KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

OPTIMALISASI KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. KETALING

Oleh :

MUHAMAD FIRDAUS
NRP.15.8486/ T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
J A K A R T A
2 0 1 9

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

OPTIMALISASI KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT.KETALING

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan

Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

MUHAMAD FIRDAUS
NRP. 15.8684/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2019

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	MUHAMAD FIRDAUS
NRP	:	15.8486 / T
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Program Studi	:	TEKNIKA
Judul	:	**OPTIMALISASI KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. KETALING**

Jakarta, November 2019

Pembimbing Materi

Drs. Ridwan Setiawan, M.Si
Pembina Utama Madya (IV/d)
NIP. 195706121982031002

Pembimbing Penulisan

Susilo, SE.,MTr
Penata (IV/a)
NIP. 195511281977101001

Mengetahui,
Ketua Program StudiTeknika

Ali Muktar Sitompul, MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197303312006041001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	MUHAMAD FIRDAUS
NRP	:	15.8486 / T
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Program Studi	:	TEKNIKA
Judul	:	**OPTIMALISASI KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. KETALING**

Ketua Penguji	Anggota	Anggota
Buswan, M.Pd	**Efendi, S.T., MM**	**Susilo, SE., MTr**
Penata Tk. I (III/d)	**Penata Tk. 1 (III/d)**	**Penata (IV/a)**
NIP. 19680203 199709 1 001	**NIP. 19581010 198203 1 004**	**NIP. 19551128 197710 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

Ali Muktar Sitompul, MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197303312006041001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik guna untuk memenuhi persyaratan kurikulum program Diploma IV yang di selenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Dalam memenuhi tugas akhir ini, saya mengajukan skripsi dengan judul. **"**OPTIMALISASI PERAWATAN INJEKTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DIKAPAL MT.KETALING**''** judul ini saya pilih karena berdasarkan pengalaman selama saya praktek laut di kapal **MT.KETALING,** ditambah dengan berbagai disiplin ilmu yang saya dapatkan dari buku-buku yang pernah say abaca. Di dalam penulisan skripsi ini saya berusaha semaksimal mungkin untuk memecahkan masalah-masalah yang timbul sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang saya miliki, baik pada saat saya menimba ilmu di bangku sekolah maupun pengalaman selama melaksanakan praktek laut di kapal. Kiranya skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan bagi rekan-rekan pembaca di dalam lingkungan pendidikan ni. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi pembahasan materi maupun dari segi pemilihan kata dan penyusunan kalimatnya, hal ini disebabkan karena kemampuan dan keterbatasan pengetahuan yang di miliki penulis.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih banyak serta penghargaan yang tidak terhingga kepada semua puhak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, tidak lupa penulis menguapkan terimakasih kepada :

1. Yth Capt. Marihot Simanjuntak, MM selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Yth Ali Muktar Sitompul, MT selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Yth Drs. Ridwan Setiawan,M.Si. selaku Dosen Pembimping materi skripsi.
4. Yth Susilo, SE.MSTr. selaku Dosen Pembimbing penulisan skripsi.
5. Yth Seluruh perwira MT.KETALING atas ilmu dan bimbingan selama penuis mengikuti praktek laut.
6. Yth Ayahanda Azhar dan Ibunda Nuriah yang memberikan kasih sayang serta doa yag sudah memberikan semangatnya dalam membantu penyusunan skripsi.

7. PT. PERTAMINA yang sudah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan praktek kerja nyata (PRALA) sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.
8. Teman-teman angkatan LVIII Program pendidikan Diploma IV Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Terutama Muhamad Sopian, Ryan oemara, Atep Zaenal, Fahri adam, Paul godlif, Yedija, yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman kamar H205 Derangga, Jefri, Pandu, Adam, Riyadi, Iqwal, Mirza dan Tidar anak kelas teknika 8 Bravo yang selau memberikan semangat kepada penulis.

Akhir kata penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan di dalam penyusun skripsi ini. Penuls berharap semoga skripsi dapat bermanfaat dan berguna bagi perkemangan ilmu pengetahuan di dunia pelayaran.

Jakarta, Agustus 2019

Penulis

MUHAMAD FIRDAUS

NRP. 15.8486 / T

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM i

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii

TANDA PENGESAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR SINGKATAN viii

BAB I PENDAHULUAN
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 2
C. Batasan Masalah 2
D. Rumusan Masalah 3
E. Tujuan dan Manfaat penelitian 3
F. Sistematika Penyusunan Skripsi 3

BAB II LANDASAN TEORI
A. Tinjauan Pustaka 5
B. Kerangka Pemikiran 15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
A. Waktu dan Tempat Penelitian 16
B. Teknik Pengumpulan Data 18
C. Subjek Penelitian 21
D. Teknik Analisa 21

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN
A. Deskripsi Data 22
B. Analisa Data 26
C. Alternatif Pemecahan Masalah 30
D. Evaluasi Terhadap alternatif Pemecahan Masalah 39
E. Pemecahan Masalah 43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
A. Kesimpulan 44
B. Saran 45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 Gambar Kerangka pemikiran 15

DAFTAR SINGKATAN

KKM	Kepala Kamar Mesin
MDO	Marine Diesel Oil
MFO	Marine Fuel Oil
MT	Motor Tanker
NO	Nomer
P.V	*Pressure – Volume*
PMS	*Planned Maintenance System*
PRALA	Praktek Laut
TJ	Tanjung
TMA	Titik Mati Atas

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kita telah mengetahui bahwa kapal merupakan salah-satu sarana transportasi laut yang berperan penting dalam kegiatannya sebagai penghubung antar wilayah atau pun pulau-pulau dalam jumlah banyak. Kapal dapat bergerak dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan tenaga yang dihasilkan oleh mesin penggerak utama. Pembakaran bahan bakar pada mesin pengerak utama adalah salah satu cara untuk menghasilkan tenaga. Pembakaran bahan bakar yang sempurna akan menghasilkan tenaga yang maksimal, pemakaian bahan bakar lebih irit, dan kinerja dari sebuah kapal akan dapat dipertahankan, beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran yang sempurna diantaranya adalah perbandingan bahan bakar dan udara, kinerja pengabut bahan bakar, kualitas bahan bakar dan keadaan dari mesin itu sendiri.

Efektifitas suatu pengabutan bahan bakar dari mulai perawatan, perbaikan dan penyetelan di kapal MT. KETALING masih banyak mengalami masalah-masalah ataupun gangguan-gangguan yang terjadi khususnya pada alat pengabut bahan bakar yang menyebabkan proses pembakaran di dalam silinder kurang sempurna.Mesin induk akan mengalami penurunan tenaga karena terjadi gangguan pada *injector*,sehingga pembakaran yang dihasilkan tidak sempurna dan mengakibatkan menurunya tenaga pada mesin induk.Hal-hal yang menunjukan kurang sempurnanya proses pembakaran dalam mesin biasanya diketahui dengan adanya asap gas buang dari cerobong berwarna kehitam-hitaman, pemakaian bahan bakar terlalu tinggi, sehingga mesin penggerak utama tidak dapat menghasilkan tenaga yang maksimal dan kelancaran pengoperasian kapal pun menjadi terganggu, tenaga yang dihasilkan menurun bila dibandingkan dengan keadaan-keadaan sebelumnya. Mesin penggerak utama terdiri dari berbagai komponen-komponen di

dalamnya, salah satu komponen utama mesin penggerak utama adalah alat pengabut bahan bakar. Pengabut bahan bakar adalah alat yang berfungsi untuk merubah bahan bakar cair menjadi partikel-partikel terkecil dan dimasukan ke dalam silinder melalui lubang-lubang *nozzle.*

Oleh karena itu, pengabut bahan bakar merupakan salah satu komponen yang mempunyai peranan penting dan harus mendapatkan perhatian atau perawatan secara intensif dan berkesinambungan baik dari segi teknik perawatan, pemeliharaan, penyetelan maupun penggantian suku cadang komponen tersebut secara berkala sesuai PMS, sehingga mesin penggerak utama dapat berjalan dengan lancar dan tahan dalam jangka waktu lama. Bertitik tolak dari uraian tersebut diatas dengan ini penulis memilih dan menyusun skripsi dengan judul:

"OPTIMALISASI KINERJA INJECTOR TERHADAP PROSES PEMBAKARAN DI DALAM MESIN PENGGERAK UTAMA DI KAPAL MT. KETALING"

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan pengalaman yang di dapat pada waktu melaksanakan praktek laut di kapal MT. KETALING kendala atau permasalahan yang terjadi pada alat pengabut bahan bakar diantaranya yaitu:

1. Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.
2. Terdapatnya kotoran pada *injector* dimana *nozzle* tersumbat oleh kotoran.
3. Terdapat kerak karbon yang menutupi lubang *injector* mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna kebocoran mekanis pada *body injector*.
4. Kurangnya penyaringan pada bahan bakar yang masuk ke *injector* mengakibatkan pengabutan yang tidak sempurna.
5. Pemasangan *injector* yang tidak sesuai dengan aturan buku manual.

C. BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya pembahasan masalah dan terbatasnya waktu yang dimiliki oleh penulis, maka didalam penjabaran skripsi ini penulis menyimpulkan tentang pengaruh pengabutan bahan bakar terutama pada masalah perawatan pada alat

pengabut bahan bakar dan terjadinya kebuntuan pada injektor yang disebabkan oleh kotornya saluran pada *nozzle* yaitu:

1. Alat pengabut bahan bakar (*injector*) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.
2. Terdapatnya kotoran pada *injector* dimana *nozzle* tersumbat oleh kotoran.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan judul yang penulis pilih maka yang akan dibahas didalam skripsi ini adalah:

1. Mengapa alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata?
2. Mengapa terdapat kotoran pada injector dimana *nozzle* tersumbat oleh kotoran?

E. TUJUAN PENELITIAN DAN KEGUNAAN PENELITIAN

1. Tujuan penelitian

   Adapun tujuan penelitian dari penulisan skripsi yang penulis buat ini adalah sebagai berikut:

   a. Untuk mengetahui mengapa pengabutan bahan bakar yang dihasilkan oleh alat pengabut bahan bakar (injector) kurang sempurna.
   b. Untuk mengetahui apa penyebab terjadinya kebuntuan pada (injector).

2. Kegunaan penelitian

   a. Bagi pembaca, untuk memberikan masukan yang bermanfaat, serta membantu agar pembaca bisa lebih mengerti dan dapat meningkatkan kemampuannya dan juga untuk menjadi suatu motivasi atau dorongan bagi para pembaca yang berada di dalam lingkungan pendidikan ini.

F. SISTEMATIKA PENULISAN SKRIPSI

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami penulisan-penulisan ini maka skripsi ini dibuat terdiri dari lima bab dimana tiap-tiap bab selalu berkesinambungan dalam pembahasan yang merupakan suatu rangkaian yang tidak terpisah, maka sistematika penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang timbulnya permasalahan tujuan dan kegunaan, masalah yang dibahas serta pembatasan masalah-masalah tentang alat pengabut bahan bakar.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil terdahulu, dilihat dari tinjauan pustaka yang mendukung dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang timbul serta kerangka pemikiran yang menjadi landasan penulisan ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai kapan dan dimana penelitian tersebut dilakukan, bagaimana cara atau teknik pengumpulan data untuk masalah yang dibahas serta teknik dalam menganalisa data-data yang dikumpulkan untuk memecahkan masalah tersebut.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab ini dijelaskan tentang uraian data yang ditemukan dan analisa data yang di dapat sampai ditemukannya penyebab timbulnya masalah-masalah tersebut, serta penjelasan dalam pemecahan masalah atau solusi-solusi dalam memecahkan masalah tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diambil dari penelitian yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi dan saran-saran yang perlu untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yang diambil dari teori-teori yang ada.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian Optimalisasi

   Dalam Kamus Bahasa Indonesia, W.J.S. poerdwadarminta (1997:753) dikemukakan bahwa:”Optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan,jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektife dan efisien”. Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan atau tindakan untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan keadaan yang diberikan nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi.

2. Definisi perawatan

   Menurut Corder (1978) pengertian pemeliharaan atau perawatan (*maitenance*) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada kondisi yang bisa diterima, adapun tujuan-tujuan tersebut adalah:

   1. Memperpanjang usia aset
   2. Menjamin ketersediaan peralatan dan kesiapan operasional perlengkapan serta peralatan yang dipasang untuk kegiatan produksi.
   3. Membantu mengurangi pemakaian atau penyimpanan diluar batas serta menjaga modal yang ditanamkan selama waktu yang ditentukan.
   4. Menekan tingkat biaya perawatan serendah mungkin dengan melaksanakan kigiatan perawatan secara efektife dan efisien

3. Alat Pengabut Bahan Bakar (Injektor)

   Salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel diantarnya adalah injektor atau pengabut, injektor 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 udara dalam bentuk kabut melalui injektor ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali pengabutan 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 ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*Overflow*).(http://psbtik.smkn1cms.net/multi_media/permesinan/modul24/ch3/07/index.html).

