

**UPAYA MENINGKATKAN KINERJA INJECTOR DALAM
PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS
KAPAL MT EDRICKO 6**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I.

**RISAL USMAN
NIS. 25.01.102.022
AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I POLITEKNIK
ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RISAL USMAN

Nomor Induk Perwira Siswa : 25.01.102.022

Jurusan : Ahli Teknika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul: **Upaya Meningkatkan Kinerja *Injector* Dalam Proses Pembakaran Mesin Induk Di Atas Kapal *MT. Edricko 6***. Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar 21 April 2025



RISAL USMAN
25.01.102.022

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : Upaya Meningkatkan Kinerja *Injector* Dalam Proses
Pembakaran Mesin Induk Di Atas Kapal
MT. Edricko 6

Nama Pasis : RISAL USMAN

NIS : 25.01.102.022

Program Diklat : Ahli Teknika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 14 April 2025

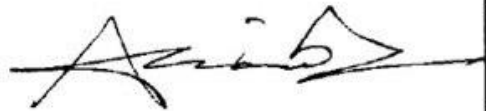
Menyetujui,

Pembimbing I



YULIANTO, S.T., M.M., M.Mar.E

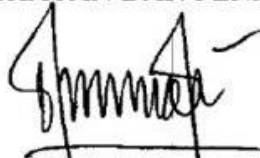
Pembimbing II



ASWAR, S.S.T. Pel., M.M., M.Mar.E

Mengetahui:

MANAGER DIKLAT TEKNIS,
PENINGKATAN DAN PENJENJANGAN



Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E
NIP. 19680508 200212 1 002

**UPAYA MENINGKATKAN KINERJA *INJECTOR* DALAM PROSES
PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS KAPAL
*MT. EDRICKO 6***

Disusun dan Diajukan Oleh :

RISAL USMAN
NIS. 25.01.102.022
AHLI TEKNIKA TINGKAT I

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada Tanggal 17 April 2025

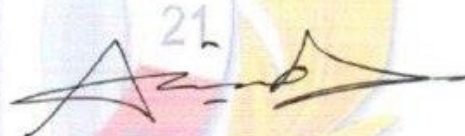
Menyetujui,

Pembimbing I

19


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

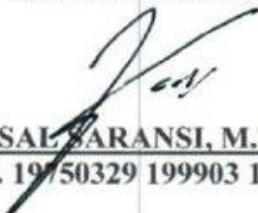
Pembimbing II

21


ASWAR S.S.T.Pel., M.M., M.Mar.E
NIP.

Mengetahui:

An. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur 1


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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini yang berjudul, *Upaya Meningkatkan Kinerja Injector Terhadap Pembakaran Mesin Induk Di Atas Kapal MT. Edricko 6*". Meskipun dalam keterbatasan waktu dan berbagai tantangan. Penyusunan karya tulis ini adalah bagian dari syarat kelulusan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan, Program Studi Teknika Tingkat I, guna mencapai kompetensi pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Teknika Tingkat I (ATT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, terutama dalam keterbatasan teori dan tata bahasa yang benar. Dengan demikian, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E., selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan, dan Penjenjangan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Bapak Yulianto, S.T., M.M., M. Mar. E. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dan teliti.
4. Bapak Aswar S.ST. Pel.,M.M.,M.Mar. selaku pembimbing II yang juga dengan kesabaran membimbing dalam penyusunan karya ini.
5. Seluruh dosen dan staf Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, cinta, dan doa.

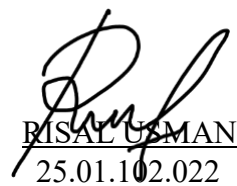
7. Rekan-rekan peserta Diklat ATT I Angkatan XLII/2025

8. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada orang tua dan keluarga yang selalu memberikan cinta, dukungan, serta doa. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh dosen, staf, serta rekan-rekan pasis di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah memberikan motivasi dan dorongan selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Tak lupa, penghargaan juga diberikan kepada pihak-pihak lain yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca, khususnya yang berkecimpung di bidang kelautan, serta dapat menjadi referensi yang bermanfaat di dunia pelayaran.

Makassar, Maret 2025


RISAL USMAN
25.01.102.022

ABSTRAK

RISAL USMAN 2025, “UPAYA MENINGKATKAN KINERJA INJECTOR DALAM PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS KAPAL MT. EDRICKO 6”.

