

Analisis Evaluasi Pelaksanaan Top Overhaul Mesin Diesel Generator di Kapal MT. Patra Tanker 1

M. Sony Kurniawan¹⁾, Budi Joko Raharjo²⁾, Aswar³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Program Studi Teknika

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

*Email: sonnykurniawan05@gmail.com, aswarliyahxxix@gmail.com,
budijoko31@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi pelaksanaan proses top overhaul pada mesin diesel generator di kapal MT. Patra Tanker 1. Top overhaul merupakan bagian penting dalam pemeliharaan mesin untuk memastikan kinerja optimal dan mencegah kerusakan serius yang dapat mengganggu operasional kapal. Proses ini mencakup pembongkaran, perbaikan, serta penggantian komponen yang aus pada bagian atas mesin, seperti kepala silinder, katup, piston, dan sistem terkait lainnya. Dalam penelitian ini, dilakukan pengumpulan data melalui observasi langsung terhadap prosedur pelaksanaan top overhaul, serta analisis dokumentasi pemeliharaan mesin yang telah dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa meskipun prosedur top overhaul di MT. Patra Tanker 1 telah dilaksanakan sesuai dengan pedoman teknis dan standar keselamatan, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pelaksanaannya, seperti keterlambatan pengiriman suku cadang dan kurangnya pelatihan berkala bagi kru terkait prosedur terbaru. Penelitian ini menyarankan adanya perbaikan dalam hal manajemen waktu pemeliharaan, serta peningkatan kompetensi teknisi untuk mengoptimalkan hasil top overhaul dan menjaga kelangsungan operasional mesin diesel generator secara maksimal.

Kata Kunci: *Top overhaul*, mesin diesel generator

1. PENDAHULUAN

Top overhaul adalah proses perbaikan atau pemeliharaan bagian atas mesin yang dilakukan setelah mesin mencapai jam kerja tertentu sesuai rekomendasi pabrik. Proses ini bertujuan untuk memastikan kondisi mesin sesuai standar operasional dan melaporkan hasil pemeriksaan kepada manajemen. Bagian yang diperiksa meliputi kepala silinder, katup, dan piston, yang biasanya mengalami keausan akibat pengoperasian intensif atau beban berat. Pemeriksaan dilakukan secara menyeluruh untuk mengembalikan performa mesin, mencegah kerusakan lebih lanjut, dan memperpanjang umur mesin.

Pemeliharaan mesin yang terencana sangat penting untuk menjaga efisiensi operasional dan menghindari kerusakan serius. Top overhaul adalah salah satu metode perawatan yang efektif, terutama pada mesin kendaraan atau industri. Proses ini memerlukan keterampilan teknis, pemahaman mendalam tentang kondisi mesin, serta pemilihan komponen pengganti yang tepat. Selain itu, perencanaan waktu overhaul yang baik dapat mencegah kerugian operasional dan mendukung keberlangsungan kerja mesin.

Dalam dunia maritim, perbaikan dan pemeliharaan kapal, termasuk top overhaul pada mesin diesel generator, merupakan bagian dari sistem perawatan yang terstruktur. Aktivitas ini melibatkan pembongkaran, pemeriksaan, pembersihan, dan penggantian komponen yang rusak. Pelaksanaan overhaul secara berkala, misalnya setiap 5.000 hingga 6.000 jam kerja, adalah langkah penting untuk menjaga kinerja mesin diesel generator yang menjadi elemen vital dalam operasional kapal.

Penelitian mengenai pelaksanaan top overhaul ini difokuskan pada perawatan kepala silinder mesin diesel generator. Tujuannya adalah untuk menganalisis faktor yang memengaruhi keputusan melakukan overhaul serta memahami prosedur yang ditetapkan oleh pabrik sesuai dengan batas jam kerja yang telah ditentukan. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat diidentifikasi langkah-langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi proses overhaul dan memperpanjang umur mesin.

Manfaat penelitian ini meliputi aspek teoritis dan praktis. Dari sisi teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan taruna PIP Makassar tentang top overhaul. Secara praktis, penelitian ini memberikan referensi bagi pembaca, khususnya yang bekerja di bidang maritim, untuk menangani masalah terkait mesin diesel generator di atas kapal. Hal ini juga berguna bagi taruna yang sedang melakukan penelitian serupa.

