

Studi Analisa Faktor Penyebab Penurunan Tekanan Minyak Lumas Pada Mesin Induk di Kapal MV. TANTO LANGGENG

Muh. Iswandi¹⁾, Agus Salim²⁾, Agustina Setyanigsih³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Program Studi Teknika

Jalan Tentara Pelajar No. 173 Makassar, Kode pos. 90172

Email: iswandisamnur24@gmail.com¹⁾, visionsalim@gmail.com²⁾,
agustina.s@pipmakassar.com³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan agar system pelumasan di mesin induk merupakan salah satu system yang memiliki peranan sangat penting dalam menjaga kondisi dari bagian-bagian mesin sehingga dapat mendukung kelancaran mesin induk. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya penurunan tekanan minyak lumas pada mesin induk. Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. Tanto Langgeng, perusahaan PT. Tanto Intim line Perkapalan selama dua belas bulan yakni dari bulan Desember 2021 sampai Desember 2022 diperoleh adalah data primer yang diperoleh langsung dari tempat penelitian dengan cara observasi dan wawancara langsung dengan Kepala Kamar Mesin (KKM) dan awak kapal lainnya khususnya awak kapal bagian mesin, dokumen-dokumen serta literatur-retirarul yang berkaitan dengan judul skripsi. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tersumbatnya saringan minyak lumas dan tidak maksimalnya kerja pompa minyak lumas dapat berdampak buruk pada system pelumasan. Ini ditandai dengan menurunnya tekanan minyak lumas pada mesin induk hingga melewati batas normal.

Kata kunci: *Minyak Lumas*, Pompa, Sistem Pelumasan.

1. Pendahuluan

Era globalisasi, kemajuan teknologi, khususnya dalam angkutan kapal dengan mesin diesel, memainkan peran kunci dalam pelayanan transportasi. Perusahaan kapal memiliki keinginan untuk menjaga operasional kapal secara optimal dengan fokus pada sistem pelumasan. Sistem pelumasan sangat penting untuk motor utama kapal. Kegagalan dalam sistem ini dapat menyebabkan kerusakan pada motor utama dan komponen lain, berdampak pada keselamatan manusia dan muatan kapal. Oleh karena itu, pemeriksaan dan perawatan berkelanjutan diperlukan untuk menjaga kondisi dan keandalan sistem pelumasan. Penelitian dilakukan untuk memahami penurunan tekanan minyak lumas pada mesin utama dan dampaknya terhadap operasional kapal.

2. Kajian Pustaka

Minyak lumas adalah cairan yang digunakan pada mesin untuk melumasi, mengurangi gesekan, dan berfungsi sebagai pendingin. Pelumasan dilakukan untuk mencegah gesekan langsung atau kontak antara dua permukaan yang bergerak satu sama lain. Minyak pelumas utama berasal dari minyak bumi, yang mengandung berbagai senyawa organik seperti hidrokarbon, parafin, naftena, dan senyawa aromatik.

- 1) Pembagian minyak pelumas berdasarkan asalnya:
- 2) Minyak Tumbuhan: Diperoleh dari pengepresan biji atau buah, contohnya minyak rapa, katun, dan minyak risinus.
- 3) Minyak Hewan: Diperoleh melalui perebusan atau pengepresan tulang atau lemak babi, seperti minyak tulang dan minyak ikan.
- 4) Minyak Mineral: Dihasilkan melalui destilasi bertahap dari minyak bumi. Lebih ekonomis dengan daya tahan yang lama.
- 5) Minyak Kompon: Campuran minyak mineral dengan tambahan minyak tumbuhan atau hewan, memberikan daya lumas optimal.

Konsep dasar perawatan dan perbaikan motor diesel penggerak kapal adalah meminimalkan gesekan melalui pemberian minyak pelumas, tujuannya adalah mengurangi keausan dan meningkatkan efisiensi. Menurut Suharto, manajemen perawatan juga menekankan perlunya menjaga ketahanan bahan terhadap beban tambahan, terutama getaran mesin, untuk mencegah kelemahan bahan dan menjaga keandalan mesin secara keseluruhan.

Dalam mesin, pengurangan getaran dan penanganan panas diatasi melalui penggunaan minyak pelumas pada seluruh bearing dan dinding dalam tabung-tabung silinder. Minyak dari bak awalnya mengalir ke katup pengatur, lalu disalurkan ke berbagai bagian mesin melalui saluran minyak.