4. Jarum Pengabut (*Nozzle*)

   Menurut J. Trommelmans dalam buku Mesin Diesel – Prinsip-Prinsip Mesin Diesel Untuk Otomotif (1986 : 12.1) bahwa dengan alat pengabut bahan bakar sejumlah bahan bakar yang ditentukan secara teliti dikabutkan ke dalam silinder dan kabut bahan bakar tersebut harus benar-benar masuk dalam bagian yang tetap pada ruang pembakaran untuk penangguhan penyalaan yang sekecil mungkin dan melakukan pembakaran selengkap mungkin. Pengabut itu harus menutup dengan cepat dan baik, sehingga sebelum dan sesudah pengabutan bahan bakar tidak dibentuk tetesan-tetesan bahan bakar. Suatu pengabutan yang jelek atau pembentukan tetesan menghasilkan pembakaran jelek, pembetukan asap, kerugian usaha, temperatur motor tinggi dan banyak pemuaian sebagai akibat.

   Pengabut yang sebenarnya terdiri dari :

   a. Pemegang jarum pengabut dengan alur bentuk cincin, saluran pencatu dan ruang tekanan.
   b. Jarum pengabut.

      Seperti pompa pengabut bahan bakar, alat pengabut juga harus dikerjakan dengan khusus sempurna. Jarum itu bergerak dalam pemegangnya dengan toleransi 1,5 mikron.

5. Pompa injeksi bahan bakar (*Injection Pump*)

   Pompa injeksi merupakan salah satu komponen utama sistem bahan bakar motor

diesel yang berfungsi untuk memberikan tekanan tinggi pada bahan bakar untuk dimasukan ke dalam silinder melalui injektor dalam bentuk kabut. Selain fungsi tersebut pompa injeksi juga akan memberikan tekanannya sesuai dengan waktu yang ditentukan yakni pada saat akhir kompresi dari siklus motor diesel serta dengan volume yang sesuai dengan kebutuhan daya dari motor diesel tersebut. *Injection pump* dikonstruksi sedemikian rupa dengan komponen yang dibuat sangat presisi sehingga mempersyaratkan kebersihan bahan bakar yang akan diproses di dalamnya serta berbagai komponen untuk memenuhi fungsinya disamping kapasitasnya sesuai dengan jumlah silinder motor diesel tersebut. (http://psbtik.smkn1cms.net/multimedia/permesinan/modul24/ch3/07/index.html).

6. Menurut V.L. Mallev, M.E.,DR.A.M. dalam buku Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Disel (1991 : 105) persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi adalah sebagai berikut :
   a. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

      Penakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap daur harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan bahwa sejumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara inilah mesin akan beroperasi pada kecepatan yang seragam.
   b. Pengaturan waktu yang layak dari injeksi bahan bakar

      Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan : adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam daur, maka penyalaannya 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 dan kepala torak. Akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap gas buang. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlambat dalam daur, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak telah jauh melampaui titik mati atas. Kalau ini terjadi, maka mesin tidak akan membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap, dan pemakaian bahan bakar boros.

c. Kecepatan yang sesuai dari injeksi bahan bakar

   Kecepatan injeksi bahan bakar berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satuan derajat dari perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi tinggi, maka sejumlah bahan bakar tertentu akan diinjeksikan dalam waktu yang singkat, atau dalam jumlah derajat yang kecil dari perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi, harus digunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang kecil untuk menaikan jangka waktu injeksi bahan bakar.

   Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang serupa dengan pengaturan waktu, terhadap prestasi mesin. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

d. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

   Pengabutan dari arus bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar memerlukan kabut yang sangat halus, ruang bakar yang lain dapat beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat dicampur dengannya.

e. Distribusi yang baik dari bahan bakar dalam ruang pembakaran.

   Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa sehingga bahan bakar akan menyusup keseluruh bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah.

7. Menurut Prof. Dr. Winarto Arismunandar dalam buku Motor Diesel Putaran Tinggi (1975 : 169) bahwa pada waktu melakukan perawatan, perbaikan dan penyetelan alat pengabut bahan bakar, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

   a. Pengujian pengabutan bahan bakar dilakukan dengan mempergunakan alat penguji pengabutan (*nozzle tester*). Dalam hal ini pengabutan bahan bakar dipasang pada ujung pipa tekan dari alat penguji tersebut, tekanlah tuas penekannya perlahan-lahan, sementara itu perhatikanlah besarnya tekanan yang dapat dibaca pada manometer yang terpasang pada alat penguji pada saat bahan

bakar mulai keluar dari alat pengabut bahan bakar. Kalau tekanan pengabutan tersebut tidak sesuai dengan yang disyaratkan, maka keadaaan tersebut dapat diatasi dengan menyetel pegas pengatur tekanan pengabutan yang ada pada alat pengabut bahan bakar tersebut sesuai dengan prosedur yang diberikan oleh pabrik pembuatnya.

b. Pada waktu tuas penekan ditekan perlahan-lahan, maka pada suatu tekanan tertentu alat pengabut akan mengeluarkan kabut bahan bakar secara terputus-putus. Pancaran kabut bahan bakar yang tidak normal merupakan bentuk selubung kerucut yang terpecah, terpuntir atau miring ke satu arah.

c. Apabila tuas penekan ditekan dengan tiba-tiba, maka alat pengabut bahan bakar akan mengabutkan bahan bakar serupa dengan keadaan yang terjadi di dalam mesin. Untuk mesin dengan ruang bakar turbulen, kerucut kabut bahan bakar dipancarkan dari alat pengabut dengan sudut puncak $\pm 40^{o}$. Namun besarnya sudut puncak tersebut dapat berbeda, tergantung dari pada konstruksi *nozzle* tersebut. Alat pengabut bahan bakar yang rusak tidak dapat mengabutkan bahan bakar, dalam keadaan tersebut bahan bakar keluar dalam bentuk titik-titik yang relatif besar. Disamping itu, akan terlihat adanya tetesan bahan bakar..

d. Apabila pengabutannya tidak baik, bukalah *nozzle* dari alat pengabut bahan bakar. Kemudian lepaskanlah katup yang ada di dalam *nozzle* dan cucilah katup dan *nozzle* tersebut dengan bensin yang bersih. Sesudah itu pasangkan kembali setelah kedua bagian tersebut dibasahi dengan minyak diesel (solar) dan jangan sampai keliru memasang katup pada *nozzle* yang lain.

e. Kalau *nozzle* yang telah dibersihkan itu ternyata tidak juga menghasilkan pengabutan yang baik, sebaiknya *nozzle* dan katup tersebut diganti dengan yang baru. Pada waktu melakukan pekerjaan tersebut di atas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

   1) Pada waktu hendak melepaskan alat pengabut dari kepala silinder, terlebih dahulu bersihkanlah bagian-bagian disekitar alat pengabut tersebut. Sesudah itu lepaskanlah pipa bahan bakar dari alat pengabut dan tutuplah ujung pipa tersebut dan lubang saluran bahan bakar pada alat pengabut, supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalamnya.

   2) Lepaskan alat pengabut dari kepala silinder, kemudian bersihkanlah kotoran yang ada pada permukaan kontak antara pengabut dan kepala silinder.

Sesudah itu tutuplah lubang pengabut pada kepala silinder supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalam silinder.

3) Bersihkanlah pengabut dengan alat terbuat dari bahan yang lunak, misalnya kayu. Jangan sekali-kali mengkorek-korek lubang *nozzle* dengan kawat logam karena dapat merusak permukaannya.
4) Hati-hatilah dalam hal membuka atau memasang paking, jangan sampai rusak permukaannya. Paking yang rusak permukaannya harus diganti dengan yang baru.
5) Pompa pengabut bahan bakar

   Boleh dikatakan pompa pengabut bahan bakar tidak memerlukan perhatian yang terus-menerus. Hal itu disebabkan karena pompa jarang rusak. Namun apabila terasa adanya gejala kerusakan pompa sebaliknya diperiksa dan disetel oleh bengkel yang berwenang. Jangan merusak atau merubah bagian-bagian yang disegel.

8. Menurut Akademi Ilmu Pelayaran dalam buku Motor-Motor Diesel Dan Turbin-Turbin Gas Kapal (1976 : 67), masalah yang sebenarnya timbul ialah bagaimana bahan bakar yang telah dikabutkan masuk pada setiap langkah dapat disentuhkan dalam bentuk uap dengan seluruh udara pembakaran yang diperlukan, dalam waktu singkat yang tersedia dan menyalakannya serta membakarnya dengan sempurna. Untuk itu alat pengabut bahan bakar harus dipenuhi syarat-syarat tertentu dan pada itu akan terjadi serentetan gejala-gejala, yang akan dibahas berikut ini menurut urutannya.
   a. Penyaluran masuk bahan bakar sampai ke silinder, harus disesuaikan sebaik mungkin dengan keperluan penyaluran masuk panas dari proses kerja yang diinginkan.
   b. Bahan bakar yang dimasukkan harus dijadikan kabut yang halus dan dalam keadaaan yang terbagi dengan halus ini harus menyusup sejauh mungkin dengan kecepatan tinggi diruangan pembakaran yang telah terisi dengan udara yang dikompresi itu. Akan tetapi pada itu tetes tetes bahan bakarnya tidak boleh bersentuhan dengan dinding-dinding silinder yang lebih dingin itu, oleh karena hal tersebut akan menghalangi penguapan dan penyalaan kemudian dari bahan bakar itu. Sebaliknya, pancaran-pancaran bahan bakar harus terarah pada inti (yang panas) dari pada ruang pembakarannya.

c. Karena panasnya udara yang di kompresi, sekarang akan timbul penguapan pada permukaan dari pada tetes-tetes bahan bakar, dengan nama oleh karena itu akan dibentuk suatu campuran uap udara. Karena panas yang diperlukan untuk penguapan tersebut, suhu dari pada udara akan merosot beberapa puluh derajat.
d. Pada satu titik atau lebih dalam ruang bakar keadaan-keadaan dari pada suhu, tekanan serta susunan campuran pada akhirnya menjadi sedemikian rupa sehingga terjadi penyalaan, dan terbentuk inti-inti api setempat.
e. Dari inti-inti api ini kemudian pembakaran dari uap bahan bakar yang telah terbentuk terlebih dulu akan semakin meluas dengan kecepatan yang tinggi. Pada ini oleh panas yang terjadi, suatu kenaikan-kenaikan yang sangat tiba-tiba, sehingga dapat dikatakan adanya suatu “tahap eksplosi”.
f. Setelah tahap ekplosi ini, pengabutan masuk bahan bakar akan berlangsung terus, dan tidak akan terjadi lagi dalam udara yang telah menjadi panas dan bertekanan tinggi, tetapi dalam suatu ruang bakar, terisi sebagian dengan gas-gas yang mempunyai suhu jauh lebih tinggi. Dengan demikian, penguapan dari pada tetes-tetes bahan bakar yang sekarang menyusul (dan mungkin penganalisaan uap yang telah terbentuk itu) akan terjadi jauh lebih cepat, dan kecepatan lebih lanjut dari pada pembakaran tersebut terutama sekali ditentukan oleh tingkat, dimana uap yang dapat terbakar itu dapat mencapai zat asam yang diperlukan. Tahap pembakaran ini dengan demikian menjadi suatu “pembakaran yang berlangsung terus”.

   Pembakaran yang mengikuti “tahap eksplosi” ini dari itu pertama tergantung dari suatu pencampuran yang cepat dan sesempurna mungkin dari pada uap bahan bakar dengan udara pembakaran. Penguapan cepat dari pada tetes-tetes bahan bakar yang telah disebut diatas ini, akan mengurangi kemampuan menembus dari pada pancaran-pancaran bahan bakar itu dan dengan itu memberikan pengaruh yang merugikan terhadap pencampuran itu.

g. Setelah berakhirnya penyemprotan masuk adalah mungkin, bahkan mungkin sekali, bahwa semua bahan bakar tidak terbakar.

   Pembakaran yang masih berlangsung disebut “pembakaran susulan”, dan mempengaruhi randemen dari pada proses dengan secara tidak baik, oleh karena panas yang dengan demikian timbul, tidak dimasukkan pada tingkat suhu yang setinggi mungkin. Dalam hubungan ini pembakaran susulan itu

menyebabkan suatu kenaikan relatip dari pada suhu gas-gas yang dibuang.