Dengan latar belakang tersebut, peneliti terdorong untuk menyusun karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul "*Analisis Evaluasi Pelaksanaan Top Overhaul Mesin Diesel Generator di Kapal MT. Patra Tanker 1.*" Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan pemeliharaan mesin kapal dan menjadi acuan bagi kalangan maritim.

2. KAJIAN PUSTAKA

Top Overhaul

1) Top Overhaul menurut Nigel Calder

Top overhaul adalah proses pemeliharaan berkala pada bagian atas mesin diesel sesuai jam kerja yang ditentukan oleh pabrik. Proses ini mencakup pemeriksaan dan perbaikan komponen seperti kepala silinder, katup, pegas katup, injektor, dan bagian lainnya untuk menjaga efisiensi mesin dan mencegah kerusakan akibat keausan. Kepala silinder, yang menjadi tempat komponen penting seperti injektor dan katup, dirancang untuk mendukung proses pembakaran dan memastikan kinerja mesin tetap optimal. Tujuan utama top overhaul adalah mengembalikan performa mesin tanpa harus membongkar bagian bawah mesin [3].

2) Langkah-langkah Umum Top Overhaul

Langkah pertama adalah membuka kepala silinder untuk memeriksa komponen seperti katup dan pegas katup. Komponen yang aus atau rusak, seperti cincin piston atau injektor, dibersihkan atau diganti [5]. Sistem pelumasan dan injeksi bahan bakar juga diperiksa untuk memastikan aliran oli dan bahan bakar berjalan baik. Setelah semua perbaikan selesai, kompresi mesin diuji untuk memastikan performa optimal.

3) Tujuan Top Overhaul

Top overhaul bertujuan memastikan mesin tetap bekerja dengan performa terbaik, memperbaiki kerusakan pada komponen utama, mengurangi risiko kerusakan lebih lanjut, dan memperpanjang umur mesin. Proses ini sangat penting untuk menjaga efisiensi mesin, terutama pada komponen yang paling terpengaruh oleh pembakaran dan kompresi [1].

4) Komponen Utama pada Cylinder Head

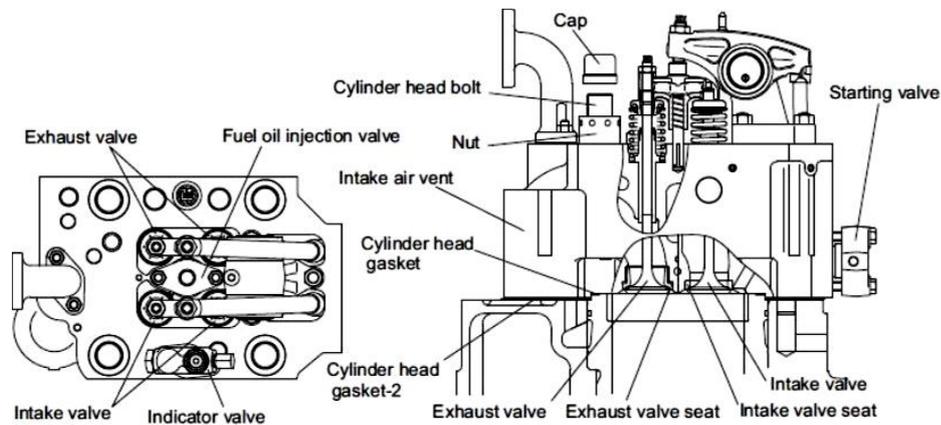
Kepala silinder terdiri dari berbagai komponen seperti injektor, katup (intake dan exhaust), rocker arm, valve guide, gasket, sistem pendingin (water cooling), dan lainnya. Komponen ini dirancang untuk mendukung proses pembakaran, pendinginan, dan pelumasan, serta memastikan mesin beroperasi dengan efisien [7]. Cylinder head juga memiliki saluran intake dan exhaust yang memengaruhi aliran udara dan gas buang dalam mesin.

5) Sistem Pendingin dan Pelumasan

Pendinginan pada kepala silinder dilakukan melalui sistem water cooling yang menyerap panas dari pembakaran. Selain itu, lubang pelumas di kepala silinder memungkinkan aliran oli untuk melindungi komponen dari gesekan berlebih. Sistem ini penting untuk mencegah overheating dan menjaga kelancaran operasional mesin [14].

