

Analisis Penyebab Ketidaktepatan Proses Pengabutan Pada Injector Mesin Induk Type Zichai-Yanmar 6N330-EW Di Kapal MV Spil Rumi

Ach. Harbul Fijar¹, Saiful Irfan², Sri Mulyanto Herlambang³, Azis Nugroho⁴, Monika Retno Gunarti⁵
Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 08 Juni 2025

Revised: 29 Juni 2025

Accepted: 09 Juli 2022

Keywords:

efisiensi pembakaran
injector mesin kapal
pengabutan bahan bakar
perawatan sistem filtrasi
tekanan bahan bakar

Published by

Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi
Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Proses pengabutan bahan bakar pada Injector mesin induk kapal sangat menentukan efisiensi pembakaran. Ketidaktepatan proses ini dapat disebabkan oleh tekanan bahan bakar rendah, penyumbatan nozzle, atau kualitas bahan bakar buruk. Penelitian ini dilakukan di kapal MV. SPIL RUMI untuk menganalisis penyebab dan solusi dari ketidaktepatan tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi selama praktik laut di MV. SPIL RUMI. Teknik analisis menggunakan diagram fishbone untuk menemukan penyebab utama permasalahan pengabutan bahan bakar, dengan mempertimbangkan faktor manusia, material, metode, dan mesin secara sistematis dan mendalam. Ditemukan bahwa ketidaktepatan pengabutan disebabkan oleh tekanan bahan bakar rendah, penyumbatan nozzle, filter kotor, kualitas bahan bakar buruk, serta purifier yang tidak optimal. Setelah dilakukan perbaikan dan pengujian tekanan, performa Injector kembali normal. Perawatan rutin dan prosedur sesuai manual book menjadi solusi utama untuk mencegah kerusakan serupa. Ketidaktepatan pengabutan terjadi akibat tekanan tidak maksimal, penyumbatan nozzle, kualitas bahan bakar rendah, dan filter atau purifier yang tidak terawat. Pencegahan dilakukan melalui perawatan Injector, pengecekan tekanan, penggunaan bahan bakar standar, serta perawatan sistem filtrasi. Perawatan berkala menjamin pembakaran sempurna dan efisiensi mesin yang optimal.

The fuel fogging process in the main ship engine injector greatly determines the combustion efficiency. This process imperfection can be caused by low fuel pressure, nozzle blockage, or poor fuel quality. This research was conducted on the MV. SPIL RUMI to analyze the causes and solutions of such imperfections. This study uses a qualitative approach with direct observation, interviews, and documentation methods during marine practice at MV. SPIL RUMI. The analysis technique uses fishbone diagrams to find the main causes of fuel fogging problems, taking into account human, material, method, and machine factors systematically and deeply. It was found that fogging imperfections were caused by low fuel pressure, nozzle clogging, dirty filters, poor fuel quality, and suboptimal purifiers. After repairs and pressure tests, the Injector's performance returned to normal. Regular maintenance and manual procedures are the main solution to prevent similar damage. Fogging imperfections occur due to suboptimal pressure, nozzle blockage, low fuel quality, and unmaintained filters or purifiers. Prevention is carried out through injector treatment, pressure checking, standard fuel use, and filtration system maintenance. Periodic maintenance guarantees perfect combustion and optimum engine efficiency.

Corresponding Author:

Ach. Harbul Fijar

Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Email: fjarsman1pamekasan@gmail.com

PENDAHULUAN

Menurut Hendrawa & Nugroho dalam (Abdullah, 2021), Kemajuan zaman yang terus berkembang mendorong kemajuan di berbagai sektor, terutama dalam teknologi, yang memudahkan pekerjaan manusia. Salah satu inovasi yang terus berkembang adalah mesin induk kapal. Mesin induk kapal berfungsi sebagai sumber utama tenaga yang mengubah energi mekanik menjadi tenaga penggerak bagi baling-baling kapal, sehingga kapal bisa bergerak. Dalam operasionalnya, mesin induk berfungsi secara berkelanjutan

Menurut Dony, Sumarno & Fitri dalam (Abdullah, 2021), Penilaian Operator kapal mengenai kelayakan sistem di kapal hingga kini masih bersifat subyektif dan hanya bergantung pada naluri. Dengan demikian, evaluasi itu tidak didasarkan pada pembahasan ilmiah atau gagasan yang jelas. Sehingga, pengoperasian mesin induk menjadi sangat krusial karena energi yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses pembukaan dan penutupan katup gas buang.

Mesin induk kapal adalah mesin yang memanfaatkan bahan bakar diesel. Bahan bakar ini dimasukkan ke dalam silinder yang memiliki udara dengan suhu dan tekanan tinggi, sehingga bahan bakar terbakar secara otomatis. Pemeliharaan mesin induk harus dilaksanakan untuk memperpanjang usia mesin dan menjamin keselamatan saat bekerja (Abdullah, 2021).

Kapal induk menggunakan bahan bakar MFO (Marine Fuel Oil). MFO memiliki viskositas yang tinggi, sehingga perlu dipanaskan untuk menurunkannya. Di samping itu, diperlukan komponen tertentu seperti Injector untuk mengubah MFO menjadi semprotan agar dapat dimanfaatkan dalam proses pembakaran. Injector merupakan komponen vital pada mesin diesel yang dirancang secara akurat untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Fungsinya adalah mengubah tekanan tinggi dari pompa injeksi menjadi kabut halus dengan tekanan sekitar 250 sampai 300 kg/cm². Tekanan ini meningkatkan suhu pembakaran di dalam silinder sampai 600°C. Tekanan pada Injector bisa disesuaikan dengan mengganti Adjusting shim atau mengubah putaran pada Adjusting screw. Secara sederhana, penyuntik bekerja untuk mengubah bahan bakar menjadi aerosol, mengirimkannya ke silinder sesuai kebutuhan, dan memastikan proses pembakaran berjalan dengan optimal melalui penyebaran bahan bakar yang ideal

Injektor merupakan bagian krusial dalam sistem pembakaran mesin utama, dan fungsinya sangat memengaruhi kinerja mesin. Oleh sebab itu, agar kualitas penyemprotan bahan bakar tetap terjaga dengan baik, diperlukan perawatan terjadwal yang sistematis berdasar jam operasional, kinerja, dan keadaan pengabut bahan bakar. Injector hadir dalam berbagai tipe dengan ciri-ciri yang bervariasi. Salah satu jenisnya adalah Injector dengan lubang tunggal (single-hole), yang menghasilkan penyemprotan yang baik tetapi memerlukan tekanan tinggi dari pompa Injector. Terdapat juga Injector dengan banyak lubang (multi-hole), yang ideal untuk sistem injeksi langsung (direct injection) karena menghasilkan pengabutan yang optimal

Kinerja Injector dipengaruhi oleh tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh pompa injeksi. Semakin tinggi tekanan injeksi, semakin besar tekanan solar di dalam Injector untuk menggerakkan niple jet. Prinsip kerja Injector melibatkan penggunaan jarum kecil yang disebut niple jet, yang terletak di dalam nozzle berdiameter kecil. Secara default, jarum ini menutup lubang nozzle, dan di atasnya terdapat mekanisme pegas. Lubang nozzle akan terbuka ketika ada tekanan fluida yang mendorong jarum. Ketika pompa injeksi menekan solar, niple jet otomatis terangkat, dan solar keluar dari lubang nozzle yang kecil dengan tekanan tinggi. Hal ini menghasilkan solar dalam bentuk kabut halus dengan partikel kecil yang tersebar merata.