Minyak tersebut melewati saringan sebelum disalurkan ke bagian mesin seperti poros engkol, pena engkol, silinder poros hubungan, dan mekanisme katup, sebelum kembali ke bak minyak. Penting untuk mengisi minyak hingga tingkat tertentu, karena kekurangan dapat menyebabkan penempelan pada bagian mesin.

Poros engkol dan bantalan utama menerima pelumasan dari atas dan bawah pena bantalan. Pena engkol dilumasi melalui lubang minyak pada poros engkol atau dari minyak yang disalurkan dari batang engkol. Pena torak

menerima pelumasan melalui lubang pada batang engkol dengan minyak yang disalurkan dari wadah minyak terhubung dengan pena engkol.

Tekanan dalam silinder mesin diesel tinggi, sehingga pelumasan yang memadai sangat penting untuk mencegah tekanan tinggi pada bantalan poros engkol. Oleh karena itu, pemenuhan celah kecil pada bantalan memerlukan tekanan pemasukan minyak pelumas yang tinggi.

Bearing dan bagian dalam tabung-tabung silinder dilumasi dengan minyak untuk mengurangi vibrasi dan mendinginkan komponen. Sistem pelumasan mengambil minyak dari bak melalui pompa, mengalirkannya melalui saluran pembagi setelah pendinginan dan penyaringan. Minyak pelumas mencapai bearing pada poros engkol, poros jungkat, dan ayunan. Saluran lain menyempatkan minyak ke bagian dalam piston sebagai pendingin. Minyak kembali ke bak melalui saluran kembali, dihisap oleh pompa, dan dialirkan kembali ke sistem pelumasan, berulang terus-menerus.

Perawatan dan perbaikan motor diesel sangat penting bagi sistem perkapalan. Menurut Triyono, dalam perawatan dan perbaikan motor diesel penggerak kapal, sistem pelumasan dengan minyak memiliki tujuan utama, seperti:

1. Penyerap Panas: Minyak pelumas meredam panas akibat gesekan, perlu dikontrol secara teratur untuk mencegah kerusakan.
2. Pembersih: Mencegah terbentuknya karat dan kekasaran pada permukaan akibat pembakaran melalui sistem pelumasan.
3. Pemisah: Berperan sebagai pemisah antara cincin torak dan silinder.
4. Pelindung: Mencegah kerusakan akibat beban yang merusak.
5. Peredam Getaran: Mengurangi getaran dengan memberikan dan mempertahankan minyak pelumas secara kontinu pada bagian yang bergerak.

Sementara menurut Atmodjo, pelumasan memiliki tujuan untuk mengurangi gesekan, memberikan pendinginan, menjaga kebersihan, berperan sebagai penyekat, dan mencegah korosi.

Dikutip dari buku "Motor Diesel dan Turbin Gas II Modul Aslang", pelumasan bertujuan mengurangi keausan dan panas, membersihkan permukaan, menyekat ruangan berdampingan, dan berfungsi sebagai peredam suara.

Menurut Maanen, dalam motor diesel kapal, beberapa fungsi pelumasan antara lain adalah pembatasan gesekan dan keausan, penyalian panas

gesekan, perlindungan terhadap korosi, pembilasan bahan pengotor, peran sebagai peredam suara, dan sebagai penutup rapat.

A. Sifat-sifat Minyak Lumas

Sifat-sifat minyak lumas, baik fisik maupun kimia, ditentukan dengan pengujian yang sama dengan minyak bahan bakar. Beberapa sifat penting minyak pelumas menurut Maleev, Priambodo, Wiranto Arismunandar, adalah sebagai berikut:

1. Viskositas: Menunjukkan tingkat kefluidan; viskositas yang sesuai mencegah keausan. Diukur dengan viskosimeter saybolt, disajikan dengan nomor SA`E pada suhu tertentu.
2. Titik Tuang: Menunjukkan suhu di mana minyak membentuk jaringan kristal; titik tuang rendah disarankan untuk kelancaran aliran.
3. Residu Karbon: Jumlah karbon yang tersisa setelah pembakaran; mencerminkan kemungkinan gangguan dan perambatan panas pada mesin.