9. Perawatan, pemeriksaan dan penyetelan harus dilakukan dengan ketelitian yang besar dan dengan menjaga kebersihan. Perhatian yang khusus harus diberikan kepada hal-hal berikut ini, sesuai yang dijelaskan oleh Akademi Ilmu Pelayaran dalam buku Motor-Motor Diesel Dan Turbin-Turbin Gas Kapal (1976 : 469)
   a. Jarum harus dapat digerakkan dengan mudah di dalam rumah alat pengabut.
      Jarum-jarum yang jalannya seret harus diasah di dalam rumahnya dengan pasta asah dan memperhatikan bila terjadi perbedaan-perbedaan suhu yang menyolok antara jarum dan rumah, karena itu nantinya mengakibatkan melekatnya atau bocornya jarum tersebut.
   b. Lubang-lubang pengabut yang tersumbat.
      Dengan menggunakan jarum-jarum tusuk yang khusus maka lubang-lubang itu dapat ditusuk tembus.
   c. Perapatan yang baik dari jarum diatas tempat duduknya.
      Bila perlu, orang harus menggosok katup serta tempat duduknya dengan pasta gosok. Pada suatu tempat duduk berbentuk kerucut, lebih-lebih bagian yang paling bawah dari katup dan tempat duduk yang harus memikul.
   d. Ketinggian angkat yang tepat.
   e. Pengabutan yang baik.

10. Menurut Drs. B. M. Surbhakty, R. Suhardjo dalam buku Motor Bakar 2 (1977 : 159), pembakaran yang sempurna di dalam silinder motor diesel terutama tergantung pada empat syarat sebagai berikut :
    a. Derajat pengabutan bahan bakar.
    b. Suhu yang tinggi untuk memperoleh pembakaran yang sempurna dari campuran bahan bakar dengan udara.
    c. Kecepatan relatif yang tinggi antara partikel bahan bakar dan udara.
    d. Pencampuran yang baik antara partikel bahan bakar dengan udara.

    Pengabutan bahan bakar untuk memperoleh bentuk yang sehalus-halusnya dan penyebarannya, terutama tergantung dari sistem pengabutan yang digunakan.

11. Menurut Nakoela Soenarta, Shoichi Furuhama dalam buku Motor Serbaguna (1985 : 31), panas yang dihasilkan dari pembakaran campuran udara bahan bakar

akan diubah oleh motor dalam bentuk hasil yang efisien, bila :

a. Pembakarannya sempurna. Pemberian udara cukup.
b. Perbandingan kompresi tinggi. Sangat efektif untuk memperoleh hasil yang besar dan peningkatan efisiensi.
c. Kecepatan pembakaran tinggi. Pembakaran harus sempurna pada saat torak berada dekat dengan TMA dan ekspansi harus terjadi dengan baik.

   Untuk itu harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

   1) Kecepatan pembakaran yang tinggi akan diikuti oleh kenaikan suhu dan tekanan. Jadi perbandingan kompresi akan dinaikkan sampai suatu batas dimana motor tidak menghasilkan *knock* dan campuran harus cukup gemuk untuk memperoleh suhu yang sangat tinggi.
   2) Untuk membantu proses pembakaran, gas dalam silinder harus digerakan atau diaduk. Hal ini sangat efektif untuk mencegah terjadinya *knocking* dan menaikan perbandingan kompresi untuk pembakaran campuran yang kurus perlu perhatian yang cukup.

d. Ruang bakarnya kompak, agar luas permukaan ruang bakar menjadi kecil dan dapat diperkecil kehilangan panasnya.
e. Pendinginannya baik. Suhu dinding ruang bakar harus diusahakan rendah untuk menghindari terjadinya pembakaran yang tidak semestinya dan mengurangi pemakaian minyak pelumas. Untuk motor perbandingan kompresi tinggi, pendinginan air lebih baik dari pada pendinginan udara.

12. Diagram Indikator

Pemahaman tentang apa yang terjadi di dalam silinder mesin diesel, terutama sehubungan dengan pembakaran, dapat sangat dibantu dengan penyajian secara grafis yang disebut diagram tekanan-volume atau diagram p-v. Dalam diagram tersebut, ordinatnya, atau jarak vertikalnya menunjukkan tekanan gas dan absisnya, atau jarak horisontal, menunjukkan volume bersangkutan yang ditempati oleh gas, yaitu volume antara kepala silinder dan torak pada saat itu. Pembakaran sebagian besar berlangsung di dalam atau di dekat kedudukan puncak torak, jadinya di dalam suatu jangka waktu, pada mana teromol indikator berada pada akhir langkahnya dan hampir dalam keadaaan diam. Jadi berlangsungnya pembakaran dipadatkan pada suatu bagian kecil dari diagram.

Isi dari diagram indikator adalah suatu dasar ukuran untuk usaha luar selama satu putaran poros. Proses pembakaran diperlihatkan sambil teromolnya berputar

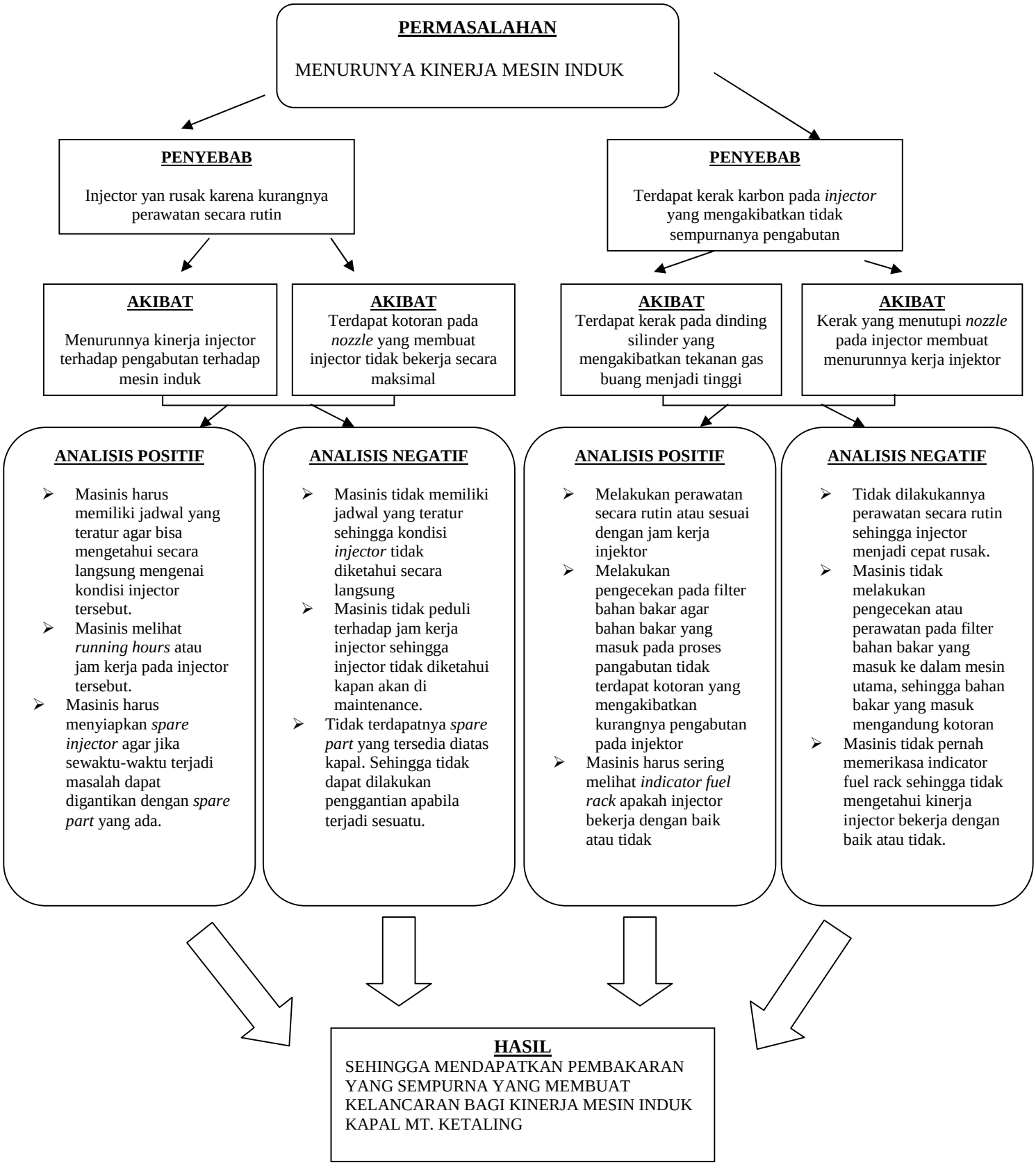
dengan kecepatan yang tertinggi dan peristiwa-peristiwa yang susul-menyusul seakan-akan “ditarik yang satu dari yang lain”, bagaimana pembakaran yang berlangsung eksplosif setelah titik mati.

Dalam silinder indikator yang kecil itu dapat bergerak suatu torak yang dibebani dengan suatu pegas. Pemindahan torak indikator dipindahkan dengan diperbesar pada jarum tulis selanjutnya dihubungkan pada indikator suatu teromol, diatas dimana dapat dipasangkan secarik jalur kertas.

Dibawah ini ada beberapa diagram-diagram yang digeser yang berlaku untuk suatu motor utama yang berjalan pelan yang dibebani penuh. Adalah efisien untuk memperlengkapi diagram-diagram itu dengan dua garis-garis mendatar, yang menyatakan tekanan kompresi dan tekanan pembakaran masing-masing yang diharuskan pada pembebanan ini. Lalu kita akan dapat segera melihat apakah ada penyimpangan-penyimpangan terhadap keadaan semula.

Berikut ini gambar penilaian dari penyimpangan-penyimpangan dalam diagram-diagram indikator yang digeser dan tindakan-tindakan perbaikannya.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 1.2. Bagan kerangka pemikiran

BAB III
METODE PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan saat melaksanakan praktek laut (prala) diatas kapal, terhitung mulai dari tanggal 31 Agustus 2017 sampai dengan 21 November 2018. Selama menjalani praktek kerja nyata atau praktek laut dengan posisi sebagai kadet mesin, penulis mendapatkan pembelajaran dan banyak pengalaman dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi diatas kapal, termasuk juga permasalahan yang berkaitan dengan alat pengabut bahan bakar mesin penggerak utama. Penulis mendapat permasalahan mengenai alat pengabut bahan bakar yang bekerja kurang optimal dan sangat berpengaruh terhadap kinerja dari mesin penggerak utama, dan jika bermasalah maka pengoperasian kapal akan terhambat.

2. Tempat Penelitian

Adapun tempat penulis melakukan penelitian ini adalah diatas kapal tanker MT. KETALING pada salah satu perusahaan pelayaran Indonesia. Berikut ini nama dan data kapal selama penulis mengadakan penelitian adalah sebagai berikut:

Ship’s Name	: MT. KETALING
Type	: Oil Products Tanker
Call Sign	: PNGF
Owner	: Maritindo SA
Nationality	:INDONESIA

IMO Number	: 9179880
Bulding Yard’s	: PT.Dok dan Perkapalan Surabaya
L O A	: 105.00 Meter
L B P	: 99,0 Meter
Breadth Moulded	: 18,80 Meter
Depth Moulded	: 9,50 Meter
Design Draft	: 7,718 Meter
D W T	: 6.604,00 T
Light Ship’s	: 2.527,587 T
Full Load Displacement	: 12.366 T
G R T	: 5.797 T
N R T	: 3.426 T
Cap. Of Hold No.1	: 2.028,171 M3
Cap. Of Hold No.2	: 3.168,429 M3
Cap. Of Hold No.3	: 2.903,998 M3
Derrick (one unit)	: SWL 15 Tons
Main Engine	: NIGATA GM4 2TAK X1
Type	: 8 UET 45 / 80 D
RPM	: 230
PS	: 3.500 HP
Auxiliary Engine	: NIGATA
Type	: 6 MALT
RPM	: 900
PS	: 300 X 3 Set
AC Generator Volt	: 440
HZ	: 60

Phase : 3

K V A : 300

B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan penulis dalam penelitian yang meliputi antara lain :

a. Studi Kasus

Dalam studi kasus penulis membahas tentang masalah yang terjadi di atas kapal MT. KETALING mengenai alat pengabut bahan bakar pada mesin penggerak utama. Masalah ini penulis ambil karena masih terjadinya proses pembakaran yang kurang sempurna di dalam silinder. Hal tersebut terjadi dikarenakan kurangnya perhatian terhadap perawatan, perbaikan dan penyetelan pada alat pengabut bahan bakar (*injector*) mesin penggerak utama diatas kapal.

b. Problem Solving

Suatu pendekatan dimana penulis dalam menemukan dan memecahkan masalah didasarkan pada data-data dan informasi yang akurat yang ada diatas kapal MT. KETALING ataupun dari sumber referensi lainnya, sehingga dapat diambil kesimpulan yang tepat dan cermat.