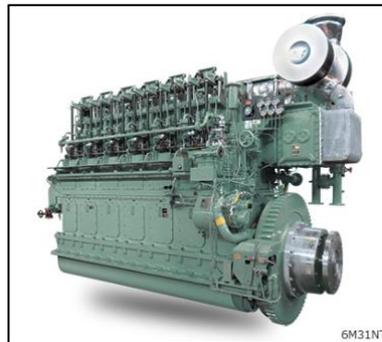
URAIAN TEORI

Mesin Induk

Menurut Darma dalam (Abdullah, 2021), mesin induk adalah sebagai tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk menggerakkan kapal dan mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong

bagi propeller kapal, dimana dalam pengoperasiannya mesin induk selalu dalam kondisi running secara terus menerus.

Menurut Handoyo dalam (Abdullah, 2021), mesin diesel adalah suatu pesawat yang mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik atau juga bisa disebut Combustion Engine System, dengan melakukan 2 pembakaran mesin, mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar dimana mesin pembakaran dalam dilaksanakan dipesawat itu sendiri, contohnya: mesin diesel, mesin bensin, turbin gas, ketel uap, dan lainnya. Sedangkan mesin pembakaran luar dilaksanakan diluar pesawat itu sendiri, contohnya: turbin uap dan mesin uap.



Gambar 1 Main diesel engine

Mesin diesel (atau mesin pemicu kompresi) termasuk motor bakar pembakaran dalam (Internal Combustion Engine) yaitu proses pembakaran bahan bakarnya terjadi didalam ruang mesin itu sendiri yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima paten pada 23 Februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada Exposition Universelle (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang. Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi (Marsudi & Khusniawati, 2022).

Injector

Injector adalah salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel. Injector berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari injection pump ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. Injector dirancang untuk menerima tekanan bahan bakar dari injection pump yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder. Tekanan Injector di Kapal Bc 90001 untuk mesin utama antara 240 sampai 250 kg/cm². Tekanan udara dalam bentuk kabut melau Injector ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka Injector yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran Injector ini, sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali kebagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (overflow). (Aria, 2014).

Untuk menyempurnakan fungsi Injector, maka akan kita temukan dalam beberapa jenis, antara lain terdiri atas berlubang satu (Single hole) dan Injector berlubang banyak (multi hole). Injector model pin atau trottle, terdapat dalam model trottle dan model pintle dengan sifat pengabutan dan karakteristik yang berbeda maka pemilihan untuk fungsi pemakaiannya juga berbeda yang bergantung pada proses pembakarannya dan proses pembakaran ini ditentukan oleh bentuk ruang bakarnya, untuk sifat-sifat

Injector ini antara lain adalah seperti berikut Injector berlubang satu (Single hole) proses pengabutannya sangat baik akan tetapi memerlukan tekanan injeksi yang tinggi. (Aria, 2014).

Demikian halnya dengan Injektor berlubang banyak (multi hole) pengabutannya sangat baik. Injector ini sangat tepat digunakan pada direct injection. Injektor dengan model pin, injektor model pin ini model trotle maupun model pintle lebih tepat digunakan pada motor diesel dengan ruang bakar yang memiliki combustion chamber, kamar muka maupun kamar pusat (turbulen) dan Type Lanova. (Fendi Adi Wibowo 2013 Perawatan Injector, Semarang: Jawa Tengah).



Gambar 2 Injector

a. Komponen – Komponen Injector

Dalam (Sariffudin et al., 2021) Injektor pada mesin diesel berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke dalam selinder pada akhir langkah kompresi saat piston berada pada 18° - 22° sebelum TMA, pada langkah ini nozzle bagian Injector menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut sempurna secara continuous dan teratur sesuai mekanisme katup. Injector di dalam mekanismenya di bantu oleh komponen, 8 komponen penunjang agar memaksimalkan kinerja dari Injector di dalam mengabutkan bahan bakar, antara lain:

1. Nozzle needle (Jarum Pengabut)

Dalam (Adha, 2023) Jarum Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut. Jarum pengabut ditekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantara baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup. Jarum pengabut disebut juga sebagai katup jarum untuk mengabutkan bahan bakar.

2. Nozzle (Mulut Pengabut)

Nozzle alat penyemprot memiliki fungsi utama untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran. Setelah proses penyemprotan selesai, tekanan berkurang dan jarum akan didorong kembali ke dalam posisi penutup. Pembukaan dan penutupan jarum nosel penyemprot dapat dipantau menggunakan jarum periksa. Dalam metode pengabutan ini, pompa injeksi bahan bakar bertanggung jawab untuk mendorong bahan bakar saat penyemprotan dimulai dan berhenti saat penyemprotan harus dihentikan.

3. Nozzle Holder

Nozzel holder adalah salah satu bagian dari nosel injektor yang berperan sebagai saluran yang menghubungkan injektor dengan pipa high pressure. Nosel holder memiliki ulir yang berfungsi untuk menghubungkan dengan pipa bertekanan tinggi yang dipasang dengan mur.

4. Pressure Spring

Spring penekan adalah salah satu bagian dari nozzle injektor bahan bakar yang berfungsi untuk mengembalikan tekanan injeksi setelah proses injeksi selesai. Per tegangan

memberikan gaya pada jarum nosel untuk menutup saluran dengan aman, mencegah bahan bakar mengalir setelah proses injeksi selesai.

5. Pressure Pin

Pin tekanan adalah bagian dari nosel injektor yang berfungsi untuk mentransfer tekanan. Pressure pin akan meneruskan pressure. Pressure pin meneruskan tekanan dari bahan bakar untuk mendorong pressure spring kemudian jarum nosel terbuka untuk mengalirkan bahan bakar selama proses injeksi.

6. Distance Piece

Distance piece merupakan salah satu komponen dari Nozzle injektor yang berfungsi sebagai saluran dan penghubung antara nosel dengan dudukan injektor dan menyalurkan bahan bakar bertekanan ke badan nosel.

