



Optimalisasi perawatan sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe MAK 8M32 Pada KM LIT ENTERPRISE

Waris Wibowo^{1*}, Ningrum Astriawati², Jamaluddin³

^{1,2}Prodi Permesinan Kapal, Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta

³Alumni Prodi Permesinan Kapal, Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta

Jl. Magelang KM 4.4, Yogyakarta 55284, Indonesia, Telp. (0274) 586263

*Email: waris.amy68@gmail.com

Abstrak

Sistem pendingin pada mesin diesel tipe MAK 8M32 menggunakan sistem tertutup dengan media pendingin air tawar dan air laut. Sistem ini berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada bagian mesin. Untuk menjaga sistem pendingin bekerja dengan optimal dilakukan perawatan sesuai dengan *manual book*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengoptimalkan perawatan sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe DIESEL MAK 8M32 sebagai penggerak utama KM LIT ENTERPRISE. Penelitian ini dilaksanakan di kamar mesin Kapal KM. LIT Enterprise milik PT Indonesia Timor Line. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan deskriptif Kualitatif. Metode pengumpulan data menggunakan metode observasi (pengamatan), metode interview atau wawancara dan metode dokumenter. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perawatan sistem pendingin mesin diesel pada kapal KM. LIT Enterprise milik PT. INDONESIA TIMOR LINE sudah berjalan dengan optimal dengan rerata setelah dilakukan optimalisasi perawatan sebesar 83.33%. Pelaksanaan perawatan pada komponen sistem pendingin mesin diesel meliputi *Exspansion Tank*, Pompa Air tawar, *Freshwater Cooler*, *Strainer*, dan Pompa air Laut. Jenis kegiatan perawatan pada KM. LIT Enterprise meliputi perawatan berkala dan perawatan tidak terduga. Perawatan berkala meliputi perawatan harian, perawatan setiap 50-250, perawatan setiap 500-1000 jam.

Kata kunci : Mesin Diesel, Perawatan, Sistem Pendingin Tertutup, Tipe MAK 8M32, Optimalisasi

Optimization of Freshwater Cooling System Maintenance in Diesel Engine Type MAK 8M32 at KM LIT ENTERPRISE

Abstract

The cooling system on the MAK 8M32 diesel engine uses a closed system with freshwater and seawater cooling media, this system functions to maintain temperature stability in the engine part. To keep the cooling system working optimally, maintenance is carried out according to the manual book. The purpose of this study was to determine how to optimize the freshwater cooling system maintenance of the DIESEL MAK 8M32 type diesel engine as the prime mover of KM LIT ENTERPRISE. This research was conducted in the ship engine room at KM. LIT Enterprise is owned by PT. Indonesia Timor Line. This study uses a qualitative descriptive approach. Methods of data collection using the method of observation, method of interviews, and documentary methods. The results showed that the maintenance of the diesel engine cooling system on the ship KM. LIT Enterprise is owned by PT. INDONESIA TIMOR LINE has been running optimally with an average after treatment optimization of 83.33%. The implementation of maintenance on the components of the diesel engine cooling system includes expansion tanks, freshwater pumps, freshwater coolers, strainers, and seawater pumps. Types of maintenance activities at KM. LIT Enterprise includes periodic maintenance and contingency maintenance. Periodic maintenance includes daily maintenance, maintenance every 50-250, maintenance every 500-1000 hours.

Keywords: Diesel Engine, Maintenance, Freshwater Cooling System, Type MAK 8M32, Optimization

1. Pendahuluan

Perkembangan industri transportasi laut saat ini sangat cepat seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan kenyamanan, ketepatan, dan kemudahan dengan memanfaatkan teknologi yang memadai [1]. Industri transportasi laut menggunakan armada kapal

sebagai sarana utama untuk menghantarkan barang dan manusia dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga kapal sebagai alat utama yang harus dapat bekerja dengan kondisi yang baik[2].

Armada kapal yang berkembang saat ini untuk penggerakannya sebagian besar menggunakan mesin diesel

baik yang telah menggunakan teknologi digital maupun masih manual atau kombinasi. Pada era sebelum tahun 2000-an kapal yang digunakan masih banyak yang menggunakan kontrol secara manual sehingga kebutuhan akan perawatan untuk menjaga agar mesin diesel bekerja secara optimal harus dilakukan perawatan secara rutin[3].