Dibimbing oleh Bapak YULIANTO, S.T., M.M., M. Mar. E. selaku Pembimbing I dan Bapak ASWAR S.ST. Pel., M.M., M. Mar. selaku Pembimbing II

Penurunan performa mesin induk di atas kapal MT. *Edricko 6*, yang teridentifikasi melalui pemantauan suhu gas buang pada silinder nomor 6, menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Selama pelayaran, suhu gas buang pada silinder 6 mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan silinder lainnya, yang menunjukkan adanya gangguan pada sistem pembakaran. Hasil pemeriksaan lebih lanjut menunjukkan bahwa tekanan pembukaan nozzle *Injector* pada silinder 6 melebihi batas normal, yaitu 385 kg/cm, yang menyebabkan atomisasi bahan bakar menjadi tetesan dan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna. Hal ini mengakibatkan peningkatan suhu gas buang dan penurunan daya mesin secara bertahap

Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan prosedur penggantian *Injector* yang mencakup pembersihan dan pengujian tekanan nozzle *Injector*. Selain itu, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi dan penerapan perawatan preventif secara rutin juga direkomendasikan untuk mencegah penyumbatan dan kerusakan lebih lanjut pada komponen mesin. Penelitian ini menekankan pentingnya pemeliharaan rutin dan pemantauan sistem bahan bakar serta kualitas bahan bakar yang digunakan untuk menjaga performa mesin induk kapal dalam kondisi optimal. Dengan demikian, perawatan *Injector* yang tepat akan meningkatkan efisiensi operasional kapal dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta memperpanjang umur komponen mesin.

Kata kunci: Penyumbatan nozzle, Injector menetes, mesin induk, dan perawatan rutin,

ABSTRACT

RISAL USMAN 2025, "EFFORTS TO IMPROVE INJECTOR PERFORMANCE ON MAIN ENGINE COMBUSTION ON BOARD MT. EDRICKO 6"

Supervised by Mr. YULIANTO, S.T., M.M., M.Mar.E. Supervisor I and Mr. ASWAR S.ST. Pel., M.M., M.Mar. as Supervisor II

The decline in performance of the main engine on the MT. Edricko 6, identified through monitoring the exhaust gas temperature in cylinder number 6, is the primary focus of this research. During the voyage, the exhaust gas temperature in cylinder 6 experienced a significant increase compared to other cylinders, indicating a disturbance in the combustion system. Further examination revealed that the nozzle opening pressure in cylinder 6 exceeded the normal limit of 385 kg/cm², causing fuel atomization to become droplet-like and resulting in incomplete combustion. This led to an increase in exhaust gas temperature and a gradual decrease in engine power.

To address this issue, a procedure for Injector Replacement was carried out, which included cleaning and testing the nozzle Injector pressure. Additionally, the use of high-quality fuel and the implementation of regular preventive maintenance are also recommended to prevent blockages and further damage to engine components. This research emphasizes the importance of routine maintenance and monitoring of the fuel system as well as the quality of fuel used to maintain the main engine's performance in optimal condition. Thus, proper Injector maintenance will enhance the operational efficiency of the vessel and reduce negative environmental impacts while extending the lifespan of engine components.

Keywords: nozzle blockage, dripping Injector, main engine, and routine maintenance.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Hipotesis	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
A. Definisi Mesin <i>Diesel</i>	7
B. Sistem <i>Instalasi</i>	8
C. Pengertian <i>Injector</i>	9
D. Bagian-Bagian <i>Injector</i> Mesin Induk	10
E. Jenis-Jenis <i>Injector</i>	14
F. Cara Pengabutan Bahan Bakar	16
G. Perawatan <i>Injector</i>	18
H. Kerangka Pikir Penelitian	20
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	 21
A. Lokasi Kejadian	21
B. Situasi dan Kondisi	26
C. Analisis Data	27
D. Pembahasan	28
E. Rekomendasi Perawatan di Masa Yang Akan Datang	33
 BAB IV PENUTUP	 37
A. Simpulan	37
B. Saran	37
 DAFTAR PUSTAKA	 38
 RIWAYAT HIDUP	 47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Aliran Bahan Bakar	8
Gambar. 2.2 <i>Injector</i> pada kapal MT. <i>Edricko 6</i>	10
Gambar. 2.3 <i>Nozzle needle</i>	10
Gambar. 2.4 <i>Nozzle</i>	11
Gambar. 2.5 <i>Adjusting Screw</i>	11
Gambar. 2.6 <i>Nozzle Holder</i>	12
Gambar. 2.7 <i>Pressure Spring</i>	12
Gambar. 2.8 <i>Pressure Spindle</i>	13
Gambar. 2.9 <i>Distance Piece</i>	13
Gambar. 2.9 <i>Retaining Nut</i>	13
Gambar. 2.10 <i>Injector</i> tipe <i>nozzle</i> berlubang tunggal	14
Gambar. 2.11 <i>Injector</i> tipe <i>nozzle</i> berlubang banyak	15
Gambar. 2.12 <i>Injector</i> tipe <i>nozzle</i> jenis <i>Pin</i>	15
Gambar. 2.13 <i>Injector</i> tipe <i>nozzle</i> jenis <i>Throttle</i>	16
Gambar. 2. 14. Bentuk hasil pengabutan bahan bakar dari <i>Injector</i>	17
Gambar. 3.1 <i>Injector</i> Mesin Induk (LH36LG):	22
Gambar. 3.2 <i>Drawing Book Out Fuel Injection Valve</i>	31
Gambar. 3.3 <i>Prosedure for oil injection Test</i>	32
Gambar. 3.4 Pengetesan <i>Injector abnormal</i> No.6 yang menetes.	33
Gambar. 3.5 Pengetesan <i>Injector</i> yang normal	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel. 3.1 <i>Ship Particular MT. Edricko 6</i>	21
Tabel. 3.2 Spesifikasi Mesin Induk <i>MT.Edricko 6</i>	22
Tabel. 3.3 Data Kondisi Temperatur Gas Buang <i>Normal</i>	26
Tabel. 3.4 Data Kondisi Temperatur Gas Buang <i>Abnormal</i>	27
Tabel. 3.5 Temperatur Gas Buang di <i>Log Book Abnormal</i>	27
Tabel. 3.6 <i>Maintenance Schedule Of Main Part</i>	34
Tabel. 3.7 Tabel perawatan terencana	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kapal <i>MT. Edricko 6</i>	40
Lampiran 2. Kamar Mesin <i>MT.Edricko 6</i>	41
Lampiran 3. <i>Injector Cylinder No. 6</i> Yang Tersumbat	42
Lampiran 4. Perbaikan <i>Injector</i> Silinder No 6 Yang Tersumbat	43
Lampiran 5. Pengujian tekanan <i>Injector</i> No. 6 setelah Perbaikan	44
Lampiran 6. <i>Crew List MT. Edricko 6</i>	45
Lampiran 7. <i>Ship Particular MT. Edricko 6</i>	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal *MT. Edricko 6* adalah kapal komersial yang beroperasi di berbagai rute, mengandalkan mesin induk sebagai sumber tenaga utama untuk propulsi dan sistem onboard. Mesin induk kapal ini, biasanya berjenis *Diesel* atau bahan bakar berat, memainkan peran sentral dalam menghasilkan tenaga mekanik yang diperlukan untuk menjalankan *propeller* serta sistem lainnya di kapal. Kinerja dan efisiensi mesin induk secara langsung mempengaruhi performa kapal serta biaya operasional, sehingga penting untuk memastikan mesin berfungsi dengan optimal dalam setiap perjalanan.

