



**ANALISIS RETAKNYA *PISTON* YANG  
BERPENGARUH TERHADAP KERJA MOTOR DIESEL  
UTAMA DI KAPAL MV. OMS IJEN**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**ALDI TUWIDIARKO  
NIT.531611206134 T**

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

**2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS RETAKNYA TORAK YANG BERPENGARUH  
TERHADAP KERJA MOTOR DIESEL UTAMA DI KAPAL  
MV. OMS IJEN**

Disusun Oleh :

**ALDI TUWIDIARKO**  
**NIT.531611206134 T**

Telah disetujui dan diterima,  
selanjutnya dapat diujikan di  
depan Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran  
Semarang, 19..FEBRUARI..2021

Dosen Pembimbing I  
Materi



**H. RAHYONO, S.P1., M.M., M.Mar.E**  
**Pembina Utama Muda (IV/c)**  
**NIP. 19590401 198211 1 001**

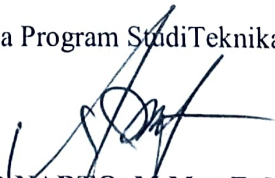
Dosen Pembimbing II  
Metodelogi dan Penulisan



**Capt. ARIKA PALAPA M.Si., M. Mar**  
**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 19760709 199808 1 001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknika



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis retaknya torak yang berpengaruh terhadap kerja motor diesel utama di kapal MV. OMS IJEN ” karya,

Nama : Aldi Tuwidiarko

NIT : 531611206134 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari JUMAT....., tanggal 19 FEBRUARI 2021



Penguji I,

BUDI NOKO RAHARJO, M.M., M.Mar.E

Pembina (IV/a)

NIP. 19740321 199808 1 001



Penguji II,

H. RAHYONO, S.PI., M.M., M.Mar.

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19590401 198211 1 001



Penguji III,

Capt. AKHMAD NDORI, S. ST., M.M., M. Mar

Penata (III/c)

NIP. 19770410 201012 1 002

Mengetahui,  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc

Pembina Tk I, (IV/b)

NIP. 19670605 199808 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Aldi Tuwidiarko

NIT : 531611206134 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul : “Analisis retaknya torak yang berpengaruh terhadap kerja motor diesel utama di kapal MV. OMS IJEN”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya . Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip dan dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 15 -02-2021

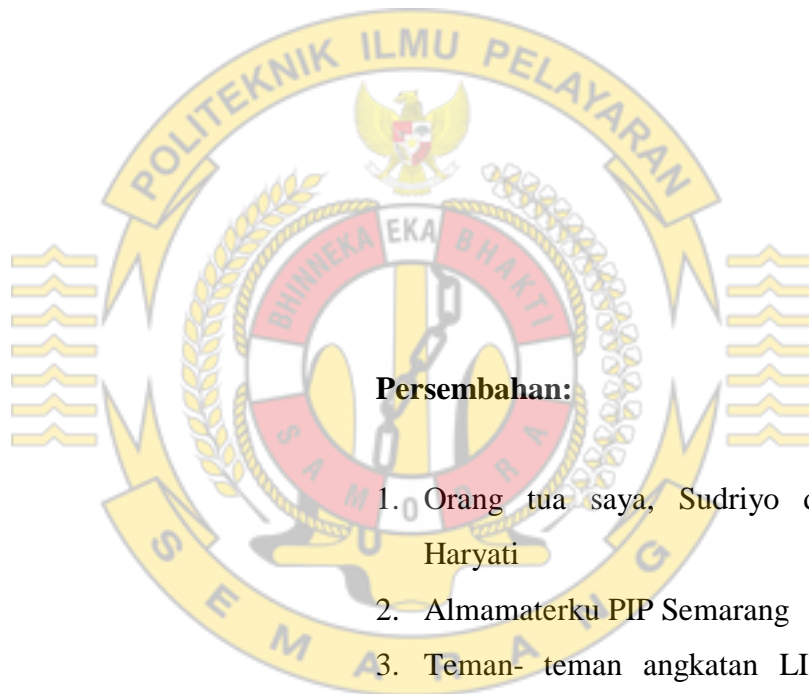
nyataan ,



**ALDI TUWIDIARKO**  
**NIT. 531611206134 T**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya,” (QS. Al-Baqarah: 286).
2. Jika tidak kudapatkan senyumku dihari ini, pasti akan ku dapatkan senyumku dihari esok
3. Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan (QS. Al-Insyirah: 6)



- Persembahan:**
1. Orang tua saya, Sudriyo dan Ibu Tri Haryati
  2. Almamaterku PIP Semarang
  3. Teman-teman angkatan LIII dan *crew* kapal MV. OMS IJEN

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Persetujuan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Pernyataan .....	iv
Halaman Motto .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Lampiran .....	xii
Abstraksi .....	xiii
Abstract .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penulisan .....	4
1.5. Sistematika Penelitian .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Kerangka Pikir .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	

3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	30
3.2. Fokus Dan Lokus Penelitian.....	30
3.3. Metode Pengumpulan Data .....	31
3.4. Sumber Data Menurut Jenis .....	33
3.4. Teknik Keabsahan Data.....	35
3.5 Teknik Analisa Data.....	35

#### **BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian.....	39
4.2. Analisa Hasil Penelitian .....	45
4.3. Pembahasan Masalah.....	61

#### **BAB V PENUTUP**

5.1. Simpulan.....	89
5.2. Saran.....	90

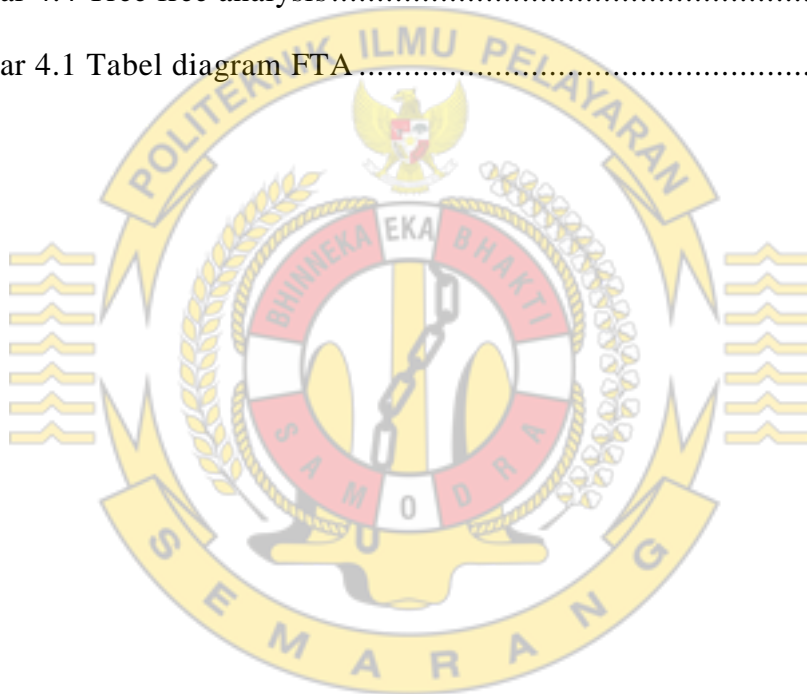
#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

#### **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR GAMBAR

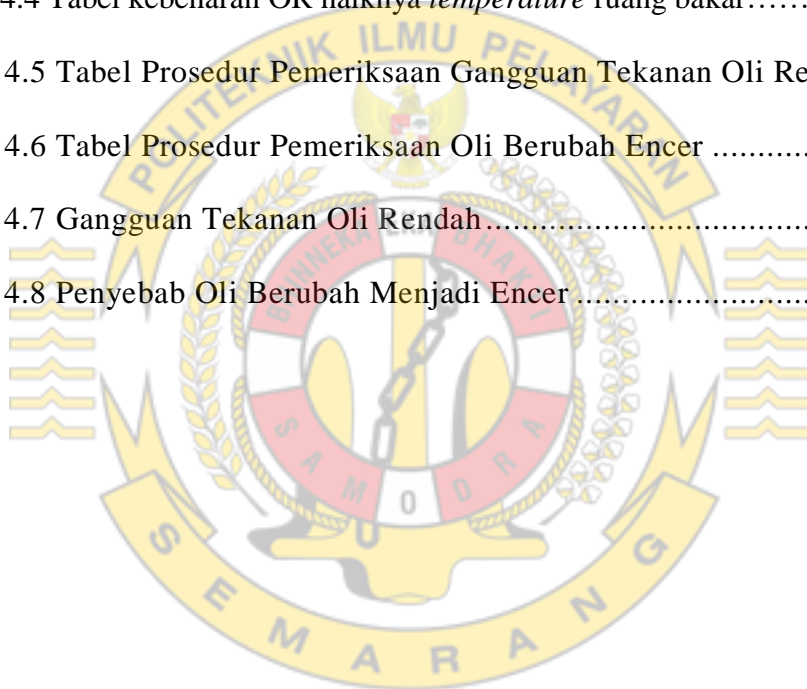
Gambar 2.1 Kerangka pikir .....	33
Gambar 3.1 Pompa air laut.....	44
Gambar 4.1 Pohon kesalahan.....	56
Gambar 4.2 Tree free analysis.....	57
Gambar 4.3 Tree free analysis.....	61
Gambar 4.4 Tree free analysis.....	64
Gambar 4.1 Tabel diagram FTA.....	70





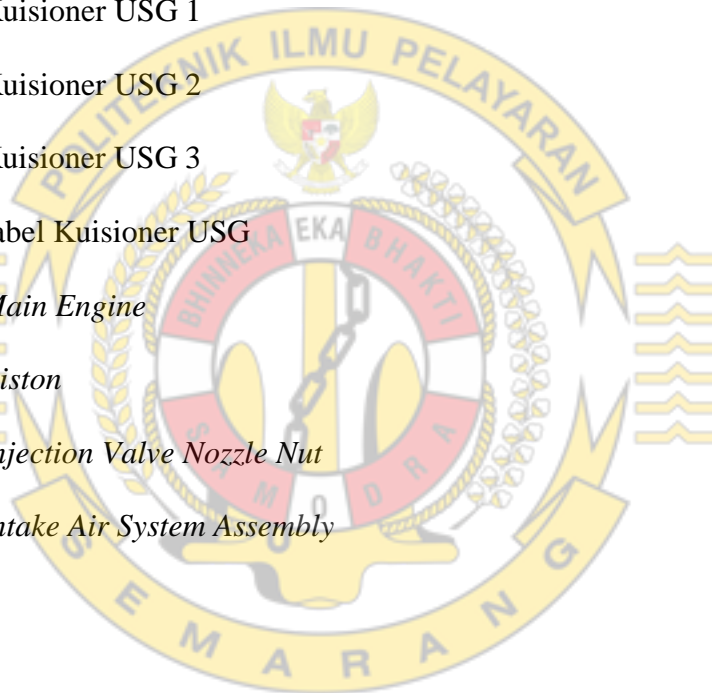
## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Skala penilaian metode USG .....	38
Tabel 4.1 <i>Crew List</i> .....	40
Tabel 4.2 Tabel kebenaran gerbang <i>AND</i> dan <i>OR</i> .....	46
Tabel 4.3 Tabel kebenaran <i>OR</i> .....	48
Tabel 4.4 Tabel kebenaran <i>OR</i> naiknya <i>temperature</i> ruang bakar.....	49
Tabel 4.5 Tabel Prosedur Pemeriksaan Gangguan Tekanan Oli Rendah ..	54
Tabel 4.6 Tabel Prosedur Pemeriksaan Oli Berubah Encer .....	55
Tabel 4.7 Gangguan Tekanan Oli Rendah.....	71
Tabel 4.8 Penyebab Oli Berubah Menjadi Encer .....	72



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Ship Particular*
- Lampiran 2 *Crew List*
- Lampiran 3 *Particular of machinery*
- Lampiran 4 *Guide Alarm Limits*
- Lampiran 5 Kuisisioner USG 1
- Lampiran 6 Kuisisioner USG 2
- Lampiran 7 Kuisisioner USG 3
- Lampiran 8 Tabel Kuisisioner USG
- Lampiran 9 *Main Engine*
- Lampiran 10 *Piston*
- Lampiran 11 *Injection Valve Nozzle Nut*
- Lampiran 12 *Intake Air System Assembly*



## INTISARI

**Aldi Tuwidiarko**, 2021, NIT: 531611206134 T, “*Analisis retaknya Piston Yang Berpengaruh Terhadap Kerja Motor Diesel Utama Di Kapal MV. OMS IJEN*” skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Rahyono S.P1., M.M.,M.Mar.E Pembimbing II: Capt. Arika Palapa M. Si., M. Mar

Motor diesel utama/ *Main Engine* merupakan sebuah permesinan utama diatas kapal yang berfungsi sebagai mesin penggerak utama diatas kapal. Penelitian didasarkan pada pengalaman penulis diatas kapal saat berlayar dari Paiton, Probolinggo ke Grogot, Kalimantan timur yaitu terjadinya masalah pada Motor diesel utama/ *Main engine*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui Faktor Penyebab retaknya torak/ piston pada motor diesel utama/ *main engine* di MV. OMS IJEN.