Mesin diesel merupakan sebuah mesin konversi energi yang mengubah energi thermal hasil reaksi kimia antara bahan bakar dan udara menjadi energi mekanik[4]. proses pembakaran bahan bakarnya terjadi akibat adanya tekanan udara yang tinggi di dalam ruang bakar sehingga disebut *Compression Ignition Engine* (CIE). Selanjutnya, bahan bakar diinjeksikan/ dikabutkan ke ruang pembakaran untuk menghasilkan tenaga mekanik sebagai penggerak poros engkol (*crankshaft*). Mesin diesel yang bekerja secara terus menerus ini akan mengakibatkan suhu yang tinggi baik di ruang silinder maupun diluarnya sehingga membutuhkan sistem pendingin untuk menjaga terjadinya panas yang berlebihan (*over heating*)[5]. *Over heating* pada mesin diesel dapat berakibat keausan dan kerusakan pada komponen-komponen mesin tersebut. *Over heating* terjadi akibat dari perpindahan panas yang terjadi pada dinding penukar kalor merupakan kombinasi perpindahan secara konveksi dan konduksi [4].

Sistem pendingin yang digunakan di mesin diesel sebagian besar menggunakan sistem pendingin tertutup yang artinya ada media fluida/ air tawar yang mengalir di *water jacket* [6]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maleev bahwa sistem pendinginan air sebagai bahan pendingin adalah air karena sistem pendingin air pendinginannya cukup baik dan tidak menimbulkan suara [7]. Sistem pendingin dapat bekerja secara baik apabila dilakukan perawatan secara rutin sesuai dengan pedoman perawatan dari masing-masing komponen pada sistem yang bekerja tersebut, baik perawatan yang dilakukan secara harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan [8, 9]. Perawatan perlu dilakukan agar mesin bisa bertahan lama[10]. Disamping itu ada perawatan isidental yang dilakukan apabila ada kerusakan sistem yang bersifat mendadak.

Perawatan bertujuan agar sistem pendingin pada mesin penggerak utama dapat berjalan dengan baik sehingga akan dapat mempengaruhi terhadap masa kinerja komponen mesin tersebut menjadi lebih tahan lama, dapat menekan biaya operasional, mengantisipasi kerusakan yang lebih parah, dan untuk mengantisipasi kerusakan pada saat mesin sedang bekerja. Hal ini dapat berjalan baik apabila perawatan dilakukan sesuai prosedur dan *manual book*. Perawatan sebagai sebuah rutinitas yang harus dilakukan. Pada saat dilakukan observasi di lapangan pada Mesin Diesel Tipe MAK 8M32 Pada KM LIT ENTERPRISE ada 40% yang tidak dilakukan sesuai dengan prosedur dan *manual book*. Hal ini ada indikasi beberapa sistem tidak dapat bekerja secara optimal sehingga diperlukan tindakan perawatan yang lebih intensif. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan perawatan sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe MAK 8M32 Pada KM LIT

ENTERPRISE, sehingga dapat mempertahankan kapal selalu dalam kondisi laik laut dalam segala cuaca dan tempat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengenai optimalisasi perawatan sistem pendingin pada mesin diesel sebagai penggerak utama KM. LIT ENTERPRISE milik PT. INDONESIA TIMOR LINE. Data kapal KM. LIT Enterprise sebagai berikut:

<i>Name of vessel</i>	: KM. LIT Enterprise
<i>Nationality</i>	: Indonesia
<i>Port Of Registry</i>	: Surabaya
<i>Call sign</i>	: YBA02
<i>Type</i>	: <i>General Cargo, Container</i>
<i>Classification</i>	: Biro Klasifikasi Indonesia
<i>Gr/ nrt</i>	: 3784 / 1839 ton
<i>L.O.A</i>	: 93,29 meter
<i>L.B.P</i>	: 84,50 meter
<i>Breadth</i>	: 16,50 meter
<i>Depth</i>	: 7,60 meter
<i>Draft Design</i>	: 6,25 meter
<i>Main Engin</i>	: DIESEL MAK 8M32
<i>Max output</i>	: 3299Kw
<i>Speed</i>	: 10-14 <i>knots</i>

