (2015), Mesin disel adalah motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi didalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan / dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran.

4. Menurut Karyanto (2000), Injektor adalah suatu alat yang berfungsi mengatomasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi serta memberi tenaga penyebaran, pembagian dan penerobosan bahan bakar.

B. TEORI

Dalam sub bab ini penulis menguraikan teori-teori dari para ahli yang mendukung tentang pembahasan skripsi sebagai berikut.

1. Perawatan dan Perbaikan

Menurut J.E Habibie dalam buku yang berjudul Manajemen Perawatan dan Perbaikan (2009), Tahapan-tahapan pelaksanaan perawatan sebagai berikut :

a. Perencanaan (*planning*)

Dari perencanaan yang baik,diharapkan pelaksanaan perawatan dan perbaikan ini dapat berjalan dengan baik. Dengan demikian tujuan dapat dicapai secara efisien dan efektif, sedangkan jenis dan tahap perawatan :

1) Perawatan pada saat kapal beroperasi (*running repair*)
2) Perawatan harian (*daily*)
3) Perawatan mingguan (*weekly*)
4) Perawatan bulanan (*monthly*)

b. Sistematika perawatan

Sistematika perawatan hendaknya dibuat dengan dikualifikasi data teknik dengan penomoran tiap grup (utama, kelompok, sub kelompok, suatu pekerjaan dan suku cadang). Dari setiap perlengkapan mesin induk serta pelaksanaannya menurut jadwal pekerjaan perawatan, menurut buku petunjuk perawatan yang sudah ditentukan oleh pabrik pembuat.

c. Kearsipan

Setiap catatan perawatan yang sudah dilaksanakan harus disimpan dilemari arsip dan harus diberi label menurut nama komponen utamanya. Catatan asli dikirim keperusahaan setiap bulan sebagai laporan pertanggung jawaban atas pelaksanaan perawatan dan perbaikan. Hal ini juga, merupakan informasi kepada mereka yang hendak melaksanakan perawatan berikutnya, untuk dijadikan pedoman.

d. Sistem suku cadang

1) Administrasi suku cadang

a) Setiap suku cadang yang sisa diatas kapal hendaknya dicatat jumlah dan keadaannya didalam buku logistik.

b) Setiap penerimaan dan pemakaian, tanggal dan bulan di catat dalam buku logistik.

c) Jumlah penerimaan dan pemakaian setiap bulan dicatat dan dilaporkan ke perusahaan.

d) Jumlah yang diterima, dipakai dan sisa dalam waktu satu tahun (akhir tahun) dicatat dan dilaporkan kepada perusahaan guna dijadikan pertimbangan dan pedoman untuk tahun –tahun berikutnya.

2) Strategi perawatan

a) Sistem perawatan berencana

Perawatan berencana adalah, dimana suatu usaha untuk mencegah kerusakan dan menentukan bertambahnya kerusakan dalam tahap dini, penerapan yang mudah merupakan hal yang penting dari sistem perencanaan perawatan.

b) Sistem perawatan periodik

Perawatan Periodik adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dilakukan secara periodik berdasarkan waktu kalender atau jam kerja (*running hours*) dengan mengacu kepada buku manual.

c) Perawatan Insidentil

Perawatan Insidentil artinya kita mebiarkan mesin bekerja terus menerus sampai rusak (*down time*), baru kemudian dilaksanakan perawatan dan perbaikan (*break down repair*). Dalam prakteknya perawatan insidentil ini tidak dapat menekan biaya perawatan, bahkan sering terjadi pembengkakan anggaran biaya perbaikan (*total maintenance cost*).

d) Perawatan Perbaikan

Perawatan dan Perbaikan adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan berencana yang bertujuan untuk memperbaiki setiap kerusakan yang terpantau, walaupun belum waktunya dilaksanakan perbaikan, khususnya untuk material yang membahayakan. Mencegah

terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan yang lebih besar, dengan pertimbangan lebih baik kita lakukan perbaikan awal. Suatu tugas yang perlu dilakukan agar kita dapat mempertahankan kondisi permesinan terhadap nilai keselamatan dan nilai ekonomis kapal.

e) Perawatan Kondisi

Pemantauan Kondisi adalah sistim perawatan yang diterapkan dimana kondisi kapal diperkirakan (probabilitas) memiliki tingkat kerusakan yang meningkat dengan cepat, maka penentuan perawatan dibuat sendiri. Oleh karena kasus ini jarang terjadi, maka strategi pengembangan perawatan yang tidak ditentukan oleh waktu kalender dan waktu operasi, melainkan menurut pemantauan langsung terhadap mesin dan perlengkapannya.

f) Pengukuran Terus Menerus

Pengukuran Terus Menerus adalah pemantauan kondisi yang dilakukan dengan pengukuran secara terus menerus dan dicatat dalam kronologi mesin dan perlengkapannya.

2. Cara Kerja Mesin disel

Menurut Armstrong dan Proctol (2013) berpendapat bahwa, "*Diesel engine is any internal-combustion engine in which air is compressed to sufficient high temperature to ignite disel fuel injected into the cylinder, where combustion and expansion actuate a piston. It converts the chemical energy stored in the fuel into mechanical energy*,…".

Yang dimaksud mesin disel ialah mesin pembakaran internal dimana udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar disel yang disuntikkan ke dalam silinder, dimana pembakaran dan pemancaran menggerakkan piston yang mengubah energi kimia yang dalam bahan bakar menjadi energi mekanik, yang dapat digunakan untuk truk pengangkut barang, traktor besar, lokomotif, dan kapal laut. Sejumlah mobil juga bertenaga disel, seperti juga beberapa set pembangkit tenaga listrik.

Prinsip kerja mesin disel ada dua macam yang sangat popular disebut dengan mesin disel 4-tak dan mesin disel 2-tak. Pengertian "tak" adalah langkah torak, jadi 4-tak sama dengan 4-langkah torak yang menghasilkan satu usaha potensial, demikian juga mesin disel 2-tak sama dengan 2-langkah torak menghasilkan satu

usaha potensial. Menurut Jusak Johan Handoyo (2018), Prinsip kerja mesin disel 4-tak dapat diuraikan dalam langkah-langkah kerja di bawah ini :

Langkah Pertama : Pemasukan/pengisian

a. Torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), dimana gerakkan "pertama" torak ini disebabkan :
   1) Putaran poros engkol yang diputar dengan mesin listrik
   2) Tekanan udara pejalan (*air starting*) yang mendorong salah satu torak dan disusul torak berikutnya sesuai *firing order*
b. Katup masuk mulai terbuka pada saat ±25° sebelum TMA
c. Katup buang mulai tertutup pada saat ±20° sesudah TMA
d. Udara murni masuk ke dalam silinder mesin melalui katup masuk yang masih terbuka
e. Tekanan udara dalam silinder lebih kecil daripada tekanan udara luar (1 atmosfer), torak seolah-olah sebagai pompa yang menghisap udara luar yang masih terbuka.
f. Di atas torak terjadi pembesaran volume dan pengecilan tekanan udara, sehingga udara murni/udara luar dengan mudah masuk terisap memenuhi ruang silinder mesin.
g. Posisi torak sampai di titik mati bawah (TMB) dan disusul langkah berikutnya.

Langkah kedua : kompresi udara

a. Torak bergerak mulai dari TMB ke TMA
b. Katup masuk menutup pada saat ±30° sesudah TMB
c. Udara murni di atas torak di kompresi hingga tekanan mencapai ±40 Bar (kg/cm^2) dengan suhu mencapai ± 400°Celcius, cukup untuk membakar bahan bakar Gas.
d. Pada saat torak akan mendekati ±10° sebelum TMA, bahan bakar minyak dipompakan melalui pompa bahan bakar tekanan tinggi (bosch pump) ke pengabut pada tekanan antara 250-400 kg/cm^2 sehingga terjadi pengabutan bahan bakar di dalam silinder.

e. Kabut bahan bakar bersinggungan langsung dengan udara panas bertekanan tinggi tersebut dan menimbulkan pembakaran di dalam silinder (*internal combustion*).
f. Posisi torak sampai melewati beberapa derajat dari TMA, ledakan pembakaran masih berlanjut sekaligus tenagannya mendorong torak ke bawah dan memutar poros engkol (*crank shaft*) dan selanjutnya disebut langkah awal-usaha.

Langkah ketiga : Ekspansi (Usaha)

a. Pembakaran di dalam silinder (ledakan) inilah yang menghasilkan tenaga potensial sebagai awal langkah usaha. Pembakaran di dalam silinder terjadi disebabkan adanya percampuran gas bahan bakar + oksigen dari udara bersih + panas kompresi.
b. Torak dari TMA ke TMB langsung mendapatkan "tendangan" dengan tenaga penuh bergerak ke bawah.
c. Tenaga (daya) inilah yang mendorong torak, diteruskan melalui batang torak (*connecting rod*) dan pada akhirnya memutarkan poros engkol (*crank shaft*) dan diteruskan menggerakkan poros baling-baling (*propeller*) dan kapal bergerak melaju.
d. Katup masuk dan katup buang masih tertutup.
e. Pada saat torak mendekati ±40° sebelum TMB, katup buang mula terbuka, dilanjutkan dengan pembuangan awal untuk mengeluarkan gas-gas bekas dari dalam silinder.
f. Gas-bekas ini harus dibuang sampai bersih, karena akan mengganggu pembakaran berikutnya.
g. Posisi torak sampai di TMB dan melanjutkan langkah berikutnya.

Langkah keempat : Pembuangan

a. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
b. Katup buang masih terbuka terus sampai di TMA, katup masuk masih tertutup.
c. Gas-gas bekas pembakaran dikeluarkan/didorong keluar dari dalam silinder melalui katup buang, dengan gerakan torak ke atas ketika tekanan di dalam silinder lebih besar dari tekanan udara luar.

d. Pada saat torak berada ±25° engkol sebelum TMA katup masuk terbuka, bersamaan masuknya udara murni yang ditekan dari hasil Blower Turbo Charger. Udara murni yang masuk sebelumnya sudah melalui Inter Cooler (*Air Scavanging Cooler*) dengan suhu ±40° Celcius
e. Udara murni yang masuk sebelum TMA adalah untuk membersihkan sisa-sisa gas bekas sampai bersih, pada saat itu katup buang masih dalam keadaan terbuka sampai TMA, karena sisa-sisa gas bekas tersebut akan mengganggu pembakaran berikutnya.
f. Pada saat masuknya udara murni dan dingin yang mendorong sisa-sisa gas bekas ini, selama ±25° engkol sebelum TMA (katup masuk terbuka) sampai ±20° engkol sesudah TMA (katup buang menutup) disebut proses "pembilasan" sehingga di dalam silinder benar-benar keadaan bersih dan dingin.
g. Proses langkah torak pembuangan ini selesai (langkah ke-4) dan siap meneruskan langkah pemasukan (langkah pertama) dan seterusnya mesin bekerja terus-menerus dalam satuan putaran per menit (RPM).
h. Dalam empat langkah torak tersebut di atas atau sama dengan 2 (dua) kali putaran engkol mesin, menghasilkan satu langkah usaha (pembakaran) yang menggerakkan poros engkol mesin sehingga mesin ini terkenal disebut mesin 4-tak.
i. Mesin disel 4-tak ini sangat banyak populasinya dipakai sebagai mesin disel dengan putaran menengah dan tinggi. Umumnya banyak dipakai untuk penggerak alternator/generator pembangkit tenaga listrik dihampir semua kapal.

3. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut Utomo Ramelan (2017), Proses pembakaran adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar (hidro karbon) dengan oksigen dari udara. Proses pembakaran dapat dipercepat dengan jalan memusar udara yang masuk ke dalam silinder, yaitu untuk mempercepat dan memperbaiki proses pembakaran bahan bakar dan udara. Namun demiikian jika pusaran udara itu begitu besar maka kemungkinan terjadi kesulitan menghidupkan mesin dalam keadaan dingin. Hal ini disebabkan karena proses pemindahan panas dari udara ke dinding silinder yang masih dalam keadaan dingin lebih besar sehingga udara tersebut menjadi

dingin juga. Sebaliknya jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi sehingga dengan pusaran udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu mesin akan bekerja lebih efisien.

Bahan bakar yang dikabutkan kedalam silinder berbentuk butir-butir cairan yang sangat halus. Berhubung didalam silinder telah terdapat udara yang bertemperatur dan bertekanan tinggi maka butir-butir tersebut akan menguap. Penguapan butiran bahan bakar itu dimulai pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang terpanas uap bahan bakar yang terjadi itu selanjutnya bercampur dengan udara yang ada disekitarnya. Proses penguapan itu berlangsung terus selama temperatur sekitarnya mencukupi, demikian juga dengan proses pencampuran udara.

Menurut Cokorde Prapti (2010), Pembakaran dapat diartikan sebagai proses/reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Kemudian oksidator yaitu segala substansi yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar. Pembakaran akan terjadi bila terdapat 3 komponen utama, yaitu :

a. Oksigen/udara

   Oksigen/udara yang diperlukan untuk pembakaran adalah oksigen/udara segar.

b. Bahan bakar

   Untuk motor disel bahan bakar yang dipakai untuk pembakaran ialah memakai bahan bakar khusus mesin disel, misal: solar.

c. Sumber nyala/panas

   Panas untuk pembakaran pada motor disel didapatkan dari hasil pemampatan dalam silinder dengan tekanan yang tinggi

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015: 59), beberapa faktor terjadinya pembakaran di dalam silinder seperti :

a. Udara bersih (murni) yang ditekan pada akhir langkah kompresi mencapai = 35-45 kg/cm^2.

b. Suhu udara pada akhir lahkah kompresi mencapai suhu = 550°-650° Celsius.
c. Tekanan pengabut bahan bakar minyak mencapai tekanan = 250-400 kg/cm^2 dalam bentuk kabut/uap/gas.
d. Kecepatan bahan bakar minyak yang dikabutkan keluar dari pengabut mencapai = 200-250 meter/detik.

4. Pengertian injektor

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015: 137), pengabut bahan bakar minyak atau Injektor adalah suatu alat untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi "kabut halus" atau "gas" yang akan mempermudah gas tersebut terbakar di dalam silinder mesin. Semakin halus pengabutan bahan bakar minyak tersebut sampai membentuk "gas" maka akan semakin sempurna pembakaran yang dihasilkannya sehingga nilai kalor sebagai sumber tenaga mesin juga akan maksimal.

Injektor pada motor disel berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke dalam selinder pada akhir langkah kompresi saat piston berada pada 18° - 22° sebelum TMA, pada langkah ini nosel (bagian injektor) menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut sempurna secara kontinu dan teratur sesuai mekanisme katup. Injektor di dalam mekanismenya di bantu oleh komponen– komponen penunjang agar memaksimalkan kinerja dari injektor di dalam mengabutkan bahan bakar.

5. Cara kerja injektor

Menurut Sukoco dan Zainal Arifin dalam buku Teknologi Motor Disel (2008:108), prinsip kerja injektor yaitu bahan bakar yang ditekan oleh pompa injeksi masuk ke injektor melalui saluran tekan. Tekanan bahan bakar akan mendorong jarum pengabut keatas melawan tegangan pegas, hingga jarum terangkat membuka lubang injektor dan bahan bakar masuk kedalam silinder. Pada saat proses penekanan ini, kemungkinan ada bahan bakar yang merembes melalui celah antara jarum dan rumah nosel. Kebocoran ini kemudian disalurkan kembali ke tangki melalui saluran balik.

Besarnya tekanan pengabutan diatur melalui tegangan pegas yang menekan jarum nosel. Bila menginginkan tekanan yang lebih tinggi, maka tinggal

mengeraskan atau mengencangkan baut penyetel (*adjusting screw*) dan mengunci dengan dengan mur pengunci (*lock nut*). Sebaliknya, jika ingin menurunkan tekanan injeksi, maka tinggal memutar kebalikan (mengendorkan) baut penyetel dan menguncinya.

Menurut Karyanto (2000), injektor bekerja untuk mengatomisasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi serta memberi tenaga penyebaran, pembagian dan penerobosan bahan bakar. Jadi injektor berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke ruang bakar agar terjadi pembakaran yang sempurna dalam waktu singkat.

Pengabutan dari bahan bakar dalam udara yang bersuhu tinggi, menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas dan selanjutnya bahan bakar berubah menjadi gas akan terbakar. Pembakaran bahan bakar akan menimbulkan panas yang sangat tinggi, dan panas yang tinggi akan memiliki tekanan yang sangat besar.

Menurut Rabiman dan Zainal Arifin (2011) dalam buku Sistem Bahan Bakar Motor Diesel, cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu:

a. Sebelum penginjeksian bahan bakar

   Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada *nozzle holder* menuju *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

b. Penginjeksian bahan bakar

   Bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, dan tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka jarum pengabut (*nozzle Needle*) akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan jarum pengabut terlepas dari dudukannya pada *nozzle body* sehingga terjadi penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar dalam silinder mesin.

c. Akhir penginjeksian bahan bakar

   Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan jarum pengabut (*Nozzle Needle*) ke posisi semula, sehingga menutup saluran bahan bakar.

Adapun prinsip dari pengabutan ialah menekan bahan bakar berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil pada nosel. Semakin baik pengabutan bahan bakar maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi suhu yang tinggi akan terjadi tekanan yang maksimum akibat pembakaran. Apabila campuran bahan

bakar dengan udara tidak sesuai maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna. Akibat yang ditimbulkan dari pembakaran yang kurang sempurna adalah sebagai berikut :

a. Kerugian panas dalam motor menjadi besar karena tidak seluruhnya bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor ke dalam silinder terbakar (sebagian terbakar atau terbuang melalui cerobong) sehingga panas yang dihasilkan menurun maka dari itu tenaga yang dihasilkan akan berkurang.
b. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada lubang isap dan pembuangan antara katup dan dudukanya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup rapat.
c. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada dinding silinder dan kepala torak, yang mana pada liner terdapat lubang sebagai tempat keluarnya minyak lumas sehingga jika ada jelaga yang diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna menutupi lubang tersebut maka pelumasan akan terganggu.

Motor disel dapat bekerja dengan baik dan ekonomis apabila pembakaran bahan bakar dapat baik dan cepat (sempurna). Untuk mendapatkan hal tersebut, penyemprotan bahan-bakar kedalam silinder harus tepat pada waktu dan kedudukan engkol tertentu, agar percampuran udara yang telah dikompresi dan bahan bakar yang berupa kabut dapat sempurna. Untuk ini, maka tekanan mendorong bahan bakar harus cukup besar dan dapat merubah bahan-bakar menjadi kabut.

Dalam pengabutan bahan bakar tidak boleh mengenai dinding silinder yang mendapat pendinginan dari luar. Percampuran bahan bakar dan udara itu merupakan suatu campuran bahan bakar yang mudah terbakar pada suhu 600°C, yaitu diatas suhu penyalaan bahan bakar tersebut.

