

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**MENGOPTIMALKAN KERJA PENGABUT BAHAN
BAKAR MOTOR INDUK UNTUK KELANCARAN
PENGOPERASIAN KAPAL MT. PUPUK INDONESIA**

Oleh :

K U S N A D I
NIS : 01362/T-1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2016**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Diklat Pelaut I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta, dengan Judul :

MENGOPTIMALKAN KERJA PENGABUT BAHAN BAKAR MOTOR INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL MT. PUPUK INDONESIA

Dalam menyusun makalah ini penulis menggabungkan pengalaman dan data-data yang penulis dapatkan sewaktu bekerja di atas kapal MT. PUPUK INDONESIA yang ditunjang dengan buku-buku panduan serta bimbingan dari para dosen pembimbing STIP Jakarta.

Namun demikian penulis juga menyadari bahwa makalah ini masih belum sempurna, baik dari segi materi maupun penulisannya. Untuk itu dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi memperkaya dan menyempurnakan makalah ini.

Pada penulisan makalah ini penulis juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang turut ambil bagian dalam penulisan makalah ini baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu dengan kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Yth. Pranyoto, S. Pi., MAP selaku Kepala STIP Jakarta
2. Yth. Drs. Bambang Sumali, M.Sc selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha STIP Jakarta.
3. Yth. Nafi Almuzani, M. MTr selaku Ketua jurusan Teknik STIP Jakarta.
4. Yth. AA. Helmy, selaku Dosen Pembimbing Materi Makalah.
5. Yth. April Gunawan Malau , S.Si., M.M selaku Dosen Pembimbing Penulisan makalah.
6. Yth. Rekan-rekan PISIS Diklat Pelaut ATT-I Angkatan LXIII.
7. Istriku tercinta Hj. Neneng Kurniasih, anak-anak dan cucu-cucu tersayang yang selalu memberikan semangat serta doa dalam penyelesaian makalah ini.

8. Semua pihak yang belum disebut disini yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan makalah ini.

Menyadari kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan makalah, kritik dan saran yang membangun untuk lebih sempurnahnya makalah ini sangat kami harapkan. Akhir kata penulis menyampaikan banyak terima kasih.

Jakarta, Agustus 2016

Penulis,

K u s n a d i
Nis. 01362/T-1

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan, dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	3
E. Waktu dan Tempat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan Makalah	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
A. Tinjauan Pustaka	9
B. Kerangka Pemikiran	23
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	26
A. Deskripsi Data	26
B. Analisis Data	27
C. Pemecahan Masalah	29
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran-saran	42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

Ferdinand L. Singer, Andrew Pytel *Ilmu Kekuatan Bahan* (Jakarta: Erlangga 1995)

Instruction Manual Book MT. Pupuk Indonesia

Iwan Setyadi, *Pemilihan Material Baja* (Jakarta: Erlangga 2009)

J.E., Habibie, *Manajemen Perawatan dan Perbaikan* NSOS

Priambodo, *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* (Jakarta: Erlangga 1995)
Cetakan ke III.

Wiranto Arismunandar, *Motor Diesel Putaran Tinggi* (Jakarta: Pradnya Paramita,
2008; 98).

Drs. Daryanto, Drs. Ismanto Setyabudi, M.Pd, *Teknik Motor Diesel* (Bandung:
Alfabeta 2015)

Kamus Besar Bahasa Indonesia, Cetakan ke empat Tahun 2008

DAFTAR GAMBAR

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**MENGOPTIMALKAN KERJA PENGABUT BAHAN
BAKAR MOTOR INDUK UNTUK KELANCARAN
PENGOPERASIAN KAPAL MT. PUPUK INDONESIA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut I**

Oleh :

K U S N A D I
NIS : 01362/T-1

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2016**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama	:	KUSNADI
NIS	:	01362/T-1
Program Pendidikan	:	Diklat Pelaut I
Program Studi	:	Teknika
Judul	:	MENGOPTIMALKAN KERJA PENGABUT BAHAN BAKAR MOTOR INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL MT. PUPUK INDONESIA

Jakarta, Agustus 2016

Pembimbing I

AA. Helmy

Pembimbing II

April Gunawan Malau, S.Si. M.M

Penata Tk.I (III/d)

Nip. 1972041311 998031 005

Mengetahui:

Kepala Jurusan Teknika

Nafi Almuzani, M. MTr

Penata (III/c)

Nip. 19720901 200502 1 001

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada umumnya suatu perusahaan menginginkan agar kegiatan operasional berjalan dengan lancar, khususnya perusahaan pelayaran yang selalu menargetkan dan menginginkan pengoperasiannya dalam bisnis jasa pengangkutan laut berjalan dengan lancar tanpa hambatan, serta menghasilkan keuntungan yang besar demi kemajuan perusahaan, maupun untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan karyawannya.

Kelancaran pengoperasian di kapal tidak lepas dari pengoperasian mesin penggerak utama dan pesawat-pesawat bantu lainnya sebagai pendukung dari sistim kerja motor induk. Untuk menunjang kelancaran mesin penggerak utama tersebut, salah satunya diperlukan alat pengabut bahan bakar yang digunakan untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang pembakaran di dalam silinder mesin penggerak utama, dimana masing-masing silinder terdapat satu buah alat pengabut bahan bakar, alat pengabut bahan bakar tersebut mendapat asupan bahan bakar dengan tekanan tinggi sehingga bahan bakar yang disemprotkan oleh alat pengabut tersebut berupa pengabut kedalam ruang silinder, di dalam silinder terdapat torak yang bergerak naik dan turun yang mana udara yang sangat tinggi, udara bertekanan ini dan bahan bakar yang berbentuk pengabut serta suhu di dalam ruang pembakaran yang cukup bercampur menjadi satu maka timbulah pembakaran bahan bakar di dalam ruang silinder yang selanjutnya mendorong torak yang bergerak turun, karena adanya pembakaran bahan bakar di dalam ruang pembakaran, dari pembakaran yang terus berkelanjutan maka timbul sisa pembakaran di ruang pembakaran sedangkan alat pengabut bahan bakar tersebut berhubungan langsung dengan pembakaran sehingga sebagian sisa pembakaran yang menempel di alat pengabut tersebut menghambat proses pengabutan bahan bakar, selain dari itu suhu pembakaran yang tinggi juga mempengaruhi komponen dari alat pengabut bahan bakar melalui rambatan panas yang ditimbulkan oleh ledakan di ruang pembakaran.

Bahan bakar dan penumpukan kotoran-kotoran arang (karbon) dari hasil pembakaran bahan bakar pada saat proses kompresi pembakaran bahan bakar di dalam silinder membuat pengabut bahan bakar tidak optimal. Dengan demikian maka hal tersebut menjadi bahan kajian buat penulis untuk pembuatan makalah, apalagi hal tersebut berhubungan dengan kondisi mesin induk yang mengakibatkan terhambatnya pengoperasian kapal baik daya atau tenaga mesin induk yang tidak bekerja secara optimal.

Beberapa keluhan yang dialami saat Motor induk beroperasi diantaranya adalah:

1. Tenaga yang dihasilkan tiap-tiap silinder tidak sama.
2. Terdengar suara ketukan (detonasi).
3. Perbedaan suhu gas buang pada masing-masing silinder.
4. Nozzle pengabut bahan bakar buntu.
5. Pegas pengabut bahan bakar patah.
6. Bahan bakar yang kotor.
7. Asap yang keluar dari cerobong berwarna hitam.

Sesuai dengan pengalaman penulis yang bekerja sebagai Masinis I di kapal MT. PUPUK INDONESIA , hal tersebut terjadi beberapa kali terhadap mesin induk dan harus dihentikan sementara dikarenakan permasalahan pada pengabut bahan bakar sebab daya yang dihasilkan mesin induk menurun. Untuk hal tersebut diatas maka penulis memilih dan menyusun makalah dengan judul :

**“MENGOPTIMALKAN KERJA PENGABUT BAHAN BAKAR MOTOR
INDUK UNTUK KELANCARAN PENGOPERASIAN KAPAL MT. PUPUK
INDONESIA”**

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Bertitik tolak pada latar belakang yang telah di uraikan diatas maka identifikasi masalah yang dapat penulis rumuskan adalah :

- a. Nozzle pengabut bahan bakar buntu.
- b. Pegas pengabut bahan bakar patah..
- c. Perbedaan suhu buang pada masing-masing silinder.
- d. Bahan bakar yang kotor.
- e. Keluarnya asap hitam pada cerobong.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, penulis membatasi masalah pada nozzle pengabut bahan bakar buntu dan pegas pengabut bahan bakar patah.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas maka penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Mengapa nozzle pengabut bahan bakar buntu ?
- b. Mengapa pegas pengabut bahan bakar patah ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan makalah ini adalah :

- a. Untuk dapat mengetahui dan menganalisa mengapa nozzle pengabut bahan bakar yang buntu.
- b. Untuk dapat mengetahui dan menganalisa mengapa pegas pengabut bahan bakar patah.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah :

- a. Manfaat secara teoritis memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang Teknik permesinan kapal khususnya pada alat pengabut bahan bakar motor diesel dan komponen pada pengabut bahan bakar.
- b. Manfaat secara praktis dapat membantu para masinis khususnya diatas kapal MT. PUPUK INDONESIA yang apabila terjadi masalah pada pengabut bahan bakar dengan masalah yang sama dapat mengatasinya sehingga motor induk dapat beroperasi dengan lancar.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Sesuai dengan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal, ada beberapa masalah yang terjadi pada motor induk baik itu terjadi pada pendinginan, pelumasan maupun terhadap pembakaran pada motor induk tersebut terutama

pada pengabut bahan bakar yang sedang dibahas didalam makalah ini dimana metode pendekatannya antara lain :

a. Studi kasus

Kasus yang terjadi pada kapal MT. PUPUK INDONESIA dimana saat motor induk beroperasi dengan putaran penuh suhu gas buang pada masing-masing silinder terjadi perbedaan dimana pada silinder no.6 suhu gas buang rendah sehingga terjadi perbedaan gas buang pada silinder no.6 dengan silinder lainnya juga adanya ledakan di dalam sinder, cerobong gas buang ada asap hitam sehingga motor induk dihentikan.

b. *Problem solving*

Pada kasus silinder no.6 sehingga tenaga motor induk tidak bekerja secara optimal yang pada akhirnya operasional kapal terhambat dan target pencapaian tujuan kapal tidak tercapai, maka perlu adanya perhatian terhadap pengabut bahan bakar yang merupakan masalah yang harus dibahas dan perlu perhatian dalam penanganannya serta proses kerja dari pengabut tersebut.

2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah penting untuk melakukan sesuatu penelitian dengan didasarkan dengan fakta dan informasi yang di peroleh penulis selama bekerja sebagai Masinis I di atas kapal MT. PUPUK INDONESIA serta melalui buku-buku yang penulis baca mengenai permasalahan yang penulis bahas dalam makalah sebagai acuan penyusunan penelitian dan menjelaskan bagaimana melakukan tehnik pengumpulan data dengan mengemukakan cara mendapatkan data yang berkaitan dengan alat pengabut bahan bakar serta yang berhubungan dengan pengabut tersebut dan hal-hal yang berkaitan dengan pengabut adalah sebagai berikut :

a. Observasi

Pengamatan atau observasi yang dilakukan di antaranya pada system pengabutan bahan bakar serta menelusuri aliran bahan bakar dimulai dari tangki penampungan bahan bakar dan tangki harian serta alat pembersih bahan bakar sampai kepada pompa pengabut bahan bakar selanjutnya bahan bakar dikabutkan di pengabut bahan bakar, selain itu suhu bahan bakar pada sistem bahan bakar serta pengetesan pada alat pengabut dimana pengabutan

pada alat pengabut bahan bakar pada saat dites dan tekanan yang diberikan pada pengabut bahan bakar tersebut (lihat gambar lampiran 1). Penulis pun mengamati sistem kerja dari komponen-komponen alat pengabut (lihat pada gambar lampiran 2), yang mana komponen dari pengabut bahan bakar perlu diperhatikan karena berhubungan dengan pengabut tersebut.

b. Wawancara

Dalam proses wawancara ada beberapa pertanyaan yang penulis ajukan kepada beberapa sumber untuk mendukung penulisan makalah ini. Pertanyaannya : Apa pengaruh pengabut bahan bakar terhadap proses pengabutan ?

Jawaban : 1) Pembakaran di dalam ruang silinder
2) Suhu gas buang pada silinder
3) Daya yang dihasilkan pada silinder
4) Penyebaran pengabut di ruang pembakaran

Sumber : Kepala Kamar Mesin

Pertanyaan : Apa fungsi dan kegunaan alat pengabut bahan bakar ?

