

**ANALISIS TINGGINYA TEMPERATUR GAS BUANG PADA
MESIN PENGGERAK UTAMA KAPAL MT. GUNUNG GEULIS**



ISMAIL

NIT. 17.42.075

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2021**

**ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE GAS BUANG PADA MESIN
PENGGERAK UTAMA KAPAL MT. GUNUNG GEULIS**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Jurusan Teknika

Disusun Dan Diajukan Oleh

ISMAIL

NIT. 17.42.075

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

MAKASSAR

2020 - 2021

SKRIPSI
ANALISIS TINGGINYA TEMPERATUR GAS BUANG
PADA MESIN PENGGERAK UTAMA
KAPAL MT. GUNUNG GEULIS

Disusun dan Diajukan oleh:

ISMAIL
NIT. 17.42.075

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal, 24 Agustus 2021

Menyetujui,
Pembimbing I Pembimbing II



Yulianto, S.T., M.Mar.E
NIP.



Henny Pasandang N, S.T., M.T
NIP. 19771223 200712 2 001

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Teknika



Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar.
NIP. 19751224 199808 1 001



Abdul Basir, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19681231 199808 1 001

PRAKATA

Dengan segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**ANALISIS TINGGINYA TEMPERATURE GAS BUANG PADA MESIN PENGGERAK UTAMA KAPAL MT. GUNUNG GEULIS**” tepat pada waktunya.

Penulisan skripsi ini adalah tugas akhir yang merupakan syarat untuk menyelesaikan Program Diploma IV pada politeknik ilmu pelayaran Makassar. Disamping itu berguna juga untuk memberikan gambaran kepada pembaca tentang apa yang dibahas di dalam skripsi ini serta sebagai bahan acuan, khususnya bagi penulis yang nantinya akan bekerja di atas kapal jika menghadapi permasalahan yang serupa selama melakukan pelayaran.

Adapun kesulitan yang dialami penulis selama melakukan penyusunan skripsi ini dapat teratasi berkat bantuan dan bimbingan dari semua pihak baik berupa material maupun moril.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak terutama kepada :

1. Bapak Capt. Sukirno M.M.Tr.,M.Mar., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Abdul Basir, M.T.,M.Mar.E., selaku Ketua Prodi Teknika

3. Bapak Capt. H. Zainal Yahya Idris, M.AP, M.Mar., selaku K.a Pusat Pembinaan Karakter Taruna
4. Bapak Yulianto, S.T., M.M., M.Mar.E., selaku Pembimbing 1.
5. Ibu Henny Pasandang Nari, S.T.,M.T., selaku Pembimbing 2
6. Segenap Dosen dan Staf Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Bapak Personalia PT. PERTAMINA yang telah memberikan peluang dan penyediaan sarana dalam melakukan proyek laut.
8. Nahkoda, KKM, serta seluruh Crew MT. Gunung Geulis Khususnya kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta.
9. Rekan-rekan Taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Dengan demikian harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca serta rekan Taruna Jurusan Teknika.

Makassar, 03 Agustus 2021



penulis

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya :Ismail
Nomor Induk Taruna :17.42.075
Jurusan :Teknika
Menyatakan Bahwa Skripsi dengan judul:

Analisis Tingginya Temperature Gas Buang Pada Mesin Penggerak Utama Kapal MT. GUNUNG GEULIS

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 03 Agustus 2021



Ismail

NIT : 17.42.075

ABSTRAK

ISMAIL, Analisis Tingginya Temperature Gas Buang pada Mesin Penggerak Utama Kapal MT.Gunung Geulis (dibimbing oleh Yulianto dan Henny Pasandang Nari).

Injektor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke ruang pembakaran dalam bentuk kabut dengan bantuan pompa tekanan tinggi yang disebut *bosh pump*. *Bosh pump* ini yang akan menekan bahan bakar ke dalam injektor dengan tekanan tinggi, sehingga bahan bakar terdesak dan keluar melalui lubang injektor yang berukuran kecil sehingga keluar dalam bentuk kabut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh kebocoran injektor terhadap kualitas pembakaran.

Penelitian ini dilaksanakan di MT.Gunung Geulis milik perusahaan pelayaran PT. Pertamina, selama kurang lebih satu tahun. Sumber data yang diperoleh adalah data langsung dari tempat penelitian melalui observasi dan metode kepustakaan melalui literatur-literatur yang berkaitan dengan judul skripsi. Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis diskriptif.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak bekerjanya injektor dengan baik akan mempengaruhi pengoperasian mesin induk, yaitu dapat menimbulkan daya kerja dari mesin akan menurun serta pemakaian bahan bakar meningkat. Hal ini apabila dibiarkan terus-menerus maka akan menimbulkan kerusakan pada mesin. Oleh karena itu untuk mencegah hal ini, perlu diadakan perawatan yang baik dan teratur sesuai dengan jam kerja yang ada pada buku pedoman di atas kapal.

Kata kunci : Tekanan Injector, Mesin Induk, MT.Gunung Geulis.

ABSTRACT

ISMAIL, Analysis of the High Exhaust Gas Temperature on the Main Propulsion Engine of the Ship MT. Gunung Geulis (Supervised by Yulianto and Henny Pasandang Nari).

Injector is the one of tools in the engine room that has function to inject the fuel oil in mist form to the combustion space assisted by high pressure pump called *Bosch Pump*. *Bosch Pump* will compress the fuel oil into injector with high pressure, until the fuel forced and come out in mist form from injector by the small size of injector hole. The purpose of this research is to find out the influence caused by leakages of injector concerning quality of combustion.

This research is carried out on MT. Gunung Geulis owned by maritime company PT. Pertamina during one year. Resources of data that have been collected are directly data from the research location. With observation and using library research that related to the title of this thesis. The analytical method used is descriptive analysis method.

The result of this research shows that injector is not properly working and it will caused by the operational of main engine, that will be decreased the engine works and fuel consumption will be increased. If this case, is let to continu, it will evoke damage the machine. Then in order to prevent damage, good and continuity of maintenance are needed according to running hours that available on instruction manual book on board.

Keyword : Injector Pressure, Main Engine MT. Gunung Geulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGUJIAN	ii
PRAKATA	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Pengertian Gas Buang Pada Mesin Diesel	4
B. Jenis-Jenis Pembakaran	4
C. Emisi Gas Buang Mesin Diesel	5
D. Polutan Mesin Diesel	7
E. Soot (Jelaga)	8
F. Konsumsi Bahan Bakar	11
G. Sistem Pembakaran Pada Main Engine	16
H. Proses Kerja Motor 2 Tak Dan 4 Tak	18
I. Kerangka Pikir	21

BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Jenis Penelitian	22
B. Definisi Operasional Variabel/Deskripsi	22
C. Rancangan Penelitian	22
D. Metode Penelitian	23
E. Teknik Analisa Data	24
F. Jadwal Penelitian	24
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	26
A. Analisa	26
B. Pembahasan	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	45
A. Simpulan	45
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
3.1	Jadwal penelitian	25
4.1	Suhu normal gas buang berkisar 340 – 370	28
4.2	Suhu setelah kinerja injector menurun	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1	10
2.2.	14
2.3.	15
2.4.	16
2.5.	17
2.6.	18
4.1.	26
4.2.	29
4.3.	30
4.4.	31
4.5.	31
4.6.	32

DAFTAR GRAFIK

Nomor	Halaman
4.1. Data pengetesan injektor sebelum pemakaian	33
4.2. Data pengetesan Injektor pada Kondisi tidak Normal	34
4.3. Data Pengetesan injektor setelah dilakukan perbaikan	35

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Motor bakar diesel biasa disebut juga dengan mesin diesel (atau mesin pemacu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima paten pada 23 februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada pameran dunia tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang. Mesin ini kemudian diperbaiki oleh Charles F. Kettering. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel kecepatan rendah seperti pada mesin kapal dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50%

Pada saat melakukan pelayaran dari Terminal Balongan menuju OB Balikpapan di kapal MT. Gunung Geulis dengan membawa muatan. Saat mesin sudah beroperasi selama 32 jam dengan kecepatan rata-rata 11 knot, terjadi masalah (*trouble*) pada mesin induk. Hal ini di sebabkan oleh naiknya temperatur gas buang secara tiba-tiba pada mesin induk. Saat itu KKM langsung memberikan instruksi untuk segera mematikan *main engine* dan sudah di setujui oleh kapten untuk melakukan tindakan darurat yaitu dengan mengecek setiap *Cylinder* pada mesin induk. Dan ditemukan temperature yang meningkat dari *Cylinder* no. 2 dan no. 5 kemudian di analisa terjadinya penurunan kinerja injektor.

Pada saat *crew engine* mengadakan *safety meeting dan toolbox meeting* untuk pemecahan masalah. Di temukan beberapa analisa, dan KKM memberikan instruksi kepada masinis 1 untuk mengangkat injektor, Karena waktunya dalam keadaan darurat, injektor langsung di ganti dengan injektor yang telah di uji tekanannya serta pengabutan yang baik agar tidak terbuang waktu yang lama untuk melanjutkan perjalanan berlayar.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas maka penulis mengadakan penelitian yang berjudul “***Analisis Tingginya Temperature Gas Buang Pada Mesin Penggerak Utama Kapal MT. Gunung Geulis***”.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apa yang menyebabkan tingginya temperature gas buang pada mesin penggerak utama kapal MT. Gunung Geulis ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab tingginya temperature gas buang pada mesin penggerak utama kapal MT. Gunung Geulis.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan terhadap ilmu pengetahuan khususnya dalam dunia pelayaran. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi informasi tambahan bagi masyarakat, khususnya taruna, serta anak buah kapal.

2. Manfaat Praktis

- a. Untuk menambah wawasan dan memberikan informasi penting bagi rekan-rekan taruna tentang bagaimana cara mengatasi tingginya temperature gas buang pada motor *diesel*.
- b. Sebagai bahan masukan bagi *crew* khususnya pada *engineer* yang bekerja di atas kapal.

E. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas maka penulis menduga tingginya temperature gas buang disebabkan sebagai berikut :

1. Penyempitan pada lubang *nozzle injector* yang menyebabkan tingginya temperature gas buang.
2. Penyetelan injector yang kurang tepat yang menyebabkan tingginya temperature gas buang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Gas Buang Pada Mesin Diesel

Menurut *Suparwo (2001)*, gas buang adalah gas yang berasal dari suatu proses pembakaran yang suhunya relatif lebih tinggi daripada suhu atmosfer yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan tertentu.

B. Jenis – Jenis Pembakaran

Menurut *Daryanto (2003)*, produk pembakaran campuran udara-bahan bakar dapat dibedakan yaitu :

1. Pembakaran sempurna (pembakaran ideal)

Setiap pembakaran sempurna menghasilkan karbon dioksida dan air. Peristiwa ini hanya dapat berlangsung dengan perbandingan udara-bahan bakar stoikiometris dan waktu pembakaran yang cukup bagi proses ini.

2. Pembakaran tak sempurna

Peristiwa ini terjadi bila tidak tersedia cukup oksigen. Produk pembakaran ini adalah hidrokarbon tak terbakar dan bila sebagian hidrokarbon terbakar maka aldehide, ketone, asam karbosiklis dan sebagian karbon monoksida menjadi polutan dalam gas buang.

3. Pembakaran dengan udara berlebihan

Pada kondisi temperatur tinggi nitrogen dan oksigen dari udara pembakaran akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen (NO dan NO₂). Di samping itu produk yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat berupa oksida timah, oksida hlogenida, oksida sulfur, serta emisi evaporatif seperti hidrokarbon ringan yang teremisi dari sistem bahan bakar.

C. Emisi Gas Buang Mesin Diesel

Menurut *Daryanto (2002)*, bahan pencemar (*polutan*) yang berasal dari gas buang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Sumber *Polutan*

Sumber polutan dibedakan menjadi *polutan* primer dan sekunder. *polutan* primer seperti nitrogen oksida (NO_x) dan karbon-karbon (HC) langsung dibuang ke udara bebas dan mempertahankan bentuknya seperti pada saat pembuangan. *Polutan* sekunder seperti ozon (O₃) dan *peroksiasetil nitrat* (PAN) adalah *polutan* yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi fotokimia atau oksidasi.

