

**PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR ( FUEL  
INJECTION VALVE ) DI MT. DESNA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I.

**RAPIUDDIN MASE**

**NIS. 24.05.102.022**

**AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT AHLI TEKNIKA TINGKAT I  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**

**2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RAPIUDDIN MASE  
Nomor Induk Perwira Siswa : 24.05.102.022  
Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR MOTOR INDUK  
DI KAPAL MT. DESNA**

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

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 27 AGUSTUS 2024



**RAPIUDDIN MASE**

PANITIA PELAKSANA KEGIATAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN  
DIKLAT PELAUT I (ATT-I) ANGKATAN XXXIX PERIODE MEI 2024  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN DIKLAT 2024

---

LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR

Judul : PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR (FUEL INJECTION  
VALVE) DI MT.DESNA

Nama Pasis : RAPIUDDIN MASE

NIS : 24.05.102.022

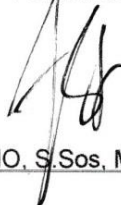
Program Studi : TEKNIKA

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan pada Seminar Karya Ilmiah Terapan yang dilaksanakan oleh Manajer Diklat Teknis, Peningkatan dan Penjenjangan PIP Makassar.

Makassar, 26-08-2024

Menyetujui:

Pembimbing I



WINARNO, S.Sos, M.M., M.Mar.E

Pembimbing II



RAHMAT HIDAYAT, S.T., M.Mar.E

Mengetahui,  
MANAJER DIKLAT TEKNIS,  
PENINGKATAN DAN PENJENJANGAN



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar. E.

Pembina (IV/a)

NIP. 19680508 200212 1 002

**PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR MOTOR INDUK  
DI KAPAL MT. DESNA**

Disusun dan Diajukan oleh:

**RAPIUDDIN MASE**  
NIS. 24.05.102.022  
Ahli Teknik Tingkat I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT  
Pada tanggal 28 AGUSTUS 2024

Penguji I

SAMSUL BAHRI, M.T., M.Mar.E.  
NIP. 19730828 200604 1 001

Menyetujui,

Penguji II

FRANS TANDIBURA, S.T., M.M., M.Mar.E.

Mengetahui:

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

Capt. FAISAL SARANSI, M.T.  
NIP.19750329 199903 1 002

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas Rahmat dan karuniaNya , sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini dengan judul "Perawatan Pengabut Bahan Bakar motor induk Di Kapal MT. DESNA " walau dalam keterbatasan waktu dan berbagai kendala yang ada .Penyusun karya tulis ilmiah terapan merupakan persyaratan untuk memenuhi kewajiban dalam menyelesaikan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan Program Studi Mesin Tingkat I, guna pencapaian kompetensi keahlian pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Tehnika Tingkat I (ATT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis merasa jauh dari sempurna seperti terbatasnya pengetahuan teori mengenai hal-hal yang terkait dengan ilmu tata bahasa Indonesia yang benar sehingga mudah dipahami bagi para pembaca, baik sistematika penulisan maupun isi materinya, kritik dan saran saya harapkan demi kesempurnaan karya ilmiah terapan ini.

Atas bantuan, saran dan bimbingan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku direktur pelaksana Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Winarno, S.Sos., M.M., M.Mar.E selaku pembimbing I yang dengan kesabaran, ketelitian memberi bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah

terapi ini.

4. Rahmat Hidayat, S.T., M.Mar.E. selaku pembimbing II yang dengan kesabaran, ketelitian memberi bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah terapi ini.
5. Seluruh dosen dan staff Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua, dan Keluarga yang tidak henti-hentinya dengan penuh cinta kasih dan sayang memberi dukungan, motivasi dan doanya.
7. Rekan-rekan pasis peserta pasis peserta Diklat ATT Angkatan XXXIX/2024.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulisan sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih sangat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam karya tulis ilmiah ini, oleh karena itu kritik dan saran untuk kesempurnaan penulisan karya tulis ilmiah terapi ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga karya tulis ini dapat memberi manfaat bagi penulis pribadi, dunia pelayaran dan para pembaca yang seprofesi,

Makas sar, 27 AGUSTUS 2024



RAPIUDDIN MASE

## ABSTRAK

RAPIUDDIN MASE, 2024. Analisa menurunnya performa mesin induk yang diakibatkan oleh kinerja *fuel injector* pada MT. DESNA. Dibimbing oleh : Bapak Winarno, S.Sos., M.M.,M.Mar.E. dan Bapak Rahmat Hidayat, S.T.,M.Mar.E

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari tahun ke tahun, maka tuntutan efisiensi dalam dunia pelayaran/kelautan semakin tinggi, baik itu efisiensi dalam hal waktu, biaya operasi, dan sebagainya. Begitupun dalam hal permesinan, dibutuhkan adanya efisiensi penggunaan bahan bakar dan spare parts. Dalam hal ini, kita merujuk kepada kinerja pada *Fuel injector* yang merupakan inti dari efisiensi konsumsi bahan bakar.

Dalam karya tulis ini, Penulis akan memaparkan pemahaman yang mendalam tentang mekanisme kinerja serta kualitas dalam perawatan *fuel injector* pada mesin induk kapal. Injektor bahan bakar pada mesin induk memegang peranan penting dalam proses pembakaran dan efisiensi pemakaian bahan bakar. Hemat atau borosnya pemakaian bahan bakar suatu mesin diesel ditentukan oleh kinerja dan kualitas daripada injektornya. Peranan injektor bahan bakar ini berdampak langsung pada operasional kapal.

Injektor bahan bakar merupakan salah satu alat vital dari sistem pembakaran pada mesin diesel yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar untuk tujuan pembakaran dalam ruang silinder (*Combustion Chamber*). Olehnya itu, penelitian atau analisis ini bertujuan untuk menggali informasi lebih mendalam tentang mekanisme kinerja injektor, cara perawatan dan perbaikannya.

Metodologi yang digunakan peneliti dalam karya ilmiah ini adalah bersentuhan langsung (*directly observation*) dengan masalah kinerja injektor di MT. DESNA, *sharing information* dengan masinis serta metode pustaka dengan membaca literatur (Buku Panduan Mesin) di atas kapal sebagai referensi pelengkap penelitian.

**Kata Kunci : Kinerja Injektor, Efisiensi Bahan Bakar**

## **ABSTRACT**

*MAHMUD, 2024. An analysis the Main Engine performance dropped down caused by the poor injection quality of fuel injector at the ship, MT. DESNA. Guided by : Winarno, S.Sos., M.M.,M.Mar.E and Rahmat Hidayat, S.T.,M.Mar.E*

*Along with the expanding science and technologi from year to year, so the demand of efficiency in the world maritime raised up at all aspect like the time efficiency, operation cost, etc. Especially in machinery matters, efficiency of fuel and spare parts consumption more required. In this matter, we need to reverse to Fuel Injector performance as the main core of fuel efficiency.*

*In this working paper / Scientific (Makalah Karya Ilmiah Terapan), The scientific writer will fully explaining / highlighting regarding performance mechanism and maintenance quality of fuel injector for marine machineries (especially main engine).The Fuel Injector designed as the main core and most important part of main engine in processing for combustion and fuel consumption efficiency. An economical or extravagant (raising up) fuel consumption of machinery, depending of performace and quality of fuel injector. The performance of fuel injector directly more impacting to the ship's operation.*

*Fuel Injector is one of the most important part of fuel oil system for all diesel machineries, which as purpose functioning to injecting / high fuel oil pressurized into the combustion chamber. By the way, this research / analysis carried out for trouble shooting or finding problems regarding fuel injector performance, maintenance and repair guidelines.*

*This research are using "directly observation methodology" to find out fuel injector performance and abnormalities on board MT. DESNA, sharing information with other engineers, and reading catalogue reference on board (Manual Instruction Book) to completing the research.*

***Keywords : Fuel injctor's performance, Fuel efficiency***



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Hipotesis.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
A. Pengertian Mesin Induk .....	6
B. Prinsip Kerja Mesin Induk Diesel 4 Tak.....	7
C. Bahan Bakar .....	10
D. Gambaran Umum Injector.....	17

E. Jenis Injeksi Bahan Bakar .....	27
F. Kerangka Pikir .....	37
BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	39
A. ANALISA DATA .....	39
B. PEMBAHASAN .....	45
BAB IV PENUTUP .....	54
A. KESIMPULAN .....	54
B. SARAN .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2.1. Mesin Asli yang Dibuat Diesel tahun 1897 .....	6
Gambar 2.2. langkah kerja motor diesel 4 tak.....	8
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Mesin Diesel.....	10
Gambar 2.4. Piping Diagram sistem bahan .....	12
Gambar 2.5. Penyemprotan Langsung dan Tidak .....	16
Gambar 2.6. Komponen – komponen Injector.....	21
Gambar 2.7. Nozzle Needle (Jarum Pengabut).....	21
Gambar 2.8. Nozzle mouth (Mulut Penagbut) .....	22
Gambar 2.9. Pengabut nut (Chase Nut) .....	23
Gambar 2.10. Baut Penyetel Tekanan dan Mur Pengunci(Pressure Adjusting Screw dan Lock Nut).....	23
Gambar 2.11. Spring.....	24
Gambar 2.12. Seat PiN.....	24
Gambar 2.13. Valave Stop Spacer.....	25
Gambar 2.14 Kerangka Pikir.....	38
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Induk dan aksesoris di kapal MT. DESNA.....	39
Gambar 3.2. M/E YANMAR 6N21A-W .....	42
Gambar 3.3. <i>INJECTOR</i> .....	43
Gambar 3.4. A/E YANMAR .....	44
Gambar 3.5. Pemeriksaan Pengabut Bahan Bakar .....	52

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor	Halaman
Lampiran 1 : Ship Particular .....	57
Lampiran 2 : Manual Book.....	58

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. LATAR BELAKANG

Negara Indonesia adalah salah satu negara yang telah diakui oleh IMO dan mendapat status whitelist, untuk itu para pelaut di Indonesia harus dapat berkompetisi dengan para pelaut asing. Pada era globalisasi seperti sekarang ini, mutu dari para pelaut Indonesia khususnya yang sedang belajar di PIP Makassar harus ditingkatkan dan disesuaikan dengan standard competence menurut STCW 1978 Amandemen 1995 yang ditindak lanjuti oleh keputusan Kepala Badan Pendidikan dan Pelatihan Perhubungan Laut Nomor : 233 / HK.602 / Diklat – 98 yang mewajibkan Perwira Siswa (Pasis) yang menempuh jenjang Teknik Profesi Kepelautan Tingkat Satu (1) deck maupun mesin di POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR diwajibkan untuk menyusun karya ilmiah terapan sebelum mengikuti Ujian Negara Ahli Teknika Tingkat Satu (ATT-I).

Mesin merupakan komponen penting pada suatu kapal, salah satu komponen yang terdapat pada mesin khususnya mesin penggerak utama adalah *Injector*, yang merupakan alat untuk mengabutkan dan menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder yang berfungsi sebagai penunjang kelancaran sistem pembakaran yang ada dalam mesin induk.

Di kapal MT. DESNA yang menggunakan pesawat penggerak utama mesin Diesel 4 tak merk YANMAR 6N21A-W, yang harus dirawat dengan baik agar penggerak utama bekerja dengan normal. Untuk kelancaran

pengoperasian kapal perlu adanya perawatan yang baik terutama pada bagian mesin induk yaitu *Injector*, apabila pada akhir penyemprotan *Injector* bahan bakar menetes atau mengalami kebocoran maka akan terjadi pengabutan kurang sempurna pada saat kapal berlayar.

Pengabut bahan bakar (*Injector*) adalah salah satu komponen yang terpenting dari mesin induk, yang merupakan suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Untuk menghasilkan tenaga yang maksimal maka proses pembakaran harus baik. Proses pembakaran tidak baik, salah satunya dipengaruhi dari faktor penginjeksian bahan bakar. Hal ini dapat mengakibatkan masalah kegagalan kerja injektor.