B. Karakteristik Minyak Lumas

Pemilihan minyak pelumas untuk mesin harus disesuaikan dengan wilayah operasional dan tugas mesin. Produsen minyak pelumas berusaha menciptakan produk yang memenuhi karakteristik dan persyaratan mesin. Pada kapal, pemilihan minyak pelumas diatur sesuai petunjuk manual produsen mesin. Contohnya, MLC 30 "System Oil" dipilih untuk M/E System Oil, Shaft Bearing, Steam Tube, dan A/E System Oil.

Menurut Maleev, yang dijelaskan dalam bukunya "Operasi Mesin dan Pemeliharaan Mesin Diesel," minyak pelumas ini termasuk dalam spesifikasi minyak diesel untuk beban kerja menengah dengan klasifikasi SAE 30. Berat jenisnya pada suhu 60°F (16°C) sekitar 0,9250.

Minyak lumas digunakan sebagai pencegah keausan pada bantalan. Menurut Maleev, dalam terjemahan oleh Priambodo Wiranto, minyak pelumas ideal seharusnya memenuhi beberapa persyaratan, antara lain:

1. Menjaga film pelumas yang baik pada dinding silinder untuk mencegah keausan pada lapisan silinder, torak, dan cincin torak.
2. Mencegah pelekatan cincin torak.
3. Menjaga kompresi yang baik dalam silinder.
4. Tidak meninggalkan endapan karbon.
5. Mencegah keausan pada bantalan.

6. Penggunaan yang efisien dan memungkinkan pemakaian dalam jangka waktu yang lama.
7. Memiliki sifat yang baik saat start pada kondisi dingin.
8. Dapat digunakan dengan berbagai jenis sarungan dan memiliki efisiensi penggunaan yang hemat.

Sistem pelumasan motor diesel kapal terdiri dari bak minyak pelumas (karter) sebagai tempat penampungan minyak, saringan untuk menyaring kotoran, pompa untuk memasok minyak ke bagian yang memerlukan, pendingin untuk mengurangi panas, dan alat pengaman seperti sensor suhu dan tekanan untuk memantau kondisi sistem.

Pompa roda gigi umumnya digunakan pada mesin diesel untuk mengalirkan minyak pelumas dengan tekanan dan membersihkan minyak dari penampungan saat dalam operasi penampungan kering. Pompa ini memiliki dua roda gigi dalam satu rumah pompa dengan saluran masuk dan keluar. Wiranto Arismunandar menjelaskan bahwa putaran roda gigi menciptakan vakum yang menarik minyak pelumas ke dalam, dan semakin cepat putaran pompa, semakin besar tekanan dan jumlah minyak yang dialirkan. Prinsip kerja pompa roda gigi luar, seperti yang dijelaskan oleh Edwards, melibatkan pembentukan ruangan di antara gigi saat berpisah, diisi cairan, dan kemudian ditekan keluar saat gigi bersatu kembali.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini direncanakan untuk berlangsung selama satu tahun dan melibatkan praktek laut di kapal. Kegiatan ini akan dilaksanakan di lokasi yang relevan dengan tujuan penelitian, dan selama periode 12 bulan, data yang diperlukan akan dikumpulkan secara sistematis. Setelah memulai langkah untuk menganalisis, dilakukan praktek laut di kapal untuk mendapatkan pemahaman praktis. Identifikasi masalah, penetapan tujuan, dan pemilihan metode penelitian menjadi langkah selanjutnya. Data yang terkumpul diolah sesuai dengan teori dan metode yang telah ditetapkan sebelumnya, kemudian dianalisis. Hasil analisis menjadi dasar untuk menyusun pembahasan mengenai temuan tersebut. Setelah seluruh proses dianggap selesai, dilakukan penarikan kesimpulan, penyusunan saran, dan penyelesaian langkah-langkah penelitian.

4. Hasil Penelitian

A. Analisa Hasil Penelitian

Sistem pelumasan memiliki peran krusial dalam melumasi bagian-bagian mesin untuk mencegah kerusakan. Tekanan minyak pelumas yang rendah dapat menyebabkan ketidaksempurnaan pelumasan, diperlukan pemeriksaan mendalam terhadap komponen-komponen sistem. Pemeriksaan melibatkan penyesuaian tekanan melalui keran by pass sebelum dan sesudah pompa serta evaluasi sistem pendingin minyak pelumas (L.O. Cooler) dan katup by pass dengan kontrol suhu. Proses pemeriksaan mencakup evaluasi temperatur minyak pelumas yang mengalir ke mesin utama, pengecekan potensial kebocoran pada pipa-pipa, sambungan, dan baut-baut pengikat. Pemeriksaan juga fokus pada keran minyak pelumas yang berfungsi sebagai jalur kembali ke Sump Tank untuk mengatur tekanan minyak.