Jawaban : Suatu alat yang menjadikan bahan bakar menjadi partikel-
Partikel untuk mempermudah pembakaran di ruang bakar
dengan tekanan 350 kg/cm^2

Sumber : Kepala Kamar Mesin.

c. Dokumentasi

Untuk mendukung penulisan makalah ini penulis mengumpulkan data-data pelaksanaan perawatan mesin diesel induk yaitu : catatan laporan perawatan terencana dan jurnal mesin diatas kapal MT. PUPUK INDONESIA dan kejadian-kejadian terhadap pengabut bahan bakar sebelum penulis bekerja diatas kapal MT. PUPUK INDONESIA serta penggantian pegas pengabut pada catatan suku cadang di kapal.

d. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah tehnik cara pengambilan data dengan memperoleh buku-buku studi referensi yang relevan, sebagai pedoman bagi penulis memecahkan suatu masalah yang akan di bahas dalam penulisan. Jenis-jenis buku yang akan dijadikan referensi diantaranya buku panduan *manual* mesin diesel induk dan sistem kerja dari motor diesel induk serta buku manajemen perawatan dan perbaikan.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam makalah ini adalah di atas kapal MT. PUPUK INDONESIA yang menjadi tempat penulis bekerja sebagai Masinis I di atas kapal MT. Pupuk Indonesia, penulis mendapatkan masalah mengenai tidak tercapainya kondisi operasi motor induk dengan sempurna untuk kelancaran operasional kapal.

4. Teknik Analisis

Adapun menurut Analisa deskripsi kualitatif yang penulis sampaikan adalah kejadian-kejadian yang pernah dialami oleh penulis selama bekerja di atas kapal MT. PUPUK INDONESIA yang berhubungan dengan motor diesel induk, serta memaparkan berdasarkan pengalaman maupun data lain dan teori yang mendukung dalam permasalahan pada alat pengabut bahan bakar dalam makalah ini.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan penulisan pada saat bekerja sebagai Masinis I dikapal MT. PUPUK INDONESIA yang dilaksanakan dari tanggal 05 Nopember 2015 sampai dengan 28 januari 2016.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian melaksanakan penelitian adalah dikapal MT. PUPUK INDONESIA berbendera Indonesia, yang dimiliki oleh perusahaan PT. PUPUK INDONESIA LOGISTIK dan kapal ini jenis Tanker Gas/Chemical serta dalam pelayaran PKT-Bontang ke Gresik

Data-data kapalnya adalah :

- a. Nama kapal : MT. PUPUK INDONESIA
- b. *Type* kapal : Tanker Gas Carrier
- c. DWT (Bobot mati kapal) : 18.360 tons
- d. Tahun Pembuatan : 1994
- e. Nama Perusahaan : PT. PUPUK INDONESIA LOGISTIK
- f. Bendera : INDONESIA

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami penulisan ini, maka susunan-susunan dari makalah ini akan dijabarkan secara singkat pada sistematika penulisan dimana tiap-tiap bab akan berkaitan antara satu sama lain. Adapun sistematika makalah ini antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, identifikasi, batasan dan rumusan masalah, yang selanjutnya disusun, tujuan dan manfaat dari penelitian, metode penelitian yang digunakan, waktu dan tempat penelitian dilaksanakan secara sistematika penulisan. Seringnya penulis mengalami gangguan yang disebabkan oleh pengabut bahan bakar yang tidak sempurna sehingga mengakibatkan kinerja mesin induk menurun, maka penulis mengangkat dan melatar belakangi penulisan makalah ini dengan judul “Optimalisasi kinerja pengabut bahan bakar motor induk untuk kelancaran pengoperasian kapal MT. PUPUK INDONESIA”

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini berisikan teori-teori pendukung dari beberapa tinjauan pustaka yang berhubungan dengan makalah tentang optimalisasi kinerja pengabut bahan bakar dan kerangka pemikiran untuk pengembangan bahasan selanjutnya. Disamping dari pengalaman dan penelitian diatas kapal, penulis mengambil teori-teori dari *manual book* dan beberapa tinjauan pustaka sebagai pendukung untuk pembahasan di dalam makalah ini.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan tentang deskripsi data dari data-data terdahulu di lapangan, yang kemudian dianalisa data nya untuk dicarikan solusi dan pemecahan masalahnya. Kejadian-kejadian yang pernah penulis alami dan penulis analisa pada saat bekerja diatas kapal MT. PUPUK INDONESIA yaitu menangani masalah menurunnya kinerja pengabut bahan bakar motor induk sehingga

mengganggu pengoperasian motor induk dan kapal secara keseluruhan.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan beberapa kesimpulan yang berhasil dihimpun untuk selanjutnya diberikan saran-saran. Penulis menyimpulkan dan menyarankan kepada masinis-masinis diatas kapal agar memperhatikan perawatan secara terencana terutama pada pengabut bahan bakar agar bekerja baik sehingga kinerja mesin induk tidak terganggu.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian Optimal menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi ke IV Tahun 2008 adalah proses, cara, perbuatan untuk menjadikan yang paling baik, paling tinggi dan sebagainya.
2. Pengertian Pengabut bahan bakar Menurut Wiranto Arismunandar (2008, 98) yaitu penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder dilaksanakan dengan mempergunakan sebuah alat yang dinamai penyemprot bahan bakar. Di samping beberapa persyaratan lain yang diperlukan, bahan bakar yang disemprotkan itu harus terbakar sesuai dengan prestasi yang diharapkan.

Dapat dikatakan bahwa fungsi penyemprotan bahan bakar adalah sebagai berikut:

- a. Memasukkan bahan bakar ke dalam silinder sesuai dengan kebutuhan.
- b. Mengabutkan bahan bakar sesuai dengan derajat pengabutan yang diminta.
- c. Mendistribusikan bahan bakar untuk memperoleh pembakaran sempurna dalam waktu yang ditetapkan.

Tekanan udara didalam silinder sudah sangat tinggi (35-50 atm) ketika bahan bakar disemprotkan. Dengan sendirinya tekanan penyemprotan haruslah lebih tinggi dari tekanan udara tersebut. Kelebihan tekanan itu juga diperlukan untuk memperoleh kecepatan penyemprotan (kecepatan bahan bakar keluar dari penyemprot) tertentu, yaitu sesuai dengan derajat pengabutan yang diinginkan.

Makin besar kecepatan penyemprotan makin tinggi derajat pengabutan, kecepatan tersebut dapat mencapai 400m/detik dengan tekanan penyemprotan sampai 200 – 350 kg/cm².

B. Pengertian Motor Induk adalah mesin penggerak utama kapal untuk menjalankan kapal sebagai pembangkit tenaga, dimana daya yang dihasilkan ditransmisikan kepada instalasi tenaga kapal sebagai penggerak kapal untuk beroperasi atau berlayar.

C. Peralatan pengabutan

a. Nozzle

Pengertian Nozzle bahan bakar disebut juga dengan pengabut atau ada yang menyebutnya dengan Injektor. Disebut injektor karena tugas dari komponen ini adalah menginjeksi, dan disebut pengabut karena bahan bakar keluar dari komponen ini dalam bentuk kabut, sedangkan disebut nozzel karena ujung komponen ini luas penampangnya makin mengecil.

b. Fungsi Nozzle

Nozzle berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari *injection pump* ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. Injektor yang dirancang sedemikian rupa merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan antara 60 sampai 200 kg/cm², tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder meningkat menjadi 600°C. Tekanan udara dalam bentuk kabut melalui Injector ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka injektor yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran injektor ini sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali kebagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*).

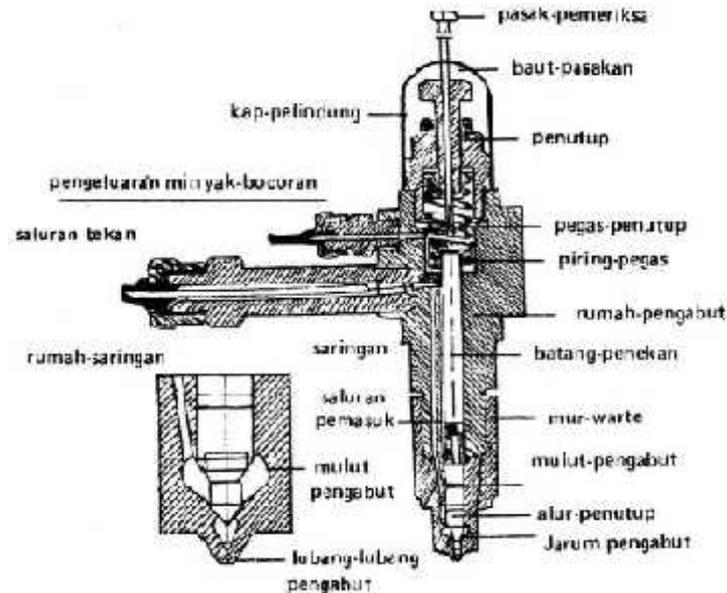
c. Komponen Nozzle

Injection Nozzle terdiri dari nozzle body dan needle. Nozzle menyemprotkan bahan bakar dari pompa injeksi ke dalam selinder dengan tekanan tertentu untuk mengatomisasi bahan bakar secara merata.

Pompa injeksi adalah sejenis katup yang dikerjakan dengan sangat presisi dengan toleransi 0,001 mm, oleh karena itu bila nozzle perlu diganti maka nozzle body dan needle harus diganti bersama-sama.

Injection nozzle harus dilumasi dengan bahan bakar diesel. Nozzle holder

memegang nozzle dengan retaining nut dan distance piece, nozzle holder terdiri dari adjusting washer yang mengatur kekuatan tekanan pegas untuk menentukan tekanan membukanya katup nozzle.



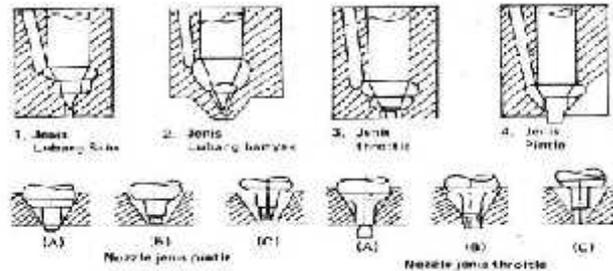
Gambar 2.1
Komponen Pengabut pada kedudukannya

d. **Model Nozzle**

Secara garis besar nozzle dapat dibagi atas model lubang dan model pin.

- 1) ***Injector berlubang*** : Injector berlubang satu (single hole) proses pengabutannya sangat baik akan tetapi memerlukan tekanan injeksi pump yang tinggi. Demikian halnya dengan Injector berlubang banyak (*multi hole*) pengabutannya sangat baik. Injector ini sangat tepat digunakan pada *direct injection* (injeksi langsung).
- 2) ***Injektor dengan model pin***, injektor model pin ini model trottle maupun *model pintle* lebih tepat digunakan pada motor diesel dengan ruang bakar yang memiliki *combustion chamber*, kamar muka maupun kamar puser (*turbulen*) dan *Type Lanova*.

Nozzle Model Lubang	Lubang satu
	Lubang Banyak
Nozzle Model Pin	Jenis Throttle
	Jenis Pintle



Gambar 2.2
Type Injektor

Jenis Nozzle sangat menentukan bagi proses pembakaran dan bentuk ruang bakar, Jenis lubang banyak umumnya digunakan untuk mesin semprot langsung, sedangkan model pin umumnya digunakan untuk mesin yang mempunyai ruang bakar muka dan ruang bakar model puser. Kebanyakan Nozzle model pin adalah jenis Throttle, karena bentuk khusus dari jenis pintle, maka pada saat permulaan injeksi, hanya sedikit jumlah bahan bakar yang ditekan kedalam ruang bakar muka, tetapi pada akhir penyemprotan jumlah yang disemprotkan bertambah banyak, bila sejumlah bahan yang dibutuhkan disalurkan.

Dengan demikian, kemungkinan terjadinya detonasi sangat kecil sekali dan pemakaian bahan bakar lebih hemat, permukaan luncur antara nozzle body dan jarumnya diberi sedikit kelonggaran untuk memungkinkan bahan bakar dapat melumasi permukaan tersebut.

e. Cara kerja nozzle

- a. Sebelum Penginjeksian bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada nozzle holder menuju ke oil pool pada bagian bawah nozzle body.
- b. Penginjeksian Bahan Bakar bila tekanan bahan bakar pada oil pool naik,

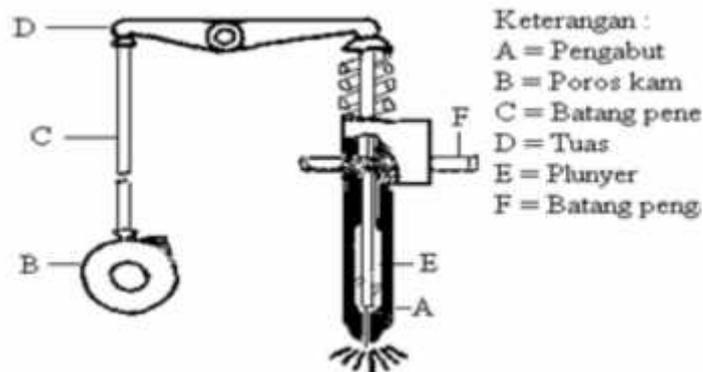
ini akan

menekan permukaan ujung needle, bila tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka nozzle needle akan terdorong keatas oleh tekanan bahan bakar dan nozzle needle terlepas dari nozzle body seat. Kejadian ini menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar.

