

Analisis Kerusakan Sistem Pendingin Mesin Utama Kapal TB. Semar 26 dengan Metode FTA dan USG

Baharuddin^{1*}, Syerly Klara², Andi Husni Sitepu³, Haryanti Rivai⁴, Muhammad Idham Satyaguna⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Indonesia

*Corresponding Author: baharmarine@gmail.com

Abstract

The TB Semar 26 ship is a tug boat used to push or pull ships operating at the Soekarno Hatta Makassar Port, whose services are used by Pelindo from PT. Humpus Bulk Transport. During its operation, there were several problems with the cooling system, which caused the performance of the main engine to decrease so that it could not work optimally. This study aims to determine the causes, impacts, and efforts made in the occurrence of seawater cooling system problems. The method used in this research is FTA (Fault Tree Analysis) and USG (Urgency, Seriousness, Growth). The object of this research was carried out on the Ship TB Semar 26, especially on seawater cooling system components. This study's results prove damage to the main engine cooling system in TB Semar 26 ship is caused by several interconnected factors. Based on the FTA method analysis, four main factors can be identified, which become the main causes of the system problem. Then using the USG method, the biggest factor that influences the system problems which decrease the cooling system's performance is dirty pipes.

Keywords: FTA analysis; USG analysis; Main engine; Cooling system; Ship performance

Article History:

Received 10 Februari 2023
Revised 07 Maret 2023
Accepted 30 Juni 2023
Available online 30 Juni 2023

1. Pendahuluan

Mesin Induk sebagai sumber tenaga penggerak utama di kapal berfungsi menyiapkan tenaga mekanik untuk disalurkan ke propeller dan diubah untuk menjadi daya dorong propeller sehingga kapal dapat bergerak maju. Untuk dapat memastikan suplai tenaga dari mesin induk berjalan dengan baik maka mesin induk membutuhkan sistem pendingin air laut agar kinerja mesin induk selalu dalam keadaan optimal, beroperasi dengan aman serta dalam kondisi normal [6]. Fungsi mesin induk hanya dapat berlangsung dengan baik, jika ditunjang oleh sistem pendingin yang juga beroperasi secara maksimal. Olehnya itu dibutuhkan upaya perawatan dan pemeliharaan yang baik sehingga dapat beroperasi dan digunakan dalam jangka waktu yang lama [4].

Dalam melakukan fungsi pendinginan mesin, sistem pendingin ditunjang oleh banyak komponen dengan cara mendinginkan bagian-bagian tertentu dari mesin seperti; ruang bakar, mendinginkan minyak lumas, mendinginkan blok mesin melalui celah-celah jaket mesin [2]. Untuk kapal-kapal berukuran kecil, sistem pendingin terbuka merupakan pilihan yang tepat dimana air laut akan dihisap masuk ke mesin dengan pompa air laut, setelah mendinginkan mesin maka air laut tersebut selanjutnya dibuang kembali keluar. Sedangkan sistem pendingin tertutup merupakan sistem pendingin yang mengkombinasikan antara sistem pendingin air laut dan juga sistem pendingin air tawar. Fungsi air tawar disini sebagai media yang mendinginkan dan menyerap panas secara langsung dari mesin dan komponen lainnya. Selanjutnya air tawar tersebut didinginkan oleh air laut dan disirkulasi kembali masuk ke mesin [1, 5].

Kapal TB. Semar 26 adalah kapal tug boat yang digunakan untuk mendorong atau menarik kapal-kapal yang beroperasi di pelabuhan Soekarno Hatta Makassar. Kapal TB. Semar 26 digunakan dan dioperasikan oleh Pelindo dari PT. Humpus Transportasi Curah. Pada saat beroperasi TB. Semar 26 mengalami permasalahan pada sistem pendingin mesin utamanya sehingga tidak dapat bekerja secara maksimal. Penyebab utama permasalahan diduga berasal dari penurunan kinerja pompa air pendingin mesin utama kapal, hal ini tentunya sangat berbahaya jika dibiarkan terus berlanjut karena dapat menyebabkan mesin mati sewaktu-waktu bahkan bisa menyebabkan kerusakan pada mesin utama penggerak kapal.