6) Intake dan Exhaust Manifold

Saluran intake dan exhaust berfungsi sebagai jalur masuk udara dan keluarnya gas buang [7]. Desain saluran ini memengaruhi efisiensi aliran udara, yang pada akhirnya memengaruhi proses pembakaran dan performa mesin. Intake manifold memastikan pencampuran udara dan bahan bakar berlangsung sempurna, sedangkan exhaust manifold harus tahan panas untuk menyalurkan gas buang dengan aman.



Gambar 1 Cylinder Head

Manajemen Perawatan dan Perbaikan

Perawatan adalah kegiatan untuk menjaga mesin dan peralatan agar tetap dalam kondisi baik dan siap digunakan, terutama bagi mesin yang digunakan terus-menerus. Perawatan bertujuan mendukung kelancaran operasi sesuai rencana [8].

Penjadwalan Perawatan

Penjadwalan dilakukan berdasarkan waktu (kalender) atau durasi operasional (jam kerja). Ada dua jenis utama:

- 1) Perawatan Preventif: Dilakukan secara terjadwal untuk mencegah kerusakan.
- 2) Perawatan Korektif: Dilakukan setelah terjadi kerusakan.

Manajemen perawatan bertujuan mengembangkan kebijakan untuk menjaga kondisi mesin dan memastikan efisiensi tanpa frekuensi perawatan yang berlebihan, yang dapat meningkatkan biaya tanpa manfaat signifikan. [17]

Jenis-Jenis Perawatan

- 1) Perawatan Preventif: Mencegah kerusakan dengan inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan, dan penyetelan.
- 2) Perawatan Korektif: Memperbaiki atau meningkatkan kondisi mesin dengan modifikasi jika diperlukan.
- 3) Perawatan Berjalan: Dilakukan saat mesin tetap beroperasi.
- 4) Perawatan Prediktif: Memantau kondisi mesin menggunakan alat atau pengamatan untuk mendeteksi kelainan.
- 5) Perawatan Setelah Kerusakan: Memperbaiki mesin setelah terjadi kerusakan dengan menyiapkan suku cadang dan tenaga kerja.

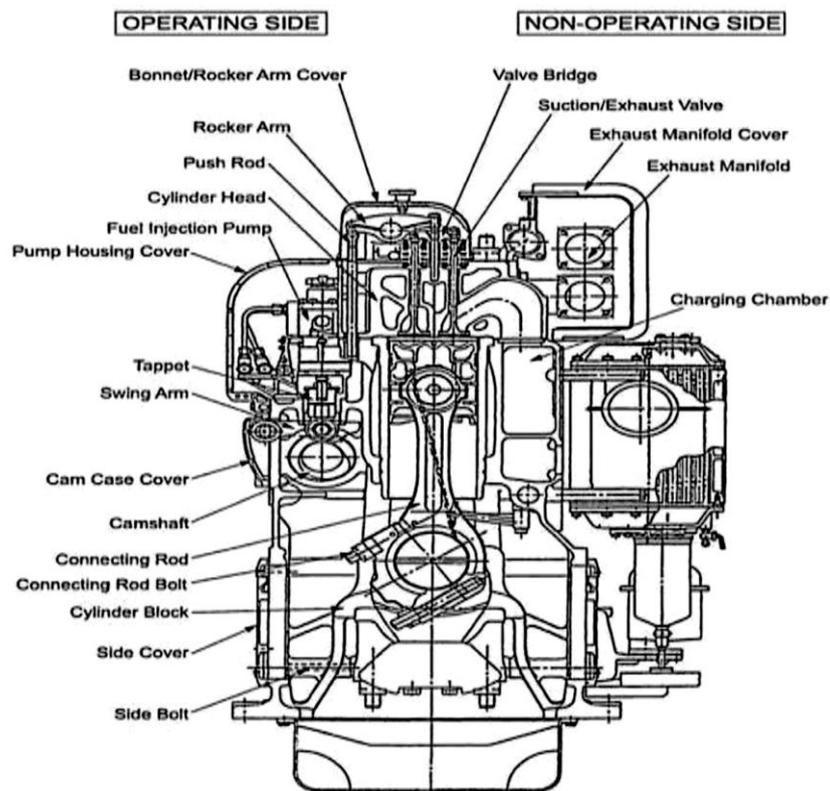
Diesel Generator

Generator adalah mesin berbahan bakar diesel yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [3]. Generator sering disebut "genset," yang merupakan gabungan dari mesin (engine) dan pembangkit listrik (alternator).