Menurut Zongyu Yue (2022) dalam dalam Buku '*Internal Combustion Engine*' proses pembakaran di mesin induk, sistem injeksi bahan bakar merupakan komponen kunci yang bertanggung jawab untuk menyemprotkan bahan bakar ke ruang pembakaran dalam bentuk semprotan halus. *Injector* yang berfungsi dengan baik memastikan bahwa bahan bakar dicampur secara efisien dengan udara untuk mencapai pembakaran yang optimal. Penyemprotan yang tidak tepat atau tidak merata dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna, yang berdampak pada performa mesin, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.

Menurut Hengkara Majaya (2024) Pemeliharaan *Injector* adalah bagian penting dari perawatan mesin induk yang terjadwal. *Injector* yang tidak dirawat dengan benar dapat menyebabkan masalah seperti penyemprotan bahan bakar yang tidak merata dan penurunan efisiensi pembakaran. Oleh karena itu,

pembersihan dan pengujian *Injector* secara berkala diperlukan untuk memastikan bahwa *Injector* berfungsi dengan baik dan mendukung kinerja mesin secara keseluruhan.

Injector yang baik untuk mesin induk kapal adalah komponen krusial yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi mesin secara keseluruhan. *Injector* yang berkualitas harus mampu menyemprotkan bahan bakar dengan distribusi yang merata dan presisi, memastikan pencampuran yang optimal dengan udara untuk pembakaran yang efisien. Kemampuan *Injector* untuk beroperasi pada kapasitas dan tekanan yang tepat, dengan respon cepat terhadap perubahan kondisi mesin, serta ketahanan terhadap suhu tinggi dan korosi, sangat penting untuk menjaga *performa* mesin yang stabil. Selain itu, *Injector* yang efisien dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, mendukung pengelolaan biaya yang lebih baik dan meminimalkan dampak lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan dan perawatan *Injector* yang tepat adalah kunci untuk memastikan mesin induk berfungsi secara optimal dan andal.

Menurut Zainal Arifin (2022) dalam buku “*Diesel Fuel Injection system*” menjelaskan tentang kinerja *Injector* dalam mesin induk merujuk pada kemampuannya untuk menyemprotkan bahan bakar secara efisien dan efektif ke ruang pembakaran, yang meliputi distribusi semprotan yang merata, pengaturan tekanan dan aliran bahan bakar sesuai spesifikasi mesin, serta respon cepat terhadap perubahan kondisi mesin. *Injector* yang berkinerja baik memastikan pembakaran bahan bakar yang optimal, meningkatkan efisiensi mesin, mengurangi konsumsi bahan bakar, dan meminimalkan emisi gas buang. Selain itu, ketahanan terhadap suhu tinggi, tekanan, dan korosi juga menentukan kinerja *Injector* dalam jangka panjang, memastikan bahwa *Injector* dapat beroperasi

secara konsisten dan andal dalam mendukung performa mesin yang optimal.

