

Pengaruh Temperatur Pendingin Mesin terhadap Kinerja Mesin Induk di KM TRIAKSA

Mohammad Yusuf Djeli¹⁾ & Andi Saidah²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka no. 6 Rambutan Ciracas Jakarta Timur DKI Jakarta 13830
Telp. +62-21- 87782739 Fax. +62-21-87782739

²⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945

Jl. Sunter Permai Raya Sunter Agung Podomoro Jakarta Utara DKI Jakarta 146356
Telp.021-64715666, 6410287 Fax.021-6410287, 641717301

Abstrak

Mesin diesel 2 tak adalah salah satu jenis mesin diesel dimana satu siklus pembakaran terjadi dalam dua langkah/gerakan piston (1 kali langkah maju 1 kali langkah mundur), atau satu putaran poros engkol. Sedangkan Mesin Diesel 4 tak adalah sebuah mesin diesel yang mana satu siklus pembakaran terjadi dalam 4 gerakan langkah piston (2 langkah maju dan 2 langkah mundur), atau dua putaran poros engkol. Dari hasil penelitian dihasilkan antara lain terjadinya penurunan suhu rata-rata Log (LMTD) pada sistem pendingin air tawar dan air laut yaitu dari 6,64°C menjadi 4,89°C, penyerapan panas di dalam sistem pendingin juga mengalami penurunan sebesar 13,521%. akibatnya Daya Indikator mengalami peningkatan sebesar 7,99%, turunnya Tekanan Injektor dari 17,45 kg/cm² menjadi 17,06 kg/cm², sehinggadaya yang dihasilkan di ruang bakar (Ni) turun dari 1290,16kW menjadi 1187,13kW, atau turun sebesar 7,99 %. dan tekanan Injektor memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (specific fuel oil consumption), yaitu terjadinya penurunan pada tekanan injektor mengakibatkan naiknya kebutuhan bahan bakar untuk menghasilkan daya.

Kata kunci: Daya Indikator Mesin

1 PENDAHULUAN

Mesin diesel adalah salah satu jenis motor bakar torak, yang pembakaran bahan bakarnya terjadi akibat adanya tekanan udara yang tinggi di dalam ruang bakar, oleh karenanya mesin diesel disebut juga dengan nama *Compression Ignition Engine (CIE)*. Mesin diesel adalah sebuah mesin konversi energi yang mengubah energi thermal hasil reaksi kimia antara bahan bakar dan udara menjadi energi mekanik berupa Torsi pada poros engkol (*crankshaft*). Daya yang dihasilkan oleh mesin diesel ditentukan oleh jumlah bahan bakar yang dapat terbakar dengan sempurna di dalam ruang bakar.

Dalam motor diesel diperlukan sistem injeksi bahan bakar yang berupa pompa injeksi (injection

pump) dan pengabut (injector) serta perlengkapan bantu lain. Bahan bakar yang disemprotkan harus mempunyai sifat dapat terbakar sendiri (self ignition). Pada proses Injeksi & proses Pembakaran Motor Diesel Tujuan proses pembakaran adalah menghasilkan energi panas dan menaikkan tekanan yang tinggi di dalam silinder, tekanan tersebut untuk dirubah menjadi energi mekanik pada poros engkol. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder. Seperti diketahui bahan bakar akan terbakar bila dapat ber reaksi dengan oksigen (udara). Untuk dapat bereaksi, maka harus dalam bentuk fisik yang sama yaitu dalam bentuk gas. Sementara penetrasi adalah proses penyebaran bahan bakar keseluruhan ruangan di dalam silinder, yaitu untuk mencapai campuran yang homogen.

Untuk mendapatkan campuran yang homogen sehingga terjadi proses pembakaran yang sempurna dibutuhkan sistem pendinginan mesin yang bekerja dengan baik, sesuai dengan standar pabrik, dan jika sistem pendinginan tidak bekerja dengan baik, maka akan berpengaruh pada kinerja mesin induk.