Generator di kapal berfungsi memenuhi kebutuhan listrik selama beroperasi, seperti saat berlayar, berlabuh, atau bersandar. Energi listrik dihasilkan melalui proses pembakaran bahan bakar diesel. Generator dapat berupa:

- 1) Generator AC (arus bolak-balik): Menghasilkan listrik melalui induksi elektromagnetik.
- 2) Generator DC (arus searah): Menggunakan prinsip yang sama dengan medan magnet tetap.

Pembakaran sempurna sangat penting untuk kinerja generator [9]. Faktor seperti kemampuan piston untuk menahan panas akibat tekanan tinggi memengaruhi keberhasilan pembakaran. Oleh karena itu, perawatan rutin (maintenance) atau overhaul perlu dilakukan sesuai jam operasional untuk menjaga performa.



Gambar 2 Diesel Generator

Prinsip Kerja Mesin Diesel

1) Fase Hisap

Udara masuk ke ruang bakar melalui katup hisap, sementara piston bergerak untuk menciptakan ruang yang lebih besar.

2) Fase Kompresi

Piston menekan udara di ruang bakar dengan rasio kompresi 15:1 hingga 22:1, menghasilkan tekanan hingga 40 bar dan suhu udara mencapai 550°C.

3) Fase Pembakaran

Ketika piston mencapai posisi atas, injektor menyembrotkan bahan bakar diesel [11]. Campuran udara dan bahan bakar terbakar, menghasilkan tekanan ekspansi yang mendorong piston turun.

4) Fase Pembuangan

Piston kembali ke atas, mendorong gas sisa keluar melalui katup buang.

Prosedur Sebelum dan Sesudah Top Overhaul

1) Sebelum Overhaul:

- a) Informasikan rencana perbaikan ke kantor/perusahaan.
- b) Deteksi kerusakan mesin dan siapkan data akurat.
- c) Lakukan rapat keselamatan kerja.
- d) Bagikan tugas ke tim dengan jelas.
- e) Siapkan suku cadang dan alat khusus.
- f) Lakukan pengukuran semua komponen mesin.
- g) Uji hasil pemasangan dengan pengawasan pihak terkait.

2) Sesudah Overhaul:

- a) Pastikan mesin berfungsi normal saat uji coba.
- b) Periksa tekanan, suhu, RPM, dan parameter lainnya.
- c) Informasikan kondisi mesin ke kapten kapal.
- d) Dokumentasikan hasil perbaikan dan evaluasi kerja.
- e) Pesan suku cadang untuk stok minimal.

Pengoperasian Diesel Generator

1) Sebelum Menghidupkan Mesin:

- a) Periksa level oli pelumas, air pendingin, dan kebersihan tangki bahan bakar.
- b) Bersihkan filter bahan bakar jika diperlukan.
- c) Pastikan bagian generator bersih dan bebas dari gangguan.

2) Menghidupkan Mesin:

- a) Buka katup tangki solar.
- b) Sambungkan kabel motor starter baterai.
- c) Tekan tombol start.
- d) Pindahkan handle power ke posisi genset.

3) Mematikan Mesin:

- a) Pindahkan handle power ke posisi off.
- b) Tekan tombol stop.
- c) Tutup katup tangki solar.

Perawatan Diesel Generator

- 1) Minyak Pelumas:
 - a) Periksa level oli pelumas, tambahkan jika kurang.
 - b) Bersihkan filter oli dan carter secara rutin.
- 2) Air Pendingin:
 - a) Periksa dan tambahkan air pendingin harian.
 - b) Tes kadar keasaman air (pH) dua minggu sekali, tambahkan chemical jika perlu.
- 3) Sistem Bahan Bakar:
 - a) Bersihkan filter dan tangki bahan bakar secara rutin.
 - b) Ganti filter jika tekanan pompa menurun.
- 4) Sistem Udara Start:

Periksa kebocoran pada pipa dan katup udara.
- 5) Penyetelan Katup:
 - a) Lakukan penyetelan jika kelonggaran katup tidak sesuai, menggunakan fuller gauge.
 - b) Ulangi penyetelan untuk memastikan kelonggaran pas, terutama setelah overhaul kepala silinder.

