



**ANALISIS KERUSAKAN *EXHAUST VALVE* YANG
BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATUR GAS
BUANG MESIN INDUK DI MT. KAKAP**

SKRIPSI

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

Oleh :

FIRMAN YULIAN ARNANDA

NIT. 52155739 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG**

TAHUN 2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG BERPENGARUH TERHADAP
TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK DI MT. KAKAP**

FIRMAN YULIAN ARNANDA
NIT: 52155739 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 31 JANUARI 2020

Dosen Pembimbing
Materi

TONY SANTIKO, S.ST., M.Si
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 19760107 200912 1 001

Dosen Pembimbing
Metodologi dan Penulisan

DARUL RAAYOGA, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP : 19850618 201012 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KERUSAKAN *EXHAUST VALVE* YANG
BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG
MESIN INDUK DI MT. KAKAP

Disusun Oleh :

FIRMAN YULIAN ARNANDA
NIT. 52155739 T

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji serta dinyatakan lulus dengan
Nilai 87,78 Pada Tanggal 29 FEBRUARI 2020

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Dr. EDY WARSOPURNOMO,
MM, M.Mar.E
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19560106 198203 1 001

TONY SANTIKO, S.ST., M.Si
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 19760107 200912 1 001

SRI PURWANTINI, SE, S.Pd, MM
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19661217 198703 2 002

Dikukuhkan oleh :

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : FIRMAN YULIAN ARNANDA
NIT : 52155739 T
Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Analisis kerusakan exhaust valve yang berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk di MT. Kakap**". Adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan/plagiat skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini.

Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 31 Januari 2020
Yang menyatakan




FIRMAN YULIAN A.
NIT. 52155739 T

Motto dan Persembahan

“Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok adalah harapan”

Persembahan:

1. Orang tua
2. Almamaterku Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. *Crew* kapal MT. Kakap



PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia yang diberikan, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Analisis kerusakan *exhaust valve* yang berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk di MT. Kakap”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program D.IV tahun ajaran 2019-2020 Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, juga merupakan salah satu kewajiban bagi taruna yang akan lulus dengan memperoleh gelar Profesional Sarjana Terapan Pelayaran.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yth :

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (PIP) Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika
3. Bapak Tony Santiko, S.ST., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi yang dengan sabar dan tanggung jawab telah memberikan bimbingan, dukungan dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak Darul Prayoga, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing Penilisan Skripsi yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi ini
5. Perusahaan PT. Pertamina Perkapalan, yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk melakukan penelitian dan praktek di atas kapal.

6. Seluruh perwira dan crew MT. Kakap yang telah membimbing penulis pada saat penulis melaksanakan praktek laut.
7. Ibu tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
8. Yang penulis cintai dan banggakan rekan-rekan angkatan 52 Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran ataupun koreksi dari para pembaca semua yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan apabila dalam skripsi ini ada hal-hal yang tidak berkenan dalam penulis melakukan penelitian untuk skripsi ini atau pihak-pihak lain yang merasa dirugikan, penulis minta maaf.

Akhirnya penulis hanya dapat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Amin.

Semarang, Januari 2020
Penulis

FIRMAN YULIAN ARNANDA
NIT. 52155739 T

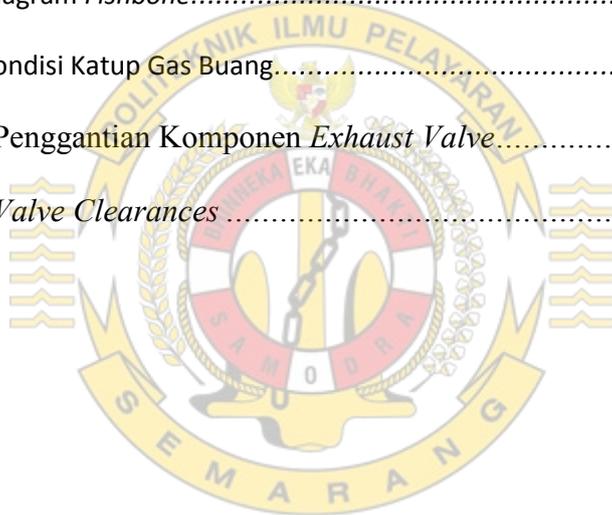
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Definisi Operasional	23
2.3. Kerangka Pikir Penelitian.....	25

BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1.	Metode Penelitian	27
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.3.	Data yang Diperlukan	28
3.4.	Metode Pengumpulan Data	30
3.5.	Teknik Analisis Data	33
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Gambaran Umum Objek Yang Diteliti	41
4.2.	Analisis Hasil Penelitian	48
4.3.	Pembahasan	54
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Simpulan	70
5.2.	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
RIWAYAT HIDUP		

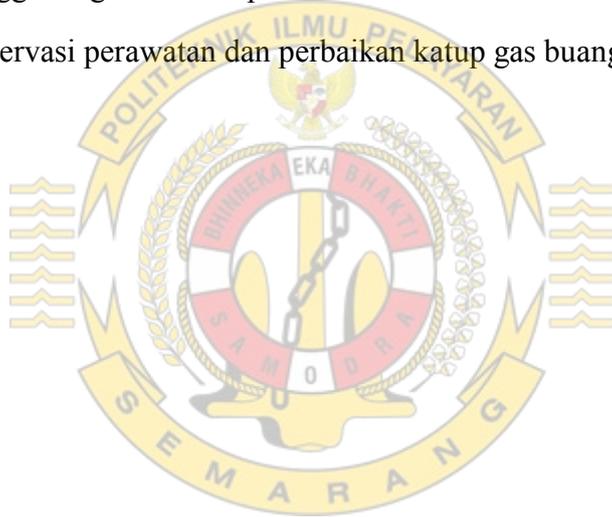
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen Mekanisme Katup Mesin Diesel 4 tak	10
Gambar 2.2	Konstruksi Kepala Silinder Mesin Diesel 4 Tak	11
Gambar 2.3	Konstruksi Katup Gas Buang Motor Diesel 4 Tak.....	13
Gambar 2.4	Siklus Proses Pembakaran Motor Diesel 4 Tak	19
Gambar 2.5	Kerangka Pikir Penelitian.....	25
Gambar 3.1	<i>Fishbone Diagram</i>	37
Gambar 4.1	Mesin Induk MT. Kakap.....	43
Gambar 4.2	Diagram <i>Fishbone</i>	51
Gambar 4.3	Kondisi Katup Gas Buang.....	63
Gambar 4.4	Penggantian Komponen <i>Exhaust Valve</i>	67
Gambar 4.5	<i>Valve Clearances</i>	68



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Temperatur Gas Buang Mesin Induk.....	2
Tabel 2.1 Reaksi Kimia Pembakaran.....	19
Tabel 3.1 Penjabaran faktor yang diamati pada metode SHELL.....	40
Tabel 4.1 Data-data mesin induk.....	42
Tabel 4.2 Perawatan Berkala pada Katup Gas Buang.....	45
Tabel 4.3 Penjabaran faktor yang diamati pada fishbone analysis.....	50
Tabel 4.4 Penjabaran faktor yang diamati pada metode SHELL.....	54
Tabel 4.5 Penggabungan metode penelitian fishbone dan SHELL.....	54
Tabel 4.4 Observasi perawatan dan perbaikan katup gas buang.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel PMS (<i>Planned Maintenance System</i>) <i>exhaust valve</i>	73
Lampiran 2	Gambar <i>Valve Mechanism</i>	74
Lampiran 3	Wawancara 1	75
Lampiran 4	Wawancara 2	76
Lampiran 5	Wawancara 3	77
Lampiran 6	<i>Ship Particular</i> MT. Kakap.....	78
Lampiran 7	<i>Crew List</i> MT. Kakap.....	79



INTISARI

Arnanda, Firman Yulian. 2020, NIT : 52155739 T, “*Analisis Kerusakan Exhaust Valve Yang Berpengaruh Terhadap Temperatur Gas Buang Mesin Induk Di MT. Kakap*”, Skripsi Program Studi Teknika, Progran Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Tony Santiko,S.ST.,M.Si dan Pembimbing II: Darul Prayoga, M.Pd.

Katup gas buang adalah salah satu katup yang terdapat pada mesin diesel empat langkah, katup ini berfungsi sebagai pintu keluarnya gas hasil pembakaran di dalam silinder. Terjadinya kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk sangat berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk, untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk dan untuk mengetahui upaya apa yang perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk di MT. Kakap.

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan menggunakan pendekatan metode *Fishbone Analysis* dan *SHELL (Software, Hardwere, Environment, Livewere)*. Pendekatan metode *Fishbone Analysis* digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* dan pendekatan metode *SHELL (Software, Hardwere, Environment, Livewere)* digunakan untuk menguatkan faktor yang diperoleh dari metode *Fishbone Analysis*. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan cara observasi, wawancara, studi dokumentasi dan studi pustaka.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, menunjukan bahwa faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk di MT. Kakap adalah tidak terlaksananya PMS (*Planned Maintenance System*), kurangnya pengetahuan dari *crew* mesin. Dampak yang ditimbulkan adalah naiknya temperatur gas buang akibat adanya pengendapan kerak pada pinggiran katup dan dudukan katup, pengaturan celah katup tidak tepat. Upaya yang harus dilakukan adalah dengan melaksanakan perawatan *exhaust valve* sesuai dengan PMS (*Planned Maintenance System*), pengaturan celah katup sesuai dengan *instruction manual book* WARTSILA W6L32.