2. Komposisi Kimia

Nitrogen, sulfur atau fosfor. Contohnya hidrokarbon, alkohol, ester dan lain-lain. *Polutan* inorganik seperti karbon monoksida (CO), karbonat, nitrogen oksida, ozon dan lain-lain.

3. Bahan penyusun

Polutan dibedakan menjadi *partikulat* atau gas. *partikulat* dibagi menjadi padatan, dan cairan seperti debu, asap, abu, kabut dan spray. *Partikulat* dapat bertahan di atmosfer sedangkan *polutan* berupa gas tidak bertahan di atmosfer dan bercampur dengan udara bebas.

a. *Partikulat Polutan*

Menurut *Soedomo, M. (2001)*, yang berasal dari kendaraan bermotor umumnya merupakan fasa padat yang terdispersi dalam udara dan magnetik asap. Fasa padatan tersebut berasal dari pembakaran tak sempurna bahan bakar dengan udara sehingga terjadi tingkat ketebalan asap yang tinggi. Selain itu *partikulat* juga mengandung timbal yang merupakan bahan *aditif* untuk meningkatkan kinerja pembakaran bahan bakar pada mesin kendaraan. Apabila butir-butir bahan bakar yang terjadi pada penyemprotan ke dalam silinder motor terlalu besar atau apabila

butir-butir berkumpul menjadi satu maka akan terjadi *dekomposisi* yang menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat atau angus. Hal ini disebabkan karena pemanasan udara yang bertemperatur tinggi tetapi penguapan dan pencampuran bahan bakar dengan udara yang ada didalam silinder tidak dapat berlangsung sempurna terutama pada saat-saat dimana terlalu banyak bahan bakar disemprotkan yaitu pada waktu daya motor akan diperbesar misalnya untuk *akselerasi* maka terjadinya angus itu tidak dapat dihindarkan.

b. *Unburned Hydrocarbon (UHC)*

Menurut *Daryanto (2002)*, hidrokarbon yang tidak terbakar dapat terbentuk tidak hanya karena campuran udara bahan bakar yang gemuk, tetapi bisa saja pada campuran kurus bila suhu pembakarannya rendah dan lambat serta bagian dari dinding ruang pembakarannya yang dingin dan agak besar. Motor memancarkan banyak hidrokarbon jika baru saja dihidupkan atau berputar bebas atau pemanasan. contohnya hidrokarbon, alcohol, ester dan lain-lain politan inorganic seperti karbon monoksida (CO). karbonat nitrogen oksida,ozon dan lain-lain.pemanasan dari udara ang masuk dengan menggunakan gas buang meningkatnya penguapan dari bahan bakar dan mencegah pemancaran hidrikarbon jumlah hidrokarbon tertentu selalu ada dalam penguapan bahan bakar di tangki bahan bakar da dari kebocoran gas yang melalui celah antara silinder dari toral masuk ke dalam poros engkol yang di sebut dengan blow by gasses (gas lalu) pembakaran tak sempurna pada kendaraan juga akan menghasilkan gas buang yang mengandung hidrokarbon. hal ini pada motor diesel terutama di sebabkan oleh campuran local udara bahan bakar tidak dapat mencapai batas mampu bakar.

c. *Carbon Monoksida (CO)*

Menurut *Daryanto (2002)*, karbon dan oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Gas ini akan dihasilkan bila karbon yang terdapat dalam bahan bakar (kira-kira 85% dari berat dan sisanya hidrogen) terbakar tidak sempurna karena kekurangan oksigen. Hal ini terjadi bila campuran udara bahan bakar lebih gemuk daripada campuran *stoikiometris* dan terjadi selama *idling* pada beban rendah atau pada *output* maksimum.

d. Nitrogen Oksida (NOX)

Menurut *Daryanto (2002)*, senyawa nitrogen oksida yang sering menjadi pokok pembahasan dalam masalah polusi udara adalah NO dan NO₂. Kedua senyawa ini terbang langsung ke udara bebas dari hasil pembakaran bahan bakar. Nitrogen monoksida (NO) merupakan gas berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Gas NO merupakan gas yang berbahaya karena mengganggu syaraf pusat. Gas NO terjadi karena adanya reaksi antara ion – ion N₂ dan O₂.

D. Polutan Mesin Diesel

Menurut *Arismunandar, W. (2002)*, polusi udara oleh gas buang dan bunyi pembakaran motor diesel merupakan gangguan terhadap lingkungan. Komponen-komponen gas buang yang membahayakan itu antara lain adalah asap hitam (jelaga), hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO) dan NO₂. NO

dan NO₂ biasa dinyatakan dengan NO_x. Namun jika dibandingkan dengan motor bensin, motor diesel tidak banyak mengandung CO dan UHC. Disamping itu, kadar NO₂ sangat rendah jika dibandingkan dengan NO. Jadi boleh dikatakan bahwa komponen utama gas buang motor diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam. Selain dari komponen tersebut di atas beberapa hal berikut yang merupakan bahaya atau gangguan meskipun bersifat sementara. Asap putih yang terdiri atas kabut bahan bakar atau minyak pelumas yang terbentuk pada saat start dingin, asap biru yang terjadi karena adanya bahan bakar yang tidak terbakar atau tidak terbakar sempurna terutama pada periode pemanasan mesin atau pada beban rendah, serta bau yang kurang sedap merupakan bahaya yang mengganggu lingkungan. Selanjutnya bahan bakar dengan kadar belerang yang tinggi sebaiknya tidak digunakan karena akan menyebabkan adanya SO₂ di dalam gas buang.

E. Soot (jelaga)

Menurut *Arismunandar, W. (2002)*, jelaga (*soot*) adalah butiran arang yang halus dan lunak yang menyebabkan munculnya asap hitam dimana asap hitam terjadi karena proses pembakaran yang tidak sempurna. Asap ini membahayakan lingkungan karena mengkeruhkan udara sehingga mengganggu pandangan, tetapi karena adanya kemungkinan mengandung karsinogen. Motor diesel yang mengeluarkan asap hitam yang sekalipun mengandung partikel karbon yang tidak terbakar tetapi bukan karbon monoksida (CO). Jika jelaga yang terjadi terlalu banyak, gas buang yang keluar dari mesin akan berwarna hitam dan mengotori udara.

1. Proses Terbentuknya Jelaga (*soot*)

Menurut *Saito, H. (2002)*, proses terbentuknya jelaga adalah karena pada saat terjadi pembakaran karbon tidak mempunyai cukup waktu untuk bereaksi dengan oksigen akibatnya terjadi kelebihan

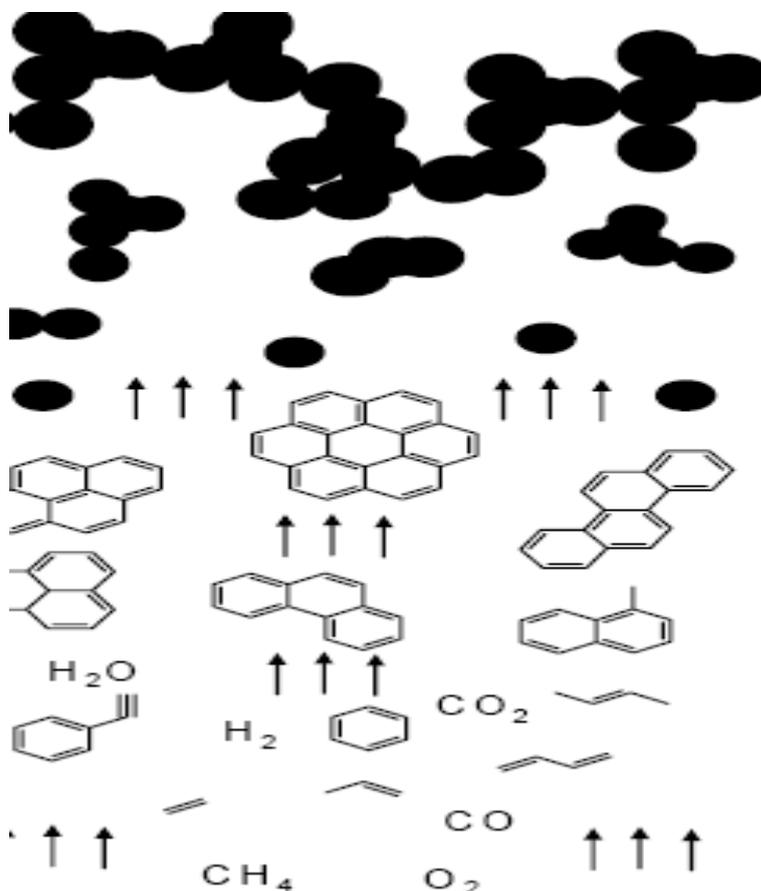
karbon dari bahan bakar yang tidak terbakar. Terbentuknya karbon-karbon padat (jelaga) karena butir-butir bahan bakar yang terjadi saat penyemprotan terlalu besar atau beberapa butir terkumpul menjadi satu, maka akan terjadi *dekomposisi*. Hal tersebut disebabkan karena pemanasan udara pada temperatur yang terlalu tinggi sehingga penguapan dan pencampuran dengan udara tidak dapat berlangsung sempurna. Saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan maka terjadinya jelaga tidak dapat dihindarkan. Jelaga yang terlalu banyak menyebabkan gas buang yang keluar dari mesin akan berwarna hitam dan mengotori udara.

2. Faktor Terbentuknya Jelaga (*soot*)

Menurut *Saito, H. (2002)*, faktor-faktor yang menyebabkan terbentuknya jelaga pada gas buang motor diesel:

- a. Konsentrasi oksigen sebagai gas pembakar kurang. Apabila dalam proses pembakaran terjadi kekurangan oksigen maka karbon-karbon yang berasal dari bahan bakar akan banyak gagal bereaksi dengan oksigen sehingga mengakibatkan terbentuknya karbon padat.
- b. Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar terlalu banyak. Apabila butir-butir bahan bakar yang terjadi pada penyemprotan ke dalam silinder motor terlalu besar atau apabila butir-butir berkumpul menjadi satu maka akan terjadi *dekomposisi* yang menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat atau angus.
- c. Penguapan dan pencampuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder tidak dapat berlangsung sempurna.
- d. Karbon tidak mempunyai cukup waktu untuk bereaksi dengan oksigen.

Gambar 2.1 Proses pembentukan jelaga (soot)



Sumber. www.polutan-mesin-diesel.co.id

Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tingkat konsumsi bahan bakar yang ekonomis dan berkurangnya kepekatan asap hitam gas buang karena pada pembakaran sempurna campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya dalam waktu dan kondisi yang tepat. Agar terjadi pembakaran yang sempurna maka perlu diperhatikan kualitas bahan bakar sesuai dengan karakteristiknya sehingga *homogenitas* campuran bahan bakar dengan udara dapat terjadi secara sempurna.

Menurut Nugroho, A. (2005), *viskositas* bahan bakar adalah salah satu karakteristik bahan bakar yang sangat menentukan

kesempurnaan proses pembakaran. *Viskositas* yang tinggi menyebabkan aliran solar terlalu lambat. Tingginya *viskositas* menyebabkan beban pada pompa injeksi menjadi lebih besar dan pengabutan saat injeksi kurang sempurna sehingga bahan bakar sulit terbakar. Pemanasan untuk menaikkan suhu bahan bakar adalah salah satu cara untuk mengubah karakteristik suatu bahan bakar. Pemanasan pada solar mengakibatkan turunnya *viskositas* dan bertambahnya volume yang menyebabkan butir bahan bakar.

Butir bahan bakar akan lebih mudah menguap dan mempengaruhi proses pengkabutan saat penyemprotan. Butiran bahan bakar yang disemprotkan sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran sehingga tekanan penyemprotan divariasikan untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dengan udara. Langkah ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat diperoleh *homogenitas* campuran yang lebih sempurna sehingga pembakaran yang sempurna dapat tercapai. Dengan langkah ini diharapkan besar konsumsi bahan bakar dan kepekatan asap hitam gas buang dapat dikurangi.

F. Komsumsi Bahan Bakar

Menurut *Daryanto (2002)*, dalam pengujian mesin, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar per unit waktu (Q). Pengetahuan ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi mesin dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya.

