

ANALISIS KEBOCORAN PADA *JACKET COOLING FRESH WATER MAIN ENGINE* DI KAPAL KM. ADITHYA

¹Yohanes Sulo, ²Herdi Syam, ³Rusman, ⁴Edwin Halim, ⁵Zainal Abidin

^{1,2,3}Teknika, Jurusan Kemaritiman, Politeknik Negeri Samarinda

yohannessulo@gmail.com

Abstrak : Masalah yang terjadi pada kapal km. Adithya yaitu mengalami kebocoran pada *jacket cooling fresh water*, pada tanggal 15 mei 2023 pada saat kapal berlayar dari samarinda menuju parepare tiba-tiba mesin mengalami kebocoran pada *jacket cooling fresh water* yang disebabkan oleh longgarnya *oring* pada *cooling jacket* dan membuat retak pada *jacket cooling*, sehingga terjadi *delay* atau keterlambatan kapal dalam pengiriman barang. Langkah-langkah yang dilakukan penulis untuk meng-analisa yaitu mengadakan penelitian di KM. ADITHYA untuk mengetahui situasi dengan bekal pengetahuan dari apa yang didapatkan dari studi kepustakaan. Sela-njutnya memulai identifikasi-identifikasi masalah yang ditemui, maka kita dapat menemukan metode penelitian yang sesuai. Kualitas air tawar yang kurang baik dalam sistem pendingin air tawar dan tidak pernah diperhatikan sebelumnya, sehingga terjadi korosi pada jaket pendingin mesin. Retak pada mesin utama pendingin jaket yang juga disebabkan oleh pengontrol pendingin jaket tidak bekerja otomatis. Hal ini dapat menyebabkan performa mesin utama tidak optimal dan dampaknya akan mengganggu kelancaran proses pengiriman muatan oleh kapal dikarenakan sistem pendingin mesin utama bocor dan mesin utama akan mati otomatis sehingga kapal tidak dapat melanjutkan pelayaran sebelum sistem pendingin tersebut diperbaiki. Oleh karena itu masinis harus melakukan kontrol temperatur main engine secara manual setiap kapal akan bergerak gerak sepanjang sisi maupun keberangkatan.

Kata Kunci : Jaket Pendingin Mesin Utama

PENDAHULUAN

Angkutan laut memegang peranan yang sangat penting dalam memperlancar mobilitas barang. Telah kita ketahui bahwa kapal merupakan sarana transportasi laut yang berperan penting dalam pengoperasiannya sebagai penghubung antar pulau, antar negara dan antar benua, serta dapat mendorong pertumbuhan ekonomi nasional di seluruh wilayah negara.

Kapal merupakan alat transportasi laut yang sangat penting dalam perdagangan dan industri maritim, kapal terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain kapal *passanger*, kapal *tanker*, kapal *bulk carrier*, kapal cargo, kapal

container, serta kapal perang. Semua jenis kapal pasti memiliki sistem, jenis sistem di kapal yaitu sistem navigasi, sistem kelistrikan, serta sistem perpipaan.

Pada kapal, khususnya pada sistem sanitari atau *fresh water*. Sistem ini sangat berguna untuk mendistribusikan air tawar ke seluruh ruangan kapal yang membutuhkan *fresh water* atau air tawar, misalnya ruang kamar mandi untuk mandi dan membasuh setelah buang air, ruang dapur untuk kebutuhan makan dan minum, serta pada *washtafel* untuk membasuh tangan.

Pada sebuah kapal, mesin diesel merupakan komponen yang sangat penting untuk penggerak kapal. Mesin

diesel kapal harus selalu beroperasi pada suhu optimal agar dapat bekerja dengan maksimal dan tidak mengalami kerusakan. Sistem pendingin diperlukan untuk memastikan suhu mesin *diesel* di kapal tetap optimal. Mesin *Diesel* adalah salah satu pesawat yang merubah *Energi potensial* panas langsung menjadi energi mekanik disebut *Combustion Engine*.(Sinaga and Nurtjahyo, 2014)

Salah satu bagian dari sistem pendingin pada kapal adalah *jacket cooling fresh water main engine*. Sistem ini bertugas untuk mengalirkan air segar dari tangki air laut ke dalam *jacket* mesin diesel yang berfungsi untuk mendinginkan mesin tersebut. *Jacket cooling* mempunyai diameter 600 mm dengan ketebalan 11 mm yang terbuat dari besi tuang.

