

Analisis Meningkatnya Temperatur Minyak Lumas Pada Motor Bantu Diesel Generator di Kapal MV. RESOLUTE

Novan Ardiansyah¹⁾, Winarno²⁾, Novianty Palayukan³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Program Studi Teknika

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

*Email: novan.ardiansyah2002@gmail.com , w61627108@gmail.com ,
noviantypalayukan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memahami penyebab utama peningkatan temperatur minyak lumas pada motor bantu *diesel generator* selama periode 12 bulan di kapal *MV. RESOLUTE*. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif, dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, serta dokumentasi tertulis, yang mencakup data minyak lumas, spesifikasi teknis *diesel generator*, dan catatan perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur minyak lumas disebabkan oleh tidak optimalnya proses penyerapan panas pada *lube oil cooler* (L.O Cooler). Hal ini terjadi karena adanya penyumbatan pada pipa-pipa kapiler pendingin, yang menghambat aliran dan proses perpindahan panas secara efektif. Temuan ini menekankan pentingnya pemeliharaan rutin terhadap sistem pendingin untuk menjaga stabilitas temperatur minyak lumas dan performa mesin.

Kata Kunci: Minyak Lumas, Temperatur, Tekanan.

1. PENDAHULUAN

Pelumas memiliki viskositas yang berbeda-beda, yang diatur oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO). Viskositas pelumas dipengaruhi oleh temperatur mesin; semakin tinggi suhu mesin, semakin rendah viskositas pelumas, dan sebaliknya. Temperatur minyak pelumas dapat bervariasi akibat putaran mesin dan interaksi antara komponen-komponen yang bergerak dan tidak bergerak. Untuk mencegah terjadinya panas berlebih, sistem pendinginan sangat penting dalam menjaga suhu pelumas tetap dalam batas normal.

Pada 5 April 2023, saat kapal berlabuh di Sangatta, aux generator mengalami overheat yang disebabkan oleh peningkatan temperatur minyak pelumas mencapai 78°C, sementara temperatur normal minyak pelumas adalah 60°C - 70°C. Hal ini menunjukkan adanya masalah pada sistem pendinginan atau pelumasan yang harus segera diatasi.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis peningkatan temperatur minyak pelumas pada motor bantu diesel generator di kapal MV. Resolute. Penelitian ini bertujuan untuk memahami penyebab peningkatan suhu minyak pelumas dan memberikan solusi untuk mencegah masalah serupa terjadi di masa depan.

2. KAJIAN PUSTAKA

a. Pengertian Temperatur dan Minyak Lumas

1) Temperatur

Menurut Joel (1966), temperatur adalah pengukuran dari panas atau dinginnya suatu benda. Skala Celsius adalah yang paling umum digunakan, dengan titik leleh es pada 0°C dan titik didih air pada 100°C. Temperatur mengukur rata-rata energi kinetik partikel dalam zat, seperti cairan, gas, atau plasma. Perpindahan panas terjadi ketika ada perbedaan energi termal antara benda-benda. Semakin besar energi termal dalam suatu benda, semakin tinggi temperaturnya [3].

2) Pengertian Minyak Lumas

Pelumas, menurut Maleev (1991), adalah hidrokarbon mirip bahan bakar diesel dengan topologi partikel yang berbeda. Mereka cenderung kental, berat, dan memiliki kepadatan tinggi. Pelumas dicampur dengan aditif untuk mencapai sifat yang diinginkan. Jackson (425) mendefinisikan minyak pelumas sebagai minyak yang diperoleh dari penyulingan minyak mentah. Berikut jenis-jenis pelumas:

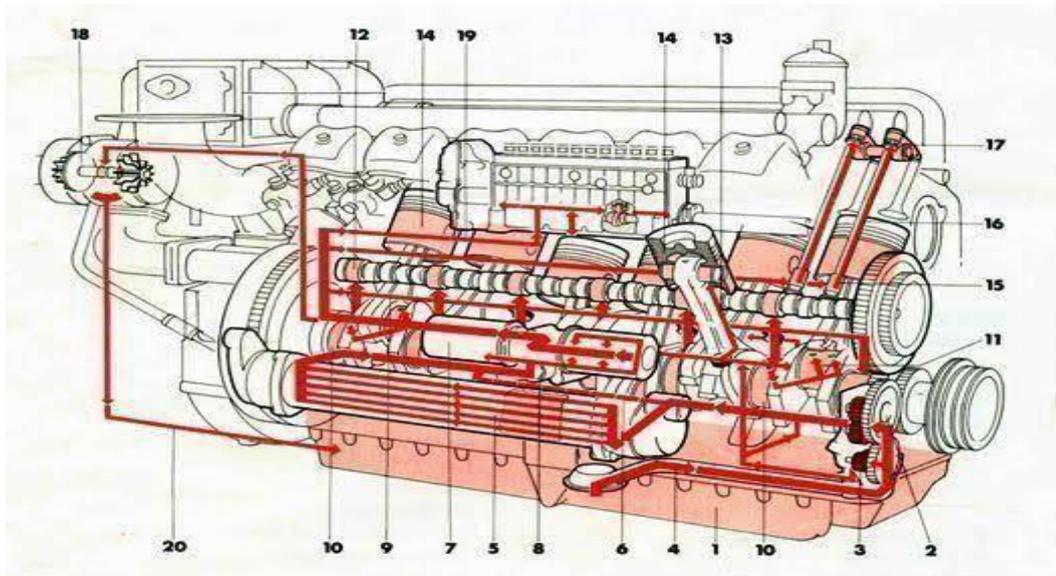
- a) Minyak Tumbuh-tumbuhan: Diproduksi dari biji-bijian dan buah-buahan, seperti minyak mustar, biji kapas, dan zaitun.
- b) Minyak Hewani: Diperoleh dari merebus atau memeras tulang dan lemak hewan, seperti minyak babi dan ikan.
- c) Minyak Mineral: Diperoleh dari penyulingan minyak bumi, lebih murah, dan lebih tahan lama, tetapi tidak sebaik minyak nabati atau hewani dalam hal pelumasan.
- d) Minyak Campuran: Campuran minyak mineral dengan sedikit minyak nabati atau hewani [5].

b. Sistem Pelumasan dan Cara Kerjanya

- 1) Menurut Sutanto, sistem pelumasan berfungsi untuk mengurangi gesekan antar bagian mesin yang menyebabkan suara, serta melumasi bantalan dan dinding silinder untuk mengurangi getaran dan mendistribusikan panas.
- 2) Sistem pelumasan bekerja dengan pompa oli yang mengalirkan minyak dari penangas oli melalui sistem pendingin dan filter sebelum disuplai ke saluran distribusi dengan tekanan. Minyak melumasi bantalan pada poros engkol, camshaft, dan komponen lainnya. Minyak juga disemprotkan ke dinding dalam

piston sebagai pendingin. Setelah itu, minyak yang mengalir kembali ke penangas oli melalui saluran balik dan disedot kembali oleh pompa [2].

Gambar 1. Sistem Pelumasan



c. Sifat-Sifat Minyak Lumas

Menurut V.L. Maleev (1991), sifat-sifat minyak pelumas adalah sebagai berikut:

- 1) Titik Tuang Minyak Pelumas: Suhu di mana minyak tidak lagi mengalir ketika wadah dimiringkan. Titik tuang yang tinggi menghambat aliran minyak dan kesulitan dalam memulai mesin pada suhu rendah.
- 2) Residu Karbon: Jumlah karbon yang tersisa setelah minyak dipanaskan. Karbon ini dapat menumpuk dalam mesin dan mengganggu operasionalnya.
- 3) Air dan Endapan dalam Minyak Pelumas: Minyak harus bebas dari air dan kotoran. Kotoran dapat menghambat aliran minyak dan bertindak sebagai bahan abrasif.
- 4) Keasaman Minyak Pelumas: Minyak harus bersifat netral. Minyak asam dapat merusak mesin, membentuk emulsi dengan air, dan menghasilkan lumpur.
- 5) Emulsi dalam Minyak Pelumas: Campuran minyak dan air yang tidak dapat terpisah.
- 6) Oksidasi Minyak Pelumas: Oksidasi berlebihan dapat menyebabkan pembentukan lumpur yang menghambat aliran minyak dan pelumasan [2].
- 7) Abu dalam Minyak Pelumas: Material yang dapat menyebabkan erosi atau penyumbatan pada bagian yang bergerak.
- 8) Warna Minyak Pelumas: Tidak mempengaruhi efektivitas pelumasan.
- 9) Minyak dengan Viskositas Tinggi: Memiliki gravitasi tinggi, tetapi tidak ada hubungan langsung dengan kemampuan pelumasan.

