

**PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP KENAIKAN
TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK
UTAMA KAPAL KM TONASA LINE XVI**



**FAREL EKA ADIPUTRA
NIT: 18.42.030
TEKNIKA**

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

TAHUN 2022
PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP KENAIKAN
TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK
UTAMA KAPAL KM TONASA LINE XVI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

FAREL EKA ADIPUTRA
NIT : 18.42.030

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2022

SKRIPSI

**PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP
KENAIKAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR
DIESEL PENGGERAK UTAMA KAPAL KM TONASA LINE
XVI**

Disusun dan Diajukan oleh:

FAREL EKA ADIPUTRA

NIT. 18.42.030

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 4 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing I



Samsul Bahri, M.T., M.Mar.E
NIP. 19730828 200604 1 001

Pembimbing II



Agustina Setyaningsih, S.Si., M.pd
NIP. 19850808 200912 2 004

Mengetahui:

A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Ketua Program Studi Teknika



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



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

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK UTAMA KAPAL KM TONASA LINE XVI”**.

Disertasi ini merupakan salah satu syarat bagi taruna teknik untuk menyelesaikan studinya pada Program Diploma IV Universitas Sains dan Teknologi Kelautan Makassar. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk menerapkan pengetahuan teoritis yang diperoleh melalui pelatihan onboard dan pengalaman langsung untuk memecahkan masalah yang muncul sesuai dengan pengetahuan penulis.

Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya 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 Jurusan Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Samsul Bahri,M.T.,M.Mar.E sebagai Pembimbing1.
4. Ibu Agustina Setyaningsih,S.Si.,M.pd sebagai Pembimbing 2
5. Seluruh Dosen dan Staf Pembina Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Nakhoda beserta Chief Engineer dan seluruh Crew kapal KM.TONASA LINE XVI yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melaksanakan proyek laut.
7. Seluruh Taruna(i) Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan-kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran

keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melindungi dan memberkati kita semua, hingga penulisan skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca yang membutuhkannya dan khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, 4 Junii 2022



FAREL EKA ADIPUTRA

NIT : 18.42.030

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : Farel eka adiputra
NIT : 18.42.030
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP KENAIKAN
TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK
UTAMA KAPAL KM TONASA LINE XVI**

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 di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 4 Juni 2022
Yang membuat pernyataan



FAREL EKA ADIPUTRA

NIT. 18.42.030

INTI SARI

FAREL EKA ADIPUTRA, 2021. *Study Pengaruh Jam Kerja Injektor Terhadap Kenaikan Temperatur Gas Buang Pada Motor Diesel Penggerak Utama Kapal KM Tonasa Line XVI* (dibimbing oleh Bapak samsul bahri dan ibu agustina).

Tujuan penelitian mengetahui faktor-faktor pengaruh jam kerja injektor terhadap kenaikan temperatur gas buang pada motor diesel penggerak utama kapal. Injektor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar kedalam ruang pembakaran dalam bentuk kabut. Pengabutan yang baik akan menghasilkan proses pembakaran yang baik pula, tetapi jika proses pengabutan injektor tidak baik, maka proses pembakaran berlangsung secara tidak baik pula. Sehingga menarik untuk di analisis dengan judul. “ Studi experimen pengaruh jam kerja injektor terhadap kenaikan temperature gas buang pada motor diesel penggerak utama ”.

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode lapangan (*Field Research*) dengan melakukan peninjauan langsung pada objek penelitian dan tinjauan kepustakaan (*Library research*) dengan membaca buku dan *literature* mengenai judul penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu kurangnya pengabutan akibat penyempitan lubang nozzel dan kotoranya bahan bakar. Dan rumusan masalah mengetahui efek injektor sebelum dan setelah di lakukan perubahan pada ujungnya serta mengetahui pemakaian bahan bakar normal dan tidak normal.

Hasil penelitian analisa data setelah hasil uji dengan menggunakan rumus perhitungan untuk mengetahui faktor-faktor pengaruh jam kerja injektor terhadap kenaikan temperatur gas buang pada motor diesel penggerak utama kapal. Sesuai dengan hipotesis penelitan yang telah di tetapkan untuk di analisis oleh peneliti, yaitu adanya gangguan pada system pembakaran semprot, volume total, tekanan dan debit aliran. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu kurangnya pengabutan akibat penyempitan lubang nozzel dan kotoranya bahan bakar .

Kata Kunci : *Injektor, pengabutan, dan bahan bakar.*

ABSTRACT

FAREL EKA ADIPUTRA, 2021. Study of the Effect of Injector Working Hours on the Increase in Exhaust Gas Temperature on the Diesel Motor Main Propulsion of the KM Tonasa Line XVI Ship (supervised by Mr. Samsul Bahri and Mrs. Agustina).

The purpose of the study was to determine the factors that influence the working hours of the injector on the increase in exhaust gas temperature on the diesel motor of the ship's main propulsion. The injector is a device that functions to spray fuel into the combustion chamber in the form of fog. Good fogging will result in a good combustion process too, but if the injector fogging process is not good, then the combustion process is not going well either. So it is interesting to analyze with the title "Experimental study of the effect of injector working hours on the increase in exhaust gas temperature in the main driving diesel motor".

This study uses two methods, namely the field method (Field Research) by conducting a direct review of the object of research and a literature review (Library research) by reading books and literature regarding the title of the research. The results obtained from this study are the lack of fogging due to narrowing of the nozzle holes and dirty fuel. And the formulation of the problem is knowing the effect of the injector before and after changes are made to the tip and knowing normal and abnormal fuel usage.

The results of the research are data analysis after the test results using the calculation formula to determine the factors that influence the working hours of the injector on the increase in exhaust gas temperature on the diesel motor of the ship's main propulsion. In accordance with the research hypothesis that has been set for analysis by researchers, namely the presence of disturbances in the spray combustion system, total volume, pressure and flow rate. The results obtained from this study are the lack of fogging due to narrowing of the nozzle holes and dirty fuel.

Keywords: *injector, bosch*

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
INTI SARI.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	nxii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
A. Latar Belakang.....	2
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Landasan Teori.....	4
1. Injektor.....	4
2. Fungsi Injektor.....	5
3. Prinsip Kerja Injektor.....	6
4. Bagian Injektor dan Fungsinya.....	8
5. Pengabutan.....	8
6. Persyaratan yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi.....	13
7. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder.....	15
8. Sistem Pemasukan Bahan Bakar.....	20
9. Kondisi Nozzle Injektor.....	22
10 Perawatan.....	25

11. Pengujian dan Penyetelan Injektor.....	26
B. Kerangka Pikir.....	29
C. Hipotesis.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Definisi Operational Variabel.....	30
C. Populasi Dan Sampel.....	30
D. Teknik Pengumpulan Data.....	31
E. Metode Analisis.....	32
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Deskripsi Hasil Analisis Data.....	33
B. Uji Data Hasil Penelitian.....	39
C. Analisa Data Setelah Hasil Uji dengan Menggunakan Rumus Perhitungan.....	41
D. Pembahasan Hasil Analisis.....	43
E. Pemecahan Masalah.....	45
BAB V.....	46
SIMPULAN DAN SARAN.....	46
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

3. 1 Tabel Jadwal Pelaksanaan.....	32
4. 1 Data Spesifik Injector.....	34
4. 2 Komponen Injektor.....	34
4. 3 Kondisi Injector Normal.....	37
4. 4 Kondisi Setelah Perbaikan.....	39
4. 5 Hasil Descriptive Spss Tekanan.....	40

DAFTAR GAMBAR

2. 1 Skema Sistem Injektor.....	6
2.2 Penyembrotan Secara Tidak.....	10
2. 3 Pembakaran di dalam Silinder.....	15
2. 4 <i>Nozzle</i> Berlubang Tunggal.....	24
2. 5 <i>Nozzle</i> Berlubang Banyak.....	24
2. 6 <i>Nozzle</i> Model Pintle.....	25
2. 7 Beberapa Bentuk Pengabutan Bahan.....	27
4. 1 Tekanan Masuk.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu alat transportasi yang sangat dibutuhkan di era globalisasi ekonomi ini adalah kapal, dan peran kapal sangat dibutuhkan dalam dunia impor dan ekspor. Ini digunakan tidak hanya untuk impor dan ekspor dari satu negara ke negara lain, tetapi juga untuk migrasi antar pulau. Kapal tidak dapat dipisahkan dari hubungan tersebut karena terdapat mesin diesel yang digunakan dalam berbagai kegiatan untuk menjaga kelancaran operasi kapal dalam menunjang kegiatan operasional.

Kehadiran mesin diesel on-board sangat penting jika mesin diesel yang beroperasi dimaksudkan untuk kelancaran operasi transportasi. Oleh karena itu, diperlukan perawatan yang teratur dan terencana untuk menjaga stabilitas operasional. Pengoperasian mesin diesel dikatakan stabil ketika jumlah listrik yang dihasilkan per langkah mencapai rata-rata yang dinormalisasi. Daya yang disuplai ke mesin diesel tergantung pada sistem pembakaran mesin diesel. Pembakaran yang baik menghasilkan banyak listrik dan sebaliknya. Injector adalah salah satu komponen kunci dari sistem bahan bakar diesel, termasuk injector, atomizers dan nozel. Injektor digunakan untuk mensuplai bahan bakar solar dari pompa injeksi ke silinder pada akhir setiap langkah kompresi saat piston (piston) mendekati posisi TDC. Injektor dirancang untuk mengubah tekanan bahan bakar dari pompa injeksi tekanan tinggi menjadi kabut dengan tekanan 60-200 kg / cm². Tekanan ini menaikkan suhu pembakaran di dalam silinder hingga 600 °. Tekanan udara berbentuk kabut melalui injektor ini berhenti hanya sekali dalam setiap siklus, yaitu pada akhir setiap langkah kompresi, jadi semprotkan volume tertentu dalam kabut penuh dan kemudian tutup injektor. Dilengkapi dengan jarum kerja atau buka tutupnya. saluran injektor untuk memungkinkan kelebihan bahan bakar yang

tidak menyala dikembalikan ke bagian lain atau tangki bahan bakar sebagai aliran berlebih (overflow).

Untuk meningkatkan fungsionalitas dari injector ini, injector dapat dibagi menjadi beberapa jenis, namun tentunya memiliki karakteristik yang berbeda, antara lain (single-hole) dan multi-hole injector. Injektor model pin atau trottle. Injektor ini tersedia sebagai model Trottle dan Pintle. Berbagai jenis injektor dengan karakteristik dan karakteristik semprotan yang berbeda, pilihan fungsi penggunaannya juga tergantung pada proses pembakaran, dan proses pembakaran ditentukan oleh bentuk ruang bakar karena karakteristik injektor ini. Antara lain, injektor lubang tunggal sangat bagus, tetapi membutuhkan tekanan pompa injeksi yang tinggi.