- c. Akhir Penginjeksian bila pompa injeksi berhenti mengalir bahan bakar, tekanan

bahan bakar turun dan tekanan pegas (pressure spring) mengembalikan nozzle needle ke posisi semula. Pada saat ini needle tertekan kuat pada nozzle body seat dan menutup saluran bahan bakar.

Sebagian bahan bakar tersisa diantara nozzle needle dan nozzle body, antara pressure pin dan nozzle holder dan lain-lain, melumasi semua komponen dan kembali ke over flow pipe Seperti terlihat diatas, nozzle needle dan nozzle body membentuk sejenis katup untuk mengatur awal dan akhir injeksi bahan bakar dengan tekanan bahan bakar.



Gambar 2.3
Komponen Pengabut

6. Proses Pengabutan Bahan Bakar pada Injektor

Proses pengabutan bahan bakar diesel melalui injektor ini diperlukan agar terjadi proses pembakaran yang sempurna didalam silinder, kendati pada motor diesel ini pembakaran diberikan melalui panas yang dihasilkan oleh pemampatan udara luar namun nyala api tidak akan terjadi tanpa adanya penambahan oksigen. Oleh karena itu, dalam proses pengabutan ini pada dasarnya adalah mencampur bahan bakar dengan oksigen, untuk itu proses pengabutan untuk memperoleh gas bahan bakar yang sempurna pada injektor dapat dilakukan dengan tiga system pengabutan yaitu :

a. Pengabutan Udara

Proses pengabutan udara terjadi pada saat bahan bakar yang bertekanan 60 sampai 85 kg/cm² mengakibatkan tekanan pada rumah pengabut sebesar 60 kg/cm² yang selalu berhubungan langsung dengan tabung udara dengan tekanan bahan bakar dari pompa mencapai 70 kg/cm² pada Volume tertentu akan tertampung pada cincin pembagi dari pengabut tersebut. Tekanan bahan bakar dari pompa tadi juga akan mengangkat jarum pengabut dengan demikian, udara yang bertekanan tadi akan mengalir bersama bahan bakar melalui lubang-lubang halus pada cincin pembagi sehingga membentuk gas bahan bakar dan masuk kedalam silinder. Gas bahan bakar yang terbentuk karena proses persenyawaan antara udara dengan bahan bakar maka akan sangat mudah terbakar bila berhubungan dengan udara panas dan bertekanan tinggi. Dengan plunger pompa injeksi yang digerakan oleh poros bubungan dan distel sedemikian rupa maka pengabutan hanya terjadi pada akhir kompresi.

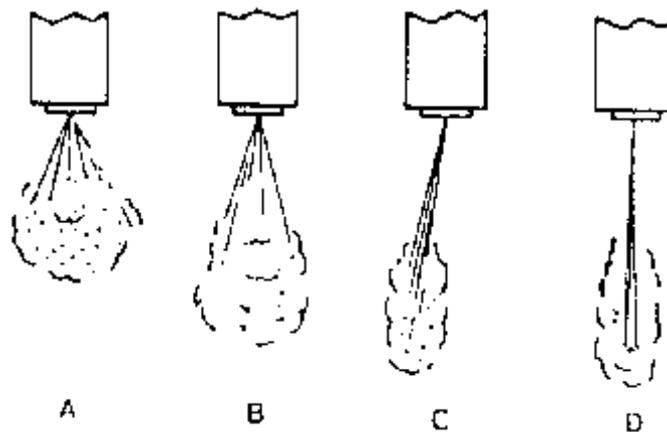
b. Pengabutan tekan dan

Pada proses pengabut tekan ini saluran bahan bakar dan ruangan dalam rumah pengabut harus selalu terisi penuh oleh bahan bakar, dengan jarum pengabut yang tertekan oleh pegas sehingga saluran akan tertutup. Namun ketika bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan 250 kg/Cm² mengalir kebagian takikan jarum pengabut, pengabut akan tertekan keatas sehingga saluran akan terbuka. Dengan demikian, bahan bakar akan terdesak melalui celah di antara jarum pengabut dalam bentuk gas. Untuk memperoleh proses pembakaran yang sempurna didalam silinder maka proses pemampatan udara di dalam silinder diusahakan menghasilkan turbulensi udara.

c. Pengabutan gas

Pengabut ini dikonstruksi sedemikian rupa dengan komponen-komponen yang terdiri atas rumah pengabut, katup dan bak pengabut yang ditempatkan di bagian bawah dari pengabut dan berada di dalam ruang bakar. Dalam proses pengabutan ini bahan bakar telah berada dalam keadaan bertekanan tinggi dan katup injeksi sudah terbuka sejak langkah pengisapan oleh torak dan pada kondisi demikian ini sebagian bahan bakar telah menetes ke bak pengabut yang di bagian sisinya terdapat lubang-lubang kecil. Keadaan ini akan mengakibatkan motor menjadi sangat panas sehingga bahan bakar tadi

akan berubah menjadi kabut. Pada akhir langkah kompresi udara yang bertekanan akan menerobos masuk ke bak pengabut tersebut melalui lubang-lubang kecil dari bak pengabut tersebut dan mengakibatkan letusan. Namun hal ini tidak cukup membakar bahan bakar secara keseluruhan karena tidak cukup oksigen sehingga sisa bahan bakar yang tidak terbakar akan keluar masuk didalam ruang bakar dan terbakar pada ruangan ini, oleh karena itu pada sistem pengabutan ini akan terjadi dua kali proses pembakaran yaitu proses pembakaran mula dan proses pembakaran yang sebenarnya, kendati sistem ini jarang digunakan namun proses pengabutan dengan ini dapat menghasilkan kabut bahan bakar yang memenuhi syarat dalam kebutuhan proses pembakaran.



Gambar 2.4
Bentuk semprotan bahan bakar

Dari gambar di atas penulis menampilkan bahwa bentuk semprotan bahan bakar yang terbaik adalah seperti gambar D

7. Menurut buku operasi pemeliharaan mesin diesel berdasarkan uraian dalam Bab I, maka untuk melakukan pembahasan lebih lanjut, penulis Priambodo (Jakarta; Erlangga, 1986) menyampaikan beberapa teori yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam makalah ini adalah sebagai berikut :

a. Proses Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar, disertai timbulnya kompresi dan menghasilkan kalor. Pembakaran spontan adalah pembakaran dimana bahan mengalami oksidasi perlahan-lahan sehingga kalor yang dihasilkan tidak dilepaskan, akan tetapi

dipakai untuk menaikkan suhu bahan secara pelan-pelan sampai mencapai suhu nyala. Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua unsur yang dapat terbakar didalam bahan bakar membentuk gas CO₂, air (H₂O), dan gas SO₂, sehingga tak ada lagi bahan yang tersisa.

Adapun proses pembakaran adalah reaksi kimia yaitu elemen tertentu bahan bakar yang sudah ditentukan titik nyala dari pada bahan bakar sekitar 60⁰C setelah oksigen dan panas akibat adanya kompresi pada silinder pada saat itu posisi piston bergerak ke atas, terjadilah ledakan akibat tercampurnya udara murni, bahan bakar dan panas yang dihasilkan karna kompresi, sehingga menggerakkan piston bergerak kebawah lalu timbulah, usaha untuk menggerakkan poros engkol hingga berputar dan menghasilkan tenaga.

Proses pembakaran dibagi menjadi 4 periode, ini berdasarkan teori diambil oleh Priambodo (Jakarta;Erlangga, 1986) yakni :

- 1) Periode 1 : Waktu pembakaran tertunda (ignition delay) pada periode ini disebut fase persiapan pembakaran, karna partikel-partikel bahan bakar yang di injeksikan bercampur dengan udara didalam silinder agar mudah terbakar.
- 2) Periode 2 : Perambatan api pada periode 2 ini campuran bahan bakar dan udara tersebut akan terbakar di beberapa tempat. Nyala api akan merambat dengan kecepatan tinggi sehingga seolah-olah campuran terbakar sekaligus, sehingga menyebabkan tekanan dalam silinder naik. Periode ini sering disebut pembakaran letup.
- 3) Periode 3 : Pembakaran langsung akibat nyala api dalam silinder, maka bahan bakar yang di injeksikan langsung terbakar. Pembakara langsung ini dapat di control dan jumlah bahan bakar yang di injeksikan, sehingga periode ini sering disebut periode pembakaran dikontrol.
- 4) Periode 4 : Pembakaran lanjut injeksi berakhir disini, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir, pembakaran masih tetap berlangsung. Bila pembakaran lanjut terlalu lama, temperature gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi.

Teoritis pembakaran sempurna didapat dengan perbandingan udara bahan bakar (Air to fuel ratio) adalah 14,7 dan sering disebut sebagai *Stoichiometry* dan sering disebut juga sebagai perbandingan lamda sama

dengan 1.

b. Proses Pengabut Bahan Bakar

Pengabutan (*injection*) bahan bakar adalah suatu alat yang berfungsi untuk alat penyemprotan bahan bakar agar bahan bakar dapat terbakar didalam silinder sesuai dengan waktu pembakaran atau *timing* dengan waktu tertentu misalnya 19⁰ sebelum top bahan bakar disemprotkan menjadikan pengabut. Melalui proses pembakaran didalam silinder dengan jalan mengabutkan bahan bakar didalam ruangan pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan melalui suatu proses.

Pada pengabutan bahan bakar (*injection*) motor diesel, jika pada saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran didalam silinder secara terus menerus dan bergantian. Karena seringnya bekerja secara terus menerus ini akan timbul kerusakan atau keausan ini sering di jumpai pada :

- 1) Kebocoran / penetesan bahan bakar terjadi karena adanya suatu *Nozzle tip* yang tergores atau sudah oval.

Hal ini disebabkan karena jarum pengabut (*nozzle*) tidak dapat menutup rapat pada kedudukannya. Pengabutan *injector*/pengabutan tidak sempurna adanya kerusakan pada lubang-lubang *nozzle* disebabkan oleh :

- a) Rusaknya *nozzle tip*,disebabkan oleh bahan bakar yang tidak baik
- b) Saat dilakukan pengetesan ulang tidak menunjukkan hasil yang memuaskan

Pengetesan pengabutan dilakukan dengan beban minyak lumas yaitu T.68, minyak lumas ini sesuai *instruction book* minyak *turbocharge bearing oil* T.68, ternyata tetap tidak menunjukkan tekanan pengabut yang disyaratkan yaitu sekitar 320 sampai 350 bar.

Sedangkan posisi *timing injection pump* sudah dilakukan sesuai dengan ketentuan pada *table main engine*, akan tetapi tidak menunjukkan hasil yang diharapkan.

Akhirnya diharuskan agar dapat menggantikan sebuah *nozzle tip* yang baru dan mengganti *delivery valve*.

- 2) Timbulnya goresan serta terjadinya keausan pada tempat kedudukan (*seating*) jarum kebocoran bahan bakar pada lubang pengabut, dikarenakan jarum pengabut tidak dapat menutup pada kedudukannya.

Dengan menutupnya jarum pengabut bahan bakar yang tepat pada kedudukannya mengakibatkan tekanan bahan bakar naik. Untuk mendapatkan tekanan yang di inginkan sesuai petunjuk (*Instruction Manual Book*).

Untuk mendapatkan tekanan pada 350 kg/cm^2 , maka dengan menyetel mur pengikat baut penyetel (*adjuster screw*) kemudian baut penyetel diatur sedemikian rupa sehingga tekanan yang di inginkan didapat. Terjadinya kebocoran/penetasan antara jarum pengabut dan kedudukan (*setting*) ini dikarenakan :

- a) Adanya kotoran-kotoran yang ikut di dalam bahan bakar.
- b) Terjadinya kotoran akibat sisa-sisa pembakaran (karbon) diujung pengabut.

Bahan bakar yang dipergunakan untuk motor diesel baik minyak berat (*MFO*) atau minyak ringan (*MDO*) mengandung belerang dan karbon. Pada umumnya bahan bakar terjadi karena adanya kadar aspal, arang kokas dan abu (*ash*) yang sudah ada dalam minyak.

Tetapi dapat terbawa suatu pengangkutan pengisian ke kapal. Walaupun bahan telah bercampur dengan *additive* (campuran bahan bakar) atau melalui pesawat pembersi (*purifier*) atau saringan-saringan kasar atau halus, tetapi partikel-partikel kotoran yang sangat halus pada bahan bakar tidak semuanya dapat dibersihkan, sehingga terikat bersama bahan bakar didalam pengabut.