Kata kunci: Kerusakan, *Exhaust valve*, Temperatur gas buang, Mesin induk.

ABSTRACT

Arnanda, Firman Yulian. 2020, NIT : 52155739 T, “*Analysis of Exhaust Valve Damage That Influences the Temperature of the Main Engine Exhaust in MT. Kakap*”, Thesis of Engineering Program Study, Diploma IV Program, Semarang Merchant Marine Polytechnic, Advisor I: Tony Santiko, S.ST., M.Si and Advisor II: Darul Prayoga, M.Pd.

Exhaust gas valve is one of the valves contained in a four-stroke diesel engine, this valve serves as the exit of combustion gas in the cylinder. Damage to the main engine exhaust valve is very influential on the main engine exhaust gas temperature. The purpose of this study is to determine the factors that cause exhaust valve damage to the main engine, to determine the impact caused by damage to the exhaust valve on the main engine and to find out what efforts need to be made to prevent damage to the main engine exhaust valve in MT. Kakap.

The research method used is descriptive quality, using the approach of Fishbone Analysis and SHELL methods (Software, Hardware, Environment, Liveware). The Fishbone Analysis method approach is used to identify the factors that cause exhaust valve damage and the SHELL method approach (Software, Hardware, Environment, Liveware) is used to strengthen the factors obtained from the Fishbone Analysis method. The data collection method used is observation, interview, documentation study and literature study.

Based on the research results obtained, it shows that the factors causing damage to the exhaust valve on the main engine in MT. Kakap is not implemented PMS (Planned Maintenance System), lack of knowledge from the engine crew. The impact is the increase in exhaust gas temperature due to the deposition of scale on the valve edges and valve seat, improper valve gap settings. Efforts that must be done are to carry out exhaust valve maintenance in accordance with PMS (Planned Maintenance System), valve gap settings in accordance with the instruction manual WARTSILA W6L32.

Keyword: Damage, Exhaust valve, Exhaust gas temperature, Main engine

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam rangka proses perkembangan produktivitas ekspor dan impor, peranan transportasi laut sangatlah besar. Transportasi laut menjadi prioritas utama dalam pelaksanaan proses kegiatan ekspor dan impor pengangkutan barang baik antar negara, maupun antar benua sehingga perusahaan-perusahaan pelayaran sebagai penyedia jasa angkutan barang bersaing untuk menjadi yang terbaik. Pada hakikatnya kapal mempunyai mesin induk penggerak utama yang dipergunakan untuk memutar baling-baling kapal, sehingga kapal dapat berlayar dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain. mesin induk di kapal mempunyai komponen-komponen pendukung yang bekerja sesuai fungsinya masing-masing guna menunjang kelancaran kerja mesin induk, komponen ini antara lain adalah *exhaust valve*. *Exhaust valve* adalah suatu komponen mesin induk yang berfungsi sebagai pintu keluarnya gas hasil pembakaran di dalam silinder.

Pada kapal tempat melakukan penelitian menggunakan mesin induk dengan jenis Motor Diesel 4 tak 6 silinder, tipe motor diesel yaitu Wartsila W6L32. Pada saat mesin induk bekerja normal, suara yang ditimbulkan terdengar halus dan temperatur gas buang rata-rata setiap silinder pada saat posisi *Full Away* adalah 360 – 380 °C, dengan rata-rata kecepatan kapal 12 *knots*.

Pada saat kapal melakukan pelayaran dari Aceh (Indonesia) menuju Kualanamu (Indonesia) pada tanggal 21 Agustus 2018 tepatnya berada di Selat Malaka, pada saat itu Penulis bersama Masinis I sedang melakukan tugas jaga laut dengan Masinis I pada malam hari yaitu pukul 18.30 WIB, dalam keadaan kapal bermuatan *avtur* dan kondisi cuaca atau lautan dalam keadaan tenang. Pada saat pelayaran mesin induk mengalami gangguan kerja *exhaust valve* dikarenakan temperatur *exhaust valve* mesin induk no. 1 pada *monitor* ECR (*Engine Control Room*) mengalami kenaikan mencapai $440\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan diikuti bunyi *alarm* di kamar mesin serta mesin induk diturunkan RPM (*Revolutions Per Minute*) oleh Masinis 1 karena kenaikan temperatur *exhaust valve* tersebut.

Tabel 1.1 Temperatur Gas Buang Mesin Induk

<i>Tag Description</i>	<i>Value</i>	<i>Eng. Unit</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 1 Cylinder Out Temp.</i>	440.0	<i>DEG.C</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 2 Cylinder Out Temp.</i>	376.1	<i>DEG.C</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 3 Cylinder Out Temp.</i>	364.3	<i>DEG.C</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 4 Cylinder Out Temp.</i>	371.9	<i>DEG.C</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 5 Cylinder Out Temp.</i>	360.1	<i>DEG.C</i>
<i>M/E Exh. Gas No. 6 Cylinder Out Temp.</i>	362.9	<i>DEG.C</i>

Sumber: Arsip MT. Kakap (2018)

Dalam kasus yang terjadi tersebut, terdapat adanya kemungkinan atau indikasi diantaranya kerusakan *exhaust valve* dengan adanya keausan *spindel* dan pada *seat ring*, yang menyebabkan mesin induk berhenti beroperasi sementara dan harus dilakukan pengecekan pada komponen

exhaust valve. Berdasarkan kejadian tidak normalnya temperatur *exhaust valve* mesin induk yang dialami Penulis saat melakukan praktik laut (PROLA) diatas kapal MT. Kakap pada perusahaan pelayaran PT. Pertamina, Penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul : “Analisis Kerusakan *Exhaust Valve* Yang Berpengaruh Terhadap Temperatur Gas Buang Mesin Induk Di MT. Kakap”.

1.2. Perumusan Masalah

Untuk mendapatkan kerja yang maksimal pada mesin induk kapal, *exhaust valve* harus bekerja dengan baik, serta tidak mengalami gangguan dalam pengoperasian mesin induk. Agar *exhaust valve* dapat bekerja dengan baik maka gangguan tersebut harus dicari solusinya. Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diambil beberapa pokok masalah agar dalam penulisan Skripsi ini tidak menyimpang dan untuk memudahkan dalam mencari solusi permasalahan. Adapun perumusan masalah adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Apa saja faktor yang menjadi penyebab kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk di MT. Kakap ?
- 1.2.2 Dampak apa yang ditimbulkan oleh kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk ?
- 1.2.3 Upaya apa yang perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk di MT. Kakap ?

1.3. Tujuan Penelitian

Karena *exhaust valve* sangatlah penting dalam pengoperasian mesin induk, karena tenaga yang dihasilkan mesin induk juga karena adanya bagian *exhaust valve* yang membuka dan menutup. Hal ini yang akan

menunjang kelancaran dalam pelayaran oleh karena itu perawatan dan perbaikan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk.
- 1.3.2 Untuk mengetahui dampak apa yang ditimbulkan terhadap mesin induk bila *exhaust valve* mengalami kerusakan.
- 1.3.3 Untuk mengetahui upaya apa yang perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan menjadi masukan kepada pembaca dan teman-teman seprofesi dalam kaitannya sebagai penunjang pengetahuan tentang kerusakan *exhaust valve*. terselesaikannya masalah-masalah pada *exhaust valve* ini, dapat dijadikan acuan penyelesaian masalah yang terjadi. Skripsi ini juga bermanfaat sebagai sumbangan terhadap ilmu pengetahuan khususnya bagi perkembangan pengetahuan dibidang permesinan khususnya mesin induk dikapal, guna mengetahui kerusakan pada *exhaust valve* yang berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk yang terjadi di kapal Penulis. Adapun tujuan dan manfaat penulisan Skripsi penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.4.1 Manfaat Teoritis

- 1.4.1.1 Para pembaca dapat dengan mudah untuk memahami hal-hal yang terkait pada kerusakan *exhaust valve* mesin induk.
- 1.4.1.2 Sebagai bahan penelitian lebih lanjut.
- 1.4.1.3 Sebagai acuan untuk masinis dalam hal perawatan *exhaust valve* pada mesin induk.

1.4.2 Manfaat Praktis

1.4.2.1 Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan Taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang berkaitan dengan kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk.

1.4.2.2 Dapat menjadi tambahan informasi serta ilmu pengetahuan bagi para pembaca, termasuk instansi terkait mengenai kerusakan pada *exhaust valve* mesin induk dan diharapkan penelitian ini dapat berguna untuk pengembangan sumber daya manusia sehingga siap menghadapi dunia kerja.