Metode penelitian dalam skripsi ini adalah kualitatif. Sumber data diambil dari data primer dan sekunder. Wawancara, observasi dan dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan sehingga didapatkan teknik keabsahan data. Data yang sudah teruji keabsahannya dianalisis dengan menggunakan metode *fault tree analysis* dan USG (*Urgency, Seriousness, Growth*).

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penyebab utama retaknya torak/ *piston* pada motor diesel utama/ *main engine* di MV. OMS IJEN adalah akibat pengaruh naiknya suhu pada ruang bakar disebabkan karena penyemprotan bahan bakar yang berlebihan/kurang sesuai dengan ketentuan *manual book* dan cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan cara melakukan pengetesan pada *Injection valve* (injektor) ketika *overhaul* dan melakukan perbaikan atau mengganti *nozzle* yang sudah rusak.

**Kata kunci** : *Main engine, Piston, Fault tree analysis, USG (Urgensi, Seriousness, growth)*.

## ABSTRACTION

**Aldi Tuwidiarko**, 2021, NIT: 531611206134 T, "Analysis of the cracking of the piston which affects the work of the main diesel motor on the MV. OMS IJEN "thesis Engineering Study Program, Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Supervisor I: H. Rahyono S.P1., M.M., M.Mar.E Supervisor II: Capt. Arika Palapa M. Si., M. Mar

The main diesel motor / Main Engine is a main engine on the ship which functions as the main propulsion engine on the ship. The research is based on the author's experience on the ship when sailing from Paiton, Probolinggo to Grogot, East Kalimantan, namely the occurrence of problems with the main diesel motor / main engine. The purpose of this study was to determine the factors causing the piston / piston crack in the main diesel motor / main engine at MV. OMS IJEN.

The research method in this thesis is qualitative. The data sources were taken from primary and secondary data. Interview, observation and documentation are data collection techniques used to obtain data validity techniques. Data that has been tested for validity were analyzed using the fault tree analysis method and USG (Urgency, Seriousness, Growth).

The results of the study concluded that the main cause of cracking of the piston / main engine in the MV. OMS IJEN is a result of the effect of rising temperatures in the combustion chamber due to excessive / inadequate fuel spraying in accordance with the provisions of the manual book and the way to overcome this problem is by testing the injection valve (injector) when it is overhauled and making repairs or replacing the nozzle that is already damaged.

**Keywords** : *Main engine, Piston, Fault tree analysis, USG (Urgency, Seriousness, growth).*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1. 1. Latar Belakang**

Peranan angkutan laut dalam perkembangan perekonomian suatu negara kepulauan seperti Indonesia sangatlah besar, angkutan laut sebagai transportasi yang sangat efisien. Sebagai motivator menunjang kegiatan perdagangan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara melalui kegiatan ekspor-import dari dan keluar negeri serta melayani kebutuhan penduduk antar pulau dan antar propinsi. Oleh sebab itu perkembangan pelayaran harus selalu ditingkatkan sesuai dengan era dan zaman kemajuan yang semakin modern.

Untuk melayani kebutuhan yang semakin meningkat pada bidang transportasi laut untuk pengangkutan barang dan pelayanan jasa angkutan tidak cukup hanya menyediakan kapal yang banyak akan tetapi, mengupayakan agar kapal selalu dalam keadaan baik dan siap untuk digunakan.

Mengingat waktu sangatlah berharga sekali dalam perusahaan pelayaran atau bagi pencarter kapal, kehilangan waktu yang disebabkan karena kerusakan dapat merugikan perusahaan pelayaran atau bagi pencarter kapal itu sendiri. Salah satu mesin atau peralatan yang sangat penting dikapal adalah motor diesel utama, kalau terjadi kerusakan pada motor diesel utama sangat mengganggu perjalanan kapal tersebut. Dalam proses kinerja motor diesel utama tidak lepas dari bagian-bagian motor diesel utama tersebut. Apabila komponen atau bagian motor diesel utama tersebut tidak dapat bekerja secara optimal akan mengganggu kerja motor tersebut.

Untuk menjamin kerja mesin diesel utama secara terus-menerus dan aman, maka diperlukan upaya perawatan yang baik agar kerja motor diesel utama sempurna sesuai kerja disaat normal menurut manual book, adapun syarat kerja motor diesel utama dikatakan normal bila putaran mesin mencapai 720-900 RPM dengan tenaga 160-200 PS, temperature gas buang setiap cylinder adalah 280-380°C, tekanan kompresi setiap cylinder adalah 5-7 bar dan tekanan maximumnya adalah 8-10 bar sesuai dengan manual book HYUNDAI HIMSEN ENGINE TYPE H21/32P. Dalam hal ini termasuk juga identifikasi sedini mungkin tentang kurang sempurnanya kerja dari mesin diesel utama yaitu untuk menghindari kerusakan yang lebih fatal. Perlu kita ketahui bahwa ada beberapa hal yang menyebabkan kurang sempurnanya kerja dari mesin diesel utama. Diantaranya adalah terjadinya gangguan-gangguan dan kerusakan pada komponen mesin diesel utama.

Penulis mengambil judul tersebut di atas karena pada saat melakukan praktek laut di MV. OMS IJEN, pernah mengalami keadaan di mana terjadi penurunan kecepatan pada motor diesel utama biasanya pada saat normal kecepatan kapal bisa mencapai 6-7 knot, sedangkan pada saat itu kecepatannya 4 knot. Pada saat itu tidak ada ombak, tidak ada alun (gelombang), permukaan air laut kaca, sehingga dapat dikatakan keadaan cuaca sangat baik. Melihat kondisi tersebut untuk lebih memastikan apa penyebab turunnya kecepatan tersebut KKM memerintahkan pada Masinis II selaku perwira yang bertugas merawat motor diesel utama untuk mengambil tekanan kompresi pada ke 8 cylindernya dengan menggunakan alat yang bernama *indicator pressure test*, ternyata ditemukan bahwa tekanan kompresi torak pada cylinder nomor 2 tekanan kompresinya kurang maksimal atau menurun sampai dengan 3 bar. Dalam hal ini berarti tekanan kompresi pada

torak tersebut belum sesuai dengan tekanan yang normal. Padahal sesuai dengan *instruction manual book* mesin diesel utama di kapal saya tekanan kompresi torak pada masing-masing cylinder adalah 5-7 bar. Maka terlihat jelas bahwa tekanan compresi torak mengalami penurunan, dan setelah masinis II melakukan pengecekan dan perawatan lebih lanjut ternyata torak pada silinder nomor 2 mengalami keretakan.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penulis tertarik untuk menuangkan dalam sekripsi ini dengan judul.

**”ANALISIS RETAKNYA TORAK YANG BERPENGARUH TERHADAP KERJA MOTOR DIESEL UTAMA DI KAPAL MV. OMS IJEN”**

**1.2. Perumusan Masalah**

Kerusakan pada mesin diesel utama suatu kapal sangat luas sekali bahkan tidak terbatas. Salah satunya kerusakan pada mesin diesel utama tersebut disebabkan oleh kurangnya perawatan pemeliharaan dan pelayanan terhadap mesin diesel utama, yang berakibatkan penurunan daya dan kerusakan lain serta kerusakan operasional kapal yang salah satunya adalah kurang sempurnanya kerja torak karena satu hal.

Berdasarkan uraian di atas, maka diambil pokok permasalahan:

- 1.2.1. Apakah naiknya suhu pada ruang bakar dapat berpengaruh terhadap keretakan torak pada mesindiesel utama ?
- 1.2.2. Apakah kurangnya pelumasan terhadap torak dapat menyebabkan keretakan pada torak ?
- 1.2.3. Apakah kurangnya perawatan dan perbaikan dapat menyebabkan keretakan pada torak ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis membahas masalah ini adalah :

- 1.3.1. Untuk mengetahui penyebab naiknya suhu/ *temperature* pada ruang bakar.
- 1.3.2. Untuk mengetahui penyebab kurangnya pelumasan terhadap torak/ *piston*.
- 1.3.3. Untuk mengetahui akibat kurangnya perawatan dan perbaikan apakah dapat berpengaruh terhadap retaknya torak/ *piston*.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun mamfaat penelitian dari skripsi ini adalah :

- 1.4.1. Sebagai kegiatan untuk berlatih menuangkan pemikiran dan pendapat ilmiah dalam bentuk tulisan dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.
- 1.4.2. Untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari program Diploma IV jurusan teknik di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang dengan sebutan Sarjana Sains Terapan.
- 1.4.3. Sebagai bahan pengetahuan dan membantu pembaca meningkatkan pembendaharaan ilmu serta sebagai bahan acuan untuk melakukan tindakan yang berhubungan dengan masalah tersebut diatas.
- 1.4.4. Sebagai bahan pertimbangan bagi pihak yang memiliki masalah bersama.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari 5 bab yang saling berkaitan satu sama lain.

Untuk memudahkan dalam mengikuti seluruh uraian dan membahas atas skripsi ini maka dapat dipaparkan dengan sistimatika sebagai berikut:



## Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini, penulis akan menguraikan latar belakang penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

## Bab II. Landasan Teori

Pada bab ini terdiri atas tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian. Bab ini berisi gambaran mengenai definisi yang mendasari topik permasalahan penulisan penelitian ini juga hipotesis atau kesimpulan sementara dari masalah yang diteliti berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir yang sudah dibuat.

## Bab III. Metode Penelitian

Pada bab ini diuraikan waktu dan tempat penelitian, data yang diperlukan, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Waktu dan tempat penelitian menerangkan lokasi dan waktu dimana dan kapan penelitian dilakukan. Metode pengumpulan data merupakan cara yang dipergunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Teknik analisis data yang digunakan dan pemilihan alat dan cara analisis harus konsisten dengan tujuan penelitian.

