

Penyebab Penyumbatan Sistem Instalasi Bahan Bakar Terhadap Sistem Operasional Kerja Mesin Diesel Penggerak Utama

Josua Andre Rhisdo T¹, Yeyen Herlina^{2*}, Abdurohman³

^{1,2,3}Akademi Maritim Suaka Bahari Cirebon, Jl. Jend. Sudirman No. 156, Ciperna,
Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45171, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail : yeyenherlina21@gmail.com.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab terjadi penyumbatan pada Sistem Instalasi bahan bakar pada kapal MV. Tanto Damai dan upaya apa yang dilakukan untuk mencegah penyumbatan pada Sistem Instalasi bahan bakar pada kapal MV. Tanto Damai. Metode pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. faktor penyebab sehingga kinerja instalasi bahan bakar tidak maksimal, dan faktor tersebut berupa tersumbatnya filter karena kondisi bahan bakar yang kotor, kinerja *Purifier* yang terhambat, pengecilan saluran atau sambungan saluran instalasi pipa bahan bakar dan kinerja heater atau pemanas yang kurang maksimal. Masalah utama terhambatnya kinerja mesin induk pada kapal MV. TANTO DAMAI karena instalasi bahan bakar yang tidak bekerja secara maksimal dalam mengoperasikan bahan bakar ke mesin- mesin dalam instalasi kapal. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya membersihkan filter bahan bakar, *Quality control* terhadap instalasi pipa bahan bakar, melakukan perawatan pada *purifier* dan mengganti injector yang sudah tersumbat.

Kata Kunci: Mesin diesel penggerak utama, Penyumbatan pada sistem instalasi bahan bakar

Abstract

The aim of this research is to determine the factors causing blockages in the fuel installation system on MV vessels. Tanto Damai and what efforts are being made to prevent blockages in the fuel installation system on MV vessels. Tanto Peace. The method in this research is descriptive qualitative. The factors that cause the performance of the fuel installation are not optimal, and these factors include blockage of the filter due to dirty fuel conditions, hampered performance of the Purifier, reduction of the fuel pipe installation channels or connections and less than optimal performance of the heater. The main problem is hampered performance of the main engine on MV ships. TANTO PEACEFUL because the fuel installation was not working optimally in operating the fuel to the engines in the ship installation. Solutions to overcome this problem include cleaning the fuel filter, Quality control of the fuel pipe installation, carrying out maintenance on the purifier and replacing clogged injectors.

Keywords: Blockage in the fuel installation system, Main drive diesel engine

PENDAHULUAN

Kapal merupakan salah satu moda transportasi ataupun moda pengangkutan logistik laut yang beroperasi dari suatu wilayah ke wilayah lainnya, tentu memiliki mekanisme berupa mesin maupun instalasi lainnya sebagai pendukung gerakannya kapal (Perhubungan, 2019). Instalasi pada mesin kapal terdiri dari berbagai jenis baik itu instalasi utama hingga instalasi pendukung (Astriawati et al., 2023). Secara umum instalasi yang ada di kapal yakni instalasi Pipa yang kegunaannya bermacam-macam baik untuk mengalirkan air laut, distribusi air bersih, instalasi bahan bakar, instalasi pembuangan air dan lain sebagainya. Instalasi pipa yang merupakan suatu rangkaian pemipaan yang saling terhubung antara satu pipa dengan pipa yang lain sesuai dengan kegunaan serta penggunaan pipa juga beragam sesuai dengan kebutuhan daripada pipa tersebut (Pramono & Kurniawan, 2019). Material pipa dikapal pada umumnya terbuat dari baja galvanis, baja hitam, baja campuran, stainless steel, kuningan, tembaga ataupun aluminium (Deliani et al., 2025). Pada kegunaan tertentu terdapat pula pipa yang terbuat dari bahan non metal seperti rubber hose, gelas, dan PVC (Mulattyas, 2024).