7. Retaining Nut

Retaining nut merupakan salah satu komponen injektor yang memiliki fungsi sebagai rumah berbagai komponen Injector nozzle pada bagian bawah. Oleh karena itu retaining nut juga akan melindungi berbagai komponen Injector nozzle dari kerusakan. Retaining nut akan dihubungkan dengan nozzle holder melalui ulir sehingga keduanya akan menjadi rumah dari berbagai komponen Injector lainnya.

8. Adjusting Washer

Adjusting washer atau shim adalah salah satu bagian nozzle injektor yang berfungsi untuk mengatur tekanan penginjeksian. Meskipun begitu, tidak semua jenis injektor dilengkapi dengan adjusting washer. Saat ketebalan adjusting washer ditingkatkan, tekanan penginjeksian akan meningkat, sementara jika ketebalan adjusting washer dikurangi, tekanan penginjeksian akan menurun.

b. Cara Kerja Injector

Injektor merupakan komponen penting dalam sistem aliran bahan bakar karena berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Penyemprotan ini harus dilakukan secara tepat sesuai dengan perintah dari ECU (Electronic Control Unit). Apabila injektor mengalami kerusakan, maka kinerja mesin akan menurun. (Zahri et al., 2024). Proses cara kerja Injector sebagai berikut:

1. Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui oil passage menuju oil pool pada bagian bawah nozzle body.

2. Penginjeksian Bahan Bakar

Bila tekanan pada oil pool naik, ini akan menekan permukaan nozzle needle. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka nozzle needle terdorong keatas dan menyebabkan nozzle menyemprotkan bahan bakar.

3. Akhir Penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan pressure spring mengembalikan nozzle needle keposisi semula (menutup saluran bahan bakar). Sebagian bahan bakar yang tersisa antara 13 nozzle needle dan nozzle body melumasi semua komponen dan kembali ke over flow pipe.

c. Jenis-jenis Injector

Jenis-jenis Injector dengan sifat pengabutan dan karakteristik yang berbeda, maka untuk fungsi pemakaiannya juga berbeda dimana bergantung pada proses pembakarannya. Proses pembakaran ini, ditentukan oleh bentuk ruang bakarnya.

Dari segi pemakaian dan posisi Injector terdiri dari Injector tidak langsung (precombustion chamber) dan Injector langsung (direct injection). Kedua jenis Injector ini sering digunakan, karena keduanya memiliki kekurangan serta kelebihan masing masing. Adapun perbedaan antara injektor langsung dan tidak langsung.

1. Injeksi jenis tidak langsung (precombustion chamber)

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung disemprotkan langsung ke dalam cylinder (ruang bakar utama), melainkan terlebih dahulu melalui suatu kamar muka atau

precombustion chamber (PC), sehingga proses pembakaran terjadi secara menjalar ke ruang bakar utama.

2. Injeksi langsung (direct Injection)

Injeksi langsung pada motor diesel cara kerjanya adalah nozzle menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam selinder (ruang bakar) sehingga proses pembakaran terjadi secara serempak.

d. Proses Pengabutan Bahan Bakar pada Injector

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

1. Pengabutan Udara

Proses pengabutan udara terjadi pada saat bahan bakar yang bertekanan 340 sampai 350 kg/cm² mengakibatkan tekanan pada rumah pengabut sebesar 240 kg/cm² yang selalu berhubungan langsung dengan tabung udara dengan tekanan bahan bakar dari pompa mencapai 350 kg/cm² pada Volume tertentu akan tertampung pada cincin pembagi dari pengabut tersebut. Tekanan bahan bakar dari pompa tadi juga akan mengangkat jarum pengabut dengan demikian, udara yang bertekanan tadi akan mengalir bersama bahan bakar melalui lubang-lubang halus pada cincin pembagi sehingga membentuk gas bahan bakar dan masuk ke dalam silinder. Gas bahan bakar yang terbentuk karena proses persenyawaan antara udara dengan bahan bakar maka akan sangat mudah terbakar bila berhubungan dengan udara panas dan bertekanan tinggi. Dengan plunger pompa injeksi yang digerakan oleh poros yang berhubungan dan distel sedemikian rupa maka pengabutan hanya terjadi pada akhir kompresi.

2. Pengabutan Tekan

Pada proses pengabut tekan ini saluran bahan bakar dan ruangan dalam rumah pengabut harus selalu terisi penuh oleh bahan bakar, dengan jarum pengabut yang tertekan oleh pegas sehingga saluran akan tertutup. Namun ketika bahan bakar dari injection pump yang bertekanan 350 kg/Cm² mengalir ke bagian jarum pengabut, pengabut akan tertekan keatas sehingga saluran akan terbuka. Dengan demikian, bahan bakar akan terdesak melalui celah di antara jarum pengabut dalam bentuk gas. Untuk memperoleh proses pembakaran yang 17 sempurna didalam silinder maka proses pemampatan udara di dalam silinder diusahakan menghasilkan turbulensi udara.

3. Pengabutan Gas

Pengabut ini dirancang sedemikian rupa dengan elemen-elemen yang terdiri atas rumah pengabut, katup, dan bak pengabut yang terletak di bagian bawah pengabut dan berada dalam ruang bakar. Dalam proses pengabutan ini, bahan bakar telah berada dalam kondisi bertekanan tinggi dan katup injeksi sudah terbuka sejak langkah pengisapan oleh torak. Dalam keadaan ini, sebagian bahan bakar sudah menetes ke bak pengabut yang di bagian sampingnya terdapat lubang-lubang kecil. Situasi ini akan menyebabkan mesin menjadi sangat panas, sehingga bahan bakar tersebut akan bertransformasi menjadi kabut. Di akhir proses kompresi, udara bertekanan akan masuk ke dalam bak pengabut melalui celah-celah kecil pada bak pengabut dan menyebabkan terjadinya letusan. Namun hal ini tidak sepenuhnya membakar bahan bakar karena kekurangan oksigen, sehingga sisa bahan bakar tak terpakai akan masuk dan keluar dari ruang bakar dan terbakar di dalam ruang tersebut.

Nozzle

Menurut Wooldridge, M. S. menyatakan bahwa penyemprot adalah salah satu bagian utama untuk motor diesel, dengan alasan bahwa kemampuan semprot untuk mengendalikan ketegangan dan menghujani bahan bakar diesel dari bosch siphon ke ruang 87 sel bahan bakar motor. dengan asumsi

diesel yang terciprat ke ruang pengapian tidak bagus atau tidak berkumpul, motor diesel akan sulit untuk memulai dengan alasan bahwa diesel yang tidak berkonsolidasi akan sulit dikonsumsi oleh intensitas dari tekanan motor diesel. akibatnya, cerat motor diesel ini dapat diubah regangan diesel seperti yang ditunjukkan oleh prinsip-prinsip setiap motor diesel. jika tekanan cerat tidak cukup tinggi maka perbaiki baut setelan cerat sampai Anda melacak tekanan berbasis sinar matahari normal, 10 dengan cara yang sama, sebaliknya ketika tekanan cerat dirasakan terlalu tinggi, baut setelan cerat yang ada di belakang di kendurin, namun untuk cerat diesel kubota dan yanmar untuk mengubahnya menggunakan cincin cerat yang dapat diubah sedikit tebal sehingga tekanan bertenaga matahari pada akhirnya tergantung pada norma motor diesel.