Sisa kotoran yang terdiri dari belerang, abu (*ash*) dan oksidasi besi sewaktu melewati jarum (*needle*) pengabut pada kedudukannya dengan kecepatan tinggi, karena adanya tekanan dari pompa bahan bakar (*bosch pump*), maka pada kedudukan jarum, kadar belerang dan abu tersebut akan membuat goresan-goresan. Gesekan dari kotoran bahan bakar, mengakibatkan penutupan jarum pengabut pada kedudukannya tidak dapat sempurna lagi dan bahan bakar bila disemprotkan tidak berupa kabut, tetapi berupa tetesan atau penyemprotan membesar. Pada proses pembakaran didalam silinder dengan suhu pembakaran 500°C , akibat panas yang tinggi didalam ruangan pembakaran, maka bagian ujung pengabut langsung berhubungan dan mendapat bahan bakar ini akan melekat melingkari lubang pengabut ini akan bocor atau tidak dapat

menutup dengan rapat, Karen terganjal oleh kotoran-kotoran arang tersebut. Hal ini yang menyebabkan susulan dan pembakaran menjadi tidak sempurna.

Didalam proses untuk mencapai pengabutan yang baik sebuah pengabutan terdiri dari : *Injector Body, Nozzle, Spindle, Spring, Nut, Spring Collar, Cooling Water Tube Connection.*

c. Pegas pengabut terbuat dari baja

Di dalam buku pengujian bahan oleh Iwan setyadi (Jakarta 2009) dimana dalam pembuatan baja diawali dari besi kasar hasil proses dapur tinggi, kemudian diproses lanjut untuk dijadikan besi baja yaitu dengan membuang sebagian karbon dan kotoran-kotoran yang masih ada pada besi kasar dan ditambah dengan campura lain setelah dipanaskan dengan suhu tertentu bahan baku besi baja mencair dimana baja pegas memiliki komposisi diatas 2% kadar karbon dengan temperature 1500⁰C karena adanya tambahan elemen-elemen lainnya maka baja pegas mempunyai elastisitas yang baik selanjutnya dilakukan proses pembentukan, dimana cairan baja dimasukkan kedalam cetakan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan, didalam dunia tehnik sering dijumpai bermacam-macam pegas yang digunakan pada beberapa tempat yang berfungsi untuk menahan beban atau gaya yang diterima oleh pegas tersebut, macam-macam pegas tersebut antara lain adalah :

1) Pegas daun

Pegas daun bentuknya berupa lempengan baja yang satu sama lain berhimpitan atau ditumpuk serta diikat oleh sabuk, pegas daun sering dijumpai pada kendaraan roda empat dimana berfungsi untuk menahan kejutan yang diterima oleh pegas tersebut.

Dalam hukum hooke adalah hukum atau ketentuan mengenai gaya dalam bidang ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas dari sebuah pegas, pegas coil digunakn untuk menyerap kejutan dari gaya yang diterimanya.

2) Pegas spiral

Bentuk pegas spiral dimana lingkaran pegas mulai dari bagian kecil ke lingkaran besar fungsinya sama untuk menyerap kejutan dari gaya yang diterimanya.

d. Fungsi pegas pengabut bahan bakar

Pada buku motor diesel putaran tinggi dimana pada alat pengabut bahan bakar distel tekanannya sesuai dengan petunjuk manual book mesin, yang mana pada kapal MT Pupuk Indonesia. Tekanan pengabut bahan bakar yang dipakai adalah 320 Kg/cm dan batas toleransinya adalah plus minus 10 untuk tekanan pengabut bahan bakar yang akan digunakan, jadi pengabut akan mengabut dengan tekanan tersebut diatas, pegas pengabut adalah salah satu komponen yang ada di dalam pengabut tersebut, untuk mencapai tekanan yang sesuai maka pada alat pengabut distel melalui baut pengatur tekanan, cara tersebut adalah dengan menekan pegas pengabut yang menekan jarum nozzle sehingga jarum nozzle tertutup rapat pada kedudukannya dan jarum akan terangkat bila ada tekanan bahan bakar dari sisi nozzle yang melebihi dari tekanan yang sudah distel, pada proses pengabutan bahan bakar dimana bahan bakar yang mempunyai tekanan menekan pada sisi ruangan nozzle yang mengakibatkan jarum nozzle terangkat dan pegas pengabut tertekan dan bila tidak ada tekanan maka fungsi dari pegas pengabut ini mengembalikan jarum nozzle ketempat semula, jadi fungsi pegas pengabut adalah mempertahankan tekanan di dalam pengabut bahan bakar.

e. Pegas mengalami suhu yang berubah-ubah

Pada buku Ir. Iwab setyadi . MT, proses perlakuan panas adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui pemanasan dan pengaturm percepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan, di dalam perlakuan panas terdapat sifat alotropik yang menyebabkan timbulnya variasi struktur mikro dari berbagai jenis logam, alotropik itu sendiri adalah merupakan transportasi dari satu bentuk susunan atom (sel satuan) ke bentuk susunan atom yang lain, pada buku motor diesel putaran tinggi karangan Wiranto Arismunandar dalam proses pembakaran minyak yang disemprotkan kedalam silinder berbentuk butiran-butiran halus, oleh karena udara di dalam pada saat tersebut akan menguap, penguapan butiran bahan bakar itu pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang panas, uap bahan bakar yang terjadi itu berlangsung terus selama temperature sekitarnya mencukupi. Jadi proses

penguapan juga terjadi secara berangsur-angsur, demikian juga dengan pencampurannya dengan udara, maka pada suatu saat dimana terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya sedangkan proses pembakaran di dalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relatif rendah dan laju pembakarannya pun akan bertambah cepat, hal itu disebabkan karena pembakaran berikutnya pada temperatur lebih tinggi setiap butir bahan bakar mengalami proses tersebut diatas, hal itu juga menunjukkan bahwa proses penyalaan bahan bakar didalam motor diesel terjadi pada banyak tempat, yaitu ditempat-tempat dimana terdapat campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya untuk penyalaan, sekali penyalaan dapat dilakukan dimanapun juga, baik temperatur maupun tekanannya akan naik sehingga pembakaran akan dilanjutkan dengan lebih cepat kesemua arah. Di dalam ruang pembakaran terjadi suhu yang berubah-ubah dikarenakan pada saat terjadi ledakan didalam ruang pembakaran suhunya mencapai 500° sampai 600°C , sedangkan pada saat tidak terjadi ledakan maka suhu diruang pembakaran menurun, pengabut bahan bakar yang berhubungan langsung dengan ledakan tersebut akan menerima langsung dari suhu pembakaran, demikian pula dengan komponen yang berada di pengabut bahan bakar tersebut, antara lain pegas pengabut bahan bakar, pembakaran yang terjadi didalam silinder berulang-ulang dalam tempo yang singkat sehingga pegas pengabut pun menerima panas yang berulang-ulang yang mengakibatkan terjadinya kelelahan bahan karena adanya panas yang diterima oleh pegas pengabut tersebut maka pada baja pegas mempunyai batas kemampuan menerima panas dan akhirnya mengakibatkan pegas pengabut patah.

f. Pegas mengalami tekanan yang berulang-ulang

Pegas pengabut berfungsi sebagai gaya untuk mendorong jarum nozzle agar tertutup dengan rapat, kecepatan jarum menutup tergantung dari gaya pegas dan masa dari bagian yang digerakkan hal tersebut sesuai dengan rumus :

$$F = m \cdot a$$

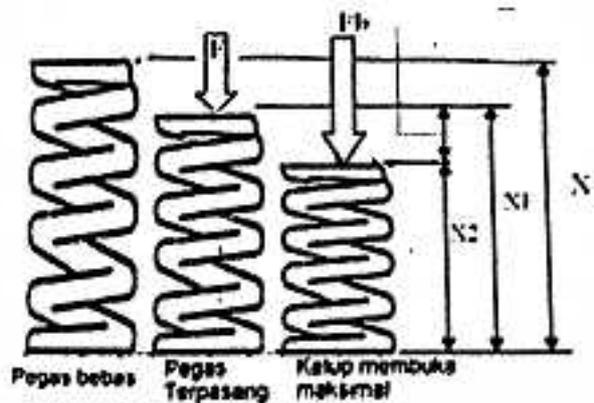
dimana : $a = F/m$

a = Percepatan

F = Gaya Pegas

m = Massa Mekanisme Jarum

Dari rumus diatas nampak semakin besar gaya pegas berarti semakin cepat jarum nozzle tertutup, dan semakin kecil massa yang menjadi beban saat menutup semakin cepat pula percepatan menutup jarum nozzle, gaya maksimal pegas adalah saat jarum membuka maksimal, rumus menentukan saat itu adalah



Gambar 2.5
Gaya pegas saat terpasang dan membuka

$$F = K (X - X_2)$$

Dimana : F = Gaya pegas

K = Konstante pegas

X = Panjang pegas saat bebas

X_2 = panjang pegas saat jarum membuka maksimal

Dari rumus diatas nampak bahwa semakin tinggi konstante pegas maka semakin besar gaya pegas yang dihasilkan, semakin besar pemendekan pegas ($X-X_2$) semakin besar gaya yang menjaga jarum tertutup rapat saat menutup, pada buku ilmu kekuatan pengujian bahan karangan Darwin Sebyang menganalisa adanya gaya dalam dimana suatu benda sembarang

dan benda tersebut mendapatkan gaya dari luar maka akan mendapatkan perlawanan gaya dari benda tersebut, hal ini terjadi pula pada pegas pengabut bahan bakar dimana proses pengabutan bahan bakar tekanan bahan bakar yang menekan jarum nozzle dari sisi nozzle penekanan jarum nozzle sama dengan penekanan terhadap pegas pengabut tersebut gaya yang menekan pegas pengabut mendapat perlawanan dari pegas, gaya perlawanan ini disebut gaya dalam, selain dari itu suatu benda mempunyai batas proporsional dimana tegangan sebanding dengan regangan, kesebandingan ini berakhir pada batas proporsional, pegas pengabut terbuat dari baja tuang dengan kandungan karbon diatas 2% sedangkan titik leburnya mencapai 1500⁰C dan baja mudah korosi tetapi tidak mudah patah, pegas pengabut dapat dikatakan baja elastis dimana dalam kesebandingan tegangan dan regangan yang di terima oleh pegas tersebut menunjukkan batas tertinggi elastisitas pegas tersebut dimana batas elastis adalah batas tegangan bahan tidak kembali lagi kebentuk semula, pada proses pengabutan ini pegas akan memendek, memendeknya pegas tersebut akibat dari gaya yang menekan secara terus menerus dalam tempo yang singkat sehingga pegas mengalami batas elastis dalam pegas tidak kembali kebentuk semula walaupun pegas memendek tetapi pegas tidak mempunyai daya elastis yang sempurna bahkan cenderung patah, baja juga mengalami kelelahan bahan dimana kelelahan merupakan kecenderungan dari logam untuk patah bila menerima tekanan berulang-ulang yang besarnya masih jauh dibawah kekuatan elastisnya.

D. KERANGKA PEMIKIRAN

Setelah mengkaji dengan berlandaskan teori yang didapat dari referensi buku maka penulis menyusun kerangka pemikiran, dalam kerangka pemikiran ini penulis merumuskan beberapa hal yang mengakibatkan motor induk tidak bekerja optimal antara lain :

1. Pengabut bahan bakar belum optimal
Penyebab pengabut belum optimal :
 - a. Tertutupnya lobang nozzle
 - b. Jarum pengabut tidak bebas bergerak naik turun

c. Terjadi perubahan bentuk fisik

Pemecahan masalah

- a. Kualitas bahan bakar yang baik
- b. Waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat
- c. Bahan bakar dan proses pembakaran
- d. Perawatan alat pengabut
- e. Pengetesan alat pengabut
- f. Penggantian alat pengabut dengan yang baru