Dalam pemasangan *jacket cooling* pada *cylinder cover* harus sesuai dengan *manual book* supaya tidak terjadi kesalahan. *Jacket cooling* harus tahan terhadap panas dan tekanan yang telah ditentukan supaya dapat menyerap panas secara maksimal dan tidak menimbulkan *overheating*. Namun, dalam penggunaannya, terkadang *jacket cooling fresh water main engine* mengalami kebocoran yang dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti kerusakan mesin, kehilangan daya penggerak kapal, bahkan kecelakaan yang dapat membahayakan keselamatan kapal dan kru kapal.

Permasalahan yang terjadi pada kapal km. Adithya yang mengalami kebocoran pada *jacket cooling fresh water*, pada tanggal 15 mei 2023 pada saat kapal berlayar dari samarinda menuju pare-pare tiba-tiba mesin mengalami kebocoran pada *jacket cooling fresh water* yang di sebabkan

oleh longgarnya *oring* pada *cooling jacket* dan membuat retak pada *jacket cooling*, sehingga terjadi delay atau keterlambatan kapal dalam pengiriman barang.

Oleh karena itu, perlu dihimbau kepada seluruh masinis yang berada diatas kapal agar memahami cara-cara pencegahan dan penanggulangan kebocoran pada *jacket cooling fresh water*, baik dari segi teknik perawatan maupun akibat dari tidak normalnya temperatur gas buang dan pendingin air tawar.

Jika keadaan ini tidak diselesaikan secara serius maka akan mengganggu kegiatan operasional kapal, Juga dapat menimbulkan masalah-masalah yang timbul sehingga dapat memperburuk kondisi mesin. Selain itu, perlu diadakannya perawatannya pada komponen *jacket cooling fresh water* yang sesuai dengan jam kerja yang telah ditentukan oleh buku petunjuk pengoperasian (*instruction manual book*).

Adapun tujuan dalam memecahkan masalah-masalah yang ingin dicapai penulis sebagai berikut.

1. Mengetahui dan memahami upaya agar tidak terjadi kebocoran pada *jacket cooling fresh water main engine*.
2. Mengetahui penyebab kebocoran pada *jacket cooling fresh water main engine*.

TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Induk (*main engine*)

Mesin induk kapal adalah suatu *instalasi* mesin yang terdiri dari berbagai unit atau sistem pendukung berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2015:34), dalam buku Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal. Menyatakan bahwa Motor Diesel adalah suatu pesawat yang mengubah energi potensial panas langung menjadi energi mekanik, atau juga disebut Combustion Engine System yang dibagi dua, yaitu:

a) Mesin pembakaran dalam (internal combustion)

Adalah pesawat tenaga, yang pembakarannya dilaksanakan di dalam pesawat itu sendiri. Contoh : mesin diesel, mesin bensin dan lain lainnya.

b) Mesin pembakaran luar (external combustion)

Adalah pesawat tenaga, dimana pembakarannya dilaksanakan di luar pesawat itu sendiri. Contoh: turbin uap, mesin uap.

Torak (piston) bergerak secara translasi atau bolak-balik silinder memampatkan udara sehingga suhunya naik dan tekanan, maka bahan bakar dikabutkan ke dalam ruang bakar, karena suhu dan tekanan yang sangat tinggi menyebabkan material bahan bakar yang dikabutkan dari *nozle* akan terbakar dengan sendirinya (*compression ignition engines*) dan ada proses ekspansi itu sebagai pendorong. Gaya piston ditransmisikan melalui batang piston Searah dengan poros engkol, gerakan translasi diubah menjadi gerakan rotasi kedua poros engkol.

Jacket Cooling

Jacket cooling atau jaket pendingin adalah metode pendinginan yang digunakan pada mesin atau peralatan yang menghasilkan panas berlebih. Ini umumnya digunakan pada mesin pembakaran internal seperti mesin diesel, mesin bensin, atau mesin

pembakaran internal lainnya. Pada mesin-mesin tersebut, proses pembakaran terjadi di dalam silinder. Selama proses pembakaran, suhu di dalam silinder meningkat secara teratur, dan jika suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada mesin. Untuk mencegah suhu yang berlebihan, *jacket cooling* digunakan untuk menghilangkan panas dari silinder mesin.