1.4.2.3 Sebagai tambahan informasi dan pengembangan ilmu pengetahuan tentang kerusakan *exhaust valve* mesin induk dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian berikutnya sehingga dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik dan akurat.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, serta untuk memudahkan dalam pemahaman, penulisan Skripsi disusun dengan sistematika terdiri dari lima bab secara berkesinambungan yang pembahasannya merupakan suatu rangkaian yang tidak terpisah. Sistematika tersebut disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini Penulis menguraikan latar belakang masalah sebagai alasan pemilihan judul, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang landasan teori yang mendasari penganalisaan masalah yang akan di bahas dalam hal ini. Kerangka pemikiran untuk mempermudah penganalisaan data.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian memberikan gambaran tentang metode yang disampaikan meliputi, waktu dan tempat penelitian, data yang diperlukan, metode pengumpulan data dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum obyek yang diteliti, analisis hasil penelitian dan pembahasan. Gambaran umum obyek penelitian adalah gambaran umum mengenai suatu obyek yang diteliti. Analisis hasil penelitian merupakan bagian inti dari skripsi dan pembahasan yaitu pemecahan mengenai hasil-hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah ringkasan dari seluruh permasalahan sehingga dapat diambil inti pemecahan masalah secara ringkas. Saran merupakan pendapat atau gagasan Penulis sebagai alternatif untuk pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian-penelitian yang sudah ada mengenai masalah katup gas buang dan teori yang menerangkan katup gas buang sebagai mekanisme dalam sistem pembakaran dalam mesin induk.

2.1.1 Mesin Diesel

Menurut Lloyd Van Horn Armstrong, Charles Lafayette Proctor pada *Encyclopedia Britannica* (2013: 2), “Mesin diesel adalah mesin pembakaran internal dimana udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar diesel 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 dan kapal laut.

2.1.2 Komponen Mesin Diesel

Menurut Sitindaon (2016: 2) berbicara tentang “komponen mesin diesel (bagian-bagian mesin diesel) merupakan suatu pemahaman dari operasi atau kegunaan berbagai bagian berguna untuk

pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin diesel”. Setiap bagian atau unit mempunyai fungsi khusus masing-masing yang harus dilakukan dan bekerja sama dengan bagian yang lain membentuk mesin diesel.

Orang yang ingin mengoperasikan, memperbaiki atau menservis mesin disel, harus mampu mengenal bagian yang berbeda dengan pandangan dan mengetahui apa fungsi kusus masing-masing. Pengetahuan tentang bagian-bagian mesin diesel akan diperoleh sedikit demi sedikit, pertama kali dengan membaca secara penuh perhatian yang berikut, dan kemudian dengan melihat daftar istilah pada akhir buku ini, setiap istilah yang belum dapat anda mengerti.

Secara garis besar komponen mesin diesel ada 9, yaitu:

2.1.2.1 Secara lebih lanjut Sitindaon (2016: 3), membagi komponen mesin diesel 4 tak menjadi 9, yaitu:

2.1.2.1.1 Silinder Mesin Diesel

2.1.2.1.2 Kepala Silinder Mesin Diesel

2.1.2.1.3 Katup Masuk Dan Katup Gas Buang Mesin Diesel

2.1.2.1.4 Torak Batang Engkol Mesin Diesel

2.1.2.1.5 Poros Engkol Mesin Diesel

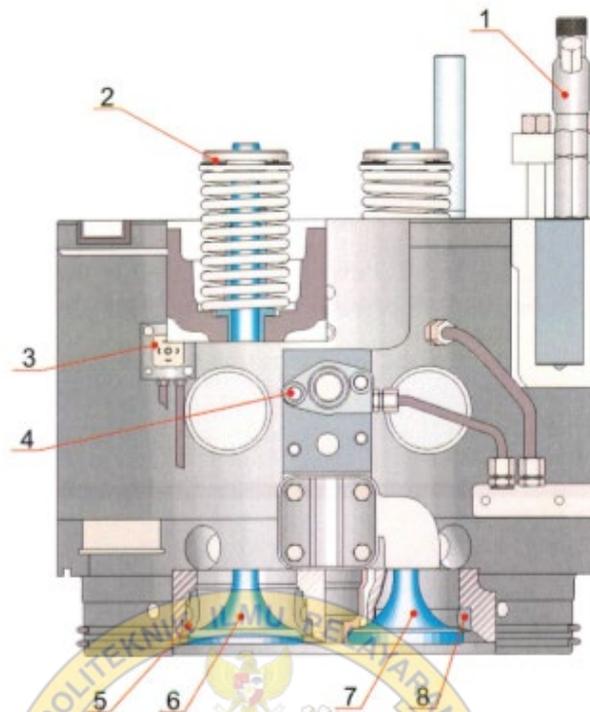
2.1.2.1.6 Roda Gila Mesin Diesel

2.1.2.1.7 Poros Nok Mesin Diesel

2.1.2.1.8 Karter Mesin Diesel

2.1.2.1.9 Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel

2.1.2.2 Gambar komponen mekanisme katup mesin diesel 4 tak :



1. Indicator valve 2. Rotocap 3. Temperature sensor 4. Screws for connection piece 5. Exhaust valve seat 6. Exhaust valve 7. Inlet valve 8. Inlet valve seat

Fig 12-2

V1

Gambar 2.1 Komponen Mekanisme Katup Mesin Diesel 4 tak

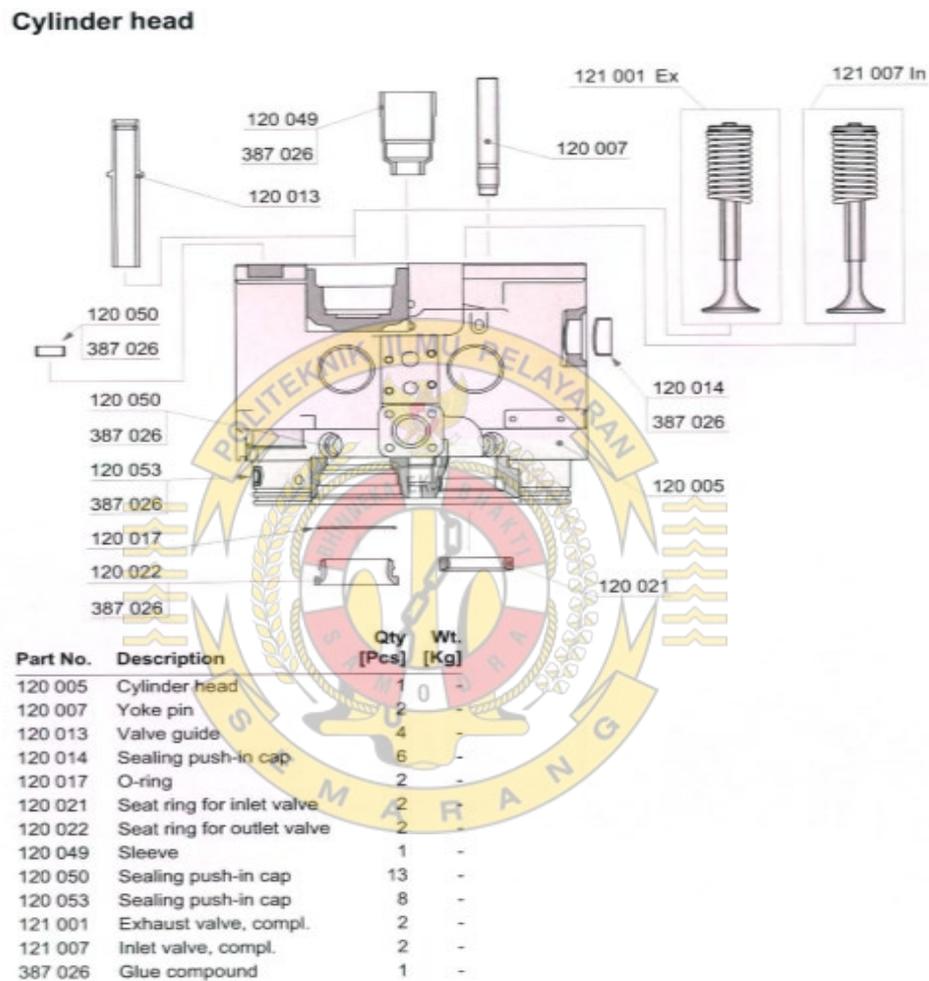
Sumber : *Instruction manual book WARTSILA W6L32* (2012)

2.1.2.3 Pengertian Katup Gas Buang Pada Mesin Diesel 4 Tak

Menurut Lewis dan Dwyer (2002: 1), “Katup berfungsi untuk mengatur aliran gas dari dalam silinder sama halnya dengan otomotif yaitu pembakaran yang dilakukan”. Katup gas buang adalah salah satu katup yang terdapat pada mesin diesel baik itu mesin diesel dua langkah atau mesin diesel empat langkah katup ini berfungsi sebagai pintu keluarnya gas hasil pembakaran di dalam silinder serta hasil pembakaran di dalam silinder dapat keluar secara optimal. Katup ini memiliki kondisi kerja yang terstruktur secara

mekanis yang tahan terhadap suhu gas buang yang tinggi dan benturan metal dengan metal.