Bilamana pengabutan (penyemprotan) bahan bakar tertunda waktunya dan tidak merupakan kabut yang halus, maka terjadilah penimbunan bahan bakar didalam silinder, yang dapat menyebabkan detonasi, pada waktu tekanan meninggi. Untuk menjaga agar bahan bakar dapat bercampur dengan baik, maka diperlukan alat bantu yang disebut injektor.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa injektor mempunyai tugas antara lain:

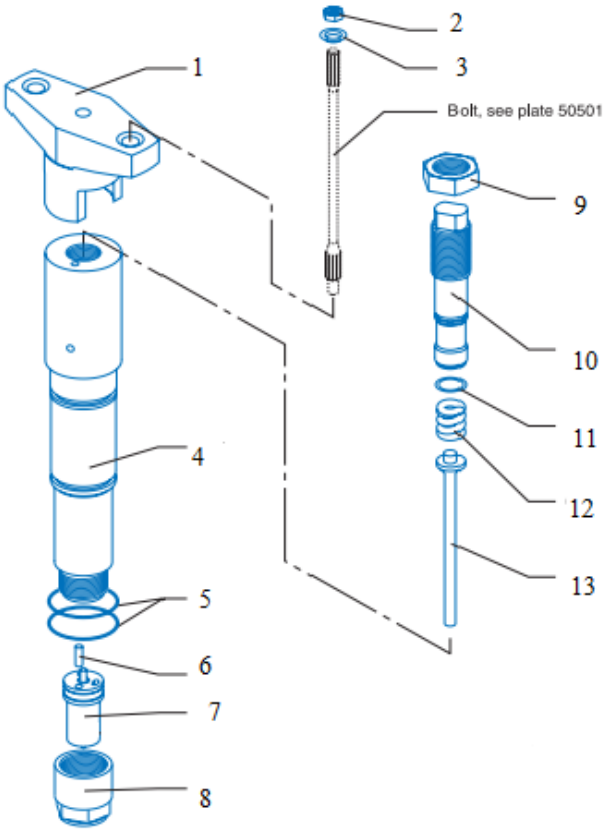
a. Membawa bahan bakar berangsur-angsur kedalam ruang pembakaran.

b. Mengabutkan bahan bakar

c. Mencampur bahan bakar dengan udara, agar pembakaran dapat berjalan dengan sempurna dan cepat

6. Bagian – bagian dari injektor :

Menurut buku manual *Disel Generator* MAN L16/24, bagian-bagian injektor dan fungsinya adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 bagian-bagian injektor

Keterangan :

1. *Pressure piece*

   Salah satu komponen injector yang memiliki fungsi sebagai pengunci atau pengikat injektor agar tetap pada dudukannya

2. Mur (*nut)*

   Berfungsi sebagai pengikat dan mengencangkan bagian injektor terhadap dudukan nya pada kepala silinder

3. *Sperical disc*

   Cincin per, berguna untuk mendorong baut atau mur yang berfungsi sebagai pengunci.

4. Pegangan nosel (*Nozzle holder*)

   Berfungsi untuk saluran bahan bakar dan bodi komponen bagian atas.

5. O-ring

   Berfungsi sebagai karet penyekat untuk mencegah kebocoran bahan bakar dalam injektor.

6. *Cylindrical pin*

   Komponen ini akan melanjutkan penekanan berbahan bakar untuk menggerakkan *pressure spring* hingga *nozzle needle* bisa terbuka untuk salurkan bahan bakar saat proses penginjeksian terjadi.

7. Nosel (*Injection nozzle*)

   Nozzle adalah klep yang digunakan menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder dalam bentuk kabut, sehingga bahan bakar dapat tercampur dengan udara secara merata (homogen) dan mudah terbakar.

8. *Nozzle nut*

   Berfungsi sebagai pengikat antara nosel dan injektor bodi agar nosel tetap berada diposisinya

9. Mur

   Berfungsi untuk menahan *adjusting spindle* agar tetap pada dudukannya.

10. *Adjusting spindle*

    Berfungsi sebagai pengaturan tekanan bahan bakar yang dikabutkan ke dalam silinder.

11. O-ring

    Untuk mencegah terjadinya kebocoran bahan bakar pada injektor.

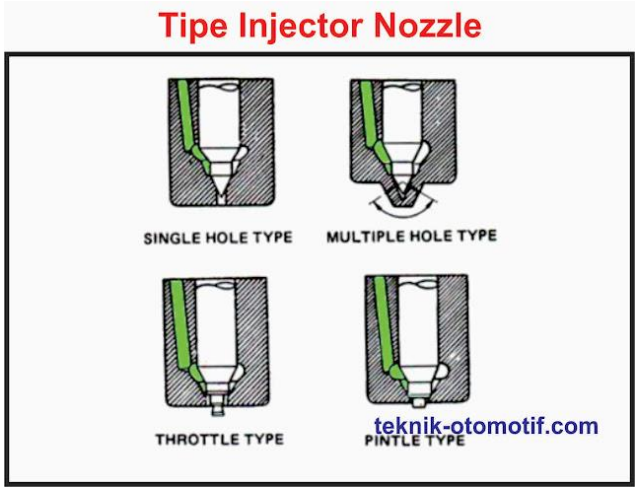
12. *Pressure spring*

    Berguna sebagai pengontrol elastisitas dari injektor pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

13. Baut penekan (*Pressure bolt*)

    Berfungsi sebagai alat penekan jarum yang digunakan untuk menekan jarum pada lubang injektor pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam injektor ditentukan disini.

Jenis-jenis nosel :



Gambar 2.2 jenis-jenis nosel

Sumber : https://www.teknik-otomotif.com/2019

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

1. *Nozzle* berlubang
   a. Berlubang tunggal

      Nosel berlubang tunggal mempunyai pengabutan yang baik, tetapi memerlukan tekanan penyemprotan yang tinggi untuk mencapai pengabutan yang baik. Penyemprotan atau pengabutan bahan bakar yang di hasilkan berbentuk tirus dengan sudut kira-kira 4 sampai 15 derajat yang dikeluarkan oleh ujung nosel berlubang satu.

      Nosel macam ini juga baik karena pembukaan lubang nosel yang luas bahkan dalam mesin-mesin putaran tinggi ukuran kecil, akan mengurangi gangguan karena buntunya lubang nosel.

   b. Berlubang banyak

      Nosel berlubang banyak memberikan pengabutan yang baik, untuk menentukan jenis nosel yang dipergunakan terutama di tentukan oleh proses pembakaran dan bentuk ruang pembakaran. Pada nosel berlubang banyak biasanya di gunakan untuk motor disel dengan sistem injeksi langsung (*direct injectie*), dimana diperlukan penyemprotan bahan bakar meluas ke semua bagian-bagian ruang bakar yang dangkal. Makin banyak jumlah pembukaan sempotan bahan bakar, makin kecil tiap pembukaannya dan makin memerlukan bahan bakar yang bersih. Pembukaan lubang semprotan mempunyai diameter dari 0,0006 inchi sampai 0,0033 inchi, dan jumlahnya dapat berbeda-beda 3 sampai 18

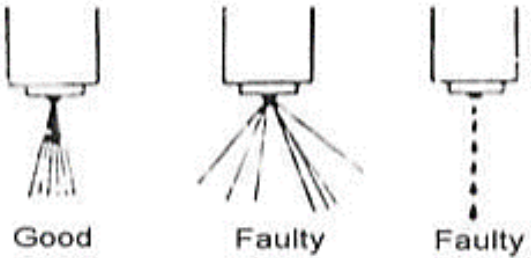
lubang pada mesin-mesin yang mempunyai ukuran besar silinder motornya.

2. Nosel model pin

   Nosel model pin ini digunakan untuk motor disel dengan sistem kamar muka dan kamar pusar. Nosel model pintle ini pada ujung-ujung katup dipasang batang atau pena yang disebut dengan *pintle* yang bentuknya disesuaikan dengan bentuk semprotan yang diinginkan. *Pintle* terpasang pada lubang nosel membentuk ruang melingkar, dengan pembentukan pena yang cocok akan diperoleh semprotan bahan bakar yang silinder berlubang dengan daya tinggi ataupun semprotan bahan bakar berbentuk konis yang berongga dengan sudut kira-kira 60˚. Perawatan yang di lakukan pada nozzle ini harus dengan cara secara berkala agar dapat hasil yang baik dan menpersiapkan spare . Nosel jenis ini bekerja secara seragam dan teliti serta gerakannya akan mencegah pembentukan kerak karbon ujung nosel.

7. Bentuk-bentuk Pengabutan pada Injektor :

Di dalam menyemprotkan bahan bakar, nosel memiliki bentukbentuk penyemprotan bahan bakar , bentuk penyemprotan ini sangat berpengaruh terhadap kualitas campuran bahan bakar di dalam selinder. Di bawah ini akan dijelaskan mengenai bentuk penyemprotan nozzle serta pengaruhnya terhadap pembakar.



(a) (b) (c)

Gambar 2.3 Bentuk – bentuk penyemprotan pada injector.

Sumber : Juan prasetyadi, 2018,Bentuk penyemprotan

Keterangan :

1. Pada gambar (a) terlihat pengabutan yang tepat dimana pengabutannya menyebar serta tidak terpusat pada satu titik. Pengabutan yang sempurna membentuk sudut pengabutan dengan sudut 14º. Pengabutan yang sempurna akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan pembakaran yang sempurna akan menaikan efisiensi mesin.

2. Pada gambar (b) terlihat pengabutan yang tidak merata pada nosel dan ini mengindikasikan bahwa terjadi penyumbatan di jarum nosel (*nozzle needle*). Kondisi ini apabila dibiarkan akan menyebabkan kerugian serta efek samping terhadap mesin. Nosel yang tersumbat akan membuat penyemprotan bahan bakar tidak maksimal yang disalurkan dalam selinder, ini akan menyebakan mesin akan pincang dan tenaga akan berkurang bila nosel yang tersumbat hanya satu buah.
3. Sedangkan pada gambar (c) terlihat bahan bakar hanya menetes karena kebuntuan atau kerusakan pada nosel. Keadaan ini menyebabkan pembakaran tidak sempurna karena bahan bakar yang dikabutkan tidak terkabut secara sempurna sehingga pemakaian bahan bakar akan boros serta asap pada cerobong akan tebal dan berwarna putih.

8. Definisi Suku Cadang

Suku cadang ini merupakan alat penunjang mesin-mesin yang beroperasi pada kapal untuk menjalankan permesinan utama dan permesinan bantu sehingga suku cadang mempunyai peranan yang vital bagi kelangsungan proses operasional di setiap kapal. Menurut Kaminton Tambunan (2019), Suku cadang adalah persediaan Material permesinan yang memang dipersiapkan untuk penggantian material yang diperlukan apabila terjadi kerusakan mesin, sehingga perbaikan dapat dilaksanakan tanpa menunnggu pengiriman dari darat yang memerlukan waktu pengadaan dan tempat dimana posisi kapal yang tidak menentu.

Definisi Suku Cadang (*Sparepart*) Menurut Indrajit, dkk. (2006), dalam bukunya manajemen persediaan menyatakan definisi suku cadang adalah sebagai berikut: “Suku cadang atau sparepart adalah suatu alat yang mendukung pengadaan barang untuk keperluan peralatan yang digunakan dalam proses “produksi”. Berdasarkan definisi diatas, suku cadang merupakan faktor utama yang menentukan jalannya proses produksi dalam suatu perusahaan. Sehingga dapat dikatakan suku cadang tersebut mempunyai peranan yang cukup besar dalam serangkaian aktivitas perusahaan.

Klasifikasi Suku Cadang *(Sparepart*) Menurut penggunaanya, suku cadang dapat dibagi menjadi tiga jenis. Menurut Indrajit, dkk. (2006), mengklasifikasikan suku cadang ke dalam beberapa jenis yaitu:

a. Suku cadang habis pakai (*consumable parts*) adalah suku cadang untuk pemakaian biasa, yaitu yang akan aus dan rusak, kerusakan suku cadang dapat terjadi sewaktu-waktu. Oleh karenanya, pengaturan persediaannya haruslah sedemikian rupa sehingga sewaktu-waktu diperlukan haruslah selalu tersedia, atau dapat diadakan dalam waktu singkat sehingga tidak mengganggu jalannya peralatan.
b. Suku cadang pengganti (*replacement part*) adalah suku cadang yang penggantiannya biasanya dilakukan pada waktu overhaul, yaitu pada waktu diadakan perbaikan besar-besaran. Waktu overhaul biasanya dapat dijadwalkan sesuai dengan rekomondasi pabrik pembuat peralatan tersebut. Selain waktu overhaul yang dapat dijadwalkan, suku cadang yang perlu diganti dapat juga diperkirakan dengan cukup akurat. Oleh karenanya , biasanya jenis suku cadang tersebut tidak disimpan dalam persediaan, kecuali untuk peralatan vital.
c. Suku cadang jaminan (*insurance parts*), suku cadang yang biasanya tidak pernah rusak, tetapi dapat rusak, dan apabila rusak dapat menghentikan operasi dan produksi. Suku cadang jaminan biasanya bentuknya besar, harganya mahal, dan waktu pembuatannya lama.

Menurut G. Danuasmoro (2003), sistem suku cadang yang tepat akan berisi informasi mengenai :

a. Jumlah dan jenis persediaan suku cadang
b. Seksi-seksi ruang penyimpanan
c. Pemesanan baru/ rekondisi suku cadang
d. Data pemesanan
e. Spesifikasi pemasok
f. Pemasok

Ruang penyimpanan suku cadang haruslah :

a. Dapat dilihat secara menyeluruh
b. Mudah dioperasikan

Hasil utama sistem ini seharusnya :

a. Menjadikan sistem manajemen yang lebih baik
b. Meningkatkan keselamatan
c. Meningkatkan efisiensi

9. Komposisi bahan bakar

Bahan bakar merupakan suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara.

Menurut Maharani Dewi, dkk. (2020) dalam buku Pedoman Penanganan dan Penyimpanan Biodisel dan Campurannya (B30) adalah sebagai berikut : Minyak solar biasa dikenal dengan nama Gasoil atau *High Speed Disel* (HSD) merupakan bahan bakar minyak (BBM) yang memiliki angka performa angka setana 45 . Minyak solar merupakan bahan bakar jenis distilat yang digunakan untuk motor disel "*compression ignition*" yaitu mesin yang menggunakan sistem kompresi yang menimbulkan tekanan dan panas yang tinggi sehingga dapat membakar minyak solar yang disemprotkan oleh injektor di ruang bakar. Penggunaan minyak solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada jenis minyak disel putaran tinggi (di atas 1000 rpm).

a. Bahan baku

   Minyak solar merupakan hasil pengolahan minyak bumi, yaitu minyak mentah *(crude oil)* berwujud cairan kental berwarna hitam yang belum dapat dimanfaatkan. Kemudian agar dapat dimanfaatkan, minyak bumi harus mengalami proses pengolahan dahulu. Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan kilang minyak yang melalui dua tahap. Pengolahan tahap pertama (*primary processing*) dilakukan dengan cara distilasi bertingkat dan pengolahan tahap kedua (*secondary processing*) dilakukan dengan berbagai cara.

b. Spesifikasi minyak solar

   Berdasarkan SK Dirjen Migas No.146.K/10/DJM/2020 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar yang Dipasarkan di Dalam Negeri, berikut tabel spesifikasi minyak solar atau HSD :

Tabel 2.1 spesifikasi minyak solar di Indonesia

No	Karakteristik	Satuan	Spesifikasi Minyak Solar 48		Spesifikasi Minyak Solar 51		Metode Uji
			Min	Max	Min	Max	
1	Bilangan Setana: Angka Setana atau		48		51		ASTM D 613
	Indeks Setana		45		48		ASTM D 4737
2	Berat Jenis pada 15°C	kg/m³	815	870	810	850	ASTM D 4052 / ASTM D1298
3	Viskositas pada 40°C	mm²/s	2,0	4,5	2,0		ASTM D 445
4	Kandungan Sulfur	% m/m		0,25 0,05 [1)] 0,005 [2)]		0,05 0,005 [1)]	ASTM D 4294 / ASTM D 5453 / ASTM D2622
5	Distilasi: 90 % vol. Penguapan	°C		370		370	ASTM D 86
6	Titik Nyala	°C	52		55		ASTM D 93
7	Titik Kabut	°C		18		18	ASTM D 2500 / ASTM D 5773
	Titik Tuang	°C		18		18	ASTM D 97 / ASTM D 5949
8	Residu Karbon	% m/m		0,1		0,1	ASTM D 189 / ASTM D 5430
9	Kandungan Air	mg/kg		400		280	ASTM D 6304 / ASTM D 1744
10	Korosi Bilah Tembaga	merit		Kelas 1		Kelas 1	ASTM D 130
11	Kandungan Abu	% m/m		0,01		0,01	ASTM D 482 / ISO 6245
12	Kandungan Sedimen	% m/m		0,01		0,01	ASTM D 473
13	Bilangan Asam Kuat	mg KOH/gr	0		0		ASTM D 664
14	Bilangan Asam Total	mg KOH/gr		0,6		0,3	ASTM D 664
15	Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang		Jernih dan Terang		Visual
16	Warna	No. ASTM		3		1	ASTM D 1500
17	Lubrisitas (HFRR wear scar dia @60°C)	mikron		460 [3)]		460	ASTM D 6079
18	Kontaminasi Partikulat	mg/l	Tidak Diatur			10	ASTM D 6217

10. Kelelahan bahan

Menurut Suarsana (2017) dalam buku Ilmu Material Teknik sebagai berikut, Kelelahan *(fatique)* merupakan kecenderungan pada logam untuk patah bila menerima tegangan berulang-ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekuatan elastiknya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Karenanya kelelahan merupakan sifat yang sangat penting, tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.

Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap sifat kelelahan, yaitu :

a. Consentrasi tegangan

Bila pada suatu penampang terdapat distribusi tegangan yang tidak merata, dikatakan disitu terjadi konsentrasi tegangan, maka fatigue limit/strength cenderung akan menurun. Hal ini dapat dimengerti karena sebenarnya pada

sebagian dari penampang itu akan menerima tegangan yang lebih besar dari harga rata-rata yang seharusnya terjadi, karena itu fatigue limit/strength akan turun. Konsentrasi tegangan dapat terjadi pada komponen mesin dimana terdapat alur pasak ulir, lubang, *fillet*, *press fit* dsb.

b. Ukuran/dimensi

Ukuran benda kerja yang besar cenderung menurunkan fatigue limit/strength.

c. Kondisi permukaan

1) Kekasaran permukaan

Benda kerja yang kasar akan lebih mudah mengalami kelelahan, ini dapat dimengerti karena permukaan yang kasar dapat digambarkan sebagai permukaan yang penuh goresan. Jadi untuk memperbaiki ketahanan terhadap kelelahan dapat dilakukan antara lain dengan memperhalus permukaan.

2) Kekuatan permukaan

Pada suatu benda yang menerima beban, maka tegangan yang paling tinggi akan terjadi di permukaan. Karena itu juga retak sering mulai merambat dari permukaan. Benda kerja yang mempunyai kekuatan di permukaan yang lebih tinggi akan memiliki fatigue limit/strength yang lebih tinggi. Karena kekuatan di permukaan tinggi maka terjadinya retak akan terhambat, sehingga pada tingkat tegangan yang sama umurnya akan jadi lebih Panjang.

3) Residual compressive stress

Dengan membiarkan terjadinya tegangan sisa di permukaan (berupa tegangan tekan) akan menyebabkan naiknya *fatigue limit*/*strength.* Fatigue failure biasanya dimulai dari permukaan, ditirnbulkan oleh tegangan Tarik yang bekerja. Bila pada permukaan terdapat tegangan tekan maka tegangan tekan itu akan menyebabkan tegangan tarik yang bekerja harus menghilangkan dulu tegangan tekan tersebut sehingga tegangan tarik yang efektif bekerja akan lebih kecil, dan kemungkinan terjadinya keretakan akan lebih kecil.