Demikian halnya dengan Injektor berlubang banyak (*multi hole*) pengabutannya sangat baik. dengan injektor multi-lubang. Injector ini sangat cocok untuk injeksi langsung (direct injection). Injector dengan model pin, injector model pin, model trottle, dan model pintle ini cocok untuk mesin diesel dengan ruang bakar, ruang depan, ruang puser (aliran turbulen) dan ruang bakar tipe lanova. Injektor mesin diesel digunakan untuk mengisi bahan bakar silinder pada akhir langkah kompresi saat piston berada pada 14° di depan TMA. Pada langkah ini, nozzle (bagian injektor) menyemburkan bahan bakar secara bertahap dan berkala dalam bentuk kabut lengkap sesuai mekanisme katup. Karena permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penanganan terhadap permasalahan yang terjadi pada injektor. Berdasarkan kasus di atas, penulis mengangkat judul:

“PENGARUH JAM KERJA INJEKTOR TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA MOTOR DIESEL PENGGERAK UTAMA KAPAL KM TONASA LINE XVI”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan kejadian pada latar belakang di atas maka setelah dilakukan pengecekan ternyata meningkatnya temperatur gas buang disebabkan karena injektor bekerja kurang optimal. Untuk itu maka rumusan dari permasalahan tersebut adalah . Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi tersumbatnya injektor terhadap daya mesin induk?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin penulis capai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor pengaruh tersumbatnya injektor terhadap daya pada motor diesel penggerak utama kapal dan Sesuai dengan rumusan masalah dan mengingat begitu luasnya permasalahan dalam pembahasan penelitian ini maka penulis akan membatasi ruang lingkup permasalahan pada tersumbatnya lubang pada *nozzle*.

D. Manfaat penelitian.

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memperluas pengetahuan tentang system injektor pada mesin induk.
- b. Sebagai bahan rujukan penelitian atau referensi berikutnya

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan referensi bagi perusahaan serta alat transportasi darat dan transportasi laut yang bertenaga pendorong mesin diesel yang mempunyai system injector
- b. Sebagai bahan masukan bagi crew khususnya pada engineer yang bekerja di atas kapal sebagai perwira dan sekalipun pada transportasi darat yang bekerja sebagai mekanik dimana berkaitan tentang mesin penggerak system injektor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Injektor

Katup penyemprotan bahan bakar (Injektor) adalah satu cara pemasukan bahan bakar yg disediakan pompa penyemprot bahan bakar kedalam ruang pembakaran. Syarat-kondisi supaya pembakaran memuaskan merupakan bahan bakar dikabutkan paripurna & menembus keseluruhan ruang pembakaran supaya tercampur udara menggunakan paripurna, & adonan bahan bakar udara itu diusahakan permanen bersuhu tinggi tanpa menyentuh torak ataupun dinding silinder.

Katup injeksi bahan bakar (injector) adalah alat yang menyemprotkan bahan bakar minyak sampai hancur menjadi potongan-potongan yang sangat halus, ketika bahan bakar mudah bercampur dengan udara dan bahan bakar disuntikkan ke dalam lubang silinder dengan diameter diameter, ia terbakar dengan cepat dan sepenuhnya. Sekitar 0,2 hingga 0,8 mm pada kecepatan tinggi, kekeruhan terjadi karena pergerakan udara di sekitarnya.

Injector adalah katup penyemprot bahan bakar (nozzle) yang digunakan untuk memasukkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Ketika bahan bakar disuntikkan ke dalam silinder pada tekanan tinggi melalui lubang dengan diameter sekitar 0,2 hingga 0,8 mm, terjadi kekeruhan dan terbakar. Dengan kata lain, injektor Injektor adalah alat yang menyemprotkan bahan bakar solar ke udara tekan dalam dispersi yang sangat halus (dalam bentuk kabut) di ruang bakar silinder mesin di mana udara tekan cukup panas. Pasokan bahan bakar di udara pada suhu

tinggi, bahan bakar menguap untuk membentuk gas, yang kemudian berubah menjadi gas dan terbakar. Pembakaran bahan bakar menghasilkan banyak panas dan gaya tekan yang sangat besar. Goyena, R., & Fallis, A. . (2019)

2. Fungsi Injektor

Injektor berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Nozzle menyuntikkan bahan bakar dari pompa injeksi ke dalam silinder pada tekanan konstan dan menyemprotkan bahan bakar secara merata. Tergantung pada jenis dan jenis injektor, injektor digunakan untuk memasok bahan bakar diesel dari pompa injeksi ke silinder pada akhir setiap langkah kompresi di mana piston (piston) mendekati titik mati atas. Injektor dirancang untuk mengubah tekanan bahan bakar dari pompa injeksi tekanan tinggi menjadi kabut dengan tekanan 60-200 kg / cm², yang meningkatkan suhu pembakaran.

Tekanan bahan bakar dalam silinder meningkat menjadi 600 kg / cm² melalui Injektor, ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna, maka injektor yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran injektor ini, sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*over flow*).
pada mesin diesel alat yang

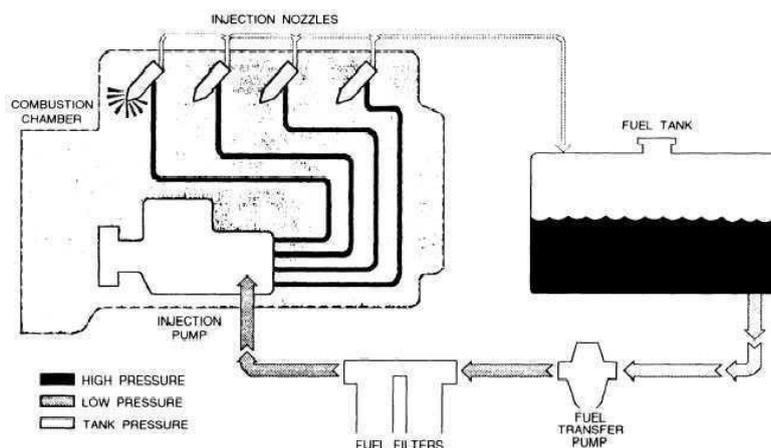
berfungsi untuk menyuplai bahan bakar disebut injektor. Fungsi dari injektor tersebut adalah menyemprotkan bahan bakar hingga menjadi kabut kedalam ruang pembakaran. (Kan Xie, Xinmin Chen, 2019)

fungsi injektor mesin diesel penggerak utama adalah:

- a. Dengan cepat meningkatkan tekanan bahan bakar hingga mencapai tekanan tinggi tanpa menimbulkan kebocoran.
- b. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut, jumlah tersebut harus juga dapat diatur secara kontinu dari 0 hingga maksimal.
- c. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan.

3. Prinsip Kerja Injektor

Gambar 2. 1 Skema Sistem Injektor



Sumber: panjimitiqo.wordpress.com

Menurut Sukoco (2009) prinsip kerja injektor yaitu bahan bakar yang di tekan oleh pompa injeksi masuk ke injektor melalui saluran tekan. Tekanan bahan bakar akan mendorong jarum pengabut ke atas melawan tegangan pegas, sehingga jarum terangkat membuka lubang injektor dan bahan bakar masuk ke dalam silinder. Pada saat proses penekanan ini, kemungkinan ada bahan bakar yang merembes melalui celah antara jarum dan rumah *nozzle*. Kebocoran ini kemudian disalurkan kembali ke tangki melalui saluran balik. Prinsip kerja injektor pada mesin diesel yaitu bahan bakar masuk ke dalam silinder atau ruang pembakaran dalam bentuk yang lebih

halus maka dipergunakan pengabut (*nozzle*). Udara yang dimasukkan ke dalam silinder pada langkah hisap adalah udara murni. Pada langkah kompresi, udara murni ini dimanfaatkan hingga menghasilkan panas yang cukup untuk menyalakan bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran. Mózo, B. S. (2017)

Ada beberapa Cara kerja injektor nozzle, yaitu:

a. Sebelum penginjeksian

Bahan bakar solar yang memiliki tekanan yang tinggi akan mengalir dari pompa injeksi melalui saluran bahan bakar pada nozzle holder kemudian bahan bakar ini akan menuju ke oil pool pada bagian bawah nozzle body.

b. Penginjeksian bahan bakar

Apabila tekanan bahan bakar yang berada di oil pool ini naik maka bahan bakar ini akan menekan permukaan ujung needle. Apabila tekanan bahan bakar ini melebihi tekanan pegas maka nozzle needle akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar sehingga nozzle needle akan terlepas dari dudukannya (nozzle body seat). Kejadian tersebut membuat bahan bakar dapat keluar sehingga akan terjadi langkah penginjeksian atau penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar.

c. Akhir penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar maka tekanan bahan bakar yang menuju ke injektor nozzle akan menurun sehingga tekanan pegas di dalam injektor nozzle akan mengembalikan nozzle needle ke posisi semula. Pada saat ini nozzle needle akan tertekan oleh pegas pengembali dengan kuat pada dudukannya (nozzle body seat) dan akan menutup saluran bahan bakar untuk keluar.

Diesel sering disebut juga motor penyalaan kompresi. Motor diesel terbagi menjadi 2 yaitu:

1) Motor diesel 2 Tak

Pada motor diesel dua langkah untuk menyelesaikan satu siklus proses kerja diperlukan dua langkah piston.

2) Motor diesel 4 tak

Pada motor diesel empat langkah prinsip kerjanya untuk menyelesaikan satu siklus atau satu rangkaian proses kerja hingga menghasilkan pembakaran dan satu kali langkah usahadiperlukan empat langkah piston.

4. Bagian Injektor dan Fungsinya

Terdapat beberapa bagian-bagian utama pada injektor yaitu:

- a. *Needle valve* berfungsi sebagai katup jarum untuk mengabutkan bahan bakar dengan kecepatan tinggi.
- b. *Nozzle* berfungsi sebagai rumah katup jarum (*needle valve*).
- c. *Otomiser hoks* adalah lubang-lubang yang terdapat pada *nozzle* guna proses pengabutan bahan bakar
- d. *Sekerup* sebagai pengatur yang berfungsi untuk mengatur pengabutan dan banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan.
- e. Pegas berfungsi untuk bergerak secara elastis sehingga katup jarum *nozzle* dapat bergerak membuka dan menutup lubang *nozzle*.
- f. Mur penutup *nozzle* fungsinya untuk memegang atau menahan *nozzle* terhadap body injektor.
- g. Rumah injektor fungsinya sebagai tempat dudukan dari komponen-komponen injektor lainnya.
- h. *Spindle* fungsinya sebagai penerus daya dorong pegas ke katup jarum.

5. Pengabutan

a. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

Cara penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran dikenal 2 sistem utama yaitu:

1) Penyemprotan Tidak langsung

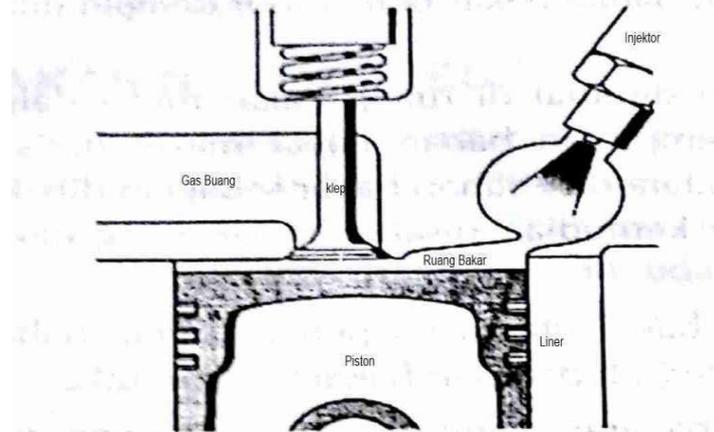
Dalam hal ini bahan bakar akan disemprotkan ke dalam sebuah pembakaran pendahuluan yang terpisah di ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25%-60% dari volume total ruang pembakaran.