## Bab IV. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

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

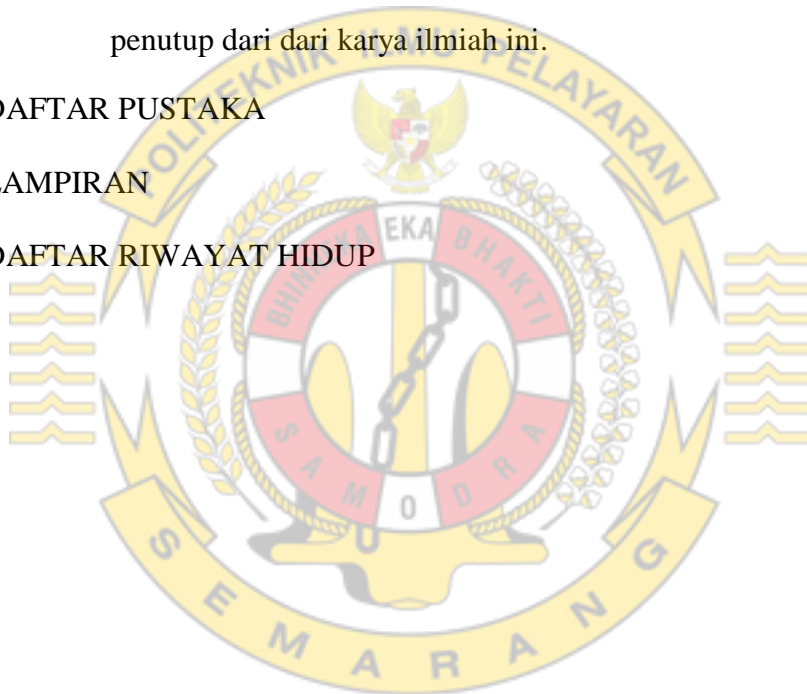
## Bab V. Simpulan Dan Saran

Pada bab ini merangkum semua hasil pembahasan analisis data yang telah dilakukan sebagai gambaran jelas tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini. Selain itu, berdasarkan kesimpulan tersebut disajikan saran-saran pengembangan yang mungkin dapat dipertimbangkan secara khusus oleh para pengguna mesin induk dan secara umum oleh semua pihak. Bab ini merupakan bab penutup dari karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka dilakukan untuk mempermudah pembahasan mengenai permasalahan yang diangkat oleh penulis selama melakukan praktek laut di atas kapal, maka perlu adanya kejelasan terhadap teori sebagai pembahasan dan pemecahan masalah. landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari penelitian yang diteliti, pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi "ANALISIS RETAKNYA TORAK YANG BERPENGARUH TERHADAP KERJA MOTOR DIESEL UTAMA DI KAPAL MV. OMS IJEN"

##### 2.1.1. Retak

###### 2.1.1.1. Pengertian

Retak adalah suatu kondisi dimana permukaan suatu benda keras tampak bergaris yang menandakan akan pecah. Retak pada suatu material dapat terlihat secara kasat mata maupun tidak, sehingga terdapat beberapa metode pengujian untuk melihat adanya keretakan seperti *penetrant test*, *x-ray test*, dan *magnetic test*.

Menurut surdia dan saito (1999), retak (patah) terjadi karena adanya perubahan temperature dan laju regangan walaupun pada dasarnya logam tersebut liat, gejala ini biasa disebut transisi liat getas.

Retak adalah terbaginya sebuah benda menjadi beberapa bagian atau lebih dikarenakan tegangan yang statis (konstan atau berubah terhadap waktu) pada suhu yang lebih rendah dari temperature leleh materialnya. Untuk mengetahui sifat-sifat bahan, tentu kita harus melakukan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada empat jenis uji coba yang biasa dilakukan, yaitu uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*). (William D, Callister, 2000)

Mekanika retak atau mekanika patah adalah terkait dengan menganalisa kegagalan material yang mengandung celah dan kelemahan. Dengan mekanika faktor kita dapat menentukan tingkat kelenturan, dimana celah-celah ukuran diketahui bias menyebarkan korosi untu memberikan kegagalan pada suatu bahan atau material. Sebuah *konsentrator stress* adalah suatu diskomunitas yang akan memperkuat suatu tegangan. *Stress* (tegangan) yang dapat ditransfer melalui celah, dan karena tegangan terkonsentrasi di kedua sisi yang retak. Ketika tegangan meningkat diterapkan pada suatu bahan yang mengandung celah yang panjang, tegangan yang dicapai pada yang retak akan merambat. Sehingga besar logam mengalami kegagalan cukup ulet, kegagalan memiliki tampilan karakteristik yang berbeda.

#### 2.1.1.2. Faktor Terjadinya Keretakan Pada Torak

2.1.1.2.1. Terjadi kenaikan suhu atau temperature yang berlebih

Naiknya suhu atau temperature yang berlebihan mengakibatkan *metal fatigue* (kelelahan metal),

metal yang mengalami penurunan ketahanan bahan yang menyebabkan metal menjadi retak sehingga suhu ruang bakar harus dijaga agar stabil.

#### 2.1.1.2.2. Kurangnya pelumasan pada torak

Pelumasan merupakan perihal yang sangat penting dalam permesinan mengingat benda-benda yang bergerak pada mesin bergesekan satu sama lain, sehingga pelumasan ini membantu mengurangi gesekan antar bagian tersebut, seperti pada motor diesel utama di MV. OMS IJEN kapasitas oli yang di tampung sesuai anjuran buku petunjuk adalah 1350 liter agar dapat disirkulasikan dengan baik sehingga dapat melumasi bagian motor induk yang bergerak dan saling bergesekan.

#### 2.1.1.2.3. Jam kerja torak yang melewati batas waktunya

Sebuah permesinan dan bagian-bagiannya memiliki batas waktu ketahanan bahan sehingga apabila sudah mencapai batas waktu jam kerjanya harus diganti karena dikhawatirkan sudah terjadi perubahan kekuatan bahan.

### 2.1.2. Prinsip Kerja Mesin Diesel Utama 4 Langkah

Mesin diesel 4 langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat kali langkah torak. Urutan kejadian yang berulang secara teratur dan dalam urutan yang sama di sebut sebuah daur (cycle). Beberapa kejadian berikut, membentuk sebuah daur kerja mesin diesel, daur kerja mesin diesel yang pertama adalah mengisi silinder atau ruang bakar dengan udara segar atau yang sering disebut dengan langkah isap, daur kerja yang kedua adalah penekanan isi udara yang menaikkan suhu sehingga kalau

bahan bakar di injeksikan, akan segera menyala dan terbakar secara efisien langkah ini juga sering disebut dengan langkah kompresi, kaur kerja yang ketiga yaitu langkah pembakaran bahan bakar dan pengembangan gas panas sehingga menghasilkan tenaga untuk menggerakkan poros engkol atau yang sering di sebut dengan langkah usaha, dan daur kerja yang terakhir yaitu mengosongkan hasil pembakaran dari silinder atau yang sering disebut dengan langkah buang.

Secara singkat prinsip kerja mesin diesel 4 langkah yaitu seperti penjelasan diatas kalau keempat kejadian pada mesin diesel ini dijelaskan, maka daur diulangi. Kalau masing-masing dari keempat kejadian ini memerlukan langkah torak yang terpisah, maka daurnya disebut daur empat langkah maka disebut mesin diesel 4 langkah.

Langkah-langkah torak pada motor 4 langkah berturut:

#### 2.1.2.1. Langkah Isap

Pada langkah ini *piston* bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah). Saat *Piston* bergerak ke bawah katup isap terbuka yang menyebabkan ruang di dalam silinder menjadi vakum, sehingga udara murni langsung masuk keruang silinder melalui filter udara.

#### 2.1.2.2. Langkah Kompresi

Pada langkah ini *piston* bergerak dari TMB menuju TMA dan kedua katup tertutup. Karena udara yang berada di dalam silinder didesak atau ditekan terus oleh *piston*

menyebabkan terjadi kenaikan tekanan dan temperature, sehingga udara di dalam silinder menjadi sangat panas. Pada saat 13-17° sebelum piston mencapai TMA, bahan bakar di kabutkan oleh ijenktor. Pada langkah kompresi udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi akan disemprotkan atau diinjeksikan oleh injector sehingga terjadilah pembakaran diruang bakar mesin tersebut.

#### 2.1.2.3. Langkah Usaha

Pada langkah ini kedua katup masih tertutup, akibat semprotan bahan bakar diruang bakar akan menyebabkan terjadinya ledakan pembakaran yang akan meningkatkan suhu dan tekanan diruang bakar. Tekanan yang besar tersebut akan mendorong *piston* kebawah yang menyebabkan terjadi gaya aksial. Gaya aksial ini berubah dan diteruskan oleh poros engkol menjadi gaya *radial* (putar).

#### 2.1.2.4. Langkah Buang

Pada langkah ini, gaya yang masih terjadi di *flywheel* akan menaikkan kembali *piston* dari TMB ke TMA, bersamaan dengan terbukanya katup buang sehingga udara sisa pembakaran akan didorong keluar dari ruang silinder menuju *exhaust manifold*. Begitu seterusnya sehingga terjadi siklus pergerakan *piston* yang tidak berhenti.

#### 2.1.3. komponen Penunjang Kerja Mesin Diesel Utama 4 Langkah

suatu pemahaman dari operasi atau kegunaan berbagai bagian berguna untuk pemahaman sepenuhnya dari seluruh mesin tersebut.

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 diesel, harus mampu mengenal bagian yang berbeda dengan pandangan dan mengetahui apa fungsi khusus masing-masing. Pengetahuan tentang bagian mesin akan diperoleh sedikit demi sedikit, pertama kali dengan membaca secara penuh perhatian berikut, dan kemudian dengan melihat daftar istilah padaakhir buku ini setiap istilah yang belum dapat anda mengerti.

#### 2.1.3.1. Katup Buang.

Katup buang pada motor diesel utama 4 langkah berfungsi untuk membuang sisa gas pembakaran didalam ruang pembakaran. Material katup memberikan cukup tahanan terhadap pengaruh yang korosif, sedangkan kekuatan material katup akibat suhu tinggi tidak boleh berkurang terlalu banyak. Oleh berbagai pabrik baja telah membuat berbagai jenis baja yang memiliki kadar chrom dan silicium yang tinggi.

##### 2.1.3.1.1. Pembukaan katup.

Bila minyak dalam ruangan minyak lumas tidak menerima tekanan maka katup buang ditahan dalam keadaan tertutup oleh tekanan udara dalam silinder. Bila oleh torak minyak ditekan ke silinder dengan torak maka katup akan membuka melawan tekanan udara oleh tekanan



hidrolik. Bila katup buang terbuka maka gas buang akan mengalir dengan kecepatan tinggi.

#### 2.1.3.1.2. Penutupan katup.

Bila rol telah melalui titik tertinggi nok maka torak akan menurun lagi sehingga tekanan dalam sistim hidrolik akan hilang. Tekanan udara dalam silinder dijaga pada tekanan 24.1 bar menekan silinder dengan katup buang dan torak hidrolik ke arah atas lagi (pegas udara). Sewaktu penutupan dari katup mak oleh pena peredam dicegah katup memukul tempat duduk dengan gaya yang besar.

#### 2.1.3.2. Fuel injection valve

Agar bahan bakar dapat dimasukan ke dalam silinder dengan tepat diperlukan mekanisme yang sangat teliti. Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar di perlukan kecepatan penyemprotan yang tinggi ( 250 – 350 m/det ) untuk pengabutan langsung dan kecepatan penyemprotan tinggi tersebut tercapai dengan tekanan pengabutan yang tinggi pula. Tekanan penyamprotan tersebut dapat ditingkatkan bila kekentalan bahan bakar tidak terlalu tinggi. kekentalan bahan bakar pada suhu lingkungan normal cukup rendah maka dari

itu bahan bakar harus dipanasi untuk mendapatkan kekentalan penyamprotan yang disyaratkan sebesar 15-25 mm/dt. Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada nozzle menuju ke oil pool. Bila tekanan bahan bakar pada oil pool naik, ini akan menekan permukaan ujung needle. bila tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka jarum pengabut akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan jarum pengabut terlepas dari kedudukannya pada nozzle body. Kejadian ini menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar dalam silinder mesin. Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan jarum pengabut ke posisi semula. Pada saat ini jarum pengabut tertekan kuat pada nozzle body dan menutup saluran bahan bakar. Proses ini akan terjadi berulang ulang.