4) Korosi

Adanya media yang korosif pada bagian yang menerima *cyclic stress* akan menurunkan ketahanan terhadap kelelahan. Terjadinya korosi di

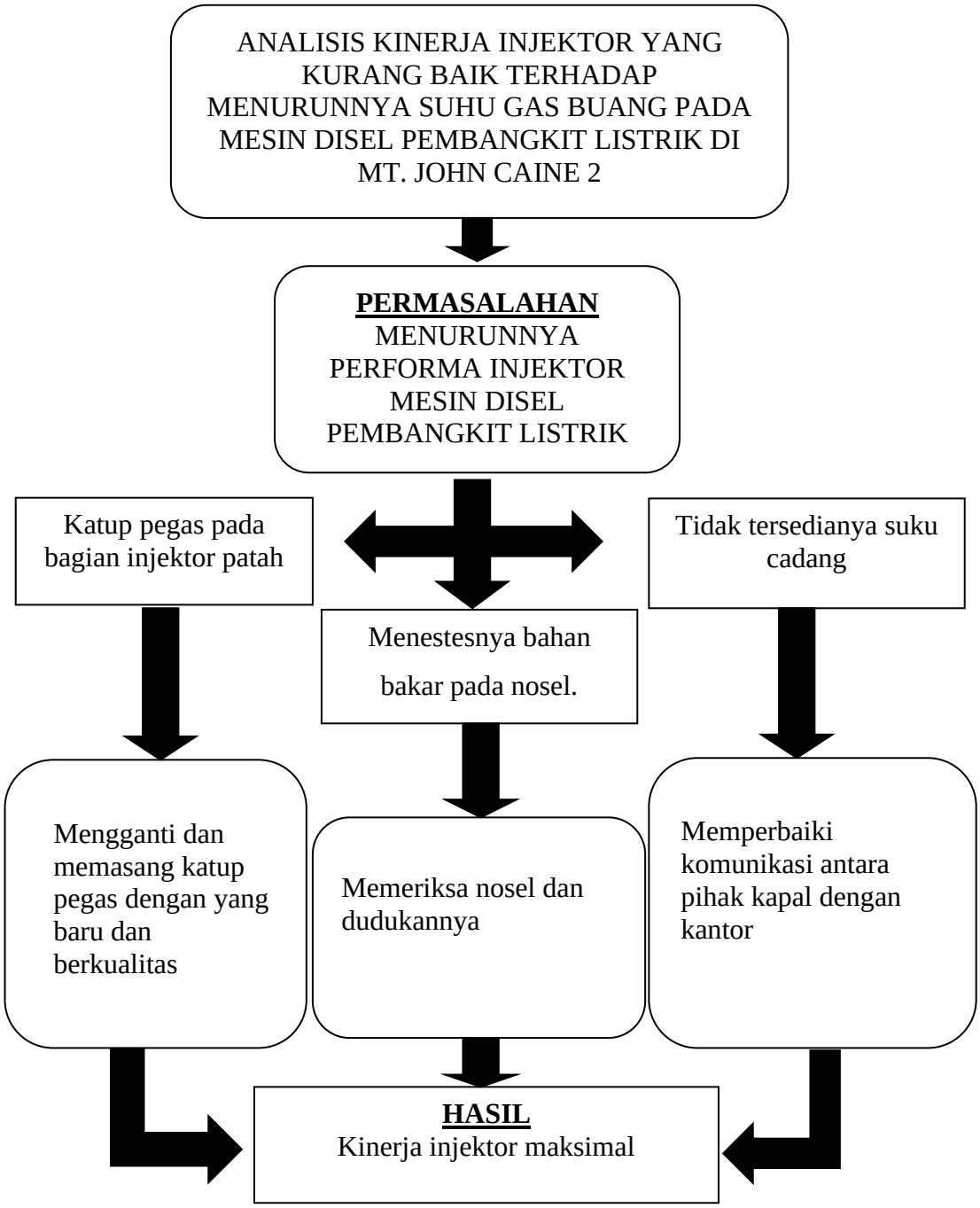
permukaan merupakan *crack initiation*, yang tentunya akan mempermudah terjadinya kelelahan. Di samping itu perlu diketahui bahwa adanya tegangan akan mempercepat terjadinya korosi, adanya korosi akan mempercepat terjadinya kelelahan. Ini dinamakan *corrosion fatigue*.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Sistem pembakaran merupakan bagian terpenting dari mesin disel. Bahan bakar yang disemprotkan kedalam silinder akan bercampur dengan udara bertekanan tinggi serta menguap panas dari udara sehingga terbakar. Pengabut bahan bakar berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar secara kabut agar bahan bakar dapat terbakar dalam silinder. Dengan cara terus menerus dan bergantian dalam proses pembakaran didalam silinder.

Dengan tersedianya suku cadang yang cukup serta peralatan perlengkapan lainnya yang lengkap, maka hal ini sangat menunjang dalam pelaksanaan perawatan atau pemeliharaan serta mempermudah dalam mengatasi kerusakan dan perbaikan alat pengabut bahan bakar dan instalasinya dimanapun kapal berada.

Untuk mempermudah pembahasan skripsi mengenai "Analis Kinerja Injektor yang Kurang Baik Terhadap Menurunya Suhu Gas Buang pada Mesin Disel Pembangkit Listrik di MT. John Caine 2" maka perlu adanya kerangka pemikiran dan alur pikir seperti gambar berikut ini:



Gambar 2.4 Kerangka pemikiran

BAB III
METODE PENELITIAN

A. LOKASI DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Dalam rangka menyusun skripsi ini, penelitian dilakukan pada masa Praktek Laut (Prala) selama satu tahun terhitung sejak tanggal 28 Agustus 2020 sampai dengan 28 Agustus 2021 di atas kapal MT. JOHN CAINE 2. Selama masa praktek laut tersebut digunakan untuk mengamati dan meneliti permasalahan yang terjadi di atas kapal, meliputi mesin induk ataupun permesinan bantu lainnya khususnya injektor pada mesin disel pembangkit listrik.

Waktu yang digunakan untuk penelitian di atas kapal dilakukan pada saat jam kerja maupun pada saat jam jaga.

2. Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah di atas kapal MT. JOHN CAINE 2. Kapal MT. JOHN CAINE 2 merupakan kapal tanker minyak milik PT Atamimi Group Companies yang berlokasi kantor di Jakarta.

Berikut ini adalah data – data spesifik tentang penelitian selama Praktek Laut di kapal MT. JOHN CAINE 2 :

Nama Kapal	: MT. JOHN CAINE 2
Nama Panggilan	: PMYY
Pemilik kapal	: PT. ATAMIMI GROUP COMPANIES
Bendera	: INDONESIA
Tipe Kapal	: OIL TANKER

Klasifikasi : BKI

Tahun Pembuatan : 1998

Nama Pembuat : HANJIN HEAVY INDUSTRY

IMO Number : 9164873

Dead Weight Ton : 18.518 T

Gross Tonnage : 13.210 T

Length Over All : 158 M

Main Engine : SSAMYONG MAN B&W 7S35MC

Power Output : 6100 Bhp = 4490 KW, 156 rpm

Aux. Engine : SSAMYONG MAN B&W 6L 16/24

Power Output : 816 Bhp = 600 KW, 1200 rpm

B. METODE PENDEKATAN

Metode pendekatan menjelaskan tentang bagaimana penulis melakukan pendekatan masalah dalam penelitian. Penulis menggunakan metode deskriptif kualitatif dalam menjelaskan pendekatan masalah. Berisi deskripsi selama penulis melakukan pengamatan dan mempelajari masalah. Masalah apa yang ditemukan penulis selama penelitian serta tindakan apa yang dilakukan masinis dalam hal mengatasi masalah tersebut. Dalam hal ini penulis memperoleh deskripsi data dengan cara langsung dari hasil wawancara dengan pihak terkait, yang mengetahui tentang permasalahan yang akan penulis angkat. Penulis memperoleh hasil dari wawancara atau berdiskusi tentang kerja injektor yang tidak maksimal dalam menjaga pembakaran tetap sempurna. Berikut adalah beberapa metode pendekatan yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian yang meliputi :

1. Studi kasus

   Pada pendekatan masalah berupa studi kasus penulis mendapatkan banyak pengetahuan dan masukan dalam memecahkan permasalahan yang ada, dikarenakan pada pendekatan studi kasus kita mempelajari materi yang terkait dalam kasus yang akan dipecahkan. Atau dapat diartikan, masalah – masalah yang akan dipelajari terlebih dahulu dengan mengacu kepada buku petunjuk

manual (*manual instruction book*) dan dokumen – dokumen yang sedang dialami peneliti saat melakukan praktek kerja nyata di MT. JOHN CAINE 2.

2. *Problem Solving*

   Secara bahasa problem solving berasal dari dua kata yaitu problem dan solves. Makna bahasa dari problem yaitu "*a thing that is difficult to deal with or understand*" (suatu hal yang sulit untuk melakukannya atau memahaminya), dapat jika diartikan "*a question to be answered or solved*" (pertanyaan yang butuh jawaban atau jalan keluar), sedangkan solve dapat diartikan "*to find an answer to problem*" (mencari jawaban suatu masalah). Sedangkan secara terminologi *problem solving* seperti yang diartikan Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain adalah suatu cara berpikir secara ilmiah untuk mencari pemecahan suatu masalah. *Problem solving* dilakukan untuk mengetahui beberapa cara menanggulangi masalah yang muncul dalam penelitian.

C. SUMBER DATA

1. Data Primer

   Data primer adalah data yang berasal dari sumber asli ataupun pertama.

2. Data sekunder

   Data sekunder merupakan data yang berasal dari sumber kedua yang dapat diperoleh melalui buku-buku, brosur dan artikel yang di dapat dari website berkaitan dengan penelitian ini atau data yang berasal dari orang-orang kedua atau bukan data yang datang secara langsung, data ini mendukung pembahasan dan penelitian, untu itu beberapa sumber buku atau data yang di peroleh akan membantu dan mengkaji secara kritis penelitian tersebut.

Dalam penelitian ini sumber data yang digunakan oleh penulis adalah sumber data primer dan sumber data sekunder. Dimana sumber data primer adalah data yang diperoleh secara langsung yang dikumpulkan melalui praktek lapangan dengan menggunakan teknik pengumpulan data yang diperoleh secara langsung dari kapal MT. John Caine 2 dari hasil wawancara, dokumentasi, dan observasi. Sedangkan sumber data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui sumber lain yang sudah tersedia sebelum penulis melakukan penelitian. Yang dikategorikan sebagai data sekunder, yaitu melalui buku-buku mengenai mesin disel.

D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Menurut Suwartono (2014:41) pengumpulan data adalah berbagai cara yang digunakan untuk mengumpulkan data, menghimpun, mengambil atau menjaring data penelitian. Hal ini diperlukan agar data dan informasi dapat di olah dan serta disajikan menjadi gambaran dan pandangan yang terpercaya, sehingga dapat diolah dan disajikan serta diuji kebenarannya. Dalam hal ini menggunakan beberapa cara teknik pengumpulan data sebagai berikut :

1. Observasi

   Menurut Widoyoko (2014:46) observasi merupakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang nampak dalam suatu gejala pada objek penelitian. Penelitian dilakukan secara langsung selama praktik laut di atas kapal. Berdasarkan pengamatan dan data yang diperoleh, menurunnya kerja Injektor mesin disel pembangkit listrik di MT. John Caine 2 disebabkan oleh berbagai macam faktor yang selanjutnya akan dibahas oleh penulis. Tujuan penulis mengadakan observasi adalah agar mengerti akan keadaan objek yang dijadikan topik yaitu Injektor mesin disel pembangkit listrik secara menyeluruh dan langsung serta untuk memberi kesesuaian antara keterangan-keterangan yang diperoleh dengan keadaan yang sebenarnya terjadi. Metode ini penulis lakukan berdasarkan pengalaman selama praktik berlayar di MT. John Caine 2.

   Dalam observasi ini dilakukan pengamatan antara lain tentang :

   a. Bagian – bagian injektor, fungsi dan cara kerjanya.
   b. Ship planned maintenance schedule engine department.
   c. Perawatan dan pemeliharaan injektor mesin disel pembangkit listrik
   d. Permasalahan saat beroperasi.
   e. Suhu gas buang dan tekanan bahan bakar pada injektor

2. Dokumentasi

   Merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca atau melihat dokumen-dokumen kapal yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas. Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa catatan perwira mesin dan buku jurnal kamar mesin. Dokumen tersebut diambil dari data atau kondisi selama pengoperasian dan perawatannya. Data tersebut merupakan data yang digunakan untuk membandingkan serta mendeteksi masalah-

masalah yang terjadi ketika beroperasi dengan keadaan normal maupun tidak normal.

Disini peneliti mengumpulkan data tentang injektor mesin disel pembangkit listrik yang terdapat pada dokumen-dokumen di atas kapal, yaitu :

a. Catatan di kamar mesin (Engine Room Log Book).
b. Ship's Planned Maintenance Schedule (PMS).
c. Catatan bulanan kamar mesin (Monthly Report).
d. Surat permintaan suku cadang (Sparepart requisition).
e. Buku petunjuk manual (Instruction Manual Book).

3. Wawancara

Metode wawancara ini, penulis menanyakan langsung kepada masinis 3 sebagai narasumber dan yang bertanggung jawab atas kelancaran kerja mesin disel pembangkit listrik, serta masinis-masinis lain dan juga awak kapal mesin yang lebih tahu tentang permasalahan tersebut.

Berikut penulis sajikan daftar pertanyaan wawancara penulis kepada narasumber yaitu masinis 3.

a. Apa yang dimaksud dengan *fuel oil injection valve* (injektor) ?
b. Apa fungsi dari injektor di atas MT John Caine 2 ?
c. Bagaimana prinsip kerja injektor dalam pengabutan bahan bakar pada mesin disel pembangkit listrik ?
d. Apa penyebab injektor tidak dapat mengabutkan bahan bakar dengan baik di MT. John Caine 2 ?
e. Apa pengaruh penggunaan suku cadang yang tidak orisinal terhadap kinerja injektor tersebut ?
f. Bagaimana solusi yang sering dilakukan dalam memaksimalkan kinerja injektor di MT. John Caine 2 ?
g. Apa penyebab katup pegas pada injektor mesin disel pembangkit listrik sering patah ?
h. Berapa tekanan pengabutan bahan bakar yang harus diterapkan pada injektor mesin disel pembangkit listrik di MT. John Caine 2 ?
i. Apa yang menyebabkan bahan bakar menetes pada injektor mesin disel pembangkit listrik di MT. John Caine 2 ?

j. Bagaimana ciri-ciri injektor mesin disel pembangkit listrik yang baik dan siap untuk digunakan ?

4. Studi Pustaka

Yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengambil referensi dari buku–buku teori dan data dari media internet yang relavan dengan permasalahan yang akan dibahas, dalam skripsi ini penulis mengambil beberapa buku referensi tentang alat pengabut bahan bakar pada mesin disel. Hal ini di maksudkan agar buku–buku referensi dan data dari media internet tersebut dapat mendukung dan membantu penulis dalam melakukan penyunan skripsi ini dimana buku referensi dan data internet tersebut dapat memberikan acuan-acuan teoritis dan sebagai bahan perbandingan dalam melakukan suatu penelitian. Adapun buku-buku dan situs web yang dijadikan sebagai studi pustaka dilampirkan pada daftar pustaka.

E. TEKNIK ANALISIS DATA

Cara atau metode yang digunakan untuk menganalisis data yang ada di dalam skripsi ini menggunakan metode Deskriptif Kualitatif, dan selain dari kejadian yang pernah dialami penulis mengenai kinerja injektor mesin disel pembangkit listrik di kapal serta memaparkan berdasarkan pengalaman. Metode analisis deskriptif adalah teknik analisis 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 perawatan alat pengabut bahan bakar guna menunjang kinerja mesin disel pembangkit listrik, berdasarkan pengamatan pengalaman langsung dari penulis dengan melihat dan data fakta yang ada. Setelah itu dituangkan untuk menganalisa pokok permasalahan didalam skripsi ini, digunakan teknik dalam tulisan mulai dari timbulnya masalah, penyebab masalah, tempat dan waktu kejadiannya masalah, data yang dikumpulkan, menganalisa masalah sehingga ditemukan solusi terhadap permasalahan tersebut.

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Terdapat tiga buah mesin disel pembangkit listrik atau *diesel generator* model Ssamyong Man B&W 6L 16/24 pada MT. John Caine 2 yang memiliki peran sangat vital bagi operasional kapal. Mesin disel tersebut memiliki 6 buah silinder dengan maksimal putaran mesin 1200 RPM yang menghasilkan listrik 600 KW. Jika dua generator beroperasi secara paralel maka generator lainnya dalam keadaan siaga (*stand-by)*. Pada saat melaksanakan Praktek Laut (prala) di atas kapal, penulis pernah mengalami beberapa permasalahan yang terjadi pada injektor mesin disel pembangkit listrik . Sistem pembakaran pada mesin disel pembangkit listrik sering mengalami masalah pada alat pengabut bahan bakarnya. Sehingga hal ini dapat mengganggu kegiatan aktifitas pelayaran kapal dan juga tenaga atau daya yang dihasilkan menjadi berkurang.

Permasalahan tersebut akan diuraikan secara terperinci berdasarkan kejadian – kejadian yang dialami penulis di kapal MT. John Caine 2 diantaranya :

1. Pegas tekan pada injektor patah

Pada tanggal 08 September 2020, kapal MT. John Caine 2 sedang berlabuh di Sungai Musi, Palembang menunggu giliran untuk melakukan bongkar muatan. Ketika itu penulis sedang makan siang bersama kru kapal lain di ruang makan, tiba-tiba terdengar bunyi telepon ruang makan berdering setelah diangkat ternyata oiler jaga memberitahu bahwa *generator* nomor satu mengalami mengalami kendala. Kemudian penulis menemui masinis tiga dan memberitahu bahwa *generator* nomor satu ada kendala. Segera setelah makan kami menuju kamar mesin untuk mengeceknya. Kemudian masinis tiga mengecek kondisi *generator* nomor satu, ketika diamati suhu gas buang silinder nomor satu terjadi

penurunan suhu gas buang. Masinis tiga berusaha untuk menyetel pengatur tekanan pompa bahan bakar (*rack*), terlihat suhu gas buang kembali normal. Setelah diamati beberapa saat suhu gas buang silinder nomor satu kembali turun. Kami menduga ada masalah pada injektor tersebut. Kemudian masinis tiga memerintahkan untuk menjalankan generator nomor dua dan mematikan generator nomor satu untuk mengecek kondisi injektor silinder nomor satu. Setelah itu kami mencabut injektor silinder nomor tiga dan melakukan pengujian tekanan, setelah dilihat tekanan injektor tersebut tidak normal. Kemudian kami menyetel tekanan pada injektor tersebut dan melakukan pengujian tekanan lagi. Setelah diamati tekanan injektor tersebut belum juga naik dan kembali normal. Sehingga, kami mengambil langkah untuk membongkar injektor dan mengecek kemungkinan ada bagian yang rusak. Lalu, kami melihat bagian pegas tekan dalam injektor patah. Pegas tekan yang patah tersebut mengakibatkan jarum penekan nosel tidak dapat kembali ke posisinya lagi saat menginjeksikan bahan bakar dan tidak dapat mengontrol elastisitas untuk menjaga kekuatan tekanan injeksi bahan bakar.