Gambar konstruksi katup dapat dilihat pada gambar 2.2, konstruksi kepala silinder mesin diesel 4 tak di bawah ini:



Gambar 2.2 Konstruksi Kepala Silinder Mesin Diesel 4 Tak

Sumber : *Instruction manual book* WARTSILA W6L32 (2012)

2.1.2.4. Bagian-bagian katup gas buang di dalam *instruction manual*

book main engine Wartsila W6L32 MT. Kakap (2012).

Diperlihatkan bahwa katup gas buang mempunyai bagian-bagian yang dapat diuraikan menjadi beberapa komponen yang saling berkaitan seperti yang tertera dibawah ini yaitu:

2.1.2.4.1. Batang Katup (*valve spindle*) Batang Katup (*valve spindle*) memiliki bagian atas yang disebut sebagai celah pengunci (*valve locks*), batang katup ini berguna sebagai tempat untuk kedudukan pegas, kunci penahan pegas serta mendapat tekanan untuk pembukaan dari katup.

2.1.2.4.2. Pengahantar Katup (*valve guide*)

Berupa lubang pada kepala silinder yang fungsinya untuk memegang atau menjaga jalannya katup ketika naik-turun. Bantalan ini juga sebagai media bagi katup untuk menyalurkan panas.

2.1.2.4.3. Pegas Katup (*valve spring*) yaitu batang katup berguna untuk mengembalikan kedudukan katup pada posisi tertutup dari poros nok.

2.1.2.4.4. Pengunci Katup (*valve locks/conical ring*)

Pengunci katup ini berbentuk seperti silinder berfungsi sebagai pengunci penahan pegas.

2.1.2.4.5. Penahan Pegas Katup (*valve retainer/rotocap*)

Penahan pegas katup berbentuk seperti piringan namun bagian tengahnya terdapat lubang.

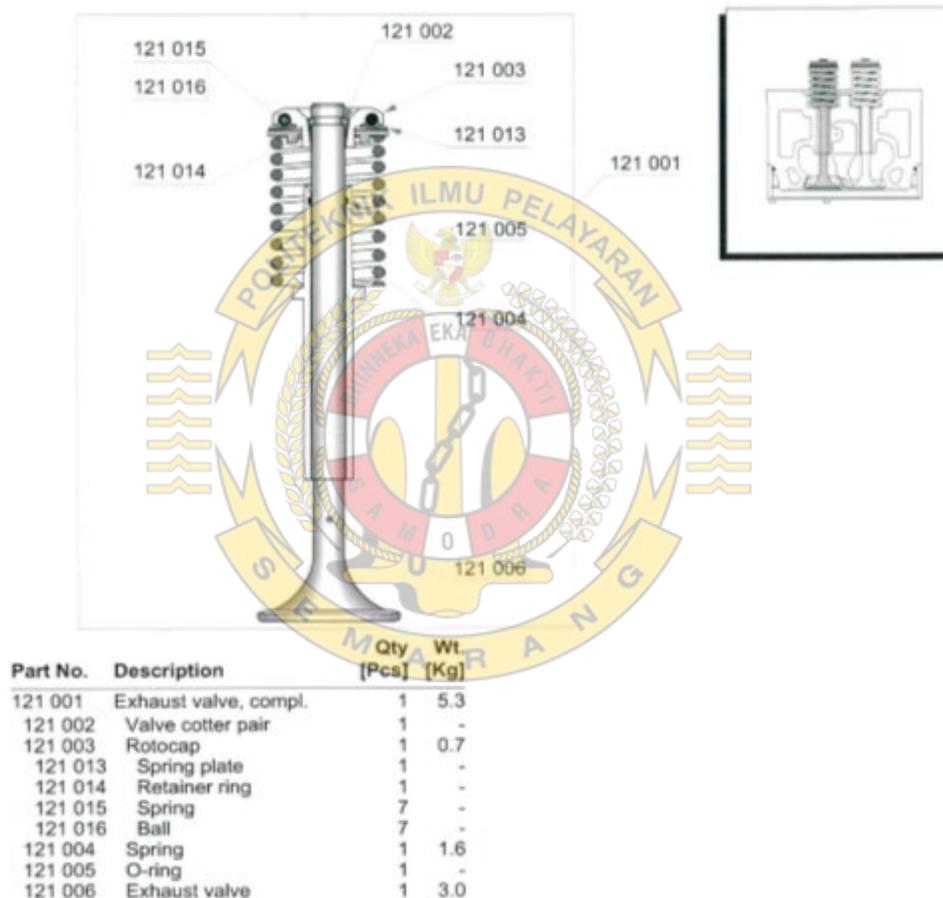
2.1.2.4.6. Rumah Katup (*valve housing*)

Di dalam rumah katup terdapat lubang untuk batang katup yang disediakan dengan tempat pengahantar batang katup yang dapat diganti.

2.1.2.4.7. Dudukan Katup (*valve seat*)

Dudukan katup berfungsi sebagai dudukan kepala katup yang terbuat dari baja dan berbentuk kerucut seperti bentuk ujung katup masuk dan buang.

Exhaust valve assembly



Gambar 2.3 Konstruksi Katup Gas Buang Motor Diesel 4 Tak

Sumber : *Instruction manual book WARTSILA W6L32 (2012)*

2.1.2.5 Prinsip Kerja

Menurut Arismunandar (2011: 67), katup dibuka oleh tuas yang menekan katup, yang digerakkan oleh poros kam dengan perantara tappet dan batang penekan. Tuas merupakan alat pengubah arah gerakan. Tuas tersebut dapat berayun pada batang tuas. Poros kam digerakkan oleh poros engkol dengan perantara transmisi roda gigi atau rantai.

Kecepatan putar poros nok adalah setengah kecepatan putar poros engkol. Dan katup buang digerakkan melalui batang tekan batang tuas. Batang tuas pada umumnya terletak pada sebuah pemegang rol, yang mengatur rol menuruti sebuah lintasan yang lurus. Batang tekan dan batang tuas digerakkan oleh nok.

2.1.2.5.1 Pendinginan Katup Buang

Ketika pembakaran minyak berat yang mengandung vanadium dan gabungan sodium, temperatur katup harus dijaga di tidak lebih dari 530°C untuk menghindari pengamatan panas dan endapan. Pendinginan katup gas buang akan memperpanjang masa penggunaan dari katup, dudukan dan ringnya.

2.1.2.5.2 Perawatan dan Pemeriksaan

Sesuai dengan *instruction manual book main engine* Wartsila W6L32. MT. Kakap (2012), pemeriksaan katup gas buang mesin induk harus dilakukan secara berkala agar kinerja katup gas buang mesin induk selalu optimal, setiap 2000 jam kerja dilakukan pemeriksaan, pengaturan dan perbaikan pada katup. Akan tetapi pada kondisi tertentu pemeriksaan dilakukan tidak sesuai waktu yang disarankan dalam *instruction manual*

book, tetapi berdasarkan observasi kondisi dari mesin induk, pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

2.1.2.5.3 Pengaturan Celah Katup (*valve clearance*)

Menurut Soekarsono, dkk (2006: 10), katup-katup yang terbakar dan berlubang-lubang, disebabkan katupnya macet pada bagian pengahantar katup. Hal ini disebabkan kekurangan celah bebas, pegas katup sudah lemah, pendinginan katup tidak sempurna, batang katup kasar, timing katup dan timing motor tidak tepat.

Berdasarkan kutipan di atas pengaturan celah katup gas buang mesin induk yang tidak tepat akan berdampak terhadap terjadinya kerusakan pada katup gas buang mesin induk, oleh karena itu pada mesin induk Wartsila W6L32 untuk menghindari terjadinya kerusakan yang diakibatkan dari pengaturan celah katup gas buang, maka *maker* membuat standar pengaturan katup gas buang. Standar pengaturan celah katup yang sesuai dengan *instruction manual book* MT. Kakap (2012), untuk katup gas buang adalah 0,8 mm pada suhu mesin 15-55°C dan untuk katup udara masuk adalah 0,4 mm pada suhu mesin yang sama untuk pengaturan katup gas buang yaitu 15-55°C.

2.1.2.5.4 Suhu Gas Buang

Pemeriksaan suhu gas buang dapat dilihat melalui monitor di ruang control kamar mesin atau langsung. Suhu normal gas buang mesin induk yaitu : 310 - 320°C saat beban penuh. Pemeriksaan ini dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengetahui kondisi dari katup gas buang, karena naiknya suhu gas buang biasanya dipengaruhi oleh rusaknya katup gas buang sesuai *final drawing main engine* Wartsila W6L32, MT. Kakap (2012).