#### 2.1.3.3. Torak

Seperti kita ketahui bahwa torak adalah suatu bagian komponen penting pada mesin diesel utama pada pengoperasian yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya mengakibatkan kerja dari motor, dimana pada awal langkah torak akan menutup terlebih dahulu pintu bilas dan pada saat katup tertutup rapat dan udara dalam silinder dimampatkan sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat. Sebelum

torak mencapai TMA bahan bakar disemprotkan kedalam silinder bercampur dengan udara bertekanan dan bersuhu tinggi sehingga terjadi pembakaran/ledakan yang selanjutnya memutar poros engkol, dari proses tersebut terjadi perubahan energi dari energi thermal menjadi energi mekanik.

Dalam ruangan pembakaran sebuah motor diesel akan membentuk suhu 1500-1600°C atau lebih pada waktu pembakaran. Selama awal pembuangan gas, setelah terjadi ekspansi dalam silinder suhu pembakaran mesin mempunyai suhu 600-700°C. dilihat dari fenomena ini suatu system pendingin sangat diperlukan dalam mendinginkan bagian-bagian motor misalnya; bagian dari lapisan silinder, termasuk juga katup buang, bagian dari bahan bakar, disekeliling pengabutan dan bagian dari torak.

Torak mendapatkan beban baik secara thermis maupun mekanis. Pada torak harus dapat disalurkan gaya yang besar. Pada pembebanan besar tersebut lebih dari 10 Mpa (100 Bar), torak harus kedap terhadap tekanan gas dalam silinder, kedap tersebut terselenggarakan dengan adanya pegas torak dan cincin hantar.

Bahan pendingin torak berupa minyak lumas dipompa melalui pipa teleskop melalui batang torak. Bahan pendingin mengadakan sirkulasi di dalam torak yang mengambil panas kemudian keluar melalui batang torak tersebut. Jadi sesuai dengan konstruksi batang torak terdapat dua saluran yaitu saluran masuk dan keluar bahan pendingin.

Dalam hal ini torak harus mendapatkan pendingin secara merata karena tidak tutup kemungkinan apabila pendinginnya tidak merata akan mengakibatkan pemuaian pada bagian torak. Oleh karena itu mesin harus didinginkan dengan baik meskipun pendingin merupakan suatu kerugian jika ditinjau dari segi pemamfaatan energi atau efeiensi termalnya, namun pendingin merupakan keperluan yang sangat penting untuk menjamin agar kerja mesin berjalan dengan sebaik-baiknya.

#### 2.1.3.3.1. Susunan Torak

Torak terdiri atas tiga bagian , dimana bagian-bagian tersebut adalah :

##### 2.1.3.3.1.1. Bagian Atas Torak (Piston Crown)

Bagian tersebut menampung gaya gas yang disalurkan pada pena torak. Materialnya adalah baja tempa atau baja tuang. Bagian atas tersebut juga mengandung hanya bagian atas atau saluran pegas torak.

##### 2.1.3.3.1.2. Bagian Bawah Torak (Piston Skrit)

Piston skrit adalah bagian bawah suatu torak, dengan pembilasan pintu sewaktu dalam kedudukan TMA torak harus tetap menutup pintu-pintu yang terdapat

pada dinding silinder sehingga udara tidak dapat masuk kedalam ruang pembakaran yang akan mengakibatkan ketidak sempurnaan dalam pembakaran dikarenakan adanya kebocoran tersebut.

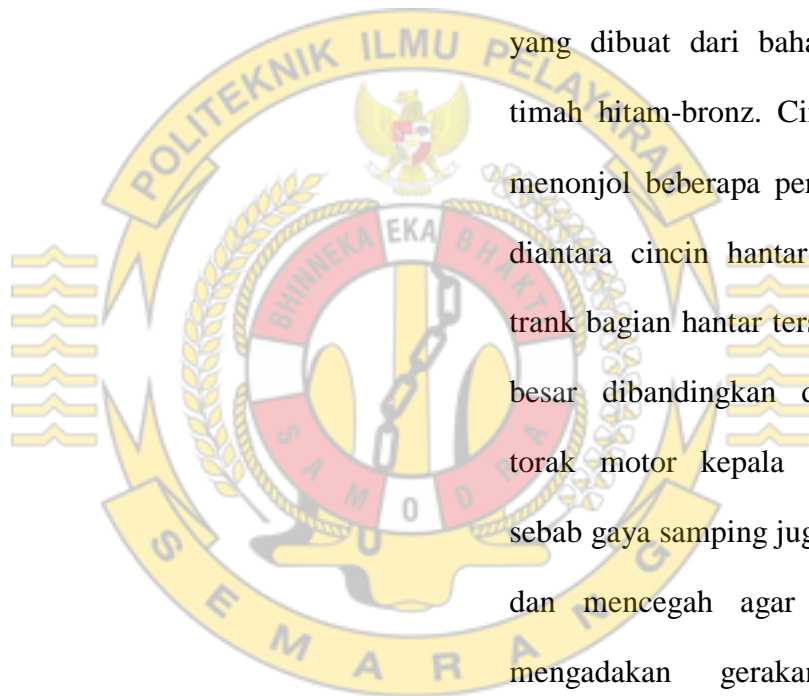
Piston skrit tersusun dari bahan material ringan campuran almunium dengan tembaga, sedangkan pada saat sekarang digunakan campuran almunium dengan silicon karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil.

#### 2.1.3.3.1.3. Cincin Hantar (Piston Ring)

Pada torak juga terdapat cincin torak yang juga berfungsi untuk menunjang kerja torak di dalam silinder.

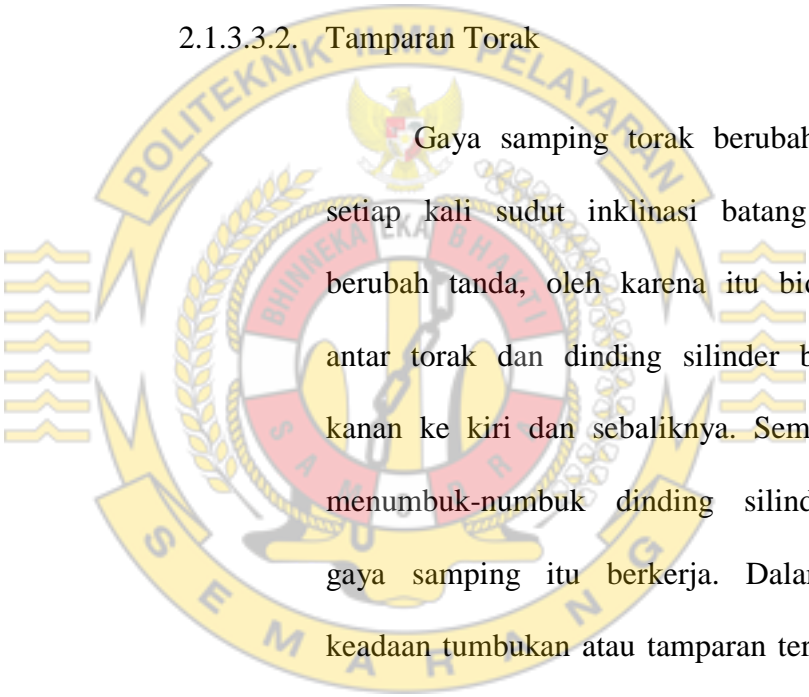
Bagian atas torak tidak diijinkan mengenai dinding silinder karena bagian atas tersebut sangat berpengaruh oleh perubahan thermis. Selain itu pembentukan bram pada jarak torak antara pegas

torak untuk tujuan tersebut, maka diatas bagian torak ditempatkan sebuah cincin hantar atau cincin metal dengan diameter lebih besar yang manumpu pada dinding silinder. Adakalanya dibagian tersebut ditempatkan cincin jalan yang dibuat dari bahan campuran timah hitam-bronz. Cincin tersebut menonjol beberapa persepuluh mm diantara cincin hantar. Pada torak trunk bagian hantar tersebut relative besar dibandingkan dengan pada torak motor kepala silang. Oleh sebab gaya samping juga lebih besar dan mencegah agar torak tidak mengadakan gerakan sebeb- bebasnya haruslah ada kelonggaran setepat-tepatnya dengan silinder dan dilumasi dengan sebaik-baiknya. Selain itu untuk memperkecil kebocoran udara melalui celah antara torak dengan dinding silinder, maka torak harus dilengkapi dengan cincin torak. Suatu kebocoran



tertentu dari gas melalui ujung-ujung pegas paling atas diperlukan karena dengan demikian selisih tekanan gas diantara keseluruhan pegas. Adakalanya hanya pegas terbawah yang dilengkapi dengan kunci pegas rapat gas.

#### 2.1.3.3.2. Tamparan Torak



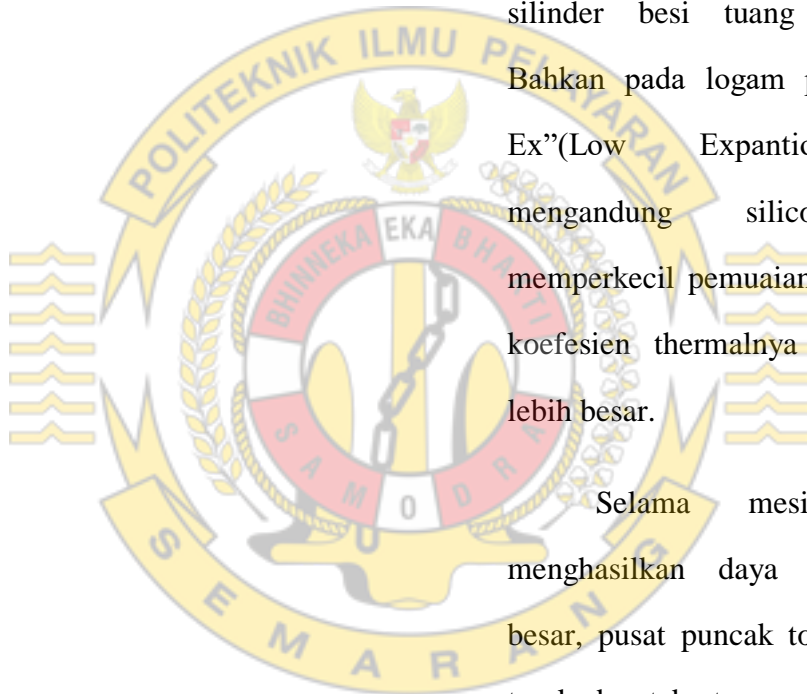
Gaya samping torak berubah-ubah arah, setiap kali sudut inklinasi batang penghubung berubah tanda, oleh karena itu bidang kontak antar torak dan dinding silinder berubah dari kanan ke kiri dan sebaliknya. Sementara torak menumbuk-numbuk dinding silinder, dimana gaya samping itu berkerja. Dalam beberapa keadaan tumbukan atau tamparan tersebut terjadi antara TMA dan TMB. Fanomena tersebut dinamakan tamparan torak atau tumbukan torak. Tumbukan-tumbukan tersebut mengakibatkan terjadi erosi karena kavitasi, pada dinding luar silinder dimana terdapat air pendingin, tetapi bunyi juga mengganggu pada dinding silinder yang rusak atau apabila kelonggaran torak dan silindernya terlalu besar.

### 2.1.3.3.3. Temperatur dan Pendingin Torak

#### 2.1.3.3.3.1. Temperatur pada Torak

Paduan aluminium memiliki konduktivitas termal yang baik tetapi koefisien pemuaian tersebut kira-kira 2x lebih besar dari pada silinder besi tuang atau baja. Bahkan pada logam paduan “Lo-Ex”(Low Expansion) yang mengandung silikon untuk memperkecil pemuaian termalnya, koefisien termalnya masih 1,5x lebih besar.