Nozzel pada mesin induk kapal memiliki beberapa jenis jika dilihat dari cara penyemprotannya. Adapun jenis-jenis tersebut adalah sebagai berikut:

a. Hanya Satu Lubang (Single Hole)

Nozzle Lubang Tunggal ialah tipe injektor yang hanya memiliki satu lubang untuk injeksi. Sudut injeksi nozzle ini berada di antara 4 hingga 15°, sehingga aliran bahan bakar yang disuntikkan tidak terlalu lancar. Karena itu, nozzle Lubang Tunggal umumnya dipakai pada mesin diesel yang memiliki ruang bakar dengan pola aliran udara yang berputar, sehingga pencampuran antara udara dan bahan bakar dapat terjadi dengan lebih merata dan efisien.

b. Berlubang Banyak (Multi Hole)

Nozzle Lubang Banyak merupakan tipe injektor dengan sejumlah lubang injeksi yang lebih dari satu di bagian ujung noselnya. Tipe nozzle injektor ini paling sering dipakai pada mesin diesel dengan sistem injeksi langsung, di mana bahan bakar diinjeksi langsung ke dalam ruang pembakaran.

c. Desain Pintle Type

Fuel injector yang memiliki nozel berbentuk jarum merujuk pada jenis fuel injector yang ujungnya mirip pin dengan bentuk yang konus. Model ini lebih sering diterapkan pada mesin diesel yang menggunakan sistem injeksi tidak langsung dan memiliki ruang pra-pembakaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pengumpulan data asli dari permasalahan yang terjadi di atas kapal melalui observasi langsung. Metode ini dilakukan dalam konteks alami dan bertujuan memahami fenomena secara mendalam, dengan peneliti sebagai instrumen utama. Pendekatan kualitatif memungkinkan pengungkapan keunikan individu atau kelompok secara menyeluruh dan ilmiah. Penelitian dilaksanakan selama 12 bulan, dari Agustus 2023 hingga Juli 2024, di kapal MV. SPIL RUMI milik PT. Salam Pacific Indonesia Lines, dengan observasi dan wawancara langsung sebagai teknik utama untuk menjawab rumusan masalah.

Data diperoleh dari dua sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan secara langsung melalui pengamatan dan wawancara dengan masinis kapal, sementara data sekunder berasal dari literatur, jurnal, laporan, dan sumber resmi lainnya. Pengumpulan data dilakukan secara cermat untuk menjaga validitas dan reliabilitas, dengan menekankan pentingnya keterampilan dan integritas pengumpul data. Instrumen pengumpulan dirancang agar variabel yang dikaji sesuai dan relevan dengan tujuan penelitian.

Analisis data dilakukan secara reflektif dan tidak mengikuti tahapan yang kaku. Prosesnya melibatkan penelaahan berulang terhadap data untuk menemukan pola dan makna yang muncul secara alami dalam konteks lapangan. Untuk mendukung analisis, digunakan metode fishbone (diagram Ishikawa) guna mengidentifikasi berbagai penyebab dari permasalahan yang diteliti. Diagram ini membantu memetakan hubungan antara masalah utama dan faktor-faktor penyebabnya secara terstruktur, sehingga akar permasalahan dapat dikenali secara jelas dan sistematis.

HASIL PENELITIAN

Hasil Observasi

Analisa merupakan langkah awal yang penting dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Proses ini mencakup penyajian data, pembahasan mengenai permasalahan, serta teknik penyajian data yang akan dijelaskan oleh penulis. Fokus permasalahan dalam penelitian ini adalah penyebab ketidaksempurnaan proses pengabutan pada Injector mesin induk.

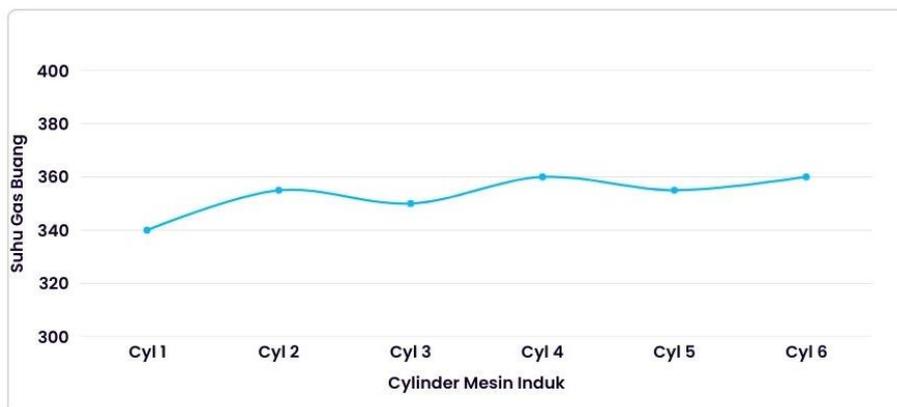
Tabel 1 Indikator Parameter Mesin Induk

<i>RPM Speed</i>	520 RPM
<i>LO Pressure</i>	0.44 - 0.49 MPa
<i>LO Inlet Temperature</i>	45° - 55° C
<i>Scavenge Air Pressure</i>	0.10 - 0.18 MPa
<i>FW Outlet Temperature</i>	70° - 83° C
<i>Fuel Index</i>	122 - 144 mm
<i>FW Pressure</i>	0.10 - 0.25
<i>Exhaust Gas Temperature</i>	300° - 400° C
<i>SW Inlet Pressure</i>	0.11 - 0.15 MPa

Data yang diperoleh terkait Injector, digunakan sebagai bahan perbandingan. Data tersebut dikumpulkan melalui kegiatan penelitian selama pelaksanaan praktik laut di kapal MV. SPIL RUMI sebagai berikut:

Tabel 2 Suhu gas buang saat keadaan normal

NO. CYL	CYL 1	CYL 2	CYL 3	CYL 4	CYL 5	CYL 6
EXH TEMP	340°	355°	350°	360°	355°	360°

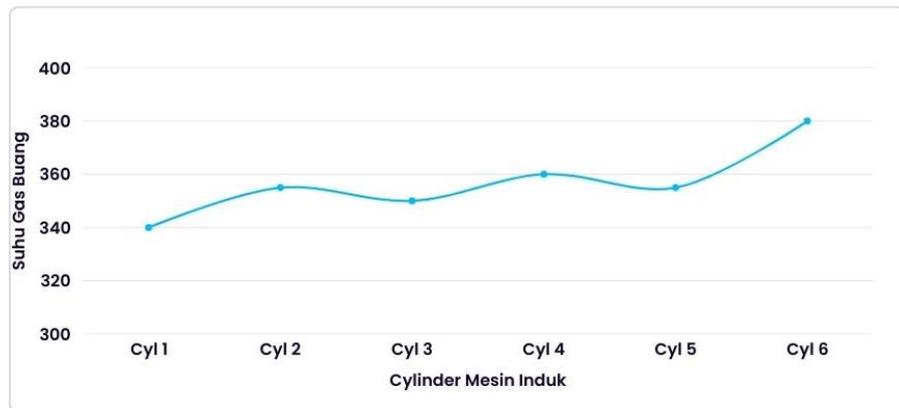


Gambar 3 Suhu gas buang saat keadaan normal

Berdasarkan hasil pencatatan, disimpulkan bahwa kinerja Injector ketika kapal dalam keadaan underway full pada 16 Februari 2024 menunjukkan performa yang memuaskan. Ini terlihat dari suhu gas buang pada Silinder nomor 1 hingga nomor 6 yang tetap dalam batas normal, yaitu antara 340 hingga 360°C. Rentang suhu ini mengindikasikan bahwa proses pembakaran terjadi secara efisien dan tidak ada tanda-tanda gangguan pada sistem injeksi bahan bakar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem pembakaran mesin tetap berfungsi secara optimal dalam keadaan operasional penuhnya.

Tabel 3 Suhu gas buang dalam keadaan abnormal

NO. CYL	CYL 1	CYL 2	CYL 3	CYL 4	CYL 5	CYL 6
EXH TEMP	340°	355°	350°	360°	355°	380°



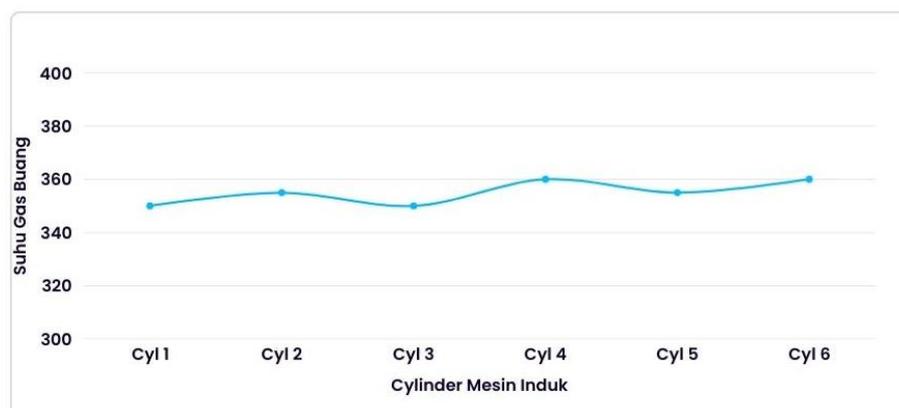
Gambar 4 Suhu gas buang dalam keadaan abnormal

Ketika kapal sedang dalam kondisi underway full pada tanggal 17 Februari 2024, suhu gas buang di silinder nomor 6 tercatat naik hingga 380°C. Walaupun perbedaannya tidak terlalu mencolok dibandingkan silinder lainnya, suhu ini telah melebihi batas normal dan bisa mengakibatkan masalah pada sistem pembakaran. Sebagai langkah preventif, Chief Engineer menginstruksikan untuk mengurangi kecepatan kapal supaya suhu gas buang di silinder nomor 6 dapat berkurang secara bertahap. Tindakan ini diambil karena pada saat itu situasi perjalanan dan cuaca yang tidak mendukung membuat perbaikan langsung tidak memungkinkan.

Saat kapal beroperasi dalam keadaan underway full pada 17 Februari 2024, suhu gas buang di silinder nomor 6 tercatat meningkat hingga 380°C. Meskipun selisihnya tidak terlalu besar dibandingkan silinder lainnya, suhu tersebut sudah melebihi batas normal dan berpotensi menyebabkan masalah pada sistem pembakaran. Sebagai tindakan pencegahan, Chief Engineer menginstruksikan untuk mengurangi kecepatan kapal supaya suhu gas buang di silinder nomor 6 bisa turun sedikit demi sedikit. Langkah ini diambil karena pada waktu itu situasi perjalanan dan cuaca yang tidak mendukung membuat perbaikan secara langsung tidak dapat dilakukan.

Tabel 4 Suhu gas buang setelah perbaikan

NO. CYL	CYL 1	CYL 2	CYL 3	CYL 4	CYL 5	CYL 6
EXH TEMP	340°	355°	350°	360°	355°	380°



Gambar 5 Suhu gas buang setelah perbaikan

Ketika dilakukan pemeriksaan dan perbaikan pada 19 Februari 2024, terdeteksi bahwa Injector nomor 1 mengalami masalah dalam proses penyemprotan bahan bakar, yang tidak berfungsi secara optimal karena adanya hambatan. Sementara itu, Injector nomor 6 menunjukkan adanya kebocoran atau

tetes bahan bakar di bagian ujung nozzle. Isu ini diakibatkan oleh tersumbatnya ujung nozzle dan keausan pada bagian Injector. Penemuan ini menunjukkan bahwa kedua Injector perlu dirawat dan mengganti komponen agar dapat kembali berfungsi normal.

Hasil Wawancara

Penelitian ini didasarkan pada hasil wawancara yang dilakukan peneliti selama menjalani praktik laut. Dua orang narasumber, yaitu KKM (Chief Engineer) dan Masinis 2 (Second Engineer) di kapal MV SPIL RUMI. Kedua narasumber dipilih karena mereka memiliki pengetahuan dan pengalaman yang cukup dalam hal perawatan dan perbaikan mesin induk, khususnya pada bagian Injector.

Berikut adalah peran dan tanggung jawab KKM (chief engineer), dan masinis 2 (2 nd Engineer) diatas kapal:

1. KKM (Chief Engineer) adalah perwira mesin yang bertanggung jawab penuh atas semua hal yang berkaitan dengan mesin kapal.
2. Masinis 2 (2 nd Engineer) adalah perwira kapal yang bertanggung jawab atas operasional dan perawatan mesin induk kapal di bawah pengawasan langsung chief engineer (KKM).