2.1.2.5.5 Suara Katup

Suara berisik dari katup gas buang adalah salah satu tanda ketidak sempurnaan kinerja dari katup, misalnya celah katup yang berubah dan pelumasan yang kurang dan panas yang berlebih, maka hal ini harus segera di tindak lanjut untuk menghindari kerusakan yang tidak diinginkan.

2.1.2.5.6 Tekanan Air Pendingin

Tekanan air pendingin dapat diperiksa dengan menggunakan manometer air tawar pendingin yang terdapat pada blok manometer di bagian depan mesin atau melalui monitor pengontrol yang berada di ruang control kamar mesin. Hal ini

untuk mengetahui kelancaran sistem pendinginan katup buang mesin induk.

2.1.2.5.7 Suhu Air Pendingin

Suhu air tawar pendingin dapat dilihat pada termometer yang terdapat pada bagian saluran masuk air tawar pendingin kedalam katup buang. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui suhu air tawar yang masuk kedalam kepala silinder yang berfungsi untuk mendinginkan katup gas buang dapat berlangsung dengan baik sesuai dengan fungsinya sesuai dengan *final drawing main engine Wartsila W6L32*, MT. Kakap (2012).

2.1.2.5.8 Bahan Pembuatan Katup

Menurut Maanen (1997:6.15), bahan katup harus memberikan cukup tahanan terhadap pengaruh yang korosif, sedangkan kekuatan bahan katup akibat suhu tinggi tidak boleh berkurang terlalu banyak.

Pada umumnya katup gas buang terbuat dari baja karbon dengan kualitas baik dan tidak terlalu lembek. Baja tersebut memiliki kadar *chrom* tinggi (8-12%) dan juga kadar *silicum* yang tinggi. Selain itu, bidang penutup katup pada tempat duduk sering kali dilas dengan baja panser/pelindung, misalnya *stellit*. Bahan tersebut sangat keras dan tahan aus, terdiri dari larutan

wolfram, *chrom*, cobalt dan zat arang. Tersedia pula bahan yang dapat digunakan tanpa bahan penguat atau pelindung yang memiliki sifat yang khusus. Salah satu bahan tersebut antara lain adalah misalnya *NOMONIC 80A*.

2.1.2.6 Pembakaran

2.1.2.6.1 Pengertian Pembakaran

Menurut Maanen (1997: 1.1) “Motor diesel juga disebut motor (kompresi udara) atau motor (penyemprotan)”.

Pembakaran bahan bakar diesel merupakan proses kimia zat C-H yang berada dalam bahan bakar mengikat diri dengan zat asam dengan membentuk produk pembakaran. Minyak bahan bakar yang disemprotkan kedalam silinder berbentuk butir-butir cairan yang halus. Udara didalam silinder sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi maka butiran-butiran tersebut akan menguap. Uap bahan bakar selanjutnya bercampur dengan udara yang ada di sekitarnya dan akan terjadi pembakaran didalam silinder.

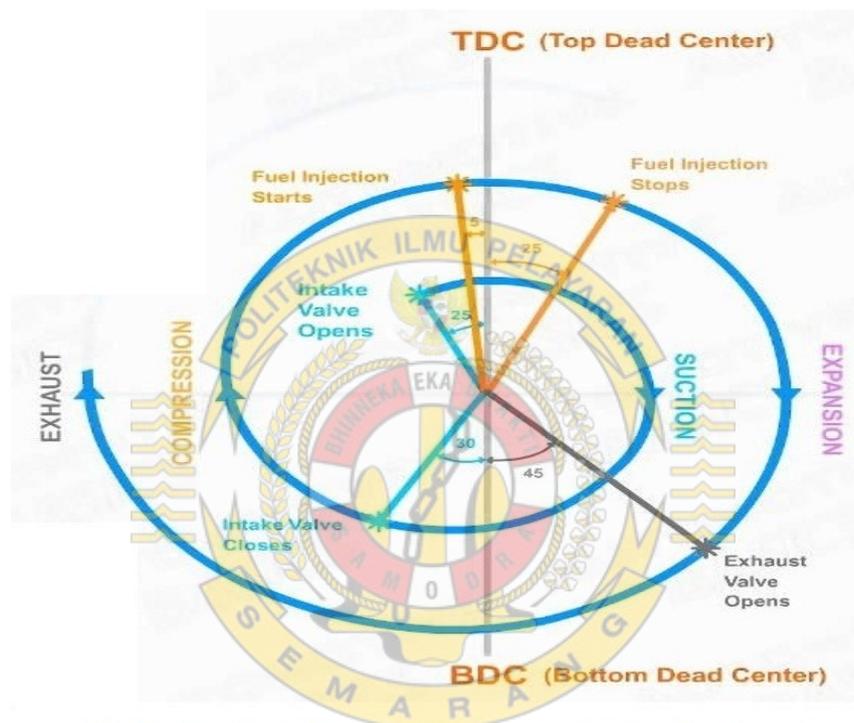
Tabel 2.1 Reaksi Kimia Pembakaran

<i>Nature of Reaction</i>	<i>Thermo-chemical equation</i>
<i>Carbon burned to Carbon Dioxide</i>	$C + O_2 = CO_2$

<i>Carbon Burned to Carbon Monoxide</i>	$2C + O_2 = 2(CO)$
<i>Carbon Monoxide Burned to Carbon Dioxide</i>	$2(CO) + O_2 = 2(CO_2)$
<i>Hydrogen Oxidised to Steam</i>	$2H_2 + O_2 = 2(H_2O)$
<i>Sulphur Burned to Sulphur Dioxide</i>	$S_2 + 2O_2 = 2(SO_2)$

Sumber : Pounder's Marine Diesel Engine (2009)

2.1.2.7 Siklus dan proses pembakaran motor diesel 4 tak



Valve timing diagram for four-stroke diesel engine

Gambar 2.4 Siklus Proses Pembakaran Motor Diesel 4 Tak

Sumber : Anonymous (2017).

2.1.2.7.1 Proses Isap

Pada saat torak bergerak kebawah oleh poros engkol akan terjadi penurunan tekanan akibat penambahan volume di atas torak. Melalui katup masuk udara dihisap dari atmosfer sekelilingnya. Tekanan didalam silinder akan lebih rendah sekitar 0,05 bar dari tekanan atmosfer, (Maanen 1997: 1.9).

Pernyataan tersebut telah menjelaskan bagaimana mekanisme proses isap di dalam silinder dimana torak yang bergerak kebawah oleh poros engkol.

2.1.2.7.2 Proses Kompresi

Pada saat torak sampai pada titik mati bawah arah gerakan torak akan berbalik, kemudian katup masuk tertutup dan udara dalam silinder akan dikompresikan oleh langkah torak. Tekanan udara dalam silinder akan meningkat hingga 35-40 bar, sedangkan temperatur akan meningkat hingga 550-600°C. Pada akhir langkah kompresi bahan bakar dalam bentuk kabut disemprotkan kedalam udara panas, campuran bahan bakar akan menghasilkan ledakan dengan segera.

2.1.2.7.3 Proses Usaha

Setelah torak mencapai TMA lagi dan mulai langkah kebawah, tekanan gas didalam silinder masih meningkat hingga 45-50 bar, sedangkan suhu meningkat hingga 1500-1600°C sesuai *Instruction Manual Book Main Engine Wartsila W6L32, MT. Kakap (2012)*. Setelah pembakaran berakhir gas sisa pembakaran akan berekspansi sebagai akibat volume yang meningkat diatas

torak. Tekanan dan suhu kemudian akan menurun dengan cepat. Menjelang akhir langkah kerja atau usaha, katup buang akan terbuka dan gas pembakaran akan mengalir ke luar silinder dengan kecepatan tinggi kesaluran gas buang. Pada akhir langkah ekspansi, suhu gas masih berkisar 600-700°C dan tekanan gas 3-4 bar.

2.1.2.7.4 Proses Pembuangan Gas Sisa Pembakaran

Selama langkah berikut, gas pembakaran yang masih tertinggal didalam silinder didesak keluar dari silinder melalui katup buang yang terbuka. Tekanan gas lebih besar sedikit dari tekanan atmosfer. Sebelum langkah buang berakhir katup masuk sudah terbuka dan setelah mencapai TMA proses dimulai lagi.

2.1.2.8 Hasil Pembakaran

Menurut Sears, Dalam bukunya yang berjudul mekanika panas dan bunyi (1994: 371). “Panas pembakaran adalah jumlah kalor yang dibebaskan per satuan massa atau persatuan volume, jika bahan bakar terbakar sempurna”.

Pada proses pembakaran juga terdapat unsur karbon (C) dan oksigen (O_2), kedua unsur ini akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2) jika terjadi pembakaran yang sempurna. Meningkatnya suhu pembakaran didalam ruang

bakar ini terjadi jika salah satu unsur terjadinya pembakaran tidak terpenuhi dengan tepat, atau perbandingan kompresi unsur-unsur pembakaran tidak sesuai yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan usaha atau tenaga juga tidak optimal. Misalnya jika terjadi kebocoran kompresi, akibatnya tekanan dan suhu udara yang dibutuhkan untuk mendapatkan pembakaran atau tenaga juga akan berkurang.