1. Efisiensi Bahan Bakar

Efisiensi adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus, terhadap jumlah energi yang disuplai per siklus yang dapat dilepaskan selama pembakaran. Suplai energi yang dapat dilepas selama pembakaran adalah massa bahan bakar yang disuplai per siklus dikalikan dengan harga panas dari bahan bakar (QH_V). Harga

panas bahan bakar ditentukan dalam sebuah prosedur tes standar, dimana diketahui massa bahan bakar yang terbakar sempurna dengan udara dan energi dilepas oleh proses pembakaran yang kemudian diserap dengan kalorimeter.

2. *Exhaust Gas Recirculation* (EGR)

Menurut *Daryanto (2002)*, kendaraan menghasilkan dua macam bentuk racun, yang terlihat oleh mata dan yang tak terlihat oleh mata. Yang terlihat oleh mata adalah PM (*particulate matter*) yaitu jelaga, asap hitam, tar, dan hidrokarbon yang tidak terbakar. Sedang untuk yang tak terlihat oleh mata adalah NO_x, CO dan hidrokarbon. Walaupun tak terlihat biasanya indra kita bisa merasakan kalau kadarnya terlalu tinggi yaitu mata perih dan menjadi berlinang air mata.

Jika suhu dalam ruang bakar terlalu rendah maka jumlah PM nya akan meningkat dan jika suhu terlalu tinggi maka NO_x nya yang akan meningkat. Dalam mesin diesel, formasi unsur NO_x sangat dipengaruhi oleh peningkatan suhu dalam ruang bakar. Maka daripada itu, penting dilakukan menjaga tingkat temperatur ruang bakar pada posisi tertentu. Cara mudah untuk mengurangi kadar NO_x adalah memperlambat *timing* semprotan bahan bakar, akan tetapi hal tersebut malah mengakibatkan borosnya bahan bakar sebesar 10-15%. Lalu bagaimana caranya supaya PM nya rendah dan NO_x nya juga rendah dengan tidak mengorbankan kemampuan mesin, lebih ekonomis bahan dan hasilnya bakar dan lebih ramah kepada lingkungan. Beberapa cara untuk meningkatkan kemampuan efisiensi pembakaran banyak macamnya yaitu dengan menggunakan bantuan komputer, mengatur kesesuaian semprotan bahan bakar dan udara, menggunakan teknologi *common rail* dimana menggunakan tekanan yang sangat tinggi dan kesesuaian *timing* injeksi pada setiap putaran mesin, kepala silinder bermulti – klep dan lain – lain.

EGR adalah alternatif untuk mengurangi NO_x, C dan beberapa gas buang yang beracun hasil pembakaran. Dalam gas buang terdapat CO₂, NO_x dan uap air. Namun bahan bakar dan PM akan bertambah karena pembakaran menjadi tidak optimal. PM ini harus dikurangi dengan cara memodifikasi *injector* bahan bakar, memodifikasi *catalyst* atau filter. Temperatur spesifik EGR lebih tinggi daripada udara bebas, oleh karena itu EGR meningkatkan suhu *intake* lalu pada waktu yang bersamaan menurunkannya pada ruang bakar.

Pada pembebanan yang tinggi, sangat sulit EGR bekerja untuk mendinginkan pembakaran dan malah akan menyebabkan timbulnya banyak asap dan PM (*particulate matter*). Selain itu juga, EGR panas akan meningkatkan suhu *intake*, yang akan mempengaruhi pembakaran dan emisi pembuangan. Beberapa penelitian telah membuktikan hal ini dan mengindikasikan bahwa lebih dari 50% EGR, PM meningkat sangat tajam dan sangat dianjurkan menggunakan filter atau *catalyst*. Udara yang akan masuk ke *intake* untuk *recycled* maksimal 30% dari gas buang, untuk pembakaran sebelum kompresi yang diperlukan hanya 30% - 40%.

Berdasarkan temperaturnya, EGR dibedakan menjadi 2, yaitu:

a. *HOT EGR*

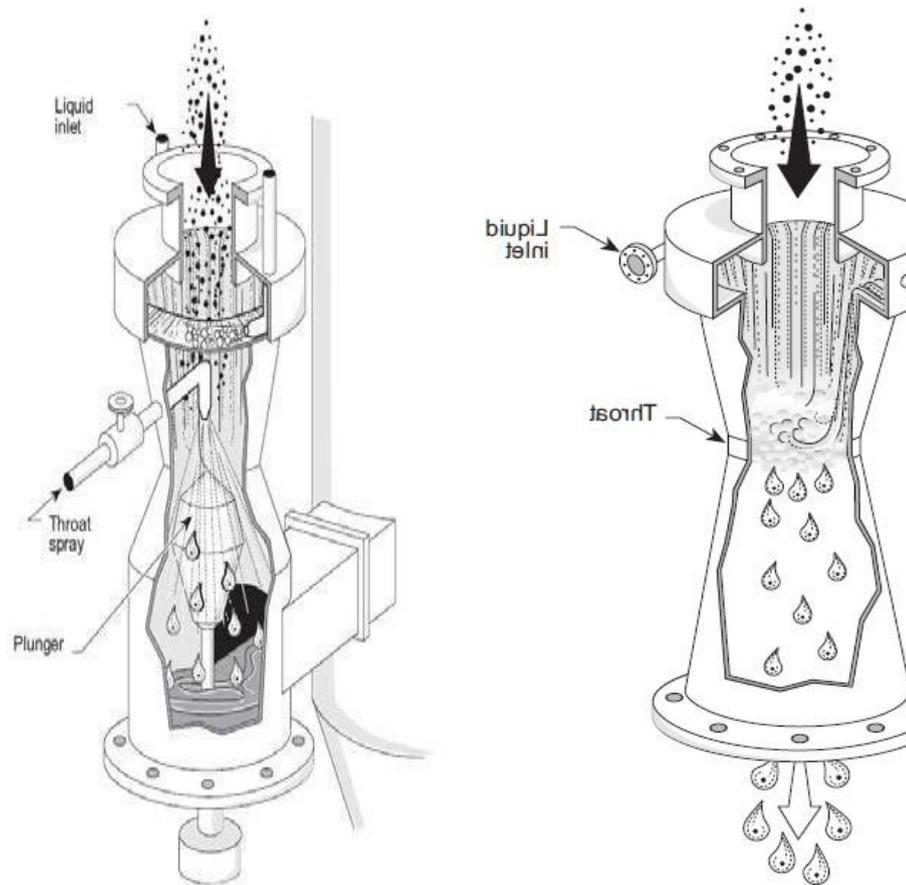
Udara buang diresirkulasi tanpa didinginkan, menyebabkan peningkatan suhu *intake*.

b. *COLD EGR*

Udara buang didinginkan menggunakan *heat exchanger*, menyebabkan penurunan suhu *intake Venturi Scrubber*. pada penelitian ini dibutuhkan sebuah *Venturi Scrubber* yang berfungsi untuk mendinginkan gas buang masuk melalui katub EGR.

Adapun jenis – jenis desain *Venturi Scrubber* seperti gambar di bawah ini:

Gambar 2.2 Berbagai Konfigurasi *Venturi Scrubber*



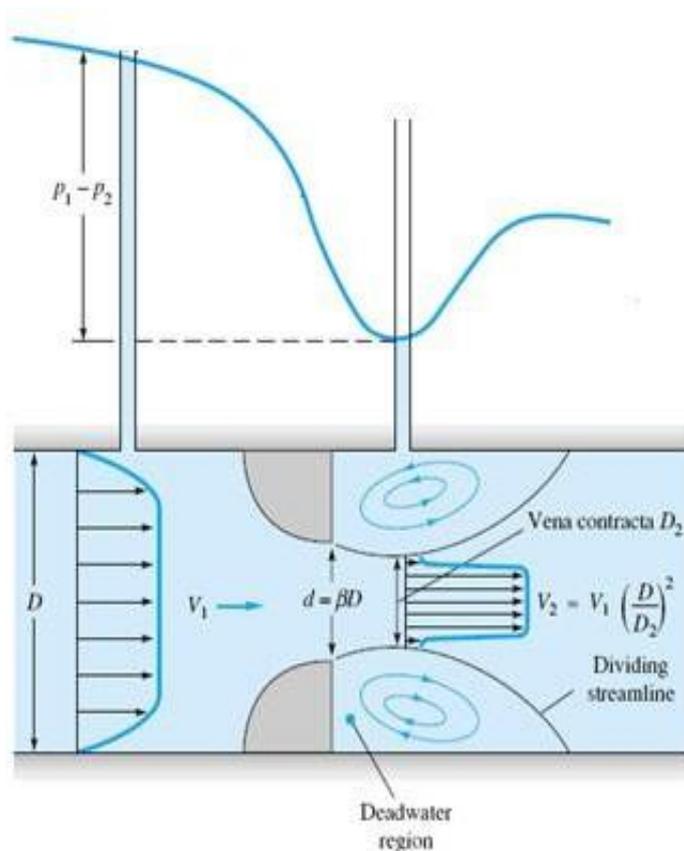
Sumber: exhaustgas/venturyscrubber.org

Pada gambar diatas digunakan desain *venturi scrubber* gambar 2.2 yang telah dimodifikasi dengan menambahkan poros media di bawah *throat*. Tujuan dari modifikasi ini untuk menyaring *particulat matter* atau partikel – partikel pada gas buang yang akan masuk ke dalam ruang bakar. Adapun alasan pemilihan desain *venturi scrubber* gambar 2.2 dikarenakan dalam proses perancangan dan pembuatannya lebih mudah dari desain yang lain dan dapat berfungsi dengan baik.

1. Orifice Plate Flowmeter

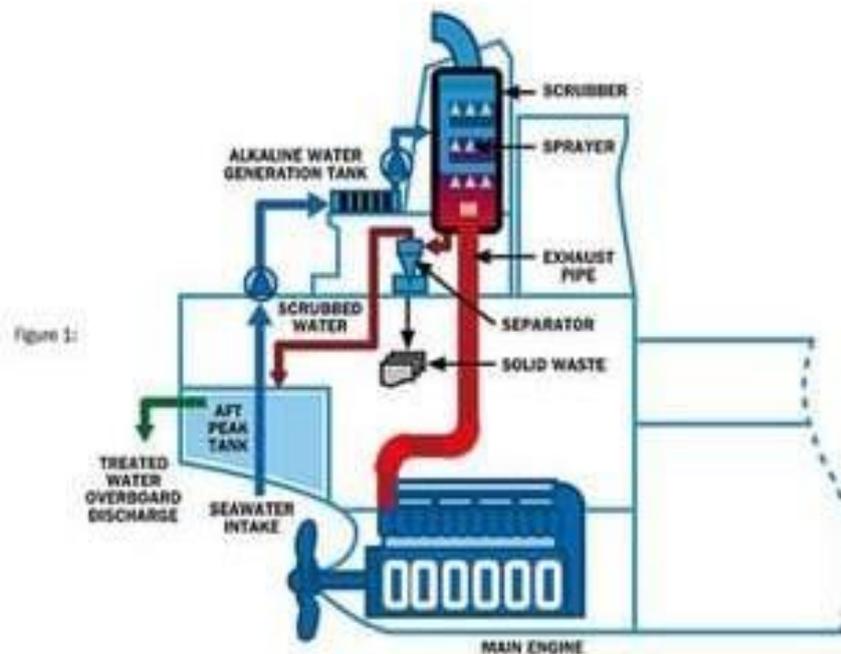
Menurut Daryanto (2002), *orifice plate* adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur laju aliran masa dari aliran, prinsip kerjanya aliran melewati *orifice plate* kemudian akan mengecil dan membentuk suatu daerah yang disebut *vena contracta* selanjutnya akan terjadi perbedaan tekanan aliran antara sebelum dan setelah melewati *orifice plate*, dan setelah itu laju aliran masa dari aliran dihitung menggunakan persamaan *bernouli* dan persamaan kontinyui.