Jacket cooling melibatkan penggunaan cairan pendingin seperti air atau campuran air dan *coolant*. Cairan ini mengalir melalui jaket atau lapisan luar silinder mesin untuk menyerap panas dari silinder. Setelah cairan tersebut memperoleh panas, ia dialirkan melalui sistem pendingin, seperti *radiators*, untuk mendinginkannya sebelum kembali ke *jacket silinder* untuk proses pendinginan berikutnya. *Jacket cooling* memiliki peran penting dalam menjaga suhu operasi mesin agar tetap dalam batas yang aman.

Dengan menjaga suhu yang tepat, mesin dapat beroperasi dengan efisiensi yang lebih baik, umur mesin dapat diperpanjang, dan risiko kerusakan akibat suhu yang berlebihan dapat dikurangi. Penerapan pendinginan jaket tidak hanya terbatas pada mesin pembakaran internal, tetapi juga dapat digunakan pada peralatan lain yang membutuhkan pendinginan, seperti genset, mesin industri, atau peralatan lain yang menghasilkan panas selama mesin beroperasi.

Cooling System

Sistem pendingin merupakan sistem yang berfungsi menjaga temperatur mesin pada suhu tertentu sesuai dengan disain yang ditentukan agar mesin diesel dapat beroperasi secara berkelanjutan. Mesin diesel yang beroperasi

menghasilkan panas dengan suhu tinggi, sistem pendingin ini terdiri dari beberapa komponen penyusun yang utamanya untuk mendinginkan blok mesin, selain mendinginkan blok mesin sistem pendingin juga mendinginkan pelumas, *scavange* air dan *water jacket* (Julianto et al., 2016).

Untuk pendinginan dari sebuah mesin diesel diperlukan suatu sistem yang terdiri dari pipa, pompa dan pendingin atau *cooler*, yang berfungsi untuk menurunkan suhu suatu cairan atau udara dari suhu tinggi kesuhu yang lebih rendah dengan bantuan bahan pendingin yaitu air atau udara. Panas akibat pembakaran yang berlebihan mengakibatkan komponen mesin mengalami kenaikan temperatur yang berlebihan (*over heating*) komponen-komponen seperti torak dan dinding silinder menjadi macet, dan kepala silinder akan mejadi retak.

Mesin yang dipasang pada kapal dirancang untuk bekerja dengan efisien maksimal dan berjalan selama berjam-jam berjalan lamanya. Hilangnya energi paling sering dan maksimum dari mesin adalah dalam bentuk energi panas. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin (*Cooler*) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin. Untuk itu, sistem air pendingin dipasang pada kapal. Sebelum membahas lebih lanjut, terlebih dahulu perlu diketahui pengertian pendingin. Agar bangunan motor diesel terpelihara dari tegangan akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen motor induk seperti *cylinder jacket cooling*, *cylinder*

head, dan *injector*. Sistem ini harus menjadi pengawasan bagi para *crew mesin* agar aliran pendingin selalu lancar.

Sistem pendingin dalam mesin adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang *ideal*. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Mesin bukan instrumen dengan efisiensi sempurna, panas hasil pembakaran tidak semuanya terkonversi menjadi energi, sebagian terbuang melalui saluran pembuangan dan sebagian terserap oleh material disekitar ruang bakar.

Mesin dengan efisiensi tinggi memiliki kemampuan untuk konversi panas hasil pembakaran menjadi energi yang diubah menjadi gerakan mekanis, dengan hanya sebagian kecil panas yang terbuang. Mesin selalu dikembangkan untuk mencapai efisiensi tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan faktor ekonomis, daya tahan, keselamatan serta ramah lingkungan. Air pendingin dalam fungsinya sangat vital dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Kapal KM Adithya milik PT Afta Trans Mandiri dengan meneliti *main engine* KM Adithya tersebut. Teknik Pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan wawancara 3 orang responden yaitu KKM, Masinis 2 dan Masinis 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat melakukan penelitian di kapal KM. ADITHYA selama 1 Bulan Penulis

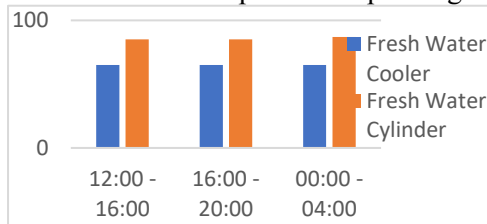
menemukan masalah Kebocoran *jacket cooling fresh water main engine* di kapal KM. ADITHYA. Berdasarkan pengamatan di kapal KM. Adithya, normalnya temperatur keluar *fresh water cooler* adalah 65-700 C dan masuk ke *cylinder water* adalah 70-750 C. Data naiknya temperatur air pendingin terdapat pada table 4.1 data meningkatnya temperatur *fresh water dan cylinder water*.