2.1.2.9 Daya Indikator

Daya Indikator Menurut Arismunandar (2011: 24), “Daya yang dihasilkan didalam silinder dinamai daya indikator”.

Dari kutipan di atas penulis dapat menyimpulkan bahwa daya indikator adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan tenaga mesin yang dihasilkan di dalam mesin, dimana merupakan langkah awal perubahan energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar ke dalam energi mekanik. Sehingga jika terjadi penurunan tekanan maksimal indikator otomatis akan terjadi penurunan daya indikator pada mesin.

2.1.2.10 Hubungan Antara Suhu Dan Logam

Hubungan antara Suhu dan Logam, Bila suatu bahan mengalami perubahan suhu, bahwa akan mengalami ekspansi dan mengalami konstruksi jika suhu turun. Jika logam yang panas terkena air pendingin yang bocor dan suhunya relatif lebih rendah maka terjadi tegangan logam karena pada waktu

logam berekspansi secara mendadak suhu konstruksi berubah sehingga menyebabkan logam tersebut retak.

Kelelahan Logam (*stress*) merupakan kecendrungan dari logam untuk patah bila menerima tegangan berulang – ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh dibawah batas kekuatan elastiknya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan ini. Karenanya kelelahan pada logam merupakan sifat yang sangat penting.

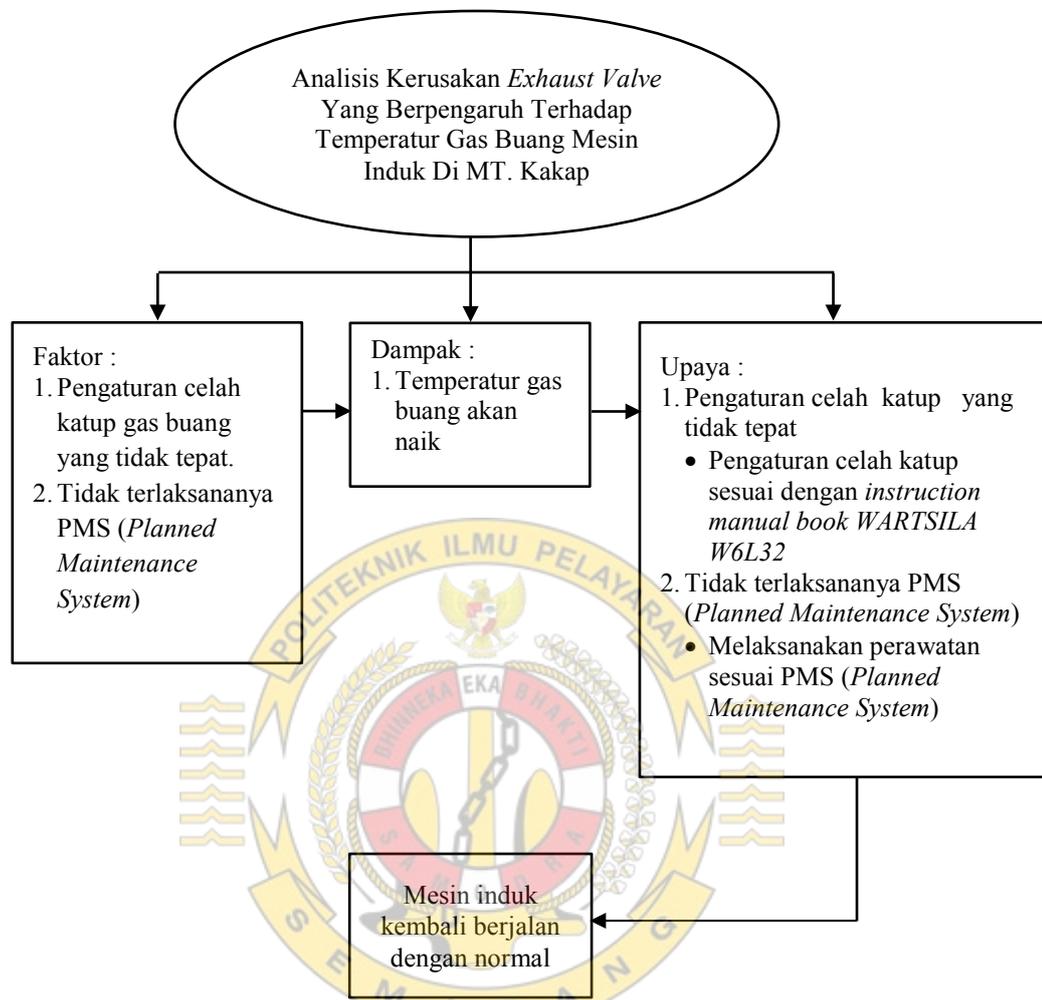
2.2 Definisi Operasional

Mesin diesel adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar dan menghasilkan tenaga untuk menggerakkan semua komponen mekanik yang terdapat pada mesin diesel. Adapun komponen pendukung dari kinerja mesin diesel, yaitu:

- 2.2.1. Silinder mesin diesel adalah tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan.
- 2.2.2. Kepala silinder mesin diesel adalah penutup satu ujung silinder dan berisikan katup masuk dan katup buang, injektor, pegas katup, indikator katup, *push rod* dan *rocker arm* dan *seat ring*.
- 2.2.3. Katup masuk dan katup buang mesin diesel adalah tempat masuk dan keluarnya udara ke dalam ruang bakar untuk dimampatkan di dalam ruang bakar serta hasil dari pembakarannya akan dibuang keluar oleh katup gas buang.

- 2.2.4. Torak batang engkol mesin diesel adalah ujung lain dari ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar.
- 2.2.5. Poros engkol mesin diesel adalah bagian yang berputar dibawah aksi torak melalui batang engkol dan pena engkol yang terletak diantara pipi engkol, dan meneruskan daya dari torak kepada poros yang digerakkan.
- 2.2.6. Roda gila mesin diesel adalah sebuah roda yang dipergunakan untuk meredam perubahan kecepatan putaran dengan cara memanfaatkan kelembaman putaran dan meneruskan putaranya ke *propeller*.
- 2.2.7. Poros nok mesin diesel adalah sebuah alat yang digunakan dalam mesin torak untuk membuka dan menutup katup isap dan buang.
- 2.2.8. *Carter* mesin diesel adalah bagian yang berfungsi menyatukan silinder, torak dan poros engkol, melindungi semua bagian yang bergerak dan bantalanya dan merupakan *reservoir* bagi minyak pelumas.
- 2.2.9. *Piston* mesin diesel adalah bagian yang berfungsi memampatkan atau mengkompresikan campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar agar menghasilkan sebuah tenaga didalam mesin.

2.3 Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.5 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu katup gas buang pada motor diesel , yang mana dari topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut, dampak serta upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada. Setelah diketahui upaya apa yang dilakukan, selanjutnya membuat landasan teori dari yang selanjutnya akan diketahui faktor-faktor apa dan kemungkinan masalah tersebut dapat berkembang melalui analisa gabungan dari metode

Fishbone dan *SHELL*, dari faktor-faktor yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mencegah timbulnya faktor-faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya pada penelitian ini tentang analisis penyebab kerusakan *exhaust valve* yang berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk di MT. Kakap, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 5.1.1. Faktor penyebab terjadinya kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk di MT. Kakap adalah perawatan tidak terlaksana sesuai PMS (*Planned Maintenance System*), Jam kerja katup gas buang yang melebihi batas dan kurangnya pengetahuan dari crew mesin.
- 5.1.2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* pada mesin induk di MT. Kakap adalah naiknya temperatur gas buang akibat adanya pengendapan kerak pada pinggiran katup dan dudukan katup, keausan dan kelelahan logam pada *exhaust valve*, kurangnya ketahanan katup gas buang dan penyetulan celah katup yang tidak tepat.
- 5.1.3. Upaya yang dilakukan untuk mencegah timbulnya faktor penyebab kerusakan katup gas buang yang berpengaruh terhadap temperatur mesin induk di MT. Kakap adalah melaksanakan perawatan katup gas buang sesuai dengan PMS, melakukan penggantian komponen *exhaust valve*, melakukan *lapping* (skir) *exhaust valve* dan penyetulan celah katup yang tepat.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan masalah penyebab terjadinya kerusakan *exhaust valve* yang berpengaruh terhadap temperatur gas buang mesin induk, Maka Penulis memberikan saran sebagai masukan yang bermanfaat bagi pembaca. Adapun saran sebagai berikut:

- 5.2.1. Sebaiknya Perwira mesin melakukan pengecekan dan perawatan *exhaust valve* mesin induk sesuai dengan *instruction manual book* untuk mencegah kerusakan *exhaust valve*.
- 5.2.2. Perlu adanya peningkatan pemahaman Masinis di kapal tentang perawatan katup yang benar untuk mencegah faktor penyebab kerusakan *exhaust valve*.
- 5.2.3. Perlu adanya *control* dari *crew* mesin untuk mengetahui kerusakan *exhaust valve* mesin induk serta Perwira mesin sebaiknya memberikan informasi ke pihak kantor apabila terjadi kerusakan agar dilaksanakan *maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, 2011, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, PT. Pradnya Pratama, Jakarta.
- Instruction Manual Book Main Engine WARTSILA W6L32.
- Lewis, R dan R.S. Dwyer-Joyce. 2002, *Automotive Engine Valve Recession*, Professional Engineering Publishing London and Bury St Edmunds, UK
- Lloyd Van Horn Armstrong, Charles Lafayette Proctor. 2013, *Encyclopedia Britannica*
- Maanen, P. Van. 1997, *Motor Diesel Kapal Jilid 1 Nautech*, PT. Triasko Madra, Jakarta
- Pounder, C. 2009, *Pounder's Marine Diesel Engine And Gas Turbines*, Elsevier Science & Technology, UK.
- Sears, Francis W. 1994, *Mekanika Panas dan Bunyi*, Binacipta, Jakarta.
- Sitindaon, 2016, *Komponen Mesin Diesel*, Diambil dari <https://lamhottindaon.blogspot.com>
- Soekarsono, 2006, *Petunjuk Perbaikan Motor Bensin / Diesel*, Diktat Pendidikan Menengah Teknologi.
- Sugiyono, 2010, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, CV Alfabeta, Bandung.
- Sujarweni, Wiratna. 2014, *Metodologi Penelitian*, PT. Pustaka Baru, Yogyakarta.
- Wikipedia, *SHELL model*. [internet]. [diakses 2019 Nov 09]; Tersedia pada : https://en.wikipedia.org/wiki/SHELL_model

LAMPIRAN 1

Tabel PMS (*Planned Maintenance System*)

Maintenance Schedule

Interval: 50 operating hours		
Turbocharger	Water cleaning of compressor	15.2.3
	Clean the compressor by injecting water.	
Valve mechanism	Check valve clearances	12.5

Maintenance Schedule

Interval: 1000 operating hours		
Valves	Check valve condition	12.5
	Check that the inlet and exhaust valves move freely in their guides. This should preferably be done when the engine has been out of operation for a couple of hours. Check valve clearances.	06.1

04.15.

Overhaul interval

v2

	Average load > 75 %	Average load < 75 %
-	16 000	20 000

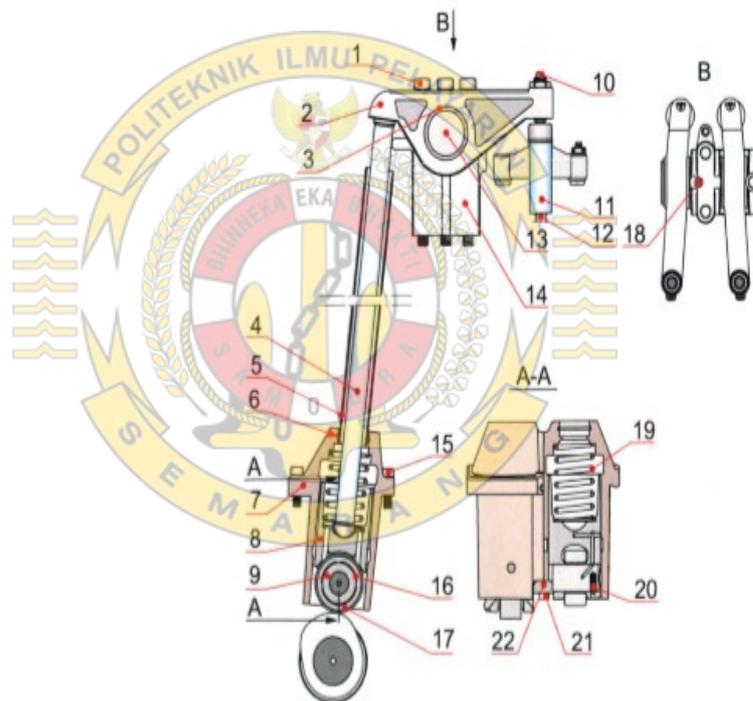
Interval: See table above		
Camshaft	Inspect camshaft bearings	10.3.1
	Replace if necessary.	06.2
Crankshaft	Inspect main bearings	10.2.2
	One main bearing to be inspected, if in bad condition, change and check/change all main bearings. Note the type of bearing in use and do the inspection accordingly.	06.2
	Change the main bearings at every second overhaul interval.	
Valve mechanism	Check valve mechanism parts	14.1.1
	Check tappets.	06.2

LAMPIRAN 2

Gambar *valve mechanism*

14.1. Valve mechanism

The valve mechanism operates the inlet and outlet valves at the required timing. The valve mechanism consists of piston type valve tappets (8) moving in guide block (7), tubular push rods (4) with ball joints, rocker arms (2) journaled on a rocker arm bracket (14), yokes (11) guided by a yoke pin (12) at the cylinder head.



1. Screw
2. Rocker arm
3. Retainer ring
4. Push rod
5. Protecting pipe
6. O-ring
7. Guide block
8. Valve tappet
9. Roller pin
10. Adjusting screw
11. Yoke
12. Yoke pin
13. Shaft
14. Rocker arm bracket
15. Screw
16. Bearing bush
17. Tappet roller
18. Locking screw
19. Tappet spring
20. Locking pin
21. Securing screw
22. Guiding plate

LAMPIRAN 3

Wawancara 1

Hasil wawancara penulis dengan *chief engineer* di MT. Kakap yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara
 Penulis / *Engine Cadet* : Firman Yulian A
 KKM / *Chief Engineer* : Juri Winantyo H
 Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 28 Agustus 2018

- Penulis : Selamat pagi *chief*.
- Chief Eng.* : Iya, selamat pagi det.
- Penulis : Mohon ijin bertanya *chief*, apakah pelaksanaan *maintenance* sesuai dengan *PMS* sangatlah penting bagi permesinan kapal?
- Chief Eng.* : Perawatan sesuai dengan *PMS* memang sangatlah penting det, sebenarnya *PMS* tersebut berdasarkan dengan intruksi dalam *manual book* dari pabrik untuk perawatan mesin tersebut. Jadi pabrik telah memperhitungkan mesin tersebut dalam penentuan perawatan maupun perbaikan
- Penulis : Iya *chief*, jadi apa faktor penyebab kerusakan katup gas buang dari tidak terlaksananya *PMS chief* ?
- Chief Eng.* : Jadi gini det, perawatan terhadap *exhaust valve* mesin induk harus dilaksanakan semua sesuai dengan *PMS* tanpa terkecuali karena permasalahan yang timbul bisa jadi saling berhubungan. Untuk faktor penyebab kerusakan *exhaust valve* kemarin bisa jadi dari pengecekan *exhaust valve* yang tidak sesuai jadwal sehingga masinis tidak tahu adanya pengendapan pada katup dan dudukan katup. Karena apabila terjadi pengendapan akan mengakibatkan bocornya udara yang terkompresi yang mengakibatkan temperatur gas buang naik det.
- Penulis : Oh jadi gitu ya *chief*
- Chief Eng.* : Iya makannya *PMS* itu sangat penting
- Penulis : Terimakasih *chief* atas penjelasannya

LAMPIRAN 4

Wawancara 2

Hasil wawancara penulis dengan Masinis 1 di MT. Kakap yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara
 Penulis/*Engine Cadet* : Firman Yulian A
 Masinis 1/*First Engineer* : Nanang
 Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 4 September 2018

- Penulis : Selamat pagi Bas.
- Masinis 1. : Iya, selamat pagi det.
- Penulis : Mohon izin bertanya Bas, apa ada dampak yang ditimbulkan dari jam kerja *exhaust valve* yang melebihi batas ?
- Masinis 1. : Ada det, seperti yang kita alami kemarin waktu perjalanan dari Aceh menuju Kualanamu. *Exhaust valve* mengalami kerusakan pada permukaanya dan batang katupnya melengkung itu karena kelelahan pada logam dan kelebihan jam kerja pada *exhaust valve*. Karena ketahanan pada setiap komponen mesin khususnya *exhaust valve* sudah diperhitungkan dari *maker* serta ada jam kerjanya sendiri. *Exhaust valve* akan mengalami keausan karena berada di ruang pembakaran sehingga *exhaust valve* mengalami pemuaiian yang lama kelamaan mengakibatkan kerusakan. Maka dari itu katup gas buang memiliki jam kerja (*running hours*) tersendiri.
- Penulis : Jadi bagaimana Bas untuk menangani masalah tersebut?
- Masinis 1 : Untuk menangani masalah tersebut yaitu dengan melihat *running hours* atau jam kerja pada *exhaust valve* yang dapat dilihat dari laporan bulanan jam kerja mesin induk det. Apabila *exhaust valve* melebihi jam kerja hal yang harus dilakukan adalah dengan mengganti *spare part* yang baru det atau *exhaust valve* yang baru.
- Penulis : Siap Bas Terimakasih atas ilmunya.
- Masinis 1. : Sama-sama det.