Berdasarkan permasalahan diatas maka tujuan penelitian ini untuk menentukan faktor penyebab menurunnya kinerja sistem pendingin mesin utama, menemukan faktor paling dominan diantara faktor-faktor penyebab, serta menemukan solusi dan tindakan yang dapat dilakukan sesegera mungkin untuk mengatasi permasalahan tersebut.

2. Metode Penelitian

Dalam upaya menemukan faktor penyebab penurunan kinerja sistem pendingin pada TB. Semar 26, terdapat dua alat dan metode analisis yang akan digunakan yakni;

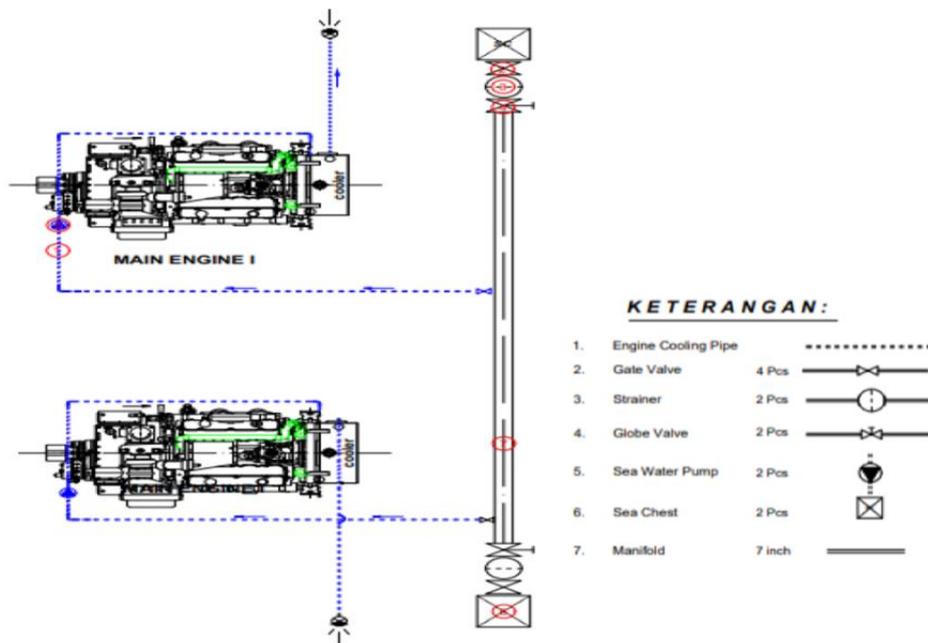
Metode Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk [7];

- Penjabaran sistem pendingin mesin utama kapal
- Menentukan puncak top event atau juga disebut kejadian utama.
- Memeriksa sistem untuk memahami hubungan berbagai elemen satu dengan yang lain
- Membuat pohon analisis kesalahan, mulai dari kejadian yang paling atas sampai paling bawah
- Menganalisis pohon kesalahan untuk mengantisipasi kejadian yang mengarah pada kegagalan

Metode Urgency, Seriousness, Growth (USG) digunakan untuk:

- Mengetahui berbagai faktor, penyebab dan permasalahan dari sistem pendingin
- Melakukan analisis serta menemukan akar penyebab permasalahan.

Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah dengan melakukan wawancara serta pengamatan lapangan atas objek/sistem yang sedang diteliti. Bagan sistem pendingin pada kapal TB. Semar 26 sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



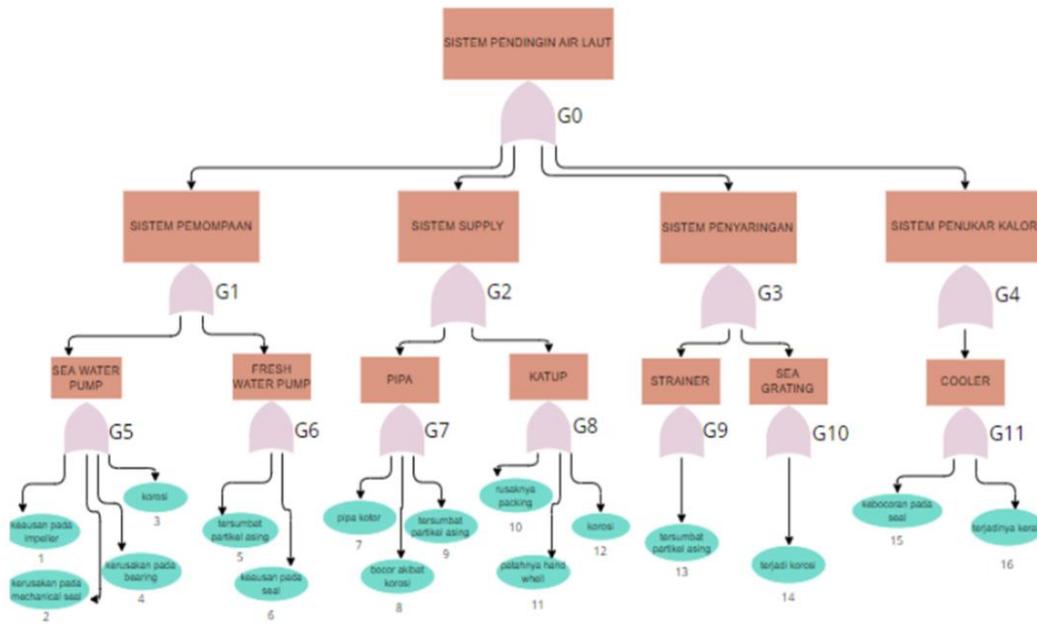
Gambar 1. Instalasi Sistem Pendingin mesin utama TB. Semar 26

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama yang kemudian dirangkum ke dalam beberapa kelompok subsistem yang akan membentuk pohon kegagalan (*fault tree*). Sementara metode USG digunakan untuk menentukan prioritas suatu penyebab utama dari kerusakan pada sistem tersebut.

3.1 FTA Analisis Sistem Pendingin Air Laut pada Mesin Induk

Hasil analisis pohon kegagalan diperoleh bahwa banyak faktor penyebab kerusakan pada sistem pendingin mesin induk, faktor-faktor tersebut selanjutnya dibagi kedalam 4 subsistem.



Gambar 2. Pohon Kegagalan Sistem Pendingin Mesin Utama Kapal

Top event pada sistem pendingin mesin induk yang tidak berfungsi atau mengalami kegagalan fungsi (*mechanical failure*) terjadi apabila salah satu dari empat dibawah gerbang G0 gagal yaitu sub sistem pemompaan, sistem suplai, sistem penyaringan dan sistem penukar kalor. Untuk kejadian pada sub sistem pemompaan gagal apabila salah satu dibawah gerbang G1 gagal yaitu kegagalan pada pompa air laut ataupun, dan kegagalan pada sub sistem pompa air laut atau pompa air tawar gagal apabila salah satu komponen dibawah G5 dan G6 mengalami kegagalan. Demikian seterusnya juga berlaku bagi subsistem-subsistem lainnya sehingga jumlah cut set minimum diperoleh sebanyak 11 buah cut set.

Tabel 1 Cut set Sistem Pendingin Mesin Induk TB. Semarang 26.

| Mulai | Step | | |
|-------|------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| G0 | G1 | G5 | 1 |
| G0 | G1 | G5 | 2 |
| G0 | G1 | G5 | 3 |
| G0 | G1 | G5 | 4 |
| G0 | G1 | G6 | 5 |
| G0 | G1 | G6 | 6 |
| G0 | G2 | G7 | 7 |
| G0 | G2 | G7 | 8 |
| G0 | G2 | G7 | 9 |
| G0 | G2 | G8 | 10 |
| G0 | G2 | G8 | 11 |
| G0 | G2 | G8 | 12 |
| G0 | G3 | G9 | 13 |
| G0 | G3 | G11 | 14 |
| G0 | G4 | G11 | 15 |
| G0 | G4 | G11 | 16 |