10) Minyak Pelumas untuk Mesin Diesel: Diperoleh dari penyulingan sisa minyak bumi setelah komponen lebih ringan dipisahkan.

d. Hubungan Viskositas Terhadap Temperatur Minyak Lumas

1) Viskositas Minyak Lumas

Menurut Maleev (1991), viskositas minyak pelumas mengukur gesekan atau tahanan fluida yang terjadi saat minyak bergerak melalui sistem. Viskositas meningkat dengan pergerakan lambat dan berkurang saat suhu meningkat. Viskositas dapat diukur menggunakan alat pengukur viskositas Saybolt. Semakin tinggi viskositas, semakin baik pelumasan hidrodinamik. Viskositas minyak diesel bervariasi antara 100 hingga 500 SSU pada suhu 130°F.

Tabel 1: Kelas S.A.E dan Suhu Penentuan Viskositas

Kelas S.A.E	Suhu Pengukuran (°C)	Viskositas Min (cSt)	Viskositas Max (cSt)	Penggunaan pada Mesin	Density
6W	-17°C	1301	2600	Kompresor	
11W	17,6°C	200	820	Hidro Sistem	
21W	99,1°C	9,6	12,9	Generator	
50	99°C	16,8	22,7	Main Engine	
100	-11,3°C	12,0	891	Crane	
220	19,0°C	14,8	899	Gearbox	

(Kepadatan) Minyak Lumas

Kepadatan (ρ) adalah massa per volume zat. Kepadatan dihitung dengan membagi massa zat dengan volumenya. Suhu mempengaruhi kepadatan; ketika suhu meningkat, kepadatan menurun karena gaya kohesi antar molekul melemah.

2) Pengaruh Minyak Lumas terhadap Bagian yang Bergerak pada Mesin

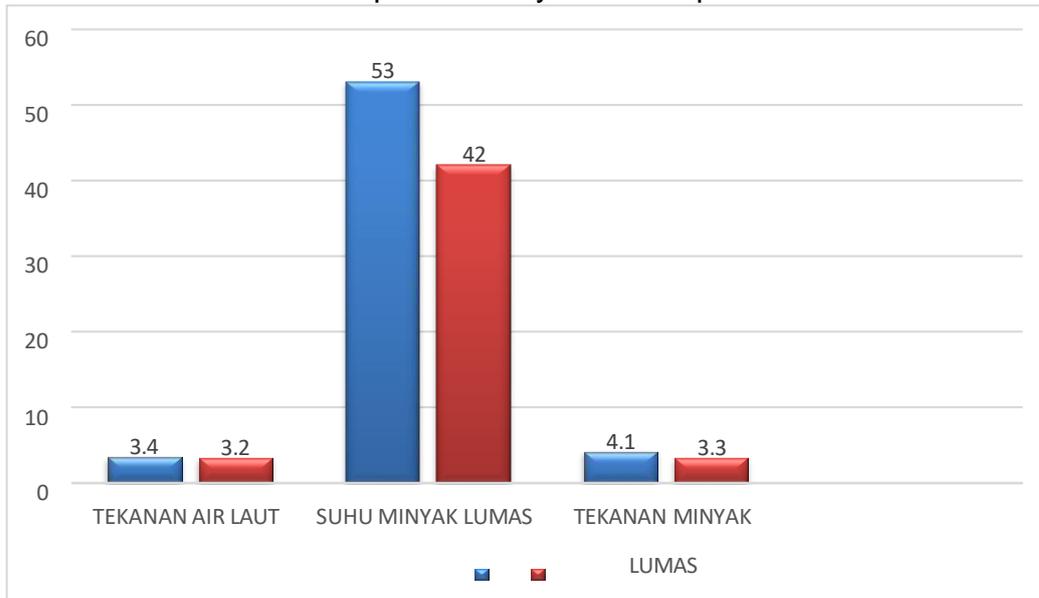
- a) Minyak pelumas mengurangi gesekan dan keausan, serta membersihkan permukaan logam dengan membawa endapan.
- b) Minyak pelumas juga menghilangkan panas yang dihasilkan oleh bantalan dan gear, mencegah kerusakan mesin.
- c) Minyak pelumas bekerja pada komponen mesin dengan melumasi, mencegah korosi, mengangkat kotoran, dan mendinginkan mesin [4].