Tabel 1 Data Temperatur air pendingin

TIME	Fresh Water cooler		Fresh Water Cylinder		Normal		Tidak Normal	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
15 Mei 2023								
12:00 – 16:00	82	72	72	82	72	78	82	86
20:00 – 00:00	82	72	72	82	71	79	84	86
00:00 – 04:00	82	71	71	82	71	80	84	87

Sumber :KM. ADITHYA

Grafik 4.1 Data temperatur air pendingin



Sumber :KM. ADITHYA

Berdasarkan pengamatan dari data diatas tersebut, temperatur air pendingin naik, suhu normal masuk mesin induk 70-750 C dan suhu keluar dari mesin induk 75-800 C dari data diatas terjadi kenaikan temperatur air pendingin yaitu 860 C diatas suhu normal masuk fresh water cooler 70-800 C. Suhu keluar fresh water cooler 65-700 C. Dan terjadi kenaikan temperatur fresh water cooler 750 C diatas suhu normal 65-700 C. Sehingga dari data diatas tersebut padat diketahui bahwa temperatur air pendingin pada mesin induk naik.

Tabel 2 Data Menurunnya temperatur

TIME	S.W COOLING PUMP		F.W COOLING PUMP	
	TEKANAN		TEKANAN	
15 Mei 2023	Normal	Tidak Normal	Normal	Tidak Normal
	3,0 kg/cm ³	2,0 kg/cm ³	3,0 kg/cm ³	2,0 kg/cm ³
16:00 – 20:00	1,75 kg/cm ³		2,1 kg/cm ³	
20:00 – 00:00	1,7 kg/cm ³		2,1 kg/cm ³	
00:00 – 04:00	1,75 kg/cm ³		2,1 kg/cm ³	

Sumber :KM. ADITHYA

Dari data tersebut diatas tekanan air pendingin sangat menurun, tekanan air pendingin pada saat normal 3 kg/cm² dan terjadi penurunan tekanan air pendingin menjadi 1,5 kg/cm² . sehingga dari data tersebut diatas dapat diketahui penurunan tekanan air pendingin pada mesin induk.

Data-Data tersebut diambil dari kapal, selama penulis melakukan penelitian dari masalah diatas yang penulis pada saat pengambilan data, temperatur air pada mesin induk menurun selama melaksanakan penelitian pada tanggal 15 mei 2024 dikapal KM.ADITHYA



Sumber : Kapal Km. ADITHYA, tahun 2023

Gambar 4.1 *Jacket cooling fresh water main engine*

Dalam mengutarakan fakta-fakta yang terjadi di atas kapal Km. Adithya, mengakibatkan performa *main engine* bekerja tidak maksimal dan akibatnya kapal terlambat dalam mengantar mutan. Hal ini terjadi karena sistem pendingin air tawar yang kualitas air nya kurang baik. Sehingga menyebabkan Retak pada jacket cooling

main engine yang juga disebabkan oleh *jacket cooling controller* tidak bekerja otomatis akibat kurang normalnya temperatur air pendingin. Masalah seperti ini dapat dicegah dengan cara perawatan air tawar di dalam sistem pendingin dengan metode kimiawi (*chemical treatment*). Kemudian dilakukan *water test* setiap dua hari sekali atau sesuai peraturan dari prosedur perawatan, agar kualitas *Fresh Waater Cooling* baik dan performa *main engine* maksimal.

Identifikasi Sumber Kebocoran

Berikut hasil penuturan wawancara penulis terhadap pihak terkait, yaitu :

1. KKM

Berikut penuturan KKM mengenai terjadinya kebocoran *jacket cooling fresh water main engine*, beliau mengatakan bahwa Perawatan dan pemeriksaan *main engine* kurang sehingga mengakibatkan kebocoran pada *jacket cooling* yang diakibatkan oleh kurang normalnya temperatur air pendingin *fresh water cooler*.