*Injector* ini memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung proses pembakaran pada mesin diesel. Jika hal ini mengalami kerusakan atau injektor tidak bekerja dengan baik maka akan menimbulkan dampak terhadap suhu gas buang pada mesin, oleh karena itu injektor harus dijaga agar tetap bekerja sebagaimana mestinya. Kapal harus mendapat perhatian atau perawatan secara rutin agar mesin dapat berjalan dan tahan dalam jangka waktu yang lama. Di dalam melaksanakan perawatan alat pengabut, ini para masinis harus tanggap dan memahami tentang cara merawat pengabut bahan bakar yang baik dan terencana untuk menghindari terjadinya masalah dan untuk pencegahan dan penanggulangan pembakaran yang tidak sempurna dari mesin induk, baik dari segi perawatan maupun akibat tidak normalnya alat pengabut tersebut pada mesin induk diatas kapal

Perawatan pengabut bahan bakar membutuhkan kemahiran dan ketelitian dari Masinis dalam menganalisa faktor – faktor apa saja yang

dapat menjadi penyebab kerusakan pengabut dengan benar sesuai jadwal perawatan terencana yang tertulis di dalam buku pedoman pengabut (*instruction manual book*) tersebut. sehingga dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan oleh perusahaan.

Dari latar belakang di atas maka penulis tertarik membuat karya ilmiah terapan dengan judul “PERAWATAN PENGABUT BAHAN BAKAR MESININDUK DI KAPAL MT. DESNA”

## **B. RUMUSAN MASALAH**

1. Apa yang menyebabkan kualitas pengabutan bahan bakar pada mesin induk tidak optimal?
2. Bagaimana merawat sistem pengabutan bahan bakar agar selalu bekerjasecara baik guna mencapai kerja mesin yang optimal?

## **C. BATASAN MASALAH**

Pembakaran yang kurang sempurna akibat dari sistem pengabutan yang kurang maksimal. Maka perlu kiranya bagi penulis untuk membatasi masalah yang akan dibahas. Dalam mengidentifikasi pembahasan masalah tersebut penulis akan membatasi pada perawatan sistem pengabutan bahan bakar. Pembahasan itu sesuai dengan pengalaman penulis pada saat bekerja di kapal MT. DESNA

## **D. TUJUAN PENELITIAN**

1. Untuk mengetahui penyebab kualitas pengabutan bahan bakar pada mesininduk tidak optimal
2. Untuk mengetahui cara perawatan pada sistem pengabutan agar selalu

berfungsi dengan baik guna mencapai pembakaran mesin induk yang optimal.

## **E. MANFAAT PENELITIAN**

Dengan adanya penelitian ini, masalah yang terjadi akan mendapatkan jawaban dan pemecahannya sehingga dapat memberikan tambahan wawasan yang sangat berguna bagi para pembaca. Manfaat yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini antara lain:

### **1. Manfaat secara teoritis**

- a. Bertujuan agar dapat mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan dalam sistem pengabutan bahan bakar terhadap pembakaran yang sempurna pada mesin induk. Bertujuan untuk dapat memperlancar operasional kapal tersebut.
- b. Dapat mengetahui apa saja dampak yang ditimbulkan dari gangguan sistem system pengabutan yang kurang optimal dalam pengoperasiannya.
- c. Mengetahui upaya yang dilakukan dari dampak yang ditimbulkan.

### **2. Manfaat secara praktis**

Diharapkan bagi para pembaca di POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR maupun instansi-instansi lain semoga setelah membaca karya ilmiah ini dapat memahami dan menambah wawasan bagaimana cara untuk mengatasi gangguan yang terjadi pada sistem pengabutan bahan bakar dan dampak yang ditimbulkan secara langsung dan tidak langsung di atas kapal.



**F. HIPOTESIS**

Adapun yang menjadi hipotesis adalah:

1. Penyetelan pengabut bahan bakar tidak tepat
2. Bahan bakar yang kotor sehingga menyebabkan pengabut bahan bakar(*Injector*) rusak / kurang optimal.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. PENGERTIAN MESIN INDUK

Mesin induk adalah sebagai tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk menggerakkan kapal dengan mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal. Proses kerja dalam pembakarannya menggunakan panaskompresi untuk menciptakan penyalaan percikan api dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima hak paten pada 23 Februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batubara. Dia mempertunjukkannya pada Exposition Universelle (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang. Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering.

Gambar 2.1. Mesin Asli yang Dibuat Diesel tahun 1897



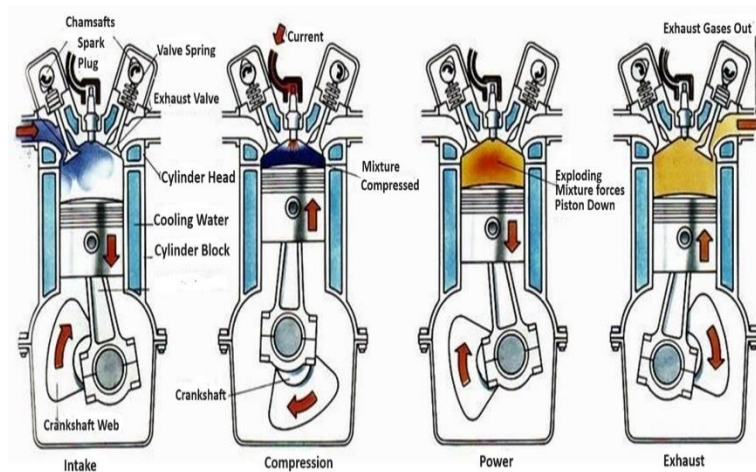
Sumber: Wikipedia.com

Pada mesin diesel, udara yang dihisap ke dalam ruang pembakaran akan dikompresikan sehingga tekanan dan temperatur meningkat. Kemudian bahan bakar akan diinjeksikan atau dikabutkan ke dalam silinder ketika piston mendekati akhir langkah kompresi melalui pengabut. Bahan bakar terbakar sendiri akibat temperatur yang tinggi. Agar bahan bakar dapat terbakar sendiri, perbandingan kompresi harus berada antara 15 : 22 dan tekanan kompresi antara 26 – 40 kg/cm<sup>2</sup>.

## **B. PRINSIP KERJA MESIN INDUK DIESEL 4 TAK**

Pada prinsipnya mesin diesel dikenal 2 macam yaitu mesin diesel 2 Tak (*two stroke*) dan mesin diesel 4 Tak (*four stroke*), namun dalam perkembangannya mesin diesel 4 tak lebih banyak berkembang dan digunakan sebagai penggerak. Sebagaimana namanya, mesin diesel 4 tak mempunyai empat prinsip kerja, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang (Seperti yang terlihat di gambar 2.2). Keempat langkah mesin diesel ini bekerja secara bersamaan untuk menghasilkan sebuah tenaga yang menggerakkan komponen lainnya. Motor Diesel disebut juga motor pembakaran dengan tekanan kompresi karena motor mengisap udara dan mengompresikan dengan tingkat yang lebih tinggi. Pemakaian bahan bakar lebih hemat, diikuti dengan tingkat polutan gas buang yang relatif rendah, semuanya itu dihasilkan oleh motor diesel secara signifikan.

Gambar 2.2. langkah kerja motor diesel 4 tak



Sumber: *meiseto.com*

Pejelasan dari gambar 2.2 di atas sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah langkah hisap (*Intake*)

Pada langkah ini, piston akan bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Selanjutnya, katup hisap akan terbuka sebelum mencapai TMA dan katup buang akan tertutup. Akibatnya, akan terjadi kevakuman di dalam silinder yang menyebabkan udara murni masuk ke dalam silinder.

2. Langkah kedua adalah langkah kompresi (*Compression*)

Piston bergerak sebaliknya, yaitu dari TMB ke TMA. Katup hisap tertutup sementara katup buang akan terbuka. Udara kemudian akan dikompresikan sampai pada tekanan dan suhunya menjadi  $30\text{kg/cm}^2$  dan suhu  $500^\circ\text{C}$ . Perbandingan kompresi pada motor diesel berkisar diantara  $14 : 1$  sampai  $24 : 1$ . Akibat proses kompresi ini udara menjadi panas dan temperaturnya bisa mencapai sekitar  $900^\circ\text{C}$ . Pada akhir langkah kompresi, Pengabut bahan bakar (*Injector*) menyemprotkan bahan bakar

ke dalam udara panas yang bertekanan diatas 200 bar sehingga terjadi pembakaran di dalam silinder. Peroses penyemprotan bahan bakar melalui *injector* ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja. Untuk memenuhi kebutuhan pembakaran tersebut, maka temperatur udara yang dikompresikan di dalam ruang bakar harus mencapai 500°C atau lebih. Perbedaan kompresi ini menghasilkan efisiensi panas yang lebih besar, sehingga penggunaan bahan bakar diesel lebih ekonomis daripada bensin. Pengeluaran untuk bahan bakar pun bisa lebih hemat.

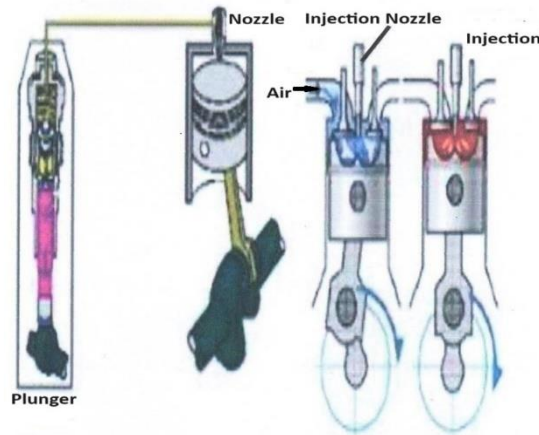
3. Pada langkah ketiga adalah langkah usaha (Pembakaran /*Combustion*)

Katup hisap tertutup, katup buang juga tertutup dan injektor menyemprotkan bahan bakar. Ini mayebabkan gas dalam ruang pembakaran megebang dan cepat, dan mendorong piston bergerak dari TMA ke TMB dan menghasilkan tenaga liner. Batang penghubung (*connecting rod*) menyalurkan gerakan ini ke *crankshaft* dan oleh *crankshaft* tenaga linear tadi diubah menjadi tenaga putar.

4. Langkah keempat adalah langkah buang (*Exhaust*)

Hampir sama dengan langkah hisap, yaitu piston bergerak dari TMB ke TMA. Namun, katup hisap akan tertutup dan katup buang akan terbuka. Sedangkan piston akan bergerak mendorong gas sisa pembakaran keluar.

Gambar 2.3. Prinsip Kerja Mesin Diesel.



Sumber: *medianeliti.com*

Dan untuk mengetahui lebih jelas tentang prinsip kerja mesin diesel mari kita lihat penjelasan dari gambar di atas:

Udara yang terhisap ke dalam ruang bakar dikompresi sehingga mencapai tekanan dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar diinjeksikan melalui plunger dari pompa injeksi bahan bakar ke *injector* dan dikabutkan ke dalam ruang bakar. Sehingga terjadi pembakaran sesaat setelah terjadi pencampuran dengan udara.