Penggunaan pipa sebagai instalasi di kapal tentunya bukan hanya menggunakan pipa-pipa yang lurus, tetapi terdapat juga belokan, cabang, mengecil, arah naik dan turun (Waspodo, 2017). Ukuran panjang pipa pun beraneka ragam. Oleh sebab itu, pada pemasangannya di perlukan beberapa jenis sambungan pipa seperti sambungan ulir, sambungan *shock*, sambungan dengan las dan sambungan dengan menggunakan *flange* sehingga terdapat beragam bentukan seperti bentuk belokan (*elbow*), cabang T (*Tee*), cabang Y dan ada juga pipa yang diameternya mengecil di sebut reducer. Sistem instalasi pipa pada kapal merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengantarkan atau mengalirkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain sesuai yang di inginkan dengan bantuan mesin atau pompa (Hendrawan, 2019). Sistem perpipaan merupakan sistem yang kompleks yang di desain seefektif mungkin bisa berada di atas kapal. Misalnya pemipaan bahan bakar yang ada di kamar mesin, pemipaan air tawar untuk kebutuhan sehari hari, pemipaan air laut untuk pendingin *coller* atau untuk pipa pemadam serta masih banyak lagi fungsi lain pipa di atas kapal (Pratama et al., 2022).

Sedangkan untuk instalasi pipa bahan bakar yang terpasang di kamar mesin antara lain di gunakan untuk mengalirkan bahan bakar dari *double bottom* (tanki dasar) ke tanki *settling* atau tanki endapan, untuk menyuplai bahan bakar dari tanki harian ke permesinan dan lain sebagainya, hal ini membuat sistem pemipaan bahan bakar yang di kamar mesin sangat vital untuk menunjang operasional permesinan kapal (Khusniawati & Palippui, 2020). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab terjadi penyumbatan pada Sistem Instalasi bahan bakar pada kapal MV. Tanto Damai dan upaya apa yang dilakukan untuk mencegah penyumbatan pada Sistem Instalasi bahan bakar pada kapal MV. Tanto Damai.

Sistem instalasi pipa Bahan Bakar yang digunakan untuk mengalirkan kebutuhan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke sistim di permesinan dan dari luar ke dalam kapal pada saat pengisian bahan bakar (Aji, 2019). Pengaliran bahan bakar menggunakan pompa, berupa pompa Bahan bakar atau sistem instalasi pipa bahan bakar, pompa ini disebut *fuel oil pump* and *fuel oil transfer pump*.

Selanjutnya dari pompa pengaturan aliran bahan bakar juga dikontrol dengan menggunakan sistem katup/*valve* (Abdul, 2019). Instalasi pipa bahan bakar digunakan untuk mengalirkan kebutuhan bahan bakar dari tanki bahan bakar ke sistem di permesinan dan dari luar ke dalam kapal pada saat pengisian bahan bakar (Pramono, 2019). Selanjutnya dari pompa pengaturan aliran bahan bakar juga dikontrol dengan menggunakan sistem katup (Muhammad, 2017). Sistem instalasi pipa bahan bakar dilengkapi sistem penyaringan/*filter*, selain menggunakan pompa bahan bakar utama, untuk kepentingan darurat sistem instalasi juga di lengkapi dengan pompa tangan bahan bakar jenis rotari/*fo rotary hand pump*. Sehingga bahan bakar dapat dipompa yang mengalir dari tanki bahan bakar ke mesin induk atau *main engine/auxellery engine* sesuai kebutuhan (Wibowo et al., 2024).

Pada mesin induk ukuran tertentu pada umumnya dilengkapi dengan pompa bahan bakar yang menyatu dengan mesin/*Atteched Fuel Oil Pump* sehingga aliran bahan bakar diambil dari tanki bahan bakar/tanki harian bahan bakar menggunakan pompa tersebut. Pompa transfer bahan bakar/*FO transfer pump* hanya berfungsi memindahkan bahan bakar dari tanki utama ke tanki harian/*FO Daily Tank*. Untuk pengisian bahan bakar masuk kedalam kapal dengan melalui sistem pengisian melewati instalasi pipa pengisian bahan bakar dan masuk kedalam tanki bahan bakar/*Fuel Oil tank*, pipa pengisian bahan bakar umumnya terletak digeledak utama dan pipa menembus bagian pelat geladak kapal dan masuk ke tanki bahan bakar di kenal dengan nama *bunker station* (Satrio, 2019). Pipa-pipa tersebut dilengkapi dengan katup/*valve* yang terbuat dari bahan pipa baja dan pipa *stainless sTeel*. Pengaturan kebutuhan bahan bakar di atur dengan menggunakan *mainfold* dan beberapa katup untuk penyalurannya sesuai jumlah tanki dan jumlah mesin yang dikontrol di kamar mesin (lihat diagram pipa *isometric*). Untuk pipa bahan bakar yang keluar dari tanki harian dan mengalir menuju mesin harus di lengkapi dengan katup dengan sistem penutup otomatis dengan pegas dan dapat dioperasikan secara cepat/*Quick closing*.