Hasil wawancara terhadap engine crew kapal MV Armada Sejati adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil wawancara

No	Pertanyaan	Chief Engineer	2nd Engineer
1.	Apa penyebab terjadinya ketidaksempurnaan proses pengabutan pada <i>Injector main engine</i> ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Nozzle</i> tersumbat 2. Kualitas bahan bakar yang tidak sesuai (jelek). 3. Filter bahan bakar penuh kotoran. 4. Tekanan pada <i>Injector</i> kurang maksimal. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekanan <i>bosh pump</i> yang kurang maksimal. 2. Terjadi Penyumbatan atau penumpukan jelaga hasil pembakaran yang kurang sempurna pada <i>nozzle Injector</i>. 3. Mesin bantu penyaring bahan bakar bekerja kurang maksimal.
2.	Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi penyebab tidak sempurnanya proses pengabutan pada <i>Injector main engine</i> ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pembersihan pada seluruh filter sistem bahan bakar. 2. Cek tekanan <i>Injector</i> menggunakan <i>pressure test</i>. 3. Melakukan pembersihan pada <i>nozzle</i>. 4. Melakukan <i>Treatment</i> pada tanki bahan bakar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cek tekanan <i>bosh pump</i>. 2. Melakukan perawatan atau pergantian <i>nozzle</i> dan lakukan penyekiran/lapping pada dudukan <i>nozzle</i> dan lakukan kalibrasi ulang. 3. Melakukan perawatan pada mesin bantu penyaring bahan bakar.

Berdasarkan hasil wawancara dengan KKM (chief engineer) dan masinis 2 (2nd Engineer) terdapat beberapa jawaban yang secara konsisten disebutkan oleh narasumber sebagai penyebab, dampak, dan upaya mengatasi kurang maksimalnya pengabutan pada Injector mesin induk, yaitu:

1. Penyebab tidak sempurnanya pengabutan pada Injector mesin induk
 - a. Terjadi penyumbatan pada *nozzle Injector*.
 - b. Kualitas bahan bakar yang tidak memenuhi standar.
 - c. Kotornya pada sistem filterasi bahan bakar.
2. Upaya yang dilakukan jika terjadi ketidaksempurnaan pengabutan pada Injector mesin induk
 - a. Melakukan perawatan pada sistem filterasi bahan bakar dengan dengan mekalukan pembersihan.
 - b. Melakukan cek tekanan pada *Injector* menggunakan *pressure test*.

- c. Melakukan perawatan pada nozzle Injector sesuai instruction manual book.

Hasil Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah salah satu teknik pengumpulan data, dengan mencatat dan memotret bagian-bagian mesin, kegiatan perbaikan dan perawatan mesin, serta semua hal yang berkaitan dengan sistem pengabutan bahan bakar. Data diperoleh dari dokumen dan arsip kapal yang dijadikan sebagai dasar, sehingga tidak diperlukan analisis tambahan.

Berikut ini merupakan beberapa hasil dokumentasi yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian.



(a) (b)
Gambar 6 (a) Kondisi Injector (b) Proses Pembongkaran

Gambar 6(a) menunjukkan kondisi Injector cyl no.6 sebelum dilakukan perawatan, di mana nozzle Injector mengalami penyumbatan dan pengaturan tekanan pada Injector tidak sesuai dengan Intruction manual book di kapal MV SPIL RUMI, tempat dilaksanakannya penelitian. Gambar 6(b) memperlihatkan proses pembongkaran Injector pada silinder nomor 1 dan 6, yang dilakukan karena sebelumnya terjadi ketidaksempurnaan dalam proses pengabutan bahan bakar. Pembongkaran ini bertujuan untuk memeriksa kondisi masing-masing komponen Injector serta mencari penyebab terjadinya ketidaksempurnaan pengabutan.



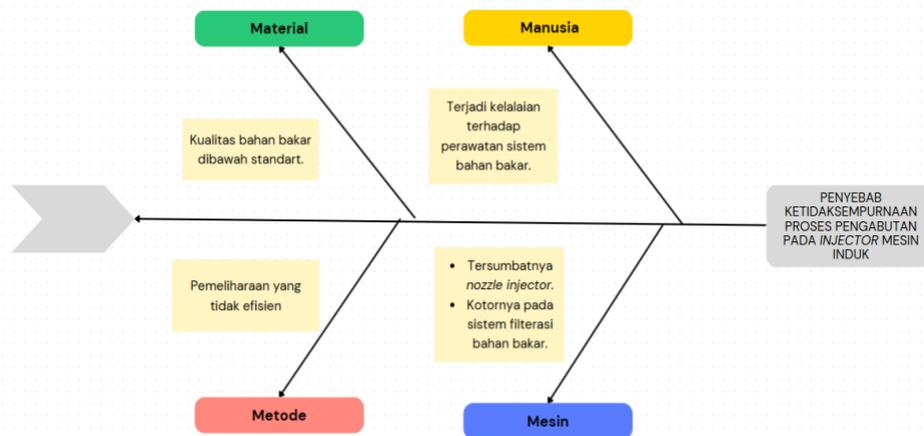
(a) (b)
Gambar 7 (a) Pemasangan Nozzle (b) Proses Setel Ulang

Gambar 7(a) memperlihatkan proses penggantian nozzle pada Injector silinder nomor 6, setelah ditemukan adanya penyumbatan serta keausan pada komponen nozzle tersebut. Sedangkan nozzle pada

Injector silinder nomor 1 hanya dilakukan pembersihan pada ujung nozzle nya. Pada gambar 7(b) memperlihatkan proses penyetelan ulang tekanan Injector yang dilakukan menggunakan alat uji tekanan (pressure test) hingga mencapai nilai yang sesuai dengan Intruction Manual Book. Penyetingan ini sangat penting untuk memastikan kinerja Injector kembali optimal.

Analisis Data

Proses analisis troubleshooting sistem pengabutan bahan bakar pada Injector menggunakan metode Fishbone Analysis. Teknik ini merupakan diagram berbentuk tulang ikan yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dari suatu permasalahan, di mana setiap masalah pasti memiliki penyebab dan dampaknya. Analisis ini mempertimbangkan beberapa faktor utama, seperti manusia, mesin, metode, dan material. Dengan pendekatan ini, identifikasi akar permasalahan menjadi lebih terstruktur dan sistematis. Berikut adalah diagram Fishbone yang disusun berdasarkan hasil analisis data untuk mengungkap faktor-faktor penyebab gangguan pada proses pengabutan bahan bakar Injector.