## C. BAHAN BAKAR

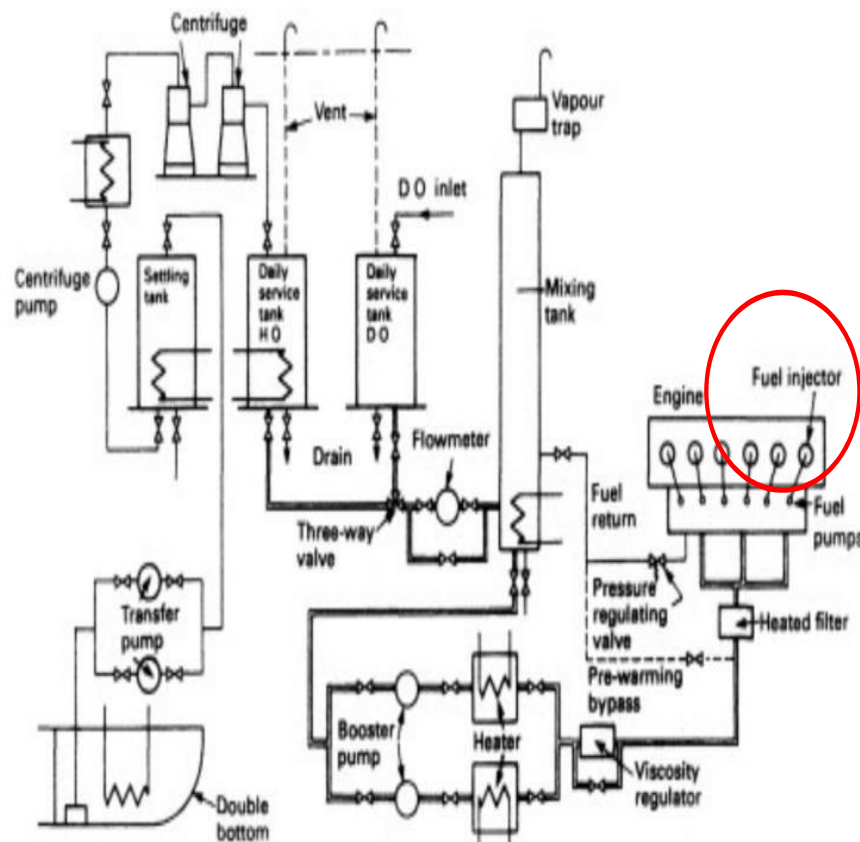
### 1. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar adalah system yang digunakan untuk mensuplai bahan bakar yang diperlukan mesin induk. Mesin Induk yang didesain untuk menggunakan bahan bakar secara terus menerus, kecuali untuk

keperluan olah gerak kapal. Bahan bakar dipompa dengan pompa yang digerakan oleh elektrik motor dari tanki simpan (*Storage tank*) menuju

*settling tank*, pompa ini disebut *FO transfer pump*. Dari *settling tank* dipompa dengan *FO Transfer Pump* menuju *FO Settling tank*. Pada *FO transfer pump* terdapat *filter* dan juga *heater*, *heater* ini berfungsi sebagai pemanas bahan bakar sebelum masuk ke tanki endap (*settling tank*) biar lebih ringan dalam pengisapan dari tangki *double bottom*. Dari *Settling tank* bahan bakar dipompa/transfer ke tanki harian (*service tank*) dengan menggunakan *FO purifier* yang sebelumnya bahan bakar telah di panasi terlebih dahulu di dalam *settling tank* yang di dalamnya terdapat *heater*. Dan melalui *heater* pula bahan bakar selanjutnya masuk ke *service tank*. Kemudian bahan bakar yang berada di *service tank* dipanasi lagi dan selanjutnya bahan bakar didorong dengan *supply pump* yang bergerak secara elektrik melewati filter dengan menjaga tekananya pada sekitar 3,6-6 kPa dan selanjutnya masuk ke *circulating pump*, juga meleawati *heater* dan *filter* juga dengan tekanan *circulating pump* berkisar antara 4,0-6,5 kPa. Bahan bakar kemudian didorong ke mesin induk melalui *flow meter*, dan perlu dipastikan kapasitas *circulating pump* melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mesin induk, sehingga kelebihan bahan bakar yang disupply akan kembalike *service tank* melalui *venting box* dan *de-aerating valve* yang mana pada *valve* tersebut akan melepas gas dan membiarkan bahan bakar masuk kembali ke pipa *circulating pump*.

Gambar 2.4. Piping Diagram sistem bahan bakar



Sumber: [www.maritimeworld.web.id/](http://www.maritimeworld.web.id/)

## 2. Spesifikasi Bahan Bakar

Menurut P. Van Maanen (2007:35) tentang spesifikasi bahan bakar dari buku Motor Diesel Kapal bahwa bahan bakar *dikatakan* baik dan boleh dipergunakan adalah jika mempunyai komposisi seperti berikut:

### a. Kepekatan

Dalam hal ini diartikan dengan perbandingan antara massa dari suatu volume tertentu bahan bakar terhadap massa air dengan volume yang sama. Kepekatan ini merupakan sebuah angka tanpa dimensi, dan sangat penting sekali dalam rangka ruangan simpan



yang dibutuhkan, dan untuk pembersihan dengan bantuan separatorbentrifugal. Kepekatan dinyatakan pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$ .

b. Viscositas

Hal ini merupakan suatu ukuran untuk kekentalan bahanbakar. Ditentukan dengan cara sejumlah bahan bakar tertentu dialirkan melalui lubang yang telah dikalibrasi dan menghitung waktu mengalir bahan bakar tersebut. Dahulu *viscositas* kinematik diukur melalui beberapa peralatan yang berlainan dan dinyatakan dengan satuan yang sama. Satu-satunya satuan yang diakui dewasa ini adalah centistokes (Cst) atau yang sama satunya dengan 2 mm/det. *Viscositas* sangat dipengaruhi oleh suhu.

c. Titik nyala

Hal ini merupakan suhu terendah dalam carbon (C) yang mengakibatkan suatu campuran bahan bakar dan udara dalam bejana tertutup menyala dengan sebuah nyata api. Titik nyala ditentukan dengan sebuah pesawat Pensky Martens (PM) dengan mangkok tertutup (*Close Cup*), dan sangat penting sekali dalam rangka persyaratan undang-undang yang menjamin perawatan bahan bakar di atas kapal. Titik nyala pada bahan bakar minimal  $60^{\circ}\text{C}$ .

d. Residu zat arang (angka conradson)

Hal ini merupakan ukuran untuk pembentukan endapan zat arang pada pembakaran suatu bahan bakar dan sangat penting dalam rangka pengotoran dari tip pengabut, pegas torak dan alur pegas

torak, serta katup buang, dan turbin gas buang. Residu zat arang diukur dengan pesawat dari *Conradson*; dalam sebuah bak kecil dan tertutup bahan bakar dipanasi.

e. Kadar belerang

Sebagian besar dari bahan bakar cair mengandung belerang yang sebagai molekul terikat pada zat C-H sehingga tidak dapat dipisahkan. Kadar belerang sangat penting mengingat timbulnya korosi pada suhu rendah dan bagian motor karena pendinginan dan gas pembakaran.

f. Kadar abu

Hal ini menunjukkan material anorganis dalam bahan bakar. Material tersebut mungkin sudah ada dalam bumi, akan tetapi dapat juga terbawa sewaktu transportasi dan rafinasi. Pada umumnya berbentuk oksida metal misalnya dari Nikel, Vanadium, Aluminium, Besi dan Natrium, zat-zat tersebut dapat mengakibatkan keausan dan korosi.

g. Kadar air

Hal ini sangat penting dalam hubungannya dengan energi spesifik atau nilai opak suatu bahan bakar. Air dapat mengakibatkan permasalahan pada waktu pembersihan bahan bakar dan dapat mengakibatkan korosi pada misalnya pompa bahan bakar dan pengabut. Air laut dapat juga mengandung natrium.

3. Metode Penyemprotan Bahan Bakar di Dalam Silinder

Menurut P. Van Maanen, tentang metode penyemprotan bahan

bakar dari buku Mesin Diesel Kapal, yaitu:

a. Mesin diesel dengan penyemprotan tidak langsung

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan kedalam sebuah ruang pembakaran pendahuluan yang terpisah dari ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25-60% dari volume total ruang pembakaran.

Pada sistem penyemprotan ruang pendahuluan bahan bakar disemprotkan kedalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlubang tunggal dengan tekanan penyemprotan relatif rendah dari 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik sekali, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat akibat suhu tinggi dinding ruang pendahuluan tersebut. Pada waktu kompresi sebagian dari udara pembakaran melalui saluran penghubung didesak ke dalam ruang pusar berbentuk bola sehingga udara akan berputar. Bahan bakar selanjutnya melalui sebuah pengabut berlubang tunggal disemprotkan ke dalam ruang pusar sehingga bercampur dengan udara yang tersedia. Karena sebagian dari permukaan dinding ruang pusar tidak didinginkan, maka udara yang berpusar di dalam akan melebihi suhu yang tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan cepat tanpa gejala detonasi. Akibat kenaikan tekanan maka campuran gas dan bahan bakar yang belum terbakar terdesak ke dalam ruang pembakaran utama melalui saluran penghubung.

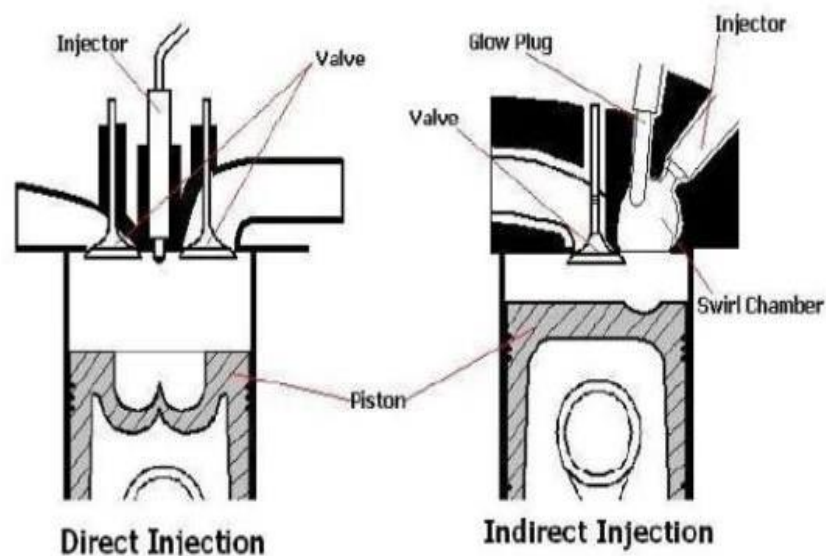
Ruang tersebut memiliki bentuk khusus dan terletak seluruhnya dalam kepala torak. Karena bentuk ruang pembakaran pusaran

udara tetap ada sehingga pembakaran akan berjalan dengan cepat dan sempurna.

b. Mesin diesel dengan penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 100 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 150 bar) disemprotkan kedalam ruang pembakaran. Untuk menyemprotkan bahan bakar diperlukan alat penagabut yang berlubang banyak untuk setiap ruang pembakaran. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh mesin putaran rendah dan mesin putaran menengah dan pada sebagian besar dari mesin putaran tinggi. Contohnya seperti bentuk gambar berikut.

Gambar 2.5. Penyemprotan Langsung dan Tidak



Sumber : <http://repository.unimar-amni.ac.id>

#### D. GAMBARAN UMUM INJECTOR

Injector adalah salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar

diesel. Injector berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari fuel injection pump ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. Injector di rancang untuk menerima tekanan bahan bakar dari injection pump yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran di dalam silinder. Tekanan Injector di MT. DESNA untuk mesin induk adalah  $340 \pm 0,5$  bar (referensi dari *manual book*). Bahan bakar bertekanan tinggi dalam bentuk kabut melalui Injector ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya dan secara terus menerus dan teratur sesuai mekanisme katup atau firing order yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja. Setelah selesai sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu pada kondisi pengabutan yang sempurna maka Injector yang dilengkapi dengan jarum akan menutup atau membuka saluran bahan bakar, sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*)

#### 1. Jenis - Jenis *Injector*

Jenis – jenis injector dengan sifat pengabutan dan karakteristik yang berbeda, maka untuk fungsi pemakaiannya juga berbeda dimana bergantung pada proses pembakarannya. Proses pembakaran ini, ditentukan oleh bentuk ruang bakarnya. Dari segi karakteristik dan modelnya, injektor terdiri atas:

##### a. Injektor berlubang

##### 1) Injektor berlubang satu (*single hole*)

Proses pengabutannya sangat baik tetapi memerlukan tekanan

injection pump yang tinggi. Semprotan atau kabutan bahan bakar yang dihasilkan berbentuk tirus dengan sudut kira-kira 4 sampai 15 derajat yang di keluarkan oleh ujung *nozzle* berlubang satu. Pengabutan yang kurang sempurna dan seksama menyebabkan semprotan bahan bakar tidak merata bila sudutnya terlalu besar, keadaan ini dapat membatasi sudut semprotan yang bisa di pakai. Karena itu *nozzle* berlubang tunggal di pakai pada mesin-mesin dimana bentuk ruang bakar akan menimbulkan pusaran dan tidak begitu membutuhkan pengatoman bahan bakar yang halus dan semprotan merata. Injektor berlubang tunggal macam ini juga baik karena pembukaan lubang *nozzle* yang luas dalam mesin-mesin putaran tinggi ukuran kecil, akan mengurangi gangguan karenabuntunya lubang *nozzle*.