Pemecahan masalah : Mengganti nozzle pengabut dengan yang baru

2. Pegas pengabut bahan bakar patah

Penyebab pegas pengabut sering patah

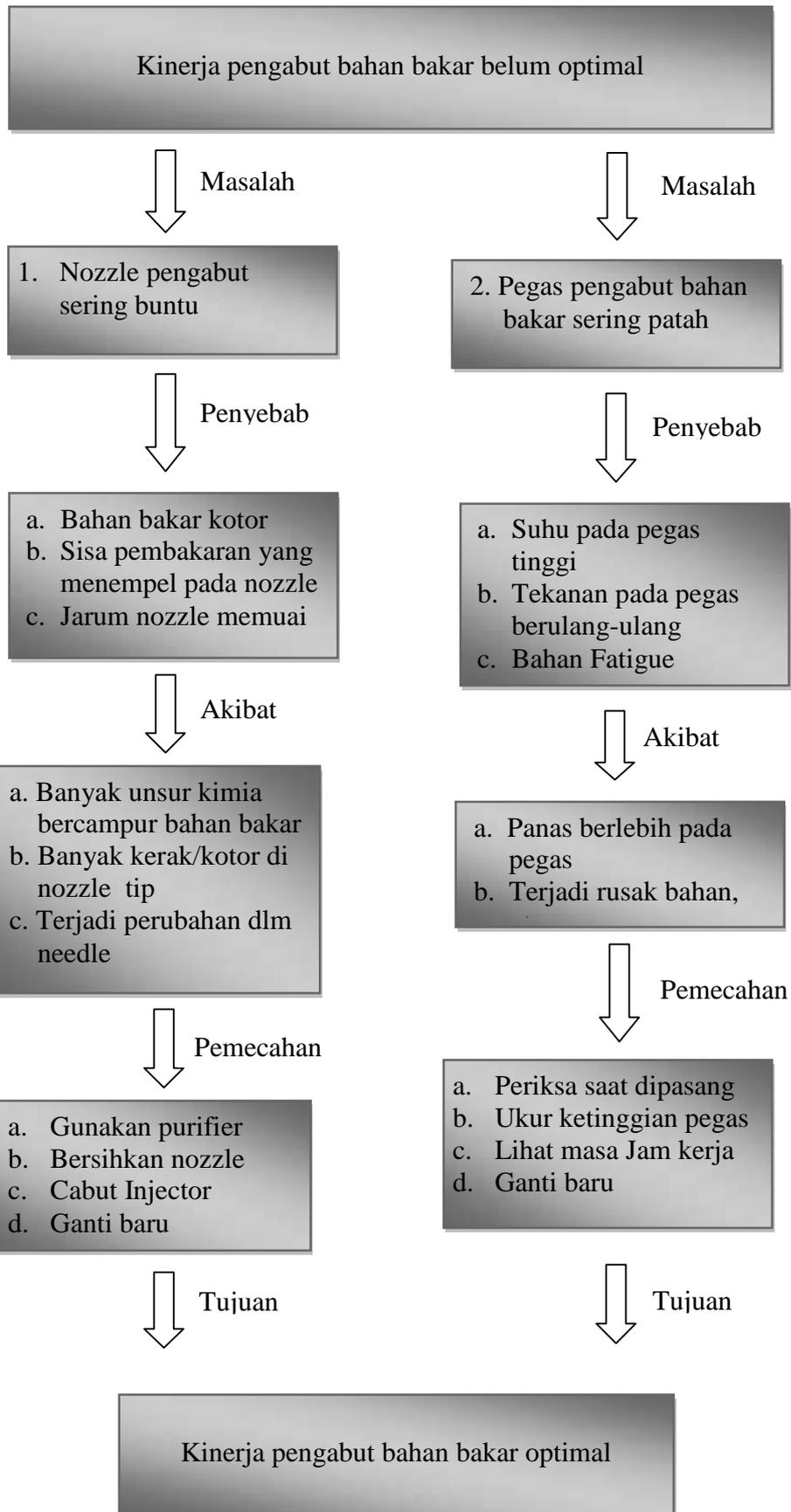
- a. Pegas mengalami suhu yang berubah-ubah
- b. Pegas mengalami tekanan berulang-ulang

Pemecahan masalah

- a. Memeriksa kemiringan pegas pengabut sebelum dipasang
- b. Memeriksa ketinggian pegas pengabut dengan jangka sorong

Pemecahan masalah yang dipilih :

Mengganti pegas pengabut dengan pegas yang baru



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Adapun menurut analisis deskripsi kualitatif dapat penulis sampaikan sebagai berikut :

1. Pengabutan bahan bakar buntu.

Lubang nozzle tip pengabut bahan bakar buntu

Pada tanggal 08 April 2015 pelayaran kapal MV. Pupuk Indonesia dari pelabuhan Singapore menuju Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta, pada saat jaga Masinis III diketahui adanya perbedaan suhu gas buang pada silinder no.6 motor induk yang selanjutnya disampaikan kepada Masinis II pada pergantian jaga, pada waktu jam jaga Masinis II suhu gas buang silinder no.6 semakin turun hingga mencapai 250⁰C sedangkan pada silinder lain suhu gas buangnya antara 350⁰C hingga 380⁰C adalah suhu gas buang normal, Masinis II lalu melaporkan hal tersebut kepada Masini I atau kepala kerja melakukan pemeriksaan terhadap pompa bahan bakar apakah ada kebocoran terhadap bahan bakar yang ditekan ke pengabut bahan bakar selain itu mengecek rack bosch pump masing-masing silinder ternyata normal, selanjutnya rack bosch pump silinder no.6 dinaikan tujuannya untuk menambah jumlah bahan bakar yang dikabutkan oleh pengabut bahan bakar agar suhu gas buang pada silinder no.6 meningkat, setelah ditunggu beberapa jam ternyata tidak ada perubahan suhu gas buang pada silinder no.6 tidak naik, penulis memeriksa apakah ada kelainan pada sistem katup buang ternyata semua berjalan normal dan tiba-tiba terdengar ketukan atau detonasi yang terdengar secara seksama oleh penulis yaitu dari silinder no.6. Maka tindakan yang diambil oleh penulis adalah melaporkan kejadian tersebut kepada Kepala Kamar Mesin, setelah ada persetujuan maka mesin induk di hentikan secara darurat.

Dilakukan pekerjaan pencabutan pengabut bahan bakar dari silinder head mesin induk silinder No.6 dan didapati pada ujung pengabut bahan bakar banyak krak-krak kotoran yang menempel diujung nozzle tip dan diketahui bahwa pengabut bahan bakar tersebut buntu.

2. Pegas pengabut bahan bakar patah

Pegas pengabut bahan bakar patah.

Pada tanggal 01 Agustus 2015 kapal berlabuh jangkar di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta karena adanya waktu untuk perawatan pada pengabut bahan bakar silinder no.1 dan no.3 karena pada pelayaran sebelumnya dari Pelabuhan Tanjung Perak menuju Pelabuhan Tanjung Priok suhu gas buang silinder no.1 dan no.3 suhu gas buangnya rendah, dilakukan pengecekan P. maksimum pada silinder No.1 dan No.3 tersebut lebih rendah dibandingkan dengan silinder-silinder lainnya, karena perjalanan jarak pendek dan kepentingan perusahaan serta mesin induk masih mampu dalam pelayaran tersebut maka perjalanan dilanjutkan hingga kapal sampai di Pelabuhan Tanjung Priok.

Dilaksanakan pencabutan pengabut bahan bakar pada silinder No.1 dan No.3 dan dioverhaul satu per satu dan di dapati bahwa pegas pengabut bahan bakar silinder No.1 patah.

B. ANALISIS DATA

Adapun menurut Analisa deskripsi kualitatif penulis menyampaikan analisis data sebagai berikut :

1. Pengabut bahan bakar buntu.

Tertutupnya lubang nozzle

Bila campuran bahan bakar dan udara telah menyala. Maka bahan bakar yang disemprotkan sewaktu kelambatan penyalaan berlangsung. Maka pembakaran lebih cepat sehingga akan terjadi peningkatan percepatan dari tekanan gas pembakaran di dalam silinder. Proses tersebut tidak dapat dipengaruhi pada karakteristik penyemprotan. Gradien tekanan yang tajam (peningkatan tekanan per derajat engkol yang di tempuh) sering kali di tandai dengan pukulan pada motor yang menjalar terus ke penggerak motor dengan suara ketukan keras (detonasi).

Pembakaran tidak terkendali dapat disebabkan oleh penyemprotan bahan bakar yang terlalu lambat sehingga panas yang ada dalam silinder tidak tepat lagi tetapi bahan bakar telah disemprotkan sehingga bahan bakar banyak menempel di dinding *liner*, akibat dari pada ini adalah terjadinya kelambatan penyalaan maka akan diikuti dengan suara ketukan (detonasi) yang diakibatkan bahan bakar yang menempel di dinding liner tersebut dibakar kembali oleh pengaruh panas yang terjadi untuk motor putaran tinggi. Untuk putaran rendah yang digunakan untuk pendorong kapal pengaruh dari kelambatan penyalaan sangat kecil sekali, pada kejadian tanggal 10 Juni 2015 pengabut bahan bakar no.2 tersebut dicabut menggunakan kunci khusus, setelah dibuka lalu diperiksa ternyata pada ujung nozzle terdapat gumpalan arang yang menutupi nozzle, karena kapal harus melakukan perjalanan maka alat pengabut segera diganti dengan pengabut yang telah tersedia dan telah dites tekanannya mencapai 350kg/cm^2 sesuai dengan buku panduan perawatan mesin hingga motor induk dapat dioperasikan kembali. Pada umumnya bahan bakar terbentuk karena ada kadar sulfur, arang kokas dan abu yang sudah ada dalam minyak bumi, dan itu dapat terbawa lewat pengisian bahan bakar (bunker) ke kapal, walau bahan bakar telah dicampur aditif (campuran bahan bakar) namun partikel-partikel yang sangat halus pada bahan bakar tidak semuanya dapat dibersihkan, sehingga terikat bersama bahan bakar didalam pengabut, sisa kotoran yang terdiri dari kadar belerang, abu dan oksidasi besi sewaktu melewati jarum pengabut pada kedudukannya dengan kecepatan tinggi, karena adanya tekanan dari pompa bahan bakar, maka pada kedudukan jarum kadar belerang, abu tersebut akan membuat goresan-goresan, goresan dari kotoran bahan bakar, mengakibatkan menutupnya jarum pengabut pada kedudukannya tidak dapat sempurna lagi dan bahan bakar bila disemprotkan tidak berupa kabut tetapi berupa tetesan atau sulfur sehingga menyumbat nozzle pengabut.

2. Pegas pengabut bahan bakar patah

Pegas pengabut mengalami tekanan berulang-ulang

Untuk mengetahui pegas pengabut bahan bakar maka harus membongkar pengabut tersebut maka dapat diketahui komponen pengabut bahan bakar yang mana pegas pengabut berperan penting pada tekanan yang dihasilkan pengabut tersebut bila dalam pemasangan pegas itu tidak pada kedudukannya maka tekanan pengabut akan mengalami perubahan tekanan yang dapat

mempengaruhi pengabutan bahan bakar maka perlu diperiksa saat pemasangan pegas pengabut selain itu lihat apakah pegas pengabut layak untuk digunakan dan diperiksa jam kerja dari pengabut tersebut di log book mesin sudah berapa jam pengabut tersebut sehingga tidak menghambat operasi motor induk saat beroperasi selain itu penulis melihat ketinggian pegas pengabut silinder no.5 yang sudah dibuka tersebut dimana ketinggian pegas diukur dengan jangka sorong ternyata pegas sudah tidak normal atau pegas lebih pendek dari pegas yang lainnya.

Pegas mengalami suhu yang berubah-ubah, pada kejadian tanggal 01 Juni 2015 dimana kapal berlabuh jangkar. Pengabut bahan bakar no.1 dilepas dari kedudukannya lalu di test pada alat test pengabut ternyata tekanannya hanya mencapai 100kg/cm^2 lalu pengabut dibongkar ternyata pegas pengabut patah, begitu pula dengan pengabut no.3 setelah dilakukan pengetesan tekanannya hanya mencapai 200kg/cm^2 dan setelah dibongkar ternyata pegas pengabutnya patah, selanjutnya pegas pengabut yang patah diperiksa ternyata pada pegas yang patah itu terlihat ada retakan dan warna pegas pengabut berbeda dengan pegas pengabut yang patah lain, lalu penulis memeriksa pada jurnal mesin induk dimana pada suhu gas buang silinder no.3 awalnya normal dan selanjutnya menurun secara drastis, pada pegas silinder no.1 kejadiannya sama yaitu suhu gas buang turun secara drastis sehingga membuat pegas pengabut patah dikarenakan pegas mengalami rambatan panas yang berubah-ubah dari hasil pembakaran di dalam silinder.

C. PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan tentang terjadinya pengabutan tidak optimal di dalam silinder maka penulis memecahkan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Alternatif pemecahan masalah

a. Pengabut bahan bakar buntu.

1) Alternatif 1

Untuk menjaga agar tidak terjadinya penyumbatan pada lubang nozzle maka diperlukan kualitas bahan bakar yang baik agar kualitas bahan bakar dapat tetap terjaga, maka perlu diadakan beberapa tindakan di atas kapal, diantaranya adalah :

1. Melakukan penyaringan bahan bakar dengan menggunakan saringan (*filter*) bahan bakar.
2. Melakukan pemisahan bahan bakar dari air dan kotoran-kotoran yang ada di dalam bahan bakar tersebut dengan menggunakan *Purifier*.
3. Melakukan pengendapan bahan bakar dari kotoran-kotoran maupun air yang ada bersama bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar (*service tank*).