3.2 USG Analisis Sistem Pendingin Air Laut pada Mesin Induk

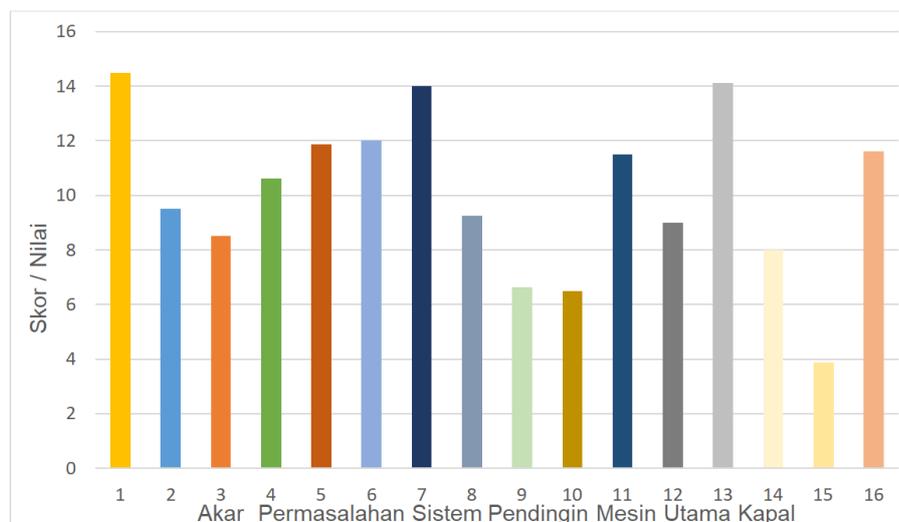
Penentuan prioritas masalah dan akar masalah dilakukan dengan metode *USG (Urgency, Seriousness, Growth)* [8], dimana perolehan data dihasilkan dari wawancara dan penyebaran kuesioner pada sejumlah responden yang memiliki pemahaman yang memadai terhadap permasalahan pada sistem pendingin mesin utama TB. Semarang 26. Formulasi permasalahan yang ditanyakan pada responden sebagaimana tertera pada

Tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Permasalahan pada Sistem Pendingin Mesin Utama

| No. | Akar/Penyebab Permasalahan |
|-----|--|
| 1. | Kondisi pipa air laut yang kotor |
| 2. | Kebocoran pada bagian <i>gland packing</i> pompa |
| 3. | Putara pompa tidak stabil |
| 4. | Getaran berlebih pada operasional kapal |
| 5. | Kondisi pipa air laut yang berkarat |
| 6. | Kerusakan pada Bearing Pompa |
| 7. | Menurunnya kinerja impeller pada pompa |
| 8. | Kerusakan pada <i>mechanical seal</i> pompa |
| 9. | Kerusakan pada filter <i>strainer</i> |
| 10. | Rusaknya <i>sea grating</i> |
| 11. | Terjadinya kapitasi dalam sistem pada saat pompa bekerja |
| 12. | Kebocoran pada pipa <i>by pass</i> |
| 13. | Kebocoran pada <i>cooler</i> |
| 14. | Rusaknya <i>packing valve</i> |
| 15. | Patahnya <i>hand whell valve</i> |
| 16. | Terjadinya kerusakan pada <i>thermostat</i> |