Berbeda keuntungan dari penyemprotan tidak langsung adalah karena penyalaan tepat (kelambatan penyalaan kecil) motor tidak terlalu peka terhadap kualitas bahan bakar. Tekanan pembakaran maksimal rendah dan motor bekerja dengan tenang, dengan pengabut berlubang tunggal, lubang penyemprotan relatif besar tidak akan terjadi bahaya penyumbatan.

Kerugian adalah rendemen motor rendah akibat kerugian aliran dan kerugian panas di dalam ruang pendahuluan dan ruang pusat. Motor sangat sulit di start sehingga membutuhkan bantuan start dalam bentuk spiral pijar atau sumber pijar. Penyemprotan ruang pendahuluan dan penyemprotan ruang pusat hanya diterapkan untuk motor putaran tinggi.

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan ke dalam sebuah ruang pembakaran pendahuluan yang terpisah dan ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25 s/d 60% dari volume total ruang pembakaran. Sistem tersebut diterapkan dengan beberapa variasi. Pada sistem penyemprotan pendahuluan bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlobang tunggal dengan tekanan penyemprotan relatif rendah ± 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik sekali, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat akibat suhu tinggi dinding ruang pendahuluan tersebut. (Thomas John Main, 1869)

Gambar 2.2 Penyembprotan Secara Tidak langsung



Sumber: Rabiman zainal Arifin, Buku System Bahan Bakar Motor Diesel 2010

2) Penyemprotan langsung

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 Bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 1500 Bar) disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari ruang pembuatan pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan satu buah hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada motor putaran rendah dan motor putaran menengah dan pada bagian besar motor putaran tinggi.

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 1000 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 1500 bar) disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan sebuah hingga tiga buah pengabut berlobang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh

motor putaran rendah dan putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

b. Pengabutan Bahan Bakar

Pengabutan bahan bakar adalah proses memecahkan molekul-molekul bahan bakar melalui sebuah alat pengabutan (injektor) dengan tekanan 380 kg/cm^2 dan kecepatan normal 220 rpm. Bahan bakar yang di kabutkan memiliki beberapa kandungan utama yaitu air, udara, carbon, hydrogen, dan nitrogen. Banyaknya kandungan unsur lain dalam bahan bakar dinyatakan dalam persen. Pengabutan dilakukan untuk menghembuskan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran atau silinder.

Pengabut Bahan Bakar, sesuai namanya adalah suatu alat untuk menyemprotkan bahan bakar minyak menjadi kabut halus atau kabut yang akan mempermudah kabut tersebut terbakar dalam Silinder Mesin (*Cylinder Head*). semakin banyak Bahan Bakar tersebut sampai membentuk kabut maka akan semakin sempurna pembakaran yang dihasilkannya, sehingga Nilai Kalor sebagai sumber tenaga Mesin juga akan semaksimal mungkin.

Berbagai bentuk Fuel Injector pada Mesin Diesel Penggerak Utama, namun cara kerjanya tetap sama yaitu untuk merubah Bahan Bakar tersebut menjadi kabut Gas, yang dimasukkan kedalam Silinder Mesin. Pada Fuel Injector yang cukup besar umumnya dilengkapi dengan Sistem Pendingin dengan Air Tawar untuk melindungi komponen-komponen dalam Fuel Injector dari hambatan panas kabut pembakaran, Rambatan Panas gas pembakaran didalam silinder mesin dapat mencapai suhu antara 600-700 Celcius, secara terus menerus dapat merusak dan melemahkan kualitas-kualitas komponen bagian

dalam Fuel Injector, Antara lain : *End Of Body, Injection Spindle, Nozzle, Spring, Atomizer*, DII Mózo, B. S. (2017).

c. Teori Penyebab Pengabutan Tidak Normal

Bahan bakar yang kurang pemeliharaan terhadap alat-alat pendukung dari sistem bahan bakar seperti tangki-tangki dan saringan bahan bakar. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya penyempitan lubang pada *nozzle* karena adanya kotoran yang lolos masuk ke dalam injector dan apabila dibiarkan dapat menyebabkan terjadinya penyempitan bahkan penyumbatan pada lubang *nozzle* tersebut.

Pengabutan tidak normal biasanya juga terjadi karena menetesnya bahan bakar pada ujung *nozzle*. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna karena adanya bahan bakar yang menetes. Bahan bakar yang menetes tersebut bisa terjadi sebelum atau sesudah waktu pembakaran yang mengakibatkan terjadinya pembentukan gas dalam ruang bakar. Pembentukan gas tersebut bercampur dengan udara pembakaran yang dapat mengakibatkan terjadinya pembakaran susulan didalam silinder sehingga menyebabkan adanya asap hitam pada cerobong.

Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan yang tinggi (250 s/d 350 m/det) untuk kecepatan penyemprotan yang tinggi tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar). Tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan atau viskositas bahan bakar terlalu tinggi.

Viskositas bahan bakar destilat(minyak gas atau minyak diesel) pada suhu lingkungan normal cukup rendah, bahan bakar beratharus dipanasi atau mendapatkan viskositas penyemprotan yang diisyaratkan sebesar 15 s/d 25 mm²/det.

Untuk bahan bakar yang lebih berat (viskositas 350 s/d 580

mm²/det pada suhu 50°C) suhu pemanasan adalah hingga 135°C, suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki,

6. Persyaratan yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi

Ada 5 persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu :

a. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

Maksudnya bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap daur harus dalam kesesuaian dengan beban mesinnya dan jumlah yang tepat dari bahan bakar harus diberikan kepada tiap silinder, untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara inilah mesin akan beroperasi pada kecepatan yang seragam, memberikan sejumlah tertentu bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar harus setiap saat tertentu memberikan sejumlah tertentu bahan bakar ke tiap-tiap silinder mesin diesel.

b. Pengaturan waktu

Waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimal dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam daur, maka penyalannya akan diperlambat karena temperatur udara pada titik ini 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 dalam 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 (TMA). Kalau ini terjadi, maka mesin tidak akan membangkitkan daya

maksimumnya, gas buang akan berasap, dan pemakaian bahan bakar boros.

Pada perencanaan perubahan sudut saat membuka dan menutupnya kerja katup digambarkan dengan diagram timing (valve timing diagram) yang telah diplotkan pada masing – masing sudut timing berdasarkan nilai yang diperoleh dari perhitungan antara ukuran standar menjadi ukuran variasi. Valve timing dinyatakan dalam bentuk diagram yang menunjukkan besarnya sudut poros engkol berdasarkan kedudukan torak pada titik mati atas (TDC) atau titik mati bawah (BDC). Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan setiap besarnya sudut pada grafik secara teori untuk kemudian dilakukan eksperimen.

Valve timing diagram dipengaruhi oleh bentuk poros nok/cam dan celah katup. Komponen poros nok/cam juga menentukan kinerja pada performansi kerja katup pada mesin diesel. Hal ini berfungsi untuk membuka dan menutup katup sesuai dengan urutan timing pengapian atau firing order, menggerakkan pompa bahan bakar (fuel pump), dan memutar poros distributor karena pada camshaft terdapat gigi penggerak distributor atau (Distributor drive gear), & Hopkins, E.dkk (2010)

c. Kecepatan injeksi bahan bakar

Banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satu derajat dari perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi terlalu 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. Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang

serupa dengan pengaturan waktu, terhadap prestasi mesin. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan sama dengan injeksi yang terlalu awal, kalau kecepatan injeksi terlalu rendah, akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

d. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

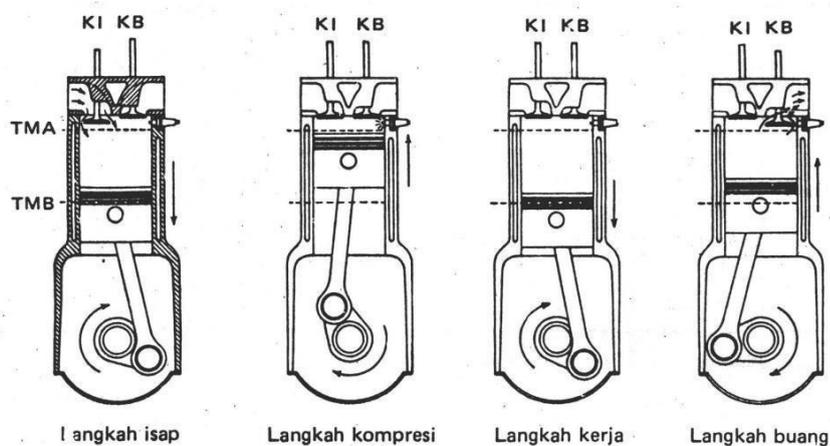
Pengabutan dari arus bahan bakar menjadi semprotan kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar memerlukan kabut yang sangat halus, ruang bakar yang lain dapat beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin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

e. Distribusi

Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa, sehingga bahan bakar akan menyusup ke seluruh 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 dikeluarkan, sehingga daya mesin akan rendah.

7. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder

Gambar 2. 3 Pembakaran di dalam Silinder



Sumber: Alfianhenrypraditya.blogspot.com 2013

Bahan bakar motor diesel harus dicampur dengan waktu yang cepat dengan udara tekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran terbentuk akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi (900°K atau sama dengan 627°C). Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut ke dalam silinder yang bercampur dengan udara bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya pencampuran antara udara dengan bahan bakar. Oleh karena itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat. Adapun prinsip dari pengabutan adalah menekan bahan bakar pada *nozzle*. Semakin baik pengabutan bahan bakar, maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi temperatur yang tinggi, juga akan terjadi tekanan maksimum akibat pembakaran. Dengan demikian silinder juga dibebani secara mekanis, apabila campuran bahan bakar dengan udara tidak seimbang maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.

Bahan bakar dengan bantuan pompa tekanan tinggi dipompakan pada saat tepat ke katup bahan bakar yang dilengkapi dengan pengabut. Pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka bahan bakar mula-mula akan dikompresir dalam silinder pompa dan pada saluran penghubung antara pompa dengan pengabut sehingga mencapai tekanan penyemprotan yang diisyaratkan dan kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Antara saat langkah tekanan pompa dan saat awal penyemprotan terdapat suatu periode perlambatan yang disebut dengan perlambatan penyemprotan. Lama waktu kelambatan tersebut tergantung dari konstruksi dan volume bahan bakar dalam pompa. Setelah butir-butir bahan bakar pertama berada dalam silinder akan terjadi proses kimia dari penyalaan dan pembakaran.