Tabel 2: Viskositas L.O (Minyak Pelumas)

Temp (°C)	Viskositas Dinamis (cP)	Viskositas Kinematik (mm ² /s)	Kepadatan (g/cm ³)
0	753.52	868.78	0.8674
10	378.65	439.85	0.8609
20	206.89	242.10	0.8545
30	121.90	143.70	0.8483

40	76.55	90.90	0.8421
50	50.86	60.85	0.8358
60	35.41	42.69	0.8295
70	25.63	31.14	0.8232
80	19.18	23.48	0.8170

Grafik 1 : Temperatur Minyak Lumas pada saat Normal



Dari grafik diatas dapat kita pahami bahwa tekanan air laut pada tanggal 20 maret 2023 memiliki rata-rata yaitu in 3,4 kg/cm² dan out 3,2 serta tekanan pompa minyak lumas in 4,1 kg/cm² dan out 3,3 kg/cm² dengan suhu minyak lumas in 53 ° C dan out 42 ° C, Dalam hal ini kondisi minyak lumas masih dinyatakan normal pada tanggal 20 maret 2023.

3) Dampak Temperatur Meningkat pada Minyak Lumas

Endapan karbon dapat mengurangi kemampuan konduksi panas. Jika menumpuk di dalam silinder atau cincin torak, suhu dapat meningkat dan menyebabkan kerusakan mesin, seperti kebocoran gas, keausan cincin, atau kehilangan daya.

4) Tujuan Pelumasan

Menurut Molt (1990), tujuan pelumasan adalah:

- a) Menahan beban mesin
- b) Mengendalikan getaran
- c) Mencegah korosi
- d) Meredakan kebisingan (noise)
- e) Mempertahankan koefisien gesekan
- f) Mengendalikan panas
- g) Mencegah keausan akibat abrasi

Tabel 3: Temperatur Minyak Lumas Saat Alarm dan Mesin Mati

Tanggal	Tekanan Air Laut (kg/cm ²)	Suhu Minyak Lumas (°C)	Tekanan Minyak Lumas (kg/cm ²)	Keterangan
23 Maret 2023	In 2,4 - Out 1,2	In 68 - Out 62	In 1,7 - Out 1,6	Alarm
	In 2,4 - Out 1,2	In 68 - Out 62	In 1,8 - Out 1,7	Alarm
	In 2,0 - Out 1,0	In 70 - Out 66	In 1,5 - Out 1,2	A/E Stop

Pada grafik, terlihat bahwa penurunan tekanan pompa minyak lumas drastis (In: 1,5 kg/cm², Out: 1,2 kg/cm²) dengan kenaikan suhu minyak lumas (In: 70°C, Out: 66°C), menyebabkan alarm dan shutdown mesin pada 23 Maret 2023. Perbaikan segera dilakukan pada L.O Cooler dan pompa minyak lumas.

Tabel 4: Temperatur Minyak Lumas Setelah Perbaikan

Tanggal	Tekanan Air Laut (kg/cm ²)	Suhu Minyak Lumas (°C)	Tekanan Minyak Lumas (kg/cm ²)	Keterangan
24 Maret 2023	In 3,5 - Out 3,1	In 52 - Out 45	In 3,3 - Out 3,1	Normal
	In 3,5 - Out 3,1	In 50 - Out 44	In 3,8 - Out 3,4	Normal
	In 3,9 - Out 3,1	In 48 - Out 40	In 4,0 - Out 3,5	Normal
	In 3,9 - Out 3,1	In 45 - Out 39	In 4,2 - Out 3,6	Normal

