



Pengaruh Penyumbatan Kerak Pada Sistem Injeksi Bahan Bakar Terhadap Daya Motor Induk Kapal

Riyanto Wibowo ✉

Fakultas Kemaritiman Universitas IVET

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v2i1>

Info Articles

Sejarah Artikel:
Disubmit Mei 2021
Direvisi Juni 2021
Disetujui Juli 2021

Keywords:
Motor, Nozzle, Kerak, Daya

Abstrak

Kasus penurunan daya motor induk sering terjadi pada kapal, khususnya kapal yang sudah berusia tua. Akan tetapi jarang dipikirkan bahwa hal tersebut disebabkan hanya karena kerak karbon yang menyumbat pada sistem injeksi bahan bakar dalam hal ini adalah Nozzle. Penyumbatan kerak nozzle bisa berakibat fatal pada penurunan daya suatu motor kapal. Seperti halnya yang terjadi pada motor kapal Kirana II, daya motor mengalami penurunan. Akibat lubang nozzle yang sebenarnya 0,5 mm mengalami pengecilan pada tiap-tiap nozzlenya; Nozzle1 0,32mm, nozzle2 0,34mm, nozzle3 0,36mm, nozzle4 0,38mm, nozzle5 0,30mm, nozzle6 0,40mm, nozzle7 0,28mm, nozzle8 0,34mm, Sehingga daya motor mengalami penurunan dari sebelumnya 4400 HP menjadi 3033,7 HP, ini berarti motor mengalami kerugian daya sebesar 1366,3 HP. Pengecilan lubang nozzle tersebut akibat tersumbat kotoran berupa kerak pembakaran.

Abstract

Cases of decreased mains motor power often occur on ships, especially ships that are old. However, it is rarely thought that this is caused simply because the carbon crust that clogs the fuel injection system in this case is the nozzle. Blockage of the nozzle crust can be fatal in reducing the power of a ship's motor. Like what happened to the motor of the Kirana II ship, the power of the motor has decreased. As a result, the actual 0.5 mm nozzle hole has been reduced for each nozzle; Nozzle1 0.32mm, nozzle2 0.34mm, nozzle3 0.36mm, nozzle4 0.38mm, nozzle5 0.30mm, nozzle6 0.40mm, nozzle7 0.28mm, nozzle8 0.34mm, so that the motor power has decreased from the previous 4400 HP to 3033.7 HP, this means the motor has a power loss of 1366.3 HP. The shrinkage of the nozzle hole is due to dirt in the form of combustion crust.

✉ Alamat Korespondensi: E-mail:
riyantowibowo71@gmail.com

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Kasus penurunan daya motor induk sering terjadi pada kapal, khususnya kapal yang sudah berusia tua. Akan tetapi jarang dipikirkan bahwa hal tersebut disebabkan hanya karena kerak karbon yang menyumbat pada sistem injeksi bahan bakar dalam hal ini adalah Nozzle. Selain hal tersebut di atas memang banyak hal yang bisa menyebabkan menurunnya daya motor induk pada kapal, diantaranya adanya kavitasi pada sistem injeksi bahan bakar, governor berjalan tidak sempurna, fuel injection pump bekerja tidak sempurna, udara dalam sistem bahan bakar kurang memenuhi (filter udara tertutup, kotor, atau buntu). Kasus turunnya daya motor induk ini juga terjadi pada kapal Kirana II milik PT. Dharma Lautan Utama Surabaya. Dimana pada saat pelayaran daya motor yang dikeluarkan tidak dapat tercapai sesuai perhitungan daya mesin. Akibat dari hal ini maka apabila waktu pelayaran sudah ditentukan waktu pencapaiannya sampai ditempat tujuan sesuai perhitungan, maka akan mundur waktu pencapaiannya (waktu akan bertambah lama daripada waktu yang diperhitungkan).