Masalah *Injector* yang tersumbat dan pengabutan membentuk pola dalam bentuk tetasan telah teridentifikasi pada mesin induk kapal ini. Penyumbatan dan menetesnya bahan bakar *Injector* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan seal *Injector*, penumpukan kotoran, atau keausan pada komponen *Injector*.

Dampak dari penyumbatan dan menetesnya pengabutan *Injector* sangat signifikan, meliputi penurunan efisiensi pembakaran, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan peningkatan emisi gas buang. Selain itu, penetes dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin lainnya dan meningkatkan risiko terjadinya kebakaran atau kerusakan lebih lanjut jika tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemeriksaan mengenai penyebab penetes *Injector* dan dampaknya terhadap kinerja mesin induk.

Melalui pemeriksaan performa *Injector*, dapat diidentifikasi apakah ada masalah pada sistem injeksi yang mempengaruhi kinerja mesin. Pemeriksaan ini membantu dalam merencanakan tindakan pemeliharaan yang tepat, seperti pembersihan atau penggantian *Injector*, untuk meminimalkan gangguan operasional dan mengurangi risiko kerusakan mesin.

Dengan perhatian yang tepat pada perawatan *Injector*, di kapal *MT. Edricko 6*, dapat memastikan bahwa mesin induk beroperasi dengan efisiensi dalam penggunaan bahan bakar, dan meminimalkan dampak lingkungan dari emisi gas buang. Hal ini tidak hanya meningkatkan performa kapal tetapi juga mendukung keberlanjutan operasional dan pengelolaan biaya yang lebih baik.

Berdasarkan kejadian di atas, maka penulis tertarik untuk menuangkan permasalahan tersebut dalam bentuk karya ilmiah terapan dengan judul “*Upaya Meningkatkan Kinerja Injector Dalam Proses Pembakaran Mesin Induk Di Atas Kapal MT.Edricko 6*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara merawat *Injector* sehingga tidak terjadi penyumbatan dan terjadi tetesan yang dapat mempengaruhi performa mesin induk ?
2. Langkah apa yang perlu di ambil dalam perawatan dan perbaikan *Injector* yang tersumbat dan menetes ?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan yang perlu diteliti dalam konteks optimalisasi pengabutan bahan bakar pada motor induk di atas kapal. Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup :

1. Faktor apa yang memengaruhi kurangnya efisiensi pengabutan bahan bakar pada mesin induk kapal *MT.Edricko 6* ?
2. Bagaimana Upaya yang dilakukan agar meningkatkan efisiensi pengabutan bahan bakar masuk kedalam silinder pada Mesin Induk di atas kapal *MT.Edricko 6* ?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan terkait dengan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi dampak dari Penyumbatan *Nozzle Injector* dan terjadi tetesan dalam ruang silinder yang berpengaruh terhadap performa mesin induk.
2. Untuk mengetahui cara perbaikan dan pemeliharaan agar *Injector* yang tersumbat dan terjadi tetesan dapat diatasi dengan baik.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis
 - a. Diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan wawasan bagi para pembaca dalam hal manajemen perawatan *Injector* motor induk.
 - b. Diharapkan dapat memberikan pemahaman bagi penulis sendiri maupun para pembaca dalam mengatasi masalah yang terjadi pada *Injector* motor induk.
2. Manfaat Praktis
 - a. Diharapkan dapat menambah kemampuan masinis atau perwira mesin dalam hal pelaksanaan perawatan *Injector* sesuai *Planned Maintenance System (PMS)* guna menunjang kinerja permesinan dan lancarnya pengoperasian kapal secara keseluruhan.
 - b. Diharapkan penelitian ini membantu *Crew* kapal untuk menjaga efisiensi bahan bakar dan kinerja mesin induk melalui perawatan *nozzle Injector*, serta memberikan panduan yang mudah diterapkan oleh *Crew* kapal dalam melakukan perawatan rutin *nozzle Injector*.

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka hipotesis yang dapat dikemukakan adalah:

1. Perawatan *Injector* yang dilaksanakan secara berkala untuk mencegah penyumbatan dan menjaga kualitas pembakaran.
2. Terjadinya penyumbatan pada *Injector* memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan performa mesin induk.

