

Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel pada Generator Set untuk Tindakan Perawatan di Kapal Tanker MT. Sea Serenity

Toniman Zega^{1,*}, Afdal¹, Risal Abu¹, Mukhnizar¹, Azmil Azman¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti

E-mail: toni_zegal@gmail.com*

Abstract

The generator set on the ship has the function of supplying electrical power needs. MT Tanker Ship. Sea Serenity is one of the ships that delivers goods between islands. In operation, the diesel generator engine on the MT. Sea Serenity sometimes experiences problems resulting in blackouts. This research aims to determine the factors that cause damage as well as appropriate maintenance actions and the method used is trouble shooting. Based on the research results, it is found that the causes of damage are: Engine knock, engine exhaust smoke, problems with the injection pump, worn plunger, damage to delivery valve seat, injection nozzle interference, valve opening pressure too low, engine output unstable, worn piston rings. Maintenance carried out: Injection timing must be adjusted according to ignition sequence, set injection timing, replace plunger and delivery valve seat, set valve opening pressure, replace spring, and clean injection orifice. On unstable engine output, the control rack stroke must be checked. Perform regular oil changes and regular tune ups

Keywords: Generator Set, diesel engine, trouble shooting, nozzles, Cylinder Head

Abstrak

Generator set di kapal memiliki fungsi untuk menyuplai kebutuhan daya listrik. Kapal Tanker MT. Sea Serenity merupakan salah satu kapal yang melayani pengiriman barang antar pulau. Didalam operasionalnya, mesin diesel generator pada MT. Sea Serenity terkadang mengalami gangguan sehingga mengakibatkan blackout. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan serta tindakan pemeliharaan yang tepat dan metode yang digunakan adalah trouble shooting. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa penyebab kerusakan adalah: Engine knock, Engine exhaust berasap, Gangguan pada injection pump, Plunger aus, kerusakan delivery valve seat, gangguan injection nozzle, valve opening pressure terlalu rendah, Engine output tidak stabil, ring piston aus. Perawatan yang dilakukan: Injection timing harus distel sesuai urutan pengapian, Stel Injection timing, ganti Plunger dan delivery valve seat, stel Valve opening pressure, ganti spring, dan bersihkan Injection orifice. Pada Engine output yang tidak stabil, langkah control rack harus diperiksa. Melakukan penggantian oli secara teratur dan tune up secara rutin.

Kata Kunci: Generator Set, mesin diesel, trouble shooting, nozel, Head Silinder

1. Pendahuluan

Dalam rangka menunjang kelancaran pelayaran di laut, kelengkapan kapal mutlak harus diperhatikan seperti halnya untuk menunjang pengoperasian mesin kapal, diantaranya Generator yang berfungsi sebagai alat bantu untuk memenuhi kebutuhan listrik diatas kapal. Secara umum, generator listrik adalah mesin yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui prinsip elektromagnetik [1][2]. Generator yang ada di kapal memiliki fungsi utama untuk menyuplai kebutuhan daya listrik di kapal [3]. Namun dalam operasionalnya, generator sering kali mengalami gangguan, terutama pada komponen mesin diesel penggerakannya. Gangguan ini dapat menyebabkan gangguan operasional kapal, seperti kegagalan suplai listrik atau bahkan *blackout*. Pemeliharaan yang baik dan berkesinambungan menjadi faktor kunci untuk menjaga kinerja optimal

generator di kapal [4]. Menurut Oesterreich et al, pemeliharaan preventif yang terstruktur secara efektif dapat mengurangi risiko kerusakan pada mesin-mesin di kapal, termasuk generator [5].

Kapal Tanker MT. Sea Serenity merupakan salah satu kapal yang melayani pelayanan antar pulau. Pada kapal tersebut disuplai oleh 2 (dua) buah mesin diesel generator. Jika sistem pelayanan daya di kapal mengalami kegagalan/kerusakan, sistem *emergency* distribution akan secara otomatis berpindah dari pelayanan normal ke pelayanan Emergency Generator. Ada banyak disain yang berbeda untuk distribusi daya pada instalasi beban listrik di kapal, tergantung tipe kapalnya.