Setelah perbaikan, tekanan pompa minyak lumas kembali normal (In: 4,2 kg/cm², Out: 3,6 kg/cm²) dengan suhu minyak lumas menurun (In: 45°C, Out: 39°C), menunjukkan kondisi normal pada 24 Maret 2023 [1].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini menggabungkan pendekatan lapangan dan pustaka untuk menganalisis bahwa meningkatnya temperatur minyak lumas pada motor bantu diesel generator diakibatkan oleh penyerapan panas pada *L.O Cooler* tidak bekerja dengan baik, karena adanya penyumbatan pada pipa-pipa kapiler. Penelitian lapangan dilakukan melalui observasi langsung terhadap sistem minyak lumas kapal untuk mengumpulkan data primer, seperti suhu, tekanan, durasi operasional, dan rekam jejak pemeliharaan. Data-data ini memberikan informasi spesifik mengenai faktor-faktor yang memengaruhi *L.O Cooler* tidak bekerja dengan baik. Sementara itu, penelitian pustaka digunakan untuk memperkuat analisis dengan referensi dari literatur teknis, manual operasional, dan studi-studi relevan lainnya.

Analisis deskriptif diterapkan untuk mengidentifikasi hubungan antara kinerja system minyak lumas. Dengan memadukan data primer dan sekunder, penelitian ini juga mengevaluasi pengaruh parameter seperti, suhu, dan tekanan terhadap kinerja generator. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan wawasan tentang strategi pemeliharaan yang efektif dan prosedur operasional yang mendukung, sehingga meningkatkan efisiensi dan masa pakai generator.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

a. Sejarah Singkat Tentang Perusahaan dan MV.RESOLUTE

Y&Y Maritime didirikan di Penang, Malaysia pada 17 Januari 2010, dengan awalnya mengoperasikan empat kapal. Perusahaan ini kini mengelola empat kapal, dua AHTS dan dua AHT, dan siap bersaing dalam layanan pelayaran internasional.

MV.RESOLUTE adalah kapal Anchor Handling Tug Supply, dengan kapasitas deadweight 1075 ton dan 5500 HP. Dibuat pada 2003 di China, kapal ini dibeli oleh Ocean Solution Maritime pada 2010 dan mulai beroperasi setelah itu.

b. Data Penelitian

Tabel 5: Temperatur Minyak Lumas pada Saat Normal

Tanggal	Tekanan Air Laut (kg/cm ²)	Suhu Minyak Lumas (°C)	Tekanan Minyak Lumas (kg/cm ²)	Keterangan
20 Maret 2023	3.3/3.0	51/39	3.9/3.1	Normal
	3.4/3.1	51/39	3.9/3.1	Normal
	3.4/3.1	53/42	4.0/3.2	Normal
	3.5/3.2	52/41	4.0/3.2	Normal
	3.5/3.2	52/41	4.1/3.3	Normal
	3.4/3.1	53/42	4.1/3.3	Normal

Tabel 6 : Temperatur Minyak Lumas Pada saat Alarm dan mati

Tanggal	Tekanan air laut (kg/cm ²)		Suhu minyak lumas L.O Cooler (°C)		Tekanan minyak lumas (kg/cm ²)		Keterangan
	In	out	In	Out	in	out	
	23 Maret 2023	2,4	1,2	68	62	1,7	
	2,4	1,2	68	62	1,8	1,7	Alarm
	2,0	1,0	70	66	1,5	1,2	A/E stop
Maintenance L.O Cooler dan Filter L.O							

c. Analisis Penelitian

Berikut adalah penjelasan yang disederhanakan:

Penyebab Kenaikan Suhu Minyak Lumas:

1) Sistem Pelumasan:

Pelumasan mengurangi gesekan, keausan, kebisingan, korosi, dan mentransfer panas akibat gesekan. Di kapal, sistem pelumasan menggunakan sirkulasi minyak untuk mengalirkan minyak ke berbagai bagian dengan tekanan, mengeluarkan panas untuk mencegah penurunan viskositas.

2) Sistem Pendingin:

Generator menghasilkan panas yang bisa merusak isolasi. Untuk mendinginkan, kapal menggunakan sistem pendingin tertutup yang melibatkan air tawar untuk mendinginkan mesin, sementara air laut digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas. Keuntungan air laut adalah kapasitas panas yang tinggi. Namun, air laut tidak langsung mendinginkan mesin, melainkan melalui alat penukar panas.