Jika tekanan pengapian di dalam silinder rendah dan temperatur gas buang tinggi, maka ini disebabkan karena pengaturan waktu injeksi yang terlambat dan nozzle injektor yang kotor atau bocor sertatekanan balik yang tinggi.

Secara teoritis sekitar 14,0 - 14.5 kg udara diperlukan untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar. Tetapi dalam hal ini sebagian partikel dari oksigen yang tercampur nitrogen dan hasil pembakaran tidak mampu berperan serta dalam proses pembakaran karena singkatnya waktu yang dibutuhkan. Sejumlah carbon monoksida kemudian akan berbentuk atau partikel carbon tetap belum terbakar. Maka untuk menjamin pembakaran yang sempurna dan untuk menghindari rugi panas karena pembakaran monoksida harus terdapat kelebihan udara dalam silinder. Perbandingan berat udara yang ada terdapat berat bahan bakar yang diinjeksikan selama tiap langkah daya disebut perbandingan udara bahan bakar.

Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam operasi motor bakar. Dengan meningkatnya beban akan lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan, tetapi jumlah udara dalam silinder praktis akan tetap konstan, sehingga perbandingan bahan bakar menurun. Meskipun mesin dibebani penuh perbandingan bahan bakar antara 25-30% lebih besar dari pada 14,5 kg. Jadi harus banyak kelebihan udara di atas minimum yang diperlukan untuk pembakaran sempurna dalam silinder.

Suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung. Berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur. Kapal niaga pada umumnya menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utamanya. "Mesin diesel adalah satu pesawat yang mengubah energy potensial panas langsung menjadi energy mekanik, atau juga disebut Combustion Engine System".

Pembakaran (Combustion Engine) dibagi dua yaitu:

pesawat pembakaran dalam (Internal Combustion Engine) karena di dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas). Untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan didalam pesawat itu sendiri. Yaitu di dalam silindernya. pembakar luar (external combustion) adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri. Contoh: turbin uap, mesin uap.

Pada mesin diesel penggerak utama mempunyai beberapa sistem yang mendukung kinerja mesin tersebut seperti, sistem pelumasan, sistem pendinginan, sistem udara penjalan, sistem bahan bakar". Di sistem bahan bakar mempunyai bagian- bagian penting guna menunjang sirkulasi nya bahan bakar ke mesin diesel penggerak utama atau disebut juga Fuel Oil Supply Unit.

Agar supaya bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara cepat, diperlukan suatu mekanisme yang amat teliti dan dapat dipercaya. Mekanisme tersebut terdiri dari sebuah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang pada umumnya selalu digerakkan oleh sebuah nok yang ditempatkan pada sebuah poros nok sebuah saluran bahan bakar tekanan tinggi dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada tutup silinder.

Tugas pompa bahan bakar adalah :

- a. Dengan cepat meningkatkan bahan bakar hingga tanpa menimbulkan kebocoran.
- b. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut jumlah tersebut harus diatur secara kontinu dari 0 hingga maksimal.
- c. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksakan pada jangka waktu yang diinginkan.

Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan tinggi. Hal tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar).

Tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan atau *viscosity* bahan bakar terlalu tinggi. Viskositas bahan bakar distilet (minyak diesel) pada temperatur sekitar normal cukup rendah, bahan bakar berat harus dipanasi untuk mendapatkan viskositas penyemprotan yang disyaratkan sebesar 15 a 25 mm²/detik. Untuk bahan bakar yang lebih berat (viskositas 350 a 580 mm² / det) pada 50⁰ C suhu pemanasan adalah hingga 135⁰ C suhu yang lebih tinggi tidak dikehendaki. Mengingat lama waktu penyemprotan yang pendek, dinyatakan dengan derajat engkol (hingga $\pm 25^0$), maka sebuah pompa bahan bakar yang digerakkan oleh sebuah nok selalu dipergunakan. Konstruksi pompa selanjutnya tergantung dari metode yang dipilih dari pengaturan hasil. Dalam hal ini dibedakan menjadi dua jenis Pompa dengan pengaturan katup dan Pompa dengan pengaturan plunyer.

Bahan bakar yang disalurkan oleh pompa bahan bakar dengan jumlah tepat dan pada saat tepat harus dimasukkan ke dalam silindermelalui sebuah atau lebih pengabut.

Bila konstruksi dari tutup silinder dimungkinkan, maka katup bahan bakar ditempatkan di tengah-tengah tutup (pada penyemprotan langsung dari bahan bakar dalam ruang pembakaran utama). Tempat tersebut merupakan tempat terbaik untuk membagi dengan rata bahan bakar yang telah dikabutkan. Pembagian tersebut sangat penting pada motor putaran rendah dengan gerakan udara relatif kecil.

Pada motor yang dilengkapi dengan sebuah katup buang tunggal, dipasang pembukaan ulang dari jarum pengabut, sehingga akibat gelombang tekanan balik dari pompa tidak dimungkinkan lagi.

Suatu kerugian dari metode tersebut adalah bahwa pada hasil pompa yang sedikit, jadi pada beban motor rendah tekanan

penyemprotan maksimal berkurang dengan cepat, tekanan sisa akan berada di bawah tekanan gas/uap dari bahan bakar. Akibatnya pembentukan kavitasi (pembentukan gelombang gas) di dalam saluran bahan bakar, hal tersebut akan mengakibatkan kelambatan penyemprotan yang besar dalam langkah tekanan pompa yang berikutnya. Bahan bakar yang diterima di atas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair. Hal ini disebabkan oleh banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar dari awal pelaksanaan bunker sampai bahan bakar siap dipergunakan. Dengan kenyataan inilah yang menyebabkan pembakaran tidak baik walaupun melalui saringan bahan bakar sebelum masuk ke dalam pompa bahan bakar ke injektor untuk dikabutkan. Jika tanpa pembersih bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut (*injector*) terutama dari *nozzle* dan alat lainnya, karena bahan bakar pada umumnya mempunyai kualifikasi sebagai berikut :

- 1) Titik nyala (*flash point*)
- 2) Nilai kekentalan (*viskositas*)
- 3) *Spesifik gravitys*

8. Sistem Pemasukan Bahan Bakar

Cara kerja sistem bahan bakar pada mesin diesel penggerak utama adalah Dari bunker bahan bakar dipompakan ke settling tank, dimana sebelum masuk pompa bahan bakar akan melalui strainer untuk menyaring kotoran - kotoran. Di settling tank ini juga diberi pemanas dan suhu dipertahankan pada kisaran 50 - 70°C. Kemudian dari settling tank dipompakan ke purifier untuk membersihkannya dari kotoran dan air. lalu setelah dari purifier masuk ke service tank Dari service tank, bahan bakar dialirkan menuju ke supply pump yang mempunyai tekanan 4 bar. Supply pump ini juga disebut bagian bertekanan rendah dari circulating system bahan bakar. Untuk menghindari terbentuknya gas/udara pada bahan bakar, maka

dipasang sebuah venting box. Venting box terhubung dengan service tank melalui automatic deaerating valve yang bertugas untuk membebaskan gas/udara yang ada dan akan menampung cairan/liquid.

Dari bagian supply pump bahan bakar yang bertekanan rendah tersebut, bahan bakar kemudian dialirkan ke circulating pump yang akan memompa bahan bakar melewati heater untuk dipanaskan sampai 120°C dan full flow filter atau penyaring bahan bakar untuk kemudian masuk ke motor induk. Untuk memastikan persuplaian bahan bakar cukup banyak, maka kapasitas dari circulating pump dibuat lebih besar dari jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor induk. Dan kelebihan bahan bakar tersebut akan disirkulasikan kembali dari motor melalui venting box yang kemudian akan menuju ke circulating pump kembali.

Pemasukan bahan bakar untuk mesin di kapal hampir selalu menggunakan pompa jenis tekanan tinggi yang bergerak naik turun, ada beberapa macam bentuk sistem pengaturan pemasukannya. Pompa bahan bakar mesin diesel pada umumnya tegak meskipun ada yang ditidurkan tetapi hasilnya kurang menguntungkan. Kebaikan pompa yang berdiri tegak, yaitu pemasukan bahan bakar bisa secara jatuh bebas (*grafity*) dan bila ada udara masuk ke dalam saluran mudah membuangnya. Karena tekanan pompa ini tinggi, salurannya harus dibuat sependek mungkin dengan pengabutnya agar kerugian tekanan sekecil mungkin. Sistem penyaluran bahan bakar ke dalam silinder pada prinsipnya ada dua macam yaitu saluran tunggal dan saluran gabungan (*common rail*), sedangkan pengaturan pemasukan bahan bakar ada 3 macam diantaranya :

- a. Sistem A, pengaturan diatur dengan langkah efektif plunyer dengan cara mengubah saat tutup/buka katup isap.
- b. Sistem B, pengaturan langkah efektif pompa dengan membuka saluran isap pompa.

- c. Sistem C, pengaturan dilakukan secara gabungan dari sistem A dan B di atas dengan menambah alat yang disebut katup aliran kembali.

Dengan menyetel pemasukan bahan bakar oleh langkah efektif plunyer pada setiap silinder maka besarnya daya yang dihasilkan juga akan sama besarnya.

Sistem bahan bakar (*fuel system*) mesin diesel dibuat sedemikian presisi agar dapat menghasilkan kemampuan yang cukup pada waktu tekanan tinggi.

Jika terdapat kotoran kecil atau air masuk ke dalam bahan bakar, maka keawetan pemakaian pompa injeksi dan *nozzle* injeksi yang merupakan bagian terpenting dari mesin diesel akan sangat berkurang. Dengan demikian bahan bakar harus cukup tersaring dan penyaring bahan bakar (*fuel filter*) mempunyai kemampuan yang tinggi, agar tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle* injektor.

Tentu saja bahan bakar di dalam tangki pun harus bersih. Bahan bakar di dalam tangki (*fuel tank*) disalurkan keluar oleh pompa penyalur (*feed pump*) melalui saringan-saringan pompa yang terletak tepat di depan pompa penyalur terus ke pompa bahan bakar (*injection pump assembly*) dan *water sedimenter* terus ke saringan bahan bakar dan masuk ke pompa injeksi untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar (*connecting chamber*) melalui *nozzle* injeksi. Bahan bakar disaring oleh saringan dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh *water sedimenter* sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar.

9. Kondisi Nozzle Injektor

Injektor merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari *nozzle* injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

Jika lubang ujung *nozzle* bahan bakar tersumbat atau aus pada satu sisi, maka ini akan mengganggu atau mengacaukan pengabutan yang baik dan pembentukan bahan bakar, serta memungkinkan bahan bakar menabrak permukaan yang relatif dingin. Untuk itu *nozzle* bahan bakar harus dikeluarkan, diuji pada alat pengetes dan *nozzle* bahan bakar dibersihkan atau diganti.

Bahan bakar harus dibebaskan dari air dan kotoran padat sebelum dibakar dalam motor, sebab kotoran tersebut seringkali sangat agresif yang dapat mengakibatkan gangguan dan kerusakan pada pompa bahan bakar dan pengabut.