c. Deskriptif Kualitatif

Adapun teknik pendekatan yang dipergunakan dalam penulisan skripsi ini adalah menggunakan metode deskriptif kualitatif yaitu penelitian yang menghasilkan data bersifat desktiptif berupa kata-kata atau lisan dari hasil yang didapat dalam pengamatan dan cenderung menggunakan analisis. Penelitian ditekankan pada aspek pemahaman secara mendalam terhadap suatu masalah yang dikaji secara kasus per kasus dan data yang dikumpulkan harus lengkap berupa data primer dan data sekunder yang diperoleh dari subjek penelitian yang berkenaan dengan variabel mengenai perawatan alat pengabut bahan bakar (injektor), sehingga landasan teori yang ada dapat dijadikan sebagai bahan penjelas dan berakhir dengan suatu teori.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan pengumpulan data yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini, ada beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan. Data dan informasi yang lengkap, objektif, dan dapat dipertanggung jawabkan, diperlukan untuk dapat diolah dan disajikan menjadi gambaran dan pandangan yang benar. untuk mendapatkan data empiris, maka digunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

a. Teknik Observasi

Yaitu teknik pengumpulan data dimana penulis mengadakan penelitian dan pengamatan secara langsung ke lapangan tempat dilakukannya suatu penelitian sehingga data yang diperoleh penulis bersifat objektif, Selama penulis melakukan praktek laut di kapal MT. KETALING, penulis melakukan pengamatan secara langsung tentang permasalahan-permasalahan yang terjadi yang berkaitan dengan alat pengabut bahan bakar (injektor) pada mesin penggerak utama.

b. Teknik Komunikasi Langsung

Yaitu teknik pengumpulan data yang digunakan penulis untuk memperoleh informasi dengan melakukan komunikasi atau tanya jawab (wawancara) langsung dengan nara sumber (masinis) di atas kapal. Dalam hal ini penulis mendapat informasi tentang perawatan, perbaikan, penyetelan dan masalah-masalah atau gangguan-gangguan yang sering terjadi khsusnya pada alat pengabut bahan bakar (injektor) mesin penggerak utama dari kepala kamar mesin dan masinis dua yang bertanggung jawab langsung dengan alat pengabut bahan bakar pada mesin penggerak utama.

c. Studi Dokumentasi

Yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mencari data-data sekunder dari dokumen-dokumen yang tersedia di atas kapal. Data-data tersebut merupakan data yang konkrit yang dapat memberikan keterangan yang terjadi di atas kapal selama pelayaran, yang mana data-data tersebut telah didokumentasikan dan dilaporkan pada pihak

perusahaan. Pada setiap kapal terdapat dokumen-dokumen yang berkenaan dengan kapal dan semua permesinan di atas kapal.

Adapun arsip-arsip ataupun dokumen-dokumen yang terdapat di kamar mesin dan menjadi sumber dalam penelitian di atas kapal adalah sebagai berikut:

1) Buku panduan permesinan (*manual book*).
2) Catatan harian kamar mesin (*log book*).
3) Catatan mingguan masinis 2 (*weekly maintenance report*).
4) Catatan bulanan kamar mesin (*monthly maintenance report*).
5) Catatan dan laporan pemeriksaan, perawatan dan penyetelan pada alat pengabut bahan bakar sesuai PMS.
6) Surat laporan kerusakan untuk perusahaan khususnya pada alat pengabut bahan bakar mesin penggerak utama.
7) Laporan penerimaan dan pemakaian *spare part* dan *running store.*

d. Studi Pustaka

Yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengambil referensi dari buku–buku teori dan data dari media internet yang relavan dengan permasalahan yang akan dibahas, dalam skripsi ini penulis mengambil beberapa buku referensi tentang alat pengabut bahan bakar pada mesin penggerak utama. Hal ini di maksudkan agar buku–buku referensi dan data dari media internet tersebut dapat mendukung dan membantu penulis dalam melakukan penyunan skripsi ini dimana buku referensi dan data internet tersebut dapat memberikan acuan-acuan teoritis dan sebagai bahan perbandingan dalam melakukan suatu penelitian dan pembahasan yang berkaitan dengan masalah-masalah yang dihadapi dalam penulisan skripsi ini. Adapun buku-buku dan website yang dijadikan sebagai studi pustaka adalah sebagai berikut:

1) Buku Mesin Diesel – Prinsip-Prinsip Mesin Diesel Untuk Otomotif
2) Buku Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel
3) Buku Motor Diesel Putaran Tinggi
4) Buku Motor-Motor Diesel Dan Turbin-Turbin Gas Kapal
5) Buku Motor Bakar 2
6) Buku Motor Serbaguna

7) Website (http://psbtik.smkn1cms.net/multimedia/permesinan/modul24/ch3/07/index.html).

C. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian dilakukan dengan studi kasus, dimana dilakukan pemeriksaan longitudinal yang mendalam terhadap suatu keadaan atau kejadian dengan menggunakan cara-cara yang sistematis dalam melakukan pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi dan pelaporan hasilnya.

Fokus penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah pada upaya peningkatan perawatan injektor terhadap proses pembakaran di dalam mesin penggerak utama pada mesin diesel yang memberikan peranan penting guna menunjang kelancaran operasional mesin penggerak utama kapal.

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Teknik Analisis data non statistika secara deskriptif kualitatif, maksudnya adalah menggambarkan dan menganalisa secara terperinci kejadian dilapangan serta menghubungkanya dengan teori-teori yang relevan dengan masalah yang diteliti. Setelah itu dituangkan untuk menganalisa pokok permasalahan didalam skripsi ini, digunakan teknik dalam tulisan mulai dari timbulnya masalah, penyebab masalah, tempat dan waktu kejadiannya masalah, data yang dikumpulkan, menganalisa masalah sehingga ditemukan solusi terhadap permasalahan tersebut.

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Berikut ini adalah beberapa permasalahan-permasalahan atau fakta-fakta yang pernah dialami oleh penulis sewaktu melaksanakan praktek laut (prala) di atas kapal MT. KETALING dan menguraikan sebagian dari peristiwa yang terjadi di atas kapal terutama yang menyangkut masalah perawatan injektor terhadap proses pembakaran pada mesin penggerak utama, sebagai pembahasan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. **Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.**

   a. Ditemukan pada tanggal 25 September 2017 MT. KETALING berlayar dari Pelabuhan Teluk Bayur,Padang menuju Pelabuhan Belawan,Medan dengan kecepatan mesin 89,53 rpm dan *engine speed* 10,04 *knots*. Pada saat itu masinis II dikamar mesin melihat temperatur dari *thermometer exhaust* gas mesin penggerak utama terlalu rendah pada silinder no. 2 dan no. 4 yaitu 285^0 C - 287^0 C. Sedangkan temperatur gas buang pada silinder no. 1, 3, dan 5 menunjukkan temperatur yang stabil antara 300^0 C - 350^0 C.

   Kemudian masinis II didampingi kepala kamar mesin (KKM) langsung mengambil tekanan pembakaran maksimum tiap-tiap silinder dengan menggunakan *P max indicator*, diperoleh hasil untuk silinder nomor 2 dan 4 tersebut 80 kg/cm^2, sedangkan untuk silinder nomor 1, 3, dan 5 menunjukkan tekanan pembakaran maksimum yang merata yaitu 105 kg/cm^2 – 109 kg/cm^2. Dan ternyata diketahui pula, setelah mengamati warna asap gas buang yang keluar dari cerobong mesin penggerak utama adalah berwarna

kehitam-hitaman yang menunjukkan kurang sempurnanya proses pembakaran dalam mesin penggerak utama. Dengan banyaknya indikasi gangguan terhadap proses pembakaran didalam silinder mesin penggerak utama yang diketahui, maka setelah kapal sampai bersandar dipelabuhan dilakukan penggantian dan pemasangan alat pengabut bahan bakar silinder no. 2 dan 4 yang baru. Setelah dilakukan pembongkaran dan pengetesan diketahui bahwa pada alat pengabut bahan bakar (injektor) no. 2 dan 4 tersebut tidak dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna dan tekanannya tidak sesuai dengan di *instruction book* disertai adanya kotoran-kotoran yang menggumpal pada ujung *nozzle* pada alat pengabut bahan bakar tersebut.

b. Pada tanggal 3 Januari 2018, saat kapal berlayar dari Tuban menuju teluk Bayur, Padang semua *crew* di kamar mesin sedang bekerja seperti biasa, ketika masinis III dan *oiler* melakukan *journal* dan pengecekan di sekitar kamar mesin, ditemukan perbedaan temperatur gas buang mesin penggerak utama pada silinder no. 4 yaitu sekitar 279^0 C dan temperatur gas buang silinder lainnya sekitar 300^0 C – 345^0 C. Setelah dilihat pada PMS diatas kapal rupanya alat pengabut bahan bakar pada silinder no. 4 sudah waktunya untuk dilakukan penggantian dan perbaikan pada alat pengabut tersebut. Setibanya di pelabuhan dilakukan penggantian pada alat pengabut tersebut dengan yang baru dan diketahui setelah dilakukan pengetesan ternyata tekanan pengabutan alat pengabut tidak sesuai dengan nilai stadar yang ada pada *instruction book*.

c. Kegiatan terjadwal yang dilakukan masinis II dalam pengambilan diagram indikator pada mesin penggerak utama tepatnya pada tanggal 23 Juni 2018 ditemukan bahwa hasil tekanan pembakaran maksimum tiap-tiap silinder tidak merata dan tempertur gas buang mesin penggerak utama tidak seragam, indikasi tersebut merupakan gangguan-gangguan yang terjadi pada proses pembakaran salah satunya yaitu kurang sempurnanya pengabutan yang dihasilkan oleh alat pengabut bahan bakar (injektor).

2. Terdapatnya kotoran pada injector dimana nozzle tersumbat oleh kotoran.

a. Ditemukan pada tanggal 15 Maret 2018 sewaktu kapal dalam pelayaran dari Teluk Bayur, Padang menuju Ciwandan, Banten pada awal perjalanan mesin penggerak utama berjalan dengan normal dan tidak menunjukkan adanya indikasi-indikasi akan terjadinya ketidaknormalan pada temperatur gas buang dan tekanan pembakaran maksimum pada beberapa silinder dari mesin penggerak utama. Pada saat masinis melakukan pengecekan, masinis menemukan keganjalan-keganjalan yang terjadi pada mesin penggerak utama yaitu adanya temperatur dari gas buang mesin penggerak utama yang tidak normal (tidak merata) pada silinder no. 3. Hal itu dilihat dari penunjukkan jarum penunjuk derajat pada *thermometer* gas buang mesin penggerak utama. Untuk silinder no. 1, 2, 4, dan 5 menunjukkan derajat temperatur gas buang 350^0 C dan untuk silinder no. 3 menunjukkan derajat temperatur gas buang 300^0 C pada putaran mesin 90,17 rpm. Setelah kapal dalam kondisi *anchorage* di tengah laut dilakukan penggantian alat pengabut bahan bakar (injektor) pada silinder no. 3 dan diketahui setelah dilakukan pembongkaran dan pemeriksaan pada alat pengabut bahan bakar (injektor) no. 3 tersebut, ternyata terdapat arang atau kerak yang telah menggumpal dan menempel pada ujung *nozzle* injektor dan akhirnya menyumbat lubang-lubang *orifice* pengabut bahan bakar dikarenakan proses pembakaran yang kurang sempurna.

b. Kejadian yang sama pada tanggal 9 Juli 2018, saat kapal berlayar dari Teluk bayur,Padang menuju Belawan,Medan ketika masinis IV dan *cadet* mengisi *log book* dan melakukan pengecekan di sekitar kamar mesin, ditemukan perbedaan temperatur gas buang mesin penggerak utama pada silinder no. 1 dan no. 2 yaitu sekitar 278^0 C dan temperatur gas buang silinder lainnya sekitar 299^0 C – 347^0 C. Setelah dilakukan pengecekan dan dilihat pada PMS diatas kapal rupanya alat pengabut bahan bakar pada silinder no. 1 dan no. 2 sudah melewati waktu untuk dilakukan penggantian dan perbaikan pada alat pengabut tersebut. Setibanya di pelabuhan dilakukan penggantian pada alat pengabut tersebut dengan yang baru dan diketahui setelah dilakukan

pengetesan ternyata terdapat arang atau kerak yang telah menggumpal dan menempel pada ujung *nozzle* injektor dan akhirnya menyumbat lubang-lubang *orifice* pengabut bahan bakar dikarenakan proses pembakaran yang kurang sempurna.

c. Ditemukan pada tanggal 28 April 2018 ketik kapal MT. KETALING berlayar dari Tuban menuju Tj. Priok Jakarta. Pada saat itu masinis jaga dikamar mesin melihat temperatur dari *thermometer exhaust* gas mesin penggerak utama terlalu rendah pada silinder no. 1 dan no. 5 yaitu 283^0 C - 289^0 C. Sedangkan temperatur gas buang pada silinder no. 2, 3, dan 4 menunjukkan temperatur yang stabil antara 300^0 C - 351^0 C juga setelah diamati pada warna asap gas buang yang keluar dari cerobong mesin penggerak utama adalah berwarna kehitam-hitaman yang menunjukkan kurang sempurnanya proses pembakaran dalam mesin penggerak utama. Dengan banyaknya indikasi gangguan tersebut maka setelah kapal sampai bersandar dipelabuhan dilakukan penggantian dan pemasangan alat pengabut bahan bakar silinder no. 1 dan 5 yang baru. Setelah dilakukan pembongkaran dan pengetesan diketahui bahwa pada alat pengabut bahan bakar (injektor) no. 1 dan 5 tersebut tidak dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna dan tekanan pengabutan tidak sesuai dengan di *instruction book* disertai adanya kotoran-kotoran yang menggumpal pada ujung *nozzle* dan menyumbat lubang *orifice* pada alat pengabut bahan bakar tersebut.