Gambar 2.3 Orifice Plate flowmeter



Sumber: Exhaustgas/orificeplateflowmeter.org

Gambar 2.4 Instalasi Gas Buang



Sumber: www.marinelog.com

G. Sistem pembakaran pada *main engine*

Menurut *Armstrong dan Proctol (2013)*, mesin diesel adalah mesin pembakaran internal dimana udara dikompres ke suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan bahan bakar diesel yang disuntikkan ke dalam silinder, di mana pembakaran dan pemancaran menggerakkan piston yang mengubah energi kimia yang dalam bahan bakar menjadi energi mekanik, yang dapat digunakan untuk kapal laut.

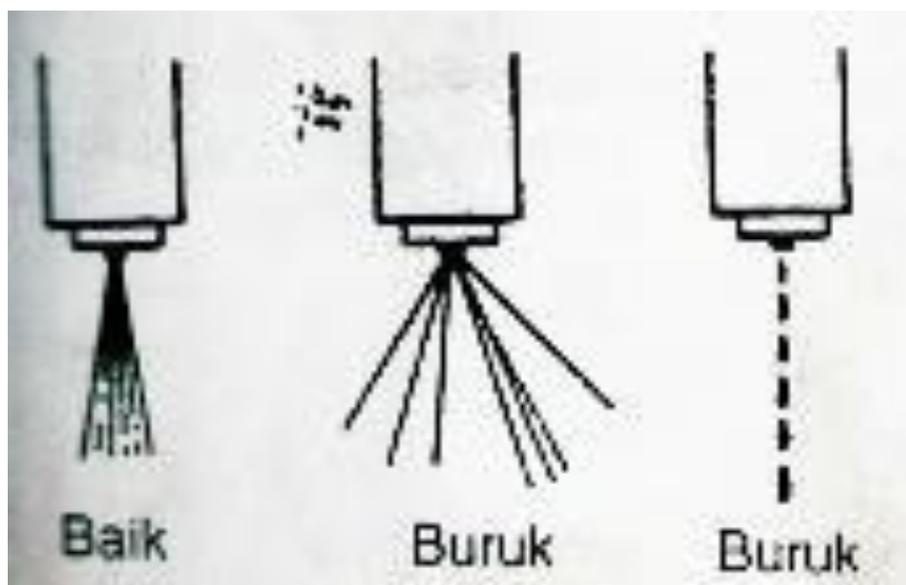
Pada mesin diesel hanya udara bersih yang dihisap dan dikompresikan. Bahan bakar dan udara dicampur di dalam silinder dengan cara setelah udara dikompresikan. bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran.

Persyaratan tekanan udara kompresi 1,5 – 4 Mpa (15-40 bar) sehingga temperature udara naik 700 – 900 *derajat celcius*. Bahan bakar harus dikabutkan halus oleh pompa injeksi pada tekanan (100-250 bar).

Ada dua cara penyemprotan bahan bakar kedalam ruang bakar yaitu injeksi langsung dimana *injection nozzle* menyemprotkan bahan bakar langsung keruang bahan bakar utama (*main combustion chamber*) pada akhir langkah kompresi. Udara tertekan dan menerima pusaran cepat akibatnya suhu dan tekanannya naik bahan bakar cepat menguap dan menyala dengan sendirinya setelah disemprotkan.

Cara penyemprotan yang kedua ialah injeksi tidak langsung dimana bahan bakar disemprotkan oleh *injection nozzle* ke kamar depan (*precombustion chamber*). Udara yang dikompresikan oleh torak memasuki kamar pusat dan membentuk aliran turbulensi di tempat bahan bakar yang diinjeksikan.

Gambar 2.5 : pengabutan injektor yang baik dan buruk



Sumber : www.bppp-tegal.com

H. Proses kerja motor 2 tak dan 4 tak

A. Motor Bensin 2 Langkah

Motor bensin 2 langkah adalah mesin yang proses pembakarannya dilaksanakan dalam satu kali putaran poros engkol atau dua kali gerakan piston. Prinsip kerja motor 2 langkah sebagai berikut:

- 1) Langkah Hisap dan Kompresi Piston bergerak ke atas. Ruang dibawah piston menjadi vakum/hampa udara, akibatnya udara dan campuran bahan bakar terisap masuk ke dalam ruang dibawah piston. Sementara dibagian ruang atas piston terjadi langkah kompresi, sehingga udara dan campuran bahan bakar yang sudah berada di ruang atas piston suhu dan tekanannya menjadi naik. Pada saat 10-15 derajat sebelum TMA, busi memercikan bunga api, sehingga campuran udara dan bahan bakar yang telah naik temperatur dan tekanannya menjadi terbakar dan meledak.
- 2) Langkah Usaha dan Buang Hasil dari pembakaran tadi membuat piston bergerak kebawah. Pada saat piston terdorong ke bawah/bergerak kebawah, ruang di bawah piston menjadi dimampatkan/dikompresikan. Sehingga campuran udara dan bahan bakar yang berada di bawah piston menjadi terdesak keluar dan naik ke ruang diatas melalui saluran bilas. Sementara sisa hasil pembakaran tadi akan terdorong ke luar dan keluar menuju saluran buang, kemudian menuju knalpot. Langkah kerja ini terjadi berulang-ulang.

Keterangan: Pada saat piston bergerak ke bawah, udara dan campuran bahan bakar yang berada di ruang bawah piston tidak dapat keluar menuju saluran masuk, karena adanya reed valve.

B. Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin mempunyai pengertian gas pembakarnya berasal dari campuran antara bensin dan udara dalam suatu perbandingan tertentu, sehingga gas tersebut terbakar dengan mudah didalam ruang bakar, apabila timbul loncatan bunga api listrik tegangan tinggi pada elektroda busi (Wiratno, dkk, 2012). Mesin pembakaran dalam membakar bahan bakar hidrokarbon atau hidrogen yang menghasilkan tekanan menekan torak diteruskan oleh batang torak diubah oleh poros engkol untuk menghasilkan usaha atau daya. Motor bensin 4 langkah ini dilaksanakan satu kali putaran poros engkol atau 4 kali langkah kerja piston. Siklus kerja motor bensin 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Langkah Hisap (Intrake Stroke) Langkah ini yaitu torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) menyebabkan perubahan volume diruang silinder sehingga terjadi kevakuman didalam ruang silinder menghisap campuran udara dan bahan bakar dihisap kedalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Poros engkol (crackshaft) berputar sebesar 180° .
2. Langkah Kompresi (compression stroke) Langkah ini yaitu katub hisap dan katub buang menutup dan torak bergerak dari TMB dan TMA. Campuran udara dan bahan bakar didalam ruang silinder terdesak karena terjadi penyempitan volume ruang bakar mengakibatkan peningkatan temperatur campuran bahan bakar dan udara.
3. Langkah Usaha Langkah ini yaitu proses pembakaran, posisi torak pada TMA dan mengkompresi campuran bahan bakar dengan udara. Busi memercikkan bunga api 8 sampai 10 derajat sebelum TMA dan membakar campuran bahan bakar dan udara akan cepat terbakar dikarenakan perambatan nyala api

menyebar segala arah ruang bakar sehingga mendorong torak dalam TMA ke TMB. Besar kecilnya tekanan pembakaran dipengaruhi oleh besarnya masukkan bahan bakar dan tekanan kompresi. Gerakan translasi torak diubah oleh poros engkol menjadi gerak rotasi yang menghasilkan tenaga motor. Poros engkol berputar 180° dari TMA menuju TMB.

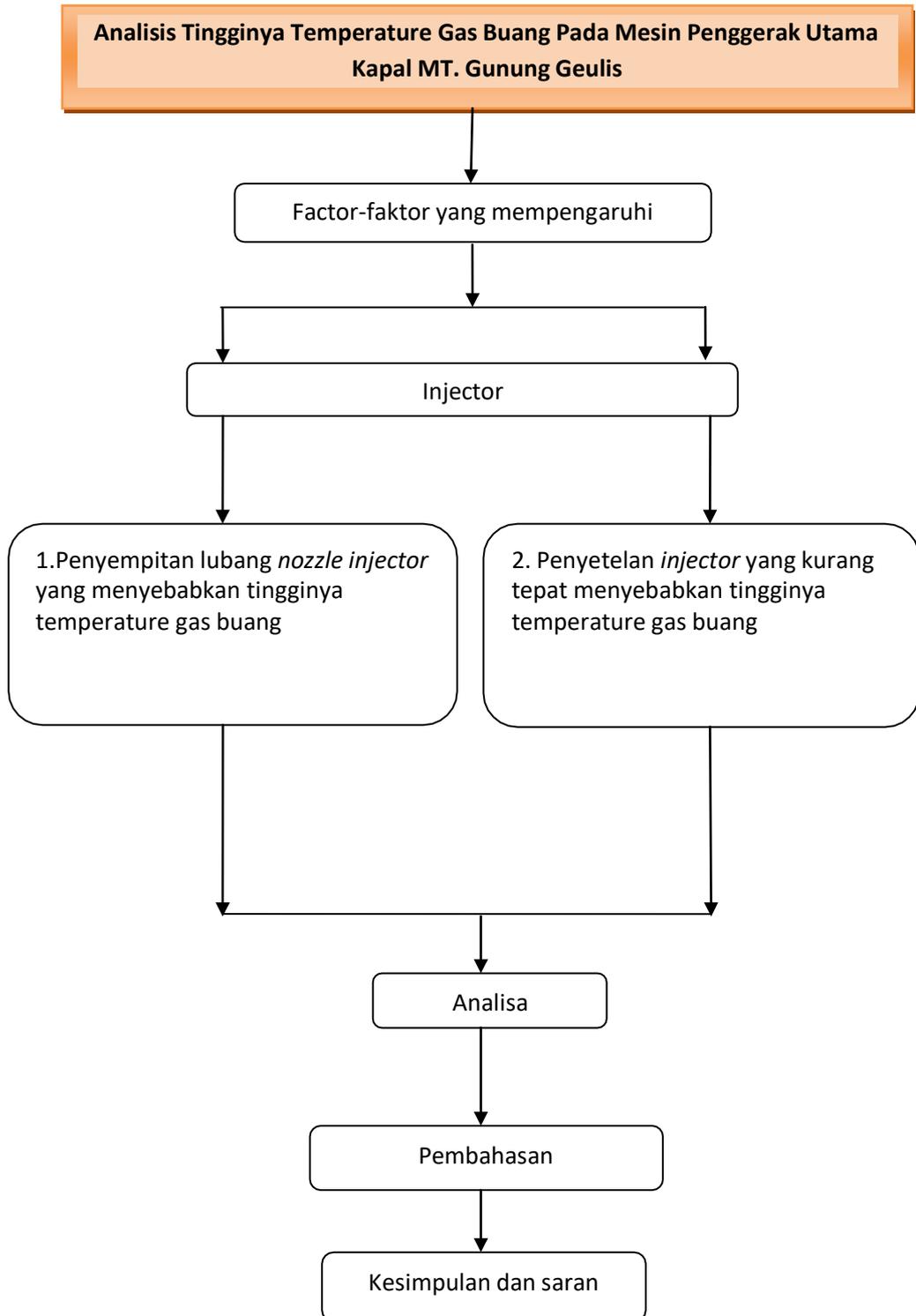
4. Langkah Buang (exhaust stroke) Langkah ini yaitu langkah dimana katup hisap menutup dan katup buang membuka. Torak bergerak dari TMB menuju TMA karena gaya kelembaban roda gila (flywheel) mendorong torak bergerak ke atas membuang gas hasil pembakaran. Torak mencapai TMA maka satu kali proses kerja telah dilakukan dan torak akan melakukan proses kerja berikutnya sesuai urutan sebelumnya.

I. Kerangka Pikir

Peranan dalam analisa tingginya temperature gas buang pada mesin diesel sangat penting dalam kelancaran pengoperasian motor diesel, dimana apabila analisa tingginya temperature gas buang terjadi, maka akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah yang dampaknya berjangka panjang, seperti biaya perbaikan yang tinggi sehingga mengakibatkan pihak perusahaan harus menyiapkan biaya yang lebih untuk menunjang perbaikan motor diesel.