Pemeriksaan mendalam dilakukan pada berbagai komponen sistem pelumasan, termasuk pompa minyak pelumas, saringan minyak pelumas, dan komponen L.O. Cooler. Tujuan pemeriksaan ini adalah memastikan bahwa setiap elemen dalam sistem beroperasi optimal dan mencegah potensi kebocoran atau kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan. Proses pemeriksaan melibatkan penyesuaian tekanan melalui keran by pass sebelum dan sesudah pompa, evaluasi fungsi dan kinerja sistem pendingin minyak pelumas (L.O. Cooler), dan pemeriksaan katup by pass dengan kontrol suhu. Selain itu, pemeriksaan mencakup evaluasi temperatur minyak pelumas yang mengalir ke mesin utama, pengecekan potensial kebocoran pada pipa-pipa, sambungan-sambungan pipa, dan baut-baut pengikatnya, serta pemeriksaan keran minyak pelumas sebagai jalur kembali ke Sump Tank untuk mengatur tekanan minyak.

Oleh karena itu, perawatan rutin terhadap saringan minyak pelumas menjadi suatu keharusan untuk mencegah penyumbatan dan memastikan kinerja optimal sistem pelumasan.

1. Kinerja Tidak Optimal dari Pompa Minyak Pelumas:

Selain tersumbatnya saringan minyak pelumas, rendahnya tekanan minyak pelumas pada mesin utama juga dapat disebabkan oleh kinerja tidak optimal dari pompa minyak pelumas. Pompa ini bertanggung jawab untuk menghasilkan tekanan yang cukup agar minyak pelumas dapat mengalir dengan lancar ke seluruh bagian mesin yang membutuhkan pelumasan.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kinerja tidak optimal dari pompa minyak pelumas meliputi ausnya gigi pompa, kebocoran pada seal pompa, atau bahkan kerusakan pada poros pompa. Semua faktor ini dapat menghambat kemampuan pompa untuk menciptakan tekanan yang diperlukan, mengakibatkan penurunan tekanan minyak pelumas pada mesin utama.

Pemeliharaan berkala pada pompa minyak pelumas, termasuk pemeriksaan dan penggantian komponen yang aus atau rusak, menjadi esensial untuk memastikan kinerja yang optimal. Monitoring tekanan secara teratur juga membantu dalam mendeteksi perubahan kinerja pompa dengan cepat sehingga tindakan korektif dapat diambil.

Dengan mengidentifikasi dan menangani penyebab rendahnya tekanan minyak pelumas, perawatan yang tepat waktu dapat dilakukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada mesin utama dan menjaga kinerjanya secara keseluruhan.

2. Pompa Tidak Bekerja Secara Maksimal

Pompa ini berfungsi untuk menyediakan suplai minyak pelumas pada bagian mesin yang membutuhkan sesuai dengan persyaratan yang diizinkan. Pompa pelumas ini dioperasikan oleh electromotor yang berdiri sendiri dan bertanggung jawab atas pengisian bak penampung, pembilasan, serta sirkulasi minyak pelumas dalam sistem.

Pada proses overhauling, terutama pada pompa minyak pelumas, ditemukan keausan pada roda gigi dan komponen lainnya. Keausan ini disebabkan oleh gesekan meningkat akibat partikel kotoran dalam minyak pelumas. Keausan tersebut mengakibatkan daya isap dan tekanan pompa rendah, menandakan ketidakefektifan operasional. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami keausan untuk memastikan kinerja pompa kembali optimal.