2 LANDASAN TEORI

Sistem pendingin (*Inter cooler*) adalah salah satu bagian dari mesin diesel berbentuk kotak terletak pada samping ataupun bawah dari *turbo charge compressor*, yang dibuat dari lapisan plat tipis kecil memanjang dan berfungsi untuk menurunkan suhu udara tekan / udara pengisi sebelum udara tersebut masuk ke dalam silinder. Adapun bagiannya, *Inter Cooler* terdiri dari dua bagian atau dua sisi yaitu sisi aliran udara dan sisi aliran air pendingin, dimana fungsi dari sisi aliran pendingin tersebut yaitu untuk menyerap panas daripada udara yang masuk pada sisi aliran udara, jadi *Inter Cooler* tersusun yaitu bagian samping ataupun luar untuk sisi aliran udara dan bagian dalam tersusun dari saluran air pendingin masuk dan keluar. Suhu udara yang masuk dan keluar dari *inter cooler* dapat kita monitor dari *thermometer* yang terpasang. Apabila suhu udara sudah melebihi dari batas normal maka dapat dipastikan air pendingin yang masuk *intercooler* kurang mencukupi.

Tetapi kalau tekanan udara yang akan masuk silinder menurun, yang mana dapat kita lihat dari *manometer* tekanan yang terpasang, maka hal ini menandakan bahwa sisi aliran udara dari *intercooler* terjadi gangguan. Inilah yang menyebabkan tekanan udara menurun yang berakibat pada menurunnya kinerja mesin induk.

Hampir semua mesin induk penggerak utama di kapal saat ini menggunakan mesin diesel yang dilengkapi dengan *turbocharger*. Dimana *turbocharger* ini dipasang, salah satu gunanya adalah untuk mengurangi kerugian gas pembuangan. *Turbocharger* ini bekerja dengan adanya tekanan dari gas buang sewaktu mesin induk sedang berjalan yang arah putaran antara *turbo charger* adalah kebalikan dari arah putaran *blowerside*. Pada saat kapal berlayar dengan muatan

dan beban penuh pada putaran mesin 600 rpm, putaran *TurboCharger* tercatat pada *tachometer* sebesar 9000 rpm sampai 12000 rpm.

Gas buang yang keluar dari masing - masing silinder sesuai dengan *fringorder* ini memutar sudu turbin yang pada saat bersamaan memutar *blower* untuk memompakan udara bersih kedalam silinder. Apabila ada salah satu silinder atau lebih yang pembakarannya tidak sempurna, maka akan mengakibatkan tekanan gas buang tidak rata.

Akibatnya putaran *TurboCharger* juga tidak stabil, hal ini dapat dilihat pada *Tachometer Turbocharger* yang hanya menunjukkan pada angka 9000 rpm, seharusnya untuk putaran mesin 600 rpm dan *C_{pp}* 75% putaran *turbocharger* sekitar 12000 rpm sampai 16000 rpm, serta sering menimbulkan suara *Surging* pada sisi *blower Turbo Charger* mesin induk. Hal ini kemungkinan bisa disebabkan dari keadaan *bearing turbo* yang sudah mulai aus karena melebihi jam kerja maupun sudu – sudu daripada *Turbin Side* sudah mulai tebal dengan karbon yang menempel. Dengan adanya masalah tersebut akan berpengaruh pada kurangnya pengisapan udara dan pasokan udara bersih ke dalam silinder oleh *blower turbo*.

Gas buang yang keluar dari masing – masing silinder sebelum sampai *turbo charger* harus melewati pipa atau *exhaust pipe manifold*. Biasanya di tengah – tengah pipa dihubungkan dengan pipa fleksible yang bertujuan untuk mengurangi pemuaian pipa yang ekstrem pada saat temperatur gas buang mencapai lebih 450° C.

3 METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi penelitian dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. TRIDHARMA WAHANA di Pekan Baru dan dilakukan diatas kapal pada saat kapal berangkat dari dumai ke pekan baru pada bulan April – Mei 2015

2. Disain dan Metode Penelitian

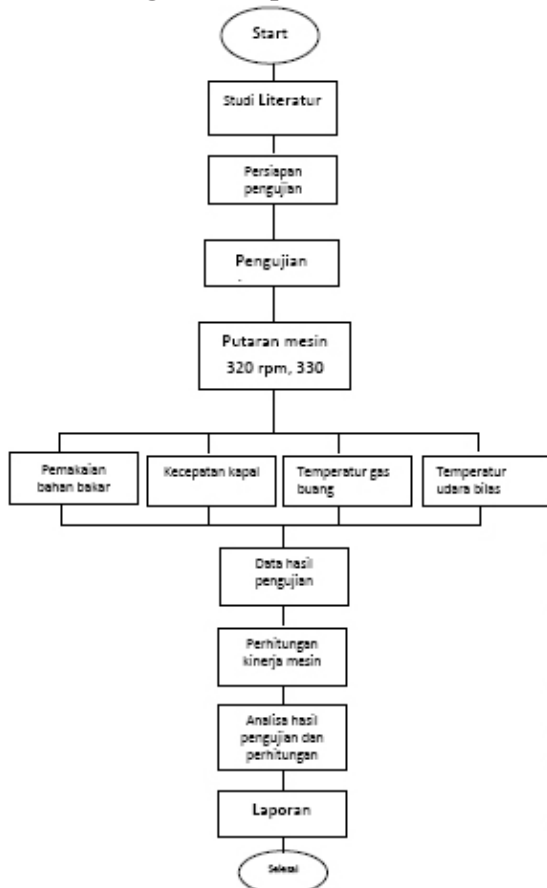
Kegiatan penelitian yang sudah dilakukan adalah penelitian lapangan diatas kapal dalam keadaan kapal tanpa muatan (kosong) dan pada