2. Masinis II

Berikut penuturan Masinis II mengenai terjadinya kebocoran *jacket cooling fresh water main engine*. Beliau mengatakan, sebagai masinis 2, saya akan memberikan komentar tentang kebocoran *jacket cooling* mesin induk kapal. Kebocoran pada sistem *jacket cooling* mesin induk kapal adalah masalah serius yang perlu segera ditangani. *Jacket cooling* berfungsi untuk menjaga suhu mesin agar tetap dalam batas yang aman selama operasi. Kebocoran pada sistem ini dapat menyebabkan berbagai konsekuensi negatif. Pertama-tama, kebocoran pada pendingin jaket dapat menyebabkan penurunan efisiensi pendinginan mesin. Ini dapat menyebabkan suhu mesin naik

secara signifikan dan mengancam kinerja dan kemarahan mesin tersebut. Suhu yang tinggi dapat mempercepat ausnya komponen-komponen penting dan bahkan menyebabkan kerusakan permanen pada mesin.

Selain itu, kebocoran pada sistem *jacket cooling* juga dapat menyebabkan kehilangan air pendingin yang signifikan. Hal ini dapat mengganggu keseimbangan dan aliran pendingin di dalam mesin, menyebabkan ketidakstabilan operasi dan penurunan performa mesin. Lebih buruk lagi, kekurangan air pendingin dapat menyebabkan mesin terlalu panas yang dapat mengakibatkan kerusakan serius atau bahkan kegagalan mesin secara keseluruhan. Menghadapi kebocoran *jacket cooling*, langkah pertama yang harus diambil adalah menghentikan mesin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

Selanjutnya, inspeksi menyeluruh perlu dilakukan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki sumber kebocoran. Jika perlu, komponen yang rusak harus segera diganti atau diperbaiki untuk memastikan kesempurnaan sistem pendinginan. Selain tindakan perbaikan, sangat penting untuk melakukan pemeliharaan preventif secara teratur pada sistem pendingin jaket. Pemeriksaan rutin, penggantian suku cadang yang aus, dan menjaga kualitas air pendingin adalah beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mencegah kebocoran dan memastikan sistem berfungsi dengan baik.

Kebocoran pada *jacket cooling* mesin induk kapal adalah masalah yang tidak boleh diabaikan. Dalam situasi seperti itu, tindakan cepat dan tepat sangat diperlukan untuk mencegah kerusakan yang lebih serius dan

memastikan operasi kapal yang aman dan efisien.

Upaya Pencegahan Kebocoran pada Jacket Cooling Fresh Water Main Engine pada KM Adithya

Setelah Penulis menemukan permasalahan pada *jacket cooling fresh water main engine* yang telah di bahas di atas maka selanjutnya penulis membahas upaya pencegahan agar tidak terjadinya kebocoran pada *jacket cooling fresh water main engine* pada kapal Km. Adithya, berikut langkah-langkah yang dapat diambil untuk melakukan pencegahan kebocoran :

- 1) Lakukan Inspeksi Rutin: Lakukan inspeksi rutin pada pendinginan jaket secara teratur. Periksa adanya tanda-tanda kerusakan seperti retakan, kebocoran, atau korosi pada pipa dan peralatan terkait lainnya.
- 2) Perawatan Berkala: Lakukan perawatan berkala pada *jacket cooling* untuk memastikan sistem tetap dalam kondisi baik. Hal ini meliputi pembersihan, penggantian suku cadang yang rusak atau aus, dan kerusakan kebocoran.
- 3) Pelumasan yang Tepat: Pastikan semua katup, klep, dan mekanisme lainnya pada pelapisan pendingin jaket secara teratur sesuai dengan rekomendasi pabrikan. Hal ini membantu mengurangi lecet dan aus yang dapat menyebabkan kebocoran.
- 4) Monitor Tekanan dan Suhu: Pasang sensor tekanan dan suhu pada sistem pendingin jaket untuk memantau kondisi operasionalnya. Jika ada *fluktuasi* yang teratur atau indikasi masalah lainnya, segera lakukan *investigasi* dan perbaikan.
- 5) Pelatihan dan kesadaran: Berikan pelatihan kepada staff yang bertanggung jawab atas operasi dan pemeliharaan *jacket cooling*. Pastikan mereka memahami prosedur yang benar dalam pengoperasian dan perawatan untuk mencegah kebocoran.
- 6) Catat dan Evaluasi: Buat catatan tentang riwayat pemeliharaan, perbaikan, dan inspeksi *jacket cooling*. Evaluasi secara berkala catatan ini untuk mengidentifikasi pola kebocoran atau masalah yang berulang, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan yang lebih efektif.
- 7) Rutin Pemeliharaan: Lakukan pemeliharaan rutin sesuai dengan jadwal yang ditetapkan. Ini meliputi pembersihan, penggantian filter, penyetelan, dan pengujian sistem secara menyeluruh.
- 8) Perbaikan Tepat Waktu: Jika ada kebocoran yang terdeteksi atau indikasi masalah lainnya, lakukan perbaikan secepat mungkin. Jangan mengabaikan atau menunda perbaikan karena dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut atau kehilangan efisiensi dalam sistem pendingin.