Adapun skema kerja dari penelitian yang dilakukan penulis yaitu sebagai berikut :

Gambar 2.6 Kerangka Pikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh penulis adalah jenis kualitatif yaitu data yang diperoleh dalam bentuk variabel berupa informasi sehubungan dengan analisis tingginya *temperature gas buang pada mesin penggerak utama kapal*. secara lisan maupun tulisan. Data dalam bentuk lisan ini diperoleh dari hasil wawancara yang dilakukan terhadap nakhoda kapal, beserta perwira kapal.

B. Definisi Operasional Variabel/Deskripsi

Judul penelitian ini adalah *Analisis Tingginya Temperature Gas Buang Pada Mesin Penggerak Utama Kapal*. Pengertian operasional yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Gas buang adalah gas yang berasal dari suatu proses pembakaran yang suhunya relatif lebih tinggi daripada suhu atmosfer yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan tertentu.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang penulis lakukan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk memudahkan penulis dalam hal-hal yang berhubungan dengan penelitian. Rencana penelitian ini terdiri dari beberapa urutan, yaitu:

1. Penulis mengumpulkan data dari hasil observasi yang berkaitan dengan masalah penelitian.
2. Penulis membuat kesimpulan dari hasil observasi.
3. Penulis menyampaikan saran-saran terhadap permasalahan tersebut.

D. Metode Penelitian

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Metode Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Merupakan metode yang dipakai untuk mengumpulkan data yang actual melalui pengamatan di lapangan (di kapal), metode pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui :

Metode Survey (*Observasi*)

Yaitu suatu cara untuk mendapatkan data melalui pemantauan langsung ke unit-unit sasaran penelitian.

2. Metode Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Merupakan metode yang digunakan melalui studi keperpustakaan, Literatur yang ada kaitannya dengan masalah ini baik melalui buku-buku, laporan penelitian, artikel dan lain-lain.

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu:

a. Jenis Data

1) Data Kualitatif: adalah data yg dihimpun berdasarkan cara-cara yang melihat proses suatu objek penelitian. Data semacam ini lebih melihat kepada proses daripada hasil karena didasarkan pada deskripsi proses dan bukan pada perhitungan matematis. Teknik pengumpulan data meliputi pengamatan/observasi, wawancara, studi literatur/pustaka.

2) Data Kuantitatif: adalah data yang mendasar pada hasil penelitian pada perhitungan-perhitungan matematis yang kemudian memberikan gambaran atas suatu fenomena kasus yg diajukan dalam penelitian. Data angka yg dihasilkan menjadi acuan atau parameter tingkat atau level yg telah ditentukan sebelumnya.

b. Sumber Data

- 1) Data Primer: merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat. Dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan membaca "*engine log Book*" yang ada di kapal.
- 2) Data Sekunder: Merupakan data yang tidak diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Data ini diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan objek penelitian skripsi serta informasi lain yang telah disampaikan pada saat kuliah.

3. Metode Analisis

Penyajian penulisan skripsi ini menggunakan metode deskriptif yaitu tulisan yang berisikan paparan dan uraian mengenai suatu objek permasalahan yang timbul pada saat tertentu. Metode ini digunakan untuk memaparkan secara rinci data yang diperoleh dengan tujuan untuk memberikan informasi mengenai perencanaan terhadap masalah yang timbul berhubungan dengan materi skripsi ini.

E. Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan pada penelitian secara observasi adalah dengan menggunakan metode deskriptif berupa data tertulis atau lisan objek yang diamati yaitu dengan memberikan gambaran tentang fakta-fakta yang terjadi di lapangan kemudian dibandingkan dengan teori yang ada sehingga bisa diberikan solusi untuk masalah tersebut. Teknik analisis data yang digunakan adalah dengan mengamati teknik dalam pelaksanaan penelitian gas buang pada mesin penggerak utama kapal.

F. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal penelitian sebagai berikut :

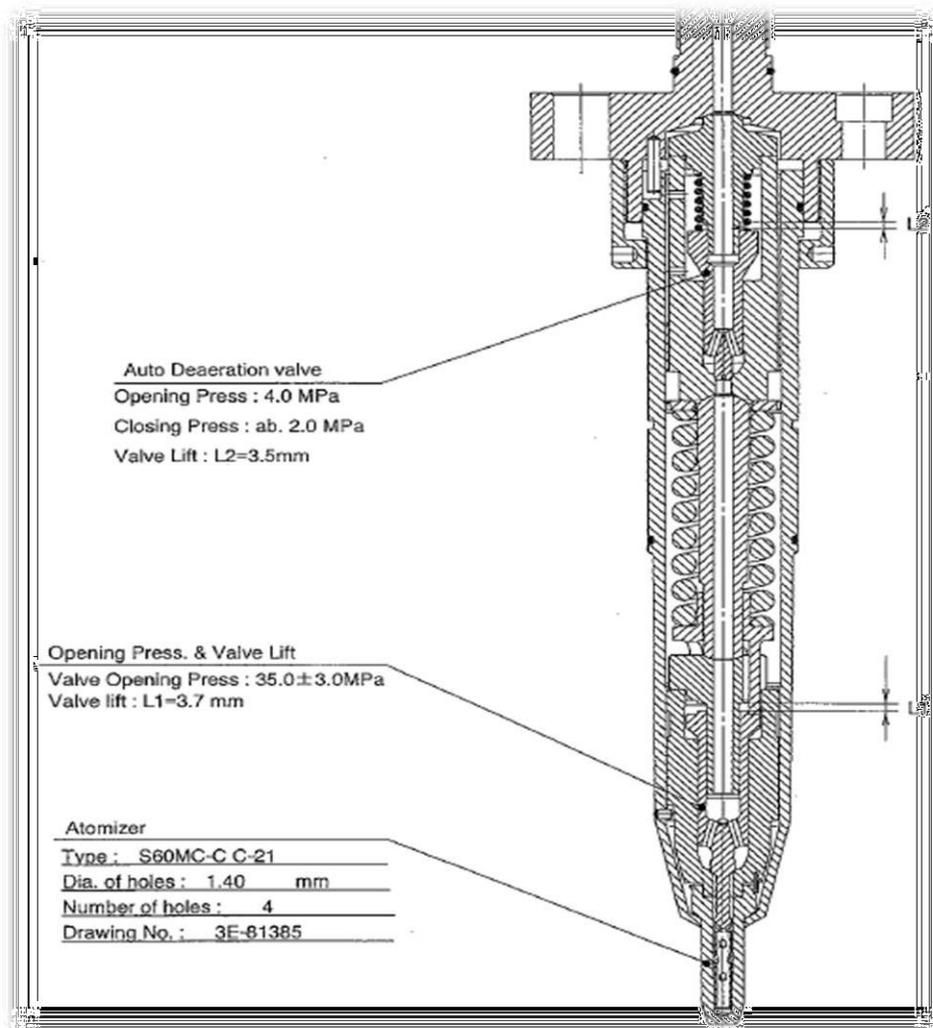
No	Kegiatan	Tahun 2019											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan data buku referensi												
2	Membahas judul												
3	Pemilihan judul dan bimbingan penetapan judul												
4	Seminar judul												
5	Penyusunan / Judul Penelitian												
		TAHUN 2021											
6	Pengambilan data												

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Analisa

Sesuai dengan pengalaman penulis sewaktu praktek laut (PRALA) tersebut, gas buang mesin induk meningkat karena adanya faktor kerusakan pada injector. jenis Injektor yang digunakan pada mesin induk yaitu Injektor *Multi Hole* (berlubang banyak) dengan sistem penyemprotan langsung.

Gambar 4.1. Data Injektor.



Sumber : Manual Book MT . Gunung Geulis

1. Spesifikasi pemakaian bahan bakar

Pemakaian bahan bakar tiap jam pada proses pengoperasian mesin induk dapat kita hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$B = \frac{RPM}{RPM \max} \times HP \times INDEX \times \text{Berat Jenis Solar}$$

Keterangan :

Jenis	= 2 stroke
B	= Pemakaian Bahan Bakar Tiap Jam (L)
Rpm	= 90
Rpm Max	= 105
HP	= Tenaga Mesin Induk (13560)
Index M/E	= 0,10 s/d 0,15
BJ Hfo	= 0,921

Penyelesaian :

$$B = \frac{RPM}{RPM \max} \times HP \times INDEX \times \text{Berat Jenis Hfo}$$

$$B = \frac{90}{105} \times 16360 \times 0,13 \times 0,921$$

$$B = 14724 \times 0,13 \times 0,921$$

$$B = 1914.1 \times 0,921$$

$$B = 1762,90 \text{ liter per jam}$$

Berdasarkan dari nilai nilai yang sudah di tentukan, kita menghasilkan data perhitungan dari pemakaian bahan bakar tiap jam pada mesin induk dengan HP = 13560 pada mesin model MITSUI MAN B&W 2 tak didapatkan hasil 1762.90 liter per jam pada putaran Rpm = 90 pada saat beroperasi.

2. Perbandingan suhu gas buang yang normal dan tidak normal :

Tabel 4.1 suhu normal gas buang berkisar antara 340 - 370

Cylinder	1	2	3	4	5	6
Gas buang	350	350	350	355	350	340

Sumber MT. Gunung Geulis

Tabel 4.2 suhu setelah kinerja injektor menurun :

Cylinder	1	2	3	4	5	6
Gas buang	360	430	368	370	410	365

Sumber MT. Gunung Geulis

Tabel diatas menunjukkan bahwa silinder no. 2 dan silinder no. 5 suhu gas buangnya melebihi dari temperature normal. Dalam permasalahan yang diambil penulis bahwa suhu gas buang yang terlalu tinggi mencapai suhu 540°C, yang normalnya pada saat mesin dalam kondisi normal suhu gas buang memiliki rata – rata 340°C.

Dalam penelitian ini didapati beberapa faktor dari kejadian tingginya temperatur gas buang pada mesin penggerak utama kapal, berikut adalah faktor yang mempengaruhi meningkatnya temperature gas buang pada mesin penggerak utama.

Berdasarkan pengamatan penulis, gangguan dan kerusakan yang terjadi pada injector juga dapat disebabkan karena :

1. Penyempitan lubang pada *nozzle*

Gambar 4.2 : *Nozzle*



Sumber : MT. Gunung Geulis

Seperti di ketahui pengabutan pada Injektor sangat penting untuk pembakaran, dengan kurang sempurnanya pengabutan menyebabkan pembakaran di dalam ruang bakar tidak normal maka daya yang dihasilkan mesin berkurang dan temperatur gas buang meningkat, hal ini disebabkan karena :

a. Partikel - Partikel

Akibat terjadinya pembakaran yang kurang sempurna menyebabkan adanya karbon-karbon yang menempel pada permukaan ujung nozzle yang berbentuk butiran-butiran karbon dan apabila dibiarkan, karbon-karbon tersebut akan bertambah banyak dan akhirnya akan menyebabkan terhambatnya bahan bakar yang dikabutkan dalam ruang bahan bakar.

b. Bahan Bakar Kotor

Akibat dari bahan bakar kotor juga dapat menghambat nozzle karena kotoran bahan bakar yang tidak tertahan oleh saringan dan tertahan pada lubang-lubang *nozzle* yang lebih kecil dari kotoran-kotoran yang terkandung dalam bahan bakar. Apabila pemakaian bahan bakar kotor ini tetap dilakukan maka akan mempengaruhi pembakaran dalam mesin, penyebab adanya bahan bakar yang kotor adalah kurangnya pemeliharaan terhadap alat-alat pendukung system seperti tangki-tangki dan saringan bahan bakar.

2. Kelonggaran yang Terjadi pada Komponen Injector

Gambar 4.3 : Batang Injektor



Sumber : MT. Gunung Geulis

Gambar 4.4 : Kepala injektor (nozzle)



Sumber : MT. Gunung Geulis

Untuk mengetahui bahwa komponen Injektor tersebut longgar, dengan jalan mencabut dan mengadakan pengetesan dengan uji tekanan pengabutan dengan begitu barulah dapat diketahui, jadi apabila longgar maka bahan bakar akan menetes sehingga terjadinya pembakaran susulan, bahan bakar boros dan asap ngebul pada panel kapal akan menyebabkan timbulnya pencemaran lingkungan.