Catatan: Penyelarasan dilakukan sesuai suhu mesin, idealnya $\pm 45^{\circ}\text{C}$.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama sekitar satu tahun (12 bulan) pada kapal MT. Patra Tanker 1, khususnya pada saat peneliti melaksanakan praktek laut di Pelabuhan Lampung, mulai tanggal 16 Desember 2022. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari observasi, tinjauan kepustakaan (*library research*), dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai fenomena yang diamati, sementara tinjauan kepustakaan bertujuan untuk melengkapi landasan teori dengan mempelajari buku-buku referensi yang relevan. Dokumentasi digunakan untuk memperkaya data yang diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan catatan, perekam, serta foto atau gambar terkait.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif, yang meliputi analisa, kajian, dan ulasan faktual. Sumber data terdiri dari data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan di lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari buku-buku referensi terkait. Dalam analisis data, peneliti menggunakan metode kualitatif yang berfokus pada pemahaman mendalam tentang konteks dan kompleksitas fenomena yang diteliti, tanpa berorientasi pada pengukuran kuantitatif. Metode ini diharapkan dapat

menghasilkan pemecahan masalah yang komprehensif dalam penyusunan proposal penelitian ini.

4. HASIL PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

PT. Pertamina International Shipping (PIS) didirikan pada tahun 2016 sebagai bagian dari PT. Pertamina. PIS mengelola pelayaran, jasa kelautan, dan logistik untuk grup Pertamina, mengangkut 1,5 juta KL minyak setiap tahun. Dengan lebih dari 400 kapal, 6 terminal, dan 140 pelabuhan, PIS juga melayani klien internasional di 50 rute global.

Penelitian ini dilakukan di kapal MT. Patra Tanker I, milik PT. Pertamina International Shipping.

2. Data Objek Yang Diteliti

Tabel 1. Spesifikasi Boiler

<i>Generator Engine</i>	C9J00809
<i>Maker</i>	Caterpillar
<i>Type</i>	Caterpillar C9 DITA
<i>Output</i>	175 Kw / 1800 RPM

3. Data Hasil Observasi

Selama praktek laut di MT. Patra Tanker I, ketika kapal berlabuh di Pelabuhan Panjang (Lampung), penulis melakukan top overhaul pada mesin diesel generator Caterpillar C9 yang sudah mencapai 5000 jam kerja. Tabel berikut menunjukkan hasil pengukuran berbagai komponen mesin yang diperiksa pada dua tahap overhaul. Dari data ini terlihat bahwa nilai-nilai komponen cenderung menurun setelah top overhaul pertama dan kedua, meskipun masih dalam batas yang diperbolehkan. Misalnya, nilai komponen seperti kepala silinder, klep, dan valve guide menunjukkan perubahan dari standar ke top overhaul kedua, dengan beberapa komponen mendekati ambang batas pergantian.

Tabel 2. Data Top Overhaul

Komponen yang Diukur	Nilai Standar	Nilai Top Overhaul Pertama	Survey sebelum top overhaul kedua	Nilai top Overhaul Kedua	Harus Dilanjutkan untuk Top Overhaul Berikutnya	Disyaratkan untuk top overhaul berikutnya	Nilai yang disarankan untuk pergantian
Kepala Silinder (Cylinder Head)	0.05	0.04	0.07	0.08	0.9	0.10	0.12
Klep (Valve) In	35.5	35.3	35.4	35.1	35	34.8	34.5
Klep (Valve) Exh	31.0	30.9	31.0	30.8	30.30	30.4	30.35
Klep Seat (Tempat Klep)	1.5	1.3	1.4	1.2	2.4	2.5	2.7
Valve Guide (Panduan Klep) In	11.15 - 11.25	11.18	11.22	11.24	11.48	11.50	11.52
Valve Guide (Panduan Klep) Exh	11.15 - 11.25	11.20	11.20	11.20	11.48	11.50	11.52
Compression Height (Ketinggian Kompresi)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.8	3
Valve Spring	14.0	13.5	13.7	13.2	13.1	13.3	13.2
Rocker Arm	0.1	0.08	0.09	0.09	0.3	0,4	0.5
Cylinder Head Gasket	0.05	0.03	0.04	0.05	0.13	0.15	0.17