saat kapal berisi (memuat) untuk pengambilan data lapangan yang terdiri dari pemakaian bahan bakar, kecepatan kapal, temperatur gas buang, dan temperatur udara bilas pada putaran yang sama yaitu pada putaran 320, 330, dan 340 rpm. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian lapangan dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan dengan melakukan pengambilan data lapangan di atas kapal.
2. Metode literatur yaitu dengan mencari literatur atau buku manual yang berhubungan dengan judul penelitian ini.

Adapun data-data lapangan yang akan diteliti diantaranya : temperatur gas buang, pemakaian bahan bakar, tekanan minyak pelumas, tekanan bahan bakar, temperatur selinder, putaran mesin, temperatur udara bilas

Diagram alir penelitian



Gambar 1 Diagram alir penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

1.Data lapangan

Type	: 4 – cycle,
single-acting diesel engine	
number of cylinders	: 6
cylinder bore	: 280 mm
stroke	: 530 mm
continuous rated output	: 1600 PS
continuous rated rotation speed	: 380 rpm
Average piston speed	: 6,71 m/s
combustion pressure	: 150kgf/cm ²
Mean effective pressure	: 19,35 kgf/cm ²
Firing order	: 1-4-2-6-3-5

Tabel 1 Data hasil penelitian lapangan

Data hasil penelitian	1	2	3	Rata-rata
Temperatur air pendingin keluar silinder	61	61,5	62	61
Temperatur gas buang	275,833	277,5	279,67	281
Temperatur udara bilas masuk	80	80	81	80
Temperatur udara bilas keluar	44	43	41	43
Temperatur air tawar masuk	60,5	61	60,5	61
Temperatur air tawar keluar	50	51	50	50,33
Temperatur air laut	32	31	32	31,67

Tabel 2 Data hasil penelitian lapangan

No.	Parameter Mesin	Putaran Mesin (rpm)			Rata-rata
		340	340	340	
1	Tekanan indikator , kg/cm ²	17,40	17,45	17,50	17,45
2	Pemakaian bahan bakar	230	225	227	227,33
No.	Parameter Mesin	Putaran Mesin (rpm)			Rata-rata
		330	330	330	
1	Tekanan indikator, kg/cm ²	17,20	17,25	17,30	17,25
2	Pemakaian bahan bakar, kg/ jam	225	215	220	220
No.	Parameter Mesin	Putaran Mesin (rpm)			Rata-rata
		320	320	320	
1	Tekanan indikator, kg/cm ²	17,05	17,06	17,07	17,06
	Pemakaian bahan bakar, kg/ jam	205	210	215	210

2 Kinerja Sistem Pendingin pada penelitian 1

2.1 Panas yang diserap air laut di dalam pendingin.

$$Q = m_{\text{air laut}} \times C_p \times \Delta T$$

Dimana :

$$C_p = \text{Kapasitas panas dari air laut} = 4,179 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$m_{\text{air laut}}$ = massa air laut

$$m_{\text{air laut}} = Q_{\text{pendingin}} \times \rho_{\text{air laut}} = 20 \text{ m}^3/\text{jam} \times 985,7 \text{ kg/m}^3 = 19714 \text{ kg/jam} = 5,48 \text{ kg/s}$$

Panas yang diserap air laut di dalam pendingin:

$$Q = 5,48 \cdot 4,179 \cdot (60,5 - 32) = 652,676 \text{ kJ/s} = 652,676 \text{ kW}$$

2.2. Perbedaan suhu rata-rata log (LMTD)

$$LMTD = \frac{(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)}$$

$$LMTD = \frac{(Th_2 - Tc_2) - (Th_1 - Tc_1)}{\ln(Th_2 - Tc_2) / (Th_1 - Tc_1)}$$