Adapun klasifikasi dari kekentalan (specific gravity) yang ada dalam bahan bakar yang sering digunakan di atas kapal adalah :

- *Marine Diesel Oil (MDO)*, dengan SG = 0,870 g/cm²
- *Marine Fuel Oil (MFO)*, dengan SG = 0,9910 g/cm²

Untuk mendapatkan mutu bahan bakar yang baik dan dapat menunjang proses pembakaran sempurna pada silinder motor penggerak utama dan motor bantu adalah dengan memperhatikan sarana sistem bahan bakar yang ada di atas kapal yaitu, mengamati dan menjaga temperatur bahan bakar dalam peralatan :

- a. Tangki double bottom temperatur 45⁰C - 50⁰C
- b. Tangki endap (*settling tank*) temperatur 60⁰C - 70⁰C
- c. Tangki harian (*service tank*) temperatur 90⁰C - 100⁰C
- d. Pemanasan bahan bakar (*heater*) temperatur 100⁰C - 105⁰C
- e. Pompa tekanan tinggi (*bosch pump*) temperatur 105⁰C - 100⁰C
- f. Alat pengabut (*injection nozzle*) temperatur 110⁰C - 120⁰C

Pengawasan dan perawatan rutin harus selalu di perhatikan dalam sarana sistem bahan bakar ini sehingga dapat menghasilkan proses kerja yang dapat menunjang kelancaran kerja operasi kapal. Sedangkan tindakan selanjutnya yang dapat dilakukan oleh para masinis di atas kapal adalah mengambil contoh atau sampel dari bahan bakar tersebut untuk kemudian di tes di laboratorium.

2) Alternatif 2 Waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat

Pengaturan waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat di dalam silinder motor induk diesel merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus dilaksanakan oleh para masinis di atas kapal. Karena apabila waktu penyemprotan bahan bakar tidak dilaksanakan dengan benar dan

teliti, maka berbagai kerusakan-kerusakan akan dapat dengan mudah terjadi, diantaranya adalah :

Terjadi perubahan bentuk (bengkok) bahkan patahnya poros engkol karena beban yang diterima terlalu besar atau tidak normal akibat pembakaran atau ledakan bahan bakar di dalam silinder tidak terjadi sewaktu piston berada di TMA, tetapi ledakan terjadi sebelum piston berada di TMA, maka proses pembakaran dan tenaga yang dihasilkan menjadi kurang sempurna.

Definisi bahan bakar dan proses pembakaran bahan bakar adalah suatu material yang dapat menghasilkan energy panas melalui proses pembakaran. Proses pembakaran pada dasarnya adalah proses oksidasi bahan bakar dengan oleh oksigen. Proses pembakaran dapat terjadi bila konsentrasi antara uap bahan bakar dan oksigen terpenuhi, dan terdapat energi panas yang cukup. Proses terjadinya api (pembakaran) dikenal dengan nama segi tiga api yaitu unsur bahan bakar, unsur udara (oksigen) dan energi panas. Bila ketiga unsur ini bertemu dengan mencapai konsentrasi yang tepat maka akan terjadi proses pembakaran, namun sebaliknya bila salah satu unsur dari tiga unsur tersebut ditiadakan maka proses pembakaran tidak akan terjadi. Proses meniadakan salah satu unsur dari segi tiga api yang digunakan untuk metode pemadaman kebakaran. Yaitu dengan pendinginan dengan menghilangkan unsur energi panas, dengan menyetop supply bahan bakar untuk menghilangkan unsur bahan bakar dan penyalutan (blanketing) untuk menghilangkan unsur udara (oksigen) komponen dari bahan bakar unsur utama yang terdapat pada bahan bakar adalah carbon (C) dan hydrogen (H) sehingga sering kali disebut dengan hydracarbon fuel, sedangkan unsur yang lain yang terkandung dalam bahan bakar misalnya nitrogen (N), sulfur (S), abu (A), air (H₂O) dan lain-lain disebut dengan impurities atau senyawa pengganggu.

Terjadinya pengabutan bahan bakar yang baik di dalam silinder merupakan suatu tujuan yang penting bagi para masinis di atas kapal dengan mengupayakan berbagai cara dalam hal perawatan yang baik. Demikian juga kotoran-kotoran yang terbawa di dalam bahan bakar yaitu berupa abu jenis lainnya dapat menyumbat lubang-lubang pengabut,

dimana bahan bakar mengalir dengan kecepatan tinggi mengikuti arah aliran tersebut yang mengakibatkan lebih besarnya pengikisan serta kotoran-kotoran di dalam bahan bakar juga dapat menambah besar pengikisan. Karena bahan bakar yang di terima oleh penutup jarum bidangnya, maka tekanan tinggi dari bahan bakar yang di terima oleh penutup jarum pengabut dapat terangkat. Bagian dari rumah pengabut (bagian ujung pengabut) selalu menerima panas yang tinggi dari hasil pembakaran di dalam ruang pembakaran dengan perbedaan suhu terlalu tinggi, menyebabkan suhu di sekitar lubang-lubang pengabut karena pengikisan bahan bakar, jadi apabila ukuran tersebut melewati batas (*oversize*) atau terdapat kebocoran-kebocoran pada lubang pengabut yang disebabkan jarum pengabut (*nozzle*) tidak menutup rapat pada kedudukannya dan timbul goresan serta terjadinya keausan pada tempat kedudukan jarum yang mengakibatkan timbulnya tanda-tanda kerja kurang baik. Oleh sebab itu sebelum melakukan pembongkaran, rumah (batang pengabut) harus di bersihkan oleh solar atau kerosin (minyak tanah) ataupun di rendam dalam minyak agar kotoran-kotoran atau kerak yang menempel pada rumah pengabut (batang pengabut) mudah terambil. Apabila bentuk dari lubang pengabut sudah oval atau tidak sama diameternya sudah membesar atau melebihi dari ukuran normalnya, maka nozzle dan pengabut maksimum yang masih dapat dipakai adalah diameter semula di tambah 10% dari diameter tersebut. Permukaan rumah jarum bila terjadi bintik-bintik, kita lapping dengan grounding valve compound dengan setolit yang tersedia dengan cara di putar dengan membentuk angka delapan sampai permukaan rata, demikian juga pada permukaan nozzle bila terjadi bintik-bintik, ini harus di sekir seperti yang dilakukan pada rumah pengabut yaitu sampai bintik-bintiknya hilang dan permukaan halus. Batang dan bagian ujung tirus dan jarum dibersihkan dengan majun atau kain bersih, kalau terlihat masih ada kotoran-kotoran yang melekat dapat di bersihkan dengan menggunakan minyak penghancur (*solven*). Apabila jarum tidak dapat bergerak dengan lancar di dalam rumah tersebut, hal ini harus di bersihkan pada bagian ujung jarumnya dan betul-betul lancar keluar masuk rumahnya. Untuk membuktikan kelancaran tersebut dapat

dilakukan dengan memasukan jarum kedalam rumahnya dengan beratnya sendiri atau tanpa di tekan dengan tangan maka jarum dapat masuk dengan sempurna dalam kedudukannya. Kotoran-kotoran dalam saluran bahan bakar juga harus dibersihkan kemudian di semprot angin. Pegas penekan di periksa bila panjangnya tidak sesuai dengan ketentuan maka diganti dengan yang baru pada saat kita membuka dan menutup union (rumah *spindle quite and nozzle*) jangan sampai terjadi kerusakan, maka pada saat membuka dan menutup union unit, mur baut penekan jarum pengabut harus dilonggarkan dahulu. Apabila pin tersebut patah pada saat pemasangan dapat di sebabkan pergeseran antara lubang-lubang saluran bahan bakar dan adanya pergesera tersebut permukaan nozzle dan rumah jarum pengabut akan terjadi goresan, sehingga pengabut bahan bakar tidak sempurna. Demikian juga dari pin yang sudah mengecil (aus) ini harus sudah di ganti dan harus sama dengan diameter lubang kedudukannya.

b. Pegas pengabut yang patah

1) Alternatif 1

Perawatan alat pengabut

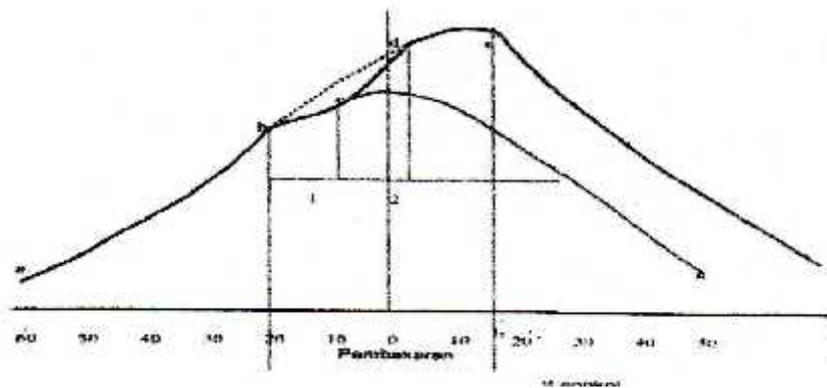
Tindakan perawatan/*service* yang dapat dilakukan agar hasil dari alat pengabut tersebut mengabut dengan baik, dan waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat, maka beberapa hal harus di tempuh antara lain sebagai berikut :

a. Membuka alat pengabut

Dalam membuka alat pengabut harus sesuai dengan jam kerjanya yang telah dijelaskan dalam *instruction manual book*.

Jarum tidak bebas naik turun, pada kejadian tanggal 10 agustus 2015 dimana gas buang berwarna gelap (jelaga) dan ini berarti bahwa motor di bebani terlalu tinggi sehingga terjadi pembentukan asap yang telah melampaui “batas asap”. Dalam hal ini ada bahaya besar terhadap pemanasan lanjut dari bagian motor (katup buang, lapisan silinder, torak) sehingga beban motor harus di turunkan agar gas pembakaran tidak berasap atau berasap abu-abu lagi dengan suhu gas pembakaran masih dalam batasan yang di ijinakan. Kecuali karena pembebanan lebih, maka pembentukan asap juga dapat terbentuk

karena sebab lain misalnya pengotoran pintu dan saluran untuk pemasukan udara, dan karenanya kekurangan udara, atau karena sebuah (lebih) katup bahan bakar yang tidak bekerja dengan baik. Lintasan tekanan dalam silinder motor selama fase yang disebut dimuka, diperlihatkan dengan sebuah diagram tekanan-derajat engkol.



Gambar 3.1
Diagram tekanan silinder derajat engkol

Garis a-b-c-d-e-f memperlihatkan lintasan atas dasar sudut engkol yang telah ditempuh dengan penyemprotan bahan bakar dan kompresi udara di ikuti dengan ekspansi. Garis ekspansi merupakan bayangan dari garis kompresi. Garis b-d (garis putus-putus) menunjukkan lintasan tekanan teoritis bila pembangkitan panas dalam silinder sama dengan penyemprotan bahan bakar artinya bila setiap butir bahan bakar yang disemprotkan tanpa hambatan terbakar dengan cepat dan sempurna. Proses pembakaran serta peningkatan tekanan dan suhu dari padanya, dapat dikendalikan secara keseluruhan dengan bantuan karakteristik pembakaran. Sedangkan pada lintasan garis pada titik b-c-g adalah garis penunjukan pembakaran tidak sempurna (terjadi keterlambatan pembakaran) yang menunjukkan penurunan pembakaran atau daya mesin, dan adanya pembakaran yang tidak sempurna inilah maka ada panas yang harus diterima oleh pengabut bahan bakar dimana pernah terjadi pada tanggal 01 Agustus 2015 pengabut bahan bakar silinder no.6, dimana pada saat itu pengabut bahan bakar no.6 dicabut dari kedudukannya lalu dipasang menggunakan pengabut yang sudah

disiapkan dengan tekanan 350 kg/cm^2 , pengabut bahan bakar no.6 yang sudah dilepas ini lalu ditest tekanannya ternyata pengabutannya tidak sempurna, setelah itu pengabut dibuka dan ternyata jarum pengabut sudah tidak dapat digerakkan naik turun karena terjadi pengembangan pada jarum nozzle akibat panas yang diterima oleh jarum tersebut.

b. Perbaikan pada bagian alat pengabut

Perbaikan pada bagian alat pengabut dengan menggunakan carboreindum paste sebagai alat lapping atau skir pada jarum/needle dengan cara di putar dengan membentuk angka delapan sampai permukaan rata dan bintik-bintiknya hilang pada permukaannya dengan menggunakan *lubrication oil*.

c. Pengetesan alat pengabut

Pengetesan alat pengabut menggunakan cadangan yang telah di perbaiki atau dibersihkan dengan menggunakan alat pengabut tester yang telah tersedia di kapal. Penyetelan tekanan penyemprotan bahan bakarnya harus di sesuaikan dengan ketentuan yang dijelaskan dalam *instruction manual book*, yang mana untuk alat pengabut motor diesel induk biasanya tekanan penyemprotan bahan bakar mencapai 350 kg/cm^2 .

2) Alternatif 2

Penggantian komponen alat pengabut

Penggantian Pegas pengabut dengan menggunakan pegas pengabut yang bekas yang masih ada di atas kapal namun di pilih-pilih dan di ambil yang kondisinya masih baik.

Penggantian bagian-bagian alat pengabut tersebut dilakukan jika sudah tidak dapat bekerja atau digunakan lagi. Maka tindakan selanjutnya adalah penggantian dengan suku cadang yang baru yang ada diatas kapal komponen yang biasanya memerlukan pergantian setelah beroperasi dengan terus menerus adalah :

- Komponen pegas

Setelah pemakaian yang secara terus menerus, maka pegas cenderung mengalami yang namanya kelelahan material yang nantinya berdampak pada hasil pembakaran yang tidak sempurna di

dalam silinder mesin diesel.