Gambar 4.5 : Alat pengetesan tekanan injektor



Sumber : MT. Gunung Geulis

Adapun penyebab adanya kelonggaran komponen adalah :

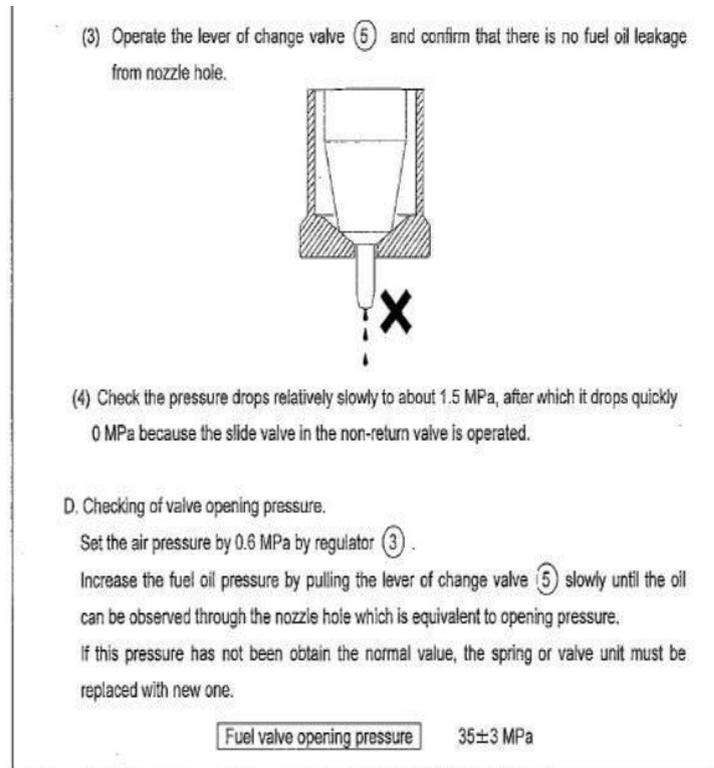
a. Kelonggaran Akibat Getaran yang Berlebihan

Getaran yang berlebihan terjadi ketika start awal mesin induk, pada saat Manouver atau melakukan olah gerak dan menaikkan RPM mesin sehingga terjadilah getaran yang berlebihan dan mengakibatkan kelonggaran antara *Spindle* dengan *Needle* pada *Injector*.

b. Keausan pada Pegas

Keausan pegas terjadi karena pegas tersebut mengalami perubahan bentuk-bentuk, karena panas dari bahan bakar serta mesin saat pengoperasian yang lama dengan kata lain melebihi jam kerjanya. Apabila hal demikian ini terjadi, bahan bakar menetes ke dalam ruang bahan bakar mesin.

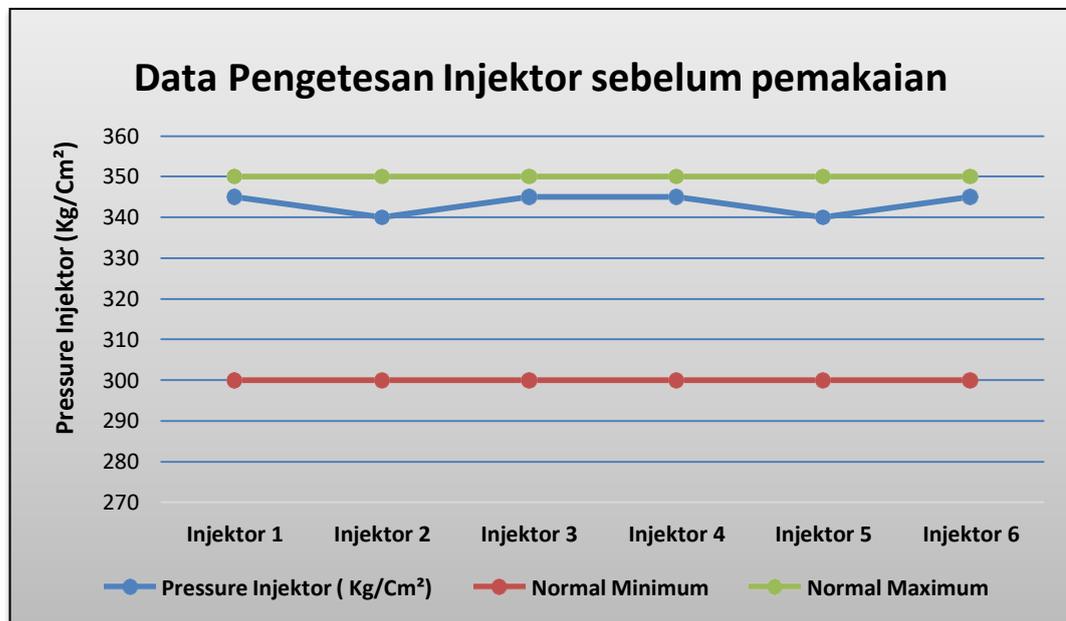
Gambar 4.6 : Panduan tekanan normal pada injektor



Sumber : *Manual book* MT. Gunung Geulis

Dari pengambilan data diatas menunjukkan keadaan injektor yang baik dan kurang baik (menetes). Sedangkan limit dari tekanan injektor yang normal yaitu 300-350 Kg/cm² . Sehingga injektor yang menetes perlu dilakukan perbaikan dan injektor yang normal harus tetap dilakukan pengecekan secara berkala agar setiap injektor yang ada sebagai *spare part* dapat di gunakan pada saat kondisi mesin dalam keadaan *emergency*.

Grafik 4.1 Data Pengetesan Injektor sebelum pemakaian



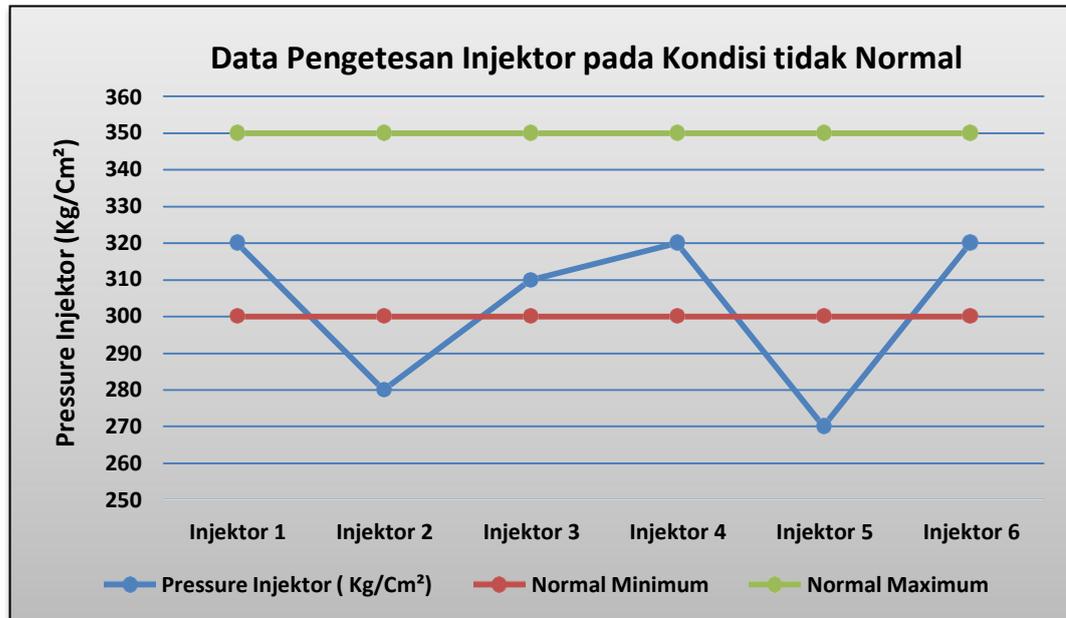
Sumber : Penelitian pada M/E MT.Gunung Geulis

Pada grafik 4.1 Data pengetesan injektor sebelum pemakaian dapat disimpulkan bahwa sebelum pemakaian setiap injektor mesin induk harus di lakukan perawatan dan perbaikan terhadap setiap komponen injektor agar dapat dipastikan bahwa injektor tersebut layak sebelum di gunakan.

Pengetesan injektor sebelum pemakaian harus selalu dilakukan agar dapat di pastikan bahwa setiap injektor yang akan di gunakan dalam kondisi normal , yaitu tekanan injektor berada pada batas normal minimum

dan batas normal maximum dengan demikian injektor dapat mengabsorpsi bahan bakar dengan sempurna tanpa adanya bahan bakar menetes atau tersumbat dan kinerja mesin induk dapat berjalan lancar tanpa hambatan.

Grafik 4.2 Data pengetesan Injektor pada Kondisi tidak Normal



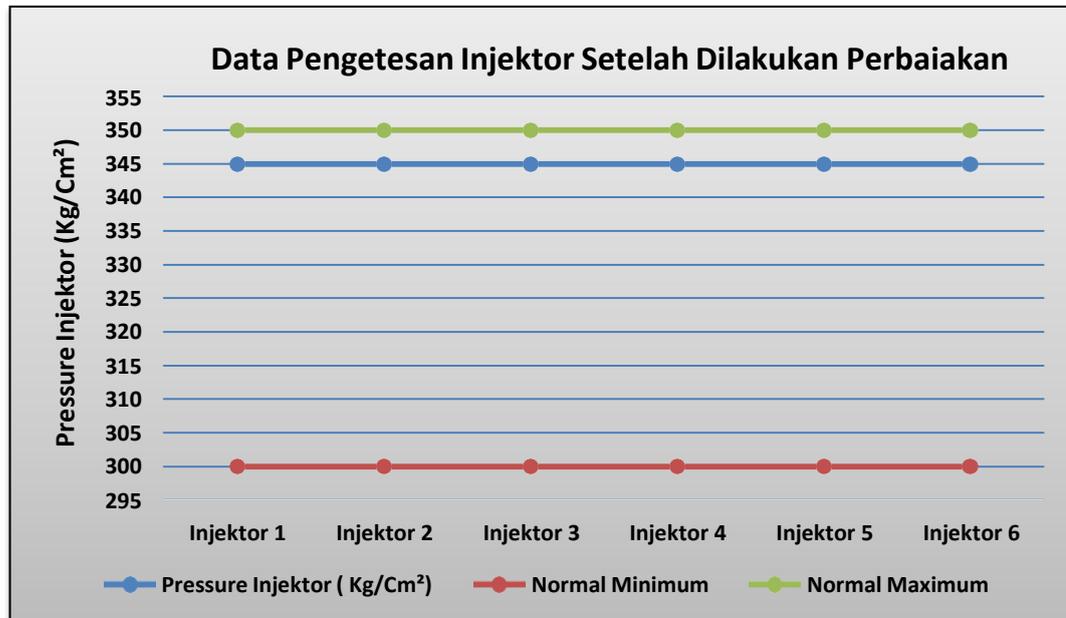
Sumber : Penelitian pada M/E MT.Gunung Geulis

Pada grafik 4.2 Data pengetesan injektor pada kondisi tidak normal dapat di ambil kesimpulan bahwa terjadinya penurunan kinerja injektor yang mempengaruhi kinerja mesin induk dan mengakibatkan adanya *trouble* yaitu meningkatnya gas buang terhadap mesin induk pada saat beroperasi , dari data pengetesan tersebut di dapati penurunan tekanan yang sangat drastis pada injektor no. 2 dan injektor no. 5 yaitu dengan tekanan di bawah normal minimum begitupun injektor yang lainnya yang mengalami sedikit penurunan dari tekanan yang di tentukan sebelum pemakain injektor .

Menurunnya kinerja injektor no. 2 dan no. 5 di akibatkan terjadinya penyempitan pada lubang *nozzle* dan komponen dari injektor yang sudah sedikit longgar di akibatkan oleh getaran mesin induk , dengan di dapati nya penurunan kinerja injektor maka di lakukan pergantian injektor mesin

induk dengan injektor yang sudah siap telah dilakukan perawatan dan telah dilakukan pengetesan pada kondisi normal dengan tekanan yang diberikan 340 kg/cm² .