Di dalam operasionalnya, salah satu mesin diesel generator sebagai pembangkit sumber arus pada MT. Sea Serenity terkadang tidak berjalan dengan lancar

sehingga mengakibatkan *blackout*. *Blackout* adalah suatu keadaan dimana listrik mengalami suatu gangguan atau masalah yang terjadi akibat kelebihan, ketidak mampuan suatu tegangan listrik dan arus yang mengalir terlalu tinggi atau besar [6]. *Blackout* terdiri atas 2 (dua) jenis, yaitu (i) kelebihan tegangan dan (ii) kekurangan tegangan. Apabila terjadi *blackout* maka tidak ada satupun peralatan listrik yang dapat berfungsi dengan baik.

Berdasarkan kondisi kerusakan mesin diesel pada Generator Set di Kapal Tanker MT. Sea Serenity tersebut diatas, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui secara pasti penyebab terjadinya kerusakan mesin diesel pada Generator Set di Kapal Tanker MT. Sea Serenity serta memberikan solusi tindakan pemeliharaannya. Dalam skripsi ini akan dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan mesin diesel pada Generator Set serta tindakan pemeliharaan yang tepat pada mesin diesel generator di Kapal MT. Sea Serenity.

2. Metodologi

Data yang dihimpun, baik pada studi literatur maupun studi lapangan hanya terbatas pada hal-hal yang berhubungan dengan penyebab *blackout* dan tindakan perawatan mesin diesel generator.

- Studi literatur, yaitu melalui buku-buku referensi, pedoman maupun dari *website* (*internet*) yang menunjang dalam analisis.
- Studi lapangan, yaitu dengan melakukan penyelidikan dan pengamatan langsung di lapangan secara visual terhadap data-data yang dibutuhkan guna memperoleh informasi yang memadai. Data yang diambil meliputi data yang berkaitan dengan parameter yang digunakan untuk pengolahan data mesin diesel generator.



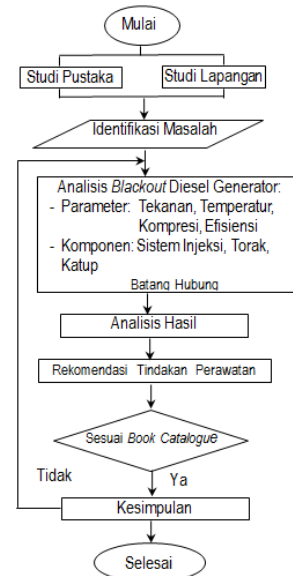
(a)

Spesifikasi:

Engine Power	500hp/1800rpm
Compression Ratio:	13,8:1
Bore*Stroke	159 mm X 159 mm
Displacement	18.9 L
Peak Engine Torque	2242 N.M @1400rpm
Fuel Consumption	96l/hour @ 1800 rpm
Gear Box	Advance 300
Cylinder	6
Max. Power	2242 N.M @1400rpm
Torque Max.	1851 N.m @ 1500 rpm
Engine Size(L*W*H)	1666mm*874mm*1377mm

(b)

Gambar 1. (a) dan (b) Mesin Diesel Cummins KTA19 Tak



Gambar 2. Diagram alir

Prosedur Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data yang akan dilakukan terkait analisis faktor penyebab kerusakan mesin diesel pada generator set terdiri dari 2 (dua) bagian, yaitu: (1) *Trouble Shooting* mesin dan (2) *Overhaul*.

(1) *Trouble Shooting*

Tabel 1. Parameter Pengamatan Troubleshooting

No.	Item Pengamatan	Gejala Kerusakan	Parameter
1.	Sistem bahan bakar	.....	.....
2.	Sistem <i>injector</i>	.....	.....
3.	Sistem kompresi	.....	.....
4.	Lubang <i>nozel</i>	.....	.....
5.	Head silinder	.....	.....
6.	Katup isap dan buang	.....	.....
7.	Suara mesin	.....	.....
8.	Sistem Generator	.....	.....
9.	Sistem Kelistrikan	.....	.....
10.	Engine Exhaust	.....	.....