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Pendekatan deskriptif kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan metodologi yang menyelidiki suatu fenomena masalah yang terjadi, penelitian membuat suatu gambaran komplek, meneliti, laporan terperinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada situasi yang dialami (Sugiyono, 2013). Prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari orang dan pelaku yang diamati. Penelitian kualitatif digunakan jika masalah belum jelas, untuk mengetahui makna yang tersembunyi, untuk memahami masalah, untuk mengembangkan teori dan memastikan kebenaran data. Tempat penelitian ini dilakukan diatas kapal MV. TANTO DAMAI dan waktu penelitian dilaksanakan selama 12 bulan dimulai pada tanggal 9 Juni 2023 hingga tanggal 10 Juni 2024.

Data dan informasi untuk mendukung penelitian ini melalui beberapa metode yang dijabarkan sebagai berikut:

- a. Metode Observasi, adalah metode menggunakan pengamatan dan praktik langsung dilapangan (Subekti et al., 2022), dengan lokasi diatas kapal MV. TANTO DAMAI.
- b. Metode Wawancara, metode yang penulis gunakan dengan bertukar informasi langsung melalui pertanyaan-pertanyaan seputar penelitian ini (Wibowo & Astriawati, 2021), wawancara pada penelitian ini bersama kru-kru kapal MV. TANTO DAMAI.
- c. Tinjauan Kepustakaan, informasi yang penulis dapatkan untuk mendukung penelitian ini juga berasal dari buku-buku serta jurnal maupun artikel yang membahas dan terdapat teori pendukung berdasarkan topik permasalahan pada penelitian ini (Mahanum, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi pipa bahan bakar digunakan untuk mengalirkan kebutuhan bahan bakar dari tanki bahan bakar ke sistem di permesinan dan dari luar ke dalam kapal pada saat pengisian bahan bakar. Sistem instalasi pipa bahan bakar dilengkapi sistem penyaringan/filter selanjutnya dari pompa pengaturan aliran bahan bakar juga dikontrol dengan menggunakan sistem katup. Sehingga bahan bakar dapat dipompa sesuai kebutuhan.

Untuk pengisian bahan bakar masuk kedalam kapal dengan melalui sistem pengisian melewati instalasi pipa pengisian bahan bakar dan masuk kedalam tangki bahan bakar/Fuel Oil tank, pipa pengisian bahan bakar umumnya terletak digeledak utama dan pipa menembus bagian pelat geladak kapal dan masuk ke tanki bahan bakar di kenal dengan nama bunker station. Pipa-pipa tersebut dilengkapi dengan katup/valve yang terbuat dari bahan pipa baja dan pipa stainless steel.

Pengaturan kebutuhan bahan bakar di atur dengan menggunakan manifold dan beberapa katup untuk penyalurannya sesuai jumlah tanki dan jumlah mesin yang dikontrol di kamar mesin. Untuk pipa bahan bakar yang keluar dari tangki harian dan mengalir menuju mesin harus di lengkapi dengan katup dengan sistem penutup otomatis dengan pegas dan dapat dioperasikan secara cepat/Quick closingvalve.

Dalam instalasi pipa bahan bakar pada kapal dimana saya melakukan penelitian yakni MV. TANTO DAMAI, saya menemukan beberapa permasalahan yang terjadi dan hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Tersumbatnya filter karena kondisi bahan bakar yang kotor

Hal ini sering sekali dalam pengisian bahan bakar, filter yang terdapat dalam instalasi pipa mengalami penyumbatan yang disebabkan oleh beberapa hal diantaranya lumpur, air, bahkan pasir sehingga proses instalasi penyaluran bahan bakar tidak bekerja maksimal bahkan menimbulkan masalah. Filter bahan bakar merupakan komponen penting, apa lagi untuk mesin diesel. Filter bahan bakar berfungsi sebagai penyaring kotoran yang terdapat pada bahan bakar atau tangki bahan bakar. Apabila kotoran itu masuk ke dalam mesin bisa menyebabkan kerusakan pada sistem mesin.