Gambar 4.1 Pegas tekan injektor yang patah

Berikut tabel pengamatan injektor pada mesin disel pembangkit listrik nomor satu pada tanggal 08 September 2020 :

Tabel 4.1 Tabel pengamatan injektor

Keterangan	Suhu Gas Buang	Fuel Pump Mark	Kondisi pembakaran
Cyl. No 1	395 ˚C	19 mm	Tidak sempurna
Cyl. No 2	446 ˚C	15 mm	Sempurna
Cyl. No 3	450 ˚C	15 mm	Sempurna
Cyl. No 4	446 ˚C	14 mm	Sempurna
Cyl. No 5	451 ˚C	15 mm	Sempurna
Cyl. No 6	432 ˚C	14 mm	Sempurna

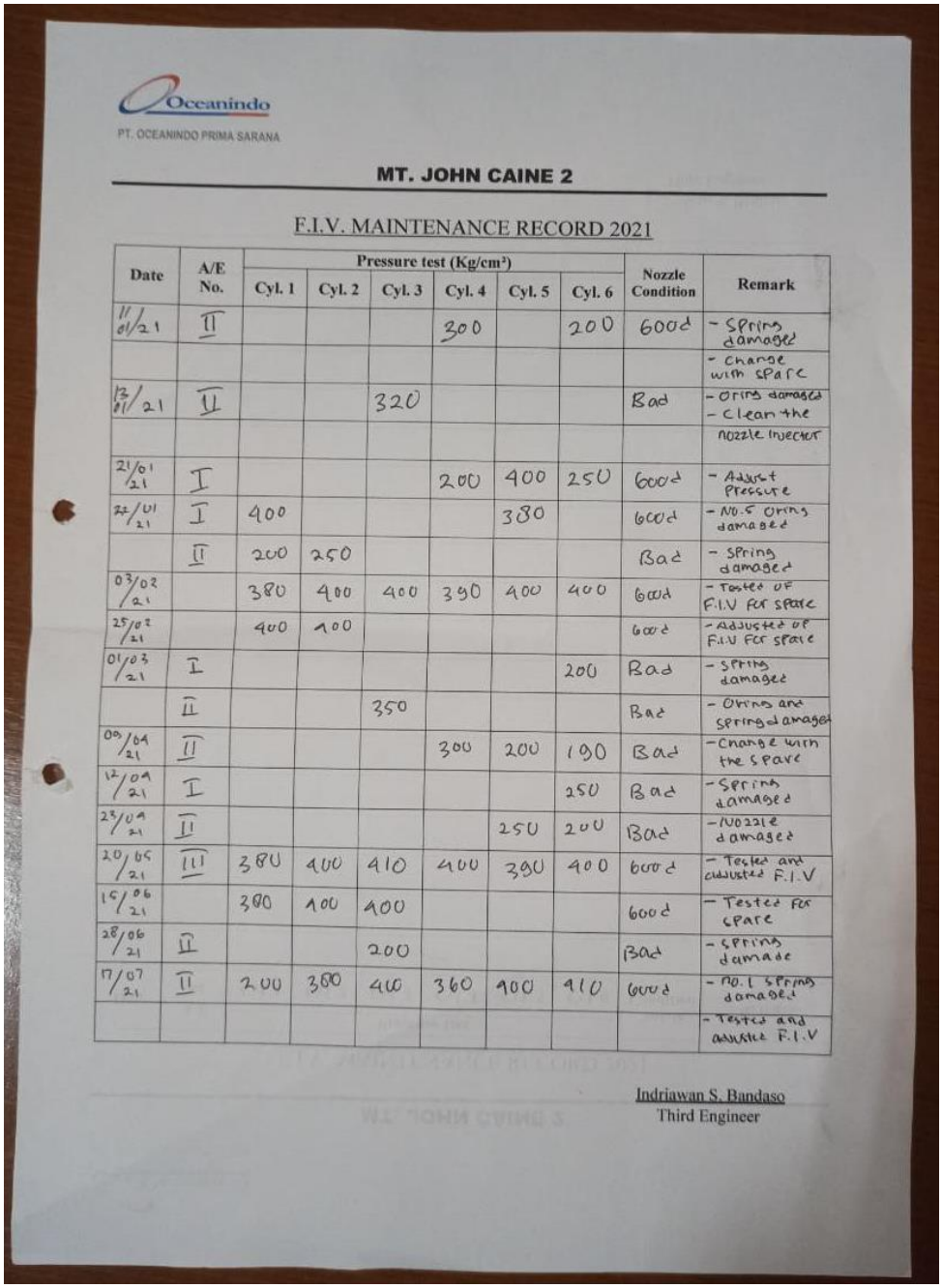
Perbedaan suhu gas buang pada mesin disel pembangkit listrik nomor satu ditemukan oleh masinis tiga dan penulis yang ikut mengamati ini. Penulis membandingkan data pengamatan tersebut dengan data suhu gas buang ketika dalam keadaan normal. Ditemukan penurunan suhu gas buang yang menyebabkan mesin disel pembangkit listrik tidak bekerja dengan optimal (pincang). Kemudian dilakukan pengetesan terhadap injektor, berikut tabel hasil pengetetasan :

Tabel 4.2 Tabel pengetesan injektor

Cyl. No.	Tekanan injeksi	Kondisi pengabutan	Kondisi nosel
No. 1	200 kg/cm^2	Jelek	Kotor
No. 2	400 kg/cm^2	Baik	Bagus
No. 3	400 kg/cm^2	Baik	Bagus
No. 4	395 kg/cm^2	Baik	Bagus
No. 5	410 kg/cm^2	Baik	Bagus
No. 6	400 kg/cm^2	Baik	Bagus

Setelah dilakukan pembongkaran dan pengetesan diketahui bahwa pada alat pengabut bahan bakar (injektor) nomor satu tersebut tidak dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna dan tekanannya tidak sesuai dengan di *instruction book* yaitu 450 bar atau 458 kg/cm^2 dalam keadaan mesin

menanggung beban maksimal. Disertai adanya kotoran-kotoran yang menggumpal pada ujung nosel pada alat pengabut bahan bakar tersebut.



Oceanindo
PT. OCEANINDO PRIMA SARANA

MT. JOHN CAINE 2

F.I.V. MAINTENANCE RECORD 2021

Date	A/E No.	Pressure test (Kg/cm²)						Nozzle Condition	Remark
		Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4	Cyl. 5	Cyl. 6		
11/01/21	II				300		200	Good	- Spring damaged
									- change with spare
13/01/21	II			320				Bad	- Orins damaged - Clean the
									nozzle injector
21/01/21	I				200	400	250	Good	- Adjust Pressure
27/01/21	I	400				380		Good	- No.5 Orins damaged
	II	200	250					Bad	- Spring damaged
03/02/21		380	400	400	390	400	400	Good	- Tested OF F.I.V for spare
25/02/21		400	100					Good	- Adjusted OF F.I.V For spare
01/03/21	I						200	Bad	- Spring damaged
	II			350				Bad	- Orins and spring damaged
09/04/21	II				300	200	190	Bad	- Change with the spare
12/04/21	I						250	Bad	- Spring damaged
23/04/21	II					250	200	Bad	- Nozzle damaged
20/05/21	III	380	400	410	400	390	400	Good	- Tested and adjusted F.I.V
19/06/21		390	100	400				Good	- Tested For spare
28/06/21	II			200				Bad	- Spring damade
17/07/21	II	200	390	400	360	400	410	Good	- No.1 Spring damaged
									- Tested and adjuste F.I.V

Indriawan S. Bandaso
Third Engineer

Gambar 4.2 Data perawatan injektor 2021

Menurut F.I.V. Maintenance 2021, ditemukan banyak kejadian pegas tekan (*Pressure Spring*) mengalami kerusakan. Kejadian ini dapat menggangu operasional kapal akibat mesin disel pembangkit listrik tidak bekerja dengan optimal. Patahnya pegas tekan ini memiliki fungsi yang vital dalam kinerja injektor yaitu sebagai sebagai pengontrol elastisitas dari injektor pada saat

menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

Berikut tabel data kinerja mesin disel pembangkit listrik yang diambil dari buku manual :

Tabel 4.3 Data dan set point generator berdasarkan buku manual

	Normal Value at Full load at ISO conditions		Acceptable value at shop test or after repair	Alarm Set point		Delay sec.	Autostop of engine	
Lubricating Oil System								
Temp. after cooler (inlet filter) SAE 40	TI 21	68-73° C	<73° C	TAH 21	82° C	3		
Pressure after filter(inlet engine)	PI 22	4.2-5.0 bar	>4.5 bar	PAL 22	3.5 bar	3	PSL 22 (PSL 22)	3.0 bar (2.5 bar) (D)
Pressure drop across filter	PDAH 21-22	0.1-1 bar	<0.5 bar	PDAH 21-22	1.5 bar	3		
Prelubricating pressure	(PI 22)	0.3-1.5 bar	<1.0 bar	PAL 25	0.1 bar (H)	60		
Pressure inlet turbocharger	PI 23	1.3 - 2.2 bar (C)	>1.3 bar	PAL 23	0.25 bar	3		
Lub. oil level in base frame				LAL 28 LAH 28	Low level High level	30 30		
Pressure before filter	PI 21	4.5-5.5 bar						
Fuel Oil System								
Pressure after filter MDO HFO	PI 40 PI 40	3-6 bar 5-16 bar (A)		PAL 40 PAL 40	2 bar 4-6 bar (E)	5 5		
Leaking oil				LAH 42	High level	5		
Temperature inlet engine MDO HFO	TI 40 TI 40	30-40°C 110-150°C						
Cooling Water System								
Press. LT system, inlet engine	PI 01	2.5-4.5 bar	>1.8 bar	PAL 01	0.4 + (B) bar	3		
Press. HT system, inlet engine	PI 10	2.0-5.0 bar	>1.8-<6 bar	PAL 10	0.4 + (B) bar	3		
Temp. HT system, outlet engine	TI 12	75-85°C	<85° C	TAH 12 TAH 12-2	90° C 93° C	3 3	TSH 12 (TSH 12)	95° C (100° C) (D)
Temp. LT system, inlet engine	TI 01	30-40°C						
Exhaust Gas and Charge Air								
Exh. gas temp. before TC	TI 62	500-550° C		TAH 62 TAH 62-2	600° C 650° C	10 3		
Exh. gas temp. outlet cyl.	TI 60	425-490° C		TAH 60	525° C	10		
Diff. between individual cyl.			average ±25° C	TAD 60	average (K) ± 50° C	60		
Exh. gas temp. after TC	TI 61	325-375° C		TAH 61	450° C	3		
Ch. air press. after cooler	PI 31	2.7-3.1 bar						
Ch. air temp. after cooler	TI 31	35-55° C	<55° C					
Compressed Air System								
Press. inlet engine (start/stop)	PI 70	7-10 bar	>7.5-<10 bar	PAL 70	6.5 bar	15		
Speed Control System								
Engine speed elec.	SI 90	1200 rpm		SAH 81	1356 rpm 1380 rpm (D)	0	SSH 81 (SSH 81)	1356 rpm (1380 rpm) (D)
	SI 90	1000 rpm		SAH 81	1130 rpm 1150 rpm (D)	0	SSH 81 (SSH 81)	1130 rpm (1150 rpm) (D)

Dari tabel di atas merupakan kinerja mesin disel pembangkit listrik pada tes pabrik. Semua kondisi bagian mesin dalam kondisi bagus. Teknik pengukuran menggunakan cara tertentu.

Dari observasi penulis di buku manual ditemukan perbedaan suhu gas buang dengan hasil pengamatan pada silinder nomor satu. Setelah di tes tekanan

menunjukan tekanan tidak sesuai dengan buku manual kemudian dilakukan pembongkaran injektor tersebut. Setelah diamati pegas tekan pada injektor itu patah. Berdasarkan hasil wawancara dengan awak kamar mesin di dapatkan informasi bahwa banyak penyebab pegas tekan dapat mengalami kerusakan. Menurut KKM, salah satunya adalah suku cadang yang di kirim ke kapal bukan asli melainkan kualitas nomor dua sehingga pegas tekan lebih cepat mengalami kelelahan bahan sebagai perbandingan menurut buku manual pegas tekan yang asli jam kerja nya dapat mencapai 2000 jam jika menggunakan suku cadang yang bukan asli maka kurang dari 2000 jam sudah mengalami kerusakan.

Berdasarkan pengamatan penulis di buku manual dijelaskan cara kerja pegas tekan yaitu bergerak secara elastis sehingga katup jarum nosel dapat bergerak membuka dan menutup lubang nosel. Bahan bakar diinjeksikan dengan tekanan 450 bar sehingga dapat berubah bentuk dari cair menjadi kabut. Penurunan tekanan mengakibatkan penurunan kinerja injektor, hal ini yang mempengaruhi tekanan yaitu kondisi pegas tekan. Pegas tekan yang telah patah mengakibatkan jarum nosel tidak dapat bergerak secara optimal.

2. Menetesnya bahan bakar pada nosel

Hal ini ditemukan pada tanggal 21 Desember 2020 pada saat kapal sedang manuver untuk sandar pada dermaga Petrochina Tanjung Jubang, Jambi. Ketika penulis melakukan pengecekan di sekitar kamar mesin, ditemukan perbedaan temperatur gas buang mesin disel pembangkit listrik nomor 2 pada silinder no. 2 dan no. 5 yaitu 500^0 C dan temperatur gas buang silinder lainnya 400^0 C – 420^0 C. Penulis juga mengamati warna asap gas buang yang keluar dari cerobong mesin disel pembangkit listrik nomor dua adalah berwarna kehitam-hitaman yang menunjukkan kurang sempurnanya proses pembakaran dalam mesin tersebut. Kemudian penulis melaporkan kepada masinis 3 bahwa ada kendala pada mesin disel pembangkit listrik no. 2. Dengan banyaknya indikasi gangguan tersebut maka masinis 3 memerintahkan setelah kapal bersandar dilakukan penggantian dan pemasangan alat pengabut bahan bakar silinder no. 2 dan 5 dengan yang sudah disiapkan. Setelah itu dilakukan pengecekan injektor yang lama ditemukan ternyata terdapat arang atau kerak yang telah menggumpal dan menempel pada ujung nosel injektor. Kemudian

setelah dilakukan pengujian tekanan diketahui bahan bakar yang menetes pada nosel injektor.



Gambar 4.3 kondisi nosel injektor



Gambar 4.4 kondisi jarum nosel

3. Tidak tersedianya suku cadang injektor

Pada tanggal 11 Januari 2021 di Palembang saat kapal sedang sandar di dermaga 10, mesin disel pembangkit listrik nomor dua mengalami masalah pada alat pengabut bahan bakarnya. Setelah di cek oleh masinis 3 injektor yang bermasalah pada silinder nomor 6. Setelah itu masinis 3 dibantu oiler dan penulis mencabut injektor tersebut dan dibawa ke bengkel. Kemudian

dilakukan pengetesan dengan alat *injector tester* sehingga diketahui bahwa ada kebocoran pada nosel yang membuat banyak bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar dan pembakaran menjadi tidak sempurna. Lalu, masinis 3 memerintahkan untuk membuka seluruh komponen injektor. Kemudian didapati keadaan nosel injektor yang tertutupi arang yang menggumpal dan menempel pada ujung nosel sehingga terjadi penyumbatan. Setelah itu penulis mencari suku cadang nosel injektor untuk menggantinya dengan yang baru. Kemudian penulis memberi tahu masinis 3 bahwa yang suku cadang nosel yang tersisa hanya nosel bekas hasil perbaikan. Sehingga kami tetap menggunakan nosel bekas tersebur agar kondisi generator dapat beroperasi kembali walaupun akibatnya akan membuat daya tahan nosel tidak lama dan beresiko terjadi masalah kembali dalam waktu dekat.



Gambar 4.5 nosel injektor bekas yang diperbaiki

B. ANALISIS DATA

Dari deskripsi data yang telah diperoleh dan dijelaskan sebelumnya, penulis telah menganalisis data tersebut berdasarkan pengalaman yang telah dialami penulis selama di atas kapal agar nantinya dapat meminimalisir akibat yang timbul dari masalah tersebut. Penulis melakukan pendekatan untuk mencari penyebab utama yang menyebabkan terjadinya masalah pada injektor mesin disel pembangkit listrik di kapal.

Adapun masalah-masalah yang akan dianalisis yaitu :

1. **Analisis faktor penyebab pegas tekan pada injektor patah**

   Dari kejadian-kejadian yang terjadi di peroleh data – data yang membuktikan bahwa penyebab terjadinya kelelahan bahan pada pegas tekan injektor adalah :

   a. Kualitas pegas tekan yang tidak orisinal

      Injektor bahan bakar harus memiliki kualitas suku cadang yang baik agar waktu pemakaian semakin panjang dan tidak terjadi masalah selama digunakan. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pegas tekan orisinal oleh pabrik adalah bahan yang bagus kualitasnya sehingga dapat tahan Suku cadang yang bagus memiliki daya tahan kuat dan jam kerja yang lebih panjang dibanding dengan suku cadang yang tidak orisinal. Hal ini yang dialami penulis saat melakukan praktek laut di MT. John Caine 2, pada saat melakukan pergantian suku cadang yang digunakan adalah pegas tekan yang tidak orisinal ini bisa diliat dari warna dan elastisitasnya. Untuk pegas tekan yang tidak orisinal berwarna gelap serta elastisitasnya agak keras. Dengan menggunakan pegas tekan yang tidak orisinal menyebabkan pegas tekan tersebut sering patah sehingga harus sering melakukan perbaikan.



Gambar 4.6 Pegas tekan yang tidak orisinal



Gambar 4.7 perbandingan pegas tekan yang orisinal dengan yang asli

Perbedaan dari pegas tekan yang asli dengan tidak orisinal yaitu bisa di amati dari warna, kerenggangan, dan ketebalan. Untuk warna dari pegas yang asli berwarna lebih terang dibandingkan dengan yang bukan orisinalnya. Jarak pegas tekan yang bukan orisinal lebih renggang daripada yang asli. Pegas tekan yang asli lebih tebal dibandingkan dengan yang bukan asli serta material penyusunnya pun berbeda. Untuk pegas tekan yang tidak orisinal barang datang Panjang seperti pada gambar kemudian potong sesuai dengan yang asli sekitar 30 cm. Sedangkan pegas tekan yang asli tiba di kapal sudah dalam keadaan siap pakai.

b. Penyetelan injektor yang kurang tepat

Penyetelan injektor dilakukan untuk mengatur tekanan injeksi saat injektor mengabutkan bakan bakar di dalam silinder. Tekanan terlalu tinggi dapat membuat daya tahan elastisitas pegas tekan lebih cepat mengalami kelelahan bahan. Jika penyetelan injektor tidak dilakukan dengan benar dapat membuat

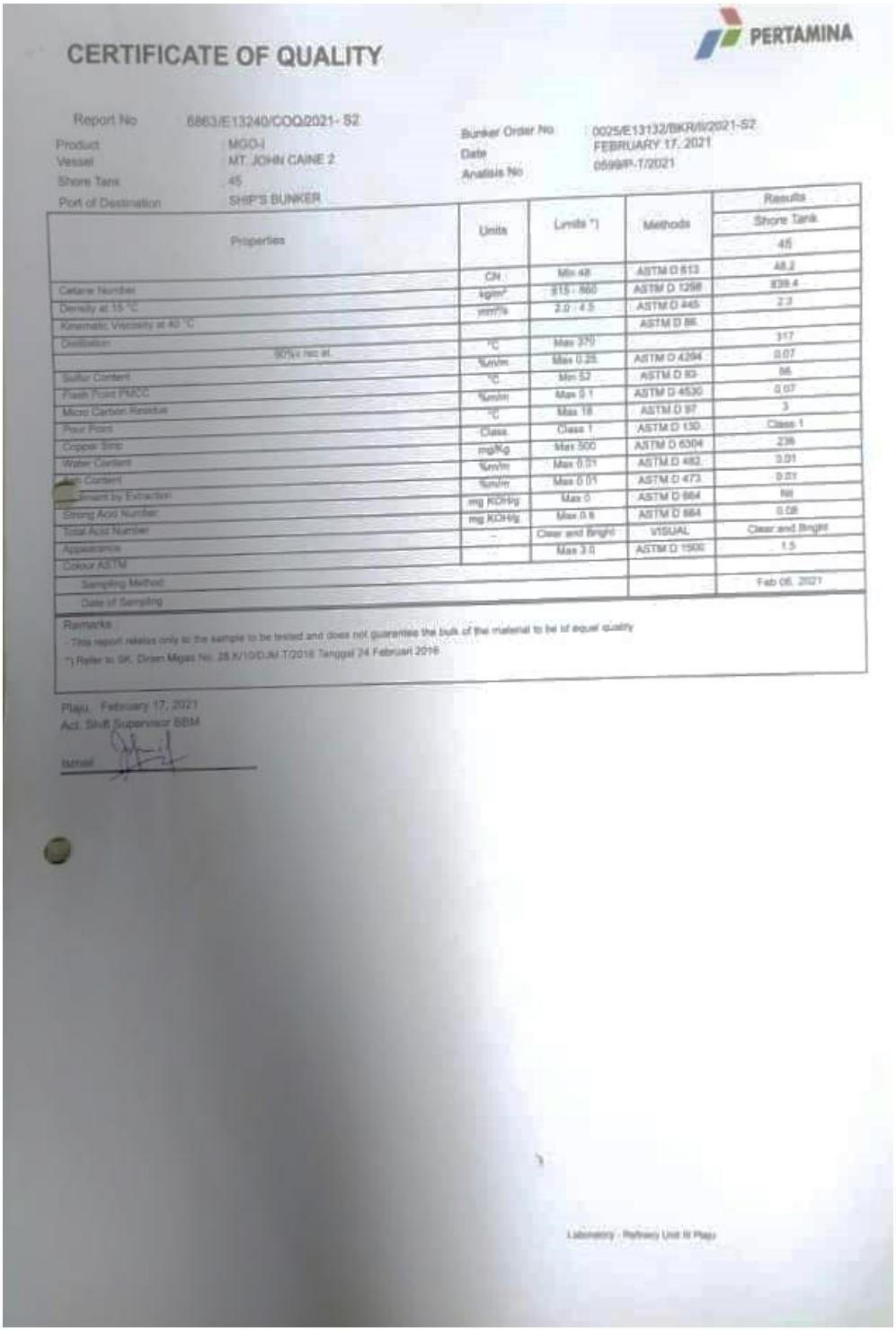
tidak hanya pegas tekan yang mengalami masalah bisa jadi bagian injektor lain juga bermasalah seperti jarum nosel lecet, kebocoran pada nosel, dan sebagainya.