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan deskriptif Kualitatif. Penelitian deskriptif yaitu mengumpulkan data berdasarkan faktor- faktor yang menjadi pendukung terhadap objek penelitian, kemudian menganalisa faktor-faktor tersebut untuk dicari peranannya Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang berhubungan dengan ide, persepsi, pendapat, kepercayaan orang yang akan diteliti dan kesemuanya tidak dapat diukur dengan angka. Dalam penelitian ini, teori yang digunakan dalam penelitian tidak dipaksakan untuk memperoleh gambaran seutuhnya mengenai suatu hal menurut pandangan manusia yang telah diteliti [11]. Metode pendekatan Deskriptif Kualitatif adalah metode pengolahan data dengan cara menganalisa faktor-faktor yang berkaitan dengan objek penelitian dengan penyajian data secara lebih mendalam terhadap objek penelitian[12].

Jenis dan sumber data terbagi menjadi data primer dan data sekunder[13]. Data primer pada penelitian ini diperoleh dari hasil observasi atau hasil kerja lapangan yang juga dilengkapi dengan hasil wawancara dengan berbagai pihak yang dianggap memahami topik atau memiliki otoritas atas persoalan yang diselidiki / topik yang dibahas, sedangkan data sekunder diperoleh melalui segala informasi yang telah dihimpun oleh berbagai pihak dalam bentuk data tersaji seperti buku/ laporan, tabel, grafik, data statistik dan lain sebagainya. Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari: (1) implementasi pelaksanaan *manual book*, (2) data *Log book* sebelum dan sesudah dilakukan observasi. Data selanjutnya akan diolah berapa persentase (%)

pelaksanaan perawatan sebelum observasi dibandingkan setelah observasi dengan melakukan optimalisasi perawatan.

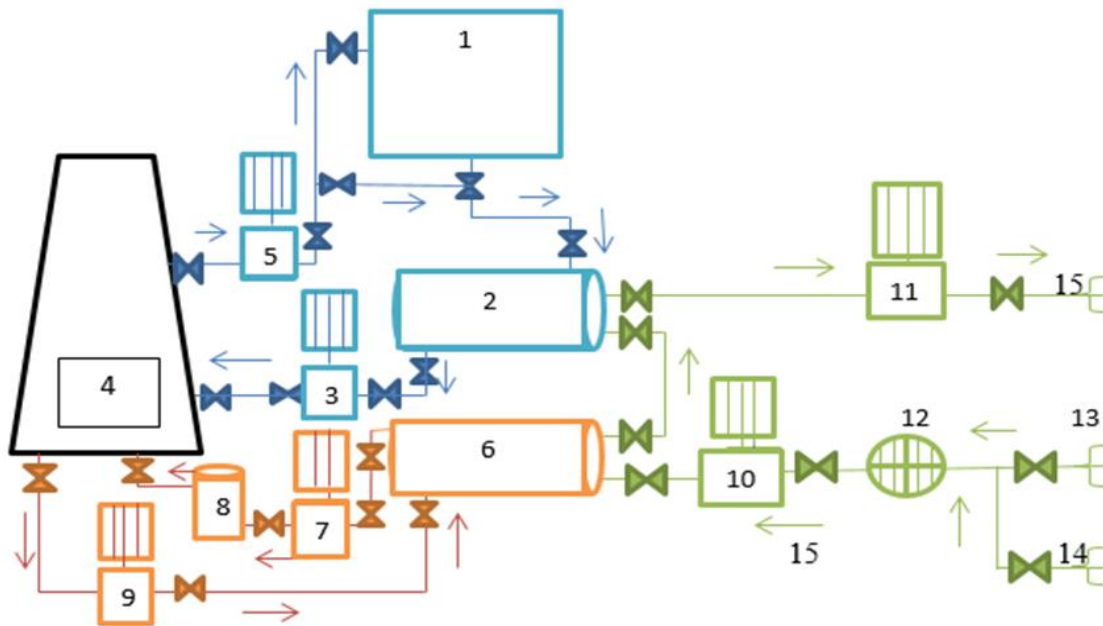
Metode pengumpulan data terbagi menjadi 3 bagian yaitu: (1) Metode Observasi (Pengamatan), metode ini sebagai upaya menghimpun data dengan cara langsung mengadakan pengamatan terhadap suatu obyek sambil mencatat semua yang telah diamati sejas-jelasnya[14]. Obyek pada penelitian ini adalah sistem pendingin pada Mesin Diesel tipe DIESEL MAK 8M32 di KM. LIT Enterprise; (2) Metode Interview atau Wawancara, metode ini dilakukan untuk mendapatkan informasi atau pendapat dengan jalan bertanya secara langsung kepada responden (diajak wawancara) secara lisan dan berhadapan muka [15]. Peneliti mengadakan wawancara langsung dengan KKM, masinis dan Oiler; (3) Metode Dokumenter, metode ini sebagai suatu upaya untuk mengumpulkan data yang kita peroleh dari data yang berkaitan dengan objek penelitian seperti data perusahaan, lembaga,