BAB II

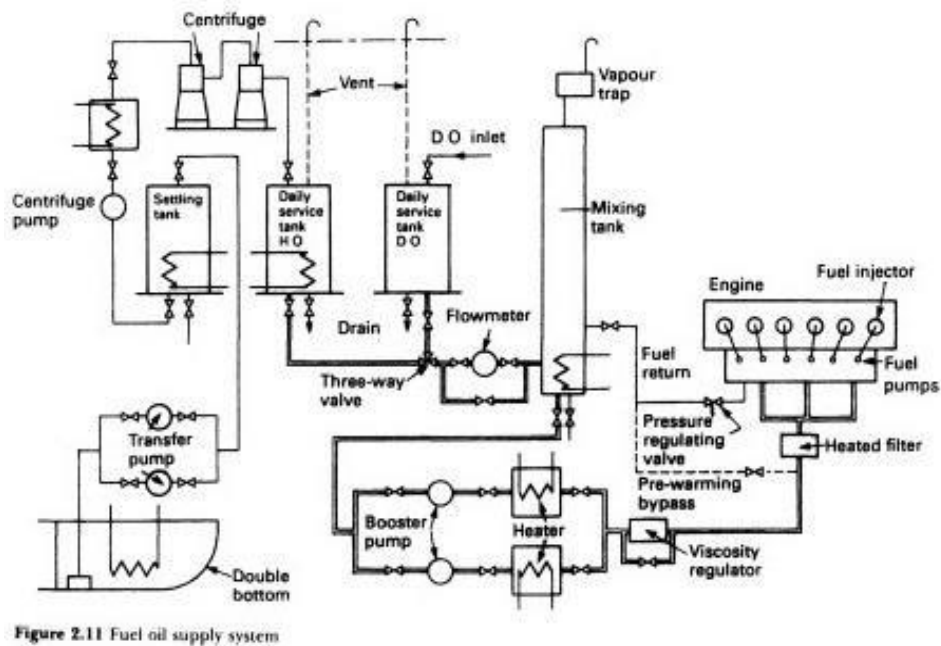
TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Mesin *Diesel*

Menurut (*Grochowalska et al., 2022*) Mesin *Diesel* adalah sumber energi mekanik yang umum digunakan di kapal. Biasanya terdapat mesin *Diesel* dua tak berkecepatan rendah dan empat tak berkecepatan menengah. Sumber energi dalam mesin-mesin tersebut adalah proses pembakaran minyak *Diesel* atau minyak bakar berat. Karena dimensi besar dari mesin-mesin kelautan dan periode operasi yang panjang (beroperasi terus menerus selama beberapa minggu), polusi udara dapat menjadi signifikan. Organisasi Maritim Internasional telah mendirikan Komite Perlindungan Lingkungan Maritim, yang telah menetapkan batasan terhadap jumlah sulfur dalam bahan bakar yang dapat diterima untuk daerah kontrol emisi sulfur (SECA). Batasan-batasan ini terlalu rendah untuk memungkinkan penggunaan bahan bakar berat di SECA ini. Oleh karena itu, minyak *Diesel* kelautan digunakan. Perlu dicatat bahwa sebuah mesin kelautan dengan daya nominal 10MW mengkonsumsi 48 ton bahan bakar per hari (dengan asumsi konsumsi bahan bakar spesifik adalah 200 g/kWh). Karena polusi udara yang signifikan dan biaya operasi yang tinggi dari mesin-mesin kelautan akibat konsumsi bahan bakar, insinyur dan ilmuwan harus meningkatkan proses dalam silinder sehingga pembakaran lebih bersih dan efisien.

Mesin *Diesel* merupakan salah satu solusi untuk memperlambat penipisan bahan bakar fosil karena efisiensinya yang tinggi. Namun, emisi polutan yang tinggi membatasi penggunaannya dalam banyak bidang .

B. Sistem Instalasi



Gambar 2.1 Sistem Aliran Bahan Bakar

Sumber: <https://maritimeworld.web.id/fuel-oil-system-sistembahan-bakar-in.html>. diakses tanggal 29 Februari 2025.

Berikut adalah penjelasan mengenai sistem instalasi *injector* bahan bakar

Diesel :

1. Tangki penyimpanan bahan bakar: merupakan tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan oleh mesin *Diesel*.
2. Pompa bahan bakar: bertugas untuk memompa bahan bakar dari tangki ke dalam sistem injeksi.
3. Filter bahan bakar: berfungsi untuk menyaring kotoran dan partikel yang terdapat pada bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi agar tidak merusak komponen lain pada sistem injeksi.
4. Saluran bahan bakar: merupakan jalur yang menghubungkan pompa bahan bakar dengan *injector* dan menyediakan bahan bakar yang akan disemprotkan ke ruang bakar.

5. *Injector*: bertugas untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang tinggi dan presisi yang tepat.
6. Regulator tekanan bahan bakar: berfungsi untuk mengontrol tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam *injector* agar sesuai dengan kebutuhan mesin.
7. *Settling tank*: tanki pengendapan bahan bakar sebelum di pompa ke *purifier*
8. *Service tank*: tanki bahan bakar yang sudah siap di gunakan
9. *Fuel oil heater*: pemanasan bahan bakar di dalam system baik di *settling tank* dan *service tank* .
10. *Purifier*: suatu pesawat bantu untuk memisahkan minyak, air dan kotoran.