Tabel 2. Parameter Pengamatan Parameter Mesin

No.	Item Pengamatan	Parameter (T,P,η)
1.	Temperatur mesin (°)	.....
2.	Tekanan kompresi (bar)	.....
3.	Tekanan gas pada permulaan kompresi (Pa)	.....
4.	Tekanan dari gas bekas (yr)	.....
5.	Tekanan gas pada akhir pembuangan	.....
6.	Temperatur gas buang (Tr)	.....
7.	Temperatur akhir pembakaran (Tz)	.....

(2) *Overhaul*.Tabel 3. Parameter Pengamatan *Overhaul*

No	Komponen	Langkah Pengamatan	Hasil Pengamatan
1.	Torak	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan. - Periksa <i>unbalance</i> torak.	.....
2.	Wearing ring	- Periksa kondisi secara visual. - Mengukur <i>clearance</i>.	.....
3.	Poros (<i>shaft</i>)	- Periksa kondisi pasak pada <i>hub</i> . - <i>Run out</i> pada poros.	.....
4.	Shaft sleeve (selubung poros)	- Periksa keausan. - Mengukur <i>clearance</i>.	.....
5.	Mechanical seal (perapat mekanis)	- Periksa kondisi <i>basic seal</i> . - Periksa dari endapan yang terjadi.	.....
6.	Casing dan stuffing box	- Periksa kondisi yang terjadi: korosi, erosi, atau keretakan.	.....
7.	Bearing	- Periksa kondisi <i>bearing (balls)</i> . - Suara tidak normal saat diputar dengan tangan.	...

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data sesuai gejala kerusakan, parameter mesin Diesel Genset yang diamati pada langkah *Troubleshooting* maupun pengamatan komponen-komponen yang mengalami kerusakan pada langkah Over Haul. Sesuai hasil pengamatan tersebut selanjutnya dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi komponen dan parameter mesin diesel Genset yang mengalami trouble
2. Menganalisis faktor-faktor penyebab trouble atau kerusakan pada mesindiesel Genset yang berdampak kepada menurunnya kinerja kompresor
3. Menetapkan rekomendasi langkah/tindakan perawatan (*maintenance*) yang tepat terhadap mesin diesel Genset.
4. Menghitung kinerja atau proses pembakaran

Kebutuhan Air Pendingin

Akibat pembakaran bahan bakar maka sejumlah besar kalor akan dilepaskan sehingga $\pm 30\%$ dari jumlah kalor tersebut akan diubah menjadi kerja, serta sisanya akan didisipasikan melalui bagian mekanisme motor. Efek temperatur air pendingin terhadap daya poros dan kebutuhan bahan bakar spesifik adalah proses pendinginan. Oleh karena itu, diperlukan suatu termostat yang dipasang pada sistem pendingin motor diesel yang bekerja pada suhu 83°C untuk daya indikatif yang tinggi dan kebutuhan bahan bakar spesifik yang rendah. Penurunan temperatur air menjadi 40°C dari 83°C menyebabkan daya poros turun sebesar $5,3\%$ dan kebutuhan bahan bakar spesifik naik sebesar $5,5\%$.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pengumpulan Data

Pengamatan yang telah dilakukan pada Mesin Diesel Cummins KTA19 4 Tak di Kapal Tanker MT. Sea Serenity meliputi data-data: Spesifikasi Mesin diesel *Generator Set* (Genset) dan hasil *troubleshooting*. Pengamatan visual terhadap gejala-gejala kerusakan yang berdampak kepada turunnya kinerja (tekanan) mesin diesel Genset dilakukan pada

komponen-komponen Mesin diesel seperti: sistem bahan bakar, sistem kompresi, sistem injektor, dan nozel.