Komponen yang Diukur	Nilai Standar	Nilai Top Overhaul Pertama	Survey sebelum top overhaul kedua	Nilai top Overhaul Kedua	Harus Dilanjutkan untuk Top Overhaul Berikutnya	Disyaratkan untuk top overhaul berikutnya	Nilai yang disarankan untuk pergantian
Torsi Baut Kepala Silinder Tahap Pertama	410	410	410	400	370	368	365
Torsi Baut Kepala Silinder Tahan Kedua	180	180	180	170	175	170	160
Camshaft (Poros Noken)	0.1	0.05	0.08	0.09	0.3	0.4	0.5
Fuel Injector (Injektor)	1700 - 2000	1750	1650	1600	1650	1600	1500

4. Analisis *Paired Sample Statistics*

Tabel menunjukkan perbandingan antara nilai standar dan hasil pengukuran selama dua tahap top overhaul. Rata-rata nilai pada setiap tahap overhaul menurun dibandingkan dengan nilai standar, dengan beberapa komponen mendekati batas toleransi yang mengindikasikan kebutuhan untuk top overhaul berikutnya. Hasil analisis statistik menunjukkan korelasi yang sangat kuat antara nilai-nilai standar dan hasil overhaul, dengan nilai $p < 0,001$ yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan atau penggantian komponen dapat dilakukan berdasarkan data yang diperoleh, memberikan dasar yang kuat untuk keputusan terkait pemeliharaan mesin.

Tabel 3. Data T-Test

Paired Samples Statistics		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Nilai Standar	194,777	14	532,95569	142,43840
	Nilai Top Overhaul Pertama	176,292	14	467,51633	124,94899

Pair 2 Nilai Standar	194,777	14	532,95569	142,43840
	1			
Survey sebelum top overhaul kedua	168,160	14	441,13768	117,89900
	7			
Pair 3 Nilai Standar	194,777	14	532,95569	142,43840
	1			
Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Pair 4 Nilai Top Overhaul Pertama	176,292	14	467,51633	124,94899
	1			
Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Pair 5 Survey sebelum top overhaul kedua	168,160	14	441,13768	117,89900
	7			
Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Pair 6 Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Harus Dilanjutkan untuk Top Overhaul Berikutnya	165,013	14	440,97336	117,85509
	6			
Pair 7 Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Disyaratkan untuk top overhaul berikutnya	160,675	14	426,56928	114,00543
	7			
Pair 8 Nilai top Overhaul Kedua	164,083	14	430,36623	115,02021
	6			
Nilai yang disarankan untuk pergantian	152,685	14	400,48431	107,03394
	0			