Selama mesin bekerja menghasilkan daya poros yang besar, pusat puncak torak dan tepi torak dapat bertemperatur berturut-turut  $400^{\circ}\text{C}$ ,  $200^{\circ}\text{C}$  sampai  $250^{\circ}\text{C}$ , jadi temperatur kedua bagian dapat berbeda  $150^{\circ}\text{C}$ . hal ini yang menyebabkan mengapa torak memuai lebih banyak dari pada silinder, maka torak harus dibuat kecil. Menunjukkan ide tersebut diatas yaitu bahwa torak dibuat dari





dua bagian yang berbentuk kerucut. Kerucut bagian atas adalah bagian puncak torak dimana dibuat alur-alur cincin kompresi. Bagian bawah terkadang dibuat bentuk silinder saja, tetapi dalam beberapa torak dibuat dari beberapa bagian kerucut.

Bagian-bagian torak lainnya mengalami perubahan bentuk jika temperature naik. Pada mesin-mesin dengan supercharger, daya prosesnya dapat diperbesar, tetapi temperature torak naik. Maka jika temperature torak terlalu tinggi, cincin torak dapat macet didalam alurnya. Untuk mencegah terjadi keadaan yang merugikan tersebut torak harus didinginkan dengan sebaik-baiknya.

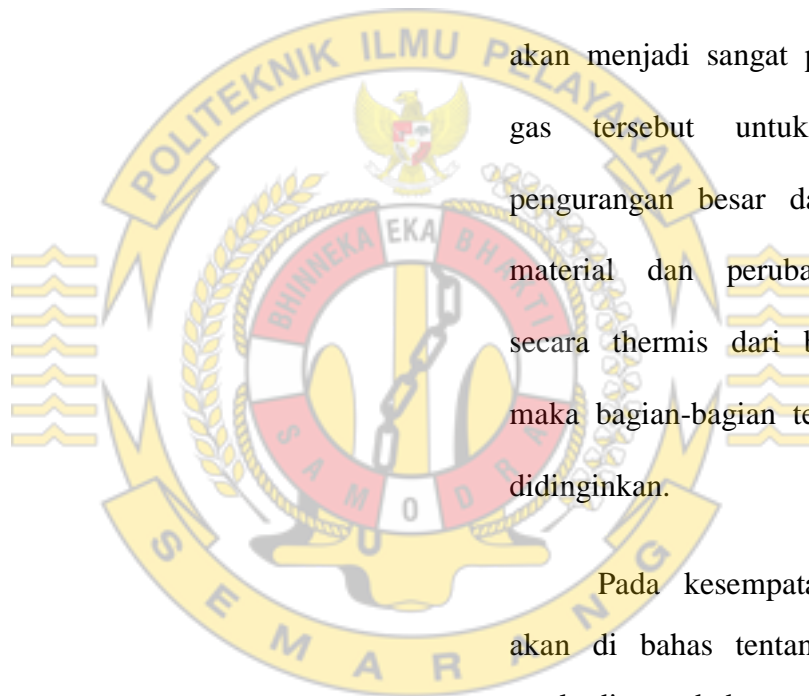
#### 2.1.3.3.3.2. Pendingin pada Torak

Dalam ruangan pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu  $1500-1600^{\circ}\text{C}$  atau lebih pada waktu pembakaran. Selama awal pembuangan gas, setelah terjadi

ekspansi dalam silinder suhu gas pembakara masih akan mencapai suhu 600-700°C. dinding ruang pembakaran (tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas silinder), katup buang dan sekitarnya termasuk dan antara pintu buang akan menjadi sangat panas karena gas tersebut untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara thermis dari bagia motor, maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan.

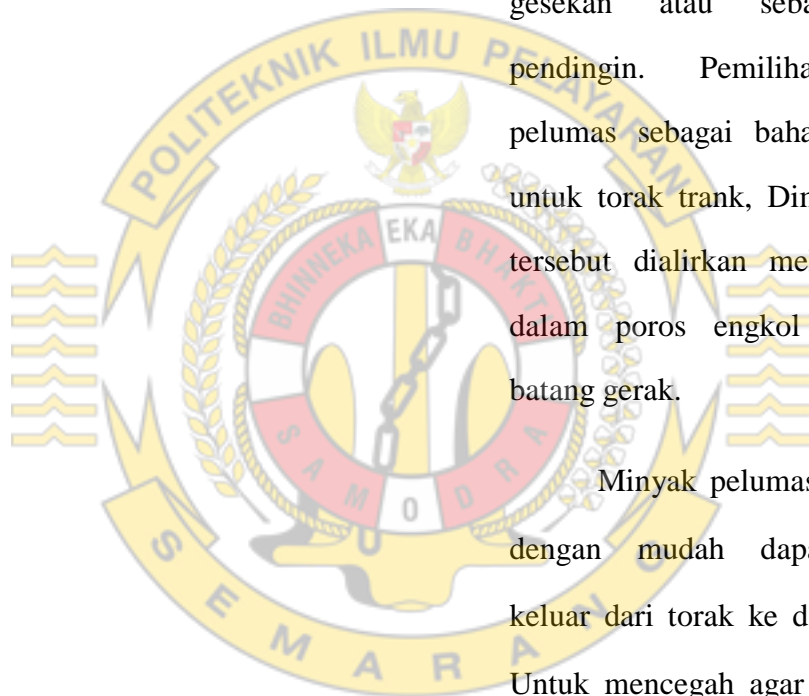
Pada kesempatan ini yang akan di bahas tentang pendingin torak, dimana bahan pendingin yang digunakan ada beberapa macam yaitu air laut, air tawar, udara dan minyak pelumas. Pada kesempatan ini bahan pendingin yang akan di bahas adalah minyak pelumas.

Dengan bantuan minyak pelumas dari system pelumas motor, torak pada motor torak trunk dan



ada kalanya torak pada motor kepala silang dapat didinginkan. Juga pada pelumas dari berbagai bagian motor, minyak pelumas tidak hanya digunakan sebagai penyalur panas gesekan atau sebagai bahan pelumas, tetapi juga sebagai penyalur panas gesekan atau sebagai bahan pendingin. Pemilihan minyak pelumas sebagai bahan pendingin untuk torak trunk, Dimana minyak tersebut dialirkan melalui saluran dalam poros engkol dan dalam batang gerak.

Minyak pelumas (pendingin) dengan mudah dapat mengalir keluar dari torak ke dalam engkol. Untuk mencegah agar tidak terlalu banyak pelumas terlempar pada dinding silinder, kusus pada motor besar, maka minyak pelumas disalurkan melalui saluran dalam batang gerak kebagian bawah dari kotak engkol. Torak pada motor kepala silang juga didinginkan dengan minyak pelumas. Sebagai



bahan pendingin dalam hal tersebut adalah seperti halnya pada torak trunk, bahwa kebocoran bahan pendingin kedalam kotak engkol tidak membawa permasalahan, sehingga pipa teleskop untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin ke torak tidak diperlukan lagi.

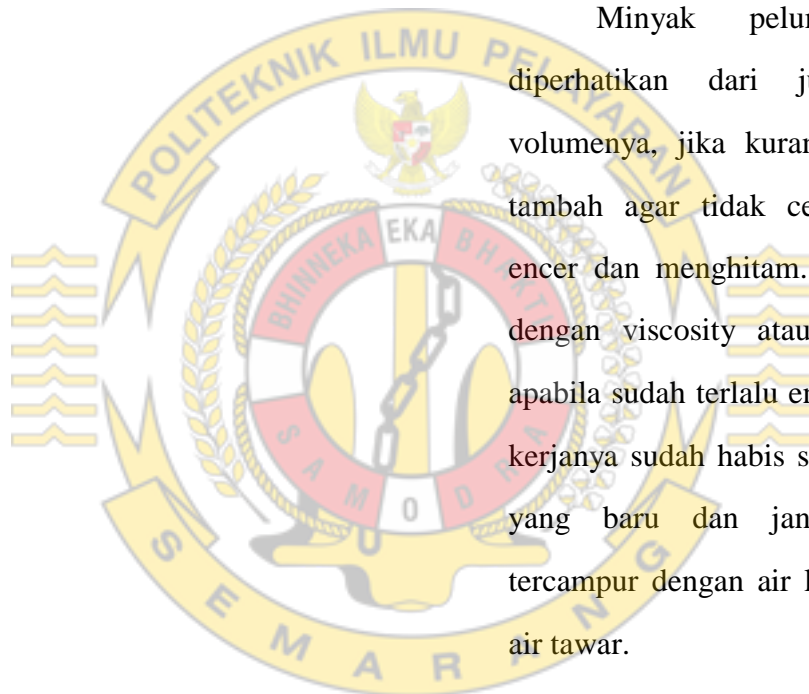
Sifat minyak pelumas sebagai bahan pendingin kurang menguntungkan dibandingkan dengan air. Hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan kepekatan dan panas jenis kedua bahan tersebut.

	Satuan	Air	Minyak Pelumas
Kepekatan	Kg/m <sup>3</sup>	1000	910
Panas Jenis	Kj/Kg.K	4,2	1,95
Panas yang diserap per kg bahan pendingin dan 1°K kenaikan suhu	KJ	4200	1775

Tabel 2.1 Sifat minyak lumas

Selain itu kenaikan suhu minyak pelumasan dalam torak tidak boleh terlalu tinggi mengingat kemungkinan oksidasi cepat dari pelumas dengan pengendapan zat arang yang terjadi pada bagian yang diinginkan.

Minyak pelumas harus diperhatikan dari jumlah atau volumenya, jika kurang segera ditambahkan agar tidak cepat menjadi encer dan menghitam. Begitu juga dengan viscosity atau kekentalan, apabila sudah terlalu encer atau jam kerjanya sudah habis segera diganti yang baru dan jangan sampai tercampur dengan air laut atau pun air tawar.



#### 2.1.3.3.4. Pemeriksaan Torak

Merupakan keadaan normal bila pada sisi pinggiran dari bagian atas torak akan terbentuk sejumlah endapan. Kususnya berhadapan dengan titik lumas, bila lapisan endapan terlalu tebal, maka lapisan tersebut akan mengenai dinding silinder yang meninggalkan bekas yang mengkilap pula. Lapisan pelumas demikian dapat

rusak akibat lapisan endapan tersebut, sehingga mengakibatkan keausan silinder.

Lapisan tersebut pada umumnya terdiri dari bagan-bagian berporos, berwarna banyak dan berbentuk dari tambahan alkalis dalam minyak pelumas silinder. Penambahan tersebut bertujuan untuk menetralsir produk pembakaran asam yang terjadi pada pembakaran bahan bakar yang mengandung zat belerang dan mengakibatkan keausan yang korosif pada bidang jalan silinder. Bila bahan bakar mengandung belerang rendah dan tetap menggunakan bahan bakar alkalis yang kuat, maka zat alkalis dalam minyak tidak berubah, melainkan akan menjadi endapan lapisan yang keras yang melekat pada dinding yang terpanas pada ruang pembakaran. pemakaian minyak dengan kadar alkalis kurang kuat / TBN rendah (Total Best Number / ukuran terhadap alkalis minyak lumas) akan mencegah pengendapan yang berlebihan, apabila dalam pemeriksaan torak yaitu dengan menggunakan sebuah alat untuk mengukur diameternya, apakah diameter dari torak tersebut atau tidak. Selain itu kita juga menggunakan pemeriksaan torak dengan cara menggunakan system dry check, yaitu suatu cara untuk memeriksa apakah torak

tersebut terdapat keretakan atau tidak, pencegahan ini dengan cara menyemprotkan zat cair yang memiliki warna-warna untuk mengetahui bahwa torak tersebut terdapat keretakan.