Untuk menyempurnakan hasil penyaringan bahan bakar dari kotoran-kotoran yang nantinya dapat menyumbat lubang-lubang pada *nozzle* injektor, maka dalam sistem penyaringan bahan bakar pada mesin diesel digunakan dua buah saringan yaitu :

- a. Saringan pertama (*water separator*) untuk menyaring bahan bakar dan kandungan air yang bercampur dalam bahan bakar.
- b. Saringan kedua yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari pompa penyalur yang masuk ke pompa injeksi.

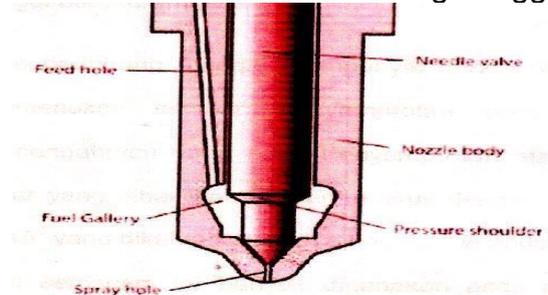
Nozzle penyemprot mempunyai peranan penting dalam operasi motor diesel. Untuk *nozzle* penyemprot motor diesel penggerak kapal yang mempunyai periode operasi yang sangat panjang dan eksploitasi yang sangat berat, maka *nozzle* penyemprot memerlukan perawatan dan penyetelan injektor yang kontinyu dan teratur. Hal tersebut harus dilakukan dengan jadwal perawatan yang terencana dengan baik sehingga membantu fungsi saringan bahan bakar. Perawatan berkala ini merupakan pelaksanaan pembersihan yang mempunyai jangka waktu tertentu dan biasanya berkisar setelah mesin beroperasi selama 600-1000 jam. hryssakis, (2003)

1) Jenis-Jenis *Nozzle*

Maleev (1991) menyebutkan bahwa *Nozzle injector* terbagimenjadi beberapa jenis seperti:

2) *Nozzle* berlubang tunggal

Gambar 2. 4 *Nozzle* Berlubang Tunggal

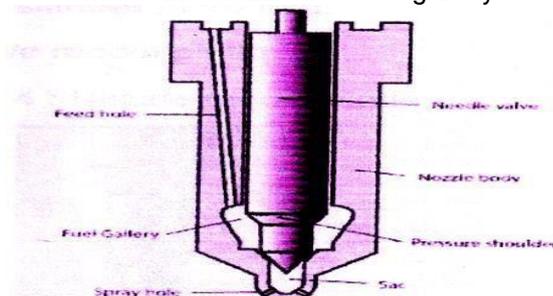


Sumber: Operasi dan Pemeliharaan Motor Diesel oleh Maleev

3) *Nozzle* Berlubang Banyak (Multi Hole *Nozzle*)

Nozzle ini banyak dipakai pada motor diesel dengan penyemprotan secara langsung (*Direct Injection*) dimana diperlukan penyemprotan bahan bakar meluas ke semua bagian ruang bakar yang dangkal. Makin banyak jumlah pembukaan semprotan bahan bakar yang bersih. Pembukaan lubang semprotan mempunyai diameter 0.0006 inch sampai 0.0033 inch. Jumlah dapat berbeda antara tiga sampai delapan belas lubang pada mesin-mesin yang mempunyai diameter silindern yang lebih besar.

Gambar 2. 5 *Nozzle* Berlubang Banyak

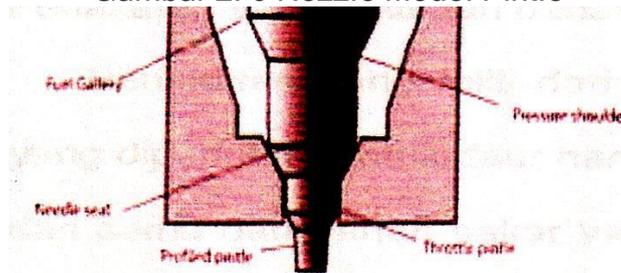


Sumber: Operasi dan Pemeliharaan Motor Diesel oleh Maleev 1991

4) *Nozzle* Model Pintle Type

Nozzle jenis ini dipergunakan untuk motor Diesel dengan sistem kamar depan dan kamar puser, dipasang dengan katup-katup ujung-ujungnya mempunyai batang atau pena yang disebut *Pintle*. Yang bentuknya disesuaikan dengan bentuk semprotan yang diinginkan, dengan pembentukan pena yang cocok, diperoleh akan penyemprotan bahan bakar silindris yang berlubang dengan daya tinggi ataupun semprotan bahan bakar berbentuk konis yang berongga dengan sudut 60° . *Nozzle* jenis ini bekerja secara seragam dan teliti gerakannya akan mencegah pembentukan kerak dan karbon pada ujung *Nozzle*.

Gambar 2. 6 Nozzle Model Pintle



Sumber: Operasi dan Pemeliharaan Motor Diesel oleh Maleev 1991

10. Perawatan

Semua perawatan *nozzle* injektor dilakukan sesuai dengan jam kerja yang sudah ditentukan oleh buku manual dari injektor tersebut, kecuali apabila injektor bahan bakar tersebut mengalami masalah sebelum jangka waktu perawatannya maka perlu dilakukan perbaikan. Untuk perawatan injektor yaitu tekanan bahan bakaryang bekerja pada luas differensial dari katup *nozzle* dapat menyebabkan tekanan balik pada spring sampai 2000 lb/in^2 dan dapat dijalankan dengan menggunakan pompa tangan yang disediakan untuk tujuan tersebut. Dan pada saat pengujian injektor tersebut harus mengamati bahwa pengabutan yang dihasilkan halus dan merata. Jika pengabutan

yang dihasilkan oleh injektor tersebut kurang baik, karena *nozzle* tersumbat, maka dapat dibersihkan menggunakan kawat pembersih yang disediakan, membersihkan karbon yang menyumbat lubang *nozzle* kemudian *nozzle* dicuci dengan bahan bakar minyak, bukan dengan paraffin. Dan tidak boleh menggunakan alat kasual untuk membersihkan lubang penyemprot.

Perawatan yang dilakukan pada *nozzle* injektor yaitu, apabila pengabutannya tidak baik, bukalah *nozzle* dari penyemprotnya, kemudian lepaskanlah katup yang ada didalam *nozzle* dan cucilah katup dan *nozzle* tersebut dengan bensin atau solar yang bersih. Sesudah itu pasang kembali setelah kedua bagian tersebut dibasahi dengan minyak diesel (solar), jika anda membersihkan beberapa penyemprot sekaligus, jangan sampai keliru memasang katup pada *nozzle* yang lain.

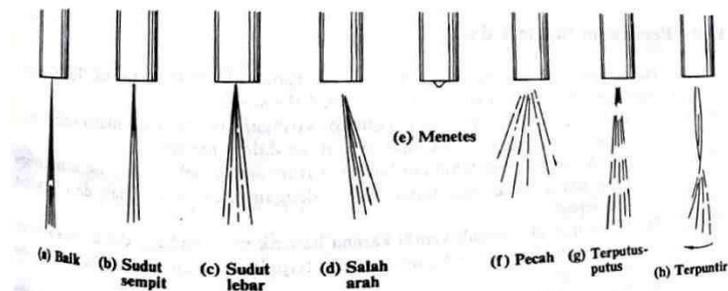
11. Pengujian dan Penyetelan Injektor

Pengujian dan penyetelan pada katup penyemprotan bahan bakar yaitu:

- a. Pengujian penyemprotan bahan bakar dilakukan dengan mempergunakan alat penguji penyemprotan (*Nozzle teste*). Dalam hal ini penyemprotan bahan bakar, dipasang pada ujung pipa tekan dari alat penguji tersebut diatas. Tekanlah tuas penekannya perlahan-lahan, sementara itu perhatikanlah besarnya tekanan yang dapat dibaca pada manometer yang terpasang pada alat penguji, justru pada saat bahan bakar mulai keluar dari penyemprot bahan bakar.
- b. Kalau tekanan penyemprot tersebut tidak sesuai dengan yang disyaratkan, maka keadaan tersebut dapat diatasi dengan menyetel pegas pengatur tekanan penyemprotan yang ada pada penyemprotan bahan bakar yang bersangkutan, sesuai dengan prosedur yang diberikan oleh pabrik pembuatnya.

- c. Pada waktu tuas penekan ditekan perlahan-lahan, maka pada suatu tekanan tertentu penyemprot akan mengeluarkan kabut bahan bakar secara terputus-putus. Pancaran kabut bahan bakar yang tidak normal merupakan bentuk selubung kerucut yang terpecah, terpunting atau miring ke satu arah.
- d. Apabila tuas penekan ditekan dengan tiba-tiba, maka penyemprot bahan bakar akan menyemprotkan bahan bakar serupa dengan keadaan yang terjadi didalam mesin. Untuk mesin dengan ruang bakar turbulen, kerucut bahan bakar dipancarkan dari penyemprot dengan sudut puncak $\pm 40^\circ$, namun besarnya sudut puncak tersebut, dapat berbeda, tergantung dari pada konstruksi nozelnya. Penyemprot 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 bahwa pemutusan pancaran bahan bakar tidak dapat dilakukan sekaligus dan pada ujung penyemprot terlihat adanya tetesan bahan bakar.