METODE

Secara runtut metode penulisan dalam penyusunan penelitian ini sebagai berikut:

1. Memahami permasalahan yang ada, dengan melakukan: pengamatan langsung terhadap kasus yang ada. Pengumpulan data – data, meliputi : data utama kapal Kirana II, data motor utama (*main engine*), data aliran sistem bahan bakar dan data injeksi bahan bakar.
2. Melakukan studi kepustakaan, untuk melakukan analisa terhadap permasalahan yang ada.
3. Membahas, menghitung, menganalisa masalah yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Teknik Motor Induk (*Technical Data of Main Engine*)

Merek	: M.A.N B&W Marine Diesel Engine (<i>ISO 3046/I</i>)
Tipe	: 8L 32/36
Langkah kerja	: 4 langkah (<i>four-stroke</i>)
Proses pembakaran	: Injeksi langsung
Jumlah silinder	: 8 buah
Bore silinder	: 320 mm
Langkah piston	: 360 mm
Volume persilinder	: 28,95 dm ³
Pendinginan motor	: Air laut (Sea Water Coolants)
Start motor	: Tekanan udara (Compressor)
Konsumsi bahan bakar	: 199 g/kWh
Kecepatan motor	: 750 rpm
Kecepatan piston	: 9,0 m/s
Tekanan efektif rata-rata	: 22,4 bar
Daya Motor	: 4400 HP = 3240 kW = 4462 PS
Firing Order (FO)	: (2 – 1 – 4 – 3 – 6 – 5 – 8 – 7)

Spesifikasi Nozzle

Spesifikasi dari Nozzle motor induk kapal Kirana II adalah sebagai berikut :

Tipe	: Nozzle katub jarum
Merk	: MAN B&W
Tahun mulai dipakai	: 2016 (<i>ganti nozzle baru</i>)
Dimameter lubang	: 0,5 mm
Jumlah lubang	: 1 hole

Tekanan sembur : 1000000 kg/m² = 100 kg/cm²
 Kecepatan sembur : 200 m/dt)



Gambar 1. Nozzle Motor Induk M.A.N B&W 8L 32/36

Data Nozzle Setelah Penyumbatan

Jumlah Nozzle dalam 1 Mesin : 8 Nozzle (sesuai dengan jumlah silinder)
 Diameter sebelum penyumbatan : 0,5 mm Setelah terjadi penyumbatan : (hasil pengukuran dengan mikrometer)

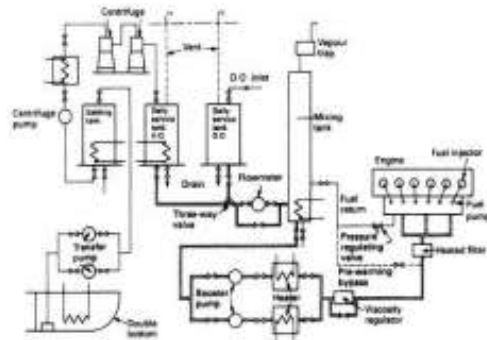
Tabel 1. Diameter Nozzle setelah Terjadi Penyumbatan

Nozzle 1	Nozzle 2	Nozzle 3	Nozzle 4	Nozzle 5	Nozzle 6	Nozzle 7	Nozzle 8
0,32	0,34	0,36	0,38	0,30	0,40	0,28	0,34

Sehingga diambil rata – rata dari ke-8 Nozzle untuk dihitung yaitu diameter nozzle setelah terjadi penyumbatan menjadi 0,34 mm.) Dan setelah Nozzle di test dengan nozzle test mendapatkan hasil : Tekanan nozzle : 756331 kg/m² = 75,6 kg/cm²
 Kecepatan sembur nozzle : 125 m/dt.

(Tekanan dan kecepatan sembur nozzle menjadi berkurang dari aslinya yang tertera di manual book engine yaitu tekanan nozzle sebesar 1000000 kg/m² = 100 kg/cm² dan kecepatan sembur nozzle sebesar 200 m/dt).

Analisa Terjadinya Penyumbatan Kerak Karbon pada Nozzle



Gambar 2. Diagram aliran bahan bakar

Di dalam Kapal Kirana II ini tangki utama bahan bakar berada di lambung bagian belakang, dari tangki utama bahan bakar ditransfer oleh transfer pump menuju tangki pengendapan, di dalam tangki pengendapan debu – debu atau material lain yang tercampur di dalam bahan bakar diendapkan, bahan bakar yang sudah diendapkan dipompa menuju tanki harian, dengan melewati pompa sentrifugal yang memisahkan air atau debu halus dengan bahan bakar selanjutnya boosh pump memompa bahan bakar dari tanki harian melewati mixing tank dan mengalirkannya menuju pompa injeksi bahan bakar yang sebelumnya bahan bakar dipanasi oleh heater, pompa injeksi

kemudian mengalirkan bahan bakar menuju sistem injeksi (nozzle) dan sistem injeksi menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar.