#### 2.1.3.4. Turbocharger

Pada mesin diesel utama dipasang turbocharger dengan tujuan untuk memasukkan udara sebanyak-banyaknya dengan tekanan lebih dari 1 atm. Udara tersebut merupakan udara panas bertekanan dan untuk menurunkan suhu udara tersebut dengan menggunakan inter cooler sebelum masuk ke ruang udara bilas. Untuk itu diperlukan pemeriksaan secara rutin:

2.1.3.4.1. Memeriksa temperature udara bilas yang keluar dari intercooler

2.1.3.4.2. Memeriksa sambungan-sambungan udara bilas untuk memastikan tidak adanya udara yang bocor

2.1.3.4.3. Memeriksa minyak pelumass pada gelas duga dalam level yang dianjurkan

2.1.3.4.4. Pemeriksaan pada saring blower pada turbocharger.

#### 2.1.3.5. Intercooler

Intercooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendinginkan udara masuk dari blower yang panas dengan cara mendinginkan udara tersebut, dengan pendinginan itu

udara yang panas menjadi dingin sehingga menghasilkan berat jenis udara menjadi besar yang mengakibatkan tenaga mesin diesel utama bertambah saat terjadi pembakaran pada bahan bakar. Prinsipnya udara yang masuk melewati intercooler yang nantinya akan didinginkan oleh air laut sebagai media pendinginnya. Panas yang ada pada udara tadi diserap oleh air laut keluar kemudian udara yang sudah dingin itu masuk ke penampungan udara bilas. Dengan media air laut tersebut maka intercooler harus mengalami perawatan pada pipa-pipanya agar air laut bersirkulasi dengan lancar tidak terjadi penyumbatan dikarenakan krak-krak yang berasal dari teritip yang dibawa oleh air laut. Untuk mencegah terjadinya penyumbatan maka dipasang zinganoda pada intercooler. Apabila sirkulasi air laut lancar maka pendinginan yang dihasilkan semakin baik sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin diesel utama baik juga.

## 2.2. Kerangka Berfikir

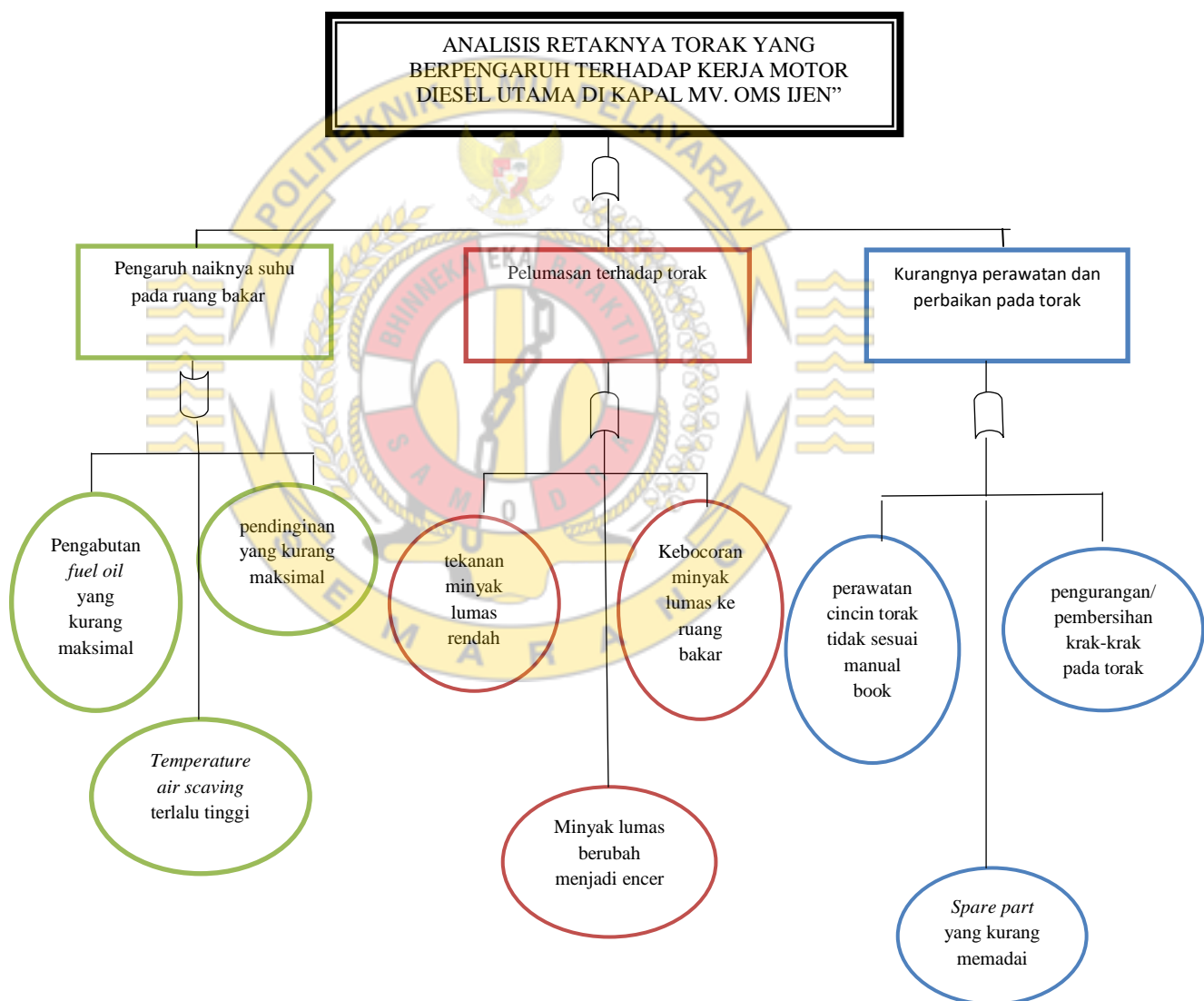
Kerangka berfikir yang disusun dalam upaya memudahkan pembahasan laporan penelitian terapan. Dirangkum menjadi skripsi dengan mengambil pembahasan mengenai motor induk utama di MV. OMS IJEN yang bahasanya tidak terlepas dari perumusan dan batasan masalah yang telah diterangkan pada bab sebelumnya. Diantaranya mengenai retaknya torak pada motor induk utama sehingga pengoperasian kapal menjadi terganggu.

Menurut Sugiyono (2011:60) mengemukakan bahwa “Kerangka berpikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan



dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai hal yang penting jadi dengan demikian maka kerangka berfikir adalah sebuah pemahaman yang paling melandasi pemahaman- pemahaman yang lainnya, sebuah pemahaman yang paling mendasar dan menjadi pondasi bagi setiap pemikiran atau suatu bentuk proses dari keseluruhan dari penelitian yang akan dilakukan.”

### 2.2.1. Bagan kerangka berfiki



Gambar 2.1 Kerangka Pikir

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data serta pembahasan masalah yang telah diuraikan pada BAB IV bahwa untuk menghasilkan tekanan kompresi torak yang sempurna dan maksimal, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- 5.1.1. Pengaruh naiknya suhu pada ruang bakar disebabkan karena penyemprotan bahan bakar yang berlebihan/kurang sesuai dengan ketentuan *manual book* dan cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan cara melakukan pengetesan pada *Injection valve* (injektor) ketika *overhaul* dan melakukan perbaikan atau mengganti *nozzle* yang sudah rusak.
- 5.1.2. Kurangnya pelumasan terhadap torak disebabkan karena tekanan minyak lumas yang rendah sehingga menyebabkan Kurangnya pelumasan terhadap torak sehingga terjadi gesekan langsung antara torak dan *cylinder liner*. Cara untuk mengatasinya adalah dengan cara melakukan penambahan minyak lumas ke dalam *sumptank*.
- 5.1.3. Kurangnya perawatan terjadi disebabkan karena tidak dilakukannya perawatan oleh *engineer* atau masinis yang bertanggung jawab terhadap mesin diesel utama/*main engine*, dan kurangnya pengetahuan *crew* baru atau biasanya *oiler* dalam pengawasan mesin diesel utama/*main engine* saat beroperasi pada

saat jam jaga. Cara untuk mengatasinya adalah dengan cara membuat catatan *running hours* secara manual atau dimasukkan dalam komputer sehingga dalam berapa ribu jam dapat dilakukan perawatan yang terjadwal dan teratur.

## 5.2. Saran


- 5.2.1. Disarankan ketika diatas kapal untuk melakukan pengecekan terhadap kondisi torak ketika melakukan *overhaul* mesin diesel utama/*main engine* , apakah ada bagian yang rusak atau sudah mulai tidak normal, dan melakukan perbaikan atau mengganti dengan komponen yang baru.
- 5.2.2. Melakukan pengecekan rutin pada saat mesin diesel utama beroperasi. Dengan dilakukan pengecekan rutin pada saat mesin diesel utama beroperasi mengurangi kemungkinan mesin diesel utama kekurangan minyak lumas yang mengakibatkan tekanan minyak lumas turun, pada saat pengecekan apabila mengalami penurunan tekanan minyak lumas maka sesegera mungkin untuk menambah minyak lumas tersebut.
- 5.2.3. Disarankan untuk meningkatkan perawatan rutin dan membuat jadwal perawatan dengan cara membuat catatan *running hours* torak baik tertulis yang dapat ditempel pada papan pengumuman atau tertulis dikomputer kapal, jika permesinan tersebut tidak masuk dalam sistem aplikasi PMS dan memberikan tempelan prosedur pengoperasian atau SOP yang ditempelkan di area mesin, serta memberitahu kepada setiap *crew* cara pengoperasian yang benar sesuai SOP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Hyundai Himsen Instruction Book Volume I. Engine type H21/32P
- Departemen Pendidikan Nasional, (2014) *Kamus Besar Bahasa Indonesia Cetakan ke delapan belas Edisi IV*, Gramedia pusaka utama, Jakarta.
- Endrodi MM.ATT.I. Motor Diesel Penggerak Utama.
- Jonathan, Sarwon. 2006, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, Graha Ilmu Yogyakarta.
- Maanen P.Van. 1995. Motor Diesel Kapal Jilid I. Nautec. Jakarta.
- Moleong, Lexy J. 2000, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Penerbit Remaja Karya, Bandung.
- Munandar Aris Wiranto, Koichi Tsuda. 1986. Motor Diesel Putaran Tinggi.
- PT. Sinarmas LDA Maritime (SLM)
- Sugiyono, 2017, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, CV, Bandung.
- Tim Penyusun PIP Semarang, 2019, *Pedoman Penyusunan Skripsi Jenjang Pendidikan Diploma IV*, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Semarang.