## 2) Injektor berlubang banyak (*multi hole*)

Injektor jenis ini banyak di pakai pada mesin diesel dengan penyemprotan secara langsung (*direct injection*), dimana di perlukannya penyemprotan bahan bakar yang meluas ke semua bagian-bagian ruang bakar yang dangkal. Makin banyak jumlah pembukaan bahan bakar, semakin memerlukan bahan bakar yang bersih. *Needle* pada *valve seat*, pada ujung *valve body* terdapat beberapa lubang yang dibuat secara simetris. Diameter lubangnya ber-kisar antara 0.2-0.4 mm. Tekanan injeksi pada *nozzle* tipe ini berkisar antara 150-340 bar (tergantung dari

pabrikasi mesin). Untuk mencegah terjadinya keausan pada nozzle, maka diantara guide hole (pada nozzle body) dan permukaan luar dari needle valve diberikan celah sebesar 2-4.5 microns.

b. Injektor model pintle atau throttle:

- 1) Injektor model pintle.
- 2) Injektor model throttle.

Injektor model throttle dan model pintle lebih tepat digunakan pada mesin diesel dengan ruang bakar yang memiliki *combustion chamber*, kamar muka maupun kamar pusat (*turbulen*).

c. Jenis jenis injektor yang sering digunakan pada mesin diesel menurut waktu penginjeksian bahan bakar. Dari segi pemakaian dan posisi injector terdiri dari injektor tidak langsung (*precombustion chamber*) dan injektor langsung (*direct injection*). Kedua jenis injector ini sering digunakan, karena keduanya memiliki kekurangan serta kelebihan masing-masing. Adapun perbedaan antara injektor langsung dan tidak langsung adalah:

- 1) Injeksi jenis tidak langsung (*precombustion chamber*)

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung disemprotkan langsung ke dalam *cylinder* (ruang bakar utama), melainkan terlebih dahulu melalui suatu kamar muka atau *precombustion chamber* (PC), sehingga proses pembakaran terjadi secara menjalar ke ruang bakar utama.

2) Injeksi langsung (*direct injektion*)

Injeksi langsung pada motor diesel cara kerjanya adalah *nozzle* menyembrotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam *cylinder* (ruang bakar) sehingga proses pembakaran terjadi secara serentak dan merata.

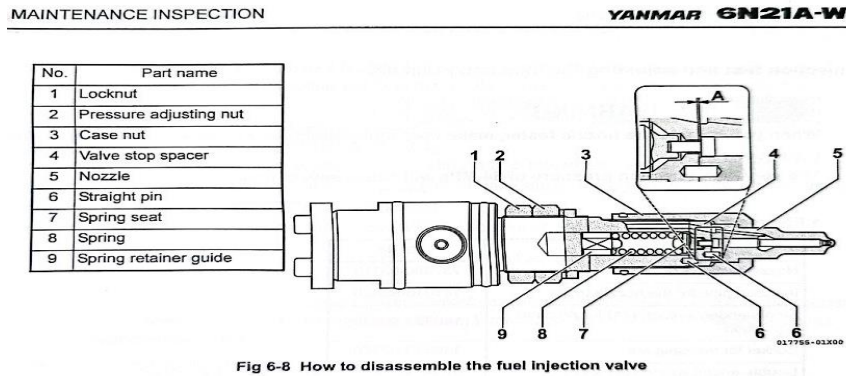
d. Kelebihan-kelebihan injeksi langsung (*direct injection*) dengan injeksi tidak langsung (*precombution injection*):

- 1) Untuk *precombution injection* pembakaran lebih sempurna, sedangkan *direct injection* pemakaian bahan bakar lebih hemat.
- 2) *Precombution* umur komponen utama lebih panjang, sedangkan pada *direct injection* engine response (percepatan) lebih baik.
- 3) Pada *precombution nozzle* tidak cepat kotor atau buntu, untuk *direct injection engine* lebih mudah dihidupkan.
- 4) *Precombution* lebih ramah lingkungan, karena tingkat polusi udara lebih rendah, pada *direct injection* kapasitas alat pendingin lebih kecil.
- 5) Pada *precombution* kemungkinan pemakaian bahan bakar yang lebih berat (energi lebih besar) sedangkan pada *direct injection* horsepower lebih besar.



## 2. Komponen – Komponen Injector

Gambar 2.6. Komponen – komponen Injector:



Sumber: *YANMAR 6N21A-W Manual Book*

### a. Jarum Pengabut (Nozzle Needle)

Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut. Jarum pengabut di tekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantaraan baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya - gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.

Gambar 2.7. Nozzle Needle (Jarum Pengabut)



Sumber: MT. DESNA - YANMAR 6N21A-W

b. Nozzle Mouth (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Pada akhir penyemprotan, tekanan didesak menurun dan jarum ditekan kembali pada bidang penutup. Pembukaan dan penutupan jarum pengabut dapat diawasi dengan sebuah jarum periksa. Pada cara pengabutan ini pompa injeksi bahan bakar mendesak jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.

Gambar 2.8. Nozzle mouth (Mulut Penagbut)



Sumber: *MT. DESNA - YANMAR 6N21A-W*

c. Chase Nut (Mur Pengabut)

Mur Pengabut berfungsi sebagai pengunci agar pengabut dan komponen dari Injector tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar saat posisi bertekanan tinggi (*high pressure*). Saat mengencangkan mur pengabut harus diperhatikan seberapa besar kekuatan torsi (*Tightening torque*) di tentukan.

Gambar 2.9. Pengabut nut (Chase Nut)



Sumber: MT. DESNA - YANMAR 6N21A-W

- d. Pressure Adjusting Screw dan Lock Nut (Baut Penyetel tekanan dan mur pengunci)

Baut penyetel tekanan berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan Injector. Setelah mendapatkan tekanan injector sesuai yang ditentukan (yang dicantumkan dalam manual's book), selanjutnya Baut Penyetel Tekanan di kunci dengan mengencangkan Mur pengikat agar pada saat injector bekerja tidak terjadi pergeseran dari Baut Peytel Tekanan.

Gambar 2.10. Baut Penyetel Tekanan dan Mur Pengunci(Pressure Adjusting Screw dan Lock Nut)



Sumber: MT. DESNA – YANWAR 6N21A-W

e. Spring (Pegas)

Pegas disini berguna pengontrol elastisitas dari Injector pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

Gambar 2.11. Spring



Sumber : MT.DESNA – YANMAR 6N21A-W

f. Seat Pin (Dudukan Pin).

Dudukan pin berfungsi sebagai dudukan dari Spring agar pada saat Spring mendapat tekanan, maka posisinya tetap stabil untuk menekan Jarum Injector pada saat proses pengabutan.

Gambar 2.12. Seat Pin



Sumber : MT.DESNA – YANMAR 6N21A-W

g. Valve Stop Spacaer.

Komponen yang biasanya di sebut mangkok melengkung ini berfungsi untuk saluran bahan bakar dan tempat tumpuan pressure spring.

Gambar 2.13. Valave Stop Spacer



Sumber : MT.DESNA – YANMAR 6N21A-W

3. Sistem pengabutan

a. Pengertian

Menurut para ahli system pengabutan yaitu system dimana cairan yang ditekan sehingga mempunyai daya pemampatan untuk menekan dan menghasilkan butiran-butiran kecil yang berbentuk kabut sehingga memudahkan untuk mendapatkan titik nyala apinya. Untuk mendapatkan hasil kerja yang maksimal pada permesinan di atas kapal, diperlukan sistem pembakaran yang baik untuk memperoleh kekuatan mesin yang maksimal.

b. Syarat pada sistem injeksi

Syarat pada sistem injeksi sebagai berikut, yaitu:

### 1) Penakaran

Penakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap silinder harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan jumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin.

### 2) Pengaturan waktu

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam dapur, maka penyalaan akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena pembasahan dinding silinder. Akibatnya adalah boros bahan bakar dan asap gas buang hitam dan tidak akan membangkitkan daya maksimum.

### 3) Kecepatan injeksi bahan bakar

Berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu dalam satu derajat dari perjalanan engkol, kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi harus digunakan ujung pengabut dengan lubang yang lebih kecil, untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan

bakar.

#### 4) Pengabutan

Bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut, tetapi harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur.

### **E. JENIS INJEKSI BAHAN BAKAR**

#### 1. Injeksi udara

Injeksi udara digunakan pada awal-awal terbentuknya mesin diesel. Saat ini jarang digunakan dan hanya untuk mesin besar yang beroperasi pada bahan bakar yang sangat kental, dalam mesin injeksi udara energi potensial dari udara tekan diubah menjadi energi kinetik, dari energi yang memuai ini digunakan untuk menghantar bahan bakar ke dalam silinder dari katup semprot, untuk mengabutkan bahan bakar, dan untuk menimbulkan pusaran dalam ruang bakar agar bahan bakar dan udara bercampur dengan baik.

#### 2. Injeksi tanpa udara

Injeksi tanpa udara juga dikenal dengan nama injeksi mekanis. Pengabutan injeksi mekanis diperoleh dari bahan bakar cair dengan tekanan tinggi melewati satu atau beberapa lubang yang masuk ke arus bahan bakar membangkitkan kecepatan tinggi dan ini menimbulkan gesekan besar antara arus cairan dan udara dalam ruang bakar. Karena gesekan ini maka butiran halus muncul dan dipisahkan menjadi butiran

sangat kecil.

Metode penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran ada dua sistem utama yaitu sistem penyemprotan tidak langsung dan sistem penyemprotan langsung. Pada kapal tempat penulis mengadakan penelitian menggunakan sistem penyemprotan langsung. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan putaran menengah serta pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

a. Penyemprotan tidak langsung.

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan ke dalam sebuah pembakaran pendahuluan yang terpisah dari ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25-60% dari volume total ruang pembakaran. Pada sistem penyemprotan ruang pendahuluan bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlubang tunggal (pengabut tap) dengan penyemprotan relatif rendah 250-270 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat dengan suhu tinggi dinding ruang pendahuluan tersebut.

b. Penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi disemprotkan kedalam ruang pembakaran. Untuk menyemprotkan bahan bakar diperlukan alat pengabut yang berlubang banyak untuk setiap ruang pembakaran. Bahan bakar dengan bantuan pompa bahan bakar tekanan tinggi dipompakan pada saat tepat ke katub bahan bakar yang dilengkapi dengan pengabut, pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka



bahan bakar mula-mula akan dikompresikan dalam silinder, pompa dan saluran penghubung antara pompa dan pengabut sehingga mencapai tekanan penyemprotan yang disyaratkan dan baru kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Antara saat awal langkah tekan dan saat awal penyemprotan terdapat suatu periode perlambatan yang tersebut tergantung dari konstruksi pompa dan volume bahan bakar dalam pompa saluran bahan bakar. Setelah butiran bahan bakar pertama dalam silinder akan terjadi proses kimia dari penyalaan dan pembakaran.

### 3. Proses Penginjeksian

#### a. Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui oil passage menuju oil pool pada bagian bawah nozzle body.