Gambar 8 Diagram Fishbone

Berikut ini adalah penjelasan penyebab permasalahan terkait ketidaksempurnaan proses pengabutan pada injector mesin induk.

a. Faktor Manusia

Salah satu penyebab utama ketidaksempurnaan proses pembakaran pada Injector mesin induk adalah faktor manusia, khususnya dalam hal perawatan sistem bahan bakar. Kami mendapati adanya kelalaian teknisi dalam menjalankan prosedur pemeliharaan rutin. Beberapa prosedur penting tampak diabaikan, baik karena keterbatasan pemahaman teknis. Kondisi ini menyebabkan beberapa komponen sistem bahan bakar tidak diperiksa secara menyeluruh, sehingga potensi gangguan tidak terdeteksi sejak dini.

b. Faktor Material

Dari hasil pengamatan dan data teknis, bahan bakar yang digunakan dalam beberapa siklus operasi terakhir menunjukkan kualitas yang berada di bawah standar. Kandungan partikulat dan residu yang tinggi dalam bahan bakar menyebabkan pembentukan kerak pada nozzle Injector. Hal ini secara langsung mengganggu proses atomisasi dan distribusi bahan bakar di ruang bakar. Ketika kualitas bahan bakar tidak sesuai spesifikasi, maka pembakaran menjadi tidak sempurna, yang berdampak pada peningkatan konsumsi bahan bakar, penurunan efisiensi mesin, dan naiknya kadar emisi buang.

c. Faktor Metode

Metode perawatan yang diterapkan belum sepenuhnya konsisten dengan prosedur yang direkomendasikan oleh pembuat komponen. Banyak proses pemeliharaan dilakukan secara reaktif, yaitu hanya setelah gejala kerusakan muncul. Padahal, idealnya pemeliharaan dilakukan secara preventif dan terjadwal. Misalnya, proses flushing sistem bahan bakar atau inspeksi berkala terhadap Injector belum dilakukan sesuai interval yang dianjurkan.

d. Faktor Mesin

Dari aspek teknis mesin, terdapat indikasi kuat bahwa sistem filtrasi bahan bakar tidak bekerja dengan optimal. Kotoran dan partikel halus yang seharusnya tersaring justru masuk ke dalam sistem injeksi. Akibatnya, nozzle Injector mengalami penyumbatan, yang pada akhirnya menghambat proses pengkabutan bahan bakar. Selain itu, performa sistem pembakaran jadi tidak stabil, mesin cenderung bergetar lebih kuat, dan proses pembakaran berlangsung tidak sempurna. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini bisa memicu kerusakan lanjutan pada komponen mesin utama.

PEMBAHASAN

Berikut merupakan jawaban dari rumusan masalah tentang ketidaksempurnaan pengabutan bahan bakar pada injector mesin induk:

1. Apa penyebab terjadinya ketidaksempurnaan proses pengabutan pada Injector main engine?
Berikut ini adalah beberapa penyebab terjadinya ketidaksempurnaan proses pengabutan pada Injector mesin induk diatas kapal.
 - a. Tekanan bahan bakar yang tidak maksimal.
Tekanan bahan bakar yang cukup tinggi sangat penting agar bahan bakar dapat disemprotkan atau diatomisasi dengan halus oleh Injector. Bosh pump berfungsi sebagai pompa tekanan yang menghasilkan tekanan tinggi ini. Jika tekanan dari bosh pump atau Injector rendah, bahan bakar tidak akan tercampur dengan udara secara optimal.
Akibatnya, tetesan bahan bakar menjadi lebih besar dan tidak merata, sehingga proses pembakaran di dalam ruang bakar menjadi kurang sempurna dan berpotensi menimbulkan pemborosan bahan bakar serta emisi yang lebih tinggi.
 - b. Penyumbatan pada Nozzle
Nozzle Injector adalah bagian yang bertugas menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Jika nozzle tersumbat oleh jelaga (karbon sisa pembakaran) atau kotoran lain yang terbawa dari bahan bakar, lubang-lubang kecil pada nozzle akan tertutup atau menyempit.
Hal ini menyebabkan pola semprotan bahan bakar menjadi tidak ideal baik dari segi jumlah maupun bentuk semprotan. Akibatnya, proses pembakaran menjadi tidak efisien dan berpotensi menyebabkan mesin berjalan tidak stabil.
 - c. Kualitas bahan bakar yang buruk (tidak sesuai standar)
Bahan bakar dengan kualitas rendah, seperti yang mengandung sulfur tinggi, air, atau residu berat, dapat merusak sistem injeksi. Kotoran dan zat-zat kimia berbahaya yang terkandung dalam bahan bakar tersebut mempercepat pembentukan kerak pada nozzle dan komponen injeksi lainnya.
Selain itu, bahan bakar yang tidak stabil secara kimiawi juga bisa menyebabkan korosi pada bagian dalam sistem bahan bakar. Penggunaan bahan bakar berkualitas rendah secara terus-menerus bukan hanya menyebabkan pengabutan yang tidak sempurna, tapi juga dapat memperpendek umur pakai mesin secara keseluruhan.
 - d. Filter bahan bakar yang kotor atau tidak berfungsi optimal.
Filter bahan bakar berfungsi sebagai penyaring utama partikel kotoran sebelum bahan bakar masuk ke sistem injeksi. Jika filter dalam kondisi kotor, tersumbat, atau rusak, maka kotoran akan lolos dan masuk ke Injector. Hal ini menyebabkan penyumbatan pada nozzle atau keausan komponen akibat gesekan partikel asing.
Tidak hanya itu, filter yang sudah penuh juga dapat menghambat aliran bahan bakar, sehingga tekanan turun dan proses pengabutan terganggu. Oleh karena itu, filter harus rutin dibersihkan atau diganti dalam jadwal perawatan yang teratur agar sistem tetap dalam kondisi prima.
 - e. Mesin bantu penyaring bahan bakar tidak bekerja secara maksimal
Mesin bantu penyaring bahan bakar yang biasa disebut Purifier berfungsi sebagai sistem pendukung untuk meningkatkan kualitas bahan bakar sebelum masuk ke sistem utama. Mesin bantu ini biasanya digunakan untuk proses pemisahan air, partikel, dan senyawa berat dalam bahan bakar. Jika tidak berfungsi dengan baik, maka bahan bakar yang masuk masih dalam kondisi kotor atau tercemar. Kegagalan pada mesin bantu ini bisa disebabkan oleh kerusakan

komponen, perawatan yang tidak teratur, atau kualitas unit yang sudah menurun. Akibatnya, sistem injeksi akan menerima bahan bakar yang belum benar-benar bersih, meningkatkan risiko penyumbatan dan kerusakan. Oleh karena itu, kondisi mesin bantu harus selalu dipantau dan dirawat secara berkala sebagai bagian dari sistem pemurnian bahan bakar.

2. Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi tidaksempurnanya proses pengabutan pada Injector main engine?

Berikut ini adalah beberapa Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi tidaksempurnanya proses pengabutan pada Injector mesin induk:

a. Pembersihan Seluruh Filter Bahan Bakar

Pembersihan filter bahan bakar merupakan tindakan pertama yang dilakukan untuk menjamin kelancaran suplai bahan bakar menuju Injector. Filter berfungsi menyaring partikel-partikel asing seperti debu, lumpur, atau karat yang mungkin terbawa dari tangki atau pipa distribusi. Jika dibiarkan kotor, filter dapat menyebabkan aliran bahan bakar menjadi tidak stabil, menurunkan tekanan, dan akhirnya mengganggu proses pengabutan. Dengan demikian, pembersihan filter tidak hanya mencegah kerusakan sistem injeksi, tetapi juga menjaga kualitas pembakaran.

b. Pemeriksaan dan Pengujian Tekanan Injector dan Bosh Pump

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap sempurna tidaknya proses pengabutan adalah tekanan bahan bakar yang dikeluarkan oleh Injector dan bosh pump. Jika tekanan tidak mencapai nilai standar, maka bahan bakar tidak dapat diubah menjadi kabut halus yang merata di dalam ruang bakar. Akibatnya, pembakaran akan berlangsung tidak sempurna dan dapat memicu penurunan tenaga mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar, hingga timbulnya asap tebal. Oleh karena itu, pemeriksaan tekanan Injector menjadi langkah penting dalam memastikan sistem bekerja dalam kondisi optimal.