Gambar 2. 7 Beberapa Bentuk Pengabutan Bahan Bakar



Sumber: Motor Diesel Putaran Tinggi 2008

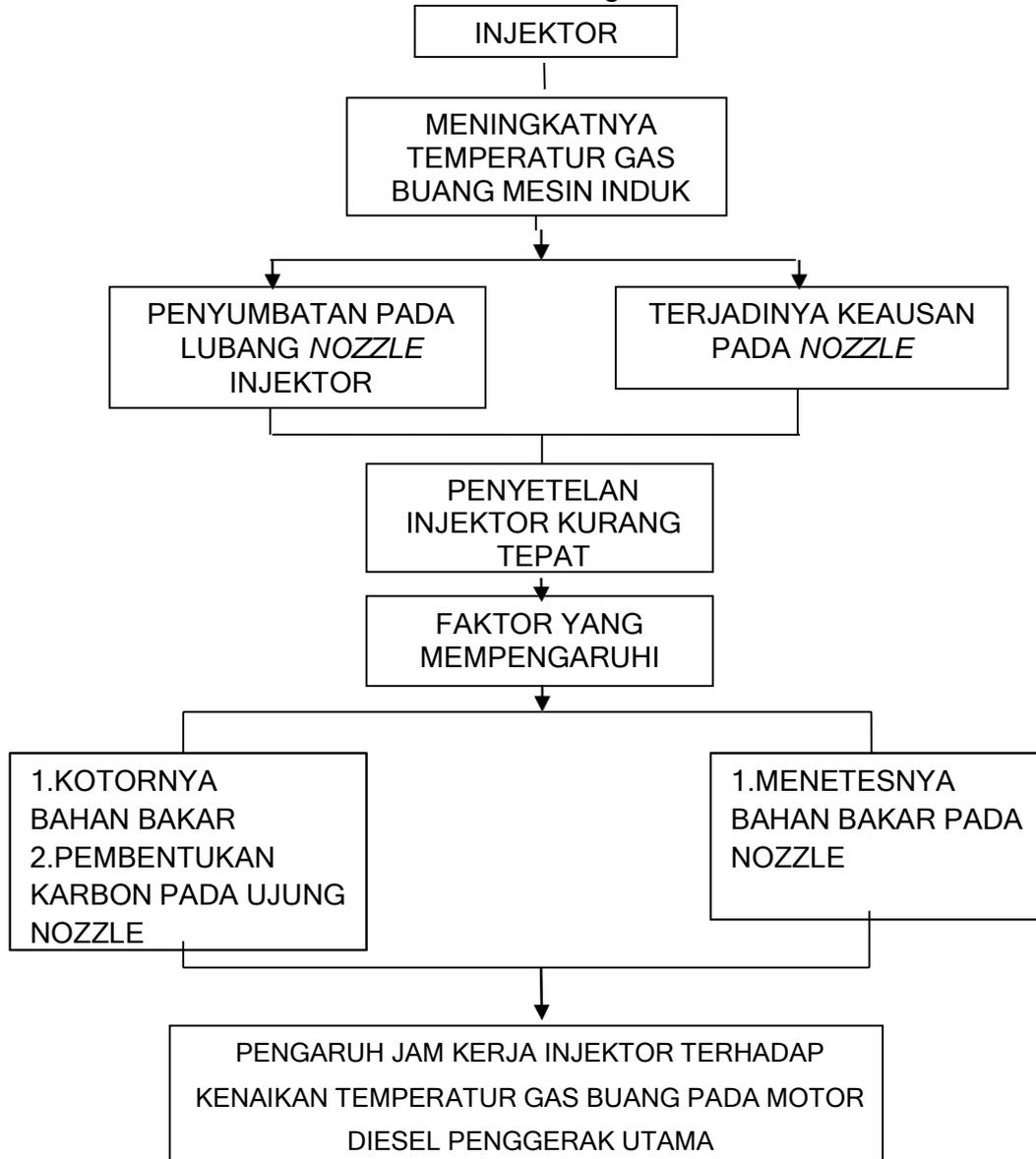
Adapun prosedur pengetesan injektor adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin induk dalam keadaan stop dan posisi piston cylinder yang akan dites dalam posisi top.
- 2) lepas semua pipa untuk pendingin injektor serta pipa yang berhubungan dengan bosch pump.

- 3) lepas baut pengikat injektor serta pasang baut pengangkat dan diangkat secara perlahan menggunakan takal.
- 4) Untuk injektor yang telah dibuka langsung dipasang di pengetesan injektor untuk memastikan baik atau tidaknya injektor.
- 5) Setelah dilakukan pengetesan maka bersihkan seluruh komponen injektor baik dari nozzlenya ataupun bodi dan cover nozzle itu sendiri.
- 6) Periksa setiap lubang nozzle untuk memastikan apakah ada lubang yang tersumbat kemudian periksa spindle dan pastikan tidak mengalami kelonggaran atau keregangannya ketika digerakkan.
- 7) Bersihkan lubang rumah injektor dari kerak-kerak yang menempel dan oleskan dengan pasta agar rumah injektor tidak melengket ketika akan dilepas kembali.
- 8) Jika semua komponen injektor telah diperbaiki dan sudah baik maka pasang kembali injektor tes untuk menyetel tekanan injektor.
- 9) Setelah tekanannya sudah sesuai dengan petunjuk yang ada maka pasang kembali injektor tersebut.
- 10) Pastikan semua instrument pendukung terpasang dengan baik dan jika selesai dipasang semua lakukanlah pengetesan dan pastikan injektor yang telah kita perbaiki berfungsi dengan baik

B. Kerangka Pikir

Gambar 2. 8 Kerangka Pikir



C. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas maka diduga faktor yang mempengaruhi tersumbatnya injector terhadap daya mesin induk adalah

1. Penyumbatan pada lubang *Nozzle* injector.
2. Keausan pada injector
3. Penyetelan injector tidak tepat

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan yaitu jenis kuantitatif. Kuantitatif yaitu data yang berupa angka merupakan hasil dari penyetaan dan perhitungan analisa. Dalam penulisan ini merupakan data kuantitatif adalah data-data yang terlihat pada alat-alat ukur.

B. Definisi Operational Variabel

Adapun variabel-variabel penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah keadaan dimana pengaruh jam kerja injector mesin induk terhadap kenaikan gas buang.

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah faktor pengaruh jam kerja injector terhadap kenaikan gas buang pada mesin induk.

C. Populasi Dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan elemen yang hendak dijelaskan oleh taruna/i yang menjadi sasaran generalisasi penelitian. Sedangkan yang dimaksud dengan elemen disini dapat berupa manusia, kapal, sistem, dan sebagainya. Sedangkan sampel adalah wakil dari populasi. Keputusan untuk mengambil sampel itu sah

apabila temuan dalam sampel tersebut akan dipakai untuk menjelaskan populasi.

D. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penyusunan penelitian ini, penulis menggunakan cara atau metode yaitu :

1. Metode survey (*Observasi*)

Dalam metode ini penulis mengambil data melalui pemantuan ke unit sasaran penelitian di atas kapal dengan terjun langsung dalam melakukan perbaikan dan perawatan permesinan diatas kapal.

2. Metode Kepustakaan (*library Research*)

Yaitu metode yang digunakan dengan membaca dan mempelajari literatur baik melalui buku-buku, laporan penelitian , artikel yang ada kaitannya dengan *Compressor* yang akan digunakan untuk membahas masalah yang diteliti.

3. Metode Wawancara (*Interview*)

Yaitu metode yang digunakan penulis dengan mengadakan wawancara langsung kepada para crew diatas kapal yang bertanggung jawab langsung di atas kapal.

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

a. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung yang akan dilaksanakan saat praktek nantinya. Data pada penelitian ini diperoleh dengan cara metode survei, yaitu dengan mengamati, mengukur dan mencatat secara langsung di lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data lengkap dari data primer yang di dapat dari sumber kepustakaan seperti literatur, bahan kuliah dan data dari perusahaan serta hal-hal lainnya yang berhubungan dengan penelitian.

E. Metode Analisis

Kegiatan yang dilakukan sesudah memulai langkah buat menganalisa yaitu mengadakan praktek laut. buat mengetahui situasi menggunakan bekal pengetahuan dari apa yang dihasilkan lewat studi kepustakaan. Selanjutnya kita memulai identifikasi persoalan-persoalan yang terdapat dan memutuskan apa yang mengakibatkan tujuan serta persoalan yang kita temui, maka kita bisa menentukan metode penelitian yang sinkron.

Dari apa yang kita peroleh sinkron menggunakan langkah-langkah diatas, maka kita bisa mengumpulkan data yang berkaitan menggunakan penelitian yang dilakukan. Data yang sudah diperoleh diolah sinkron menggunakan teori metode yang kita sudah memutuskan berasal awal sebelum kita melakukan pengumpulan data-data yg telah kita olah kemudian kita analisa, akibat yang diperoleh menggunakan membandingkan akibat-yang akan terjadi berasal disiplin teori yang kita pakai. berasal hasil perhitungan yg kita analisa kemudian kita membuat pembahasan tentang hal tadi. Setelah semuanya sudah disebut terselesaikan, maka kita boleh menarik sebuah kesimpulan dari apa yg telah kita analisa dan dibahas. kemudian kita pula menyampaikan saran apa yang sinkron dengan apa yang kita simpulkan.

Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Pelaksanaan

No	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2020												
	Pengajuan judul proposal				■								
	Bimbingan judul proposal				■	■							
	Seminar judul					■	■						
	Penyusunan data penelitian						■	■	■	■	■	■	■
2	Pengambilan data penelitian								■	■	■	■	■
3	2021	■	■	■	■	■	■	■					
	Penetapan judul skripsi										■	■	■
4	Bimbingan skripsi										■	■	■
5	Seminar hasil												■
6	2022												
	Seminar Tutup							■					

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Analisis Data

1. Tempat penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan dikapal KM. TONASA LINE XVI, Adapun objek yang diteliti adalah Pengaruh Jam Kerja Injektor Terhadap Kenaikan Temperatur Gas Buang Pada Motor Diesel Penggerak Utama

2. Waktu

Adapun waktu penelitian dikapal KM. TONASA LINE XVI, yaitu kurun waktu penelitian adalah selama kurang lebih 11 bulan 8 hari.

3. Ship Particular

Ship'S Name	: MV TONASA LINE XVI (EX HERITAGE)
IMO Number	: 7903964
Flags	: Indonesian
Call Sign	: PNPB
Port of registry	: Makassar
Owner	: PT TONASA LINES, Biringere Makassar
Type Of Ship'S	: Cement Carrier
Clasification	: BKI
GRT/NRT	: 4676 / 1683
DWT	: 7186 MT
LOA/ LBP	: 111 M/ 104.17 M
Breadath	: 17.40 M
Depth	: 8.95 M
Height	: 35.10 M
Summer Draft	: 6.991 M
Tropical Draft	: 7.137 M
Type Main Engine	: Han Shin/ Type 6LU 54

Type Aux. Engine	: Brushless Self Excited x 3 Set 280 KW x 450 V x 900 RPM, DE.425 PS
Cargo Pump	: Screw Pump 2 x 7520 M.hrs
Max Pump Rate Disch	: 220 MT/ hrs
Max Pump Rate Load	: 1000 MT/ hrs
Horse Power	: 4500 PS / 3309 KW
Speed	: In Ballast 11.5 Kt (in Load 10.5 kt)
Built in	: Kanagawa Japan ,01-06- 1979
Hold Capacity	: 2 Holds (Total: 5.689 M3)
Fress Water Capacity	: 110 T
Ballast Capacity	: 2736 T
Fuel Oil Capacity	: 181 T
LO/ Diesel Oil Capacity	: 17 T / 36 T
Qualification	: Tramper
Complement	: 26 Person

4. Data Objek yang diteliti

a. Data Spesifik Injector

Tabel 4. 1 Data Spesifik Injector

No	Injector	Keterangan
1	Valve opening pressure	300 kg/cm ²
2	Atomiser type B.P.C (MC)	
3	- Hole	5
4	- Diameter of hole	0,35 mm
5	Panjang nozzle Bahan bakar	1,7 cm
	- DO	DO
	- SPECIFIC GRAVITY	0,74kg/liter

Sumber: Instruction manual book

Tabel 4. 2 Komponen Injektor

Nama komponen	Jumlah
Atomizer	1
Holder	1
Holder (completed)	1
Pin	2
Spindle guide	1
Spindle valve	1
Spindle	1
Spring	2
Slide valve	2
Housing	1
Spring guide	1
O-ring	4

Nama komponen	Jumlah
Head	1
Bolt	1

b. Data Spesifik Gas Buang

1) Komposisi Udara

Atmosfir bumi yang biasa kita sebut “udara” utamanya terdiri dari Oksigen (O_2) = 21% volume dan Nitrogen (N_2) = 78% volume. Sisanya 1% volume terdiri dari bermacam-macam gas diantaranya, Argon (Ar) = 0,94% Volume dan Karbondioksida (CO_2). Gas O_2 (oksigen) sangat bermanfaat bagi kelangsungan makhluk hidup dimuka bumi ini untuk semua kegiatannya. Namun dengan adanya aktivitas manusia maka atmosfir bumi kita mulai tercemar dan rusak.