Grafik 4.3 Data Pengetesan injektor setelah dilakukan perbaikan



Sumber : Penelitian pada M/E MT.Gunung Geulis

Pada grafik 4.3 data pengetesan injektor setelah dilakukan perbaikan merupakan pengetesan yang dilakukan untuk memastikan bahwa injektor yang mengalami penurunan kinerja telah dilakukan perawatan dan perbaikan, sehingga telah dipastikan bahwa injektor tersebut telah siap digunakan dengan tekanan yang diberikan 345 kg/cm². injektor yang sudah dalam kondisi normal akan disiapkan sebagai *spare part* mesin induk apabila terjadi masalah pada saat mesin induk dioperasikan. Perbaikan dan perawatan injektor dilakukan untuk menjaga kualitas setiap injektor mesin induk, perawatan injektor harus selalu diperhatikan dengan baik yaitu memperhatikan setiap komponen – komponen injektor tersebut, begitupun pada saat setelah pembongkaran injektor harus dipasang sesuai dengan petunjuk yang ada pada *manual book* kemudian dilakukan pengetesan dan diberikan tekanan pada kondisi normal.

B. Pembahasan

Dari hasil analisa diatas maka penulis akan membahas dan menjelaskan pengaruh dari kebocoran Injektor terhadap meningkatnya temperature gas buang, kualitas pembakaran, dan kerja mesin induk sesuai dengan panduan dan prosedur yang berlaku.

1. Penyempitan Lubang *Nozzle*

a. Penanganan Penyempitan Lubang *Nozzle*

Pemeriksaan serta perbaikan harus dilakukan dengan ketelitian dan menjaga kebersihan bagian-bagian yang telah terbongkar, tidak boleh berserakan di atas meja kerja melainkan diletakkan di atas selembar kertas yang bersih, sebelum dipasang kembali ke bagian-bagian ini harus di cuci dan di bilas terlebih dahulu dengan minyak *Diesel Oil* hingga bersih.

Adapun hal-hal yang diperhatikan dalam melaksanakan perbaikan *Nozzle* adalah :

- 1) Pertama lakukan pembersihan pada lubang yang terdapat pada tengah *Nozzle* serta lubang pada penyemprot bahan bakar dari kotoran-kotoran dan karbon yang telah jadi padat dengan menggunakan bor spesial yang telah dianjurkan dalam buku petunjuk perawatan mesin induk.
- 2) Lakukan pengecekan pada lubang-lubang penyemprot dengan menggunakan jarum tusuk khusus. Jika jarum tusuk khusus hanya dapat memasuki satu lubang saja dari lubang lainnya maka itu artinya terdapat banyak kotoran sehingga tersumbat oleh karena *Nozzle* harus diganti.
- 3) Pada saat melakukan pembersihan dengan jarum tusuk tersebut, perhatikan dengan baik serta hati-hati jangan sampai lubang penyemprot tersebut menjadi bentuk oval, dan untuk mengetahui bentuk dari lubang tersebut maka gunakanlah kaca pembesar.

- 4) Lakukan pembersihan dengan minyak tanah atau *mdo* pada *Spindle Guide* lalu lakukan pengamplasan dengan mengikatnya pada mesin bubut dengan putaran rendah sambil melakukan pengamplasan sampai kotoran-kotoran dan karbon sisa jadi bersih, bisa digunakan Pasta atau Brasso dan kertas amplas yang lembut bias juga menggunakan batu asah.
 - 5) Saat melakukan pemasangan kembali *Nozzle* harus diperhatikan letaknya yaitu harus tepat pada pin yang ada, sehingga *Nozzle* terikat kuat.
 - 6) Pengabutan yang baik untuk mengetahui hal ini maka digunakan alat pengetes tekanan *Injector* yang tersedia di kapal. Alat pengetes ini adalah *Injector Test* semua bahan bakar yang di semprot keluar *Nozzle* harus sama panjang dan menjadi kabut, setelah selesai di tes, ditempatkan *Injektor* sebagai *Spare*.
2. Langkah-langkah dalam melakukan *overhaul injektor* :
- a. Meletakkan injektor pada *overhaul* stand kemudian kencangkan baut dan murnya.
 - b. Ukur panjang ujung *nozzle* dan catat hasil pengukuran untuk pemasangan kembali.
 - c. Kendorkan *cap nut* dengan kunci khusus, saat dilepas maka *nozzle* juga akan ikut terlepas.
 - d. Tarik bagian *Valve head* dari body injektor untuk langkah awal.
 - e. Lepas seluruh bagian dalam dari injektor yang meliputi *spindle guide*, *non return valve*, *thrust foot*, dan *nozzle* bahan bakar.
 - f. Jangan lupa keluarkan seluruh *O-ring* pada setiap bagian injektor

- g. Setelah itu bersihkan seluruh bagian-bagian dari injektor dengan menggunakan bahan bakar sampai bersih satu persatu bagian injektor.
 - h. Bersihkan *nozzle injektor* bagian luar dengan menggunakan mesin wire brush untuk menghilangkan kerak yang menempel.
 - i. Bersihkan lubang - lubang *nozzle injektor* dengan menggunakan kawat yang diameternya lebih kecil dari lubang nozzle untuk menghilangkan kerak yang ada di dalam lubang pengabut.
 - j. Mengadakan pemeriksaan terhadap pegas (*spring*) penekan jarum, perhatikan daya renggangan dari pegas, jika sudah mengalami keausan diadakan penggantian dengan yang baru.
 - k. Periksa dan perhatikan diameter lubang pengabut bahan bakar, apabila lubang diameter *nozzle* telah bertambah lebar lakukan penggantian dengan yang baru.
 - l. Periksa dan perhatikan kondisi *nozzle* dari keausan kemudian lihat tanda-tanda korosi. Korosi asam sulfur terjadi karena suhu pendingin pada injektor terlalu rendah. Jika kondisi jarum dan rumah pengabut sudah aus maka harus di skir (*lapping*) menggunakan pasta (*carboruhdum paste*).
3. Penyetelan injektor yang kurang tepat
- a. Penanganan Longgarnya Komponen Injektor

Longgarnya komponen Injektor adalah terdapatnya celah antara *Spindle* dengan *Needle*. Maka untuk itu perlu diadakan pengikatan yang betul, yaitu:

 - 1) Angkat Injektor dan tutup lubang Injektor pada untuk mencegah masuknya kotoran.

- 2) Lakukan pengetesan Injektor dengan memakai injector testing. Apabila tekanan pengabutan tidak memenuhi tekanan pembukaan maka perlu dilakukan pengencangan ulang.
 - 3) Pengencangan dilakukan dengan menggunakan kunci khusus Injektor yang sesuai dengan *Instruction Book*. Apabila telah sesuai nilai tekanan pembukaannya dan tidak menetes bahan bakar setelah di tes maka Injektor dapat digerakkan lagi.
 - 4) Pemasangan Injektor dilakukan setelah Injektor tersebut di olesi *Molicote* pada bagian lubang Injektor dan pada silinder yang telah dibersihkan.
- b. Penanganan Keausan pada Pegas Spindle

Untuk mengatasi keausan adalah:

1) Menambah Pelat Ring (Cincin Pelat)

Cincin pelat yang akan ditambahkan adalah cincin pelat yang khususnya sesuai dengan *Instruction book*. Adapun caranya adalah :

- a) Bongkar komponen dalam Injektor dan pastikan jangan sampai tertukar atau hilang komponennya.
- b) Tempatkan *Body Spindle* pada ragum dan ikat lalu dipukul dengan kunci khusus dan palu karet hingga lepas.
- c) Bersihkan semua bagian dengan solar lalu semprot dengan angin.
- d) Periksa pada pegasnya apakah terjadi perubahan bentuk yang berlebihan.
- e) Apabila perubahan bentuk sangat parah maka tambahkan pelat pada pegas sehingga tekanan penyempromtan dapat di dongkrak sesuai dengan nilainya.

f) Pasang kembali dengan menggunakan kunci khusus dan diletakkan pada mesin bor yang digunakan untuk menekan *Body Spindle* sehingga terikat rapat.

2) Mengganti Pegas Dengan yang Baru

Pergantian pegas dapat dilakukan sekiranya pegas yang lama sudah sama sekali tidak dapat digunakan lagi atau di dongkrak dengan pelat ring atau sifat kepegasannya sangat berkurang dengan demikian tekanan penyemprotan Injektor dapat sesuai dengan nilainya. Penggantian tersebut didasari dengan Instruction Booknya agar tidak terjadi kesalahan prosedur. Setelah dilakukan pengetesan apabila sudah baik bisa langsung dipasang kembali kepada silinder.

3) Peralatan Injektor yang Kurang Baik

Dalam perawatan Injektor ada tiga faktor yang menentukan baik tidaknya dari perawatan Injektor yaitu:

a) Waktu atau jadwal perawatan

Injektor yang digunakan pada mesin harus dirawat berdasarkan jam putaran dari mesin penggerak kapal yang ada pada *Instruction Book*. Injektor ini harus betul dirawat sesuai dengan jam kerja sehingga tidak menimbulkan pengabutan yang tidak bagus pada Nozzle sehingga pembakarannya tidak sempurna, seperti yang telah penulis alami setelah melakukan proyek laut di atas kapal, dimana Injektor sudah dilakukan perawatan tetapi ditunda-tunda terus sehingga pembakaran yang dihasilkan tidak sempurna dan mengakibatkan daya mesin yang dihasilkan turun.

b) Suku cadang / *Spare Part*

Masalah *Spare Part* dalam perusahaan pelayaran sangat diperhitungkan karena disamping harganya mahal juga memerlukan biaya untuk pengiriman *Spare Part* tersebut. Seperti halnya dalam Injektor suku cadang kadang-kadang menimbulkan masalah dalam perawatan Injektor walaupun perawatan sudah dilakukan sesuai dengan waktu yang ditentukan dan orang yang melakukan perawatan adalah orang yang berpengalaman dan mengetahui tentang Injektor tapi *Spare Part* tidak ada, sedangkan bagian dari Injektor sudah ada yang tidak standar lagi dan sudah diusahakan untuk memperbaikinya agar bisa dipakai.

Sesuai pengamatan penulis sewaktu mengetes injektor pada mesin induk dapat mengabut dengan baik pada tekanan 300 kg/cm^2 . Jika tidak dapat mengabut dengan baik berarti *Nozzle* tersebut perlu di skir dengan Pasta yang telah dianjurkan dalam buku petunjuk perawatan mesin induk.

Sebaiknya apabila *Nozzle* tersebut tersumbat /mengalami penyempitan pada lubang *nozzle* harus segera diganti dengan yang baru, tapi karena perawatan yang tidak memiliki suku cadang maka Injektor tersebut tetap harus digunakan sambil menunggu *Spare Part* yang dikirim. Dan hal ini jelas mengganggu kelancaran pengoperasian kapal.

c) Keberdayaan Manusia

Di dalam perawatan Injektor sedikitnya orang yang harus merawat Injektor tersebut mengetahui atau menguasai seluk beluk tentang Injektor dan juga memahami

terhadap apa yang akan dikerjakan dalam perawatan Injektor.

Jika hal ini dilakukan dan tidak mengetahui masalah tentang pengetesan bentuk dari hasil pengabutan ada kemungkinan tidak merawat malahan akan menambah kerusakan dari injektor tersebut. Jadi dalam perawatan injektor juga diperlukan manusia yang terampil dan berpengetahuan tentang Injektor.

4. Prosedur Pengecekan Injector Pada Injector Tester :
 - a. Pasang injektor pada injektor tester.
 - b. Kencangkan baut injektor tester sehingga injektor terpasang dengan kuat.
 - c. Pastikan gelas injektor tester terisi dengan bahan bakar dan pasang nipple dengan saluran bahan bakar injektor.
 - d. Tekan tuas injektor tester dan lihat penunjukan jarum untuk mengetahui tekanan injektor tersebut.
 - e. Jika tekanan yang dikehendaki belum tercapai maka atur adjusting screw.
 - f. Pada saat jarum menunjuk pada tekanan yang dikehendaki maka pergerakan kembalinya jarum harus pelan.
 - g. Perhatikan pengabutan injektor, pengabutan injektor harus menyebar dengan rata.
 - h. Setelah tekanan yang dikehendaki tercapai dan pengabutan bagus, kencangkan lock nut secara perlahan.
 - i. Tekan tuas injektor tester sekali lagi untuk memastikan tekanan tidak berubah setelah lock nut tersebut dikencangkan.
 - j. Lepas nipple yang menghubungkan injektor dan injektor tester.

