



Analisa Penyebab Menurunnya Kinerja Injektor Terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di MV.SELAT MAS

Supardi Temmu²⁾ Novianty Palayukan²⁾ Fitria Indah Ramadani³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Program Studi Teknika

Jln. Tentara Pelajar No. 173 Makassar, Kode pos. 90172

E-mail: fitriaindahr052@gmail.com, noviantypalayukan@gmail.com, suparditemmu@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan Penelitian adalah mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injektor terhadap pembakaran motor diesel. Penelitian dilaksanakan di MV. Selat Mas, milik perusahaan PT. Temas Shipping mulai tanggal 14 Agustus 2019 sampai 28 Agustus 2020. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, dengan menggunakan metode lapangan (observasi) dan juga metode kepustakaan berupa dokumen-dokumen, *Instruction Manual Book* serta buku-buku yang berkaitan dengan penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel disebabkan oleh Tersumbatnya lubang pada *Nozzle* dan Menetesnya bahan bakar pada *Nozzle*, karena kurangnya perawatan pada injektor yang ada *Main Engine*.

Kata Kunci : *Injektor, Pembakaran, Motor Diesel*

1. PENDAHULUAN

Pada suatu mesin diesel hal yang sangat penting adalah pembakaran. Titik yang kritis dari operasi sebuah mesin diesel yang harus dilakukan dengan sempurna adalah pembakaran, di mana hasil dari sebuah pembakaran yang dikompersi menjadi daya pada mesin untuk melakukan operasional. Pembakaran merupakan tempat diprosesnya suatu gerakan menjadi gerakan yang lain, pembakaran juga merupakan salah satu penyebab perubahan kimia. Gerak yang dirubah adalah gerak lurus vertical dalam proses pembakaran menjadi gerak putar yang nantinya diteruskan pada poros untuk memutar baling-baling yang biasa disebut dengan *propeller*. Baling-baling/*propeller* akan bergerak menjadi putaran dan inilah yang menggerakkan kapal dalam segala posisi, baik itu maju ataupun mundur. Jika semua itu dalam kondisi yang stabil, maka operasi pelayaranpun akan lancar.

Terdapat salah satu komponen yang terdapat pada mesin diesel, yang mempengaruhi sistem pembakaran adalah injektor. Injektor adalah salah satu komponen bahan bakar diesel yang berfungsi untuk menyemprotkan dan mengabutkan



bahan bakar ke dalam ruang *cylinder* atau ruang pembakaran pada setiap akhir langkah kompresi. Pengabutan ini dilaksanakan dengan penginjeksian tekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar diatur oleh katup pemasukan bahan bakar. Terdapat pengaruh yang sangat penting terhadap bahan bakar yang dimasukkann ke dalam *cylinder* dan sistem pembakaran pada mesin diesel.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, masalah penelitian ini adalah faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injektor terhadap proses pembakaran motor diesel di kapal MV. Selat Mas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Injektor adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar yang telah menjadi kabut ke dalam ruang pembakaran. Pengabutan ini dilaksanakan dengan penginjeksian dengan tekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang di injeksikan ke dalam silinder atau ruang pembakaran diatur oleh katup pemasukan bahan bakar.

Pada umumnya Mesin diesel dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Mesin 2 tak dan 4 tak. Dari cara kerja kedua mesin ini terdapat beberapa perbedaaan. Dimana mesin 2 tak hanya memiliki dua langkah dalam satu siklus pembakaran, yaitu langkah satu (Hisap dan Kompresi) dan langkah dua (Usaha dan Buang). Sedangkan mesin 4 tak mempunyai empat langkah dalam satu siklus pembakaran, yaitu hisap, kompresi, usaha dan buang.

a. Langkah kerja pada mesin 2 tak

- 1) Langkah hisap dan kompresi, terjadi ketika piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Pada titik tertentu, piston (*ring piston*) akan melewati lubang pembuangan, dan pemasukan gas.
- 2) Langkah usaha dan buang, terjadi ketika piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), pembakaran terjadi akibat *nozzle* menyemprotkan bahan bakar, campuran udara.