Tabel 1. Data-Data Penurunan Tekanan Minyak Lumas Di Atas Kapal. Mv.
Tanto Langgeng

HARI	TUJUAN	TEKANAN NORMAL	TEKANAN TIDAK NORMAL
KAMIS, 08 FEBRUARI 2022	JAKARTA KE SURABAYA	TROUBEL LO.PUMP M.E. DARI TEKANAN 3 KG. / CM ³	KE 1,5 KG./ CM ³ KG. PERGANTIAN MANOMETER PADA POMPA KE 1,5 KG./CM ³ PERBAIKAN POMPA L.O
SENIN, 06 MEI 2022	JAKARTA KE LAMPUNG	TROUBEL LO.PUMP M.E DARI TEKANAN 3 KG./ CM ³	KE 1,5 KG./CM ³ SARINGAN L.O TERSUBAT DAN DI BERSIKAN
RABU, 09 JULI 2022	BALIK PAPAN KE JAKARA	TROUBEL L.O PUMP M.E DARI TEKANAN 3 KG,/CM ³	

B. Pembahasan

Setelah meninjau analisis masalah di atas, pembahasan selanjutnya akan menjelaskan langkah-langkah atau tindakan yang diambil untuk mengatasi dan menyelesaikan masalah tekanan rendah pada pompa minyak pelumas pada mesin utama.

a. Penanganan Saringan Minyak Pelumas:

1. Membersihkan saringan minyak pelumas yang tersumbat dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a) Jika katup aliran bebas terhubung di dalam rumah katup, lepaskan dan periksa bagian dalamnya.
 - b) Periksa rumah katup untuk mengetahui adanya keretakan.
 - c) Periksa kelurusan permukaan katup untuk mendeteksi tarikan.
 - d) Jika menggunakan filter jenis elemen dengan baut sentral, letakkan posisinya sebaik mungkin.
 - e) Tempatkan per dan katup pada posisi yang benar dalam filter jenis elemen
 - f) Periksa apakah ada keretakan di sekitar lubang baut.
 - g) Periksa rumah dan letakkan semua bagian kembali setelah dibersihkan dari rintangan.

2. Memeriksa rumah saringan minyak pelumas. Tanpa memandang jenis filter, elemen, atau jenis lainnya, filter harus diperiksa selama motor mengalami pembongkaran dengan Langkah-langkah sebagai berikut:
 - a) Jika katup aliran bebas terhubung di dalam rumah katup, lepaskan dan periksa bagian dalamnya.
 - b) Periksa rumah katup untuk mengetahui adanya keretakan.
 - c) Periksa kelurusan permukaan katup untuk mendeteksi Tarikan.
 - d) Jika menggunakan filter jenis elemen dengan baut sentral, letakkan posisinya sebaik mungkin.
 - e) Tempatkan per dan katup pada posisi yang benar dalam filter jenis elemen.
 - f) Periksa rumah dan letakkan semua bagian kembali setelah dibersihkan dari rintangan.

- b. Upaya Pemurnian Minyak Pelumas:
 1. Pemurnian dengan Perlakuan Kimia: Minyak yang terkontaminasi dipanaskan, lalu diberi zat kimia, seperti kalium hidroksida, yang menyebabkan partikel kotoran menggumpal atau bergabung dengan zat kimia. Hal ini menghasilkan tingkat pemurnian yang sangat tinggi.
 2. Penurunan dengan Pemanasan: Minyak yang tercemar dipanaskan hingga suhu 60-75°C, kemudian dialirkan ke dalam tangki dan dipanaskan selama 24 jam. Proses ini memungkinkan air dan lumpur mengendap ke dasar tangki, memudahkan penyaringan bagian atas yang bersih untuk dikumpulkan dan digunakan kembali.
 3. Pemurnian dengan Mesin Pemisah: Menggunakan mesin pemisah kotoran, air, dan lumpur dari minyak pelumas (separator sentrifugal). Minyak yang terkontaminasi dipanaskan sekitar 60° hingga 70°C, lalu dialirkan ke dalam mangkuk separator yang berputar dengan kecepatan tinggi. Benda padat yang lebih berat dari minyak pelumas dipisahkan oleh gaya sentrifugal.

- c. Dalam menangani masalah tekanan minyak lumas yang rendah pada mesin induk, langkah-langkah berikut dapat diambil untuk memastikan kinerja maksimal pompa minyak lumas:
 1. Pengecekan Suku Cadang Pompa:
 - a) Membuka tutup pompa dari badan pompa.