Penyetelan yang kurang tepat pada injektor kadang terjadi, karena pada pengetesan injektor, *adjusting screw* diikat terlalu kencang atau terlalu longgar sehingga katup jarum tidak bisa terangkat dan pegas tidak dapat lagi menekan katup jarum, maka bahan bakar tidak bisa disemprotkan atau tidak dapat diinjeksikan dalam waktu yang tepat. Akibatnya injektor tidak dapat bekerja dengan normal atau tidak dapat bekerja dengan baik, sehingga proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder tidak sempurna. Dan apabila kejadian tersebut dibiarkan maka akan menimbulkan dampak terhadap suhu gas buang mesin disel pembangkit listrik, yakni suhu gas buang akan meningkat.

c. Bahan bakar yang digunakan kotor

Dalam penerimaan bahan bakar diatas kapal dari darat yang pada umumnya kualitasnya kurang baik, dalam arti bahan bakar tersebut tidak bersih atau kurang bagus. Hal ini, disebabkan oleh banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar mulai dari tangki-tangki melalui pipa saluran yang dapat membawa kotoran yang ikut mengalir dalam minyak.

Sebelum digunakan bahan bakar akan mengalami proses penjernihan atau pemisahan antara minyak dengan air dan kotoran melalui mesin bantu yang disebut purifier. Apabila purifier tersebut tidak berfungsi dengan baik akan berpengaruh terhadap bersih atau kotornya bahan bakar yang akan digunakan.



PERTAMINA

CERTIFICATE OF QUALITY

Report No 6863/E13240/COQ/2021- S2

Product MGO-I
Vessel MT. JOHN CAINE 2
Shore Tank 45
Port of Destination SHIP'S BUNKER

Bunker Order No 0025/E13132/BKR/II/2021-S2
Date FEBRUARY 17, 2021
Analisis No 0599/P-T/2021

Properties	Units	Limits *)	Methods	Results
				Shore Tank
				45
Cetane Number	CN	Min 48	ASTM D 613	48.2
Density at 15 °C	kg/m³	815 - 860	ASTM D 1298	839.4
Kinematic Viscosity at 40 °C	mm²/s	2.0 - 4.5	ASTM D 445	2.3
Distillation			ASTM D 86	
90%v rec at	°C	Max 370		317
Sulfur Content	%m/m	Max 0.25	ASTM D 4294	0.07
Flash Point PMCC	°C	Min 52	ASTM D 93	86
Micro Carbon Residue	%m/m	Max 0.1	ASTM D 4530	0.07
Pour Point	°C	Max 18	ASTM D 97	3
Copper Strip	Class	Class 1	ASTM D 130	Class 1
Water Content	mg/Kg	Max 500	ASTM D 6304	236
Ash Content	%m/m	Max 0.01	ASTM D 482	0.01
Sediment by Extraction	%m/m	Max 0.01	ASTM D 473	0.01
Strong Acid Number	mg KOH/g	Max 0	ASTM D 664	Nil
Total Acid Number	mg KOH/g	Max 0.6	ASTM D 664	0.08
Appearance	-	Clear and Bright	VISUAL	Clear and Bright
Colour ASTM	-	Max 3.0	ASTM D 1500	1.5
Sampling Method				
Date of Sampling				Feb 06, 2021

Remarks
- This report relates only to the sample to be tested and does not guarantee the bulk of the material to be of equal quality
*) Refer to SK. Dirjen Migas No. 28.K/10/DJM.T/2016 Tanggal 24 Februari 2016

Plaju, February 17, 2021
Act. Shift Supervisor BBM

Ismail

Laboratory - Refinery Unit III Plaju

Gambar 4.8 Hasil laboratorium

Hasil pengukuran menurut laboratorium menunjukan seluruh poin-poin yang di tes tidak melampaui batas. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahan bakar yang di kirim ke kapal dalam keadaan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang bahan bakar yang digunakan pada mesin disel pembangkit listrik. Namun, setelah bahan bakar melewati proses purifikasi hingga mencapai saringan sebelum masuk ke

dalam mesin. Ditemukan bahan bakar mengalami perubahan warna menjadi gelap seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 sampel bahan bakar

Kemudian dilakukan pengecekan terhadap mesin bantu purifier dan terlihat pada purifier terdapat banyak kotoran dan sludge. Ditemukan bahwa purifier tidak bekerja secara optimal sehingga menyebabkan bahan bakar menjadi kotor.



Gambar 4.10 DO Purifier



Gambar 4.11 Saringan bahan bakar kotor

2. Analisis menetesnya bahan bakar pada nosel

Nosel yang tidak berfungsi dengan baik dapat mempengaruhi kinerja injektor dalam mengabutkan bahan bakar. Pengabutan yang kurang baik mengakibatkan tidak sempurnanya pembakaran dalam silinder. Bahan bakar yang menetes juga lama kelamaan akan mengumpul pada ruang bakar dan dapat menyebabkan kebakaran pada exhaust manifold. Hal tersebur harus di hindari karena dapat menyebabkan kebakaran pada kamar mesin. Berikut hal-hal yang dapat menyebabkan bahan bakar menetes pada nosel :

a. Terjadi keausan pada jarum nosel

Keausan katup jarum nosel yang disebabkan oleh kotoran yang ikut bersama bahan bakar yang diinjeksikan dengan kecepatan tinggi, akan menggores permukaan badan katup jarum nosel sehingga menyebabkan keausan.

Jika hal tersebut dibiarkan maka dapat menimbulkan kebocoran atau menetesnya bahan bakar pada injektor sewaktu bahan bakar disemprotkan atau diinjeksikan ke dalam silinder. Dan pada akhirnya pembakaran di dalam silinder tidak sempurna, karena terjadi pembakaran susulan yang diakibatkan oleh adanya bahan bakar yang menetes setelah penyemprotan yang berakhir pada ujung nosel dan tetesan bahan bakar tersebut terbakar sehingga terjadi kebakaran sebanyak dua kali, dan bila hal tersebut berlangsung berulang kali maka suhu gas buang akan meningkat.



Gambar 4.12 Jarum nosel yang mengalami keausan

b. Dudukan nosel tidak rata

Dudukan nosel yang tidak rata sangat mempengaruhi menetesnya bahan bakar pada nosel. Bahan bakar menetes ketika injektor memasukkan bahan bakar ke ruang bakar dengan adanya tekanan, maka tidak semua bahan bakar masuk ke dalam nosel, tetapi sejumlah bahan bakar keluar melalui dudukan yang tidak rata. Bahan bakar yang berada diluar nosel akan terus bertambah dengan tekanan dan akhirnya keluar melalui penutup kepala nosel dan menetes melalui ujung nosel. Dudukan nosel tidak rata dapat disebabkan dari kotoran pada bahan bakar sehingga dapat mengikis nosel dengan dudukannya. Nosel yang kurang terpasang dengan baik pada saat perakitan juga dapat membuat dudukan nosel tidak rata atau miring.



Gambar 4.13 Dudukan nosel yang lecet dan tidak rata

c. Lubang nosel sudah melebar

Lubang nosel akan menetukan sempurnanya pengabutan. Pembesaran lubang-lubang pengabutan dapat mengakibatkan berkurangnya tekanan dan juga berubahnya arah pengabutan bahan bakar, apabila bahan bakar mengenai dinding silinder torak yang suhunya lebih rendah dari suhu kompresi maka penguapannya akan berkurang ataupun tidak dapat menguap sama sekali sehingga tidak terjadi pembakaran.



Gambar 4.14 Lubang pada nosel yang sudah melebar

Terjadinya pembesaran dalam lubang-lubang karena pengisian bahan bakar menggunakan kecepatan tinggi yang terdiri menurut beberapa saluran lubang pengabutan yang adalah sudut dimana bahan bakar mengalir menggunakan kecepatan tinggi mengikuti arah sudut tadi. Adanya sudut ini menyebabkan lebih besarnya pengikisan, terbawanya kotoran-kotoran didalam bahan bakar juga bisa menambah keausan. Tekanan tinggi bahan bakar yang diterima jarum pengabutan bisa terangkat karena tekanan bahan bakar tadi dalam bagian atas bidang tekannya.

Pada bagian rumah pengabutan selalu mendapat panas yang tinggi dari hasil pembakaran dalam silinder menggunakan perbedaan suhu terlalu tinggi yang mengakibatkan pada lubang-lubang nosel mengalami tegangan panas dan akan terjadi keretakan. Keretakan ini akan meningkatkan kecepatan pembesaran lubang-lubang nosel lantaran pengikisan bahan bakar. Apabila lubang-lubang nosel telah mengalami ukuran yang berlebihan atau masih ada kebocoran dalam lubang-lubang nosel yang ditimbulkan maka jarum nosel

tidak bisa menutup rapat dalam kedudukannya dan ada gesekan serta terjadi keausan pada kedudukan jarum.

3. Analisis tidak tersedianya suku cadang

Kepala Kamar Mesin (KKM) mempunyai tanggung jawab yang sangat besar atas administrasi dan instalasi pesawat seluruhnya. KKM menyampaikan laporan pada saat tertentu misalnya tiap akhir bulan, pertengahan tahun, serta akhir tahun kepada dinas teknik atau *Fleet Manager* di kantor pusat perusahaan pelayaran perihal komponen atau *sparepart,* wacana reparasi–reparasi yang sudah dilakukan dan pekerjaan perawatan atau pemeliharaan, juga tentang penerimaan serta pemakaian suku cadang di atas kapal.

Permintaan penyediaan suku cadang minimal tiga bulan sebelum pemakaian suku cadang berakhir, hal ini mengingat waktu yang diperlukan buat transportasi atau komunikasi pengiriman suku cadang yang cukup lama , sehingga dengan demikian kapal tidak sempat mengalami kekosongan suku cadang. Pada saat kapal datang di pelabuhan induknya atau pelabuhan–pelabuhan besar diatur sedemikian rupa agar bagian–bagian dari suku cadang juga perakitan lainnya yang dipesan pada waktu yang lalu dicek keberadaannya pada bagian pengadaan suku cadang yang berada pada kantor (darat), mengingat sangat pentingnya suku cadang tersebut. Suatu hal lagi yang perlu menjadi perhatian bagi pihak kapal atau Masinis yang bertanggung jawab pada penerimaan suku cadang ini adalah bila sudah mendapatkan suku cadang tersebut harus dicek atau diperiksa lagi kebenarannya atau kelengkapan suku cadang tersebut.

Ada dua hal yang terkadang menjadi masalah dalam penerimaan sparepart di atas kapal yaitu :

a. Jumlah yang tertera dalam lampiran dan jumlah barang (suku cadang) ada yang berbeda.
b. Suku cadang yang di order (dipesan) tidak selaras dengan suku cadang yang diterima.

Tabel 4.4 daftar persediaan suku cadang

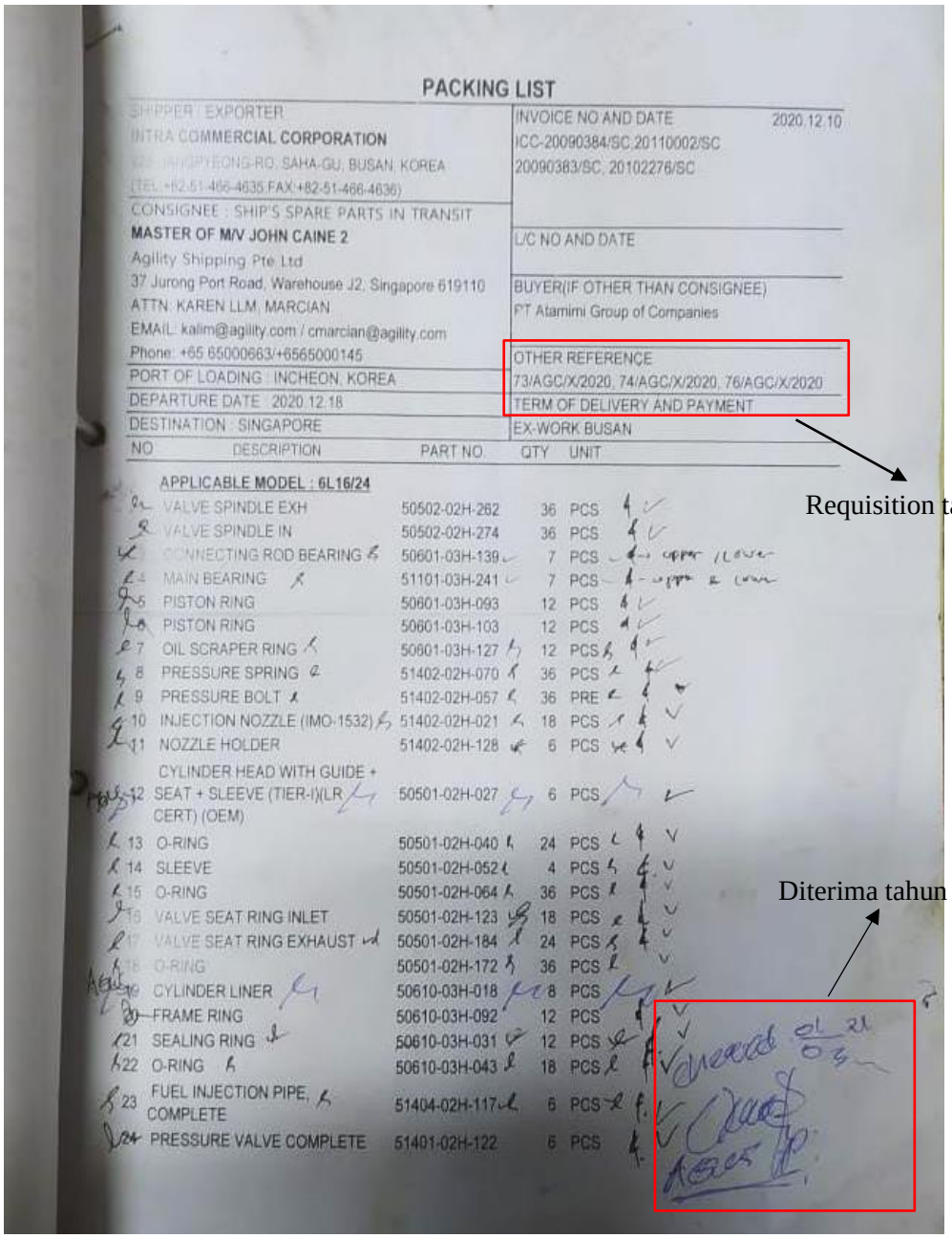
SPARE PARTS INVENTORY LIST SEPT - DEC 2020

No.	Equipment : 2. AUXILIARY ENGINE Unit : 16. FUEL INJECTION VALVE (WOODWARD)	Maker : Part no.	Unit	Balance	Received	Consumed	Rob	Remarks
1	Injection nozzle	51402-04H-021	pc	6	-	6	0	B-024
2	O-ring	51402-04H-033	pc	14	-	7	7	B-024
3	Nozzle nut	51402-04H-045	pc	2	-	-	2	B-024
4	Pressure bolt, thrust	51402-04H-057	pc	0	-	-	0	B-024
5	Pressure spring	51402-04H-070	pc	0	-	-	0	B-024
6	Nut	51402-04H-082	pc	0	-	-	0	B-024
7	Cylindrical pin	51402-04H-094	pc	4	-	4	0	B-024
8	O-ring	51402-04H-104	pc	18	-	6	12	B-024
9	Fuel injection valve complete	51402-04H-116	pc	6	-	6	0	B-024
10	Nozzle holder	51402-04H-128	pc	0	-	-	0	B-024
11	Pressure piece	51402-04H-141	pc	0	-	-	0	B-024
12	Nut	51402-04H-153	pc	0	-	-	0	B-024
13	Special disc	51402-04H-165	pc	0	-	-	0	B-024
14	Bolt	51402-04H-177	pc	0	-	-	0	B-024
15	Adjusting spindle	51402-04h-069	pc	0	-	-	0	B-024

Menurut Kepala Kamar Mesin proses pegadaan suku cadang ini adalah suatu bentuk dilema karena pada biasanya pengadaan suku cadang yang normal adalah dua minggu dan jika keadaan kapal sedang akan berlayar akan disesuaikan dengan lama saat pelayaran dan begitu kapal sampai di pelabuhan yang mempunyai agen maka pesanan suku cadang tadi akan diberikan. Dan tak jarang kantor mengirim suku cadang yang tidak orisinal untuk menghemat pengeluaran. Inilah yang menjadi akibat praktis rusaknya suatu permesinan dikarenakan suku cadang yang tidak orisinal, karena *maker* sudah memilih kekuatan bahan dari permesinan tadi.

Bila bukan berasal berasal *maker*, awak kapal tidak mengetahui kekuatan dari bahan suku cadang tersebut. Komponen-komponen mesin mempuyai batas pemakaian maksimal jika komponen-komponen melebihi batas pemakaian maksimal , tapi komponen masih dapat dipergunakan maka dilakukan perawatan yang extra namun tidak semaksimal keadaan sebelum melewati standarisasi komponen tersebut. Pabrik serta *maker* telah memiliki perhitungan-perhitungan tersendiri perihal kekuatan bahan, oleh karena itulah mereka menyampaikan

ketentuan-ketentuan dan penjelasan tentang batas pemakaian maksimal dari suatu komponen yang mereka produksi.