2) Komposisi Solar

Solar terdiri dari dua elemen pokok yaitu:

a) Normal cetane ($C_{16}H_{34}$)

b) Alpha - methylnaptalene

($C_{16}H_7CH_3$) Ditambah dengan unsur lain:

c) Sulfur (belerang) 1% lebih besar daripada bensin

d) Unsur dasar lain sama dengan bensin

Sifat Utama Solar yaitu:

(1) Tidak berwarna atau berwarna kuning muda dan berbau

(2) Tidak mudah menguap pada temperatur normal

(3) Minimum mulai terbakar bila dekat api pada temperatur 40-1000°C

(4) Titik nyala sendiri (flash point) pada temperatur 3500°C

(5) Berat Jenis kira-kira 0,82-0,86

(6) Tenaga panas/kalori pada setiap kilogramnya adalah 10500 Kcal (10500 Kcal/Kg)

3) Komponen Komponen Solar

Objek pada penelitian ini adalah bahan bakar solar yang dipanaskan dengan berbagai perlakuan sehingga didapatkan temperatur bahan bakar solar berbeda-beda. dengan dua kali pengujian untuk setiap putaran mesin. Putaran mesin kemudian disamakan untuk setiap perlakuan terhadap temperatur bahan bakar yang bervariasi, yaitu antara lain 70 rpm, 85 rpm 100 rpm 150 rpm dan Penelitian ini dilakukan pada lima putaran mesin berbeda 160 rpm. Untuk menganalisa data hasil penelitian, dilakukan dengan cara berikut:

- a) Untuk menentukan jumlah konsumsi bahan bakar maka dapat digunakan persamaan 1 berikut:

$$m^2f = \frac{\Delta V}{\Delta t} \times pbb \times \frac{3500}{1000} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{jam}} \right)$$

Keterangan:

M = Pemakaian bahan bakar

ΔV = Jumlah bahan bakar (cm^3)

Δt = Waktu yang digunakan untuk menghabiskan bahan bakar (jam)

pbb = Massa jenis bahan bakar

Ada beberapa pengujian yaitu sebagai berikut:

Bilangan konversi. Untuk mengetahui perbedaan data yang dihasilkan dari kecepatan yang bervariasi digunakan pengujian statistik dasar mean. Mean adalah nilai rata-rata, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

M= Mean (rata-rata)

x = Jumlah data

N= Banyaknya Pengujian

4) Data Hasil Pengamatan langsung Objek yang diteliti

a) Sebelum rusak (normal)

Adapun data-data yang diperoleh penulis mengenai injector saat keadaan normal, sehubungan dengan judul yang diangkat sebagai bahan perbandingan yang diambil melalui penelitian selama melakukan praktek laut di KM. CAMARA NUSANTARA2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Kondisi Injector Normal

No	Jam jaga	Tekanan kg/cm ²	Temperatur gas buang (silider)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	300	300	300	260	310	270	330
2	04.00-08.00	300	300	300	260	310	270	330
3	08.00-12.00	300	300	300	250	310	280	330
4	12.00-16.00	300	300	300	250	320	270	320
5	16.00-20.00	300	300	300	250	320	270	320
6	20.00-24.00	300	300	300	240	320	280	320

Sumber: log Book KM. TONASA LINE XVI

b) Kondisi pada saat Kerusakan (Abnormal)

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut di kapal KM. Camara Nusantara, pada tanggal 13 agustus 2020 dalam perjalanan dari pelabuhan Tenau menuju ke Banjarmasin pelabuhan Trisakti, pada saat itu mesin induk mengalami masalah temperature gas buang pada silinder no 6 meningkat, sehingga pelayaran tertunda dan segera melakukan perbaikan guna menghindari kerusakan fatal.

c) Penanganan Yang Harus Dilakukan Pada Injektor Yang Tersumbat

(1) lakukan pemeriksaan pada lubang nozzle, baik lubang pemasukan maupun lubang pengabutan bahan bakar yang terdapat pada *Nozzle* dari sumbatan kotoran dan karbon dari bahan bakar

(2) Bersihkan lubang nozzle yang tersumbat dengan

menggunakan jarum secara perlahan dan hati-hati. Hal itu dimaksudkan agar lubang nozzle tidak rusak dengan terlebih dahulu merendamnya menggunakan chemical nozzle cleaner hingga lubang tersebut tembus.

(3) Setelah membersihkan lubang pada nozzle tip, lakukan perendaman kembali menggunakan chemical nozzle cleaner dan kemudian semprot dengan udara bertekanan. lakukan hal tersebut secara berulang hingga benar-benar bersih.

(4) Setelah dibersihkan, cek kerataan permukaan nozzle dengan spacer, apabila permukaan tersebut tidak rata maka lakukan "lapping" nozzle dengan spacer tersebut, hal ini bertujuan agar tekanan pada injektor tidak mengalami kebocoran antara spacer dengan nozzle.

(5) Saat melakukan pemasangan *Nozzle* pada dudukannya dengan memperhatikan letak dan posisinya, yaitu harus tepat pada pin yang ada, ikat dengan kencang, siap untuk di test.

(6) lakukan pengetesan sebagaimana prosedur, perhatikan tekanan dan pengabutan yang terjadi pada saat pengetesan. Bila pengabutan sudah bagus dan tekanan yang pengabutan tercapai maka injector tersebut sudah layak pakai.

d) Kondisi Setelah Perbaikan (Normal)

Setelah melakukan perbaikan dan pengecekan kembali injector dalam keadaan normal, perjalanan menuju Banjarmasin di lanjutkan kembali. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injector untuk mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil

data yang didapatkan setelah perbaikan yaitu sebagai berikut

Tabel 4. 4 Kondisi Setelah Perbaikan

No	Jam jaga	Tekanan kg/cm ²	Temperatur gas buang (silider)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	300	300	300	260	310	270	330
2	04.00-08.00	300	300	300	260	310	270	330
3	08.00-12.00	300	300	300	250	310	280	330
4	12.00-16.00	300	300	300	250	320	270	320
5	16.00-20.00	300	300	300	250	320	270	320
6	20.00-24.00	300	300	300	240	320	280	320

Sumber: log Book KM. TONASA LINE XVI

Tabel 4. 1 Kondisi Setelah Perbaikan

No	Jam jaga	Tekanan kg/cm ²	Temperatur gas buang (silider)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	300	300	300	260	310	270	330
2	04.00-08.00	300	300	300	260	310	270	330
3	08.00-12.00	300	300	300	250	310	280	330
4	12.00-16.00	300	300	300	250	320	270	320
5	16.00-20.00	300	300	300	250	320	270	320
6	20.00-24.00	300	300	300	240	320	280	320

B. Uji Data Hasil Penelitian

No	Jam jaga	Telegrap	Rpm	Tekanan kg/cm ²					Temperatur °C				
				N	Ab	Alm	mati	Setelah perbaikan	N	Ab	Alm	Mati	Setelah perbaikan
1	00.00-04.00	Full away	160	300	300	300	300	300	320	320	320	320	300
2	04.00-08.00	Full away	160	300	300	300	300	300	320	320	320	320	300
3	08.00-12.00	Full away	160	300	300	300	300	300	320	320	320	320	300
4	12.00-16.00	Full away	160	300	300	300	300	300	320	320	320	320	300
5	16.00-20.00	Full away	160	300	300	300	300	300	320	320	320	320	300
6	20.00-24.00	Deadslow	60	300	210	200	00	300	320	450	450	500	300

Kondisi Tekanan

a. Hasil Descriptive Spss Tekanan Masuk

Tabel 4. 5 Hasil Descriptive Spss Tekanan

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Jam Jaga	7	0	24	12.00	8.641
Rpm	7	60	160	145.71	37.796
Normal	7	300	300	300.00	.000
Abnormal	7	210	210	210	.000
Alarm	7	200	200	200	.000
Mati	7	0	000	000	.000
Setelah Perbaikan	7	300	300	300.00	.000
Valid N (listwise)	7				

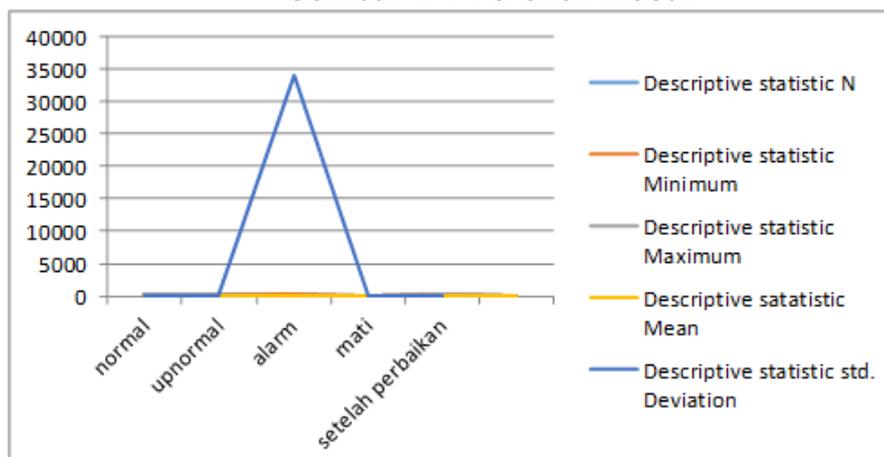
Sumber: perhitungan spss 21

Penjelasan

- 1) Rata - rata nilai tekanan in kondisi normal adalah 300 dengan standar deviasi 000 dengan jumlah pengamatan 5.
- 2) Rata - rata nilai tekanan in kondisi upnormal adalah 287 dengan standar deviasi 34,017 dengan jumlah pengamatan 5.
- 3) Rata - rata nilai tekanan in kondisi alarm adalah 285 dengan standar deviasi 37,796 dengan jumlah pengamatan 5.
- 4) Rata - rata nilai tekanan in kondisi mati adalah 257 dengan standar deviasi 113,389 dengan jumlah pengamatan 5.
- 5) Rata - rata tekanan in kondisi setelah perbaikan adalah 300 dengan standar deviasi 000 dengan jumlah pengamatan 5.

b. Hasil grafik tekanan masuk

Gambar 4. 1 Tekanan Masuk



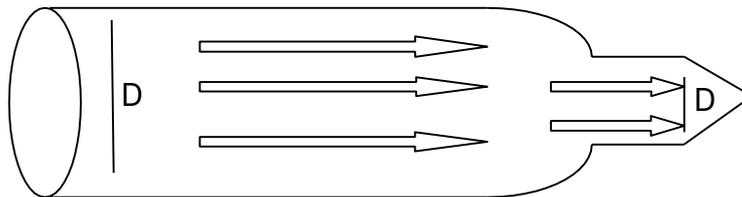
C. Analisa Data Setelah Hasil Uji dengan Menggunakan Rumus Perhitungan

Sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah ditetapkan untuk di analisis oleh peneliti, yaitu adanya gangguan pada system pembakaran semprot, volume total, tekanan dan debit aliran. Adapun data hasil pengamatan langsung untuk menganalisa hasil pengamatan 1 adalah sebagai berikut.