- b) Memeriksa penutup pompa untuk tanda keausan atau pengikisan, yang perlu diperbaiki atau diganti.
 - c) Melepas roda gigi penghantar dan penggerak, memberi tanda pada gigi yang berpasangan.
 - d) Memeriksa permukaan roda gigi penghantar dan penggerak untuk kerusakan dan keausan.
 - e) Memeriksa posisi roda gigi terhadap pusat lubang dengan micrometer.
 - f) Memeriksa poros roda gigi penggerak dan bantalannya dengan micrometer.
 - g) Memeriksa kemungkinan korosi dan kerusakan lainnya di dalam rumah pompa.
 - h) Memeriksa kondisi sekat atau sel minyak lumas untuk keausan atau kerusakan.
 - i) Memeriksa lubang tempat poros roda gigi penggerak dengan alat ukur diameter dalam.
 - j) Memeriksa semua permukaan antara penutup dan rumah pompa agar tidak terjadi celah.
 - k) Mengganti pak`ing dengan yang sejenis dan tebal yang sama.
2. Perbaikan dan Penggantian: Setelah pembongkaran, perbaikan dan pemeriksaan, langkah-langkah berikut dapat diambil:
- 1) Memperbaiki atau mengganti roda gigi yang rusak.
 - 2) Memperbaiki atau mengganti poros yang mengalami kerusakan berat.
 - 3) Mengganti bantalan yang longgar atau rusak.
 - 4) Mengganti sikat minyak atau seal minyak lumas.
3. Pemasangan Kembali Pompa Minyak Lumas: Setelah pemeriksaan, perbaikan, dan penggantian bagian-bagian yang rusak, langkah-langkah pemasangan kembali dapat dilakukan:
- a) Memasukkan pompa roda gigi penggerak dengan porosnya ke dalam badan pompa.
 - b) Memberi pendukung pada poros dan menekan roda gigi penggerak pada tempat yang ditentukan.
 - c) Memberi pengunci agar roda gigi tidak dapat berputar selama operasi.

- d) Memasang roda gigi penghantar pada porosnya.
- e) Memutar poros penggerak, memeriksa kelonggaran, dan menempatkan kembali.
- f) Memasang kembali penutup pompa roda gigi dengan memeriksa ketebalan plastik pengukur untuk menunjukkan jarak antara penutup dan roda gigi.

5. PENUTUP

A. Simpulan

Berakhirnya periode praktek di kapal MV. TANTO LANGGENG dan penyelesaian tugas akhir, banyak masukan yang dapat dijadikan sebagai bahan kajian. Secara singkat, dari kegiatan tersebut dan berdasarkan pembahasan materi pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Penyumbatan pada saringan minyak pelumas dapat menyebabkan hambatan dan resistensi aliran minyak pelumas yang mengalir ke mesin utama, mengakibatkan penurunan tekanan minyak pelumas selama operasi mesin.
- 2) Kerusakan atau keausan pada komponen-komponen pompa minyak pelumas dapat mengakibatkan penurunan kapasitas pompa saat beroperasi, sehingga tekanan minyak pelumas pada mesin utama menjadi rendah dan melebihi batas normal.

B. Saran

- 1) Disarankan untuk segera menggantikan bagian pompa minyak pelumas yang mengalami keausan dan kerusakan, sehingga pompa dapat beroperasi secara optimal dan menghasilkan tekanan yang normal.
- 2) Penting untuk selalu memonitor kondisi serta melakukan pembersihan pada saringan minyak pelumas melalui pencucian dan perawatan secara teratur dan rutin.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aslang, “*Motor Diesel dan Turbin Gas I*”, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, Makassar, 2000.
- [2] Burghardt, M.D ; Kingsley, G.D. 1983. MARINE DIESEL, New York
- [3]. Endrodi, MM. 2002. Motor diesel penggerak utama, BPLP, Semarang
- [4]. Harsanto, “**Motor Bakar**”, Penerbit Djambatan, 1997.
- [5]. Hery Sonaryo – Haryanto – Triyono, “**Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal**”.
- [6]. P. Van Maanen, “**Motor Diesel Kapal**”, Jilid I, PT. Triakso Madra, Jakarta.
- [7]. Suharto, Ir, “**Manajemen Perawatan Mesin**”, Rineka Cipta.
- [8]. V. L. Maleev, ME., DR. AM. “**Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel**” Penerbit Erlangga, 1991.
- [9]. Wiranto Arismunandar, “**Penggerak Motor Bakar**”, ITB Bandung.
- [10]. Sularso, & Tahara, H. (2004). *Perawatan dan Pemeliharaan Kompresor*.