B. ANALISIS DATA

Pada bagian ini penulis akan menguraikan data-data yang ada dan menjelaskan penyebab dari timbulnya masalah pada alat pengabut bahan bakar (injektor) mesin penggerak utama serta mencari hubungan dari permasalahan tersebut dan akan dijabarkan secara rinci meliputi keseluruhan masalah. Hal ini dimaksudkan untuk menentukan pemecahan masalah yang lebih terarah.

1. Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.

Hal itu disebabkan oleh tidak terpenuhinya beberapa faktor dari syarat-syarat terjadinya pembakaran sempurna antara lain sebagai berikut :

a. Alat pengabut bahan bakar (injektor) yang kurang baik

1) Bila alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bisa mengabutkan bahan bakar dengan baik menjadi butiran-butiran kecil yang halus, maka hal tersebut akan menghambat dalam pengawalan pembakaran dan menyebabkan udara dan butiran bahan bakar tidak dapat bercampur secara merata. Setelah pengabutan bahan bakar, tidak menutup kemungkinan masih terdapatnya sisa-sisa partikel bahan bakar yang tidak bersinggungan dengan udara dan tidak terbakar, terjadilah pembakaran susulan yang mempengaruhi rendemen dari pada proses dengan cara tidak baik, oleh karena panas tersebut akan menyebabkan suatu kenaikan relatif dari pada suhu gas-gas yang dibuang dan selama proses pembakaran akan muncul sebagai asap dalam pembuangan atau diendapkan sebagai jelaga berlemak dalam ruang bakar atau sistem pembuangan.
2) Kebocoran-kebocoran pada *nozzle*, penyebab utama dari kebocoran tersebut adalah ketidaksebarisan antara katup jarum yang panjang dan *nozzle*. Ini menyebabkan jarum bergerak ke arah samping sedikit setiap operasi katup dan mengauskan jarum dan dudukannya menjadi tidak bulat. Penyebabnya mungkin jarum bahan bakar yang bengkok, dudukan ujung *nozzle* rusak atau badan katup rusak.

b. Tekanan pengabutan yang tidak sesuai

Disebabkan karena hilangnya setelan pada pegas pengatur tekanan pengabutan yang ada pada alat pengabut bahan bakar (injektor), akibat getaran dari kecepatan mesin penggerak utama yang tinggi atau karena keausan yang berlebihan, yang memberikan dampak kepada daya maksimum mesin penggerak utama tidak dapat tercapai.

c. Pengaturan waktu injeksi bahan bakar yang kurang tepat

Bahan bakar yang diinjeksikan terlalu awal, maka penyalaannya akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi dan mengakibatkan hasil pembakaran kurang sempurna. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin penggerak utama serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena pembasahan dinding silinder dan kepala torak, akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap dalam gas buang. Dan bila bahan bakar diinjeksikan terlambat dalam daur, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak telah jauh melampaui TMA. Bila ini terjadi, maka mesin penggerak utama tidak akan membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap dan pemakaian bahan bakar boros.

d. Kecepatan injeksi bahan bakar yang kurang sesuai

Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang sama dengan pengaturan waktu terhadap prestasi mesin penggerak utama. Bila kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan sama dengan injeksi terlalu awal dan bila injeksi terlalu rendah akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

e. Tekanan dan suhu kompresi yang kurang

Pada umumnya penyebab terjadinya penurunan atau pengurangan tekanan dan suhu udara kompresi adalah sebagai berikut :

1) Kontak tak sempurna antara katup dan dudukannya.
2) Keausan dinding silinder (*over size*)
3) Kerusakan atau macetnya cincin kompresi di dalam alurnya.
4) Hambatan dalam saluran-saluran hisap

5) Tekanan bilas rendah

6) Pembesaran kelonggaran ujung torak karena keausan pada bantalan.

Dengan demikian pada saat langkah kompresi *piston* di dalam silinder, tekanan dan suhu kompresi tidak akan mencapai tekanan dan suhu kerja yang diinginkan dan menyebabkan pembakaran di dalam silinder menjadi kurang sempurna.

f. Gangguan-gangguan pada bahan bakar

1) Kekentalan bahan bakar (*viscosity*) yang terlalu kental (berat) atau encer.

Tidak sesuainya temperatur bahan bakar yang diinginkan menuju alat pengabut bahan bakar setelah melewati pemanas bahan bakar (*heater*).

2) Kualitas bahan bakar yang tidak baik

Penggunaan bahan bakar dikapal yang sering menggunakan kandungan belerang yang tinggi (*high sulfur*) menjadi salah satu penyebab pembakaran di dalam silinder menjadi kurang sempurna.

g. Pengisian udara tekan yang kurang baik

Pengisian atau penekanan isi udara dari luar ke dalam silinder akan menaikan tekanan dan suhu diruang bakar, bila bahan bakar diinjeksikan dan bercampur dengan udara tersebut maka akan segera menyala dan terbakar secara efisien. Dan sebaliknya, bila pengisian udara tekan yang kurang baik maka memberikan dampak terhadap proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar menjadi kurang efisien

.

2. Terdapatnya kotoran pada injector dimana nozzle tersumbat oleh kotoran.

Beberapa faktor-faktor penyebab kebuntuan karena kotornya saluran pada *nozzle* adalah sebagai berikut :

a. Kualitas bahan bakar yang masih mengandung kotoran

Pada dasarnya bahan bakar yang telah melewati proses pembersihan oleh pesawat *purifier* tidak menutup kemungkinan masih tercemar oleh debu, kerak, air dan hasil oksidasi. Partikel-partikel kotoran yang sangat halus pada bahan bakar tersebut dan masih terikat bersama bahan bakar yang masuk menuju alat pengabut bahan bakar (injektor) akan membuat goresan-goresan akibat tekanan dari pompa bahan bakar tekanan tinggi. Gesekan dari kotoran bahan bakar,

mengakibatkan penutupan jarum pengabut pada kedudukannya tidak dapat sempurna lagi dan bila bahan bakar dikabutkan tidak seluruhnya bahan bakar tersebut berubah menjadi kabut, tetapi berupa tetesan kecil.

b. Penyumbatan pada lubang *orifice* alat pengabut

Besarnya diameter dari lubang-lubang *orifice* alat pengabut dibuat dengan ukuran tertentu sesuai standar *maker*. Apabila lubang ini terlalu kecil maka akan memudahkan tertutupnya lubang *orifice* oleh kotoran yang ikut dalam bahan bakar, demikian juga bila lubang ini terlalu besar, maka pengabutan yang dihasilkan tidak akan merubah semua bahan bakar menjadi kabut, tetapi sebagian kecil akan menjadi tetesan bahan bakar.

c. Endapan/ jelaga karbon yang menempel pada ujung *nozzle*

Hasil pembakaran yang kurang sempurna akan menghasilkan kerak arang/ jelaga dan meninggalkan sisa-sisa kotoran, bila keadaan ini berlangsung terus-menerus dalam waktu yang relatif lama maka kerak arang/ karbon atau sisa kotoran hasil pembakaran akan menempel pada ujung *nozzle* dan menyumbat lubang-lubang *orifice* dan pada akhirnya injektor akan mengalami kebuntuan.

d. Perbaikan dan penggantian *spare part* yang tidak dilaksanakan sesuai dengan *instruction book* dan PMS diatas kapal

Pelaksanaan perbaikan dan penggantian *spart part* yang tidak mengikuti *instruction book* dan PMS akan memberikan dampak pada tidak bekerjanya alat pengabut bahan bakar secara maksimal atau efektif.

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Dengan melihat hasil dari analisis data diatas, untuk upaya peningkatan perawatan injektor terhadap proses pembakaran di dalam mesin penggerak utama pada mesin diesel di kapal MT. KETALING , maka alternatif pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. **Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.**

   Setelah melakukan analisis data, sebagai alternatif pemecahan masalah terhadap kurang sempurnanya pengabutan yang dihasilkan oleh alat pengabut bahan bakar (injektor) pada proses pembakaran didalam silinder, maka tindakan-tindakan yang perlu dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

   a. Melakukan perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor)

      1) Katup injeksi bahan bakar biasanya memerlukan sedikit pemeliharaan yang melebihi pembersihan dan mungkin penggosokan lembut dari katup bahan bakar kedudukan ujung *nozzle,* mereka harus diperiksa pada selang waktu yang singkat, kira-kira tiap 500 jam, karena kalau mereka mulai terjadi kebocoran, maka seluruh prestasi mesin akan dipengaruhi. *Nozzle* bahan bakar harus dikeluarkan, diuji dalam alat uji *nozzle tester* bahan bakar dan ujungnya dibersihkan atau diganti.

      2) Bila katup mulai bocor dan berlangsung lama dalam kebocoran segera setelah disetel, maka prosedur yang paling sederhana dan mungkin paling aman adalah mengganti dengan katup cadangan atau *spare part* baru. Bila selama uji periksa sebuah katup didapati menimbulkan kebocoran, maka sejumlah kecil penggosokan mungkin menghentikan kebocoran. Kalau diperlukan sejumlah besar penggosokan, katupnya harus dikeluarkan dan diuji setelah kira-kira seratus jam operasi, dan kalau didapati bahwa kebocoran masih terjadi, maka katup harus ditarik dari tugasnya untuk pemeriksaan detil. Penggosokan berlebihan harus dihindarkan

bagaimanapun juga karena ini meningkatkan lebar dari dudukan jarum, yang mengganggu prestasi katup.

b. Pengaturan tekanan pengabutan yang sesuai dengan standar *instruction book*
   Untuk dapat mendapatkan pengabutan yang baik dari alat pengabut bahan bakar (injektor), maka tekanan injeksi dalam saluran bahan bakar harus senantiasa cukup tinggi, dari paling awal sampai akhir dari injeksi. Tekanan injeksi bahan bakar disetel sesuai dengan kondisi operasi dengan menyetel pegas pengatur tekanan pengabutan yang ada pada alat pengabut bahan bakar.
   Jumlah bahan bakar yang sangat sedikit tersebut harus diinjeksikan di dalam batas waktu yang sangat singkat dalam tekanan yang mungkin sebesar 6.000 psi dan dalam beberapa jenis injektor lainnya sampai 30.000 psi. Pada mesin kecepatan tinggi pada umumnya menggunakan tekanan injeksi sebesar 2.400 sampai 3.000 psi.

c. Pengaturan waktu injeksi yang tepat sesuai *instruction book*
   Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Biasanya periode penginjeksian bahan bakar tidak melebihi 20 derajat dari perjalanan engkol. Penginjeksian bahan bakar dimulai dari 7 sampai 26 derajat sebelum TMA dan akhir penginjeksian bahan bakar tergantung pada beban mesin.

d. Pengaturan kecepatan injeksi bahan bakar yang baik
   Kecepatan injeksi bahan bakar berarti banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satuan waktu atau dalam satu derajat dari perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi tinggi, maka sejumlah bahan bakar tertentu akan diinjeksikan dalam waktu yang singkat, atau dalam jumlah derajat yang kecil dari perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi, harus digunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang kecil untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.

e. Mempertahankan tekanan dan suhu kompresi yang efektif

Tekanan dan suhu kompresi pada proses pembakaran dapat dipertahankan sesuai dengan tekanan dan suhu kerja yang diinginkan bila didalam silinder tidak terjadi penurunan atau pengurangan tekanan dan suhu kompresi akibat patah/ rusaknya *ring piston*, pembesaran ukuran *cylinder liner* (*over size*) dan katup hisap/ buang yang kurang menutup rapat pada rumah dudukannya dengan cara melakukan perbaikan dan penggantian *spare part* yang telah rusak dengan yang baru sesuai acuan pada *instruction book.*

f. Melakukan pemilihan dan penggunakan bahan bakar yang berkualitas baik

Bahan bakar sebagai sumber energi dalam pembakaran harus diperhatikan dengan baik, penggunakan bahan bakar yang berkualitas tinggi seperti bahan bakar dengan kandungan belerang rendah (*low sulfur*) sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran di dalam silinder dan dapat meminimalisir terjadinya kerak/ jelaga karbon yang menempel pada ujung *nozzle* akibat pembakaran yang kurang sempurna. Dan juga perlu diperhatikan terhadap temperatur atau kekentalan (*viscosity*) bahan bakar yang menuju saluran pengabut bahan bakar harus dipertahankan sesuai acuan pada *instruction book* diatas kapal itu.

g. Mempertahankan kinerja *turbo charger* (pengisian udara tekan)

Penekanan isi udara tekan ke dalam silinder akan menaikan tekanan dan suhu sekitar dan pada waktu bahan bakar diinjeksikan di dalam silinder maka bahan bakar tersebut akan segera menyala dan terbakar secara efisien. Suatu peningkatan atau kenaikan daya lebih besar disebabkan oleh pusaran udara yang lebih baik, sehingga pembakarannya lebih sempurna dan sebagian karena efisiensi mekanis.