C. Pengertian *Injector*

Injector adalah alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran dengan cara mengubahnya menjadi kabut pada tekanan tinggi mencapai 320 kg/cm². Proses pengabutan ini dilakukan oleh pompa bahan bakar, yang sering disebut *Bosch pump*, yang dioperasikan oleh *camshaft*. Pompa tersebut menekan bahan bakar hingga mencapai tekanan yang diperlukan, tergantung pada jenis atau merek mesin, sehingga bahan bakar dapat mendorong pegas *Injector*. Setelah itu, bahan bakar masuk ke *Injector*, mengangkat *spindle* atau jarum *nozzle*, dan menyebar ke dalam silinder dalam bentuk partikel halus untuk memastikan pembakaran yang efisien. (Suharno 2022).

Kesempurnaan proses pembakaran di dalam silinder, dari sudut pandang *Injector*, bergantung pada:

1. Temperatur yang cukup Tinggi diperlukan Untuk menjamin pembakaran yang sempurna dari campuran bahan bahan bakar dan Udara.

2. Percampuran antara partikel bahan bakar, panas dan udara berlangsung dengan cepat.

D. Bagian-bagian *Injector* Mesin Induk



Gambar. 2.2 *Injector* pada kapal *MT. Edricko 6*
Sumber: Dokumentasi *MT. Edricko 6* (2024)

Komponen-Komponen *Injector*:

1. *Nozzle Needle*

Berfungsi membuka dan menutup saluran bahan bakar berdasarkan tekanan yang diterima. Ketika tekanan bahan bakar meningkat, jarum ini terdorong ke atas, memungkinkan bahan bakar keluar dalam bentuk kabut.



Gambar. 2.3 *Nozzle needle*

Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

2. *Nozzle*

Nozzle berfungsi mengatur aliran bahan bakar berdasarkan tekanan yang diterima. Ketika tekanan meningkat, *nozzle* membuka dan menyemburkan bahan bakar sesuai kebutuhan mesin. Proses buka-tutup jarum *nozzle* dapat dipantau dengan pin inspeksi.



Gambar. 2.4 *Nozzle*
Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

3. *Adjusting Screw*

Adjusting screw berfungsi untuk menyetel tekanan bahan bakar yang disemprotkan oleh *Injector*. Dengan mengubah posisi screw ini, operator dapat meningkatkan atau mengurangi tekanan injeksi, yang berpengaruh pada jumlah dan kecepatan penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar



Gambar. 2.5 *Adjusting Screw*
Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

4. *Nozzle Holder*

Nozzle holder berfungsi sebagai tempat bertemunya bahan bakar dan mengatur tekanan saat penginjeksian dimulai. Ketegangan dari pegas *nozzle* (*nozzle spring*) yang terpasang di dalamnya dapat disesuaikan untuk mengatur tekanan awal penginjeksian



Gambar. 2. 6 *Nozzle Holder*
Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

5. *Pressure Spring*

Pressure spring berfungsi untuk menahan jarum *Injector* (*nozzle needle*) pada posisi tertutup sampai tekanan bahan bakar mencapai level tertentu. Ketika tekanan bahan bakar dari pompa injeksi melebihi kekuatan pegas, jarum akan terangkat, memungkinkan bahan bakar untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar



Gambar. 2.7 *Pressure Spring*
Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

6. *Pressure Spindle*

Pressure Spindle adalah komponen kunci dalam sistem injeksi yang memastikan bahwa proses penyemprotan bahan bakar berlangsung dengan efisien dan sesuai dengan spesifikasi mesin, berkontribusi pada performa dan efisiensi pembakaran yang optimal



Gambar. 2.8 *Pressure Spindle*
Sumber: Yaqin, R. I., Dkk. (2020).

7. *Distance Piece*

Sebagai saluran dan penghubung antara *nozzle* dan *nozzle holder*, memastikan aliran bahan bakar bertekanan menuju *body nozzle*.



Gambar. 2.9 *Distance Piece*
Sumber: Yaqin, R. I., Dkk. (2020).

8. *Retaining Nut*

Sebagai rumah bagi berbagai komponen *nozzle Injector*, melindunginya dari kerusakan. *Nut* ini terhubung ke *nozzle holder* melalui ulir, membentuk pelindung yang kokoh.



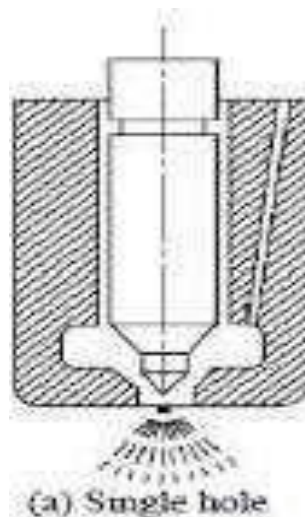
Gambar. 2.9 *Retaining Nut*
Sumber: Ikhvan, R. N. A. (2022)