PACKING LIST

SHIPPER / EXPORTER
INTRA COMMERCIAL CORPORATION
[illegible] HANGYEONG-RO, SAHA-GU, BUSAN, KOREA
(TEL: +82-51-466-4635 FAX:+82-51-466-4636)

CONSIGNEE : SHIP'S SPARE PARTS IN TRANSIT
MASTER OF M/V JOHN CAINE 2
Agility Shipping Pte Ltd
37 Jurong Port Road, Warehouse J2, Singapore 619110
ATTN: KAREN LLM, MARCIAN
EMAIL: kalim@agility.com / cmarcian@agility.com
Phone: +65 65000663/+6565000145

PORT OF LOADING : INCHEON, KOREA
DEPARTURE DATE : 2020.12.18
DESTINATION : SINGAPORE

INVOICE NO AND DATE 2020.12.10
ICC-20090384/SC,20110002/SC
20090383/SC, 20102276/SC

L/C NO AND DATE

BUYER(IF OTHER THAN CONSIGNEE)
PT Atamimi Group of Companies

OTHER REFERENCE
73/AGC/X/2020, 74/AGC/X/2020, 76/AGC/X/2020
TERM OF DELIVERY AND PAYMENT
EX-WORK BUSAN

NO	DESCRIPTION	PART NO.	QTY	UNIT
	APPLICABLE MODEL : 6L16/24			
1	VALVE SPINDLE EXH	50502-02H-262	36	PCS
2	VALVE SPINDLE IN	50502-02H-274	36	PCS
3	CONNECTING ROD BEARING	50601-03H-139	7	PCS
4	MAIN BEARING	51101-03H-241	7	PCS
5	PISTON RING	50601-03H-093	12	PCS
6	PISTON RING	50601-03H-103	12	PCS
7	OIL SCRAPER RING	50601-03H-127	12	PCS
8	PRESSURE SPRING	51402-02H-070	36	PCS
9	PRESSURE BOLT	51402-02H-057	36	PRE
10	INJECTION NOZZLE (IMO-1532)	51402-02H-021	18	PCS
11	NOZZLE HOLDER	51402-02H-128	6	PCS
12	CYLINDER HEAD WITH GUIDE + SEAT + SLEEVE (TIER-I)(LR CERT) (OEM)	50501-02H-027	6	PCS
13	O-RING	50501-02H-040	24	PCS
14	SLEEVE	50501-02H-052	4	PCS
15	O-RING	50501-02H-064	36	PCS
16	VALVE SEAT RING INLET	50501-02H-123	18	PCS
17	VALVE SEAT RING EXHAUST	50501-02H-184	24	PCS
18	O-RING	50501-02H-172	36	PCS
19	CYLINDER LINER	50610-03H-018	8	PCS
20	FRAME RING	50610-03H-092	12	PCS
21	SEALING RING	50610-03H-031	12	PCS
22	O-RING	50610-03H-043	18	PCS
23	FUEL INJECTION PIPE, COMPLETE	51404-02H-117	6	PCS
24	PRESSURE VALVE COMPLETE	51401-02H-122	6	PCS

Requisition tahun 2020

Diterima tahun 2021

Gambar 4.15 Data penerimaan suku cadang

Menurut data penerimaan barang diatas, permintaan suku cadang nomor 73/AGC/X/2020, 74/AGC/X/2020 dan 76/AGC/X/2020 di ajukan pada tahun 2020 tetapi barang yang diminta baru diterima di atas kapal pada 01 Maret 2021. Hal ini menyebabkan pada rentang waktu kurang lebih satu tahun kebutuhan suku cadang untuk melakukan perawatan serta perbaikan tidak terpenuhi.

Sehingga suku cadang injektor yang dipergunakan pada mesin disel pembangkit listrik di MT. John Caine 2 merupakan suku cadang bekas dimana jika dicermati

dari segi umur dan pemakaian suku cadang ini telah melewati batas pemakaian maksimal. Sesudah injektor bekas dibersihkan, dilaping, dan di tes kelayakpakaiannya, memang injektor dapat digunakan kembali namun lama pemakaian tidak bisa di prediksi (sesuaikan dengan buku manual) serta sama sekali berbeda keawetannya dengan yang dituliskan pada buku manual, berdasarkan faktor-faktor tersebut penyebab pengabutan bahan bakar sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran adalah disamping kualitas bahan bakar juga ditentukan akibat penggunaan suku cadang yang tidak bagus serta tidak tersedianya suku cadang saat diperlukan mengakibatkan kinerja injektor berkurang.

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Alternatif pemecahan masalah diambil dari kegiatan masinis tiga di kapal dalam menghadapi masalah. Penulis mengamati dan berusaha mencari cara terbaik mengatasi masalah yang timbul dalam kinerja injektor mesin disel pembangkit listrik.

1. Pegas tekan pada injektor patah

Alternatif pemecahan yang dipilih sebagai berikut.

a. Mengganti pegas tekan dengan suku cadang yang baru dan asli.

Penggantian alat pengabut bahan bakar dengan suku cadang yang baru dan asli merupakan salah satu cara yang paling mudah dilakukan. Namun apabila suku cadang di atas kapal tersedia cukup banyak, awak mesin dapat langsung mengganti alat pengabut bahan bakar yang lama dengan alat pengabut bahan bakar yang baru. Menggunakan suku cadang yang asli merupakan faktor penting dalam menjaga keawetan pegas tekan injektor sesuai dengan jam kerja buku manual. Suku cadang yang asli memiliki material penyusun yang kuat dan telah diuji oleh pabrik sehingga dapat membuat kinerja injektor lebih optimal karena tidak sering patah atau bermasalah.

Penyediaan suku cadang pegas tekan yang asli diajukan oleh KKM kepada kantor bagian pengadaan suku cadang. KKM harus membuat secara jelas daftar suku cadang yang diperlukan sesuai kode barang pada buku manual lalu diajukan sebelum suku cadang tersebut sudah habis terpakai maksimal setiap tiga bulan dilakukan pembaruan suku cadang apa saja yang tersisa di kapal. Kemudian diharapkan kantor akan segera mengirim permintaan suku cadang

yang dibutuhkan di kapal agar tidak menghambat rencana perawatan dan perbaikan oleh kru mesin.

b. Melaksanakan pembongkaran/ *overhaul*

Untuk dapat mendapatkan pengabutan yang baik dari alat pengabut bahan bakar (injektor), maka tekanan injeksi dalam saluran bahan bakar harus senantiasa cukup tinggi, dari paling awal sampai akhir dari injeksi. Tekanan injeksi bahan bakar disetel sesuai dengan kondisi operasi dengan menyetel pegas pengatur tekanan pengabutan yang ada pada alat pengabut bahan bakar. Jumlah bahan bakar yang sangat sedikit tersebut harus diinjeksikan di dalam batas waktu yang sangat singkat. Pemeriksaan injektor bahan bakar dilakukan setiap 250 jam. Namun, saat gas buang menunjukkan warna yang tidak normal atau apabila pembakaran terasa tidak berlangsung dengan baik, maka injektor bahan bakar perlu diperiksa.

Berikut cara penyetelan dan pengetesan pada injektor bahan bakar :

1) Pemeriksaan yang paling efektif atas katup injeksi bahan bakar diperoleh melalui uji tekanan, sebaiknya dilakukan setelah setiap perbaikan dan juga bila terjadi masalah saat beroperasi. Tes tekanan dilakukan dengan cara berikut melalui alat tes tekanan yang disediakan.
2) Pasangkan injektor bahan bakar pada alat tes . Posisikan injektor agar berada dalam posisi nosel injektor menunjuk ke bawah.
3) Untuk menyingkirkan partikel-partikel kotoran yang mungkin ada dalam sistem katup injektor, disarankan untuk memompanya melewati bahan bakar beberapa kali, sedangkan pegas tekanan yang dilepaskan di pemegang nosel adalah untuk menaikkan tekanan dengan menggunakan tuas pada pompa uji, dan menyesuaikan tekanan pembukaan 450 bar pada sekrup pengatur pegas, kemudian kencangkan lagi kunci pengaman lalu periksa kembali tekanan pembukaan
4) Katup injektor bahan bakar akan menyemprotkan dengan baik pada frekuensi kira-kira 1 sampai 2 langkah/detik. Bahan bakar (MDO) harus dikabutkan oleh alat penyemprot yang sama. Setelah disemprotkan, tidak ada bahan bakar (MDO) akan jatuh dari bawah bola penyemprotan selama 10 detik ketika nosel injektor diletakkan secara vertikal. Jangan mengharapkan ujung nosel dengan lebih dari 1000 jam kerja untuk terlihat seperti nosel baru di pompa tes.

5) Semua titik penghubung dan yang menempel pada katup injektor bahan bakar tidak boleh bocor selama pemeriksaan ini.

Jika kondisi tes tidak terpenuhi maka diperlukan untuk menurunkan katup injektor bahan bakar untuk menentukan penyebabnya. Untuk itu, periksa serpihan jarum nosel dan nosel injektor tidak macet di dalam dudukan nosel.

c. Melakukan tindakan pencegahan dari kotornya bahan bakar.

Bahan bakar yang diterima diatas kapal ketika *bunker* tidak sepenuhnya bagus dan masih banyak mengandung kotoran, air, debu yang ikut dalam bahan bakar tersebut. Oleh karena itu untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang bersih dapat dilakukan beberapa alternatif sebagai berikut :

1) Penambahan zat kimia pada bahan bakar (*chemical fuel treatment*)

Mutu penyalaan dari bahan bakar dapat diperbaiki, yaitu bilangan setana dinaikkan, dengan penambahan persentase sedikit dari hidrokarbon yang lebih mudah terbakar. Minyak bahan bakar dengan zat tambahan semacam itu tersedia, karena zat tambahan tersebut dapat dipakai dalam persentase kecil, akan memperbaiki minyak bahan bakar untuk digunakan dalam mesin kecepatan tinggi. Penggunaan zat kimia atau *fuel additive* secara seimbang pada setiap tangki-tangki bahan bakar, akan membuat air dan kotoran terpisah dari bahan bakar dan akan mengendap dan untuk mendapatkan hasil pembakaran yang sebaik-baiknya dari sebuah motor diesel diperlukan pemeliharaan bahan bakar yaitu :

a) Bahan bakar yang mempunyai berat jenis tinggi dan *viscosity* rendah, hal ini kadang-kadang menimbulkan kesukaran untuk mengatur pembakaran.

b) Bahan bakar yang mempunyai kadar lilin dan aspal yang terlalu tinggi akan menyebabkan pengabutan dan pembakaran yang kurang sempurna, bahkan menyebabkan (*nosel*) cepat kotor dan buntu.

c) Penambahan bahan bakar dengan zat kimia atau *fuel additive* ke dalam tangki *double bottom* dengan perbandingan yang telah ditentukan oleh *maker* nya yang berguna untuk meningkatkan mutu bahan bakar sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna. Untuk bahan bakar *Marine diesel oil* (MDO) tidak

memerlukan pemanasan terlebih dahulu dengan alat pemanas seperti *heater* hingga mencapai suhu tertentu, sebab bahan bakar MDO mempunyai sifat berat jenis yang lebih ringan dari pada *Marine Fuel Oil* (MFO) dan diproduksi melalui beberapa proses serta mempunyai titik nyala (*flash point*) yang tinggi. Pemberian zat kimia (*fuel additive*) ini bertujuan untuk :

(1) Memisahkan lumpur dari bahan bakar
(2) Meningkatkan pengabutan
(3) Mencegah terjadinya korosi pada tangki-tangki bahan bakar dan pipa-pipa saluran bahan bakar.
(4) Menetralisir keasaman pada bahan bakar

2) Melaksanakan pengawasan dalam penerimaan bahan bakar

Dengan melaksanakan pengawasan dalam penerimaan bahan bakar secara teliti dan cermat, dapat memungkinkan secara dini diketahuinya bahan bakar yang diterima diatas kapal berkualitas baik atau jelek, serta dapat diambil tindakan-tindakan apabila ternyata bahan bakar yang diterima jelek dan dapat meminta supaya bahan bakar minyak tersebut diganti atau ditolak penerimaannya.

3) Purifikasi

Purifier merupakan alat yang berfungsi sebagai alat pemisah antara minyak dengan kotoran-kotoran yang berupa air, lumpur atau butiran-butiran kecil yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar minyak tersebut, sehingga pembakaran lebih sempurna. Pada saat melakukan atau melaksanakan proses pembersihan bahan bakar, kita senantiasa mengharapkan hasil yang dicapai akan sempurna, dalam arti bahan bakar yang akan digunakan untuk menjalankan permesinan telah memenuhi syarat dan terbebas dari kotoran-kotoran, baik yang berupa sedimen maupun kadar air. Akan tetapi pada saat-saat tertentu, kita bisa mendapatkan suatu kendala, yang mana bahan bakar yang telah melalui proses purifikasi masih terdapat atau mengandung kadar air.

Suatu proses pemisahan bahan bakar dari kadar air yang kurang sempurna dapat diakibatkan karena:

a) Pemilihan gravity disc/mangkuk-mangkuk yang tidak tepat.
b) Temperatur bahan bakar pada saat proses purifikasi tidak sesuai.

c) Perputaran *bowl*/bejana yang tidak normal dan terlalu lambat.
d) Kecepatan rata-rata yang terlalu cepat.
e) Debit air/jumlah air yang masuk saat purifikasi terlalu banyak.
f) Adanya penyumbatan pada *bowl*.

Dari permasalahan tersebut diatas, maka diperlukan adanya penanganan secara khusus yang meliputi perawatan secara berkala dan menyeluruh, serta perbaikan yang sistematis.

Adapun hal-hal yang perlu dilaksanakan sesegera mungkin demi tercapainya kualitas bahan bakar yang bersih dan terbebas dari kadar air adalah:

(1) Pemilihan *gravity disc* yang sesuai.

Pemilihan gravity disc/mangkuk-mangkuk harus menyesuaikan dengan berat jenis bahan bakar yang akan dibersihkan. Sebab gravity disc berperan untuk memisahkan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar. Bahan bakar yang telah dibersihkan akan mengalir keatas melalui plat-plat yang berbentuk kerucut, sedangkan kadar air dan kotoran lainnya akan mengalir keatas menuju saluran keluar yang letaknya dibawah saluran keluaran minyak bersih.

Disamping itu perawatan dan pengecekan mangkuk-mangkuk satu-persatu perlu dilakukan untuk memastikan kondisi yang terdapat pada mangkuk. Bila diketahui adanya kerusakan (mangkuk mengalami keretakan, tidak rata dan terjadi keausan), maka perlu diadakan penggantian dengan yang baru.

(2) Pengukuran temperatur bahan bakar.

Proses pemanasan bahan bakar sebelum purifikasi harus disesuaikan dengan berat jenis dan viscositasnya. Hal ini dimaksudkan agar pada waktu proses purifikasi, bahan bakar dapat dibersihkan dengan sempurna dan kotoran-kotoran maupun kadar air yang ikut terbawa dapat diuraikan/dipisahkan.

(3) Memastikan perputaran *bowl*/bejana pada keadaan normal.

Pada *bowl* diketahui berputar dalam keadaan tidak normal dan adanya suara yang terdengar sangat kasar atau tidak halus.

Hal ini dapat disebabkan karena pemasangan *bowl* yang tidak tepat, sehingga akan terjadi pergesekan dan akan berakibat terjadinya keausan pada *bowl*. Apabila diketahui *bowl* tidak dapat bergerak, maka *switch stater* akan jatuh sendiri (auto stop). Untuk itu diperlukan suatu ketelitian pada saat melakukan overhaul agar *bowl* tidak terkunci. Disamping itu adakan pengontrolan pada pesawat purifier selama beroperasi dengan memperhatikan dan memastikan perputaran *bowl* tetap bekerja secara normal.

(4) Mengatur dan menyesuaikan kecepatan rata-rata.

Dengan perputaran yang tinggi dan bekerja secara terus menerus serta adanya beban, hal ini dapat mengakibatkan kecepatan rata-rata pada purifier mengalami perubahan. Untuk itu perlu adanya pengecekan dan pengontrolan rutin selama proses purifikasi berlangsung, hal ini dimaksudkan agar apabila diketahui gejala-gejala yang tidak normal, dapat secara langsung dilakukan perbaikan dan pengaturan kecepatan.

(5) Pengaturan debit/jumlah air yang masuk.

Penggunaan air pada waktu proses purifikasi dimaksudkan proses pembersihan bahan bakar dari kotoran-kotoran maupun kadar air dapat dilakukan dengan sempurna. Akan tetapi hal itu perlu memperhatikan jumlah air yang akan digunakan. Pengaturan jumlah air dapat dilihat pada sightglass (gelas penduga) yang terdapat pada saluran pembuangan. Apabila telah diketahui air mengalir keluar melalui saluran pembuangan, maka kita dapat menutup/mematikan kran air yang masuk ke dalam pesawat purifier.

Selama proses purifikasi, jumlah air yang beredar didalam pesawat purifier senantiasa dilakukan pengecekan/pengontrolan. Hal ini dimaksudkan agar proses pembersihan bahan bakar dapat menghasilkan bahan bakar yang benar-benar berkualitas.

(6) Pembersihan dan Perawatan *bowl*.

Perawatan rutin dilakukan agar kondisi *bowl* tetap terjaga dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses purifikasi.

Perawatan terhadap komponen pesawat purifier adalah sangat penting untuk tercapainya umur (ketahanan) dari pesawat purifier, agar tetap berjalan normal dan menghasilkan atau membersihkan bahan bakar yang bermutu dan berkualitas. Mengingat usia pesawat purifier beserta komponen-komponen yang selalu bertambah sehingga akan mengalami keausan pada komponen-komponen pesawat tersebut.

2. Menetesnya bahan bakar pada nosel

Alternatif pemecahan masalah yang dipilih sebagai berikut.

a. Melakukan *lapping* atau penyekiran pada jarum nosel.

Penanganan katup jarum nosel yang mengalami keausan yaitu dengan cara melakukan *lapping* atau penyekiran. Ini dilakukan untuk meratakan luka atau goresan pada jarum nosel tersebut. Berikut cara penyekiran jarum nosel :

1) Buka dan lepaskan nosel dengan badan injektor kemudian lepaskan pin yang menempel pada nosel maupun yang menempel pada badan nosel.
2) Keluarkan jarum nosel dari nosel kemudian berikan pasta khusus skir secukupnya.
3) Gesekan jarum nosel dengan cara memberikan gerakan keluar masuk badan nosel serta gerakan putaran.
4) Lakukan berulang-ulang hingga jarum nosel rata tidak ada goresan.
5) Setelah di cek dan dipastikan jarum nosel telah rata kemudian bersihkan permukaan jarum hingga pasta yang menempel hilang.
6) Rendam nosel beserta jarum nosel dengan minyak kemudian semprot dengan angin untuk memastikan lubang nosel tidak tersumbat.
7) Lalu rakit kembali nosel dan badan injektor lain seperti semula kemudian lakukan pengetesan.
8) Perhatikan tekanan injeksi serta pastikan sudah tidak ada bahan bakar yang menetes dari nosel tersebut.
9) Jika semua dalam keadaan bagus, injektor siap dipakai.

Bila mana tidak memungkinkan untuk dilakukan perawatan atau penyekiran terhadap nosel tersebut, maka harus dilakukan penggantian terhadap komponen tersebut.

b. Melakukan perbaikan pada nosel dengan dudukannya.

Penanganan terhadap adanya bahan bakar yang menetes pada nosel adalah dengan meratakan antara nosel dengan dudukannya. Hal itu terjadi karena adanya rongga atau celah pada pertemuan antara nosel dengan bodi yang menjadi tempat keluarnya bahan bakar hingga menetes ke dalam ruang bakar melalui ujung nosel.

Adapun langkah – langkah yang dilakukan untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor yaitu sebagai berikut:

1) Buka atau lepas nosel pada bodinya kemudian lepas spindlenya dari nosel serta pin yang menempel pada bodi ataupun pada nosel.
2) Berikan pasta *compound* pada kedua sisi lalu pertemukan antara kedua sisinya.
3) Gesekkan dengan arah melingkar di atas body injektor hingga beberapa lama kemudian bersihkan dengan minyak lalu cek permukaan nosel.
4) Lakukan berulang hingga permukaan nosel rata pada dudukannya atau pada body injektor, kemudian bersihkan pasta yang menempel pada permukaan nosel dan body injektor.
5) Rakit kembali injektor dan lakukan pengetesan, perhatikan tekanan dan pengabutan pada injektor lalu perhatikan juga bahan bakar apakah masih ada yang menetes atau tidak. Kalau bahan bakar tidak lagi menetes dengan pengabutan yang bagus serta tekanan yang sesuai, maka injektor tersebut layak untuk dipakai.
6) Injektor siap untuk dipakai atau dijadikan sebagai sparepart.

c. Membersihkan lubang pengabutan pada injektor

Untuk membersihkan lubang harus digunakan kawat halus yang ukurannya agak lebih kecil dari pada lubang pengabutan. Lebih mudah untuk memasukan sepotong kawat semacam itu dalam pemegang khusus yang menyerupai pencekam gurdi atau secara sederhana dalam gagang kayu. Dapat juga dijepit menggunakan tang yang berukuran kecil. Kawatnya harus digerakkan maju mundur tanpa diputar, karena pemutaran cenderung untuk memperbesar ukuran lubang nosel tersebut.