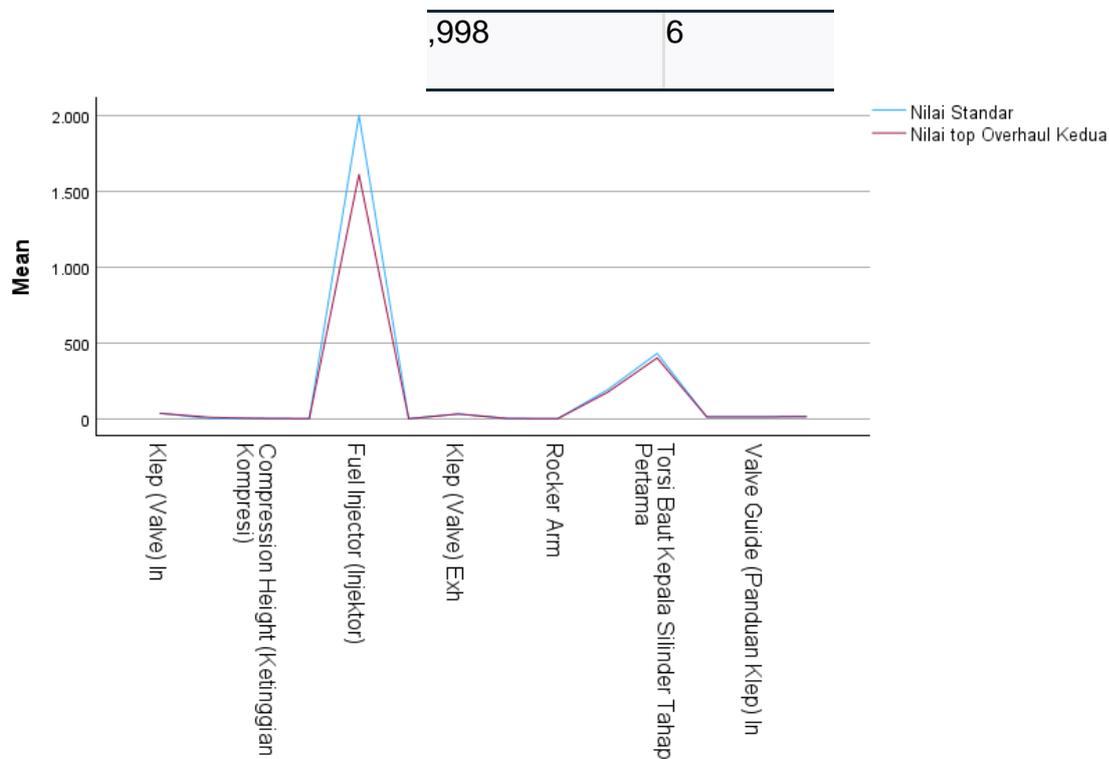
Reliability Test

Reliabilitas instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,998, yang menunjukkan konsistensi internal yang sangat tinggi dan bahwa instrumen ini sangat dapat diandalkan untuk penelitian lebih lanjut.

Tabel 4 Hasil Uji Reliability t

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
------------------	------------



5. Pembahasan Penelitian

- 1) Top Overhaul Top overhaul adalah pemeliharaan mesin diesel generator setelah mencapai jam kerja tertentu, yang menunjukkan adanya keausan pada komponen mesin. Tujuannya adalah untuk memulihkan kinerja mesin dan memperpanjang umur mesin dengan mengganti atau memperbaiki komponen yang aus.
- 2) Tujuan dan Manfaat Top Overhaul Top overhaul dilakukan ketika mesin telah mencapai jam kerja yang disarankan. Tujuannya antara lain:
 - a) Memperbaiki atau mengganti komponen yang aus.
 - b) Mengembalikan kinerja mesin agar optimal.
 - c) Mengurangi risiko kerusakan besar di masa depan.
 - d) Menjaga efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi.
 - e) Memperpanjang umur mesin.
- 3) Jam Kerja Mesin Sebelum Overhaul Mesin diesel generator Caterpillar C9 telah mencapai 5000–6000 jam kerja, menunjukkan penurunan kinerja pada beberapa komponen. Pemeriksaan sebelum overhaul menunjukkan keausan pada katup, gasket, dan silinder head, yang menunjukkan kebutuhan untuk pemeliharaan lebih lanjut.
- 4) Daftar Pekerjaan yang Dilakukan Saat Top Overhaul Berikut langkah-langkah yang dilakukan selama top overhaul:
 - a) Persiapan Awal: Memastikan mesin mati, menyediakan peralatan, dan memastikan area kerja aman.

- b) Pelepasan Komponen: Melepas komponen yang menghalangi akses ke kepala silinder.
 - c) Pelepasan Kepala Silinder: Melepas baut dan kepala silinder dengan hati-hati.
 - d) Pemeriksaan Komponen: Memeriksa kepala silinder, katup, dan komponen lainnya untuk kerusakan dan keausan.
 - e) Pembersihan dan Persiapan Pemasangan: Membersihkan permukaan kepala silinder dan blok mesin.
 - f) Penggantian Komponen Rusak: Mengganti komponen yang aus sesuai spesifikasi pabrik.
 - g) Pemasangan Kembali Kepala Silinder: Memasang kembali kepala silinder dan mengencangkan baut sesuai torsi yang tepat.
 - h) Pengujian dan Pemeriksaan Akhir: Menguji mesin untuk memastikan tidak ada kebocoran dan performa mesin baik.
- 5) Analisis Hasil Pelaksanaan Top Overhaul Setelah top overhaul, kinerja mesin meningkat:
- a) Kondisi Kepala Silinder: Gasket yang bocor diganti dengan yang baru.
 - b) Katup: Katup yang aus diganti untuk menghindari kebocoran kompresi.
 - c) Kinerja Mesin: Mesin beroperasi lebih efisien, lebih halus, dan dengan emisi lebih rendah.