LAMPIRAN 01

Ship particular MV. OMS IJEN

	SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN SAFETY MANAGEMENT SYSTEM  PERINCIAN KAPAL SHIP'S PARTICULARS	Revisi / Revision: 1
		Tanggal Efektif / Effective Date: 01-01-2013 Disetujui Oleh / Authorized by: Direktur Operasional / Chief Operating Officer
PERINCIAN KAPAL / SHIP'S PARTICULARS		Revisi / Revision: <input type="checkbox"/> Issued <input checked="" type="checkbox"/> Updated Made On: 10/29/2018 Oleh / By: Capt. Suparno
Ship's Name: OMS IJEN Lambung Kapal / Hull: ZPMC 1045 Pendaftaran: JAKARTA	Call Sign: JZLG N° Resmi / Official N°: 2014 Pst.No.8394 L MMSI: 626018132	Bendera / Flag: INDONESIA LRSIMO N°: 9682693
Subkom: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2 Tipe: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2 Draft: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2 Foto Foto: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2 Modern: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2	Klasifikasi / Classification: BRO KLASIFIKASI INDONESIA (BKI) Sistem C: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T2	Kelas / Class: +KRS 1-CARGO SHIP, DECK CARGO SHIP ENH (BWM, IAFS, IOPP, ISPP, IAPP) PSPC +KRM 1 Kemi Bayar: 28.12.2012 Diluncurkan / Launched: 10.04.2013 Diarsir / Delivered: 11.08.2013
Owner: PT. SINARMAS LDA MARITIME Alamat: Sinarmas Land Plaza, Tower 9, 3F, J. M.H. Thamrin No. 151, Jakarta 10230 Tel: +62-21-50113308 Faks / Fax: +62-21-50113277	Operator: PT. MARITIME BATUBARA PERTAMA Alamat / Address: Raya Bundaya, Situbondo KM 141, Palton - Probolinggo, Jawa Timur PO Box 05, PAKTAN Tel: +62-335-921010-1007 Faks / Fax: +62-335-771822	
<b>Dimensi / Dimensions</b> LDA: 127.7 m LBP: 121.2 m Breadth: 26.0 m Depth: 8.0 m	Tinggi maksimum dari atas / Maximum height from bottom keel: 8.00 m Tinggi dari dasar ke atas H/C terbuka / Height from bottom to top of H/C open: 22.7 m Tinggi dari Geladak Utama ke Bang Cepan atas / Height from Main Deck to top Ford mast: 22.7 m Tinggi Lapangan pada pintu / Height of hatch cover: 22.7 m	
<b>Draft / Draught</b> Winter: 5.505 m Summer: 6.714 m Tropical: 5.633 m TFW: 5.392 m SPW: 5.641 m	Displacement: 15.766.5 mt 16.143.4 mt 16.520.9 mt 16.520.9 mt 16.143.4 mt	DWT: 12726.6 m 13103.5 m 13.418.00 m 13.418.00 m 13.103.50 m
<b>Temperatur / Temperature</b> Gross: 7302 LMS Net: 2191 LMS	Guest: N/A TX N/A TX N/A TX	Panama: N/A TX N/A TX N/A TX
<b>Mesin / Engines</b> Utama Main: 2 x HYUNDAI HISEN BH2132P Jailing Propeller: 4 x BLADE PROPELLER ngkil Diesel: 2 X STX COLUMNS 6CT8 3DAGE	KW: 2 X 1600 Rpm: 900.0 KVA: 300 x Nbr: 2	3 X 1440 Rpm: 900.0
<b>Equipment</b> Ballast Pump 2 x 300 MSH4 Pada Ballast: 10.2 Dimuat Loaded: 9.0 Di Peleburan At Port (1 Max. Testau) (1 Aux. Eng): DO: mt MGO: mt	Kapasitas (kg) Capacity (kg) HFO: 544 MGO: 144.5 M3 LO: M3 FW: 192.9 M3 Ballast: 9670.9 M3	

## LAMPIRAN 02

## Crew List

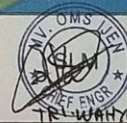
 <b>SAFETY MANAGEMENT SYSTEM</b> CREW LIST	<b>SLM ISM SMS FORM 319 E</b>	
	Version	1
	Effective Date : 01-03-2017	Authorized by: Chief Operating Officer

ARRIVAL	<input type="checkbox"/>	CREW LIST NUMBER (yearly, 01 to xxx)	025
1. NAME OF SHIP	OMS IJEN	DEPARTURE	<input checked="" type="checkbox"/>
3. FLAG STATE OF SHIP	INDONESIA	2. CALL SIGN OF SHIP	J Z L G
5. PORT OF ARRIVAL / DEPARTURE	GROGOT	4. LAST PORT OF CALL	PAITON
		6. DATE OF ARRIVAL / DEPARTURE	22.09.2019

7. NO.	8. FAMILY NAME, GIVEN NAME	9. RANK OF RATING	10. NATIONALITY	11. BOARDING DATE	12. DATE AND PLACE OF BIRTH		13. NATURE AND NO. OF IDENTITY DOCUMENT (SEAMAN'S PASSPORT)
1	Seno Kartiko N	Master	Indonesia	27.08.2019	30.03.1964	Rembang	E 095689
2	Imam Bohari Amin	Chief Officer	Indonesia	02.04.2019	04.06.1971	Jakarta	C 042830
3	Abu Jihad	Second Officer	Indonesia	27.07.2019	12.06.1987	Tegal	E 007833
4	Luciana Rahmaniar	Third Officer	Indonesia	09.08.2019	26.01.1994	Blitar	C 041031
5	Tn Wahyudiyanto	Chief Engineer	Indonesia	23.09.2019	26.08.1985	Purworejo	C 005823
6	Rani	Second Engineer	Indonesia	01.07.2019	03.02.1981	Jakarta	E 032807
7	Sofyan Nur Yahya	Third Engineer	Indonesia	26.05.2019	19.06.1994	Tegal	C 062006
8	Achmad Raba	Electrician	Indonesia	07.05.2019	25.12.1956	Ujung Pandang	B 046453
9	Tryogo Pratomo	Bosun	Indonesia	19.06.2019	22.02.1972	Kendal	V 024253
10	Maret Torang Tambun	AB 1	Indonesia	01.07.2019	02.03.1990	Sei Belutu	D 076166
11	Syefrudin	AB 2	Indonesia	27.07.2019	21.10.1983	Pemalang	F 214652
12	Zaenuddin Renel	Oiler 1	Indonesia	27.07.2019	14.12.1977	Jakarta	F 013617
13	Suryadi	Oiler 2	Indonesia	09.08.2019	02.01.1985	Jakarta	D 021921
14	Nur Rokhim	Oiler 3	Indonesia	10.09.2019	02.07.1984	Demak	E 154589
15	Deddy Setiawan P	Cook	Indonesia	23.09.2019	05.05.1976	Magelang	B 074276
16	Khoirul Anam	Deck Cadet	Indonesia	16.07.2019	13.03.1999	Sumenep	F 200590
17	Aldi Tuwidiarko	Engine Cadet	Indonesia	30.11.2018	17.10.1998	Tegal	F 120533
Total : ( 17 ) persons : Including master							

## 14. DATE AND SIGNATURE BY MASTER, AUTHORIZED AGENT OR OFFICE

MASTER : Capt. Seno Kartiko N

Tn WAHYUDIYANTO

**Nb: form to be sent to Crew Department, [ops.jakarta@sl-maritime.com](mailto:ops.jakarta@sl-maritime.com) and [qhse@sl-maritime.com](mailto:qhse@sl-maritime.com)**

### LAMPIRAN 03

#### *Particulars of machinery*

Type of Engine	4-stroke, vertical, direct injection single acting and trunk piston type with turbocharger and inter-cooler	
Cylinder Configuration	in – line	
Number of Cylinder	6 – 8 – 9	
Rated Speed	rpm	720 900
Power per Cylinder(kW)	kW	160 200
Cylinder Bore(mm)	mm	210
Piston Stroke(mm)	mm	320
Swept Volume per Cylinder	dm <sup>3</sup>	11.1
Mean Piston Speed	m/s	7.7 9.6
Mean Effective Pressure	bar	24.1
Compression Ratio	17:1	
Direction of Engine Rotation (Standard)	Clockwise Viewed from Propeller Side (Non-Reversible)	
Direction of Engine Rotation (Option)	CounterClockwise Viewed from Propeller Side (Non-Reversible)	
Cylinder Firing Order(C.W)	6H21/32	1 – 4 – 2 – 6 – 3 – 5
	8H21/32	1 – 3 – 5 – 7 – 8 – 6 – 4 – 2
	9H21/32	1 – 3 – 5 – 7 – 9 – 8 – 6 – 4 – 2
Cylinder Firing Order(C.C.W)	6H21/32	1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4
	8H21/32	1 – 2 – 4 – 6 – 8 – 7 – 5 – 3
	9H21/32	1 – 2 – 4 – 6 – 8 – 9 – 7 – 5 – 3

Note) The principal data stated above are based on nominal MCR, and the actual data depend on each project specification. Please refer to the technical specification on final drawing.

## LAMPIRAN 04

### Guidance Alarm Limits

System	Name Descriptions	Normal Operating Range at Rated Power	Alarm Setting	Autostop of Engine	Remarks
Control Speed	Engine speed	900rpm		1035rpm	
Fuel Oil System	Fuel leakage		High leakage level		
	Fuel oil pressure inlet engine	4.0 ~ 6.0 bar (MDO) 7.0 ~ 10.0 bar (HFO)	$P_{MDO} < 1.0 \text{ bar}$ $P_{HFO} < 6.0 \text{ bar}$		
	Fuel oil temperature inlet engine	110 ~ 140 °C (HFO)			
Lub. Oil System	Lub. oil pressure drop-filter	0.1 ~ 0.5 bar	> 1.5 bar		
	Lub. oil pressure inlet engine (after filter)	3.0 ~ 5.0 bar	< 1.7 bar	1.4 bar	* 1.6 bar
	Lub. oil temperature inlet engine	60 ~ 70 °C	> 80 °C		
	Lub. oil pressure inlet TC	2.0 ~ 4.0 bar	1.5bar		Min. 1.7bar
Cooling Water System	LT water pressure inlet engine	1.5 ~ 4.5 bar	< static+0.4 bar		
	LT water temperature inlet engine	30 ~ 40 °C	> 45 °C		
	HT water pressure inlet engine	1.5 ~ 4.5 bar	< static+0.4 bar		static+0.3 bar
	HT water temperature outlet engine	75 ~ 85 °C	> 90 °C	>95 °C	* 92 °C
Combustion Gas System	Charge air pressure after cooler	2.5 ~ 3.2 bar			
	Charge air temperature after cooler	35 ~ 55 °C			
	Deviation from average of cylinders	Max. ±50 °C	Max. ±70 °C		
	Exh. gas temperature outlet TC	280 ~ 380 °C	> 480 °C		
Compressed Air System	Compressed air inlet pressure	5 ~ 7 bar	< 4.5 bar		For ,6cyl.
		8 ~ 10 bar	< 7.5 bar		For 8,9 cyl.



## LAMPIRAN 05

### KUISIONER USG

Analisis retaknya torak yang berpengaruh terhadap kerja motor diesel utama di kapal MV. OMS IJEN.

Nama responden : Tri Wahyudiyanto

Jabatan Responden : *Chief Engineer*



Penilaian kondisi

Keterangan:

Angka	Pernyataan	Keterangan
5	Sangat Penting	U=Semakin mendesak tinggi nilainya
4	Penting	S=Semakin serius tinggi nilainya
3	Netral	G=Semakin berkembang masalah tinggi nilainya
2	Tidak Penting	
1	Sangat Tidak Penting	

Responden dimohon untuk menilai tingkat permasalahan dari faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi keretakan pada torak/piston yang berpengaruh pada kerja *main engine*.

No.	Permasalahan Faktor <i>Hardware</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Naiknya <i>temperature</i> pada ruang bakar	5	4	5
2.	Pengabutan <i>fuel oil</i> yang kurang maksimal	4	3	4
3.	<i>Temperature air scaving</i> terlalu tinggi.	4	3	2
4.	Kurangnya perawatan terhadap torak/piston	3	2	3
5.	<i>Spare part</i> yang kurang memadai	3	3	2
No.	Permasalahan Faktor <i>Software</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Kurangnya pelumasan terhadap torak/piston	2	2	3
2.	Tekanan minyak lumas rendah	2	3	2
3.	Minyak lumas berubah menjadi encer	3	3	2

Tabel 4.5 Kuisisioner metode USG dengan *chief engineer*

## LAMPIRAN 06

## KUISIONER USG

Analisis retaknya torak yang berpengaruh terhadap kerja motor diesel utama di kapal MV. OMS IJEN.