5. Kondisi Bahan Bakar

Dalam rangka untuk membakar bahan bakar sepenuhnya, empat kondisi dasar yang harus dipenuhi yaitu:

- a. Menyediakan cukup udara untuk pembakaran sempurna bahan bakar.
- b. Cukup aman untuk turbulensi menyeluruh pencampuran bahan bakar dan udara
- c. Mempertahankan suhu tungku cukup tinggi untuk membakar campuran udara bahan bakar yang masuk.
- d. Memberikan volume tungku cukup besar untuk memungkinkan waktu untuk pembakaran akan selesai.

6. Pengamatan Selama Beroperasi

Selama operasi mesin, beberapa parameter dasar perlu diperiksa dan di evaluasi secara berkala. Tujuannya adalah untuk mengikuti perubahan dalam :

- a. Kondisi pembakaran
- b. Kondisi silinder umum
- c. Kondisi mesin umum

Hal tersebut dilakukan dalam rangka untuk menemukan setiap gangguan operasional. Sehingga memungkinkan tindakan pencegahan yang perlu diambil pada tahap awal, untuk mencegah pengembangan lebih lanjut dari masalah. Prosedur ini akan memastikan kondisi mesin optimal dari komponen mesin, dan ekonomi pabrik secara keseluruhan yang optimal.

7. Pengamatan Hasil Penelitian

Setelah dilakukan penelitian tentang kebocoran injektor dikapal maka dapat diambil kesimpulan bahwa meningkatnya konsumsi bahan bakar dan kualitas pembakaran yang kurang normal serta kerja dari mesin induk dapat dipengaruhi oleh terjadinya kebocoran pada injektor. Sehingga apabila injektor

bermasalah maka akan berpengaruh terhadap pengabutan bahan bakar yang masuk ke ruang pembakaran, dan pembakaran yang terjadi tidak sempurna, akibat dari pembakaran yang tidak sempurna daya mesin juga akan menurun.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa penyebab tingginya temperature gas buang pada mesin penggerak utama kapal MT. Gunung Geulis adalah :

1. Menyempitnya lubang *nozzle* pada injektor disebabkan oleh kotoran-kotoran yang menyumbat pada lubang *nozzle* sehingga penyemprotan bahan bakar tidak sempurna.
2. Penyetelan injektor yang kurang tepat di sebabkan oleh kurangnya pengetahuan dari masinis.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, sebagai langkah penanganan terhadap tingginya temperature gas buang pada mesin induk yaitu sebagai berikut :

1. Penanganan terhadap penyempitan lubang *nozzle* yaitu selalu melakukan perawatan rutin pada injektor, membersihkan lubang-lubang *nozzle* dan melakukan skir pada injektor agar tidak terjadi kebocoran.
2. Penanganan terhadap penyetelan injektor yang tepat yaitu melakukan pengetesan setelah penyetelan dan memperhatikan tekanan normal pada injektor pada saat penyetelan.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong & proctol (2013). *Mesin diesel*, <http://repository.pip-semarang.ac.id>
- Arismunandar, W. & Saito, H. (2002). *Carbon Monoksida (Polutan Mesin Diesel & Mesin Diesel)* Bandung, Amiroellah
- Daryanto, (2002). (*Unburned Hydrocarbon, Nitrogen Oksida, dan Partikulat Polutan & Exhaust Gas Recirculation*) Surabaya, J.Cowley,
- Daryanto, (2003). *Jenis-Jenis Pembakaran Mesin Diesel*, Surabaya, J.Cowley
- Nugroho, A. (2005), *Ensiklopedi Otomotif*, Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran udara (kumpulan karya ilmiah)*, ITB press, Bandung
- Suparwo, (2001). *Mesin Penggerak Utama Kapal*, Jakarta, Supriadi Purnomo

LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN GAMBAR 1 : Mesin Induk Mitsui Man B&W



Sumber : Engine Room of MT. GUNUNG GEULIS

LAMPIRAN GAMBAR 2 : Silinder Head



Sumber : Engine Room of MT. GUNUNG GEULIS

LAMPIRAN GAMBAR 3 : Nozzle



Sumber : Engine Room of MT. GUNUNG GEULIS

LAMPIRAN GAMBAR 4 : Injektor Main Engine



Sumber : Engine Room of MT. GUNUNG GEULIS

LAMPIRAN GAMBAR 5 : Bosch Pump Main Engine



Sumber : Engine Room of MT.GUNUNG GEULIS

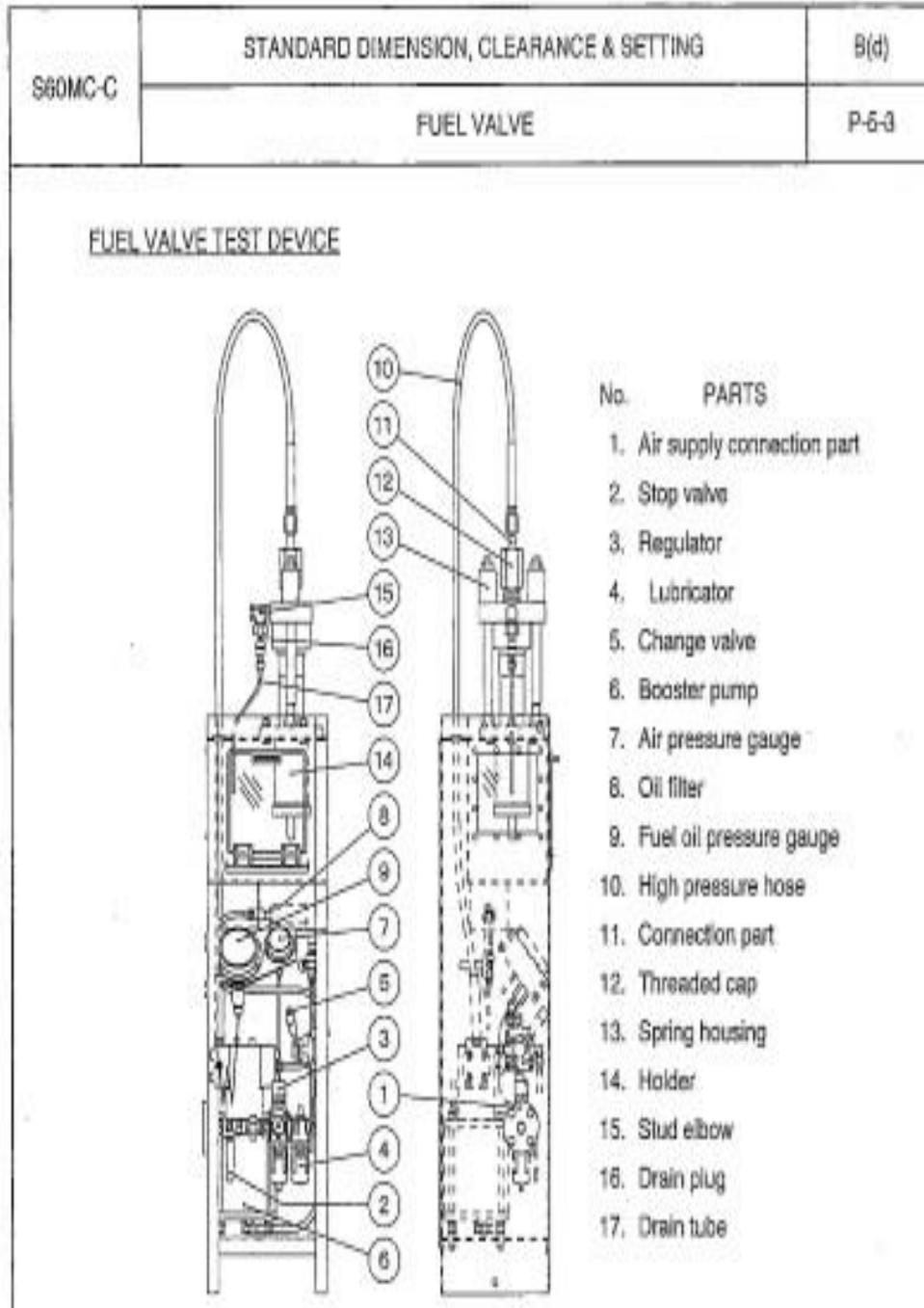
LAMPIRAN GAMBAR 6 : Tools InjektorTest



Sumber :Engine Room of MT.GUNUNG GEULIS

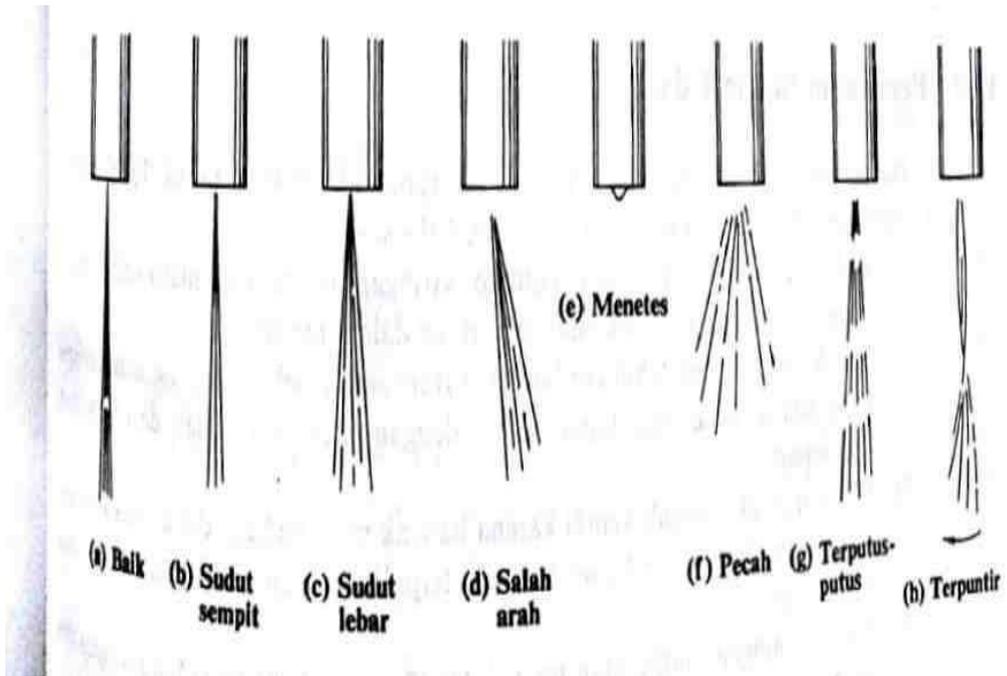
LAMPIRAN GAMBAR 7 : Bagian – Bagian Test Injektor

5-1411



Sumber : *Instruction Manual Book Main Engine MT.GUNUNG GEULIS*

LAMPIRAN GAMBAR 8 : Jenis Pengabutan Injektor



Sumber : Mesin Penggerak Utama 2007

RIWAYAT HIDUP PENULIS



ISMAIL , Lahir di Alitta pada tanggal 01 Juli 1999, anak pertama dari pasangan Mustafa. N dan Marawiah. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2005 di SD Negeri 191 Alitta, hingga selesai pada Pendidikan Dasar pada tahun 2011, kemudian penulis melanjutkan ke tingkat menengah pertama di SMP Negeri 3 Mattiro Bulu sampai tahun 2014, dan setelah itu melanjutkan pendidikan ke tingkat atas di SMA Negeri 7 Pinrang sampai tahun 2017.

Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan ke Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, sebagai angkatan XXXVIII, dan mengambil jurusan Teknika, dalam pendidikan ini penulis telah melaksanakan Praktek Laut (PRALA) di Perusahaan PT. Pertamina Shipping dengan alamat Jl. Yos sudarso No.32-34, Tj. Priok-Jakarta Utara dan dengan nama kapal MT. GUNUNG GEULIS, penulis On Board dari tanggal 20 September 2019 sampai dengan 23 Juli 2020. Dan pada akhir bulan September penulis kembali melanjutkan pendidikan semester VII dan VIII di PIP Makassar.

Dan pada bulan September tahun 2021 penulis telah melaksanakan pendidikan Diploma IV di PIP Makassar.