Pengujian tekanan biasanya dilakukan menggunakan alat pressure tester untuk mengetahui apakah Injector masih mampu menghasilkan tekanan sesuai spesifikasi pabrikan. Di sisi lain, bosh pump sebagai penyedia tekanan awal juga diperiksa tekanan kerjanya agar aliran ke Injector tidak terganggu. Bila tekanan diketahui tidak sesuai, maka perlu dilakukan penggantian atau penyetelan komponen yang rusak. Upaya ini sangat penting dilakukan secara berkala, terutama sebelum kapal melakukan pelayaran jauh, untuk menghindari potensi gangguan serius pada sistem pembakaran selama perjalanan.

c. Perawatan dan Penyetelan Nozzle

Nozzle merupakan bagian vital dalam sistem injeksi bahan bakar karena bertugas mengubah bahan bakar cair menjadi kabut halus yang mudah terbakar. Seiring waktu, nozzle dapat mengalami keausan atau kerusakan akibat tekanan tinggi dan paparan panas dari proses pembakaran. Oleh sebab itu, dilakukan penggantian nozzle yang sudah aus untuk mencegah perubahan pola semprot yang berakibat pada pembakaran tidak sempurna. Keausan pada ujung nozzle bisa menyebabkan pengabutan menjadi kasar dan tidak merata, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi mesin.

Selain penggantian, dilakukan juga penyekiran (lapping) pada dudukan nozzle untuk memastikan permukaannya tetap rata dan tidak bocor. Permukaan dudukan yang tidak rata dapat menyebabkan kebocoran bahan bakar atau kebocoran tekanan, yang berujung pada gangguan proses penyemprotan. Setelah proses penyekiran, nozzle biasanya akan dikalibrasi ulang agar tekanan semprotnya sesuai dan arah semprotan tetap akurat. Tindakan ini penting untuk menjaga performa Injector dan mendukung terciptanya pembakaran yang bersih, efisien, serta ramah lingkungan.

d. Treatment pada Tangki Bahan Bakar dan Perawatan pada Purifier

Tangki bahan bakar adalah tempat penyimpanan utama bahan bakar kapal sebelum didistribusikan ke sistem injeksi. Jika tidak dirawat, tangki bisa menjadi sumber kontaminasi, terutama jika terdapat air laut yang masuk, lumpur, atau mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Kontaminasi ini dapat mempercepat proses korosi dan menghasilkan endapan yang membahayakan komponen mesin. Untuk mencegah hal ini, dilakukan treatment berupa pengurasan berkala dan pemberian aditif bahan bakar guna mencegah pertumbuhan

mikroorganisme serta mengikat air yang mungkin bercampur dalam bahan bakar. Selain itu, mesin bantu penyaring bahan bakar yang biasa disebut Purifier juga memainkan peranan penting dalam memastikan hanya bahan bakar bersih yang mencapai Injector. Mesin ini digunakan untuk memisahkan kotoran dan air dari bahan bakar atau oli menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Jika mesin penyaring tidak bekerja dengan baik, maka bahan bakar kotor akan lolos dan menyebabkan keausan pada nozzle, atau bahkan menyumbat Injector. Oleh karena itu, perawatan dan pemeriksaan berkala terhadap mesin penyaring menjadi salah satu prioritas dalam manajemen sistem bahan bakar di atas kapal.

PENUTUP

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ketidaksempurnaan proses pengabutan pada injector mesin induk disebabkan oleh beberapa faktor utama, seperti tekanan bahan bakar yang tidak maksimal, penyumbatan pada ujung nozzle akibat kotoran atau sisa pembakaran, kualitas bahan bakar yang tidak sesuai standar, serta kondisi filter dan purifier yang kotor atau tidak bekerja optimal. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan pembakaran tidak sempurna, meningkatnya suhu gas buang, dan penurunan performa mesin secara keseluruhan. Untuk mencegah hal tersebut, diperlukan perawatan rutin injector dan pengecekan tekanan semprot, menjaga kebersihan filter bahan bakar, menggunakan bahan bakar sesuai spesifikasi, memastikan purifier berfungsi optimal, serta melakukan kalibrasi ulang bila tekanan tidak sesuai standar. Tindakan pencegahan ini penting untuk menjaga kinerja injector tetap optimal, memastikan pembakaran sempurna, dan meningkatkan efisiensi bahan bakar.

Sebagai saran, perawatan injector sebaiknya mengikuti jadwal Plan Maintenance System (PMS) kapal agar potensi penyumbatan dapat dicegah sejak dini. Pengujian tekanan injector juga perlu dilakukan sebelum dan sesudah pelayaran jarak jauh untuk mendeteksi kerusakan lebih awal. Penggunaan bahan bakar harus melalui proses pemurnian yang baik untuk menghindari kontaminan seperti air dan lumpur yang dapat merusak nozzle. Selain itu, pencatatan hasil perawatan perlu dilakukan secara disiplin agar kondisi injector dapat dipantau dan menjadi acuan untuk pemeriksaan selanjutnya. Dengan penerapan yang konsisten, performa sistem pembakaran akan lebih terjaga dan andal.

REFERENSI

- Abdullah, R. (2021). PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN MESIN INDUK KAPAL PERIKANAN PADA KM. SUMBER REZEKI.
- Adha, A. M. (2023). ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN INJEKTOR PADA MESIN INDUK DI KAPAL AHTS TEMASEK SEPINGGAN.
- Aria, Z. (2014). Makalah Motor Diesel Tentang Injector.
- Marsudi, S., & Khusniawati, F. (2022). PENGARUH PERFORMA TURBOCHARGER TERHADAP KINERJA MESIN INDUK DI MT. GREEN PARK.
- Pujiati. (2024). Kerangka Penelitian dan Tata Cara Membuatnya.
- Sariffudin, Widada, H., & A. Hase, M. F. (2021). Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal. *Journal Marine Inside*, 31-42. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v3i2.32>
- Situyu, S. (2015). DASAR METODOLOGI PENELITIAN.
- Zahri, A., Mela, H., & Hutagaol, G. R. (2024). Cara Kerja Serta Perawatan Dan Perbaikan Sistem Injeksi Bahan Bakar Elektronik (Efi) Pada Mesin Diesel 2.500 CC.