- Komponen nozzle

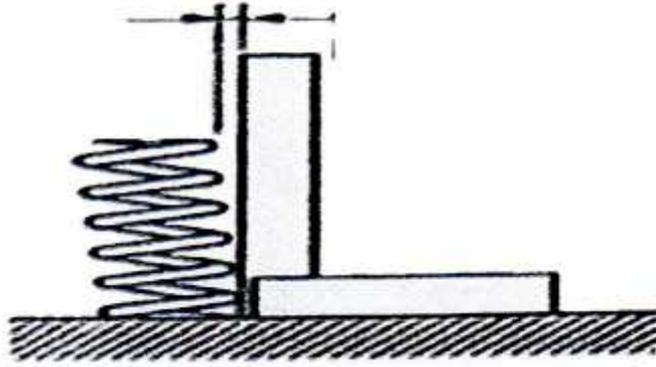
Komponen nozzle harus segera diganti bila tekanan kerja pada 350kg/cm^2 tidak tercapai, hal ini diketahui dari hasil tes tekanan kompresi silinder yang tidak maksimal atau ganti setiap 3000 jam kerja motor diesel induk sesuai buku *instruction manual*.

- Mengatasi pegas pengabut yang patah

Setiap gerak yang terjadi secara berulang-ulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik karena gerakan ini secara teratur maka disebut juga gerak harmonis dimana pegas pengabut bekerja untuk melakukan gerakan menutup jarum nozzle sedang gerak membuka dilakukan oleh tekanan bahan bakar dari pompa bahan bakar yang masuk kedalam pengabut, semakin kuat pegas maka semakin cepat menutup jarum nozzle dan jarum nozzle benar-benar menutup saluran bahan bakar dengan sangat rapat dan kuat, dampak negatifnya adalah saat langkah membuka jarum nozzle mendapat perlawanan yang sangat kuat dari gaya pegas tersebut, pegas yang terlalu lemah membuat gerak menutup jarum menjadi lebih lambat, keterlambatan ini membuat jarum tidak sempat menutup rapat dan terjadi kebocoran pada pengabut yang sering patah maka pada saat akan memasang pegas pengabut harus diperhatikan, ada dua pemeriksaan pegas pengabut yang meliputi :

- 1) Pemeriksaan kemiringan pegas pengabut

Sebelum pegas pengabut dipasang letakan pegas pengabut ditempat yang rata lalu letakkan siku-siku di sisi pegas pengabut lalu perhatikan cela antara pegas pengabut dengan siku-siku, pegas pengabut yang baik adalah tidak ada celah antara pegas pengabut dengan siku-siku artinya adalah pegas benar-benar lurus atau tidak miring.



Gambar 3.2
Mengukur kemiringan pegas pengabut

2) Memeriksa ketinggian pegas pengabut

Untuk mengukur pegas pengabut menggunakan jangka sorong (*caliper*) lalu catat dari hasil pengukuran tersebut, selanjutnya ambil pegas pengabut yang baru lalu ukur dengan jangka sorong selanjutnya bandingkan pegas pertama dengan pegas yang baru bila pegas yang pertama ukurannya lebih pendek maka pegas tersebut tidak layak untuk dipakai bila hal tersebut dipaksakan untuk di pakai maka akan mengalami kelelahan bahan karena gaya elastis dari pengabut tersebut sudah berkurang yang akhirnya pegas pengabut patah.

2. Evaluasi pemecahan alternatif masalah

Setelah dilakukan pemecahan alternatif masalah diatas maka dilakukan evaluasi pemecahan masalah sehingga ada beberapa yang menjadi pilihan dalam pemecahan masalah yang dapat mengatasi penyebab dari kinerja pengabut bahan bakar yang tidak bekerja secara optimal yang menghambat operasional motor induk antara lain :

a. Masalah pengabut bahan bakar buntu

1) Alternatif 1 Pengabut bahan bakar buntu

Keuntungan :

Dengan kualitas bahan bakar yang baik dan proses pembakaran yang sempurna serta waktu pembakaran yang tepat maka dapat mengatasi tertutupnya lubang nozzle sehingga kinerja pengabut bahan bakar dapat bekerja optimal.

Pelaksanaan perawatan alat pengabut secara konsisten dan terjadwal maka akan ditemukan lebih dini tanda-tanda kondisi peralatan pengabut akan mengalami kerusakan dan kita dapat menyiapkan suku cadang lebih awal dan ada di atas kapal.

Kerugian :

Untuk mendapatkan bahan bakar yang baik maka harus dilakukan pengecekan di laboratorium sebelum bahan bakar diterima di atas kapal dan ini pengeluaran biaya lebih besar dari pengeluaran biaya-biaya normal sebelumnya, pengadaan suku cadang yang harus diadakan menjadi barang idle dan biaya operasi kapal menjadi tinggi.

2) Alternatif2 Waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat

Keuntungan :

Melakukan penyetelan waktu penyemprotan yang tepat maka terjadinya penyemprotan yang dikabutkan oleh injektor benar-benar sudah sesuai dengan beroperasinya masing-masing silinder mesin induk sehingga mendapatkan tenaga yang efektif dan pemakaian bahan bakar yang baik.

Kerugian :

Setiap saat kita harus melakukan penyetelan timing penyemprotan bahan bakar di masing-masing silinder mesin induk, kondisi menyetel waktu penyemprotan bahan bakar yang tepat menjadi tidak berhasil karena tidak semua personil di atas kapal dapat melakukannya dengan baik dan sukses sesuai keinginan dan kebutuhan.

b. Masalah Pegas pengabut yang patah

Dengan mengamati pegas pengabut yang akan digunakan dapat dilihat dari ketinggian pengabut tersebut dan kemiringannya maka mencegah terjadinya pegas pengabut yang patah sehingga kinerja pengabut bahan bakar bekerja optimal.

1) Alternatif 1 Perawatan alat pengabut

Keuntungan :

Membuka alat pengabut

Dalam membuka alat pengabut dapat sesuai dengan jam kerjanya

yang telah dijelaskan dalam *instruction manual book*.

Dapat ditemukan lebih dini hal-hal yang diperkirakan kurang baik terhadap komponen alat pengabut.

Jarum dan komponen-komponen lain tidak akan mengalami macet atau rusak secara tiba-tiba. Tersedianya pengabut bahan bakar yang siap pakai seandainya tiba-tiba terjadi trouble dalam pelayaran.

Kerugian

Pekerjaan akan menjadi bertambah dari kapasitas pekerjaan rutin sehari-hari, menyiapkan suku cadang berlebihan di atas kapal dan menjadi idle sehingga biaya fixed cost menjadi naik.

2) Alternatif 2 Penggantian komponen alat pengabut

Keuntungan :

Dengan mengganti komponen alat pengabut maka masalah yang terjadi dengan patahnya pegas pengabut sudah bisa diatasi dan mesin induk dapat bekerja normal dengan menghasilkan tenaga maksimum sehingga pelayaran menjadi tidak terganggu dan pelayanan operasi kapal serta jadwal kedatangan kapal dapat tepat waktu tidak terjadi komplain dari si pemilik muatan/barang.

Kerugian :

Biaya perawatan rutin atau emergency dapat menjadi mahal karena penggantian dilakukan sebelum jadwal yang sesuai dengan buku panduan pemeliharaan mesin induk, kapal mengalami stop dulu selama pelaksanaan perbaikan dilaksanakan sehingga melemburkan tenaga kerja pihak kapal dan akan diberikan kompensasi upah kepada tenaga kerja yang lembur tersebut.

3. Pemecahan masalah yang dipilih

Setelah dievaluasi dari alternatif masalah maka pemecahan yang dipilih adalah :

a. Pengabut bahan bakar buntu.

Pemecahan yang dipilih yaitu Alternatif 1 yaitu Dengan kualitas bahan bakar yang baik dan proses pembakaran yang sempurna serta waktu pembakaran yang tepat maka dapat mengatasi tertutupnya lubang nozzle sehingga kinerja pengabut bahan bakar dapat bekerja optimal.

Untuk mengatasi nozzle pengabut yang buntu maka dilakukan pembersihan

bahan bakar yang akan dipakai kedalam mesin induk harus melalui purifier dan bahan bakar yang mutunya baik sehingga bahan bakar yang terbakar terbakar dengan sempurna dan nozzle yang buntu diganti dengan nozzle yang baru.

b. Pegas pengabut bahan bakar patah

Pemecahan yang dipilih yaitu Alternatif 2 Penggantian komponen alat Pengabut.

Pada saat pengabut bahan bakar di buka maka periksa pegas pengabut yang akan dipasang lihat dari kemiringan pegas tersebut serta ketinggian dari pegas dan di dapati tidak sesuai dengan kondisi pegas pengabut maka diputuskan ganti dengan pegas pengabut yang baru.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal, maka diharapkan pada alat-alat permesinan induk, khususnya pada alat pengabut diharapkan tidak bermasalah dalam proses pembakarannya, sehingga mesin dapat beroperasi dengan baik dan lancar. Maka dari itu, ini tidak lepas dari peranan dan dukungan yang sangat profesional baik dari pihak perusahaan selaku pemilik kapal oleh pihak operator kapal yang ditangani oleh kepala kamat mesin (KKM) selaku penanggung jawab diatas kapal khususnya di kamar mesin. Dan juga seringnya terjadi kelelahan bahan disebabkan karena kurangnya perhatian pada saat menyuplay suku cadang ke kapal, seharusnya bahan yang dikirim asli (original). Karena dalam hal ini sangatlah berpengaruh kepada kelelahan bahan atau sangat cepat aus. Sehingga dari hasil pembahasan yang dituangkan dari bab-bab dalam makalah dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengabut bahan bakar buntu

Adapun penyebab dan tertutupnya lubang nozzle alat pengabut oleh karbon adalah karena kualitas bahan bakar yang kurang baik dan karena pasokan bahan bakar yang diinjeksikan terlalu banyak yang disebabkan beban kapal terlalu tinggi maka perbandingan antara bahan bakar dengan udara tidak seimbang sehingga terjadi asap hitam pekat yang keluar dari cerobong, selain itu bertumpuknya karbon pada nozzle membuat nozzle tidak dapat berfungsi secara normal maka segera harus diganti nozzle tersebut.

2. Pegas pengabut patah

Pegas pengabut yang terbuat dari baja mempunyai daya elastis yang berfungsi mengembalikan gaya yang menekan pada jarum nozzle, dimana baja mempunyai batas kemampuan yang bila dipaksakan akan melebihi kemampuan

baja tersebut bisa patah oleh sebab itu bila akan memasang pegas pengabut maka perlu diperhatikan ketinggian pegas serta kemiringan dari pegas tersebut. Langkah yang lebih baik adalah mengganti pegas tersebut dengan pegas yang baru, walau diganti dengan pegas yang baru tetap selalu harus diperhatikan ketinggian dan kemiringan dari pegas.