Setelah diteliti di dalam sistem aliran bahan bakar di Kapal Kirana II ini terjadi kerusakan pada pompa sentrifugal yaitu pompa yang memisahkan air dan debu halus yang masih tercampur di dalam bahan bakar, sehingga air dan debu halus tetap tercampur di dalam bahan bakar sampai pada sistem injeksi, air dan debu yang ada yang ikut terinjeksi dan ada yang tidak karena lubang nozzle berdiameter sangat kecil, air dan debu yang tidak terinjeksi inilah yang mengendap di dalam ruang injeksi nozzle, karena suhu yang tinggi maka debu dan air terbakar menjadi kerak karbon, kerak karbon ini semakin lama semakin banyak dan memenuhi ruang injeksi nozzle hingga menutupi lubang nozzle. Semakin kecil lubang nozzle maka semakin kecil juga bahan bakar yang diinjeksikan sehingga tidak bisa memenuhi kebutuhan bahan bakar yang dibutuhkan untuk pembakaran. Hal ini mengakibatkan menurunnya daya keluaran motor induk.

Perhitungan Daya Motor Induk Setelah Terjadi Penyumbatan

Setelah terjadi penyumbatan diameter lubang nozzle menjadi mengecil yaitu sebesar : Diameter lubang nozzle (d) = 0,34 mm = 0,00034 m, sehingga jari – jari lubang nozzle (r) = $\frac{1}{2}$. 0,00034 m = 0,00017 m. Jadi dapat kita hitung luas lubang nozzle dengan menggunakan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = 3,14 \cdot (0,00017)^2$$

$$A = 3,14 \cdot 0,000000029$$

$$A = 0,000000092 \text{ m}^2$$

Setelah luas lubang nozzle (A) diketahui sebesar 0,000000092 m² , dan dapat kita ketahui bahwa besar percepatan gravitasi bumi (g) adalah sebesar 9,81 m/dt² , kemudian tekanan sembur nozzle (P) dari nozzle test sebesar 756331 kg/m² dan massa jenis solar (dari tabel massa jenis dapat kita ketahui sebesar 857,1 kg/m³ , baru kita dapat mencari seberapa besar kecepatan sembur nozzle (V), dengan persamaan (6), dimana Coefisien aliran (C_d) sebesar 0,95, maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$V = C_d \sqrt{2g \frac{P}{\delta_f}}$$

$$V = 0,95 \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{756331}{857,1}}$$

$$V = 0,95 \sqrt{19,62 \cdot 882,43}$$

$$V = 0,95 \sqrt{17313,2964}$$

$$V = 0,95 \cdot 131,58$$

$$V = 125 \text{ m / dt}$$

Setelah luas nozzle (A) dan kecepatan sembur (V) dapat diketahui maka selanjutnya kita dapat menghitung besarnya jumlah takaran bahan bakar yang disemprotkan per satu silinder (Q), jika sudah diketahui : Coefisien aliran (C_d) = 0,95 , dan waktu yang digunakan dalam penyemprotan bahan bakar (t) adalah 0,04 detik. Maka jumlah takaran bahan bakar yang disemprotkan dapat kita cari dengan persamaan (5), perhitungannya sebagai berikut :

$$Q = C_d \cdot V \cdot A \cdot t$$

$$Q = 0,95 \cdot 125 \cdot 0,000000092 \cdot 0,04$$

$$Q = 118,75 \cdot 0,00000003$$

$$Q = 0,000000437 \text{ m}^3$$

Sehingga jumlah takaran bahan bakar total yang disemprotkan (Q_{total}) :