LAMPIRAN 5

Wawancara 3

Hasil wawancara penulis dengan Masinis 1 di MT. Kakap yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara
 Penulis/*Engine Cadet* : Firman Yulian A
 Masinis 1/*First Engineer* : Nanang
 Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 12 September 2018

Penulis : Selamat pagi Bas.

Masinis 1 : Iya, selamat pagi det.

Penulis : Mohon ijin bertanya Bas , kemarin waktu penyetelan katup itu, cara yang benar dan sesuai saat penyetelan itu bagaimana Bas ?

Masinis 1 : Itu gampang det, yaitu dengan cara melihat *manual book* mesin induk Wartsila W6L32. Saya sudah melihat pengaturan celahnya di *manual book* yaitu untuk katup masuk yaitu 0.40 mm dan katup buangnya yaitu 0.80 mm. Sebagai masinis harus tau det tentang aturan penyetelan yang benar dan sesuai dengan *manual book* mesin induk itu sendiri, terutama pada permasalahan katup gas buang, karena apabila penyetelan katupnya sesuai akan mendapatkan tenaga dan pembakaran yang sempurna.

Penulis : Iya Bas, kalau misalkan penyetelan tidak sesuai apa dampaknya Bas ?

Masinis 1 : Apabila celah katup terlalu sempit maka dimungkinkan katup tidak dapat tertutup dengan sempurna dan juga akan terjadi pembukaan katup yang terlalu awal, sehingga akan mengakibatkan kebocoran gas saat langkah kompresi yang mana kebocoran tersebut berdampak pada naiknya temperatur gas buang. Sebaliknya apabila pengaturan celah katup terlalu longgar akan menyebabkan keterlambatan pembukaan katup serta akan menimbulkan suara berisik pada mekanisme katup.

Penulis : Siap Bas terimakasih atas ilmunya.

LAMPIRAN 6

SHIP PARTICULAR MT. Kakap

SHIP PARTICULARS KAKAP			PERTAMINA
NO.	DESCRIPTION	REMARKS	
1	SHIP NO.	N 08602	
2	CALL SIGN	POTK	
3	IMO NUMBER	9504401	
4	MMSI NUMBER	525003175	
5	D.W.T (AT SLWL)	6,500 TON*	
6	GROS TONNAGE	5,570 TON	
7	NET. TONNAGE	1,765 TON	
8	LIGHT WEIGHT	2,727,293 TON	
9	CLASS	LR	
10	NOTASI CLASS	+100 A1 DOUBLE HULL TANKER,ESP.+LMC,LI WITH FLASH POINT 60 DEG. C, IWS,BWMP	
11	FLAG	INDONESIA	
12	PORT OF REGISTRY	JAKARTA	
13	LENGTH OVER ALL (L.O.A)	108.00 M	
14	LENGTH (L.f)	103.80 M	
15	LENGTH (L.B.P.)	102.00 M	
16	BREADTH MLD.	19.20 M	
17	DEPTH MLD	9.30 M	
18	DESIGNED DRAFT MLD	6.000 M	
19	SUMMER LOAD DRAFT (EXT)	6.000 M	
20	BLOCK COEFICIENT (AT SLWL)	0.776 M	
21	FULL LOAD DISPLACEMENT (AT SLWL)	9,201.053 TON	
22	SERVICE SPEED	12.00 Knots	
23	BUILDER	PT.DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA	
24	KEEL LAID	DECEMBER 19, 2008	
25	LAUNCHED	NOVEMBER 19, 2010	
26	SEA TRIAL	JULY 27, - JULY 29, 2012	
27	DELIVERY	AGUSTUS 30, 2012	
28	NO. OF C.O.T	10 TANKS	
29	TOTAL OF CAPACITY	8,300 M ³	
30	SLOP TANK	250 M ³	
31	HEATING COIL	N.A	
32	BUNKER CAPACITY	MDO : 390 M ³ , HSD : 70 M ³	
33	D.O CONSUMPTION / DAY	11.95 METRIC TON HEAVY DIESEL OIL	
	AT SEA (MDO) / DAY	11.95 METRIC TON	
	IN PORT (MDO) / DAY	3.92 METRIC TON	
34	F.W CAPACITY	250 M ³	
35	MAIN ENGINE	1 SET	
	TYPE	WARSILA 6L 32	
	HP / KW / RPM	3580 / 2670 / 750	
	MAKER	WARSILA	
36	DIESEL GENERATOR	3 SETS	
	TYPE	6NY 16L - NSX 360 KW	
	CAPACITY	360 KW X 1200 RPM	
	MAKER	YANMAR	
37	THERMAL OIL BOILER	N.A	
	TYPE	N.A	
	WORKING PRESSURE	N.A	
	MAKER	N.A	
38	CARGO PUMP	3 SETS	
	MODEL	C 05 BX 6-10 H AAN	
	CAPACITY	300 M ³ / H	
	MAKER	HAMWORTHY	
39	STRIPPING PUMP	2 SET	
	TYPE	W5.12K-54	
	CAPACITY	50 M ³ / H	
	MAKER	HAMWORTHY	
40	WORKING PROPELLER	1 SET	
	MATERIAL	STEEL	
	TYPE OF SECTION	KEYLESS FIXED PITCH PROPELLER	
	MAKER	WARTSILA NETHERLAND B.V	



LAMPIRAN 7

CREW LIST MT. Kakap

PT. PERTAMINA (PERSERO)
DIREKTORAT LOGISTIK, SUPPLY CHAIN DAN INFRASTRUKTUR
MT. KAKAP

CREW LIST MT. KAKAP

No	N a m a	NP.	Jabatan	Sign On
01.	Sudiarto	7 5 0 8 1 9	Nakhoda	13.10.2018
02.	Ambar Winarno	10024458	Mualim-I	31.05.2018
03.	Rezki Nurcahyo	10024709	Mualim-II	22.07.2018
04.	Eko Setyo	10025241	Mualim-III	21.10.2018
05.	Pius Iwan Juli P	10024619	K.K.M	22.07.2018
06.	Waluyo	10025385	Masinis II	13.10.2018
07.	Iskandar Lumban Gaol	7 4 7 9 4 2	Masinis III	28.05.2018
08.	Hendry Widodo	10025094	Masinis-IV	23.09.2018
09.	Defri Heri Yandi	10025093	Electrician	23.09.2018
10.	Melvin David Huliselan	10025932	Serang	13.10.2018
11.	Ramli	10025176	Opr Pompa	23.09.2018
12.	Sutikno	10024886	Juru Mudi	21.08.2018
13.	James Robert Wenur	10024478	Juru Mudi	31.05.2018
14.	Hadian	10025292	Juru Mudi	13.10.2018
15.	Joko Prasetyo	10025294	Kelasi	21.10.2018
16.	Moh. Sofyan Payopo	10024935	Kelasi	21.08.2018
17.	Dikdo Handoko Hanafi	10025295	Kelasi	21.10.2018
18.	Agus Endey	10025047	Mandor Mesin	23.09.2018
19.	Apsal Sulemang	10024678	Juru Mesin	22.07.2018
20.	Body Riko Jamotden Napitu	10025448	Juru Mesin	13.10.2018
21.	Ariza	10025048	Juru Mesin	23.09.2018
22.	Amir Hamzah	10024657	Juru Masak	22.07.2018
23.	Suherman	10024809	Pelayan	21.08.2018
24.	Eva Nurkhasanah	20180085	Deck Cadet	22.07.2018
25.	Muh. Almahdi	20180124	Deck Cadet	23.09.2018
26.	Firman Yulian Arnanda	20170148	Engine Cadet	23.10.2017

Dikapal : MT. Kakap
Tanggal : 23 Oktober 2018

Nakhoda



Sudiarto
NP.750819

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Firman Yulian Arnanda
Tempat/tgl lahir : Magelang/29 Juli 1995
NIT : 52155739 T
Alamat Asal : Perum Banjar Permai RT: 04 RW: 12
Kec. Mertoyudan, Kab. Magelang

Agama : Islam
Pekerjaan : Taruna PIP Semarang
Status : Belum Kawin
Hobby : Renang

Orang Tua

Nama Ayah : Suharto (Alm.)
Pekerjaan : TNI
Nama Ibu : Siti Rahayu M.K
Pekerjaan : Ibu Rumah Tangga
Alamat : Perum Banjar Permai RT: 04 RW: 12
Kec. Mertoyudan, Kab. Magelang



Riwayat Pendidikan

1. SD Kartika XVII – 4 Magelang
2. SMP N 3 Mertoyudan
3. SMK SATRIA Magelang
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang 2015 - Sekarang

Pengalaman Prala (Praktek Laut)

Kapal : MT. Kakap
Perusahaan : PT. Pertamina Perkapalan
Alamat : Jl. Yos Sudarso no. 32 – 34, Jakarta Utara Indonesia
Telp +62 21 4301086 Fax +62 21 4301492