Berdasarkan jawaban dari semua responden yang telah diwawancarai dan mengisi kuesioner, selanjutnya diadakan pengskoran. Skor tertinggi diperoleh dari permasalahan; kondisi pipa air laut yang kotor dan kebocoran pada cooler dengan total skor sebanyak 14. Selanjutnya menyusul pada permasalahan; menurunnya kinerja impeller pada pompa dan terjadinya kerusakan pada bearing pompa dengan skor 12, sedangkan skor 10 diperoleh pada permasalahan; kondisi pipa air laut yang berkarat, terjadinya kerusakan pada thermostat, terjadinya kapitasi dalam sistem pada saat pompa bekerja dan getaran berlebih pada operasional kapal. Perolehan nilai skor terendah pada permasalahan; kebocoran pada bagian *gland packing* pompa, kerusakan pada *mechanical seal* pompa, kebocoran pada *pipa by pass*, serta putaran pompa tidak stabil dan rusaknya *packing valve*. Sementara nilai terendah lainnya dengan skor 6 diperoleh pada permasalahan; rusaknya *sea greating* dan kerusakan pada *filter strainer* serta skor paling rendah jatuh pada permasalahan patahnya *hand whell valve* dimana hal ini sangat jarang terjadi dan menimbulkan resiko dampak yang kecil pula.



Gambar 3. Hasil Penilaian Prioritas Masalah dengan Metode USG

Tabulasi hasil pengskoran dalam bentuk grafik ditunjukkan pada Gambar 3 diatas, dimana disimpulkan bahwa permasalahan utama penyebab kerusakan pada sistem pendingin mesin induk pada kapal TB. Semarang adalah kondisi pipa air laut yang kotor dengan nilai total sebesar 116 yang kemudian jika dirata-ratakan menghasilkan bobot sebesar 14,5.

4. Faktor Penyebab Kerusakan pada Sistem Pendingin Air Laut

Hasil analisis kualitatif dilakukan telah menemukan bahwa faktor dominan penyebab kegagalan pada sistem pendingin mesin utama TB. Semar 26 melalui analisis metode FTA. Metode ini secara rinci dibagi kedalam 4 subsistem yang kemudian selanjutnya dibreakdown kembali dan untuk menentukan 16 faktor yang antara lain; kondisi pipa air laut yang kotor, kondisi pipa air laut yang berkarat, pompa melebihi batas jam kerja, putaran pompa tidak stabil, kebocoran pada bagian gland packing pompa, menurunnya kinerja impeller pompa, kerusakan pada bearing pompa, kerusakan pada mechanical seal pompa, kerusakan pada mechanical seal pompa, kerusakan filter strainer, kerusakan pada sea greating, terjadinya kapasitas pada sistem pada saat pompa bekerja, kebocoran pada pipa by-pass, kebocoran pada cooler, rusaknya packing valve, patahnya hand well valve, serta terjadinya kerusakan pada thermostat, yang mana semua faktor tersebut diatas saling berhubungan satu sama lain.

Sedangkan penggunaan metode USG dimaksudkan untuk mengetahui tingkat bahaya suatu faktor terhadap urgensi dari masalah, keseriusan masalah, serta kemungkinan berkembangnya masalah semakin besar [3]. Hasil dari matriks USG adalah menggabungkan nilai dari semua faktor pembanding dan mengurutkannya sesuai dengan akumulasi skor hasil penilaian. Total nilai/skor yang terbesar yang merupakan faktor prioritas yang harus mendapatkan penanganan sesegera mungkin karena dapat menimbulkan dampak serius dimana sistem pendingin mesin utama akan mengalami fail atau gagal berfungsi.

Berdasarkan analisis lanjutan diperoleh bahwa dari ke 16 faktor tersebut akan menimbulkan dampak kerusakan atau terganggunya sistem pendingin pada mesin utama. Dengan demikian maka diperlukan solusi dan upaya untuk menanganinya. Solusi yang dapat ditempuh antara lain;