Pada Mesin 4 tak itu mesin yang melumasi 4 siklus mesin bakar (langkah torak) dengan melakukan 2 putaran crankshaft. Di mana mesin Mesin ini berputar 2 kali atau 720 derajat untuk melakukan 4 siklus, sehingga 1 putaran crankshaft (360 derajat) melakukan 2 siklus.



b. Langkah kerja mesin 4 tak

- 1) Langkah hisap. terjadi ketika katup hisap terbuka dan katup buang tertutup, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB).
- 2) Langkah kompresi, terjadi ketika katup hisap dan katup buang tertutup, piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA).
- 3) Langkah usaha, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) terjadi ketika katup hisap dan katup buang tertutup.
- 4) Langkah buang, terjadi ketika katup buang terbuka dan katup hisap tertutup, piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA).

Firing Order adalah urutan pembakaran yang terjadi pada mesin yang mempunyai jumlah silinder lebih dari satu. *Table Sequence* adalah suatu *table* yang menyatakan urutan langkah dan urutan pembakaran yang terjadi pada mesin. Baik mesin dengan satu *cylinder* atau lebih.

Syarat untuk menghasilkan pembakaran sempurna atau pembakaran yang baik, maka jumlah bahan bakar harus sebanding dengan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran. Syarat tersebut bisa dipenuhi apabila:

- 1) Bahan bakar harus bersih dari kotoran padat maupun cair
- 2) Suhu bahan bakar tepat pada ketentuan tertentu
- 3) Kecepatan ke luar bahan bakar dari pengabut cukup tinggi sehingga dapat menembus udara sekelilingnya dari bersinggungan sebaik-baiknya dengan zat asam
- 4) Udara pembakaran mempunyai kecepatan sedemikian rupa dengan gerakan seperti Ular sehingga dapat bercampur dengan tiap tetes minyak

Menurut Suharto Otoritas dan pengawasan kerja adalah suatu cara untuk meramalkan dan sekaligus mengendalikan biaya dalam perawatan. Mempunyai kompetensi dengan perencanaan dan pengendalian pekerjaan perawatan yang berkaitan dengan perencanaan dan jadwal kerja. Hal tersebut merupakan metodologi dasar yang bisa dipakai untuk mengembangkan peranan pengawasan perawatan untuk pastinya kebutuhan untuk bagian perawatan. Perencanaan adalah suatu prosedur yang konsisten dengan bentuk dan nilai-nilai pemikiran yang merupakan metode dasar untuk bisa mencapai tujuan manajemen perawatan.



3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di MV. Selat Mas mulai tanggal 14 Agustus 2019 sampai 28 Agustus 2020. MV. Selat Mas merupakan salah satu kapal milik perusahaan PT. TEMAS SHIPPING. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Dalam melakukan penelitian, Peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang berupa observasi, *interview* (wawancara), dan dokumentasi.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan di MV. Selat Mas ditemukan masalah pada injektor, yaitu tersumbatnya lubang pada *Nozzle* dan menetesnya bahan bakar pada *Nozzle* yang menyebabkan kinerja pada mesin kurang maksimal, dan pembakaran atau pengabutan terjadi kurang maksimalnya. Menjadi salah satu penyebab gas buang pada *Main Engine* dan menjadikan suhu mesin menjadi lebih tinggi atau lebih panas. .

Tabel 1: Data Pengamatan kinerja Injektor Sesuai *Instruction Manual Book*

No	Data Injektor	Keterangan
1	Kondisi <i>Nozzle</i>	Normal
2	Tekanan Pengabutan	370-380 bar
3	Temperatur Gas Buang	360-380
4	Penyempitan	Dalam bentuk Kabut
5	Pembakaran	Sempurna
6	Kesimpulan	Layak Pakai

Sumber : *Main Engine* MV. Selat Mas

Berdasarkan hasil pengamatan yang diambil pada tanggal 02 Oktober 2019 pada *cylinder* nomor 1-6 pada *main engine* di MV. Selat Mas mengenai keadaan *nozzle* pada injektor. Dengan tekanan pengabutan normal pada Injektor 370-380 bar dan temperature gas buang 330-360⁰C terdapat beberapa masalah pada injektor dari beberapa *cylinder*,



a. Faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja injector terhadap proses pembakaran motor diesel, yaitu :