Dimana :

T_{h2} = Temperatur air tawar yang masuk pendingin

$$= 61^\circ\text{C}$$

T_{h1} = Temperatur air tawar yang keluar pendingin

$$= 50^\circ\text{C}$$

T_{c1} = Temperatur air laut masuk pendingin

$$= 32^\circ\text{C}$$

T_{c2} = Temperatur air laut keluar pendingin

$$= 60,5^\circ\text{C}$$

$$LMTD = \frac{(61 - 60,5) - (50 - 32)}{\ln(61 - 60,5) / (50 - 32)}$$

$$LMTD = -17,5 / -3,584 = 4,89$$

2.3 Perhitungan Untuk mencari Koefisien Perpindahan Panas (U)

$$U = Q/A \cdot LMTD$$

Dimana:

Q = Panas yang diserap air laut di dalam pendingin

$$Q = 652,676 \text{ kW}$$

A = Luas penampang pendingin

$$= 3,8 \text{ m}^2$$

$$U = 652,676 / 3,8 \times 4,89$$

$$U = 35,124 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Perhitungan selanjutnya dapat di dalam tabel

Tabel 3 Data hasil perhitungan

Kinerja Mesin Pendingin	Putaran (rpm)		
	340	330	320
Panas yang diserap air laut, Kw	652,676	698,48	754,727
Perbedaan suhu rata-rata Log (LMTD), °C	4,89	5,286	6,64
Koefisien Perpindahan Panas (U), W/m ² .°C	35,124	34,773	29,91

3 Kinerja Mesin Diesel

3.1. Daya Indikator (Ni)

Daya yang dihasilkan oleh mesin diesel, sesuai persamaan 2.1 adalah :

$$Ni = \frac{P_{rata-rata} \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{\pi}{4} D^2 L\right) \frac{n}{60} i x Z}{75} (hp)$$

Dimana :

D : Diameter bore : 280 mm : 0.28 (m)

L : Stroke (panjang langkah piston) : 530 mm : 0.53 (m)

Z : Jumlah silinder: 6

n : putaran mesin: 340 (rpm)

P_{rata-rata} : Tekanan maksimum rata-rata: 17,45 Kg/cm²

i : Faktor siklus mesin: 1/2 (mesin 4 Tak)

5 SIMPULAN

1. Akibat terjadinya penurunan suhu rata-rata Log (LMTD) pada sistem pendingin air tawar dan air laut yaitu dari 6,64°C menjadi 4,89°C, maka penyerapan panas di dalam sistem pendingin juga mengalami penurunan sebesar 13,521%.
2. Akibat terjadinya penurunan suhu rata-rata Log (LMTD) pada sistem pendingin air tawar dan air laut yaitu dari 6,64°C

menjadi 4,89°C, maka Daya Indikator mengalami peningkatan sebesar 7,99%.

3. Turunnya Tekanan Injektor dari 17,45 kg/cm² menjadi 17,06 kg/cm², maka Daya yang dihasilkan di ruang bakar (Ni) turun dari 1290,16kW menjadi 1187,13kW, atau turun sebesar 7,99 %.
4. Tekanan Injektor memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (specific fuel oil consumption), yaitu terjadinya penurunan pada tekanan injektor mengakibatkan naiknya kebutuhan bahan bakar untuk menghasilkan daya.

KEPUSTAKAAN

- [1] Aris munandar, Wiranto 1973 *Motor Bakar Torak* Bandung : Penerbit ITB
- [2] Aris Munandar, Wiranto dan Koichi Tsuda 1997 *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Bandung, Pradya Paramita.
- [3] Frenniko Eka Bestari “ Analisa Karakteristik Kebutuhan Daya Listrik pada Kapal Ferry Dalam Rangka Efisiensi Energi. Department of Marine Engineering, Faculty of Marine Technology, Sepuluh Nopember Institute of Technology Surabaya.
- [4] Matondang 1986, *Motor Bakar* Jakarta : Bharatara Karya Aksara.
- [5] Rahardjo Tirtoatmodjo. Peningkatan Performance Motor Bensin 4 Tak 3 Slinder yang Menggunakan Bahan Bakar Gas dengan Penambahan Blower dan Sistem Injeksi *puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/* Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra.
- [6] Usman, Robingu dan Sardjijo. 1979 *Motor Bakar 3*. Jakar, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.