dokumen kapa[16]. Metode dokumenter pada penelitian ini digunakan untuk menjelaskan kerja sistem pendingin di Kapal KM. LIT Enterprise.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sistem Pendingin Pada KM. LIT ENTERPRISE

Mesin Diesel Pada KM. LIT Enterprise yaitu DIESEL MAK 8M32 dengan menggunakan sistem pendingin tertutup. Sistem pendingin tertutup merupakan sistem pendingin yang menggunakan media air tawar yang bersirkulasi dari tangki ekspansi, air dipompa melewati *main engine* dengan suhu 66°C kemudian didinginkan dalam *cooler* menjadi suhu 46°C dan kembali lagi mendinginkan *main engine* dan air laut hanya dipompakan untuk mendinginkan air tawar melalui *cooler* kemudian keluar ke *overboard*. Berikut skema sistem pendingin pada mesin diesel KM. LIT Enterprise:



Gambar 1. Skema Sistem Pendingin Tertutup KM. LIT Enterprise

Sumber : Kapal KM. LIT Enterprise

Keterangan:

- : Sirkulasi Air Tawar
- : Sirkulasi Air Laut
- : Sirkulasi Pelumasan
- No. 1 : *Expansion Tank*
- No. 2 : *Freshwater Cooler*
- No. 3 : *FW Cooling Pump*
- No. 4 : Mesin diesel
- No. 5 : *FW Cooling Pump*
- No. 6 : *L.O Cooler*

- No. 7 : Pompa hisap *L.O Cooler*
- No. 8 : Filter L.O
- No. 9 : Pompa buang *L.O Cooler*
- No. 10 : Pompa hisap *Seawater*
- No. 11 : Pompa buang *Seawater*
- No. 12 : Filter *Sea Chast*
- No. 13 : *Sea Chast* atas
- No. 14 : *Sea Chast* bawah
- No. 15 : *OverBoard*

Proses sirkulasi/aliran sistem pendingin air tawar pada mesin penggerak utama meliputi: Expansion tank, *Freshwater (FW) cooling pump*, *FW cooler*, *Cylinder liner*, *Cylinder head*, *FW cooling pump*, *FW cooler*, sedangkan proses/aliran sistem pendingin air laut pada *cooler* air tawar meliputi : *Sea chest*, Filter/saringan, *(FW) cooling pump*, *Lubricating oil (LO) cooler*, *FW cooler*, dan keluar melalui *over board*.

3.2 Perawatan Komponen Sistem Pendingin Air Tawar Pada Mesin diesel

Perawatan sistem pendingin tertutup pada mesin diesel MAK 8M32 meliputi:

Perawatan Expansion Tank

Expansion tank merupakan media penampung cairan berupa air tawar yang digunakan untuk menyuplai kebutuhan air tawar dalam kamar mesin untuk pendingin mesin maupun kebutuhan lainnya. Volume dari expansion tank harus memenuhi 10% dari total air dalam *jacket cooling* yang berisi 1.00 m³. Agar sistem pendinginan air tawar dengan sistem tertutup pada KM. LIT Enterprise selalu bekerja secara maksimal dan selalu dalam kondisi yang normal, diperlukan perawatan secara berkala pada bagian *expansion tank*. Langkah-langkah perawatan *Expansion tank* meliputi : menguras terlebih dahulu air sampai habis, menutup kran masuk maupun keluar expansion tank, membuka baut *main hole* dengan menggunakan kunci 24 dilanjutkan dengan melepas *main hole* dengan hati-hati, membersihkan lumpur pada dasar *expansion tank*, membersihkan karat menggunakan sikat kawat, membersihkan *expansion tank* dari kotoran karat, melakukan pengecatan cat many *expansion tank* secara menyeluruh kemudian tunggu sampai kering kemudian disusul dengan cat biasa. Apabila cat sudah kering, pasang kembali *main hole* seperti semula dilanjutkan dengan mengisi kembali air tawar dan *expansion tank* siap digunakan.