1) Tersumbatnya Lubang Pada Nozzle

a) Kotornya Bahan bakar

Tersumbatnya lubang pada *nozzle* sangat dipengaruhi oleh bahan bakar yang masuk ke dalam injector. Bahan bakar yang tidak bersih atau mengandung kotoran akan menempel di sekitar dinding pada lubang dalam jangka waktu yang lama.

b) Terjadinya pembentukan karbon pada ujung *nozzle*

Sistem pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan terjadinya pembentukan karbon yang menempel pada permukaan ujung *nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon yang apabila dibiarkan akan bertambah banyak dan menyebabkan terhambatnya proses pengabutan bahan bakar ke dalam ruang bakar.

2) Menetesnya Bahan Bakar pada *Nozzle*

Akibat dari adanya bahan bakar yang menetes, menyebabkan terjadinya pembakaran tidak sempurna. Hal itu dikarenakan kurangnya suplay bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut melainkan dalam bentuk tetesan. Pemasukan bahan bakar dalam bentuk tetes tidak baik untuk proses pembakaran. Hal itu dapat menyebabkan terjadinya pembakaran susulan.

Menetesnya bahan bakar dari *nozzle* dapat disebabkan oleh dudukan *nozzle* pada *body* yang tidak rata. Bahan bakar menetes ketika injector memasukkan bahan bakar ke ruang bakar dengan tekanan rendah, yang menyebabkan tidak semua bahan bakar masuk ke dalam *nozzle*, tetapi sejumlah bahan bakar ke luar melalui dudukan yang tidak rata.

b. Pembahasan Hasil Penelitian

1) Kondisi pada saat normal

a. *Descriptive Statistic*

Tabel 2 : *Descriptive*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.deviation



Injector press	6	370	380	370.00	.000
Exh gas temp	6	360 ⁰ C	380 ⁰ C	380.00	.000
Valid N (listwise)	6				

Sumber: *Main Engine MV. Selat Mas*

Analisa:

Rata-rata nilai Tekanan injector pada saat kondisi normal 320.00 dengan standar deviasi .000 dengan jumlah pengamatan 6 demikian dengan variable temperature Gs buang dengan nilai rata-rata 380.00 dengan standar deviasi .000 dengan jumlah pengamatan 6.

b. *Correlation*

Table 2: *Correlation*

	Injector tekanan	Temperature gas buang
Injektor Tekanan	1.000	.
Pearson Correlation	.	1.000
Temperature Gas		
Buang Injektor	.	.000
Tekanan Sig.(1-tailed)	.000	.
Temperature Gas		
Buang Injektor	6	6
Tekanan N	6	6
Temperature Gas		
Buang		

Sumber: *Main Engine MV. Selat Mas*

Analisa:



Koefisien korelasi antara nilai temperature gas buang dan tekanan injector :-dari output terlihat bahwa nilai sig adalah sebesar :0,000. Untuk melihat signifikansi koefisien korelasi kita dapat melihat nilai Sig < dari alpa (0,05) jadi kesimpulan bahwa kofisien korelasi adalah tidak sigdifikasikan dengan secara statis

2) Tersumbatnya Lubang *Nozzle*

Pemeriksaan dan perawatan harus dilakukan dengan rutin dan secara berkala seperti menjaga kebersihan bagian-bagian dari injector (*nozzle* khususnya). Setelah bersih, lakukan pemeriksaan dan lakukan perawatan seperlunya.

a) Penanganan Tersumbatnya Lubang *Nozzle* karena Bahan Bakar yang Kotor. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penanganan perbaikan lubang *nozzle* yang tersumbat karena bahan bakar yang tidak bersih hingga menyebabkan terjadinya pembentukan karbon pada dinding lubang *nozzle* hingga lubang *nozzle* jadi buntu, adalah sebagai berikut:

- (1) Lakukan pemeriksaan pada lubang *nozzle*,
- (2) Bersihkan lubang *nozzle* yang tersumbat dengan menggunakan jarum secara perlahan dan hati - hati.
- (3) Setelah bersih, lakukan penyemprotan pada lubang dengan menggunakan udara bertekanan. Lakukan hal tersebut secara berulang hingga benar-benar bersih.
- (4) Lakukan pengetesan dengan terlebih dahulu meratakan dudukannya, kemudian bersihkan dengan minyak dan semprot dengan udara bertekanan.
- (5) Saat melakukan pemasangan *nozzle* padaudukan, perhatikan letak dan posisinya, yaitu harus tepat pada pin yang ada. Ikat dengan kencang dan lakukan pengetesan.
- (6) Lakukan pengetesan sesuai prosedur, perhatikan tekanan dan pengabutan yang terjadi pada saat pengetesan. Bila mana pengabutan sudah bagus dan tekanan pengabutan tercapai maka injektor tersebut sudah layak pakai.



b) Penanganan sumbatan karena pembentukan karbon pada ujung *nozzle*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- (1) Bersihkan karbon yang menempel pada ujung *nozzle*,
- (2) Pasang kembali *nozzle* pada dudukan dengan terlebih dahulu meratakan *nozzle* dengan dudukannya.
- (3) Pada waktu melakukan pengetesan perhatikan pengabutan dan tekanannya. Bila mana pengabutan dan tekanan telah sesuai dan tak ada masalah lain, maka injektor tersebut sudah layak untuk dipakai.

3) Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*

Penanganan terhadap adanya bahan bakar yang menetes pada *nozzle* adalah dengan meratakan *nozzle* dengan dudukannya. Adapun langkah-langkah untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor adalah sebagai berikut :

- a) Buka atau lepas *nozzle* dari *body* kemudian lepas *spindle* dari *nozzle* serta pin yang menempel pada *body* ataupun pada *nozzle*.
- b) Berikan *grinding paste* pada kedua sisi kemudian pertemukan.
- c) Gesekkan dengan arah melingkar di atas *body* injektor hingga beberapa lama kemudian bersihkan dengan minyak dan periksa permukaan *nozzle*, dan pastikan permukaan pada *nozzle* halus dan tidak aus.
- d) Lakukan berulang hingga permukaan *nozzle* rata pada dudukannya. Kemudian bersihkan *paste* yang menempel pada permukaan *nozzle* dan *body* injektor
- e) Rakit kembali injektor dan lakukan pengetesan, perhatikan tekanan dan pengabutan pada injektor. Perhatikan juga bahan bakar apakah masih ada yang menetes atau tidak.
- f) Injektor siap untuk dipakai atau dijadikan suku cadang.

c. Data Peritungan

1) Untuk menghitung kecepatan kapal (ship speed)

$$V = \frac{RPM \text{ use } x 60 \text{ dtk } x \text{ pitch propeller}}{1852}$$

$$V = \frac{110 x 60 x 4.715}{1852}$$

$$V = \frac{6600 x 4.715}{1852}$$



$$V = \frac{31119}{1852}$$
$$V = 16,802$$

2) Jumlah pemakaian bahan bakar

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

Keterangan :

Jenis	= 2 stroke
B	= Pemakaian Bahan Bakar Tiap Jam (L)
Rpm	= 110
Rpm Max	= 127
HP	= Tenaga Mesin Induk (8561)
Index M/E	= 0,10 s/d 0,15
BJ Hfo	= 0,921

Penyelesaian :

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

$$B = \frac{110}{127} \times 8561 \times 0,13 \times 0,921$$

$$B = 3707,5 \times 0,13 \times 0,921$$

$$B = 481,975 \times 0,921$$

$$B = 443,898 \text{ liter per jam}$$

Berdasarkan dari nilai nilai yang sudah di tentukan, kita menghasilkan data perhitungan dari pemakaian bahan bakar tiap jam pada mesin induk dengan HP = 8561 pada mesin model MAN B & W 6S50MC 2 tak didapatkan hasil 443,898 liter per jam pada putaran Rpm = 110 pada saat beroperasi

3) Jumlah pemakaian bahan bakar tiap cylinder

$$\frac{B}{60.Z.n}$$



Keterangan

B = pemakaian bahan bakar (kg/kw.jam)