Gambar 4.16 Alat pembersih lubang nosel

Pembesaran lubang-lubang pengabutan dapat mengakibatkan berkurangnya tekanan dan juga berubahnya arah pengabutan bahan bakar, apabila bahan bakar mengenai dinding silinder torak yang suhunya lebih rendah dari udara kompresi maka penguapannya akan berkurang ataupun tidak dapat menguap sama sekali sehingga tidak terjadi pembakaran. Dengan demikian arah dari pada bahan bakar yang dikabutkan harus dijaga atau diatur agar dapat menembus udara kompresi dan tercampur dengan baik agar penguapan berlangsung dengan cepat.

Pada waktu melakukan pekerjaan pembongkaran pada alat pengabut bahan bakar, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1) Pada waktu hendak melepaskan alat pengabut dari kepala silinder, terlebih dahulu bersihkanlah bagian-bagian disekitar alat pengabut tersebut dengan bensin yang bersih. Sesudah itu lepaskanlah pipa bahan bakar dari alat pengabut dan tutuplah ujung pipa tersebut dan lubang saluran bahan bakar pada alat pengabut, supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalamnya.
2) Lepaskan alat pengabut dari kepala silinder, kemudian bersihkanlah kotoran yang ada pada permukaan kontak antara pengabut dan kepala silinder. Sesudah itu tutuplah lubang pengabut pada kepala silinder supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalam silinder.
3) Bersihkanlah pengabut dengan alat terbuat dari bahan yang lunak,

misalnya kayu. Jangan sekali-kali mengkorek-korek lubang nosel dengan kawat logam karena dapat merusak permukaannya.

4) Hati-hatilah dalam hal membuka atau memasang paking, jangan sampai rusak permukaannya. Paking yang rusak harus diganti dengan yang baru.
5) Apabila nosel yang telah dibersihkan itu ternyata tidak menghasilkan pengabutan yang baik, sebaiknya nosel dan katup tersebut diganti dengan yang baru.

Selain dari itu pelaksanaan perawatan, perbaikan dan penggantian suku cadang harus dilakukan sesuai dengan perencanaan perawatan PMS diatas kapal yang mengacu kepada buku manual, buku jurnal perawatan dan pengalaman masinis itu sendiri. Pelaksanaan perawatan, perbaikan dan penggantian suku cadang dilakukan berdasarkan perhitungan-perhitungan terjadinya permasalahan berdasarkan jam kerja (*running hours*) pada alat pengabut bahan bakar (injektor). Dan itu merupakan bagian dari perawatan dan cara yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja alat pengabut bahan bakar (injektor) pada mesin disel pembangkit listrik.

3. Tidak tersedianya suku cadang injektor

Pengadaan suku cadang merupakan kegiatan yang penting untuk menjaga ketersediaan suku cadang apabila diperlukan sewaktu-waktu agar operasional kapal berjalan dengan lancar. Adapun alternatif pemecahan masalah yang diambil penulis antara lain :

a. Menjalin komunikasi yang baik dengan pihak kantor

   Dalam hal ini KKM sebagai penanggungjawab bagian mesin yang berkomunikasi langsung dengan pihak kantor (perusahaan) dalam pengadaan suku cadang. Komunikasi yang baik dilakukan agar tidak terjadi kesalahpahaman antara apa yang diajukan oleh KKM dengan manajer kapal. Komunikasi yang baik seperti menggunakan bahasa dan kalimat yang efektif sehingga pihak kantor dapat mudah dan nyaman dalam memahami serta guna menunjang administrasi di kantor pusat perusahaan pelayaran untuk digunakan sebagai dasar penelitian instalasi dan pesawat –pesawat yang dan juga digunakan untuk perencanaan pengembangan selanjutnya. Permohonan suku cadang dikirim setiap tiga bulan dikarenakan waktu pemesanan dan pengiriman yang cukup lama.

Komunikasi intens terus dilakukan saat barang akan dikirim ke kapal, pihak kantor wajib melaporkan dengan jelas dan rinci meliputi nama barang, jumlah barang, spesifikasi barang dan lain sebagainya. Kemudian ketika barang tiba diatas kapal, pihak kapal melakukan pengecekan dengan teliti barang yang diterima. Barang yang sampai diatas kapal harus sesuai dengan apa yang dilaporkan pengirim.

b. Menjalankan kembali PMS diatas kapal

Perawatan Alat Pengabut Bahan Bakar Mesin Disel Pembangkit Listrik membutuhkan kemahiran dan ketelitian dari Masinis dalam menganalisis faktor – faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab kerusakan pengabut dengan benar sesuai jadwal perawatan terencana yang tertulis di dalam buku manual sehingga dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan oleh perusahaan. Perawatan untuk pengabut dibagi menjadi 2 kegiatan yaitu pengecekan kualitas injektor dan penggantian komponen injektor. Untuk melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1) Mengadakan pemeriksaan terhadap Alat Pengabut Bahan Bakar Mesin Disel Pembangkit Listrik secara berkala
2) Mengadakan pemeriksaan terhadap kondisi bahan bakar dan saringan
3) Mengadakan pemeriksaan terhadap kondisi pengabutan, pengkabut bahan bakar
4) Melakukan pemeriksaan kebersihan nosel pengabutan
5) Melakukan perawatan dalam jangka waktu tertentu sesuai saran pabrik pembuat (maker)
6) Tiap jam kerja terpakai 200 jam pada generator, harus diadakan pengetesan dan penyetelan ulang terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) dengan menjaga tekanan pengabutannya sekitar 450 kg/cm^2.
7) Mengadakan penyetelan mur dan baut *adjustment fuel injector*, dari baut dan mur pengikat dipastikan terikat. Lakukan pengetesan ulang karena mungkin berubah lagi
8) Setelah dilakukan pengetesan jika diketahui ada minyak bahan bakar yang menetes dari lubang-lubang pengabut berarti alat pengabut tersebut

masih bocor, maka keadaan tersebut harus diperbaiki atau dilakukan pengetesan kembali.

Ketentuan mengenai penggantian bagian-bagian dari injektor :

1) Lubang-lubang nosel besarnya tidak boleh melebihi 10% dari lubang aslinya. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan penggantian dengan nosel yang baru dan original sesuai dengan standar yang ditentukan oleh *maker* nya.
2) Apabila tekanan pengabutan turun terlalu cepat dari tekanan yang telah ditentukan oleh *instruction book* yaitu 400 kg/cm^2 – 450 kg/cm^2 dan bila kurang dari 15 detik tidak dapat dipakai lagi. Hal tersebut dapat diatasi dengan mengganti pegas tekan injekto dengan yang baru dan original sesuai dengan standard yang ditentukan oleh *maker* nya.
3) Setelah beberapa kali diuji penyemprotan, jika pada saat diraba permukaan nosel bagian bawah masih basah oleh minyak bahan bakar, maka alat pengabut bahan bakar (injektor) tersebut tidak dapat dipakai lagi.

D. EVALUASI TERHADAP PEMECAHAN MASALAH

Dari alternatif pemecahan masalah yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya maka di bawah ini akan dilakukan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah yang diberikan tersebut, dengan melihat dari segi keuntungan dan kerugian maka penulis mengambil pemecahan masalah yang terbaik antara lain :

1. Pemecahan masalah pegas tekan pada injektor patah

a. Mengganti pegas tekan dengan suku cadang yang baru dan asli.

1) Keuntungan

Dengan kita mengganti pegas tekan dengan yang baru dan asli maka pegas tekan akan bekerja secara optimal serta memiliki ketahanan material yang kuat sehingga berperngaruh terhadap *running hours* (jam kerja) menjadi lebih lama.

2) Kerugian

Cara ini membuat perusahaan menambah biaya pengadaan *sparepart* dikarenakan harga pegas tekan yang orisinal lebih mahal dibandingkan dengan suku cadang yang tidak asli. Pengadaan suku cadang yang asli ini

juga memerlukan waktu yang cukup lama. Sehingga menggunakan cara ini perlu di perhitungkan spare part yang tersedia di atas kapal.

b. Melaksanakan pembongkaran/ *overhaul.*

1) Keuntungan

a) Kualitas dari alat pengabut bahan bakar (injektor) dapat bertahan lebih lama

b) Alat pengabut bahan bakar (injektor) akan mengabutkan bahan bakar dengan sempurna dan efektif

2) Kerugian

Memerlukan pengerjaan yang rutin dan teliti dalam perawatan injektor

c. Melakukan tindakan pencegahan kotornya bahan bakar.

1) Keuntungan

a) Menunjang kelancaran pada pengoperasian mesin disel pembangkit listrik dan permesinan bantu lainnya

b) Mencegah tersumbatnya nosel injektor

c) Menjaga keawetan komponen injektor dari keausan yang disebabkan oleh kotoran bahan bakar

2) Kerugian

a) Menambah biaya perusahaan dalam pengaadaan *chemical fuel treatment* diatas kapal

b) Memerlukan pengerjaan secara berkala dan rutin dalam perawatan bahan bakar

2. Pemecahan masalah menetesnya bahan bakar pada nosel

a. Melakukan *lapping* atau penyekiran pada jarum nosel.

1) Keuntungan

a) Pengerjaannya relatif mudah dan dapat dilakukan bergantian oleh oiler jaga

b) Bisa dilakukan kapan saja saat mesin sedang beroperasi ataupun tidak beroperasi

2) Kerugian

Cara ini memerlukan pengerjaan yang rutin dalam perawatan

b. Melakukan perbaikan pada nosel dengan dudukannya.

1) Keuntungan

a) Dengan cara ini dapat menghemat anggaran perusahaan untuk menyediakan *spare part*

b) Tidak ada bahan bakar yang menetes saat injeksi bahan bakar

2) Kerugian

a) Membutuhkan waktu yang lama dalam meratakan nosel hingga halus kembali

b) Membutuhkan ketrampilan dan ketelitian yang tinggi dalam melakukan gerakan *lapping* tersebut

c. Membersihkan lubang pengabutan pada injektor

1) Keuntungan

a) Pengerjaan dalam perawatan dan perbaikan relatif sederhana

b) Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembersihan lubang pengabutan relatif cepat

2) Kerugian

Memerlukan ketelitian serta perhatian yang khusus karena bila dalam membersihkan lubang nosel dengan sembarangan tidak mengikuti prosedur pada *instruction book* kemungkinan besar lubang tersebut akan tergores atau rusak

3. Pemecahan masalah tidak tersedianya suku cadang

a. Menjalin komunikasi yang baik dengan pihak kantor

1) Keuntungan

a) Pihak perusahaan dapat memberikan informasi kepada pihak kapal mengenai harga maupun anggaran yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membeli Alat Pengabut Bahan Bakar yang baru.

b) Pihak kapal dan pihak perusahaan dapat mengetahui kondisi dari Alat Pengabut Bahan Bakar yang digunakan di atas kapal dan mengetahui jumlah suku cadang yang ada di atas kapal

c) Pihak kapal dan pihak perusahaan dapat bekerja sama dengan baik untuk melakukan perawatan terhadap Alat Pengabut Bahan Bakar agar perawatan terhadap Alat Pengabut Bahan Bakar dapat terencana dengan baik.

2) Kerugian

a) Membutuhkan waktu luang untuk melakukan komunikasi antara pihak kapal dengan pihak perusahaan karena pekerjaan di atas kapal sangat banyak
b) Membutuhkan biaya yang besar untuk pengadaan suku cadang yang asli

b. Menjalankan kembali PMS di kapal
1) Keuntungan
a) Perawatan terhadap injektor dapan terencana dengan baik
b) Mengurangi risiko kerusakan komponen injektor lebih cepat
2) Kerugian
a) Tidak bisa bekerja dengan senang hati karena dikejar target pekerjaan

E. PEMECAHAN MASALAH

Setelah dilakukan evaluasi terhadap setiap alternatif pemecahan masalah, dengan memperhatikan situasi dan kondisi subjek penelitian tentang upaya peningkatan kinerja injektor terhadap proses pembakaran di dalam mesin disel pembangkit listrik maka penulis memilih beberapa pemecahan masalah yang dianggap paling tepat. Berikut secara ringkas akan penulis sajikan dalam penjelasan :

1. Pegas tekan pada injektor patah

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif masalah, mengatasi pegas tekan pada injektor patah adalah :

a. Mengganti pegas tekan dengan suku cadang yang baru dan asli.

Dengan mengganti pegas tekan dengan yang asli diharapkan injektor tersebut mampu bekerja secara maksimal karena menggunakan spare part yang baru. Sesuai dengan petunjuk yang pemasangan yang tertera pada buku manual mesin disel pembangkit listrik. Alasannya adalah menggunakan suku cadang yang asli merupakan faktor penting dalam menjaga keawetan pegas tekan injektor sesuai dengan jam kerja buku manual. Suku cadang yang asli memiliki material penyusun yang kuat dan telah diuji oleh pabrik sehingga dapat membuat kinerja injektor lebih optimal karena tidak sering patah atau bermasalah.

b. Melaksanakan pembongkaran/ *overhaul*

Dalam kegiatan *overhaul* dilakukan penyetelan injektor harus sesuai dengan buku manual karena kegiatan ini adalah upaya untuk mencegah

agar komponen pada injektor mengalami masalah. Pengetesan serta penyetelan rutin dilakukan maksimal setiap 200 jam sesuai prosedur pada buku manual.

2. Menetesnya bahan bakar pada nosel

Alternatif yang diambil oleh penulis dan masinis 3 dalam mengambil tindakan dalam mengatasi masalah menetesnya bahan bakar pada nosel adalah :

a. Melakukan *lapping* atau penyekiran pada jarum nosel.

   Cara ini dipilih karena pengerjaannya relatif mudah dengan sedikit kerugian. Pernyekiran dilakukan untuk membuat jarum nosel dengan lubang pengabutan rapat sehingga tidak ada celah yang membuat bahan bakar menetes dan dikabutkan dengan baik.

b. Melakukan perbaikan pada nosel dengan dudukannya.

   Nosel yang luka atau tergores akibat kotoran bahan bakar lama-kelamaan membuat nosel memiliki celah dengan dudukannya sehingga bahan bakar dapat keluar melalui celah tersebut. Maka dari itu perlu dilakukannya *lapping* untuk meratakan goresan tersebut.

3. Tidak tersedianya suku cadang

Tidak tersedianya suku cadang diatas kapal, penulis memilih pemecahan masalah yaitu dengan menjalin komunikasi yang baik dengan pihak perusahaan. Alasannya adalah pemecahan masalah tersebut memiliki kelebihan yang lebih banyak daripada kerugiannya. Komunikasi yang baik sangat dibutuhkan antara pihak kapal dan pihak perusahaan agar ketersediaan suku cadang tercukupi sehingga jadwal PMS dapat berjalan sesuai jadwal yang sudah dibuat sebelumnya.

Pemecahan masalah ini dipilih dengan memperhitungkan beberapa keuntungan dan sedikit kerugian dalam melakukan upaya meningkatkan kinerja injektor mesin disel pembangkit listrik agar pengabutan bahan bakar berjalan dengan baik dan pembakaran dapat terjadi secara sempurna. Semoga dalam analis data dapat dijadikan referensi deskriptif tentang Alat Pengabut Bahan Bakar mesin disel pembangkit listrik di kapal.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari penjelasan dan uraian-uraian mengenai injektor mesin disel pembangkit listrik di MT. John Caine 2 yang di uraikan oleh penulis dari tiap-tiap bab yang saling berkaitan dan terinci maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Dimana kesimpulan yang diambil oleh penulis berdasarkan fakta-fakta yang ada dan digunakan sebagai pemecahan permasalahan, kesimpulannya adalah :

1. Terjadinya pegas tekan pada injektor patah disebabkan oleh kualitas pegas tekan yang tidak orisinal, penyetelan injektor yang kurang tepat, dan bahan bakar yang digunakan kotor. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kekuatan pegas tekan sehingga berakibat patahnya pegas tekan lebih cepat.
2. Terjadi menetesnya bahan bakar pada nosel disebabkan oleh :
   a. Terjadi keausan pada jarum nosel yang membuat ujung jarum tidak runcing dan tumpul.
   b. Dudukan nosel tidak rata sehingga bahan bakar dapat keluar melalui celah nosel dan badan injektor.
   c. Lubang nosel sudah melebar
3. Tidak tersedianya suku cadang disebabkan oleh terlambat datangnya suku cadang di atas kapal sehingga awak kapal berusaha memperbaiki dan menggunakan kembali suku cadang yang lama. Maka perlu peningkatan komunikasi antara awak kapal dengan pihak perusahaan agar suku cadang terpenuhi sehingga awak kapal dapat melakukan perawatan sesuai PMS.

B. SARAN

Simpulan dari uraian masalah yang telah ditulis dalam kesimpulan menjadi dasar penulis memberi beberapa saran. Saran penulis dalam penelitian bertujuan agar masalah-masalah yang diuraikan tidak terjadi lagi. Adapun saran-saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terjadinya pegas tekan pada injektor patah, yakni dengan cara penggunaan suku cadang pegas tekan yang orisinal sesuai dengan makernya. Kemudian melakukan perawatan terhadap injektor setiap 200 jam kerja dengan mengecek tekanan pengabutan sesuai dengan buku manual. Sebelum melakukan perawatan disarankan untuk mempersiapkan tempat kerja dan semua peralatan yang dibutuhkan supaya perawatan efektif dan optimal.
2. Saran terhadap menetesnya bahan bakar pada nosel, yaitu melakukan perbaikan pada struktur pemasangan komponen pada injektor, yakni pada dudukan antara nosel dengan body injektor agar di rapatkan. Apabila nosel sudah rusak harus diganti dengan yang baru. Sebaiknya sering melakukan pembersihan pada saringan bahan bakar agar tidak terjadi keausan pada komponen nosel akibat kotoran. Diharapkan kepada pihak yang terkait agar meningkatkan keterampilan dan ketelitian dalam melakukan perawatan.
3. Saran terhadap masalah tidak tersedianya suku cadang diatas kapal, yaitu dengan cara :
    a. Mengirimkan permintaan suku cadang jauh sebelum suku cadang tersebut habis guna memaksimalkan kerja injektor mesin disel pembangkit listrik.
    b. Melakukan komunikasi yang intens antara pihak kapal dengan perusahan agar terjalin koordinasi yang baik dalam pengadaan suku cadang di atas kapal.
    c. Melaporkan daftar persediaan suku cadang sebulan sekali agar manajemen kapal mengetahui daftar suku cadang yang tersisa di kapal baik yang masih baru maupun yang bekas.
    d. Pihak perusahaan diharapkan mengirim suku cadang yang orisinal atau sesuai standar pabrikan agar suku cadang tidak cepat rusak dan tidak mengeluarkan biaya lebih.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Z., & Rabiman. (2011). *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Arismunandar, Wiranto, & Koichi Tsuda. (2008). *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT Balai Pustaka.

Danuasmoro, G. (2003). *Manajemen Perawatan.* Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudera.

Daryanto, & Ismanto S. (2015). *Teknik Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta.

Hadi, Syamsul. (2019). *Perawatan dan Perbaikan Mesin Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi

Handoyo, Jusak Johan. (2015). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal*. Jakarta: Djangkar.

Handoyo, J. J, (2015). *Sistim Perawatan Permesinan Kapal*. Jakarta: Djangkar.