Tabel 4. Hasil Pengamatan *Troubleshooting*

No.	Item Pengamatan	Gejala Kerusakan	Parameter
1.	Sistem bahan bakar	Tidak Normal (udara terperangkap dalam <i>fuel system</i>)	
2.	Sistem <i>injector</i>	Normal (Gerakan <i>needle valve</i> tidak sempurna, Spring patah, <i>Valve opening pressure</i> tidak tepat)	
3.	Sistem kompresi	Tidak Normal (kebocoran kompresi pada ring piston)	11 Bar
4.	Lubang <i>nozel</i>	Tidak Normal (Kotor/tersumbat)	
5.	Head silinder	Normal	
6.	Katup isap dan buang	Normal	
7.	Suara mesin	Tidak Normal (<i>Engine knock</i>)	
8.	Sistem Generator	Normal	
9.	Sistem Kelistrikan	Normal	
10.	<i>Engine Exhaust</i>	Tidak Normal (berasap)	

Tabel 5. Hasil Pengamatan Parameter Mesin

No.	Item Pengamatan	Parameter (T,P, η)
1.	Temperatur mesin ($^{\circ}\text{C}$)	60°C
2.	Tekanan kompresi (bar)	11 bar
3.	Tekanan gas pada permulaan kompresi (Pa)	$0,85 - 0,92 \text{ Pa}$
4.	Tekanan dan gas bekas (yr)	$0,03 - 0,04$
5.	Tekanan gas pada akhir pembuangan	$0,9 \text{ atm}, 1 \text{ atm}$ dan $1,3 \text{ atm}$
6.	Temperatur gas buang (Tr)	$100^{\circ}\text{C}, 300^{\circ}\text{C}, 500^{\circ}\text{C}$
7.	Temperatur akhir pembakaran (Tz)	$2300 - 27000 \text{ K}$

Tabel 6. Hasil Pengamatan *Overhaul*

No	Komponen	Langkah Pengamatan	Hasil Pengamatan
1.	Torak	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan. - Periksa <i>unbalance</i> torak.	Normal
2.	Wearing ring	- Periksa kondisi secara visual. - Mengukur <i>clearance</i> .	Tidak normal/aus
3.	Poros (<i>shaft</i>)	- Periksa kondisi pasak pada <i>hub</i> . - <i>Run out</i> pada poros.	Normal
4.	Shaft sleeve (selubung poros)	- Periksa keausan. - Mengukur <i>clearance</i> .	Normal
5.	Mechanical seal (perapat mekanis)	- Periksa kondisi <i>basic seal</i> . - Periksa dari endapan yang terjadi.	Normal
6.	Casing dan stuffing box	- Periksa kondisi yang terjadi: korosi, erosi, atau keretakan.	Normal
7.	Bearing	- Periksa kondisi <i>bearing (balls)</i> . - Suara tidak normal saat diputar dengan tangan.	Normal
8.	Bearing housing	- Periksa kondisi kedudukan bearing.	Normal
9.	Sistem Katup	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Tidak Normal: <i>delivery valve spring</i> patah, <i>delivery valve holder</i> kendor, <i>delivery valve</i> tidak berfungsi dengan baik.
10.	Silinder	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Normal
11.	Batang Hubung	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Normal
12.	Kopling	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Normal
13.	Sistem Transmisi	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Normal
14.	Sistem Injeksi	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Tidak Normal (tersumbat)
15.	Nozel	- Periksa kondisi korosi, erosi, keretakan, goresan	Tidak Normal (tersumbat/ tidak lancar)
16.	Sistem pelumasan	- Periksa kondisi korosi, erosi, kebocoran, goresan	Tidak normal

Berdasarkan pengamatan atau *troubleshooting* yang telah dilakukan pada Mesin Diesel Cummins KTA19 4 Tak pada Generator Set (Genset) Kapal Tanker MT. Sea Serenity, ditemukan bahwa ada

beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan mesin diesel, yaitu penurunan kinerja mesin.