2. Terdapatnya kotoran pada injector dimana nozzle tersumbat oleh kotoran.

a. Melakukan perawatan terhadap bahan bakar

Bahwa sangat penting bahan bakar bagi pengoperasian mesin penggerak utama ataupun permesinan bantu diatas kapal dan diperlukan perawatan terhadap bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang diterima diatas kapal ketika *bunker* tidak sepenuhnya bagus dan masih banyak mengandung kotoran, air, debu yang ikut dalam bahan bakar tersebut. Oleh karena itu untuk mendapatkan kualitas bahan bakar yang bersih dapat dilakukan beberapa alternatif sebagai berikut :

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

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

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

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

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

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

(1) Memisahkan lumpur dari bahan bakar

(2) Meningkatkan pengabutan

(3) Mencegah terjadinya korosi pada tangki-tangki bahan bakar dan pipa-pipa saluran bahan bakar.

(4) Menetralisir keasaman pada bahan bakar

2) Melaksanakan pengawasan dalam penerimaan bahan bakar

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

3) Mengoptimalkan kinerja pada sistem bahan bakar

b. Membersihkan lubang *orifice* pada alat pengabut bahan bakar

Untuk membersihkan *orifice* yang tersumbat, harus digunakan kawat musik yang ukurannya agak lebih kecil dari pada lubang *orifice*. Lebih mudah untuk memasukan sepotong kawat semacam itu dalam pemegang khusus yang menyerupai pencekam gurdi atau secara sederhana dalam gagang kayu. Kawatnya harus digerakkan maju mundur tanpa diputar, karena pemutaran cenderung untuk memperbesar ukuran lubang *orifice*.

Ukuran lubang *orifice* yang digunakan diameternya dari 0,006 – 0,0225 inci, tergantung pada ukuran mesin. Pembesaran lubang-lubang pengabutan dapat mengakibatkan berkurangnya tekanan dan juga berubahnya arah pengabutan bahan bakar, apabila bahan bakar mengenai dinding silinder torak yang suhunya lebih rendah dari udara kompresi maka penguapannya akan berkurang ataupun tidak dapat menguap sama sekali sehingga tidak terjadi pembakaran.

Dengan demikian arah dari pada bahan bakar yang dikabutkan harus dijaga atau diatur agar dapat menembus udara kompresi dan tercampur dengan baik agar penguapan berlangsung dengan cepat.

c. Membersihkan endapan atau kerak karbon pada ujung *nozzle* alat pengabut

Apabila pada ujung *nozzle* terdapat kerak atau endapan karbon yang menempel maka akan menyebabkan proses pengabutan menjadi kurang sempurna. Hal ini disebabkan karena masih kotornya bahan bakar yang masih mengandung kotoran, debu, air dan memiliki kandungan belerang (*sulfur*) yang tinggi. Kandungan belerang tersebut merupakan salah satu faktor yang menghambat atau mengganggu proses pembakaran, bila kadarnya tidak dikurangi maka akan menimbulkan kotoran (*deposit*) yang bisa menyebabkan tersumbatnya saluran pada *nozzle* alat pengabut bahan bakar akibat dari sisa-sisa bahan bakar yang tidak terbakar sempurna di dalam silinder.

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

1) Pada waktu hendak melepaskan alat pengabut dari kepala silinder, terlebih dahulu bersihkanlah bagian-bagian disekitar alat pengabut tersebut dengan bensin yang bersih. Sesudah itu lepaskanlah pipa bahan bakar dari alat pengabut dan tutuplah ujung pipa tersebut dan lubang saluran bahan bakar pada alat pengabut, supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalamnya.
2) Lepaskan alat pengabut dari kepala silinder, kemudian bersihkanlah kotoran yang ada pada permukaan kontak antara pengabut dan kepala silinder. Sesudah itu tutuplah lubang pengabut pada kepala silinder supaya debu dan kotoran tidak masuk ke dalam silinder.
3) Bersihkanlah pengabut dengan alat terbuat dari bahan yang lunak, misalnya kayu. Jangan sekali-kali mengkorek-korek lubang *nozzle* dengan kawat logam karena dapat merusak permukaannya.
4) Hati-hatilah dalam hal membuka atau memasang paking, jangan sampai rusak permukaannya. Paking yang rusak harus diganti dengan yang baru.
5) Apabila *nozzle* yang telah dibersihkan itu ternyata tidak menghasilkan pengabutan yang baik, sebaiknya *nozzle* dan katup tersebut diganti dengan yang baru.

d. Melakukan perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* sesuai dengan *instruction book* dan PMS

Memeriksa dan melakukan penyetelan pada alat pengabut bahan bakar (injektor) setiap batas jam kerja yang ditentukan sesuai dengan *Instruction Book* yaitu 800 jam. Namun setiap saat gas buang menunjukkan warna yang tidak normal atau apabila pembakaran terasa tidak berlangsung dengan sempurna, maka alat pengabut bahan bakar (injektor) perlu diperiksa.

Alat pengabut bahan bakar (injektor) bila bekerja terus menerus, maka akan mengalami gangguan-gangguan dan menunjukkan gejala-gejala terjadinya kerusakan. Tetapi tidak semestinya melakukan perawatan dini (jauh sebelum batas jam kerja) terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) karena dapat mengakibatkan kerusakan seperti pada bagian-bagian ulir pengikat yang menghubungkan antara pipa tekanan tinggi (*high pressure pipe*) dari *fuel injektor pump* ke *fuel injektor valve* cepat rusak, apalagi pekerjaan tersebut dilakukan pada saat kondisi mesin masih bertemperatur tinggi dalam keadaan berhenti.

Pada perawatan yang terencana terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) secara benar dan teratur diatas kapal meliputi beberapa hal yaitu :

1) Pengamatan secara rutin terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) yang dilakukan sehari-hari atau dalam periode waktu yang ditentukan. Pengamatan ini dapat dimasukkan ke dalam daftar e*ngine log book, main engine performance sheet* dan daftar kegiatan sehari-hari masinis.
2) Perawatan secara berkala harus dilakukan sesuai PMS baik pada saat mesin penggerak utama beroperasi atau pun tidak beroperasi. Perawatan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) ini juga harus sesuai dengan jam kerja (*running hours*) dari alat pengabut tersebut. Langkah-langkah yang harus diambil dalam melaksanakan perawatan yang terencana terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) adalah sebagai berikut :
   a) Tiap jam kerja terpakai 800 jam pada mesin penggerak utama, harus diadakan pengetesan dan penyetelan ulang terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) dengan menjaga tekanan pengabutannya sekitar 320 kg/cm^2.

b) Pada prinsipnya alat pengabut lebih sering dilakukan penyetelan ulang untuk memastikan tekanan pengabutan sesuai dengan tekanan kerja yang kita inginkan dan harus sesuai dengan prosedur perawatan yang ditentukan pada *instruction book* dan PMS.

c) Kabut yang keluar dari lubang-lubang *nozzle* sewaktu diadakan pengetesan besarnya harus sama, apabila tidak sama berarti lubangnya ada yang kotor atau tersumbat oleh kotoran.

d) Setelah alat pengabut bahan bakar (injektor) dilakukan pengetesan beberapa kali, periksalah permukaan ujung bawah *nozzle* nya. Jika ternyata pada permukaan ujung *nozzle* basah oleh bahan bakar bertanda bahwa alat pengabut atau *nozzle* tersebut masih belum baik. Harus dijaga agar permukaan *nozzle* bagian bawah harus tetap kering.

e) Setelah dilakukan pengetesan jika diketahui ada minyak bahan bakar yang menetes dari lubang-lubang pengabut berarti alat pengabut tersebut masih bocor, maka keadaan tersebut harus diperbaiki atau dilakukan pengetesan kembali.

f) Mengadakan penyetelan mur dan baut *adjustment fuel injector*, dari baut dan mur pengikat dipastikan terikat. Lakukan pengetesan ulang karena mungkin berubah lagi.

g) Apabila setelah dilakukan pengetesan ulang ternyata tekanan pengabutan kurang dari 320 kg/cm^2, maka harus dilakukan pengetesan ulang. Periksa pegas (*spring*) dengan teliti karena kemungkinan pegas tersebut mengalami perubahan kekerasan atau kerenggangan.

3) Perbaikan alat pengabut bahan bakar (injektor) dan bagian-bagiannya.

a) Untuk membuka *nozzle* kendorkan mur pengatur tekanan supaya pen *nozzle* tidak putus dan permukaan yang terhimpit tidak terluka.

b) Setelah *nozzle* terbuka, periksa dan bersihkan bagian-bagian lainnya seperti per (*spring*) yang mungkin sudah berkurang daya regangnya atau sudah putus.

c) Bila *nozzle* aus, maka di *lapping* atau diskir dengan tangan. Tidak diijinkan menggunakan alat yang diputar dengan mesin, pakailah alat yang sudah ada dan tersedia sesuai petunjuk *instruction book.*

d) Pasta yang digunakan untuk *lapping* yaitu *carborundum pastel* (*v*alve *compound*).

e) Untuk membersihkan lubang-lubang *orifice* pada unjung *nozzle* digunakan kawat khusus sesuai dengan *instruction book.*

4) Ketentuan mengenai penggantian bagian-bagian dari injektor

a) Lubang-lubang *nozzle* besarnya tidak boleh melebihi 10% dari lubang aslinya. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan penggantian dengan *nozzle* yang baru dan original sesuai dengan standar yang ditentukan oleh *maker* nya.

b) Apabila tekanan pengabutan turun terlalu cepat dari tekanan yang telah ditentukan oleh *instruction book* yaitu 300 kg/cm^2 – 320 kg/cm^2 dan waktu yang dibutuhkan 30 - 90 detik dan bila kurang dari 15 detik dan tidak dapat dipakai lagi. Hal tersebut dapat diatasi dengan mengganti *spring fuel injector* dengan yang baru dan original sesuai dengan standard yang ditentukan oleh *maker* nya.

c) Setelah beberapa kali diuji penyemprotan, jika pada saat diraba permukaan *nozzle* bagian bawah masih basah oleh minyak bahan bakar, maka alat pengabut bahan bakar (injektor) tersebut tidak dapat dipakai lagi.

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

D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Setelah beberapa alternatif pemecahan masalah diajukan mengenai alat pengabut bahan bakar (injektor) selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah tersebut untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam memilih pemecahan masalah yang tepat.