3) Peralatan Sistem Pendingin:

a) Pompa: Mengalirkan cairan pendingin, seperti air laut, untuk sirkulasi.

b) Instalasi Pipa: Mendukung sirkulasi air pendingin; bentuk dan ukuran pipa mempengaruhi hambatan.

c) Peralatan Pendingin: Menggunakan air laut untuk menurunkan suhu minyak pelumas lewat penukar panas.

d) Pengukur Suhu: Mengukur suhu minyak pelumas di generator.

e) Filter: Menyaring kotoran agar tidak masuk ke sistem pendingin.

4) Masalah pada L.O. Cooler:

a) Pipa Kapiler Tersumbat: Kotoran menghambat aliran air laut ke cooler, mengurangi efisiensi pendinginan dan meningkatkan suhu minyak pelumas.

b) Penurunan Kapasitas Pendinginan Air Laut: Penurunan tekanan pompa air laut akibat penumpukan kotoran pada filter atau penurunan pompa menyebabkan suhu minyak pelumas meningkat.

c) Temperatur Pendingin Air Laut yang Tinggi: Saat kapal berada di daerah sungai, suhu air laut yang lebih tinggi mengurangi kemampuan pendinginan.

5) Penyebab Penurunan Kapasitas Pendinginan Air Laut:

a) Tekanan Pompa Menurun: Penurunan kapasitas pompa air laut mengurangi sirkulasi, sehingga suhu minyak pelumas naik.

- b) Kebocoran Pipa: Kebocoran pipa menyebabkan penurunan tekanan air laut, mengurangi efisiensi pendinginan dan menyebabkan suhu minyak pelumas naik.

Penyebab-penyebab ini perlu diperhatikan untuk menjaga suhu minyak pelumas agar tetap stabil dan mesin berfungsi optimal.

d. Pembahasan

Penyebab dan Penanganan Kenaikan Suhu Oli Lumas pada Mesin Diesel Generator di Kapal

1) Penyebab Kenaikan Suhu Oli Lumas

- a) Kinerja L.O Cooler Tidak Efektif: Akibat adanya kerak dan kotoran pada pipa kapiler yang menghambat perpindahan panas.
- b) Tekanan Minyak Lumas Menurun: Disebabkan oleh filter yang kotor dan valve yang tidak terbuka sepenuhnya, menghambat aliran oli.
- c) Tekanan Air Pendingin Rendah: Kapasitas pompa menurun atau adanya kebocoran pada pipa pendingin.

2) Penanganan Masalah

a) Perawatan L.O Cooler

- 1) Tutup katup sistem pelumasan dan pendingin setelah mesin dimatikan.
- 2) Bongkar dan periksa kondisi cooler.
- 3) Bersihkan dengan bahan kimia (safacid) atau air bertekanan tinggi.
- 4) Pastikan pH larutan pembersih normal sebelum pemasangan kembali.

b) Perawatan Sistem Pelumasan

- 1) Rutin membersihkan filter oli untuk memastikan aliran tetap lancar.
- 2) Membersihkan casing pompa dari kotoran.
- 3) Mengganti packing valve yang sudah aus untuk mencegah kebocoran.
- 4) Peningkatan Tekanan Air Pendingin
- 5) Periksa dan bersihkan impeller pompa dari kerak.
- 6) Cek dan ganti bantalan pompa jika aus.
- 7) Jika terjadi kebocoran pada pipa pendingin, lakukan perbaikan atau penggantian segera.

3) Prosedur Perbaikan

a) Pembersihan L.O Cooler

- 1) Matikan pompa pelumas dan pendingin, serta tutup semua katup.
- 2) Buka cover cooler dan semprotkan air bertekanan tinggi ke dalam pipa kapiler.

- 3) Sikat bagian dalam pipa dan semprot kembali hingga bersih.
 - 4) Periksa kondisi packing sebelum memasang kembali cover.
- b) Perbaiki Pompa Oli Lumas
- 1) Matikan pompa dan tutup katup in/out.
 - 2) Lepaskan pipa dan motor listrik yang terhubung dengan pompa.
 - 3) Bongkar pompa, periksa kondisi impeller dan mechanical seal.
 - 4) Ganti komponen yang rusak jika tersedia.
 - 5) Pasang kembali pompa, motor, dan pipa dengan memastikan semua baut terpasang rapat.
- c) Pengendalian Masalah
- 1) Memeriksa packing L.O Cooler untuk memastikan tidak ada kebocoran.
 - 2) Mengecek tekanan L.O pump dan pompa pendingin air laut.
 - 3) Memastikan filter bersih dan tidak ada kebocoran packing.
 - 4) Setelah semua sistem berfungsi normal, perbaikan dinyatakan selesai.
- e. Perawatan