#### b. Penginjeksian Bahan Bakar

Bila tekanan pada oil pool naik, ini akan menekan permukaan nozzle needle. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka nozzle needle terdorong keatas dan menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar

#### c. Akhir Penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan pressure spring mengembalikan nozzle needle keposisi semula (menutup saluran bahan bakar). Sebagian bahan bakar yang tersisa antara nozzle needle dan nozzle body, melumasi semua komponen dan kembali ke overflow pipe. Pada pengabut

terdapat sebuah katup jarum, dimana ujung bawahnya terdiri atas dua bidang kerucut. Kerucut yang pertama menetap padaudukannya, sedangkan yang kedua menerima tekanan dari bahan bakar. Jika gaya yang ditimbulkan bahan bakar melebihi gaya pegas, maka katup akan terangkat ke atas sehingga membuka lubang pengabut (Arismunandar, W dan Koichi Tsuda, 2004).

Dengan demikian diharapkan proses pencampuran udara dan Bahan bakar di dalam ruang bakar berlangsung dengan sempurna. Apabila waktu penyemprotan bahan bakar sampai dengan penyalaan atau dikenal kelambatan penyalaan, waktu lebih lama dari ketentuan, misalnya karena bahan bakar berupa tetesan-tetesan akibat gangguan-gangguan pada pengabut, maka akan terjadi pembakaran susulan, pemakaian bahan bakar akan meningkat temperatur gas buang tinggi. Kondisi yang lebih buruk lagi menimbulkan keretakan pada piston, cylinder head, klep buang terbakar dan lain-lain. Pengabutan yang sempurna dapat di tinjau dari proses pengetesan injector sebagai berikut:

- 1) Bahan bakar yang keluar Nozzle berupa spray (kabut)
- 2) Pengetesan tekanan injector sesuai *Instruction Manual Book*.
- 3) Setelah pengetesan pengabutan injector dengan kertas telah dilakukan, terus ditempelkan ke ujung lubang nozzle dan apabila masih ada minyak. Berarti injector masih bocor dan apabila tidak ada minyak pada kertas berarti injector tersebut bagus atau tidak bocor (menetes). Setelah injector dipasang ke

mesin induk, dapat dikontrol hasilnya dengan pengamatan asap gas buang dan pengecekan ada tidaknya ketukan (detonasi) pada mesin induk.

#### 4. Pembakaran yang Sempurna

Suatu proses pembakaran bahan bakar yang berupa kabut bercampur dengan udara panas langsung terbakar sehingga suhunya meningkat  $1.400^{\circ}\text{C}$  dan tekanan menjadi  $\pm 270$  bar. Dan berusaha mendorong torak kebawah untuk melakukan usaha mekanik. Syarat-syarat proses pembakaran yang sempurna antara lain:

- a. Perbandingan bahan bakar dengan udara seimbang. Dimana 1 kg bahan bakar membutuhkan 15 kg faktor udara.
- b. Bahan bakar harus berbentuk kabut, sehingga kinerja alat pengabut bahan bakar harus optimal.
- c. Pencampuran kabut bahan bakar dengan udara harus merata/senyawa.
- d. Tekanan pengabutan bahan bakar yang cukup tinggi untuk dikabutkan kedalam ruang kompresi.
  - 1) Mutu bahan bakar yang digunakan bermutu baik, yaitu seimbang antara unsur C-H.
  - 2) Kelambatan penyalaan (ignition delay) atau ID harus tepat.

#### 5. Perawatan dalam ISM Code (International Safety Management Code)

Menurut M. S Sehwarat dan J. S Narang, (2001:79) dalam bukunya Production Management pemeliharaan (maintenance) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai

dengan standar fungsional dan kualitas). Dengan adanya Planned Maintenance System (PMS) akan membuat pemeliharaan dan perawatan terhadap perlengkapan di atas kapal menjadi lebih terarah dan terencana. Lebih jauh dalam bab yang sama (ISM Code as Amended in 2002, bab 10.1) dinyatakan bahwa pihak perusahaan harus menunjuk orang di kantor yang melakukan monitoring dan evaluasi hasil perawatan kapal. ISM Code sebagai suatu standar internasional untuk manajemen pengoperasian kapal secara aman, pencegahan kecelakaan manusia atau kehilangan jiwa dan menghindari kerusakan lingkungan khususnya terhadap lingkungan maritim serta biotanya. Dalam ISM Code (As amended in 2002 Bab 10) dinyatakan, bahwa setiap Perusahaan pelayaran harus membuat suatu sistem manajemen keselamatan (SMS) yang didalamnya mencakup hal-hal sebagai berikut:

a. Sub-Bab 10.1

Perusahaan harus menyusun prosedur untuk menjamin bahwa kapal dirawat sesuai dengan persyaratan dari peraturan Klasifikasi yang terkait dan persyaratan tambahan yang ditetapkan oleh perusahaan. Sistem pemeliharaan berencana dapat mencakup dokumentasi dari

- 1) Bagian / sistem yang termasuk didalam program pemeliharaan (daftar inventaris)
- 2) Selang waktu pekerjaan pemeliharaan dilaksanakan (jadwal pemeliharaan).
- 3) Prosedur pemeliharaan yang harus diikuti (petunjuk pemeliharaan).
- 4) Tata cara pelaporan pekerjaan pemeliharaan dan hasil-hasilnya

(dokumentasi & riwayat pemeliharaan). Tata cara pelaporan hasil kinerja dan pengukuran yang diambil dalam kurun waktu tertentu untuk keperluan penyidikan mulai tanggal penyerahan perusahaan (dokumen acuan) Dokumen yang digunakan dalam sistem pemeliharaan berencana yang di buat dalam bentuk buku, perangkat kartu, dll. dapat diberi kanpenandaan yang khusus untuk digunakan sebagai acuan di kemudian hari. Sistem pemeliharaan harus mencakup perencanaan dan kegiatan yang sistematis untuk menjamin bahwa kondisi kapal senantiasa terpelihara dengan baik.

b. Sub-Bab 10.2

Dalam memenuhi persyaratan tersebut di atas perusahaan harus menjamin bahwa:

- 1) Pemeriksaan dilaksanakan pada kurun waktu yang tepat. Rencana sistematis dan tindakan paling tidak harus mencakup:
  - a) Pemeliharaan secara berkala bila memungkinkan (overhaul, pembersihan, pengecatan, penggantian dari material, dll).
  - b) Pemeriksaan berkala yaitu pemeriksaan, pengukuran, uji coba dan hal lain yang dianggap perlu.
  - c) Spesifikasi tentang metode yang digunakan dan bila perlu kriteria untuk pemeriksaan dini.
  - d) Analisis berkala dan penijauan tetang jangka pemeriksaan dan pemeliharaan.
  - e) Pendataan atau pelaporan yang mendokumentasikan bahwa

pemeriksaan yang telah dilaksanakan harus disusun dan dipelihara.

- 2) Setiap ketidaksesuaian dilaporkan dengan disertai penyebabnya (bila dapat diketahui).
- 3) Tindakan perbaikan yang sesuai dilaksanakan
- 4) Pencatatan tentang kegiatan-kegiatan tersebut di atas terpelihara.

c. Sub-Bab 10,3

Perusahaan harus menyusun prosedur dalam SMS untuk mengetahui perlengkapan dan sistem teknis di mana kemungkinan terjadi kerusakan operasional tiba-tiba sehingga dapat menyebabkan situasi berbahaya. SMS harus menyediakan tindakan khusus yang bertujuan untuk menunjukkan kehandalan perlengkapan atau sistem. Tindakan tersebut mencakup uji coba periodik dari perlengkapan atau sistem teknis cadangan yang secara normal tidak dioperasikan secara terus menerus.

d. Sub-Bab 10,4

Pemeriksaan seperti tersebut dalam 10.2 maupun tindakan-tindakan seperti tercantum pada 10.3 harus diintegrasikan dalam program perawatan operasional yang rutin dari kapal. Jelas bahwa dengan *Planned Maintenance System (PMS)* membuat pemeliharaan dan perawatan terhadap perlengkapan di atas kapal menjadi lebih terarah dan terencana. Lebih jauh dalam Bab yang sama (ISMCode as

Amendemen 2002, Bab 10) dinyatakan bahwa pihak perusahaan harus menunjuk orang di kantor yang melakukan monitoring dan evaluasi hasil perawatan kapal. Pelaksanaan *Planned Maintenance*

*System (PMS)* tersebut dikawal harus senantiasa dimonitor untuk mengetahui keadaan riil di lapangan mengenai kemajuan ataupun hambatan yang ditemui, suku cadang yang diperlukan dan pemakaiannya (*spare parts and consumable*) termasuk daftar perusahaan rekanan yang melaksanakan perawatan dan penyediaan spare parts.

## 6. Tujuan Perawatan

- a. Tujuan umum Sistem Perawatan dan Perbaikan Mesin Kapal, yaitu:
  - 1) Untuk mencegah terjadinya suatu kerusakan yang lebih besar / berat
  - 2) Untuk memperoleh pengoperasian kapal yang teratur, serta meningkatkan penjagaan keselamatan awak kapal, muatan dan peralatannya.
  - 3) Untuk memperhatikan jenis-jenis pekerjaan yang paling mahal/penting yang menyangkut waktu operasi, sehingga system perawatan dapat dilaksanakan secara teliti dan dikembangkan dalam rangka penghematan /pengurangan biaya perawatan dan perbaikan.
  - 4) Untuk menjamin kesinambungan pekerjaan perawatan sehingga Team Work's Engine Department dapat mengetahui permesinan yang sudah dirawat dan yang belum mendapatkan perawatan.
  - 5) Untuk mendapatkan informasi umpan-balik yang akurat bagi kantor pusat dalam meningkatkan pelayanan, perancangan kapal dan sebagainya, sehingga fungsi kontrol manajemen dapat

berjalan

- b. Tujuan khusus dilakukan perawatan dan perbaikan mesin kapal, ialah:  
Untuk mencegah terjadinya suatu kerusakan yang lebih besar /berat,  
dengan melaksanakan sistem perawatan yang terencana.
7. Akibat-akibat yang akan ditimbulkan bila perawatan mesin tidak dilaksanakan dengan baik, yaitu:
- a. Kapal tabrakan, karena kerusakan mesin secara mendadak, tidak terkontrol, dan sebagainya.
  - b. Kapal tenggelam, hilangnya kapal termasuk ABK dan seluruh muatan tabrakan, pecahnya sea chest, kebakaran di dalam kamar mesin, dsb.
  - c. Kapal bergetar, akibat perawatan dan perbaikan Poros Engkol yang tidak tepat, sehingga dapat merusak bagian-bagian mesin lainnya.
  - d. Kapal bergetar, salah satu daun baling-baling pernah kanda atau menghantam balok keras, dapat juga merusak bagian mesin ataupun instalasi listrik kapal.
  - e. Kapal menganggur, karena terjadi kerusakan dan perbaikan yang tidak terencana dan tidak cukup suku cadangnya.
  - f. Pembengkakan biaya operasi kapal, karena kerugian terus menerus yang sulit diperkirakan.
  - g. Biro Klasifikasi tidak merekomendasikan kapal untuk berlayar Karena permesinan di kapal tidak memenuhi pesyaratan Klass.
  - h. Rekanan usaha perdagangan tidak merekomendasikan untuk menyewa kapal tersebut.
  - i. Asuransi akan membebankan biaya yang lebih besar kepada