Perawatan Pompa Air tawar

Perawatan pompa (*centrifugal*) pada KM. LIT Enterprise pernah dilakukan saat terjadi kebocoran pada pompa yang disebabkan kerusakan pada *rames packing*. Adapun tahapan cara perawatannya meliputi: memastikan pompa sudah dimatikan atau diputuskan dari arus listrik, melepas pompa dari *electromotor*, melepas baut yang terikat dengan pondasi pompa, mengangkat pompa ke tempat yang nyaman kemudian melepas rumah pompa, melepas *rames packing* dengan obeng dan mengganti dengan yang baru, memasang kembali rumah pompa kemudian memasang kembali pompa pada tempatnya seperti semula, mengetest pompa dengan menghubungkan ke arus listrik.

Perawatan *Freshwater Cooler*

Pemeliharaan sistem pendingin ini dilakukan untuk mencegah kerusakan-kerusakan secara dini sebelum melampaui batas pemakaiannya. Perawatan *cooler* yang baik dan teratur merupakan suatu usaha penghematan serta menjaga agar komponen-komponen lainnya tetap dapat dipakai serta stabil dalam kerjanya. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan *cooler* dengan langkah-langkah sebagai berikut: membersihkan bagian luar *cooler* dengan dilap dengan majun agar bila terjadi kebocoran dapat terlihat dari tetesan atau resapan air keluar dari *cooler*, pembersihan secara teratur satu bulan sekali pada tangga ekspansi atau bila terjadi ketidaknormalan pada *cooler*, memeriksa seluruh bagian *cooler* yang dapat dilihat dari luar terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Tahapan kerja perawatan *cooler* adalah sebagai berikut: menutup pompa air pendingin dengan terpal dan menutup katup pipa air pendingin masuk dan keluar *cooler*, melepas pipa air pendingin masuk dan keluar *cooler*, membuka *cooler* dengan melepas baut-baut pengikat tersebut, melepas satu persatu plat pada *cooler* dan bersihkan dengan air tawar, mengecek kondisi lubang-lubang pada *cooler*, memasang kembali komponen-komponen *cooler* seperti semula, memeriksa *cooler* dari kebocoran. Apabila *cooler* telah berjalan baik dan tidak ada kebocoran, *cooler* dapat dioperasikan.

3.3 Perawatan Komponen Sistem Pendingin Air Laut Pada *Cooler* Air Tawar

Sea Chest

Sea Chest merupakan lubang yang terdapat pada lambung kapal yang digunakan untuk menghisap air laut ke dalam kapal yang digunakan sebagai pendinginan mesin, *ballast*, *air deck*, dan untuk kebutuhan lainnya.

Strainer /Saringan

Saringan merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan (zat cair ke zat padat) biasanya saringan air laut terdapat sampah-sampah dari lautan, ikan-ikan, dan lain sebagainya. Tahapan Urutan perawatan membersihkan *strainer* adalah menutup keran masuk dan keluar *strainer*, menandai penutup *strainer*, membuka semua baut pengikat *strainer*, mengangkat *strainer* dengan hati-hati, mengangkat filter nya, air laut yang ada didalam *strainer* dikuras, membersihkan filter menggunakan sikat kawat kemudian semprot pakai air tawar, memasang kembali filter dan *strainer*, memasang semua baut, tetapi tidak diikat, kran air laut masuk dibuka. Apabila air laut sudah keluar dari celah *packing*, segera ikat dua baut yang bersilangan, dan ikat semua baut secara bersilang dengan merata, membersihkan *strainer* dan baut pengikatnya olesi

dengan *grease* atau gemuk untuk mencegah terjadinya karat, membuka kran air laut keluar *over board*, menyalakan pompa untuk *running test* Jika baik dan berjalan normal, bersihkan alat dan tempat sekitar. Bila sudah selesai kegiatan pembongkaran, langkah selanjutnya dicatat pada buku harian mesin.

Pompa Air Laut

Pompa air laut (*Centrifugal*) merupakan alat pemindah zat cair dari suatu tempat ke tempat lain. Cara kerjanya ialah menggunakan energi rotasi yang berasal dari mesin atau motor listrik sebagai pemutar pompa dengan putaran pompa cairan memasuki *impeller* dan mengalir ke luar secara radial di dalam *casing* tempat cairan tersebut berasal.