Z = jumlah silinder

n = jumlah putaran permenit

$$\frac{B}{60.Z.n}$$
$$\frac{443,898}{60.6.110}$$
$$\frac{443,898}{39.600}$$
$$=11,2$$

d. Perawatan Injektor

Dalam perawatan injektor ada tiga faktor yang menentukan baik tidaknya perawatan injektor tersebut yaitu :

1) Waktu atau jadwal perawatan

Injektor yang digunakan pada mesin harus dirawat berdasarkan jam kerja dari mesin sesuai *Instruction Manual Book*. Injektor harus dirawat sesuai dengan jam kerjanya agar tidak menimbulkan pengabutan yang kurang sempurna pada *nozzle*.

2) Suku cadang / *Spare Part*

Masalah suku cadang atau *spare part* dalam perusahaan pelayaran sangat diperhitungkan. Hal ini karena di samping harga yang mahal juga memerlukan biaya untuk pengiriman *spare part* tersebut. Seperti halnya dalam suku cadang injektor, kadang-kadang menimbulkan masalah dalam perawatan. Sumber Daya Manusia

5. PENUTUP

a. Simpulan

1) Tersumbatnya lubang *Nozzle*, akibat dari:

a) Bahan bakar yang kotor karena kurangnya pemeliharaan terhadap komponen pendukung sistem bahan bakar.

b) Pembakaran tidak sempurna sehingga menyebabkan adanya karbon-karbon yang menempel pada permukaan ujung *nozzle*.



2) Menetesnya bahan bakar pada *nozzle*.

Bahan bakar yang menetes bisa terjadi sebelum dan sesudah waktu pembakaran yang mengabaikan terjadinya pembentukan gas dalam ruang bakar.

b. Saran

- 1) Penanganan terhadap tersumbatnya lubang *nozzle* yaitu dengan melakukan pemeriksaan, perawatan secara rutin
- 2) Penanganan terhadap menetesnya bahan bakar yaitu dengan melakukan perbaikan pada struktur pemasangan komponen pada injektor, yakni pada kedudukan antara *nozzle* dengan *body* injektor agar dirapatkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aslang. 2000. *Motor Diesel dan Turbin Gas II*, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar (PIP), Makassar.
- [2] Japan Internasional Cooperation Agency (JICA).2010. *Permesinan Kapal Mesin Diesel III*, Jakarta.
- [3] Juliandi. 2018. Fungsi Injection Nozzle (Injektor) Dan Cara Kerjanya Pada Mesin Diesel. <https://www.lksotomotif.com/2018/09/fungsi-injection-nozle-injektor-dan.html?m=1>, diakses pada 12 April 2021 pukul 10.03 WITA
- [4] Maanen, P.V. 1990. *Motor Diesel Kapal jilid 1*. Semarang : Nautech
- [5] Maleev, V.L. ME,D.R AM. 1991. *Operasi dan Pemeliharaan Motor Diesel*. Jakarta : Erlangga.
- [6] Pongkessu, P., Sirman, M., & Toding, H. (2019). Analisa Perawatan Exhaust Valve Mesin Induk Untuk Menunjang Pengoperasian Mesin Di Kapal Westea Gail. *Venus*, 7(14), 49-64.
- [7] Sukma Hadi,Panji. 2013. *System Pengabutan Injektor* (online 3 Sept. 2013). Romzana. R, Motor Diesel Program ATT-II.
- [8] S.H Henshall, 2001. *Medium and Hight Speed Engine for Marine Use*. VanManeen, ZULSER, Pada Tahun 1990.
- [9] Sukoco, (2009). *Teknologi Motor Diesel*.
- [10] Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, CV Alfabeta: Bandung.



- [11] Sport, Inter. 2019. *Indirect Injection Dengan Direct Injection Lebih bagus mana?*. <https://interspot.id/automotive/indirect-injection-dengan-direct-injection-lebih-bagus-mana>, diakses pada 20 Mei 2021 pukul 11.30 WITA
- [12] Zainal Arifin, Rabiman. 2010. *System Bahan Bakar Motor Diesel*, Yogyakarta Sukoco, (2009). Teknologi Motor Diesel.