Nama responden : Rani

Jabatan Responden : *Second Engineer*



Penilaian kondisi

Keterangan:

Angka	Pernyataan	
5	Sangat Penting	U=Semakin mendesak tinggi nilainya
4	Penting	S=Semakin serius tinggi nilainya
3	Netral	G=Semakin berkembang masalah tinggi nilainya
2	Tidak Penting	
1	Sangat Tidak Penting	

Responden dimohon untuk menilai tingkat permasalahan dari faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi keretakan pada torak/*piston* yang berpengaruh pada kerja *main engine*.

No.	Permasalahan Faktor <i>Hardware</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Naiknya <i>temperature</i> pada ruang bakar	4	3	4
2.	Pengabutan <i>fuel oil</i> yang kurang maksimal	4	5	3
3.	<i>Temperature air scaving</i> terlalu tinggi.	3	4	3
4.	Kurangnya perawatan terhadap torak/ <i>piston</i>	2	3	4
5.	<i>Spare part</i> yang kurang memadai	4	4	2
No.	Permasalahan Faktor <i>Software</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Kurangnya pelumasan terhadap torak/ <i>piston</i>	2	1	4
2.	Tekanan minyak lumas rendah	1	3	4
3.	Minyak lumas berubah menjadi encer	4	2	1

Tabel 4.5 Kuisisioner metode USG dengan *second engineer*

## LAMPIRAN 07

## KUISIONER USG

Analisis retaknya torak yang berpengaruh terhadap kerja motor diesel utama di kapal MV. OMS IJEN.

Nama responden : Sofyan Nur Yahya

Jabatan Responden : *Third Engineer*



Penilaian kondisi

Keterangan:

Angka	Pernyataan
5	Sangat Penting
4	Penting
3	Netral
2	Tidak Penting
1	Sangat Tidak Penting

U=Semakin mendesak tinggi nilainya

S=Semakin serius tinggi nilainya

G=Semakin berkembang masalah tinggi nilainya

Responden dimohon untuk menilai tingkat permasalahan dari faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi keretakan pada torak/*piston* yang berpengaruh pada kerja *main engine*.

No.	Permasalahan Faktor <i>Hardware</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Naiknya <i>temperature</i> pada ruang bakar	4	3	4
2.	Pengabutan <i>fuel oil</i> yang kurang maksimal	3	5	4
3.	<i>Temperature air scaving</i> terlalu tinggi.	3	4	2
4.	Kurangnya perawatan terhadap torak/ <i>piston</i>	4	2	2
5.	<i>Spare part</i> yang kurang memadai	4	2	3
No.	Permasalahan Faktor <i>Software</i>	Penilaian		
		U	S	G
1.	Kurangnya pelumasan terhadap torak/ <i>piston</i>	3	2	3
2.	Tekanan minyak lumas rendah	2	2	3
3.	Minyak lumas berubah menjadi encer	3	3	4

Tabel 4.5 Kuisisioner metode USG dengan *third engineer*

### LAMPIRAN 08

Dari tabel kuisisioner penulis dapat mengambil prioritas masalah yang memiliki total skor paling besar. Berikut tabel metode USG:

NO	PRIORITAS MASALAH	U	S	G	TOTAL	RANGKING
1	Naiknya <i>temperature</i> pada ruang bakar	13	11	13	37	I
2	Pengabutan <i>fuel oil</i> yang kurang maksimal	11	13	11	35	II
3	<i>Temperature air scaving</i> terlalu tinggi.	10	11	7	28	III
4	Kurangnya perawatan terhadap torak/ <i>piston</i>	9	7	9	25	VI
5	<i>Spare part</i> yang kurang memadai	11	9	7	27	IV
6.	Kurangnya pelumasan terhadap torak/ <i>piston</i>	7	5	10	22	VII
7.	Tekanan minyak lumas rendah	5	7	7	19	VIII
8.	Minyak lumas berubah menjadi encer	11	8	7	26	V

Tabel 4.10 Tabel USG

## LAMPIRAN 09

*Main engine*



LAMPIRAN 10

Piston

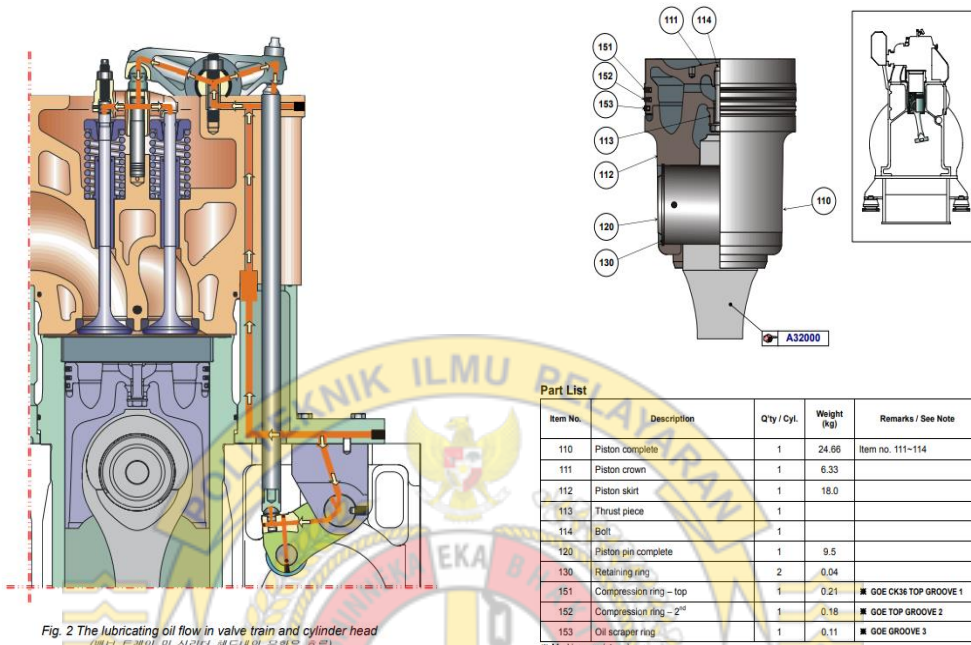
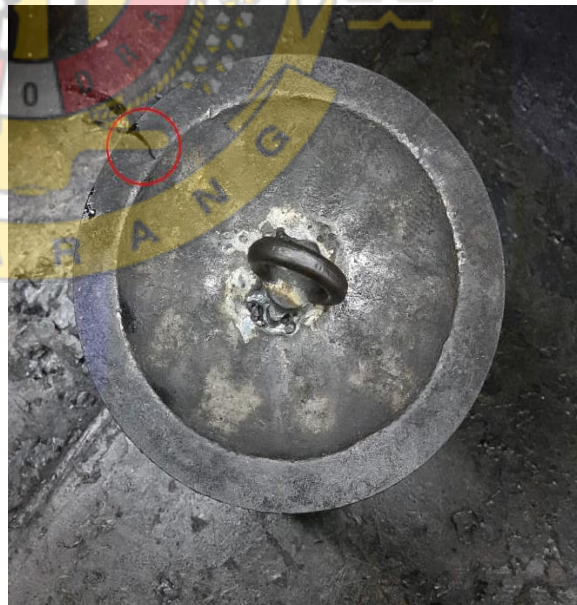
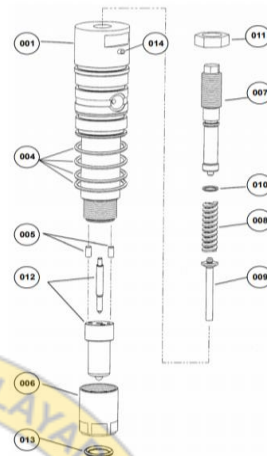
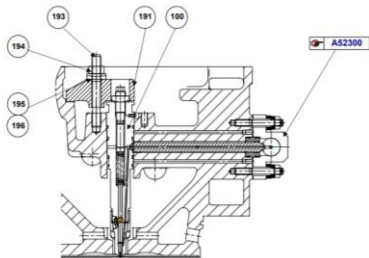


Fig. 2 The lubricating oil flow in valve train and cylinder head  
(밸브 트레인 및 실린더 헤드내의 윤활유 흐름)



LAMPIRAN 11

Injection valve nozzle nut



**Part List**

Item No.	Description	Qty / Cyl.	Weight (kg)	Remarks / See Note
100	Fuel injection valve complete	1	3.0	
191	Support	1	1.2	
193	Stud (M16)	1		SCM-Locite243
194	Hexagon nut (M16)	1		
195	Washer	1		
196	Washer	1		

**Part List**

Item No.	Description	Qty / Cyl.	Weight (kg)	Remarks / See Note
001	Fuel injection valve body	1		
004	O-ring	4		
005	Dowel pin	2		
006	Nozzle nut	1		
007	Adjust bolt	1		
008	Spring	1		
009	Spindle	1		
010	O-ring	1		
011	Nut	1		
012	Atomizer assembly	1		
013	Seal ring	1		
014	Spring pin	1		

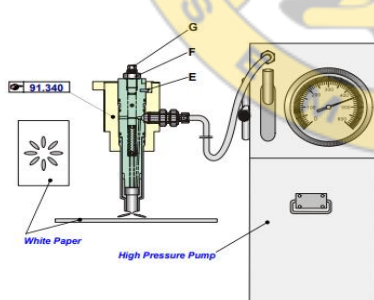


Fig.2 Functional test of fuel injection valve (연료 분사 밸브의 기능 시험)



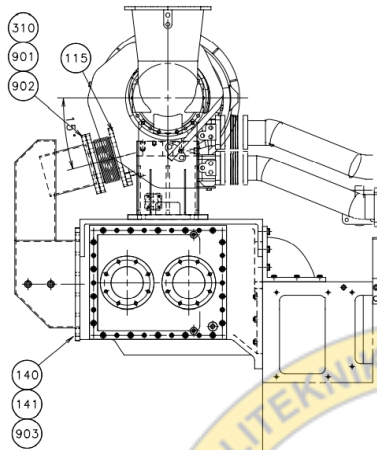
Fig.1 Judging the nozzle bores. (left : open, right : partly clogged)



Fig.2 Judging the tightness (left : tight, right : dripping)

**LAMPIRAN 12**

*Intake air system assembly*



**Part List**

Part No.	Description	Q'ty/ Cyl.	Weight (kg)	Remarks / See Note
115	Packing	1		
140	Air inlet box	1		
141	Gasket for Air inlet box	1		
310	Axial compensator for air inlet box	1		
311	Axial compensator for air inlet box	1		
901	Bolt(M16x65)	10		
902	Nut(M16)	16		
903	Bolt(M12x40)	24		
910	Stud M16x70	2		





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Aldi Tuwidiarko
2. Tempat/Tanggal lahir : Tegal, 17 Oktober 1998
3. NIT : 531611206134 T
4. Alamat asal : Jl. Brigjen Katamso RT 13 / RW 05, Kelurahan Slawi Wetan Kecamatan Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah
5. Agama : Islam
6. Jenis Kelamin : Laki-laki
7. Golongan darah : O
8. Nama Orangtua :
  - a. Ayah : Sudriyo
  - b. Ibu : Tri Haryati
  - c. Alamat orangtua : Jl. Brigjen Katamso RT 13 / RW 05, Kelurahan Slawi Wetan Kecamatan Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah
9. Riwayat pendidikan :
  - a. SD : SD N 01 Slawi Wetan, Tahun 2004-2010
  - b. SMP : SMP N 3 Slawi, Tahun 2010-2013
  - c. SMA : SMk Diponegoro, Tahun 2013-2016
  - d. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, Tahun 2016 - sekarang
10. Pengalaman praktek laut :
  - a. Perusahaan pelayaran : PT. Sinarmas LDA Maritime (SLM)
  - b. Nama Kapal : MV. OMS IJEN