Lubricating Oil Cooler

Lubricating Oil Cooler merupakan tempat pendinginan minyak pelumas dengan media air laut. Air laut digunakan sebagai media pendingin dan oli adalah yang didinginkan mengalir melalui celah lempeng seng yang sudah ada penyekatnya sehingga air laut dan oli tidak akan bercampur serta suhu minyak dalam *cooler* dapat didinginkan oleh air laut tersebut.

Freshwater Cooler

Freshwater Cooler merupakan tempat pendinginan air tawar dengan media air laut. Air laut digunakan sebagai media pendingin yang mengalir lewat celah lempeng-lempeng seng yang sudah disekat menggunakan karet sehingga air laut dan air tawar tidak bercampur dalam *cooler* serta suhu air tawar dalam *cooler* dapat didinginkan oleh air laut tersebut.

Over Board

Over board merupakan lubang yang terdapat pada lambung kapal yang digunakan sebagai tempat keluarnya air laut dari dalam kapal yang telah mendinginkan sejumlah komponen-komponen mesin atau air buangan dari dalam kapal yang keluar melalui lubang tersebut.

3.4 Jenis Kegiatan Perawatan

Pekerjaan pemeliharaan sistem pendingin pada KM. LIT Enterprise agar selalu efektif perlu dilakukan perawatan secara menyeluruh dan teratur. Perlu suatu jadwal terperinci mengenai bagian-bagian mesin diesel agar memudahkan dalam pelaksanaan kegiatan perawatan. Jarak dan waktu dalam melakukan perawatan hanya merupakan standar umum. Adapun jenis pemeliharaan dan perawatan pada sistem pendingin mesin penggerak utama pada kapal sebagai berikut:

Perawatan Berkala

Perawatan yang dilakukan setiap hari atau rutin dilakukan pengecekan pada sistem pendingin yang

dilakukan pada saat dinas jaga di kamar mesin. Adapun perawatan berkala meliputi : (1) Perawatan harian merupakan perawatan yang dilakukan setiap hari di antaranya: memeriksa tekanan air pada alat ukur tekan air (manometer) secara langsung pada pompa-pompa dengan tekanan 2.8 bar untuk pompa air laut, dan 2,8 -3,0 bar untuk pompa air tawar, Memeriksa dengan melihat kondisi fisik apakah terjadi kebocoran, memeriksa aliran pendingin sebelum dan sesudah mesin di start, memeriksa aliran pompa pendingin; (2) Perawatan setiap 50-250 jam kerja merupakan perawatan yang dilakukan secara teratur menurut batas waktu yang ditentukan. Perawatan ini biasanya dilakukan setiap 50-250 jam kerja.

Adapun jenis-jenis perawatannya adalah sebagai berikut : membersihkan saringan air laut apabila manometer menunjukkan penurunan tekanan, memberikan *grease* pada poros pompa air pendingin, pemeriksaan kerja pompa-pompa air pendingin; (3) Perawatan setiap 500-1000 jam kerja merupakan perawatan yang dilakukan menurut batas waktu yang ditentukan, dan biasanya mengikuti petunjuk dari buku manual dan perawatan ini biasanya dilakukan setiap 500-1000 jam kerja. Adapun Pemeriksaan dan perawatan yang dilakukan antara lain : pemeriksaan terhadap tekanan-tekanan air pendingin, melakukan pembersihan *cooler* dengan cara membersihkan bagian dalam *cooler*, pemeriksaan *zinc anoda* pada bagian dalam *cooler* yang biasanya terdapat pada tutup *cooler*, pemeriksaan terhadap *expansion tank*, bila terdapat endapan-endapan kotoran segera, membersihkan dengan cara menguras dan memberikan cairan kimia agar air dalam tangki selalu dalam keadaan yang baik.