E. Jenis-Jenis *Injector*

Untuk mengoptimalkan fungsi *Injector*, produsen merancang berbagai jenis *Injector* berdasarkan tipe dan konstruksi mesin *Diesel*:

1. *Single-Hole Injector Nozzle*

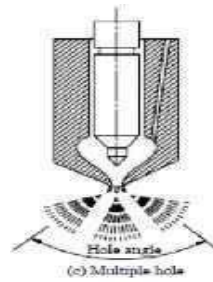
Terdapat satu lubang injeksi yang memiliki sudut injeksi antara 4 hingga 15 derajat. Desain ini menciptakan Pengabutan bahan bakar yang lebih kasar, dan umumnya diterapkan pada mesin *Diesel* yang memiliki ruang bakar yang mampu menghasilkan turbulensi udara, sehingga memungkinkan pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih efisien.



Gambar. 2.10 *Injector* tipe *nozzle* berlubang tunggal
Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

2. *Multiple-Hole Injector Nozzle*

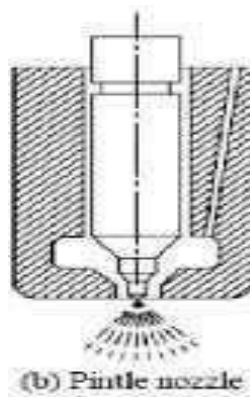
Dilengkapi dengan beberapa lubang injeksi di ujung *nozzle*, sistem ini menyemburkan bahan bakar langsung ke ruang bakar. Tipe ini sering digunakan pada mesin *Diesel* dengan injeksi langsung, yang memungkinkan distribusi semprotan bahan bakar yang lebih merata dan luas.



Gambar. 2.11 *Injector tipe nozzle berlubang banyak*
 Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

3. *Pintle-Type Injector Nozzle*

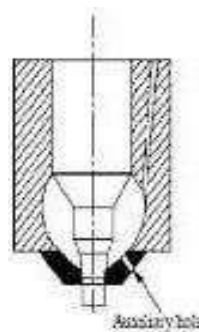
Injector model menggunakan pin yang dapat di gerakkan untuk kontrol aliran bahan bakar yang tepat. Desain ini memastikan pembakaran yang merata, mencegah penumpukan karbon, dan sering digunakan pada mesin injeksi tidak langsung.



Gambar. 2.12 *Injector tipe nozzle jenis Pin*
 Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

4. *Throttle-Type Injector Nozzle*

Hampir sama dengan tipe *pintle*, tetapi dengan ujung *nozzle* yang lebih lebar, desain ini memulai proses penyemprotan bahan bakar dengan jumlah yang lebih kecil dan secara bertahap meningkat hingga mencapai akhir fase injeksi.



Gambar. 2.13 *Injector tipe nozzle jenis Throttle*

Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

F. Cara Pengabutan Bahan Bakar

Proses pengabutan bahan bakar mesin *Diesel* modern memanfaatkan pompa mekanis bertekanan tinggi untuk menyembrotkan bahan bakar secara langsung tanpa memerlukan udara bertekanan. Sementara itu, mesin utama pada Kapal *MT. Edricko 6* menggunakan sistem pompa injeksi bahan bakar konvensional yang berfungsi sebagai distributor rotari.

1. Sebelum Penyemprotan Bahan Bakar dalam bentuk kabut

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa melalui saluran minyak menuju kolam minyak di dasar bodi *nozzle*.

2. Saat Pengabutan Bahan Bakar

Saat tekanan di dalam penampungan bahan bakar meningkat, tekanan tersebut mendorong jarum *nozzle* untuk bergerak ke atas melawan gaya pegas, sehingga menyebabkan *nozzle* menyembrotkan bahan bakar.

3. Akhir Injeksi bahan bakar

Pada saat *Bosh Pump* berhenti menyuplai bahan bakar, tekanan menurun, dan pegas mendorong jarum *nozzle* kembali ke posisi semula. Sisa bahan bakar melumasi komponen dan kembali ke jalur pembuangan.

Berdasarkan cara penggunaan dan penempatannya, *Injector* dapat

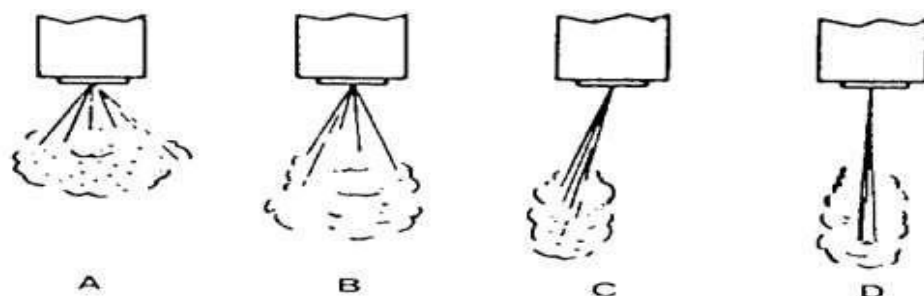
dikategorikan menjadi dua jenis: *Injector* tidak langsung (*precombustion chamber*) dan *Injector* langsung (*direct injection*). Masing-masing jenis ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang membuatnya sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut perbedaan antara keduanya:

1. *Injector* Tidak Langsung (*Precombustion Chamber*)

Dalam sistem ini, bahan bakar tidak disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar utama (silinder). Sebaliknya, bahan bakar terlebih dahulu melewati ruang awal yang disebut *precombustion chamber* (PC). Proses pembakaran dimulai di ruang ini sebelum menyebar ke ruang bakar utama

2. *Injector* Langsung (*Direct Injection*)

Pada sistem *Injector* langsung, *nozzel* mengeluarkan bahan bakar sebagai kabut halus menuju silinder mesin. Pembakaran berlangsung simultan di dalam silinder tersebut untuk mencapai efisiensi maksimal. Bahan bakar perlu diatomisasi sehingga dapat campur rata dengan udara sebelum proses pembakaran. Sementara itu, panas yang diperlukan diproduksi melalui tekanan udara, serta adanya oksigen adalah kunci bagi reaksi kimia pembakaran. Konsep utama pembakaran di silinder didasarkan pada prinsip "segitiga api": udara, bahan bakar, dan sumber panas.



Gambar. 2. 14. Bentuk hasil pengabutan bahan bakar dari *Injector*

Sumber: Erfian, N. I. P. (2023)

Dalam Pemeriksaan tekanan *Injector* sangat Penting untuk memastikan proses pembakaran berlangsung optimal, karena hal ini berkaitan erat dengan kesesuaian campuran bahan bakar dan udara. Proses ini mencakup *overhaul Injector*, dan penyetelan menggunakan alat uji, serta pemasangan *Injector* pada ragum dengan pelindung aluminium sebelum membongkar komponen *Injector*. (Sumber: Dona, S. (2021))

G. Perawatan *Injector*

Perawatan *Injector* merupakan bagian yang penting dari pemeliharaan sistem bahan bakar mesin *Diesel* untuk memastikan proses pembakaran yang optimal, efisiensi bahan bakar, dan performa mesin yang maksimal. Berikut perawatan *Injector* antara lain:

1. Pengecekan secara langsung

Pemeriksaan visual adalah langkah pertama dalam system perawatan *Injector* untuk memastikan tidak ada kerusakan fisik yang dapat memengaruhi kinerjanya. Hal ini mencakup pengecekan permukaan luar *Injector* untuk mendeteksi retakan, korosi, atau kebocoran bahan bakar. Kebocoran biasanya terlihat di sekitar sambungan antara *Injector* dan pipa tekanan tinggi. Pemeriksaan ini sangat penting untuk mencegah masalah lebih lanjut yang dapat mengganggu performa mesin.

2. Menjaga kebersihan komponen

Membersihkan *Injector* dilakukan untuk menghilangkan kerak karbon dan partikel kotoran yang menumpuk pada *nozzle*. Kerak ini dapat menyumbat lubang *nozzle*, sehingga mengganggu pola semprotan bahan bakar. Dengan menggunakan cairan pembersih khusus dan alat pembersih

yang sesuai, proses atomisasi bahan bakar dapat tetap optimal. Membersihkan *Injector* secara berkala sangat penting untuk menjaga efisiensi pembakaran di dalam ruang bakar.

3. Pengetesan *Injector* dengan Tekanan yang sesuai

Untuk menghasilkan Injeksi bahan bakar yang merata *Injector* harus bekerja dengan sempurna. Oleh karena itu, pengujian tekanan semprotan secara berkala menggunakan alat *Injector tester* sangat diperlukan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan tekanan semprotan sesuai dengan spesifikasi pabrik, sehingga pola semprotan tetap ideal. Jika tekanan tidak sesuai, pembakaran dalam ruang bakar dapat terganggu, yang berakibat pada penurunan efisiensi mesin.

4. Penyetelan *Injector* (kalibrasi)

Proses penyetelan ulang tekanan pegas *Injector* untuk memastikan bahwa bahan bakar disemprotkan dengan jumlah dan tekanan yang tepat. Proses ini dilakukan dengan menyesuaikan komponen pegas dan *nozzle* menggunakan alat khusus. Penyetelan yang baik dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mencegah pembakaran yang tidak sempurna, sehingga kinerja mesin tetap optimal.

5. Mengganti Komponen yang sudah aus

Beberapa komponen kecil dari *Injector* seperti jarum *nozzle*, pegas tekanan, dan *holder* yang dapat mengalami kerusakan setelah digunakan dalam waktu lama. Komponen yang aus harus segera diganti untuk mencegah kerusakan lebih lanjut yang dapat memengaruhi pola semprotan atau

menyebabkan kebocoran bahan bakar. Mengganti komponen yang rusak dapat membuat *Injector* bekerja sesuai standar pabrik.

H. Kerangka Pikir Penelitian