Dari alternatif pemecahan masalah tersebut diatas, maka dapat dievaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah sebagai berikut :

1. Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.

a. Melakukan perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor)

1) Keuntungan dari perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) antara lain :

a) Alat pengabut bahan bakar akan mempunyai usia kerja yang relatif lebih lama.

b) Pengabutan dari alat pengabut bahan bakar (injektor) akan sempurna

c) Penggantian *spare part* tidak diperlukan dalam jangka waktu dekat

d) Dapat menghemat anggaran perusahaan untuk menyediakan *spare part*

2) Kerugian dari perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) antara lain :

Memerlukan pengerjaan yang rutin dalam perawatan, perbaikan dan penyetelan

b. Pengaturan tekanan pengabutan yang sesuai dengan standar *instruction book*

1) Keuntungan dari pengaturan tekanan pengabutan antara lain :

a) Alat pengabut bahan bakar dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna

b) Pembakaran sempurna didalam silinder dapat dicapai

2) Kerugian dari pengaturan tekanan pengabutan antara lain :

Membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam melakukan penyetelan tekanan pengabutan

c. Pengaturan waktu injeksi yang tepat sesuai *instruction book*

1) Keuntungan dari pengaturan waktu injeksi antara lain :
   a) Dapat memperkecil terjadinya *knocking* atau detonasi pada mesin
   b) Dapat mencapai dan mempertahankan daya maksimum mesin
   c) Dapat menghemat pemakaian bahan bakar
2) Kerugian dari pengaturan waktu injeksi antara lain :

   Membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam melakukan pengaturan atau penyetelan waktu injeksi bahan bakar

d. Pengaturan kecepatan injeksi bahan bakar yang baik

Pada dasarnya pengaturan kecepatan injeksi bahan bakar mempunyai pengaruh yang sama dengan pengaturan waktu terhadap prestasi mesin

e. Mempertahankan tekanan dan suhu kompresi yang efektif

1) Keuntungan dari mempertahankan tekanan dan suhu kompresi yang efektif antara lain :
   a) Campuran bahan bakar dan udara akan terbakar dengan sempurna didalam mesin
   b) Dapat meminimalisir adanya sisa-sisa gas pembakaran berupa kotoran atau jelaga karbon yang akan menempel pada ujung *nozzle* alat pengabut
   c) Daya mesin dapat dipertahankan
2) Kerugian dari mempertahankan tekanan dan suhu kompresi antara lain :
   a) Memerlukan pengerjaan yang rutin dalam perawatan dan perbaikan
   b) Diperlukannya pemeliharaan dan pemeriksaan yang terjadwal khususnya pada kondisi permukaan cincin torak, kedudukan katup gas buang dan pembesaran kelonggaran ujung torak

f. Melakukan pemilihan dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik

1) Keuntungan dari pemilihan dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik antara lain :
   a) Pembakaran didalam silinder akan sempurna dan sisa-sisa gas pembakaran tidak akan menimbulkan polusi udara yang berlebihan
   b) Menunjang kelancaran pada pengoperasian mesin penggerak utama dan permesinan bantu lainnya
   c) Alat pengabut bahan bakar (injektor) akan mengabutkan bahan bakar dengan efektif
   d) Kinerja dari pesawat pembersih (*purifier*) akan lebih efisien terhadap bahan bakar
2) Kerugian dari pemilihan dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik antara lain :
   a) Biaya untuk membeli bahan bakar dengan kualitas yang baik relatif lebih mahal
   b) Pengeluaran anggaran perusahaan terhadap bahan bakar akan sedikit lebih banyak

g. Mempertahankan kinerja *turbo charger* (pengisian udara tekan)
   1) Keuntungan mempertahankan kinerja *turbo charger* antara lain :
      Dengan stabilnya pengisian udara tekan di ruang bilas maka tekanan dan suhu di dalam silinder relatif akan naik dan bahan bakar yang diinjeksikan akan segera menyala dan terbakar secara efisien
   2) Kerugian mempertahankan kinerja *turbo charger* antara lain :
      Memerlukan pengerjaan yang rutin dalam perawatan dan perbaikan

2. Terdapatnya kotoran pada injector dimana nozzle tersumbat oleh kotoran.

a. Melakukan perawatan terhadap bahan bakar
   1) Keuntungan melakukan perawatan terhadap bahan bakar antara lain :
      a) Menunjang kelancaran pada pengoperasian mesin penggerak utama dan permesinan bantu lainnya
      b) Alat pengabut bahan bakar (injektor) akan mengabutkan bahan bakar dengan sempurna dan efektif
   2) Kerugian dari perawatan terhadap bahan bakar antara lain :

a) Memerlukan pengerjaan yang rutin dalam perawatan terhadap bahan bakar

b) Memerlukan biaya tambahan bagi perusahaan pelayaran untuk menyediakan *stock chemical fuel treatment* diatas kapal

b. Membersihkan lubang *orifice* pada alat pengabut bahan bakar

1) Keuntungan membersihkan lubang *orifice* pada alat pengabut bahan bakar antara lain :

a) Pengerjaan dalam perawatan dan perbaikan relatif sederhana

b) Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembersihan lubang *orifice* relatif cepat dan tidak merlukan waktu yang lama

2) Kerugian membersihkan lubang *orifice* pada alat pengabut bahan bakar antara lain :

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

c. Membersihkan endapan/ jelaga karbon pada ujung *nozzle* alat pengabut

Pada dasarnya membersihkan endapan/ jelaga karbon sama halnya dengan membersihkan lubang-lubang pada *orifice*

d. Melakukan perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* sesuai dengan *instruction book* dan PMS

1) Keuntungan dari perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* antara lain :

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

b) Alat pengabut bahan bakar yang baru dapat mengabutkan bahan bakar dengan sempurna

2) Kerugian dari perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* antara lain :

Biaya untuk membeli *spare part* alat pengabut bahan bakar dan komponen-komponen lainnya relatif mahal

E. PEMECAHAN MASALAH

Setelah dilakukan evaluasi terhadap setiap alternatif pemecahan masalah, dengan memperhatikan situasi dan kondisi subjek penelitian tentang upaya peningkatan perawatan injektor terhadap proses pembakaran di dalam mesin penggerak utama, maka pemecahan masalah yang dipilih penulis adalah sebagai berikut :

1. **Alat pengabut bahan bakar (injektor) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.**

   Kurang sempurnanya pengabutan yang dihasilkan oleh alat pengabut bahan bakar (injektor), penulis memilih pemecahan masalah yaitu dengan cara melakukan perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) sesuai PMS dan melakukan pemilihan dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik.

   Dalam melakukan perawatan, perbaikan dan penyetelan terhadap alat pengabut bahan bakar harus dilakukan dengan ketelitian yang besar dan juga harus menjaga kebersihan. Perhatian khusus juga harus diberikan kepada alat pengabut bahan bakar (injektor) seperti pada jarum dan lubang-lubang *nozzle* alat pengabut agar pengabutan yang sempurna di dalam silinder dapat tercapai dengan baik.

2. **Terdapatnya kotoran pada injector dimana nozzle tersumbat oleh kotoran.**

   Terjadinya kebuntuan injektor yang disebabkan oleh kotornya saluran pada *nozzle*, penulis memilih pemecahan masalah yaitu dengan cara melakukan perawatan terhadap bahan bakar dan melakukan perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* sesuai dengan *instruction book.*

Dengan melakukan perawatan terhadap alat pengabut dan bahan bakar maka akan mengurangi atau meminimalisir timbulnya jelaga/ kerak dari sisa gas hasil proses pembakaran dalam ruang silinder yang akan menggumpal dan menutupi lubang *nozzle* sehingga terjadi kebuntuan pada injektor.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang berkaitan dengan upaya peningkatan perawatan injektor terhadap proses pembakaran di dalam mesin penggerak utama di kapal, maka dapat ditarik kesimpulan yang diharapkan dapat memberikan pedoman dan masukan yang bermanfaat di dalam menjalankan tugas-tugas, sehingga upaya meningkatkan kualitas kinerja alat pengabut bahan bakar (injektor) guna menyempurnakan proses pengabutan di dalam silinder dapat diatasi dengan baik.

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan alat pengabut bahan bakar (injektor) adalah sebagai berikut :

1. Proses pengabutan bahan bakar yang kurang sempurna di dalam silinder dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

   a. Alat pengabut bahan bakar (*injector*) tidak bekerja secara optimal yang mengakibatkan pengabutan tidak secara merata.

   b. Terdapatnya kotoran pada *injector* dimana *nozzle* tersumbat oleh kotoran.

2. Akibat dari pengabutan yang kurang sempurna pada alat pengabut bahan bakar (injektor) maka akan mempengaruhi kinerja mesin penggerak utama diantaranya adalah proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar menjadi kurang efisien dan daya maksimum mesin penggerak utama tidak dapat tercapai. Hal tersebut dapat diketahui dari adanya perbedaan terperatur dari gas buang antara beberapa silinder, adanya asap gas buang dari cerobong berwarna kehitam-hitaman, perbedaan pemakaian bahan bakar, tenaga yang dihasilkan menurun bila dibandingkan dengan keadaan-keadaan sebelumnya setelah pengambilan diagram indikator yang dilakukan secara terjadwal.

Adapun langkah-langkah yang harus diambil dalam perencanaan perawatan terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) adalah sebagai berikut :

a. Melakukan perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) sesuai PMS dan *instruction book*
b. Melakukan pemilihan, penggunaan dan perawatan terhadap bahan bakar

B. SARAN

Pada proses pembuatan skripsi ini, penulis telah mendapatkan pengetahuan dan pengalaman baik secara teoritis maupan secara praktis pada saat pendidikan di kampus ataupun praktek laut diatas kapal tentang alat pengabut bahan bakar (injektor). Upaya yang dilakukan dalam perawatan injektor untuk menghasilkan pengabutan yang sempurna di dalam silinder dan untuk menunjang kelancaran dalam pengoperasian mesin penggerak utama diatas kapal, maka penulis akan memberikan saran-saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi para pembaca terutama kepada para siswa dan siswi di lingkungan pendidikan ini.

Adapun saran-saran tersebut antara lain :

1. Melalukan perawatan, perbaikan, penyetelan dan penggantian *spare part* terhadap alat pengabut bahan bakar (injektor) sesuai dengan *instruction book* dan PMS, selain itu diharapkan kepada para masinis dan *crew* mesin diatas kapal melaksanakan perawatan terhadap injektor secara teliti dan rutin untuk memperoleh dan mempertahankan kinerja dari alat pengabut bahan bakar (injektor) supaya efektif dan efisien sehingga tidak mengganggu kelancaran operasional mesin penggerak utama.

2. Melakukan pemilihan dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas baik serta melaksanakan perawatan terhadap bahan bakar diatas kapal secara optimal yang dimulai dari saat penerimaan bahan bakar pada waktu *bunker* dengan mengecek *check list of bunker supplier* dari kualitas bahan bakar tersebut sampai pada proses pembersihan pada pesawat *purifier*, saringan-saringan bahan bakar dan tempat penyimpanan pada tangki-tangki bahan bakar yang ditambahkan *chemical fuel treatment* seperti *emulsion breaker* dan *additives against high temperature corrosion* sehingga didapatkan bahan bakar yang benar-benar bersih dan berkualitas baik yang akan menunjang dalam kelancaran pengoperasian mesin penggerak utama diatas kapal.

DAFTAR PUSTAKA

W.J.S poerwadarminta.(1997:753). Kamus Bahasa Indonesia

Arismunandar, Prof. Dr. Wiranto., Koichi Tsuda (1975). *Motor Diesel Putaran tinggi*.

Ilmu pelayaran, Akademi (1976). *Motor-Motor Diesel Dan Turbin-Turbin Gas Kapal*.

Mans, J. Trommel (1986). *Mesin Disel : Prinsip-Prinsip Mesin Disel*.

Maleev, M.E., DR. A.M, V.L. (1991). *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel.*

M. Surbhakty, Drs. B. ., R. Suhardjo (1977). *Motor Bakar 2*.

Psbtik, SMK N 1 Ciamis (2007). *Modul Permesinan.*

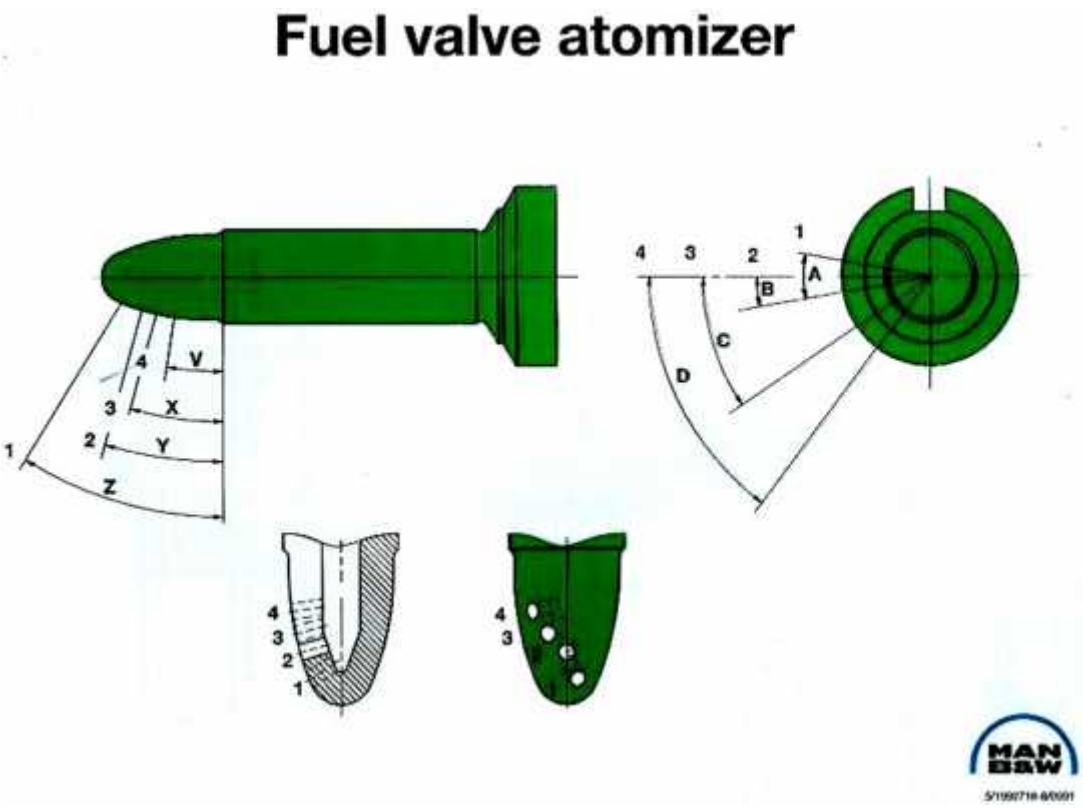
http://psbtik.smkn1cms.net/multi_media/permesinan/modul24/ch3/07/index.html)

Soenarta, Nakoela., Shoichi Furuhama (1985). *Motor Serbaguna*.