KESIMPULAN

Dari uraian rumusan masalah yang diuraikan oleh penulis dalam bab-bab sebelumnya menjelaskan cara kerja mesin utama berbagai gangguan yang dapat memengaruhi pengoptimalan kinerja mesin. Adapun gangguan yang berhasil ditemukan penulis mengenai kebocoran pada *jacket cooling fresh water main engine*, yaitu :

- 1) Kualitas air tawar yang kurang baik dalam sistem pendingin air tawar,

Akibat kurang normalnya temperatur air pendingin yang menyebabkan terjadi korosi pada jaket pendingin mesin. Dalam hal ini kualitas air tawar dikembalikan dengan manual penguji air produsen unit dan Menyediakan alat uji air dan bahan kimia penunjang yang berkualitas cukup air di kapal sehingga terjadi lebih sedikit kualitas bagus, bisa langsung ditukar.

- 2) Retak pada jacket cooling main engine yang juga disebabkan oleh *jacket cooling controller* tidak bekerja otomatis akibat kurang normalnya temperatur air pendingin. Hal ini dapat menyebabkan *performa main engine* tidak optimal dan dampaknya akan mengganggu kelancaran proses peng-iriman muatan oleh kapal dikarenakan sistem pendingin main *engine* bocor dan *main engine* akan otomatis *shut down* sehingga kapal tidak dapat melanjutkan berlayar sebelum sistem pendingin tersebut diperbaiki. Oleh karena itu masinis harus melakukan kontrol *temperature main engine* secara manual setiap kapal akan berolah gerak *along side* maupun *departure*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, E. P. A., & Taufik, M. (2019). Pengembangan sistem pakar untuk diagnosis kerusakan mesin diesel. J. Apl. Pelayaran Dan Kepelabuhan, 1(1), 23-38.
- ARIES, F. (2019). ANALISA KEBOCORAN PADA JACKET COOLING FRESH WATER MAIN ENGINE DI MT. SAAMIS ADVENTURER (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).
- SATRIA, B. (2019). ANALISIS KEBOCORAN PADA JACKET COOLING SISTEM PADA MAIN ENGINE YANG MEMPENGARUI PELUMASAN PADA MESIN INDUK DI MV SINAR KAPUAS (Doctoral dissertation, SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN).
- Sanjaya, D., 2021. Perawatan Jacket Cooling Fresh Water Main Engine Pada Kapal SPOB Salim.
- Sinaga, M., Nurtjahyo, H., n.d. ANALISA TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA MESIN DIESEL JEMBIO P-215 Vol 8, No 2 (2023). <https://doi.org/10.52447/jktm.v8i2.6734>
- Sitompul, A.M., Effendi, Adisurya, D., 2021. Analisis Penurunan Performa Sistem Pendingin Main Engine Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal MT. Medelin Expo. Meteor STIP Marunda 14, 38–45. <https://doi.org/10.36101/msm.v14i1.179>
- Sroyer, D.W., Abrori, M.Z.L., Sidhi, S.D.P., 2019. PERAWATAN FRESH WATER COOLER PADA SISTEM PENDINGINAN MESIN

DIESEL PENGGERAK
GENERATOR LISTRIK DI
KAPAL NAVIGASI MILIK
DISTRIK NAVIGASI KELAS I

AMBON. Aurelia J. 1, 1.
<https://doi.org/10.15578/aj.v1i1.8845>