$$Q_{\text{total}} = Q \cdot 8 \text{ (jumlah torak)}$$

$$Q_{total} = 0,000000437, 8$$

$$Q_{total} = 0,0000035 \text{ cm}^3$$

Jika Q_{total} sudah diketahui maka kita dapat menghitung besarnya daya output motor induk (BHP) MAN B&W ini setelah terjadi penyumbatan kerak karbon pada lubang nozzle dengan persamaan (4), dengan perhitungan sebagai berikut :

$$BHP = \frac{3600 \cdot Q_{tot} \cdot \delta_f}{S_{foc} \cdot t}$$

Dimana : $Q_{tot} = 0,0000035 \text{ m}^3$, $= 857,1 \text{ kg/m}^3$, S_{foc} = Spesifik fuel oil consumption yaitu sebesar $119 \text{ g/kWh} = 0,089 \text{ kg/HPJam}$, dan waktu sembur (t) sebesar 0,04 detik. Sehingga dapat kita hitung besarnya daya output motor induk dengan perhitungan berikut ini :

$$BHP = \frac{3600 \cdot 0,0000035 \cdot 857,1}{0,089 \cdot 0,04}$$

$$BHP = 10,8$$

$$BHP = 3033,7 \text{ HP}$$

Dari hasil perhitungan di atas daya output motor mengalami penurunan dari 4400 HP menjadi 3033,7 HP. Ini berarti daya output motor menurun sebesar 1366,3 HP, akibat kerak karbon yang menghambat aliran bahan bakar.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian perhitungan dan analisa tentang penyumbatan kerak pada sistem injeksi bahan bakar di atas maka dapat disimpulkan :

1. Penyumbatan kerak karbon pada lubang nozzle diakibatkan karena pompa centrifugal tidak berfungsi dengan baik sehingga bahan bakar yang tercampur dengan kotoran mengalir ke dalam sistem injeksi sehingga mengendap dan terbakar dan lama – kelamaan membentuk kerak karbon yang dapat menyumbat lubang nozzle.
2. Penyumbatan pada sistem injeksi bahan bakar dapat mengakibatkan penurunan daya motor induk MAN B&W yang sebelumnya 4400 HP menjadi 3033,7 HP, ini berarti motor mengalami kerugian daya sebesar 1366,3 HP.

DAFTAR PUSTAKA

Afroni Afif, Mesin Diesel Kapal, FTK-ITS; Surabaya, 2011.

Arismunandar Wiranto, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, ITB; Bandung, 1988.

Biro Klasifikasi Indonesia, Rules for the Classification and Construction of Seagoing Steel Ships Volume III Rules for Machinery Installation, BKI; Jakarta, 2004.

Hadi Solehul, Tugas Akhir Menentukan Daya Motor pada Kapal Ikan, Akademi Teknik Perkapalan Veteran; Semarang, 2007.

[Http://www.wikipedia.rumus_lingkaran.com](http://www.wikipedia.rumus_lingkaran.com)

KMP.Kirana II, Manual Book of KMP Kirana II, PT.DLU; Surabaya, 1994.

KMP.Kirana II, Tabel Perawatan Berkala Motor Induk KMP.Kirana II, PT.DLU; Surabaya, 2008.

Masroeri Agus, Perancangan Perangkat Lunak Pemantau Pemakaian Bahan Bakar Kapal Secara Real Time, FTK-ITS; Surabaya, 2010.

Permana Danu, Merawat dan Memperbaiki Mesin Diesel, Puspa Swara, Jakarta, 2000.

PT. Janata Marina Indah, Manual Check of engine Sheet, PT. JMI, Semarang, 2012.

PT. MAN B&W, Technical Guide MAN B&W Marine Diesel Engine, Federal Republic PT. MAN B&W; Germany, 1983.

PT. MAN B&W, Brief Specification of MAN B&W 8L 32/36 Marine Diesel engine, Federal Republic PT. MAN B&W; Germany, 1983.

PT. MAN B&W, Manual Book Troubleshooting of Engine, Federal Republic PT. MAN B&W; Germany, 1983.

Rahardjo, Wilyanto, Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel, FTKITS, Surabaya, 2010.

Taylor, D.A., Introduction to Marine Engineering, Butterworth Heineman Publication; Oxford, 1983.

Taylor D.A., Fuel Injection Equipment, Butterworth Heineman Publication, Oxford, 1995