1. Dimana mencakup pada penelitian di bawah ini :
 - a. Untuk mendapatkan volume nozzle dapat dilakukan dengan membandingkan 2 bagian nozzle sehingga dapat dihitung dengan rumus seperti berikut ini:

Rumus ini didapatkan dari Termodinamika (laode, 2016)

- a. Rumus Volume



Diketahui diameter lubang nozzle adalah 3,5 mm dan tinggi tabung nozzle adalah 17 mm.

Untuk menghitung volume dalam nozzle digunakan rumus volume tabung ditambah dengan volume kerucut

Dimana: Diameter = 3,5 mm

Tinggi kerucut = 3 mm

Tinggi tabung = 17 mm

Jadi, rumus volume injector dapat di jabarkan

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \times r^2 \times h$$
$$= \frac{3,14}{4} \times 1.75^2 \times 17$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{3,14}{4} \times 52,06 \\
V_1 &= 40,86 \text{ mm}^3 \\
V_2 &= \frac{\pi}{3} \times r^2 \times h \\
&= \frac{3,14}{3} \times 1,75^2 \times 3 \\
&= \frac{3,14}{3} \times 9,18 \\
V_2 &= 9,54 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$

Dari rumus di atas didapatkan tabung nozzle atau batang nozzle (V_1) adalah $40,86 \text{ mm}^3$ atau $0,04 \text{ cm}^3$ dan volumeujung nozzle (V_2) adalah $0,009 \text{ cm}^3$.

b. Rumus volume

$$\begin{aligned}
\text{total } V_T &= V_1 + V_2 \\
&= 0,04 + 0,009 \\
&= 0,049 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Jadi, volume total nozzle adalah $0,049 \text{ cm}^3$

Rumus untuk menentukan berapa debit aliran pada sebuah nozzle injector dan tekanan pada nozzle untuk menyemprotkan bahan bakar D O dapat dijabarkan sebagai berikut:

Rumus untuk menentukan kecepatan fluida pada nozzel

Jadi, $v = \text{tekanan} \times \text{volume} \times \text{masa jenis}$

$$V = 300 \times 0,049 \times 0,74$$

$$V = 10,8 \text{ liter/ detik}$$

Rumus untuk menentukan debit aliran pada

nozzelDimana: $Q = V \times A$

$$D = 0,34 \text{ mm}^2$$

$V = \text{Kecepatan bahan bakar pada nozzel}$

$A = \text{luas penampang}$

$$A = \frac{3,14}{4} \times 0,0034$$

$$A = 0,000907$$

$$Q = 10,8 \times 0,000907$$

$$Q = 0,0097$$

Q = 0,0097 liter/ detik (setiap lubang nozzle)

Q = 0,0485 liter/ detik (setiap cylinder)

Q = 0,291 liter/ detik (setiap 6 cylinder)

Dimana Rpm = 900

Jadi ,Q= 900 X 60 X 0,291 : 2

Q= 7,857 liter/menit

D. Pembahasan Hasil Analisis

1. Sesuai dengan dugaan sementara menyatakan bahwa meningkatnya suhu gas buang yang diakibatkan oleh injektor dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - a. Terjadinya penyempitan lubang pada ujung nozzle sehingga berpengaruh terhadap tekanan injector karna nozzle tidak mengabut dengan sempurna.
 - b. Naiknya suhu gas buang akibat terjadinya penyumbatan pada ujung nozzle atau kurangnya suplay bahan bakar untuk proses pembakaran.
 - c. Bahan bakar berpengaruh terhadap pengabutan injector apabila bahan bakar kotor maka lama kelamaan ujung nozzle akan tersumbat.
2. Solusi dan Pemecahan Masalah
 - a. Deskripsi

Dari hasil analisa, penelitian dan perbaikan yang dilakukandilakukan peneliti maka dinyatakan bahwa naiknya temperature gas buang pada silinder no 6 karena kurangnya pengabutan yang terjadi pada silinder no 1 yang

diakibatkan oleh karena adanya penyumbatan pada injector. Penyumbatan pada injector terjadi umumnya karena pengaruh bahan bakar yang kotor. Tingginya temperature gas buang pada silinder no 6 karena beban pembakaran pada silinder no 1 dilimpahkan ke silinder no 6 sesuai dengan firing order atau timing pembakaran yang terjadi pada mesin induk di kapal peneliti

b. Solusi

Setelah mengetahui penyebab naiknya temperature gas buang pada main engine maka langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

- 1) Untuk mengembalikan temperature yang normal pada gas buang dapat dilakukan dengan cara melakukan pembersihan dan perbaikan, lihat kondisi nozzle apabila masih layak. Dan apabila sudah tidak layak maka lakukan penggantian spare dengan yang baru.
- 2) Setelah itu lakukan pengetesan dengan memberi tekanan secara berkala pada injector pressure test. Pastikan bahan bakar yang keluar dari dalam injector mengalami pengabutan.

c. Penanganan

Agar injector selalu dalam keadaan yang optimal dan suhu gas buang dalam keadaan stabil maka harus dilakukan perawatan khususnya pada ujung nozzle yang sering mengalami perkecilan lubang injeksi dan selalu dilakukan pengetesan secara berkala untuk mengetahui apakah tekanan injector masih normal dan konstan atau tekanan injector sudah berubah. Kekentalan dan suhu bahan bakar

juga sangat mempengaruhi kondisi injector, maka dari itu harus tetap dijaga karena main engine diatas kapal peneliti menggunakan bahan bakar jenis MFO.

E. Pemecahan Masalah

1. Persiapan

Terlebih dahulu mengadakan meeting sebelum melaksanakan pekerjaan agar pekerjaan tersebut dapat terorganisir dengan baik dan dapat berjalan dengan baik dan juga penyiapan segala peralatan tools yang akan digunakan untuk keperluan perbaikan dan perawatan

2. Survey

Agar tujuan tercapai sesuai dengan keinginan, maka perlu dilakukan kegiatan penyelidikan serta peninjauan secara langsung pada objek yang akan di kerjakan, serta memeriksa lokasi pada objek yang bermasalah

3. Hal-hal yang dilakukan untuk menangani injektor yang tersumbat yaitu:

- a. Pemeriksaan kondisi injektor
- b. Pemeriksaan bahan bakar
- c. Penanganan kerusakan
- d. Pengetesan kondisi injector
- e. Percobaan pada main engine akhir
- f. Perawatan rutin

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil uraian skripsi ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Meningkatnya temperature gas buang mesin induk oleh pengaruh injector disebabkan karena kurangnya pengabutan akibat terjadinya penyumbatan pada nozzle injector.
2. Kotornya bahan bakar yang mengalir masuk kedalam injector sangat mempengaruhi kondisi injector. Karena kotoran yang terus-terusan masuk ke dalam injector dapat menyebabkan keausan nozzle yang berpengaruh terhadap pengabutan injector.
3. Semakin tingginya suhu pada pembakaran semakin sedikit pemakaian bahan bakar disebabkan penyetelan injector tidak tepat

B. Saran

Adapun saran-saran yang penulis dapat berikan yaitu:

1. Secara teratur ketat melakukan pemeriksaan serta perawatan terhadap injector secara berkala supaya tidak terjadi penyumbatan pada lubang injector, sesuai dengan jam kerja (*running hours*) yang ditetapkan dengan mengikuti petunjuk sesuai dengan *instruction manual book*.
2. Selalu memperhatikan kondisi, suhu, kekentalan bahan bakar, serta sistem bahan bakar, baik itu pompa, saringan, ataupun purifier. Agar kotoran tidak mudah untuk ke dalam injector, sehingga tidak terjadi keausan pada injector atau kerusakan yang lebih fatal pada injector.
3. Secara teratur melakukan pemeriksaan terhadap suhu temperature gas buang yang diakibatkan penyetelan injector tidak tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Chryssakis, C. A., Assanis, D. N., Lee, J. K., & Nishida, K. (2003). Fuel spray simulation of high-pressure swirl-injector for diesel engines and comparison with laser diagnostic measurements. *SAE Technical Papers*.
<https://doi.org/10.4271/2003-01-0007>

Goyena, R., & Fallis, A. (2019). 濟無 No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Kan Xie, Xinmin Chen, Junwei Li, Yu Liu - *Fluidic Nozzle Throats in Solid Rocket Motors-Springer Singapore (2019)(1).pdf.part.* (n.d.).
<http://gen.lib.rus.ec/search.php?req=Fluidic+Nozzle+Throats+in+Solid+Rocket+Motors&open=0&res=25&view=simple&phrase=1&column=def>

Matsumoto, A., Moore, W. R., Lai, M. C., Zheng, Y., Foster, M., Xie, X. Bin, Yen, D., Confer, K., & Hopkins, E. (2010). Spray characterization of ethanol gasoline blends and comparison to a CFD model for a gasoline direct injector. *SAE Technical Papers*, 402-425.
<https://doi.org/10.4271/2010-01-0601>

Mózo, B. S. (2017). 濟無 No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Thomas John Main, Thomas Brown - *The Marine Steam-Engine-H. C. Baird (1865).pdf.* (n.d.).

Vikram N Shah_ Arthur G Ware_ A M Porter_ Idaho National Engineering laboratory._ U.S. Nuclear Regulatory Commission. Office for Analysis and Evaluation of Operational Data. Division of Safety Progra.pdf.part. (n.d.).
<http://gen.lib.rus.ec/search.php?req=nozzle&open=0&res=25&view=simple&phrase=1&column=def>

lampira Injektor M/E Di KM. TONASA LINE XVI



Sumber: Engine Room KM. TONASA LINE XVI

Kondisi Nozzle Tersumbat Di KM.TONASA LINE XVI



Sumber : Engine Room KM.TONASA LINE XVI

Kondisi Injektor Setelah Di lapping Di. KM. TONASA LINE XVI



Sumber : Engine Room KM. TONASA LINE XVI

Nozzle Setelah Di lapping Di KM. TONASA LINE XVI



Sumber : Engine Room KM. TONASA LINE XVI

RIWAYAT HIDUP



FAREL EKA ADIPUTRA Lahir di Malang, 29 September 2000, anak pertama dari pasangan Bapak Rudji Purwanto dan Ibu Fenti Dwi Andari. Penulis memulai pendidikan sekolah dasar pada tahun 2006 di SDN Bareng 2 Malang sampai tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMPN 12 Malang sampai tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMKN 6 Malang sampai tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar sebagai angkatan XXXIX, mengambil jurusan TEKNIKA, dalam pendidikan ini penulis telah mengadakan Praktek Laut (Prala) di kapal milik PT. PELAYARAN TONASA LINES, yaitu di kapal KM. TONASA LINE XVI berbendera Indonesia dari tanggal 13 Agustus 2020 sampai dengan 25 Juli 2021. Dan pada tahun 2022 penulis telah menyelesaikan pendidikan Diploma IV dan Ahli Tehnika Tingkat III (ATT - III) di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.