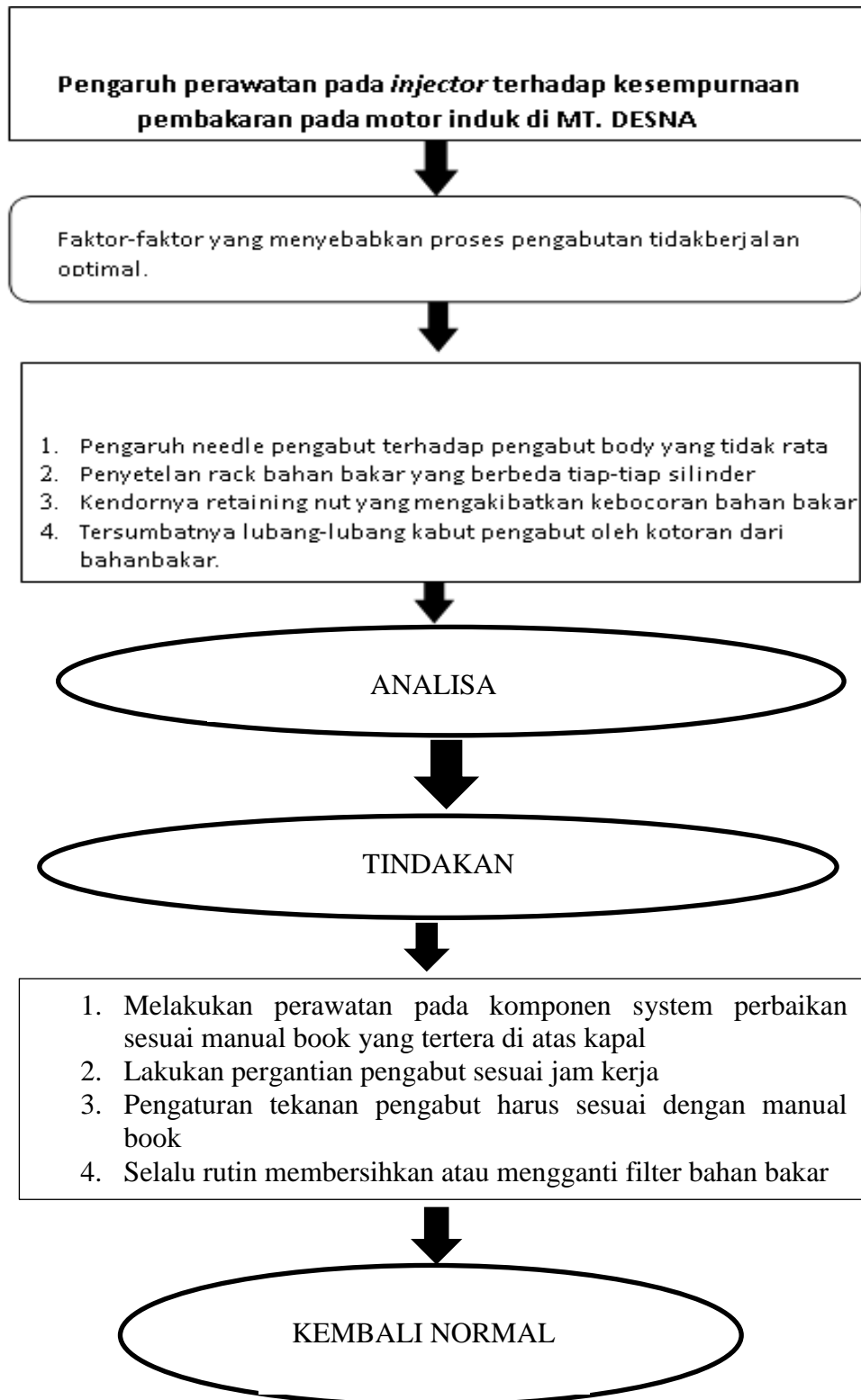
perusahaan, kapal secara keseluruhan tidak menjalankan perawatan dan perbaikan dengan benar (Low Performance)

#### **F. KERANGKA PIKIR**

Perawatan yang menyangkut perhatian, pengawasan, pemeliharaan, perbaikan, dan faktor sumber daya manusia sebagai operator pelaksana dalam menciptakan kondisi siap operasi dari suatu mesin induk kapal yang pada prinsipnya memerlukan penanganan dan perawatan yang efektif, maka diharapkan dapat menunjang operasional pelayaran yang telah direncanakan oleh perusahaan pelayaran, kejadian yang terjadi pada sistem pengabutan mengalami gangguan sehingga harus diadakan identifikasi terhadap suatu masalah yang terjadi. Mengingat peranan system pengabutan yang sangat penting terhadap system pembakaran mesin induk, untuk memudahkan dalam menentukan kemungkinan-kemungkinan dan menentukan konsekuensi-

konsekuensi dari resiko bahaya tersebut dari semua kemungkinan yang terjadi tergantung dari seberapa sering hal itu terjadi dan seberapa buruk hal tersebut ketika itu terjadi. Tahap selanjutnya adalah tahap dimana harus menganalisa dan mempertimbangkan resiko bahaya dari kerja sistem pengabutan, dan menentukan tindakan atau upaya yang dilakukan untuk perawatan dan perbaikan Bagan alir dari kerangka pikir penelitian di bawah ini:

Gambar 2.14 Kerangka Pikir



## BAB III

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### A. ANALISA DATA

##### 1. Metode Pengumpulan Data

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

- a. Metode observasi, yaitu mengadakan pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan secara langsung dengan disertai pencatatan terhadap keadaan atau perilaku obyek sasaran pada sistem pengabutan di lapangan dimana Penulis bekerja MT. DESNA.
- b. Metode kepustakaan (*Library Research*), yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari literatur, buku-buku dan tulisan yang berhubungan dengan masalah yang dibahas untuk memperoleh landasan teori yang akan digunakan dalam pembahasan nantinya.

##### 2. Langkah analisa data

Langkah-langkah yang dilakukan setelah memulai penganalisaan dengan mengadakan penelitian di MT. DESNA untuk mendapatkan informasi dan situasi dengan bekal pengetahuan dari apa yang didapatkan dari studi kepustakaan. Selanjutnya kita harus memulai identifikasi-identifikasi masalah yang kita temui, maka kita dapat menemukan metode penelitian yang sesuai.

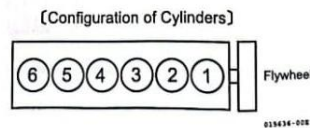
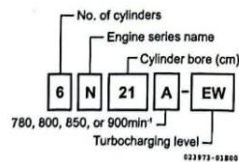
3. Objek Pembahasan

Yang menjadi objek pembahasan adalah injector pada Mesin Induk di kapal MT. DESNA. Adapun spesifikasi mesin induk serta gambar mesin dan injector kapal MT. DESNA. sebagai berikut:

Tabel 3.1 : Spesifikasi Mesin Induk dan aksesoris di kapal MT. DESNA.

1. ENGINE DESCRIPTION		YANMAR 6N21A-W			
<b>1. ENGINE DESCRIPTION</b>					
1-1 Engine specification					
Engine model	Unit	6N21A-DW	6N21A-UW	6N21A-SW	6N21A-EW
Type	-	Vertical, water-cooled, 4-cycle diesel engine			
No. of cylinders	-	6			
Cylinder bore x stroke	mm	210 x 290			
Displacement	ℓ	60.27			
Compression ratio	-	15.4			
Specified engine rotation speed	min <sup>-1</sup> (rpm)	800	850 or 900		780
Direction of crankshaft rotation	-	Left as viewed from the flywheel side			
Operation side	-	Left as viewed from the flywheel side			
Firing order	-	1-4-2-6-3-5-1			
Type of turbocharger	-	Exhaust gas turbine turbocharger (with air cooler)			
Type of cooling	-	Freshwater-seawater dual system cooling			
Lubricating System	-	Forced lubrication by internal pump (The system oil is also used as turbocharger lubricating oil.) (The system oil is also used as rocker arm lubricating oil.)			
Type of lubricating oil sump	-	The hull-mounted reserve tank is also used as a sump within the oil pan (wet)			
Type of starting	-	Air starter			
Engine dimensions	Overall length	mm	2,775		
	Overall width	mm	1,565		
	Overall height	mm	2,270		
Mass (of engine only)	kg	6,500 (varies depending on specification)			
Marine gear	Type	-	YX-1000 (C)		
	Weight	kg	2,200 (2,400)		

Engine model naming



## 1. ENGINE DESCRIPTION

YANMAR 6N21A-4

## 1-2 Accessories and attachments

Accessory	Type	Remarks
Turbocharger	Exhaust gas turbine	
Charge air cooler	Plate-finned, multi-tubular	
Governor	Hydraulic	
Fuel injection pump	Bosch	
Fuel injection valve	Non-cooled perforated	
Fuel feed pump	Gear (cog wheel)	For M.D.O.
Fuel oil filter	Manual back-washing duplex, change-over notch wire	For engine inlet
Lubricating oil pump	Gear (cog wheel)	
Lubricating oil cooler	Low-finned tube, multi-tubular	With automatic thermostat
Lubricating oil filter	Manual back-washing duplex, change-over notch wire type	
Lubricating oil bypass filter	Centrifugal	
Lubricating oil tank	Oil pan type	The hull-mounted reserve tank is also used for
cooling water pump	Centrifugal	Cylinder jacket side (Optional for the cooler side)
Lubricating oil priming pump	Gear with motor	
Air starter	Turbine	

Gambar 3.2. M/E YANMAR 6N21A-W



Sumber foto MT. DESNA



Gambar 3.3. *INJECTOR*



Sumber foto MT. DESNA

Gambar 3.4. A/E YANMAR



Sumber foto MT. DESNA



## B. PEMBAHASAN

### 1. Situasi dan Kondisi

Pada penulisan penelitian ini dilakukan pengkajian dengan menggunakan fakta-fakta dari pengalaman juga pengetahuan yang telah dipadukan dari permasalahan yang penulis lihat dan alami saat bekerja di atas kapal MT. DESNA. Adapun peristiwa yang terjadi sebagai berikut yaitu:

#### a. Pengabut Bahan Bakar yang Tidak Berfungsi Maksimal

Pengabut bahan bakar (*injector*) berfungsi untuk mengabutkan atau menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk butiran-butiran halus dan terbagi rata pada kecepatan tinggi ke dalam ruang bakar. Pengabut bahan bakar akan bekerja pada saat tertentu sewaktu pompa bahan bakar memompakan bahan bakar dengan tekanan  $340 \pm 0.5$  bar (*Referensi manual's book*). Jika tekanan pengabut kurang dari tekanan normal, maka proses pengabutan menjadi tidak sempurna. Kejadian ini penulis pernah alami. Saat kapal dalam pelayaran dari Singapore area menuju Malaysia, terlihat asap tebal yang keluar dari cerobong, setelah di cek temperature gas buang main engine rendah. Temperature normal  $380^{\circ}\text{C}$  turun  $240^{\circ}\text{C}$ .

#### b. Terdengar bunyi yang tidak normal didalam salah satu cylinder.

Hal serupa juga penulis pernah alami, saat kapal olah gerak untuk *Ship To Ship (STS)*, terdengar suara yang tidak normal cylinder mesin induk sebelah kanan. Setelah di cek, suara tidak normal tersebut

datang dari silinder No.1 dan No.5. Setelah diadakan pemeriksaan didapati tekanan pada pengabut rendah dan ada kebocoran pada nozzle.

## 2. Pemecahan Masalah

Dari kejadian diatas maka Solusi dari kejadian tersebut adalah sebagaiberikut:

### a. Pengabut Bahan Bakar yang Tidak Berfungsi Maksimal

Hal ini disebabkan oleh pengabut bahan bakar yang tidak bekerja maksimal. Setelah mesin induk di dinginkan, Chief engineer menginformasikan ke mualim jaga untuk mengadakan pemeriksaan pada main engine. Setelah stop, Chief Engineer memerintahkan untuk membongkar semua pengabut bahan bakar dan test tekanan pengabut bahan bakar satu persatu. Salah satu dari pengabut bahan bakar t ekanannya kurang, hanya 220 bar. Mur pengunci pada pengatur tekanan pengabut longgar sehingga menyebabkan mur pengatur tekan ikut berputar. Adapun pengabut yang lainnya sekaligus diganti nozzle yang baru dan dites sesuai tekanan yang tertera di manual's book. Setelah selesai di record dan diupdate pada Planned Maintenance System (PMS).