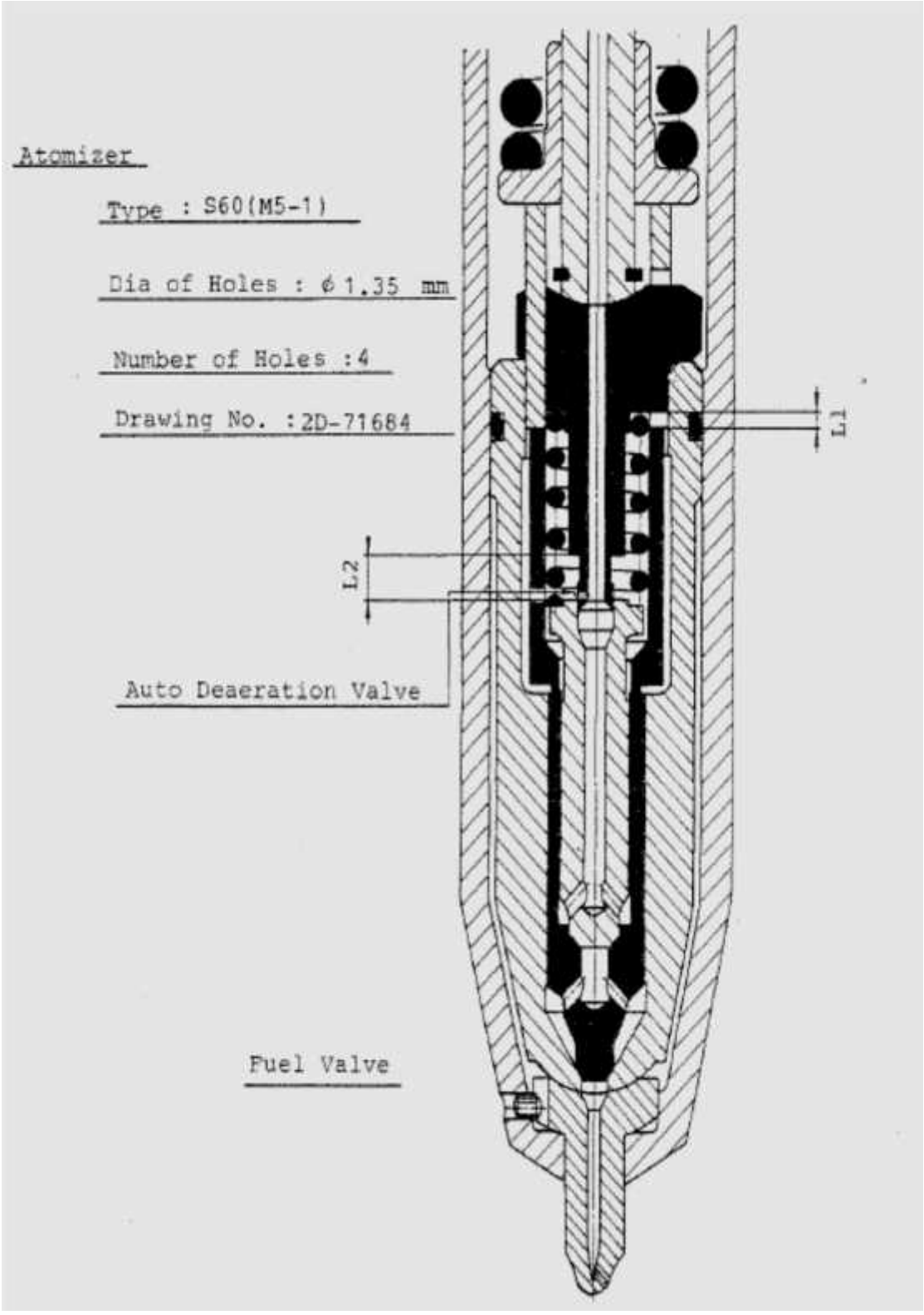
LAMPIRAN 1

Fuel Valve Injector

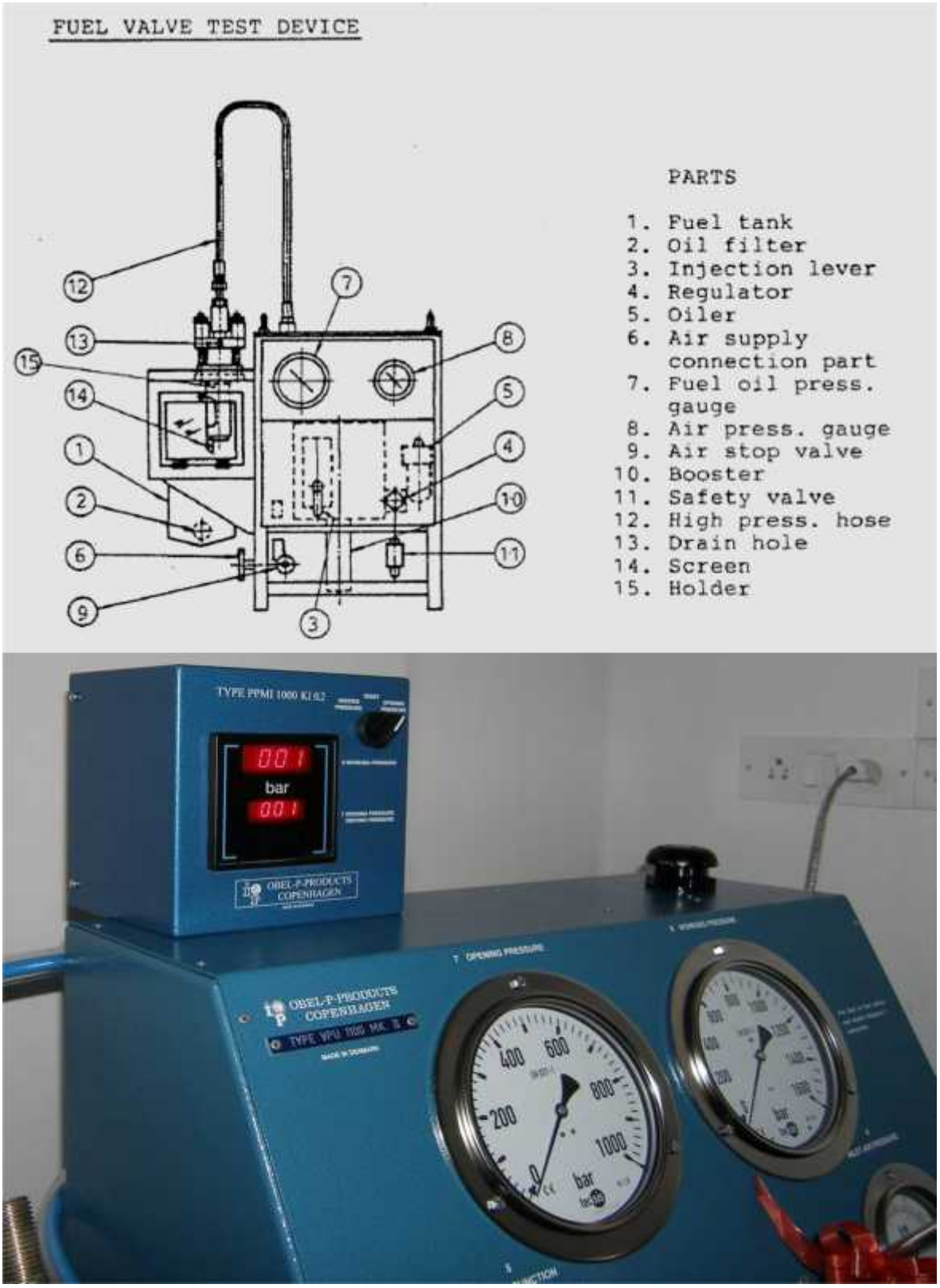




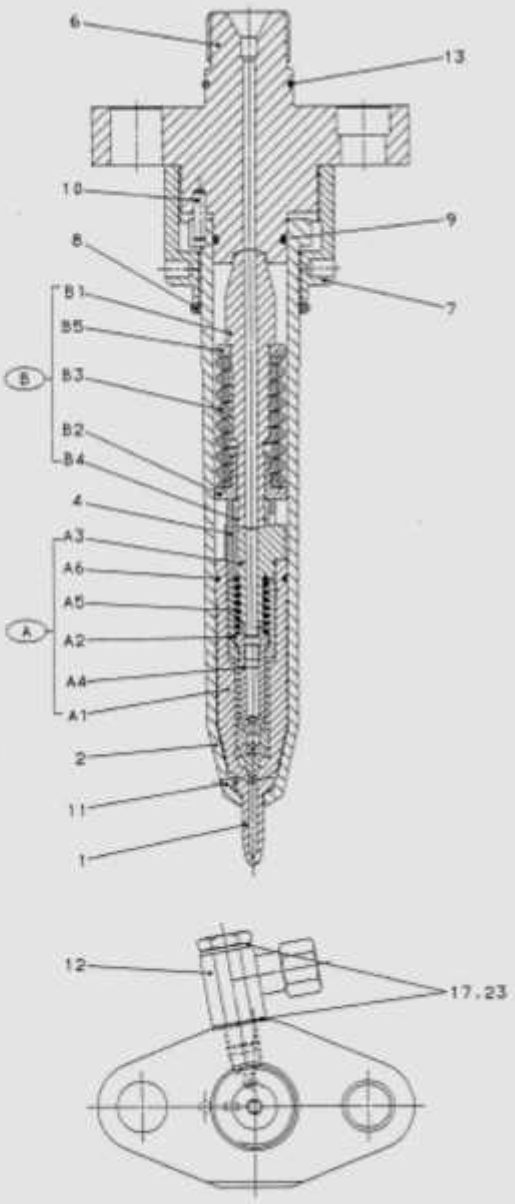
LAMPIRAN 2


Atomizer
Type : S60(M5-1)
Dia of Holes : ϕ 1.35 mm
Number of Holes :4
Drawing No. :2D-71684
L1
L2
Auto Deaeration Valve
Fuel Valve

LAMPIRAN 3


FUEL VALVE TEST DEVICE
PARTS
1. Fuel tank
2. Oil filter
3. Injection lever
4. Regulator
5. Oiler
6. Air supply connection part
7. Fuel oil press. gauge
8. Air press. gauge
9. Air stop valve
10. Booster
11. Safety valve
12. High press. hose
13. Drain hole
14. Screen
15. Holder
TYPE PPMI 1000 KI 0.2
001
bar
001
OBEL-P-PRODUCTS
COPENHAGEN
OPENING PRESSURE
200
400
600
800
1000
bar

SHEET NO. 344A FUEL VALVE



SHEET NO. 344A

FUEL VALVE

REG NO.	PART NAME
A	SPINDLE GUIDE COMPL.
A1	SPINDLE GUIDE
A2	SPINDLE
A3	THRUST PIECE
A4	SLIDE VALVE
A5	SPRING
A6	O-RING
B	THRUST SPINDLE COMPL.
B1	THRUST SPINDLE
B2	SPRING GUIDE
B3	SPRING
B4	CIRCLIP
B5	DISC
1	FUEL NOZZLE
2	HOLDER
4	THRUST PORT
6	VALVE HEAD
7	UNION NUT
8	O-RING
9	O-RING
10	PIN
11	PIN
12	UNION
13	O-RING
17	GASKET
23	GASKET