B. SARAN

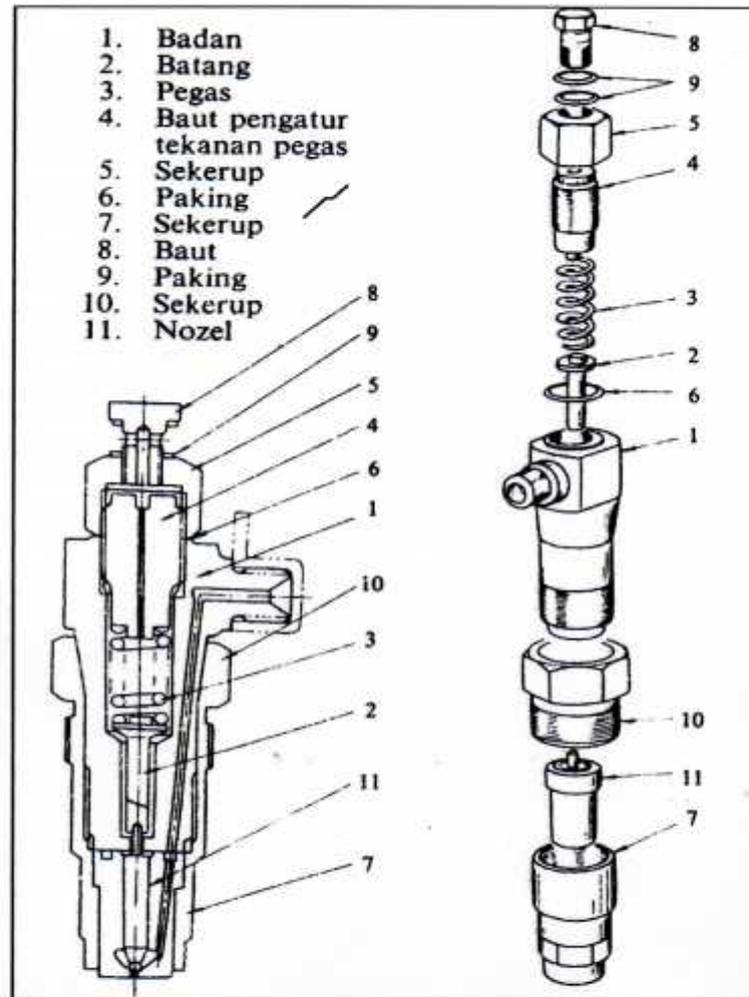
Untuk meningkatkan mutu dari alat pengabut diperlukan suatu pengawasan yang teratur pada perawatannya, penyediaan suku cadang yang baik dapat membantu lancarnya pengoperasian mesin induk diatas kapal. Dimana pengabut sangatlah perlu pada bagian mesin induk tersebut, namun pengabut kalau dilihat dari segi bahan memang tergolong kecil namun sangat besar pengaruh dan manfaat dari suku cadang atau bahan tersebut, maka dari itu penulis mencoba untuk menuliskan saran-saran guna masukan-masukan di dalam permasalahan diatas. Adapun saran adalah seperti dibawah ini :

1. Bagi awak kapal bagian mesin hendaknya dapat mengoptimalkan perawatan pada alat pengabut secara berkala sesuai dengan buku manual dan melakukan perawatan bahan bakar agar dapat diperoleh mutu bahan bakar yang baik dan bersih. Buku manual harus diteliti dengan seksama untuk menghitung jam kerja khususnya pada pengabut bahan bakar (*injector*). Dan apabila sudah waktunya diganti namun belum rusak haruslah diganti segera untuk mengantisipasi kerusakan dan mengoptimalkan kinerja mesin induk. Pengoptimalan alat pengabut tersebut sangat berperan juga dari dukungan perwira mesin yang berkompeten dalam teknis pengabutan bahan bakar tersebut.
2. Bagi awak kapal bagian mesin hendaknya dapat mengoptimalkan perawatan yang terencana (PMS) terhadap motor diesel induk khususnya pada alat pengabut bahan bakar secara langsung berkelanjutan dan menjaga ketersediaan suku cadang diatas kapal. Dimana suku cadang khususnya pengabut bahan bakar sangatlah berguna diatas kapal untuk menunjang pengoperasian mesin induk, mesin induk tanpa adanya suku cadang seperti halnya pengabut bahan bakar atau *injector* maka hal ini dapat mengganggu kelancaran pengoperasian mesin induk.
3. Terhadap Pegas pengabut yang patah, mengingat barang ini adalah barang yang dibutuhkan dengan komponen yang mengandung bahan mempunyai tingkat elastisitas tinggi dan keberadaan barang/spare part tersebut adanya di dalam

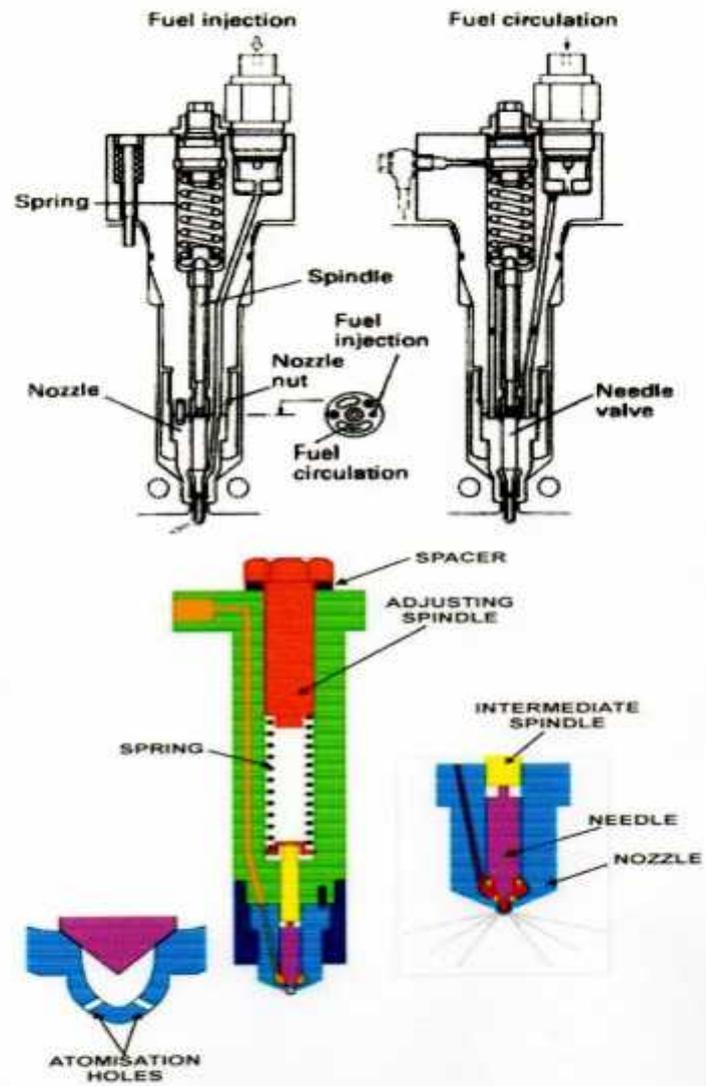
Injector sehingga apabila patah atau terjadi trouble akan berakibat kerugian baik kehilangan waktu ataupun materi bagi perusahaan karena kapal bisa stop di tengah laut, maka disarankan bagian pengadaan dapat mendapatkan barang yang orisinil sehingga masa kerja atau life time dapat diprediksi dalam kita merencanakan PMS terhadap peralatan-peralatan tersebut.

4. Bagi perusahaan hendaknya sering melakukan pengawasan terhadap perawatan yang terencana (PMS) dan memastikan telah dilaksanakan sesuai prosedur dan tepat jadwal. Seyogyanya di perusahaan memiliki perwira mesin yang handal dan cakap untuk melaksanakan prosedur tersebut agar bisa saling kerja sama dan saling membantu dalam hal perawatan pengabut bahan bakar agar tidak terbengkalai dalam pengoperasian dan dapat meningkatkan kinerja mesin induk sehingga kapal dapat beroperasi dengan lancar siap pakai setiap saat dan tepat waktu.

Lampiran No.1 Komponen Pengabut Bahan Bakar



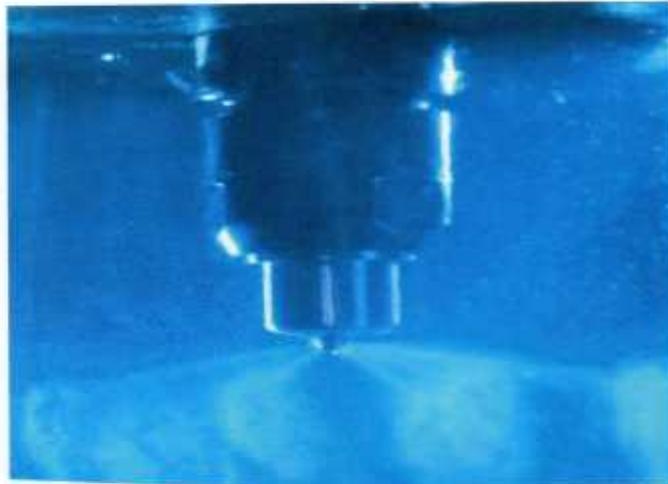
Lampiran No. 2 Fuel injection Pump dan Fuel circulation Pengabut Bahan bakar



Lampiran No. 3 Nozzle pengabut bahan bakar



Lampiran No. 4 Nozzle pengabut bahan bakar dengan penyemprotan yang bagus



Lampiran No. 5 Pengetesan tekanan pengabut bahan bakar



Lampiran No. 6 MT. Pupuk Indonesia



Lampiran Tabel

main Engine		Hyundai Heavy Industries Co Ltd.
		Hyundai-MAN-B&W type 7L60MC, single-acting, two-stroke, cross head, turbo-charged, reversible marine diesel engine.
		MCR = 18,200 bhp x 123 rev/min NCR = 15,470 bhp x 116.5 rev/min
Fuel		Heavy fuel oil with viscosity up to 700 cSt at 50°C for main and auxiliary engines.
Speed		18.8 knots at normal continuous output (14,042 bhp) of main engine with clean bottom in deep sea and calm weather, at design draught (moulded).
M/E Fuel Oil Consumption		51 tonnes/d based on normal sea-going condition, with the main engine developing normal continuous output (15,470 bhp) using heavy fuel oil of a lower calorific value of 9600 kcal/kg under ISO reference condition.
Cruise Duration		Approximately 52 days on a 98% full bunker of heavy fuel oil (specific gravity 0.99) with a lower calorific value of 9600 kcal/kg and an assumed service speed of 17.5 knots, including auxiliary engine and 15% sea margin.
Cruise Range		Approximately 20 500 miles + 4 days under the above-mentioned cruise duration conditions.

Item Name	Qty	Make	Model	Rev. Min	Capacity	Working Pressure or Total Head	Motor
Machinery Space Equipment							
Main Engine	1	Hyundai-B&W	7L60MC	123	18,200 bhp (MCR)		
Main Engine Turbocharger	1		VTB454				
Main Engine Turning Gear	1						
Steering Gear	1	Fairbank	FE21-072-1000		1 Power Unit 80" x 28 sec 2 Power Unit 60" x 14 sec 86.2 ib/inch	100kg/cm ²	None
Steering Gear Hydraulic Pumps	2	Fairbank	LV-000-410R10				
Main Generator Set	2	Hyundai-MAN-B&W	3L2033H	720	1425 bhp		Wipac HF-2-43
Emergency Generator Set	1	MAN	D-05584E	1000	135 bhp		Bankard GCM 210
Auxiliary Boiler	1	Aalborg	AB212		7500 kg/h	8 bar(g)	
Domestic Boiler	1	Aalborg	AB218		2500 kg/h 2500 kg/h Or Fuel + 4000 kg/h	8 bar(g)	
Main Air Compressor	1	Suomi	AV20210		130m ³ /h FAD	20 bar(g)	ABB
Emergency Air Compressor	1	Suomi	HJ1277		75m ³ /h FAD	30 bar(g)	ABB
Making Control Air Compressor	1	Suomi	22210		100m ³ /h FAD	30 bar(g)	
Main Air Reservoir	1	HR	CR		8.5m ³	20 bar(g)	
Auxiliary Air Reservoir	1	HR	CR		0.25m ³	20 bar(g)	
Making Control Air Reservoir	1	HR	CR		0.01	3 bar(g)	
Cooling Air Dryer for E/R	1	Kyung Nam	KAD-101		100m ³ /h		
Cooling Air Dryer for Cargo	1	Deale Euro	DR12006		100m ³ /h		
Main Cooling Sea Water Pump	1	Shinko	SVA-252M	1800	395m ³ /h	25mTH	
Main Engine HT Cooling FW Pump	1	Shinko	SVA-125M	1800	125m ³ /h	25mTH	
LT Cooling Fresh Water Pump	1	Shinko	SVA-302M	1800	375m ³ /h	25mTH	
Generator Engine HT Preheating Pump	1	Shinko	HJ-83M	1800	2.0m ³ /h	10mTH	
Fresh Water Hydrophore Unit Pump	1	Shinko	HJ102-40M	3600	5m ³ /h	48mTH	
Fresh Water Hydrophore Unit Tank	1	Shinko	UH102-40M	1800	1m ³	5mTH	
Hot Water Circulating Pump	1	Shinko	HJ-80M	1800	2m ³ /h		
Hot Water Circ Pump for Room Heating	1	Shinko	S-80-2	3500	10m ³ /h		
Aux Boiler Feed Water Pump	1	Shinko	SVC-50M	1800	10m ³ /h	120mTH	
Comp. Boiler Feed Water Pump	1	Shinko	SVC-50M	1800	8m ³ /h	130mTH	
All Cooler Chemical Dosing Pump	1	Shinko	HJ-40M	1800	2m ³ /h	25mTH	
Oil Slop Pump	1	Shinko	VPS-5	28	5m ³ /h	25mTH	
Sludge Pump	1	Shinko	VPS-5	28	5m ³ /h	25mTH	
Sludge and General Service Pump	1	Shinko	VVP-1024M	1800	14000m ³ /h	33000mTH	
Water Ballast Pump	1	Shinko	SVA-303M	1800	170m ³ /h	25mTH	
Secondary Fire Pump	1	Shinko	SW-13045	1800	12m ³ /h	30mTH	
Sludge Collector for Hot Space	1	Korea Int. Engineering	KS-05-01		1m ³ /h		
Sludge Collector for Cold Space	1	Korea Int. Engineering	KS-12C-00		1m ³ /h		
Ballast Stripping Filter	1	Shinko	SW-100M	1800	100m ³ /h	48mTH	
Cargo Port Sea Water Cooling Pump	1	Shinko	SVA-402M	1800	1400m ³ /h	25mTH	
Ballast Slop Pump	1	Shinko		1800	2000m ³ /h	25mTH	