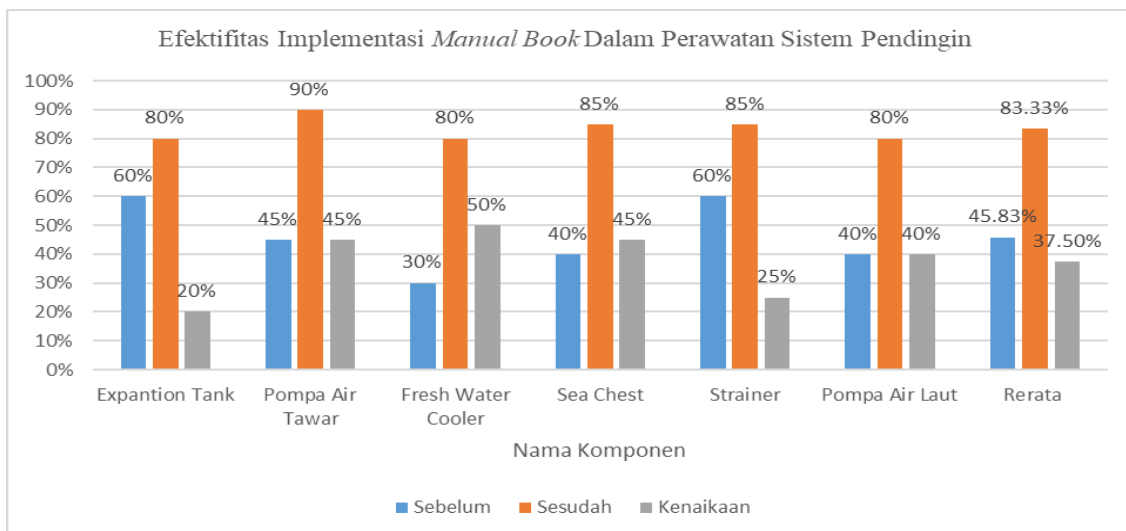
Perawatan Tidak Terduga

Perawatan yang dilakukan secara mendadak atau kerusakan yang terjadi secara mendadak antara lain yang terjadi ketika peneliti melakukan penelitian adalah adanya kebocoran pada pompa-pompa. Apabila pompa air laut mengalami kerusakan sesegera mungkin memindah pompa menggunakan *general service pump* dan dapat melakukan perbaikan pada pompa air laut.

3.5 Efektifitas Implementasi Manual book Dalam Perawatan Sistem Pendingin

Dari berbagai jenis perawatan baik secara berkala dan perawatan tidak terduga yang terdapat di sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe DIESEL MAK 8M32 pada Kapal KM LIT ENTERPRISE terdapat kenaikan sebelum dan setelah dilakukan perawatan secara intensif. Ada 6 komponen dari sistem pendingin yang menjadi perhatian pokok pada penelitian ini, di antaranya: Perbandingan hasil observasi antara sebelum dan setelah dilakukan optimalisasi perawatan dengan

pedoman *manual book* seperti yang ditunjukkan pada Grafik 1 berikut.



Gambar 2. Grafik Efektivitas Implementasi *Manual Book* Dalam Perawatan Sistem Pendingin

Dari grafik di atas diperoleh bahwa terjadi peningkatan efektivitas implementasi *manual book* dalam perawatan semua komponen sistem pendingin. Pada komponen *Expansion Tank*, efektivitas implementasi *manual book* sebelum optimalisasi hanya berkisar 60% dan setelah dilakukan optimalisasi perawatan naik sebesar 20%, sehingga efektivitas menjadi 80%. Pada komponen pompa air tawar, efektivitas implementasi *manual book* sebelum optimalisasi hanya berkisar 45% dan setelah dilakukan optimalisasi naik sebesar 45% sehingga efektivitas menjadi 90%. Pada komponen *Freshwater generator*, mengalami kenaikan yang cukup signifikan dan paling tinggi dari komponen-komponen lain, yaitu mengalami kenaikan sebesar 50% dari yang sebelumnya hanya kisaran 30% dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi 80%. Pada komponen *Sea Chest*, efektivitas implementasi *manual book* sebelum optimalisasi hanya berkisar 40% dan setelah dilakukan optimalisasi perawatan naik sebesar 45% sehingga efektivitas menjadi 85%.