### b. Terdengar bunyi yang tidak normal didalam salah satu cylinder.

Setelah kapal selesai sandar dan pendinginan mesin induk. Kami mencabut semua injector untuk di test ulang. Didapat bahwa tekanan pengabut bahan bakar sebagian pada pengabut yang rendah dan terdapat kebocoran pada nozzle. Pada pengabut yang

bocor, terjadi keausan dan kotor oleh kerak yang melengket pada jarum nozzle-nya. Selanjut penagabut bahan bakar yang masih bagus dibersihkan dan di atur kembali tekanannya sesuai dengan yang tertera di manual' book.

### 3. Perawatan

#### a. Melakukan Perawatan dan Perbaikan Nozzle Injector

Pada saat terjadi proses penyemprotan bahan bakar dengan tekanan yang tinggi, kadang kala dengan kualitas bahan bakar yang kurag baik seperti bahan bakar yang mengandung beberapa logam berat seperti besi, timbal dan lainnya, bisa mempengaruhi elastisitas pegas dan nozzle. Dengan banyaknya lumpur yang masuk pada saluran bahan bakar pada permukaan ujung jarum nozzle atau lubang penyemprotan secara terus menerus maka lubang penyemprotan akan menjadi mengecil akibat tertutup sebagian kerak yang tidak dapat di kabutkan bersama bahan bakar di ruang bakar. Sehingga ujung jarum nozzle atau lubang penyemprotannya tidak sempurna lagi bentuknya. Dengan ujung nozzle dan lubang penyemprotan yang sudah tidak sempurna lagi bentuknya, akan membuat bahan bakar menetes dan tidak terbakar dengan sempurna. Oleh karena itu nozzle yang sudah tertutup oleh kerak tersebut perlu di bersihkan. Sedangkan apabila nozzle sudah di bersihkan tapi penyemprotan masih tidak sempurna, maka satu-satunya cara adalah dengan mengganti nozzle dengan yang baru. Proses penggantian nozzle baru, sebelum di pasang ke dalam injector harus

dioles dahulu dengan pasta agar kedudukan nozzle tepat pada tempatnya. Kemudian di lakukan pengetesan dengan menggunakan alat test pump injector process agar mendapatkan pengabutan yang sempurna sesuai dengan Instruction Manual's Book. Penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam silinder sempurna sehingga menghasilkan daya yang bisa menunjang mesin induk bekerja dalam performa baik guna memperlancar pengoperasian kapal. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar ini di atas kapal berpedoman dengan jam kerja (Running Hours) yaitu 1.500 -2.000 jam. Untuk menghasilkan tekanan tinggi yaitu 340 bar, komponen pengabut bahan bakar seperti spring retainer harus dalam kondisi baik. Spring valve yang sudah lemah / rusak menyebabkan tekanan pengabutan pada pengabut bahan bakar turun, sehingga penyemprotan bahan bakar oleh pengabut tidak maksimal. Akibat dari penyemprotan bahan bakar yang tidak maksimal, maka pembakaran di dalam cylinder tidak sempurna. Oleh karena itu spring retainer yang sudah lemah / rusak harus diganti dengan yang baru dan menggunakan genuine part.

Spring retainer harus selalu diperhatikan setiap kali injector dibuka. Kalau ditemukan spring injector sudah lemah, maka harus dilakukan penggantian. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar yang sudah mencapai jam kerjanya atau alat pengabut yang tidak bekerja dengan baik (rusak) sebaiknya diganti dengan spare part baru dengan kualitas yang baik. Hal ini untuk merupakan

suatu usaha atau kegiatan agar kondisi pengabut bahan bakar selalu dalam kondisi yang baik dan dapat dicegah terjadinya kerusakan yang lebih parah. Dengan perawatan yang baik dilakukan secara rutin maka dengan sendirinya tercapai apa yang kita kehendaki seperti:

- 1) Daya kerja alat pengabut lebih lama.
- 2) Kemampuan beroperasinya lebih tinggi
- 3) Mesin induk bekerja lebih efisien
- 4) Kapal selalu siap beroperasi

Dengan melaksanakan persyaratan-persyaratan, maka perawatan dapat berjalan dengan baik dan tepat pada waktunya sesuai dengan perencanaan sebelum dan setiap kegiatan perawatan harus dicatat dalam buku catatan pemeliharaan untuk mempermudah dalam rangka pembuatan rencana perawatan berikutnya.

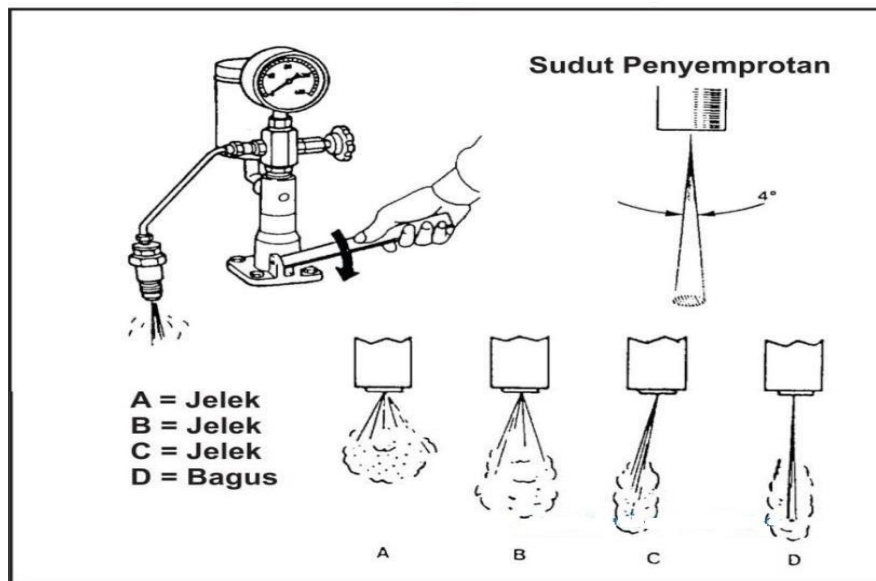
b. **Membersihkan dan Pengetesan Pengabut Bahan Bakar yang Benar**

Untuk memperoleh hasil penyemprotan / pengabutan yang baik harus ditunjang oleh performa yang baik dari pengabut bahan bakar. Sehingga dalam pengoperasiannya dapat menghasilkan daya mesin induk yang optimal. Untuk mempertahankan kinerja dari pengabut bahan bakar maka pengabut bahan bakar harus sering dilakukan pressure test dan dibersihkan secara berkala sesuai dengan Planned Maintenance System (PMS). Adapun tahap-tahap perawatan pengabut bahan bakar adalah sebagai berikut:

- 1) Pengabut bahan bakar harus dicabut total dari kedudukannya pada cylinder head mesin induk, lalu dibersihkan bodi keseluruhan dan apabila pengabutnya kurang sempurna/menetes baru di overhaul.
- 2) Bagian pengabut dibuka satu persatu, mulai dari membuka penutup atas dan melonggarkan mur, penyetel/lock mur untuk mengendorkan batang pengatur tekanan kerja (adjusting screw) kemudian bagian-bagian yang lain dikeluarkan semua untuk dibersihkan, kemudian membuka mur penekan nozzle assembly dan diadakan pemeriksaan semua detail dari pengabut serta nozzle-nya, terutama pegas, jarum dan lubang-lubang nozzle yang mungkin terjadi keausan pada seatingnya atau batang nozzle-nya. Pada lubang-lubang Oriifice Nozzle dibersihkan menggunakan sikat baja yang halus sesuai dengan ukurannya. Bersihkan timbunan arang pada mulut dan lubang-lubang nozzle yang mungkin menempel dan mengeras. Kalau masih terlihat bagus jarum nozzle-nya agar di grinding / di lapping menggunakan braso.
- 3) Perakitan kembali setelah proses pembersihan nozzle selesai, maka proses berikutnya adalah merakit kembali dengan pemeriksaan ulang terhadap komponen yang dirakit (misalnya jarum nozzle, badan nozzle).
- 4) Dalam penyetelan tekanan kerja perhatikan momen punter mur pengunci sesuai yang diizinkan didalam buku pemeliharaan, setelah mencapai tekanan kerjanya bila pengabutannya sudah

- 5) sempurna dan tak menetes lagi, mur penahan adjusting screw dikencangkan dan bodi pengabut dilumasi dengan “Molycote” serta siap untuk dipasang kembali seperti semula padakedudukannya di atas cylinder head.
- 6) Setelah menyelesaikan uji tekanan kerja nozzle pada alat pengujian dengan mencapai hasil pengabutan yang ideal 340 kg/m<sup>2</sup> dan pengujian dinyatakan baik, maka selanjutnya pengabut dapat dipasang kembali seperti semula.
- 7) Setelah membersihkan dudukan pengabut dan menyiapkan gasket (paking tembaga) pengabutnya dipasang kembali pada dudukannya kemudian mur penekan dan sambungan-sambungan saluran bahan bakar dipasang kembali, setelah selesai, handle bahan bakar dinaikkan kemudian pompa bahan bakar tekanan tinggi dipompa secara manual hingga bahan bakar keluar pada mur penyambung pipa bahan bakar dengan pengabutnya, kemudian murnya diikat pada kunci momen. Dengan demikian penyemprotan bahan bakar yang baik akan menghasilkan pembakaran dalam cylinder sempurna sehingga menghasilkan daya yang bisa menunjang mesin induk bekerja dalam performa baik guna memperlancar pengoperasian kapal. Dalam melaksanakan perawatan pengabut bahan bakar ini di atas kapal berpedoman dengan jam kerja (Running Hours) yaitu 1.000-1.500 jam.

Gambar 3.5. Pemeriksaan Pengabut Bahan Bakar



Sumber : pdfcoffee.com

#### 4. Bahan Bakar yang Digunakan Kualitasnya Kurang Baik

Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara melakukan perawatan bahan bakar **menggunakan FO Treatment dalam perawatan bahan bakar.** Untuk mendapatkan bahan bakar yang berkualitas baik dapat dilakukan perawatan dengan menggunakan Fuel Oil Treatment (FOT). Pada beberapa kapal sebelum menerima bahan bakar baru di tangki dasar dimasukkan chemical (Fuel Oil Treatment) sesuai takaran perbandingan yang diinginkan, hal ini dilakukan untuk:

- a. Memisahkan lumpur dari bahan bakar
- b. Meningkatkan kemampuan pengabutan

Mencegah terjadinya korosi pada tangki–tangki penyimpanan dan saluran pipa-pipa bahan bakar. Chemical yang dicampurkan dengan bahan bakar akan memisahkan Lumpur dan kotoran-kotoran berat kedaras tangki. Hal yang harus dilakukan adalah dengan memanasi tangki - tangki dasar



ini sampai temperatur  $32^{\circ}\text{C}$  diatas titik beku (Pour Point) untuk MFO (Marine Fuel Oil) titik bekunya  $0-20^{\circ}\text{C}$  berarti tangki dasar yang berisi IFO tersebut harus dipanasi hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan proses transfer bahan bakar dari tangki dasar endap (settling tank) agar dengan mudah dihisap / ditekan oleh pompa transfer bahan bakar.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian-uraian pada bab sebelumnya, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan dengan harapan dapat memberikan pedoman atau penyelesaian tentang masalah yang sama kepada para pembaca, yaitu sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan kualitas pengabutan bahan bakar pada mesin induk tidak optimal yaitu:
  - a. Pengaruh kesempurnaan pembakaran pada mesin induk bahan bakar antara lain: Daya kerja dari mesin induk menjadi menurun sehingga konsumsi bahan bakar menjadi boros akibat dari kondisi Injector yang tidak baik.
  - b. Pengaruh kurang optimalnya kerja Injector dalam mengabutkan bahan bakar dalam waktu yang berkala antara lain: Akibat dari tidak samanya tekanan kompresi pada tiap-tiap silinder maka pada posisi crank shaft akan bengkok karena mendapat tekanan yang berbeda pada tiap sisi silinder.
2. Upaya mengoptimalkan kerja Injector antara lain: Menjaga system pengabutan bahan bakar agar pembakaran pada mesin induk menjadi optimal dengan melakukan perawatan sesuai instruksi manual's book di kapal.