Faktor-faktor penyebab kerusakan mesin Diesel Cummins KTA19 4 Tak pada *Generator Set* (Genset) ada yang berdiri sendiri dan ada yang saling terkait, meliputi:

1. *Engine knock*, yaitu masalah yang terjadi pada mesin yang ditandai dengan timbulnya suara ketukan. Hal tersebut terjadi karena beberapa sebab yang mempengaruhi: *Valve opening pressure* terlalu tinggi, *Injection orifice* tersumbat, *Injection timing* terlalu maju, dan *Nozzle* bocor.
2. *Engine exhaust* berasap, faktor-faktor yang menyebabkan adalah: Gangguan pada *injection pump*, *Injection timing* tidak tepat, Plunger aus, kerusakan *delivery valve seat*, mutu bahan bakar rendah, serta gangguan pada *injection nozzle*; *valve opening pressure* terlalu rendah, Spring patah, *Injection orifice* tersumbat.
3. *Engine output* yang tidak stabil atau terlalu kecil; Gangguan pada *injection pump*; jangkauan gerak plunger tidak cukup, *plunger spring* patah, gerakan *control rack* tidak sempurna, tappet aus gerakannya tidak sempurna, *delivery valve spring* patah, *delivery valve holder* kendor, *delivery valve* tidak berfungsi dengan baik.
4. Ring Piston aus, faktor penyebab: Sistem Pelumasan tidak berfungsi dengan baik sehingga menyebabkan gesekan yang berlebihan pada ring piston sehingga mudah aus, kualitas bahan bakar, ketidakseimbangan Bahan Bakar dan Udara, dan *overheat*.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan rusaknya mesin diesel Type Cummins KTA 19 pada Genset di Kapal Tanker MT. Sea Serenity yang berdampak kepada menurunnya kinerja mesin, yaitu:
 - a. *Engine knock*, yaitu masalah yang terjadi pada mesin yang ditandai dengan timbulnya suara ketukan. Hal tersebut terjadi karena beberapa sebab yang mempengaruhi: *Valve opening pressure* terlalu tinggi, *Injection orifice* tersumbat, *Injection timing* terlalu maju, dan *Nozzle* bocor.
 - b. *Engine exhaust* berasap, faktor-faktor yang menyebabkan adalah: Gangguan pada *injection pump*, *Injection timing* tidak tepat, Plunger aus, kerusakan *delivery valve seat*,

mutu bahan bakar rendah, serta gangguan pada *injection nozzle*; *valve opening pressure* terlalu rendah Spring patah, *Injection orifice* tersumbat.

- c. *Engine output* yang tidak stabil atau terlalu kecil; Gangguan pada *injection pump*; jangkauan gerak plunger tidak cukup, *plunger spring* patah, gerakan *control rack* tidak sempurna, tappet aus gerakannya tidak sempurna, *delivery valve spring* patah, *delivery valve holder* kendor *delivery valve* tidak berfungsi dengan baik.
 - d. Ring Piston aus, Berdasarkan hasil pengamatan (*troubleshooting*) terjadi kebocoran kompresi pada ring piston sehingga tekanan kompresi hanya 11 bar (standar mesin: 13,8 bar) sehingga harus dilakukan overhaul untuk pemeriksaan pada sistem torak
faktor penyebab: Sistem Pelumasan tidak berfungsi dengan baik sehingga menyebabkan gesekan yang berlebihan pada ring piston sehingga mudah aus, kualitas bahan bakar, ketidakseimbangan Bahan Bakar dan Udara, dan *overheat*.
2. Rekomendasi kegiatan perawatan pada Mesin Diesel Type Cummins KTA 19 Genset di Kapal Tanker MT. Sea Serenity adalah:
 - a. Pada kasus *engine knock*: *Injection timing* harus distel sesuai urutan pengapian. Setelah plunger nomor 1 distel pada posisi lubang tertutup, periksa penutupan silinder-silinder lainnya dalam urutan pengapiannya. Apabila dimulai dari 0 untuk silinder nomor 1 setiap penutupan lubang terdapat penambahan 1/2°.
 - b. Pada kasus *engine exhaust* berasap: Stel *Injection timing*, ganti Plunger dan *delivery valve seat*, mutu bahan bakar harus sesuai standar oktan, stel *Valve opening pressure*, ganti spring, dan bersihkan *Injection orifice*.
 - c. *Engine output* yang tidak stabil atau terlalu kecil: Langkah *control rack* harus diperiksa untuk mengetahui kondisi rack masih baik atau tidak. Pemeriksaan langkah *control rack*, yaitu: Lepaskan *delivery valve spring* dan *stopper* dari *delivery valve holder*, Beri oli pada *injection pump* dan keluarkan semua angin dalam *fuel system* (*air bleeding*), Tekan *control rack* ke arah governor dengan penuh, kemudian lepaskan. Rack dalam keadaan baik jika dapat kembali dengan baik dan lancar.