Herlina, Y., Pratama, G. D., & Waspodo, F. (2019). Mengamati Turunnya Kinerja Injector Motor Induk di Kapal KM Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri. *Jurnal Sains Teknologi Maritim, I*(1), 2-8.

Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2003). *Manajemen Persediaan, Barang Umum dan Suku Cadang Untuk Pemeliharaan dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.

Karyanto, E. (2000). *Panduan Reparasi Mesin Diesel.* Jakarta: Pedoman Ilmu jaya.

Maleev, V., & Bambang Priambodo. (1995). *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel.* Jakarta.

Saidah, Andi. (2012). Pengaruh Parameter Tekanan Bahan Bakar terhadap Kinerja Mesin Diesel Type 6 D M 51 SS. *Rekayasa Teknologi*, *3*(1), 40-44.

Samlawi, Achmad Kusairi. (2015). *Teori Dasar Mesin Diesel*. Banjarbaru.

Simatupang, Desamen. (2018). Optimalisasi Alat Pengabut Bahan Bakar pada Generator untuk Kelancaran Pengoperasian MV. EGS. CREST. *METEOR STIP MARUNDA*, *11*(2), 6-14.

Solikhah, M. D., Barus, B. R., Karuana, F., Wimada, A. R., & Amri, K. (2020). *Pedoman Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel dan Campurannya (B30).* Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Suarsana, I. K. (2017). *Ilmu Material Teknik.* Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Udayana

LAMPIRAN

Lampiran 1. Fuel Injection Valve SSAMYONG MAN B&W 6L 16/24



Lampiran 2 Alat pengetesan injektor



Lampiran 3 Daftar suku cadang yang tersisa di kapal

Oceanindo
PT. OCEANINDO PRIMA SARANA

LIST OF CRITICAL SPARE PART

Form No	: QSA 382
Version	: 1
Rev. date	: 16 Dec '22
File In	: QSA - 382
Page	: 1 of 1

VESSEL NAME : MT.JOHN CAINE 2
TYPE OF MAIN ENGINE : SSANGYONG MAN B&W 7S35 MC
TYPE OF AUX. ENGINE : SSANGYONG MAN B&W 6L16/24

B. AUX. ENGINE

NO	DESCRIPTION	PART NUMBER	QUANTITY ON BOARD			REMARKS
			RCVD	USED	ROB	
	AUX ENGINE : CYLINDER HEAD					
1	Cylinder head	50501-02H-027			1 Pc	
2	Water guide jacket	50501-02H-218			2 Pcs	
3	Guide for valve bridge	50501-03H-015			2 Pcs	
4	O'ring	50501-03H-040			12 Pcs	
5	O Ring	50501-03H-196			18 Pcs	
6	O-ring	50501-03H-064			12 Pcs	
7	Screw	50501-03H-206			4 Pcs	
8	O-ring	50501-03H-143			12 Pcs	
9	O-ring	50501-03H-225			3 Pcs	
	FUEL INJECTION VALVE (WOODWARD)					
1	Nozzel nut	51402-02H-045			2 Pcs	
2	Pressure bolt	51402-02H-057			4 Pcs	
3	Pressure spring	51402-02H-070		6	3 Pcs	
4	Cylinder pin	51402-02H-094			6 Pcs	
5	O-ring	51402-02H-104			10 Pcs	
6	adjusting spindle	51402-04H-069			0 pcs	
7	Injection Nozzle	51402-04H-021		6	0 pcs	
8	O-ring	51402-04H-033				

Lampiran 4 Ship Particular MT JOHN CAINE 2

SHIP'S PARTICULAR

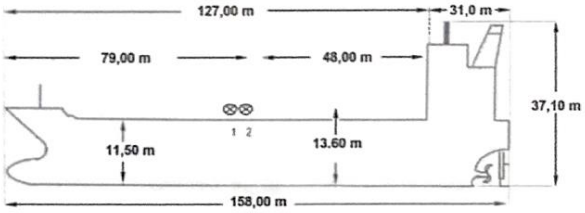
NAME	JOHN CAINE 2
CALL SIGN	PMYY
FLAG	INDONESIA
PORT OF REGISTRY	JAKARTA
OFFICIAL NUMBER	394145
IMO/LLOYDS NUMBER	9164873
CLASS SOCIETY	BKI
CLASS NOTATION	BKI A 100 "OIL TANKER" ESP
P & I CLUB	NORTH OF ENGLAND P& I

KEEL LAID	OCT 06TH 1997
LAUNCHED	JAN 15TH 1998
DELIVERED	APR 15TH 1998
SHIPYARD	HANJIN HEAVY INDUSTRY CO.LTD
EX NAME . 2	MT.ANDHIKA ARSANTI
CB / FLAG	PMYY / INDONESIA

SATELITE COMMUNICATION		
	INM - C	INM - B
E-MAIL	pmyy@atamimifleet.com	
PHONE	+8707773159316	
FAX		
TELEX	456586810	
MMSI	525006010	
EX NAME .1	MT BUMI NUSANTARA	
CB / FLAG	9VLG6/SINGAPORE	

OWNERS	PT. Atamimi Group Companies Menara Mulia 17th Floor Suite 1707,Jl.Gatot Subroto Kav.0-11 Jakarta Raya 12930 Indonesia
MANAGER	PT.OCEANINDO PRIMA SARANA, Block C No.25-26. Kelapa Gading Jakarta Indonesia 14240

PRINCIPAL DIMENSION	
LOA	158.00 M
LBP	152.00 M
BREADTH (Extreme)	26.00 M
DEPTH (molded)	11.50 M
HEIGHT (maximum)	37.10 M
BRIDGE FRONT - BOW	127.00 M
BRIDGE FRONT - STERN	31.00 M
BRIDGE FRONT - M'FOLD	48.00 M



TONNAGE	REGD	SUEZ
NET	4299 T	N/A
GROSS	13210 T	N/A
GROSS Reduced (R'n 13495)	N/A	N/A

LOAD LINE INFORMATION	FREEBOARD	DRAFT	DWT
TROPICAL	4.506 M	6.994 M	18,518
SUMMER	4.648 M	6.852 M	17,999
WINTER	4.790 M	6.710 M	17,482
LIGHTSHIP	9.650 M	1.870 M	180
NORMAL BALLAST COND	6.529 M	5.000 M	10,804
SEG. BALLAST CONDN	6.529 M	5.000 M	10,804
DWT WITH SBT ONLY			
FWA	157 mm		
TPC @ Summer draft	36.4 T		

TANK CAPACITIES (cbm)					
CARGO TANKS (98 %)				BLST TKS (100%)	
COT 1 P	1893.9	COT 5 P	2394.6	F.P.Tk.	724.8
COT 1 S	1893.9	COT 5 S	2391.6	WBT I P/S	844.2/844.2
COT 2 P	2470.9	SLOP P	373.2	WBT 2 C	1547.4
COT 2 S	2467.9	SLOP S	373.2	WBT 3 P/S	819.1/819.1
COT 3 P	2500.1			WBT 4 P/S	818.1/818.1
COT 3 S	2497.0	F.W Tanks 100%		WBT 5 P/S	1002/1002
COT 4 P	2500.1	FW Tank (P)	138.4	APT	225
COT 4 S	2497.0	FW Tank (S)	138.4		
TOTAL	24250.0	TOTAL	276.8	TOTAL	9564.0
OTHER DETAILS					
H. Level Alarm	95%	Level gauge		DIR - M 1600 SPT	
Overfill Alarm	98%				

MACHINERY / PROPELLER / RUDDER	
MAIN ENGINE	MAN B & W 7S35MC
M.C.R.	6100PS (156 RPM)
N.C.R.	5490PS (151 RPM)
MAX.CRITICAL RANGE	63 - 82 RPM
AUX. BOILER (2 sets)	Thermal Oil Heater
GENERATOR (3 sets)	3 x 560 KW, 816 BHP @ 1
EMER D.G. (1)	1 X 64 KW 122 BHP @ 180
PROPELLER	single fixed pitch D 4500
RUDDER	Planetary red gear 0.55 KV
STEERING GEAR	Electric hydro 1 ram -2 cyl
FW GENERATOR CAP	Alfa laval 10 ton/day

BUNKER TANKS	
FO D T	374.6
FOT (P)	164.6
FOT (S)	191.4
FO (SRV)	13.7
FO SETT	18.1
TOTAL	762.4 cub
DOT (P)	57.9
DO Set	59.2
DO Set	8.3
DO Srv	8.7
TOTAL	134.1 cub

WINCHES / WINDLASS / ROPES / EMERGENCY TOWING			
	FWD	AFT	PARTICULARS
WINCHES	2	2	Hydraulic haulingspd 9m/min, 10 ton
MRG WIRE	N/A	N/A	
Winch BHC	38 T	38 T	Hydraulic haulingspd 9m/min, 10 ton
WINDLASS	2	N/A	Hydraulic haulingspd 9m/min, 17 ton
FIRE WIRE	1	1	28 mm x 2 x 45 mtr
ANCHOR	2	N/A	Stockless anch Port 9 sckls Stbd 8 Sckls
EMG. TOWING	N/A		
	N/A		

CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM				
MAIN PUMPS	NO	CAPACITY	HEAD	RPM
CARGO OIL P/P's	3	600 cbm/hr	100m	1750
STRIPPING PUMP	1	100 cbm/hr	100m	52
CARGO EDUCTOR	1	150 cbm/hr		
BALLAST P/P's	2	300 cbm/hr	25m	1750
BALLAST ED'TR	1	72 cbm/hr		

CARGO HOSE CRANES
1 set x 10 ton x 12m/min at full load

LIFE BOATS
2 x 30 prsn
7.1 mtr 6 kts spd
water cooled engine
LIFE RAFTS
4 x 15 prsn, 1 x 6 prsn
PROV. CRANE (2nos)
1 set x 2 ton
10 m/min
outrech - 7.6 m

MANIFOLD ARRANGEMENT (400 mm / Steel)	
Distance of cargo manifold to cargo manifold	1760 mm
Distance of cargo manifold to vpr. return manifold	N/A
Distance of manifolds to ship's rail	4600 mm
Distance of spill tray grating to centre of manifold	900 mm
Distance of main deck to centre of manifold	2100 mm
Distance of main deck to top of rail	1400 mm
Distance of top of rail to centre of manifold	4600 mm
Distance of manifold to ship side	4600 mm
Distance of manifold from keel	1360 mm

IG / VAPOR EMISSION / VENTING	
IG BLOWER CAPACITY (3 nos)	N.A
P/V VALVE PR./ VAC SETTING	N.A
P/V BREAKER PR./VAC	N.A

Min Bow Drft: 1.80 m
Bist Drft: 2.50 m, 5.20 m
MARPOL Trim: m
Propeller Immer. 4.6/m

FIRE FIGHTING SYSTEM	
E/RM	CO 2
PUMP ROOM	CO 2
CARGO / DK AREA	FOAM AND WATER

Capt.Albertus Tulak RB

Lampiran 5 Buku Manual *Diesel Engine Generator* SSAMYONG MAN B&W 6L 16/24

514-01.10 Edition 08H	Fuel Injection Valve (L'Orange)	Working Card Page 2 (5)

L16/24

The fuel injection valve is the single component that has the greatest influence on the diesel engine condition. Various forms of operation and quality of fuel oil affect the overhaul intervals. In some cases it may be necessary to shorten the prescribed intervals.

Dismounting and Cleaning

1) Dismount the fuel injection valve from the cylinder head by means of the special tool as shown in fig *1*.

2) Mount the fuel injection valve on the pressure testing pump.

Note: Utmost cleanliness and care are required during the disassembly of fuel injection valve.

3) Loosen the nut, *see fig 2, pos 2*.

4) Then release the pressure spring *(3)*.

5) Clean the lower part of the nozzle from carbonized oil disposits.

6) Loosen the nozzle nut *(5)*. If it is jammed, then heat the nozzle nut up in hot oil.

7) Remove the injector nozzle *(6)*. Be careful that the the injector needle does not fall out.

Attention

Do not damage the lapped surface.

8) Dismount all other components.

9) All parts must be cleaned with kerosene or gas oil and a hard brush (not a steel brush).

10) Clean the nozzle holes of charred coke by means of the supplied special drill *please see plate 52014* with holder.

11) Clean carefully the injector body by placing these in a cleaning liquid and then blow through the parts with dry air.

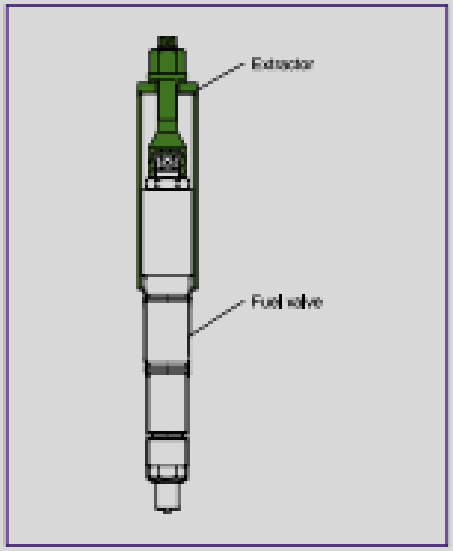


Fig 1 Tool for dismounting of fuel injection valve.

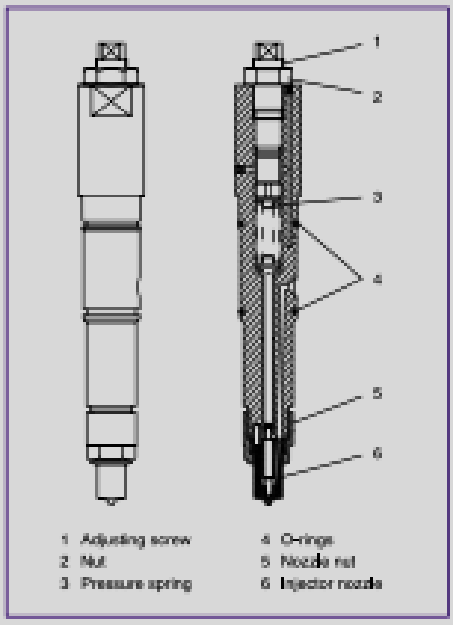


Fig 2 Fuel injection valve.

Lampiran 6 Foto Mesin Disel Pembangkit Listrik No 1 di MT. John Caine 2



Lampiran 7 Foto saat overhaul cylinder head generator di MT. John Caine 2





Lampiran 8 Crew List MT. John Caine 2

PENGESAHAN AWAK KAPAL

NOMOR IMO : 9164873

NAMA PERUSAHAAN : PT. ATAMIMI GROUP OF COMPANIES

NAMA KAPAL : MT. JOHN CAINE 2	KEBANGSAAN : INDONESIA	PELABUHAN TIBA : BATAM	TANGGAL TIBA : 05-Mar-21
Call Sign: PMYY	PELABUHAN ASAL : PLAJU	PELABUHAN TUJUAN BERIKUTNYA :	TANGGAL KEBERANGKATAN :

NO	NAMA	TGL LAHIR	KEBANGSAAN	KODE PELAUT	NO. BUKU	EXPIRED	JABATAN	SERTIFIKAT	Date Join
1	MUHAMMAD IRWAN	04.10.73	INDONESIA	6200072046	E-096637	08.06.21	Master	ANT-I	25-Dec-20
2	TANDIKA SAEFUL AKBAR	03.09.78	INDONESIA	6200067321	F 216099	23.03.22	Chief Officer	ANT-II	17-Aug-19
3	SONNY EDDY MARULITUA	26.03.86	INDONESIA	6200114140	G-018638	06.11.23	2nd Officer	ANT-II	14-Dec-20
4	RAIS MAPPATOBA	20.11.93	INDONESIA	6201139488	G-008119	22.06.23	3rd Officer	ANT-II	19-Jun-20
5	KUNARSO	06.09.68	INDONESIA	6200094106	G-005086	22.04.25	Chief Engineer	ATT-I	15-Jul-20
6	KARSONO	24.04.72	INDONESIA	6200503343	F-341618	12.03.25	2nd Engineer	ATT-II	15-Jul-20
7	INDRIAWAN S. BANDASO	27.07.94	INDONESIA	6202191241	G 038179	16.02.24	3rd Engineer	ATT-II	06-Nov-20
8	REYSAL B. SESA	30.09.90	INDONESIA	6200387856	D-052159	08.05.21	4th Engineer	ATT-III	27-Aug-20
9	YAHYA BANGUN	07.11.64	INDONESIA	6200089428	E-012481	03.04.21	Electrician	ABLE	26-May-18
10	HARUN ABDUL HAMID	03.01.76	INDONESIA	6200081157	C-073605	18.06.22	Pumpman	ABLE	14-Dec-20
11	TAUFIK ASHAT	07.06.84	INDONESIA	6200416321	F 163505	18.09.21	Bosun	ABLE	17-Feb-21
12	TISON SIRAIT	15.03.91	INDONESIA	6201193449	F-003449	17.09.22	Able Body	ABLE	19-Sep-20
13	ACHMAD NURUL HUDA	05.05.85	INDONESIA	6200413895	F-087685	08.02.22	Able Body	ABLE	27-Aug-20
14	AINUR BUSDI	03.09.84	INDONESIA	6200261172	C-085747	22.08.23	Able Body	ABLE	22-Feb-20
15	ACHMAD HISAMMUDIN	06.05.96	INDONESIA	6211527501	F-051661	19.06.22	Ordinary Seaman	ABLE	27-Aug-20
16	KHOIRUL WAHID	24.02.96	INDONESIA	6211559871	E 114731	15.09.21	Ordinary Seaman	RATING'S	17-Feb-21
17	BERNADUS ANTO DUDUNG	07.09.81	INDONESIA	6200256214	C-055607	09.04.21	Fitter	ABLE	22-Feb-20
18	MARTEN BANNE LIKU	16.03.97	INDONESIA	6211718765	F 025692	23.03.22	Oiler	ABLE	17-Feb-21
19	JEKSON SIMALANGO	24.11.89	INDONESIA	6201112679	E-054637	01.02.23	Oiler	ABLE	27-Aug-20
20	MARTHEN DONDAN KABANGA	19.03.80	INDONESIA	6211516889	D-071065	28.04.21	Oiler	ABLE	06-Nov-20
21	HENDRO KUSUMA	12.09.95	INDONESIA	6211429958	D-021249	20.11.21	Wiper	RATING'S	13-Dec-19
22	RAIS IRWAN	06.10.92	INDONESIA	6211554738	B-052974	13.01.22	Chief Cook	BST	14-Dec-20
23	ANDRI PRAMANA	30.08.01	INDONESIA	6211818770	G-008083	24.04.23	Mess Mate	BST	27-Aug-20
24	ALVANDO YEHESKEL KALIGIS	06.05.98	INDONESIA	6211836344	F-250344	28.08.22	Deck Cadet	BST	15-Jul-20
25	KHOIRUL HUDA	16.09.99	INDONESIA	6211811627	F-192252	21.01.25	Deck Cadet	BST	19-Sep-20
26	YUSRIL ISHA MAHENDRA	22.02.99	INDONESIA	6211835474	G 011786	30.06.25	Deck Cadet	BST	17-Feb-21
27	ALFIAN RAFIF SULISTIYONO	30.05.00	INDONESIA	6211938649	G-011880	02.07.25	Engine Cadet	BST	14-Dec-20
28	MUHAMMAD IDNI FIQRI	19.11.00	INDONESIA	6211911651	F-293222	15.10.24	Engine Cadet	BST	27-Aug-20
29	DWIYAN SUBEKTI	22.06.00	INDONESIA	6211913283	F 293474	14.10.22	Engine Cadet	BST	17-Feb-21

JUMLAH AWAK : 29 ORANG TERMASUK NAHKODA
PADA TANGGAL : BATAM
PADA TANGGAL :

MT. JOHN CAINE 2 MASTER

Capt. Muhammad Irwan
Master MT. John Caine 2

Lampiran 9 Foto kapal MT. John Caine 2