## B. SARAN

Dari kesimpulan di atas maka penulis dapat memberikan saran mengenai permasalahan sebagai berikut:

1. Perlunya meningkatkan perawatan Injector untuk mencegah tersumbatnya lubang pengabut dari kerak dan menjaga kualitas bahan bakar agar terjadi pengabutan yang sempurna.
2. Perlunya perawatan dan perbaikan Injector yang teratur dan terencana serta jika ditemukan kelaian dan gangguan pada injektor harus diatasi sedini mungkin sehingga mesin induk dapat bekerja dengan optimal sebagai mesin penggerak utama.
3. Perlunya perawatan dengan memperhatikan kondisi jam kerja permesian sesuai dengan standar manual book dan pengecekan yang dilakukan dari dampak yang ditimbulkan baik dalam jangka waktu yang singkat serta dampak jangka panjang dari tidak sempurnanya pembakaran bahan bakar pada mesin induk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Burghardt dan Kingsley. 1983. Marine Diesels. New York : United States Merchant Marine Academy, Kings Point
- Fatimah. 2016. Teknik Analisis SWOT. Jakarta : PT. Triasko Madra
- Indrawan dan Yuniawati. 2014. Teknik Pengumpulan Data. Bandung : PT. Alfabeta
- Kartono, Katini. 1996. Pengantar Metodologi Riset Sosial. Bandung : PT. Mandar Maju
- Johan, Jusak Handoyo. (2014). Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, Jakarta : Maritime Djangkar (Sudivisi)
- Karyanto. (2002). Panduan Reparasi Meisn Diesel. Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta
- P.Van Maanen. (2007). Motor Diesel Kapal, Nautech
- Maleev, L dan DR.A.M. 1996. Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Sehwarat, M.S dan Narang . (2001). Production Management. Jakarta ~~Raj~~ PT. Grafindo Persada
- Setiawan. 2016. Kegiatan Menghimpun Informasi. Yogyakarta : Quadrant
- Sugiyono. 2009. Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi. Bandung: CV Alfabeta
- Sukoco dan Zainal Arifin. (2008). Teknologi Motor Diesel. Bandung : Alfabeta
- Tim Penyusun PIP Semarang. Motor Diesel Penggerak Utama. Jakarta: Pradnya Paramita

## Lampiran 1 : Ship Particular

GEA-DELTA (INTERNATIONAL) PTE LTD - FLEET PARTICULARS	
06.11.2014	M. T. DESNA
Owner	Gea-Delta Pte Ltd 438 Alexandra Road, # 13-03, Alexandra Point. Singapore 119958
Type	Double-Hull Bunker Tanker Twin Screw
Trade Limits / SB Licence	Singapore 30' Special Limits / SB No. 3838D
Year Built / Keel Laid	2014 / 24.03.2014
Date launched	29/05/2014
Date of Building Contract / Delivery	26.11.2012 / 26.11.2014
Builder	Avic Dingheng Shipbuilding Co. Ltd. China
Class ABS	+A1, Fuel Oil Carrier, E + AMS, RRDA, ESP, CPS, C
Hull No. / ABS Reg. No.	AD0017 / YY244367
IMO No. / IMO Co. Identification No.	9730191 / 1712820
MMSI Number	564688 000 - Accounting Authority RS01
Registry / Flag	Singapore
Official No.	399259
Call Sign	9V2644
GRT / NRT	2,995 mts / 1,204 mts
LOA / Registered Length / LBP	89.95 m / 85.00 m / 85.00 m
Moulded Breadth	16.0 m
Moulded Depth	7.30 m
Maximum Height KTM	31.3 m
Light Ship / Draft	2023 mt / 2.01 m
FWA	128 mm
TPC ( Designed Draft ) / Constant	12.7 tons /
Summer Draft / Freeboard	5.80 m / 1.5 m
Summer Displacement	6501.6 mt
Summer Deadweight	4459 mts
COT Capacity 100 %	4167.101 m <sup>3</sup>
Slop Tanks ( P & S )	177.7 m <sup>3</sup>
Ballast Tanks ( )	2012 m <sup>3</sup>
FW Tanks ( )	84.6 m <sup>3</sup>
Bunker Tanks ( )	177.1 m <sup>3</sup>
Main Engine	Yanmar 2 x 956 Kw x 850 rpm
Make / Model	Yanmar - 6N21A-EW
Maker	Yanmar Diesel Engine Co. Ltd. Japan
Diesel Generator	Yanmar 6NY16L-DW, 3 sets x 280 Kw x 1,200 rpm, AC, three phases, 440V, 60 Hz
Emergency Generator	Cummins, 1 set x 91 Kw x 1,800 rpm
Speed / Consumption ( 90% MCR )	11.0 Knots
BHP	1,912 Kw
Bow Thruster	Yes. Schottel, STT170-FP, 1 set x 350 Kw
Cargo Pump ( Engine )	Taiko, CSE-1000A, 2 sets x 496 Kw, 800 m <sup>3</sup> / hr
Stripper ( Motor )	NIL
COT Coating	Yes. Epoxy
COT Heating	N.A.
Cargo Grade	MFO
Lifting Capacity ( SWL )	2 tons

## Lampiran 2 : Manual Book

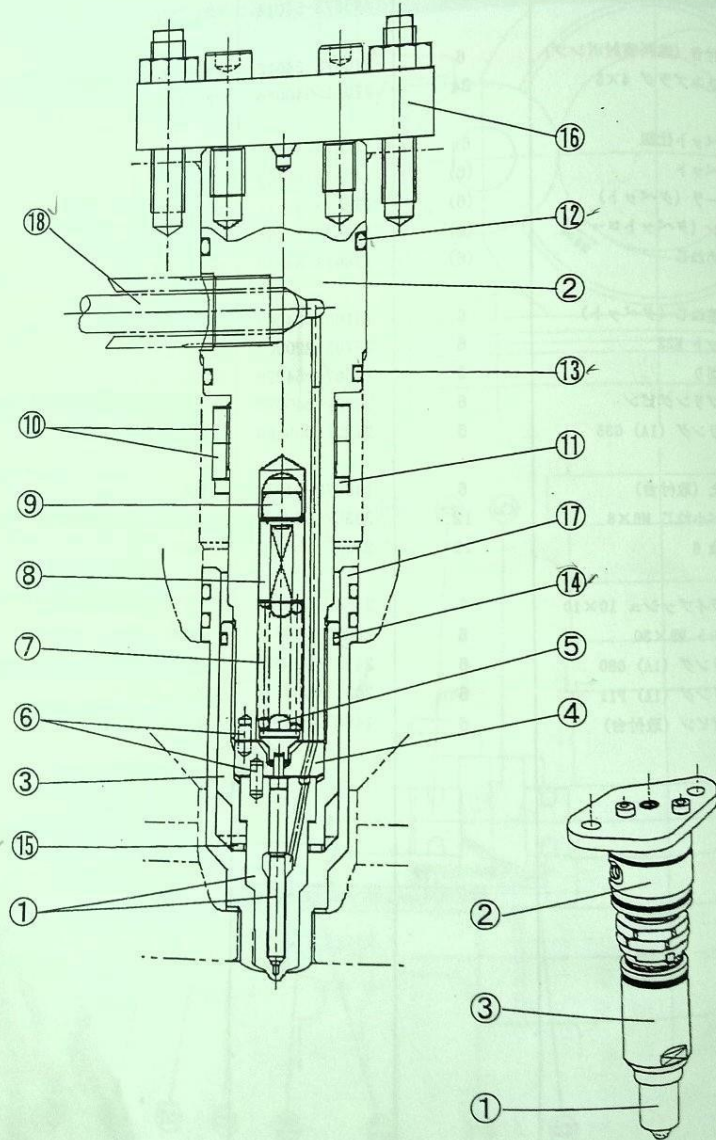
付図30. 燃料噴射弁仕組 2/2  
 Fig.30 FUEL INJECTION VALVE ASS'Y

品番	部品名称	数量 Quantity	部品番号 Part No.	Part Name
	燃料噴射弁仕組	6set	747685-53100	FUEL INJECTION VALVE ASS'Y.
1	ノズル仕組	6s	147685-53000	NOZZLE ASS'Y
2	ノズルホルダ	6	147673-53101	NOZZLE HOLDER
3	ノズルナット	6	146673-53080	NOZZLE NUT
4	バルブストップスペーサ	6	146673-53230	SPACER, valve stop
5	ノズルスプリングシート	6	146673-53210	SEAT, nozzle spring
6	平行ピン	24	138613-53200	STRAIGHT PIN
7	ノズルスプリング	6	146623-53120	NOZZLE SPRING
8	ばね受 (上部)	6	147673-53141	SPRING SHOE, upper
9	ばね受ガイド	6	146673-53160	GUIDE, spring shoe
10	調整ナット	12	146673-53170	ADJUSTING NUT
11	スペーサ (調整ナット)	6	146673-53150	DISTANCE PIECE, adjusting nut
12	Oリング	6	√151673-51381	O-RING
13	Oリング	6	√146673-53900	O-RING
14	Oリング	6	√128633-11880	O-RING
15	ノズルパッキン	6	√137600-53091	NOZZLE PACKING
16	押え板 (燃料噴射弁)	6	付図 1 参照	FIXING PLATE, fuel injection valve
17	ノズルスリーブ	6	Refer to Fig.1	NOZZLE SLEEVE
18	燃料噴射管	6 ✓	付図 36 参照 Refer to Fig.36	FUEL INJECTION PIPE

6N21A-W

付圖30. 燃料噴射弁仕組  
 Fig.30 FUEL INJECTION VALVE ASS'Y

1/2



6N21A-W

## RIWAYAT HIDUP



RAPIUDDIN MASE, lahir di Belawa pada tanggal 17 Juli 1977 anak dari Bapak H. MASE dan Ibu HJ. RUGAIYAH penulis adalah anak ketiga dari enam bersaudara. Penulis sekarang bertempat tinggal di Tanrutedong, Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan.

1. SD Negeri 3 Lancirang ( Kabupaten Sidrap ) Dan Lulus Tahun 1986.
2. SMP NEGERI 3 Lancirang ( Kabupaten Sidrap ) Dan Lulus Tahun 1992
3. STM Negeri Pare-Pare ( Sulawesi Selatan ) Dan Lulus Tahun 1995.
4. Mengikuti program diklat pelaut jurusan Teknika dan Diploma-IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, Angkatan XVI Tahun 1995 dan lulus (ATT III) tahun 2000.
5. Diklat pelaut Peningkatan Pasca Layar (DP-II/ATT II) di Politeknik Ilmu Pelayaran ( PIP ) Semarang tahun 2004,
6. Diklat Pelaut Peningkatan ( DP-I/ATT I ) di PIP Makassar tergabung pada Angkatan XXXIX periode Bulan MEI 2024 sampai dengan sekarang, penulisan Karya Ilmiah Terapan yang penulis buat sebagai syarat untuk menyelesaikan Program pendidikan DP-1.



**Riwayat Pekerjaan :**

1. PT. Lian Lestari ( Third Engineer ) 2000 - 2001
2. Ban Hoe Leong Shipping Co. Pte Ltd ( Second Engineer ) 2002 - 2006
3. Ban Hoe Leong Shipping Co. Pte Ltd ( Chief Engineer ) 2006 - 2007
4. BRIGHT Shipping ( first Engineer ) 2007 – 2008
5. Ban Hoe Leong Shipping Co. Pte Ltd ( Chief Engineer ) 2008 - 2010
6. Stellar Ship Management Services PTE. LTD (Chief Engineer ) 2011 –  
sekarang 2024