- Pipa air laut yang kotor: yakni dengan melakukan pembersihan *sea chest strainer* secara berkala untuk menghindari penumpukan lumpur di dalam *sea chest*.
- pipa air laut yang berkarat: yakni dengan melakukan pembersihan dan jika perlu diadakan penggantian pipa-pipa yang sudah berkarat.
- Pompa melebihi batas jam kerja: yakni dengan melakukan pencatatan jam kerja pompa pendingin air laut
- Putaran pompa tidak yang stabil: yakni dengan memberikan peredam antara cover pompa dan pondasi/dudukan serta melakukan pengecekan ikatan baut pengikat secara berkala.
- Kebocoran pada gland packing pompa: yakni dengan melakukan pengencangan secara perlahan dan merata pada kedua mur secara bergantian sampai cukup kuat.
- Menurunnya kinerja impeller pompa: yakni dengan melakukan pembersihan kotoran yang menyumbat impeller.
- Kerusakan pada bearing pompa: yakni dengan mengganti bearing yang sudah rusak dan tidak layak pakai.
- Kerusakan pada *mechanical seal* pompa: yakni dengan memperat kembali *mechanical seal* ataupun menggantinya dengan yang baru.
- Kerusakan filter strainer: yakni dengan melakukan pembersihan rutin pada *filter strainer*.
- Kerusakan pada *seal grating*: yakni dengan melakukan pembersihan rutin terhadap *sea grating* tersebut.
- Terjadinya kavitasi pada impeller pompa: yakni dengan mengatur letak dan ketinggian
- Upaya yang dilakukan untuk menanganinya dengan ketinggian letak pompa yang serendah mungkin agar head hisap lebih statis serta pipa hisap dibuat sependek mungkin.
- Kebocoran pada pipa *by-pass*: yakni dengan cara melakukan pengecekan rutin terhadap pipa-pipa pendingin dan apabila ditemukan gejala kerusakan harus segera diperbaiki.
- Kebocoran pada cooler: yakni dengan melakukan pengecekan dan pembersihan rutin terhadap *cooler*.
- Rusaknya packing valve: yakni dengan cara melakukan pergantian paacking.
- Patahnya *hand whell valve*: yakni dengan cara menyambung kembali *hand whell* dengan cara dilakukan pengelasan.
- Kerusakan pada *thermostat*: yakni dengan cara mengganti *thermostat* tersebut dengan yang baru.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Kerusakan sistem pendingin air laut mesin utama TB. Semar 26 disebabkan oleh 16 faktor utama yang saling berhubungan satu sama lain di mana jika salah satu faktor mengalami gangguan akan berdampak pada faktor lainnya

2. Faktor utama dan yang paling dominan sebagai penyebab utama menurunnya kinerja sistem pendingin air laut mesin utama TB. Semar 26 adalah tersumbatnya sistem pipa pendingin air laut oleh lumpur yang terbawa masuk kedalam pipa karena sering beroperasi pada perairan dangkal
3. Upaya yang urgen dilakukan adalah dengan melakukan pembersihan secara berkala pada sistem pipa pendingin air laut pada setiap *running hour* tertentu

Daftar Pustaka

- [1] Indonesia, B.K. Rules For Classification And Construction. Rules For Machinery Installation, 2019.
- [2] Maanen, P. V. Motor diesel Kapal. Jilid 1. Direktur Jenderal Perhubungan Laut. Jakarta, 2002
- [3] Markus Yando, S. K. Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler Mesin Induk MV. Ibrahim Zahier. Jurnal Ilmiah Nasional Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, 2021.
- [4] Murdiawan, F. Optimalisasi Menurunnya Kinerja Main Cooling Sea Water Pump. PIPS, 2021.
- [5] Nahlah M. Darma, H. S. Analisa Kondisi Mesin Induk Kapal Dengan Aplikasi Fuzzy Inference System. Program Studi MMT-ITS, Surabaya 6 Pebruari 2010.
- [6] Ninda Restu Anugrah, L. F. Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode FTA dan FMEA di Pabrik Roti Bariton. Jurusan Teknik Industri Itenas Bandung.
- [7] Rijali, A. Analisis Data Kualitatif. Vol. 17 No. 33 Januari – Juni 2018.
- [8] Yunita Nugrahaini Safrudin, T. R. Analisis Penyebab Cacat dan Usulan Perbaikan dengan Metode Fault Tree Analysis pada Proses Drawing Pt. XYZ. Volume 8 Nomor 01, 2021.