Pada komponen *Strainer*, mengalami kenaikan efektivitas implementasi *manual book* sebesar 25% dari yang sebelumnya kisaran 60% dan setelah dilakukan optimalisasi menjadi 85%. Pada komponen pompa air laut, efektivitas implementasi *manual book* sebelum optimalisasi berkisar 40% dan setelah dilakukan optimalisasi perawatan naik sebesar 40%, sehingga efektivitas menjadi 80%. Secara keseluruhan rerata sebelum dilakukan optimalisasi perawatan efektivitas implementasi *manual book* pada sistem pendingin hanya berkisar 45.83%, dan rata-rata mengalami kenaikan sebesar 37.5% sehingga rerata setelah dilakukan optimalisasi perawatan dengan pedoman *manual book* menjadi 83.33%. Berdasarkan rerata yang diperoleh,

perawatan sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe MAK 8M32 Pada KM LIT ENTERPRISE dapat berjalan dengan optimal sehingga dapat mempertahankan kapal selalu dalam kondisi laik laut dalam segala cuaca dan tempat.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perawatan sistem pendingin mesin diesel pada kapal KM. LIT Enterprise milik PT INDONESIA TIMOR LINE sudah berjalan dengan optimal. Optimalisasi yang dilakukan mencapai 83.33% sesuai dengan implementasi *manual book* yang diterapkan pada komponen sistem pendingin mesin diesel. Komponen yang dirawat diantaranya meliputi : *Expansion Tank*, Pompa Air tawar, *Freshwater Cooler*, *Strainer*, Pompa air Laut. Jenis kegiatan perawatan pada KM. LIT Enterprise meliputi perawatan berkala dan perawatan tidak terduga. Perawatan berkala meliputi perawatan harian, perawatan setiap 50-250, perawatan setiap 500-1000 jam.

Referensi

- [1] Adris.A.Putra and S. Djalante, "Pengembangan Infrastruktur Pelabuhan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan," *Ilm. Media Eng. Vol.6*, 2011.
- [2] S. P. U. - A11109002, "TANGGUNG JAWAB PENGUSAHA PT BAHANA ALAM SAKTI ATAS KETERLAMBATAN PENGIRIMAN BARANG KE AGEN DI KOTA SANGGAU," *J. Huk. Prodi Ilmu Huk. Fak. Huk. Untan (Jurnal Mhs. SI Fak. Hukum)*

- Univ. Tanjungpura*, 2015.
- [3] M. P. A. Ardian and M. P. Yatin Ngadiyono, *Perawatan dan Perbaikan Mesin*. 2010.
- [4] A. Kreith, F, dan Prijono, "Prinsip-prinsip Perpindahan Panas," *Jakarta: Erlangga*, 2000.
- [5] P. Van Maanen, "Motor Diesel Kapal," 1986.
- [6] A. R. Hakim *et al.*, "SISTEM PENDINGIN MESIN DIESEL PADA WHELL LOADER KOMATSU WA120-3CS," *Teknovasi, J.*, vol. 07, pp. 76–85, 2020.
- [7] Maleev, "Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel," *Jakarta: Erlangga*, 2019.
- [8] P. S. S. Purjiyono, Ningrum Astriawati, "Perawatan Sistem Pelumasan Mesin Utama Pada Kapal Km. Mutiara Sentosa II," *Teknovasi*, vol. 06, pp. 74–80, 2019.
- [9] D. Brace, C. J., Burnham-Slipper, H., Wijetunge, R. S., Vaughan, N. D., Wright, K., & Blight, "Integrated cooling systems for passenger vehicles," *SAE Tech. Pap.* <https://doi.org/10.4271/2001-01-1248>, 2001, doi: 10.21831/jrpm.v5i1.19207.
- [10] S. Saifuddin, A. Jalil, and F. Arlena, "PERAWATAN PADA LABYRINTPERAWATAN PADA LABYRINTH KOMPRESOR SENTRIFUGAL KAWASAKI K-2501 A DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT. ARUN NGL BLANG LANCANG," *J. POLIMESIN*, 2016, doi: 10.30811/jpl.v14i1.299.
- [11] Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D," *Ke-26*. 2018.
- [12] Ivanovich Agusta, "Teknik Pengumpulan dan Analisis Data Kualitatif," *J. Stud. Komun. dan Media*, 2014.
- [13] Ali Maksum, "Pengumpulan data," *J. Metod. Pengumpulan Data*, 2012.
- [14] H. Hasanah, "TEKNIK-TEKNIK OBSERVASI (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial)," *At-Taqaddum*, 2017, doi: 10.21580/at.v8i1.1163.
- [15] I. N. Rachmawati, "Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif: Wawancara," *J. Keperawatan Indones.*, 2007, doi: 10.7454/jki.v11i1.184.
- [16] L. Moleong, "Metodologi penelitian," *Kualitatif Sasial*, 2006.