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat di simpulkan bahwa :

1. Pada mesin diesel generator Caterpillar C9 yang dilakukan top overhaul, mesin telah mencapai running hours yang disarankan oleh pabrik, yaitu sekitar 5000–6000 jam kerja. Berdasarkan data pemeliharaan sebelumnya, mesin telah beroperasi secara terus menerus dengan beberapa siklus operasional, yang menunjukkan penurunan kinerja mesin dalam beberapa komponen kunci.
2. Nilai rata-rata pada setiap tahapan top overhaul secara bertahap menurun dibandingkan dengan nilai standar, menunjukkan degradasi performa komponen mesin..Data ini memberikan gambaran bahwa top overhaul kedua menghasilkan nilai mendekati batas toleransi, tetapi dalam beberapa kategori masih berada di atas ambang batas penggantian.

B. Saran

Dalam konteks evaluasi ini, ada beberapa saran yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

- a. Memaksimalkan perawatan berkala sesuai jadwal perawatan pada mesin diesel generator untuk memperpanjang umur mesin diesel generator dan meminimalisasi kerusakan, lakukan pengujian setiap tahap perbaikan untuk memastikan kualitas yang optimal.
- b. Lakukan perawatan dan perbaikan dengan benar untuk menghindari terjadinya kerusakan ulang setelah dilakukannya perbaikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdi, H. (2021). Pengertian Analisis menurut para ahli, Kenali fungsi, tujuan, dan jenisnya. Diambil kembali dari Pengertian analisis: <https://m.liputan6.com/hot/read/4569178/pengertian-analisis-menurut-para-ahlikenali-fungsi-tujuan-dan-jenisnya>.
- [2] Angga, A. (2019). Perawatan Dan Pengoperasian Diesel Generator Di Kmn. Putra Leo. Karya Tulis.
- [3] B. Utomo. (2020). Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan Berbagai Perubahan Kecepatan Pada Motor Diesel Penggerak Kapal, J. Rekayasa Mesin, Vol. 15, No. 2, Pp. 163–170.
- [4] Calder, N. (2017). Marine Diesel Engines: Maintenance, Troubleshooting, and Repair
- [5] Fajar, D. (2020). Analisa Terjadinya Bunga Api Pada Ball Bearing Shaft Generator Di Kapal Ahts Sk. Capella (Doctoral Dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- [6] Febriyan, R., & Cahyono, B. D. (2023). Pemeliharaan Pada Mesin Moulding Unimat 22 A Di PT. Sejin Lestari Furniture. Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika, 2(1), 262-274.
- [7] Heru, P. (2019). Pengoperasian Dan Perawatan Diesel Generator Pada Kapal Mt. Saamis Adventurer Pt. Waruna Nusa Sentana Jakarta. Karya Tulis
- [8] Masheru, U., & Ponidi, S. T. (2019). Analisa Penentuan Komponen Kritis Pada Diesel Generator Caterpillar Type 3412 C Dengan Metode Reliability (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya).
- [9] Mochammad Idris, Listrik (Arus Searah) Generator dan Motor, BPLP Semarang, 2019.
- [10] Pranata, S. (2019). Pengoperasian Dan Perawatan Permesinan Bantu Generator Kapal Negara Trisula Di Kesatuan Penjagaan Laut Dan Pantai (KPLP) Tanjung Pinang. Karya Tulis.
- [11] Prasetya, A. Y., & Kismantoro, T. (2020). Penyebab Pecahnya Cylinder Liner Pada Generator Engine Di Mt. Martha Option. Dinamika Bahari, 7(2), 1633-1641.
- [12] Rangga, A. (2020). Prinsip Kerja Generator. <https://cerdika.com/generator/>

- [13] Rifai Anwar, R. A. (2024). Studi Evaluasi Minimasi Resiko Pelaksanaan Top Overhaul Diesel Generator Di Kapal Surf Allamanda (Doctoral Dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).
- [14] Riki, A. (2019). Perbaikan Silinder Head Pada Mesin A/E Caterpillar C7 Pt. Samudera Indonesia. Karya Tulis.
- [15] Sugiarto, Y. (2019). Perbaikan Bagian Atas Mesin (Top Overhaul) <https://docplayer.info/33918738-2-3-1-perbaikan-bagian-atas-mesin-top-overhaul.html>
- [16] Sunarlik, W. (2020). Prinsip Kerja Generator Sinkron. Jurnal November.
- [17] Widiatmaka, P. (2018). Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal. PIP Semarang.