Pencegahan dan Perawatan untuk Menghindari Kenaikan Suhu Oli Lumas pada Mesin Diesel Generator

- 1) Perawatan Minyak Lumas
 - a) Inspeksi dan pemeliharaan rutin pada pompa oli.
 - b) Memeriksa dan mengganti filter oli jika rusak.
 - c) Mengecek pipa, sambungan, dan baut untuk mencegah kebocoran.
 - d) Memeriksa tekanan dan kekentalan oli sesuai manual.
 - e) Menjaga dan membersihkan L.O Cooler secara berkala.
 - f) Mengganti oli sesuai jadwal operasional.
- 2) Peralatan Perawatan
 - a) Kunci pas ring 14" & 12": Membuka cover pompa oli.
 - b) Kunci 24": Membuka baut L.O Cooler.
 - c) Trackle: Mempermudah pembongkaran impeller.
 - d) Majun: Membersihkan area kerja dan komponen.
 - e) Sikat Brush: Membersihkan kerak pada cooler.
 - f) Tackal: Mengangkat alat berat untuk memudahkan pemindahan.
- 3) Checklist

Tujuan dari checklist ini adalah untuk menandai atau menilai kondisi komponen yang dikerjakan sebagai bagian dari laporan.

Tabel 7 : KONDISI

NO	NAMA ALAT	Sangat baik	KONDISI		
			Baik	Kurang Baik	Tidak Berfungsi
1	Mechanical seal		<input type="checkbox"/>		
2	Impeller			<input type="checkbox"/>	
3	Cover Impeller			<input type="checkbox"/>	
4	Bearing Pompa		<input type="checkbox"/>		
5	Elmot	<input type="checkbox"/>			
6	Shaf Pompa		<input type="checkbox"/>		

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Peneliti dapat menarik berbagai kesimpulan mengenai topik yang dibahas dalam penelitian ini berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan pada bab-bab sebelumnya, antara lain:

- a. Kenaikan temperatur minyak lumas pada mesin Diesel Generator dapat disebabkan oleh penyerapan panas yang buruk di L.O. Cooler akibat adanya penyumbatan pada pipa kapiler.
- b. Penurunan tekanan pompa pendingin air laut dapat mempengaruhi kenaikan temperatur minyak lumas pada mesin Diesel Generator.

B. Saran

Mengingat tantangan yang muncul dalam sistem pendingin air laut, terutama saat mesin beroperasi yang menyebabkan kenaikan temperatur minyak lumas, maka rekomendasi berikut diberikan.:

- a. Lakukan perawatan rutin pada komponen L.O. Cooler, terutama pada pipa-pipa kapiler.
- b. Selalu periksa tekanan pompa pendingin air laut untuk memastikan bahwa tekanan air laut yang masuk ke L.O. Cooler tetap normal, sehingga temperatur minyak lumas tetap dalam batas standar operasional.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astriawati, N., & Wibowo, W. (2020). Perawatan sistem pendingin mesin diesel pada wheel loader Komatsu WA120-3CS. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi*, 7(2), 76–85.
- [2] AFRIZAL, A. (2021). Analisis Meningkatnya Temperatur Minyak Lumas Pada Diesel Generator Di Kapal MV. SINAR KUDUS (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- [3] Alirejo, M. S., Daging, I. K., Martin, M., Basino, B., & Siahaan, J. P. (2022). Kajian penerapan viskositas minyak pelumas pada mesin penggerak utama kapal perikanan di PT. Hasil Laut Sejati. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(1), 30–37.
- [4] FAKHRURAZI, M. (2022). Analisis Meningkatnya Temperature Minyak Lumas Pada Motor Bantu Diesel Generator Di Kapal KM. MUTIARA FERINDO VII (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- [5] Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2021). Analisis pengaruh bahan dasar terhadap indeks viskositas pelumas berbagai kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 94. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.31147>