- d. Ring Piston aus: Untuk mengatasi agar ring piston mesin diesel Genset yang aus bertahan lama adalah dengan melakukan perawatan secara rutin, meliputi penggantian oli secara teratur, kualitas bahan bakar, sistem pendingin mesin berfungsi dengan baik, dan melakukan tune up secara rutin. Selain itu, selalu menggunakan bahan bakar dan oli mesin yang berkualitas tinggi. Penggunaan bahan bakar dan oli mesin yang tidak sesuai dengan spesifikasi mesin dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, termasuk ring piston.
3. Rekomendasi tindakan pemeliharaan menyeluruh yang dapat dilakukan pada mesin diesel Genset Type Cummins KTA 19.

Saran

Untuk menjaga agar kinerja mesin diesel Genset Type Cummins KTA 19 tetap maksimal, maka disarankan:

1. Menjaga/memperhatikan pelumasan mesin sebaik-baiknya untuk mengurangi kecepatan keausan yang terjadi pada bagian-bagian yang bergesekan.
2. Menjaga agar rasio kompresi mesin diesel Genset Type Cummins KTA 19 menghasilkan kinerja yang tetap pada kondisi top performance perlu dilakukan perbaikan/ perawatan pada injektor, sistem bahan bakar, dan sistem kompresi mesin.
3. Melakukan perawatan dan monitoring secara rutin untuk mempertahankan performansi mesin,

merencanakan overhaul secara berkala serta penyediaan suku cadang yang sesuai dengan spesifikasi mesin.

4. Melakukan pemeliharaan secara terstruktur terhadap mesin diesel meliputi: *Routine Maintenance*, *Predictive Maintenance*, dan *Preventive Maintenance* sehingga dapat menambah life time kompresor.
5. Melakukan penjadwalan/pergantian jam operasi mesin secara rutin antara Genset yang sedang beroperasi dengan Genset yang spare, sehingga Genset spare ketika akan beroperasi tidak harus menunggu kerusakan yang terjadi pada mesin diesel Genset yang sedang operasi.

Daftar Pustaka

- [1] Arifin, S. 2020. Jenis Genset dan Pengertiannya. Yogyakarta: STMIK Amikom Yogyakarta.
- [2] Klein, J., Kim, S. Y., & Smith, M. R. (2016). *Principles of Marine Engineering*. Springer.
- [3] Tanaka, K. (2018). *Ship Power Systems: Design and Operations*. Wiley.
- [4] Maleev. V.L, M.E, DR. A.M, 1995. *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. terj. Priambodo bambang, Erlangga: Jakarta.
- [5] Oesterreich, T. D., Henningsen, L., & Kuhn, T. (2020). Predictive Maintenance Strategies for Maritime Power Systems. *Journal of Maritime Engineering*, 45(2), 103-118.
- [6] McGowan, A., & Puttkammer, S. (2019). Causes and Mitigation of Power Outages on Ships. *Marine Systems Technology Journal*, 29(4), 221-235.