Oleh karena itu, apabila kotoran sampai masuk maka dapat menyumbat saluran injector bahan bakar mesin diesel yang ukuran lubang injectornya sangat kecil. Jadi partikel kotoran yang kecil ini sangat berpotensi membuat injector

tersumbat. Jika instalasi bahan bakar isapan yang tidak ada filter atau strainer yang bisa mengakibatkan kotoran atau lumpur di dalam tangki bisa ikut terhisap. Indikasi permasalahan tersebut tersumbatnya aliran bahan bakar di dalam filter akibat kotoran lumpur atau yang lainnya.



Gambar 1. Filter Bahan Bakar yang Kotor

2. Kinerja *Purifier* yang terhambat

Purifier merupakan komponen sistem bahan bakar atau minyak lumas yang berfungsi sebagai salah satu pembersih bahan bakar atau minyak lumas yang paling efektif jika dibandingkan dengan komponen lain yang mempunyai fungsi sama yaitu filter dan tangki. Bahan bakar yang sudah ditransfer ke kapal, akan masuk ke dalam tanki double bottom sebelum kemudian tanki tersebut akan masuk ke main engine. Beberapa tahapan yang dilalui oleh bahan bakar untuk masuk ke dalam main engine dimulai dari:

- a. Bahan bakar yang sudah masuk ke dalam tanki double bottom kemudian di transfer ke tanki endapan (setting tank) menggunakan pompa transfer yakni FO transfer pump.
- b. Bahan bakar yang berada dalam setting tank kemudian akan dihisap oleh *purifier* yang bertugas untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran atau campuran bahan-bahan yang tidak senyawa dengan bahan bakar.

Berdasarkan kinerja *purifier* tersebut sering ditemukan masalah karena proses penyaringan melalui filter sebelum masuk ke proses di *purifier* adalah filter tidak mampu secara maksimal menyaring kotoran yang terbawa bersama dengan bahan bakar dan hal ini yang menyebabkan injector menjadi tersumbat dan macet.

3. Pengecilan saluran atau sambungan saluran instalasi pipa bahan bakar

tidak bisa dipungkiri bahwa setiap benda atau tools yang dipakai dalam sebuah instalasi pasti mengalami masa aus atau pengurangan ukuran karena penggunaan secara terus menerus. Pada sistem instalasi pipa bahan bakar terdapat beberapa jenis sambungan pipa belok (*elbow*), cabang T (*Tee*), cabang Y dan ada juga pipa yang diameternya mengecil atau disebut reduser karena ada kotoran bahan bakar yang ikut terbawa di dalam sistem pemipaan sehingga dapat menempel dan

mengendap di sambungan pipa atau instalasi bahan bakar sehingga menyebabkan aliran bahan bakar semakin mengecil.

4. **Kinerja Heater atau Pemanas yang kurang maksimal**

Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang di hasilkan dari gerakan partikel- partikel bermuatan seperti elektron, positron dan ion. Energi listrik termasuk energi yang mudah di ubah ubah menjadi bentuk bentuk energi yang lain ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat listrik.

Salah satunya pemanfaatan listrik adlah dalam pengubahan energi listrik menjadi panas, salah satunya adalah heater. Heater listrik merupakan sebuah alat pemanas yang di gunakan untuk memanaskan sebuah cairan untuk mencapai reaksi ataupun bisa di gunakan dengan tujuan lain. Berubahnya energi listrik menjadi panas di karenakan adanya flamen pada heater.

Adapun heater yang di gunakan untuk pemanas bahan bakar, sehingga dapat menjaga viscositas bahan bakar yang di inginkan sesuai dengan spesifikasi, khusus pada sistem pemipaan bahan bakar MFO (*marine fuel oil*) yang tidak terpasang heater atau pemanas juga bisa menyebabkan penyumbatan pipa bahan bakar. Dikarenakan MFO akan mengumpal didalam sistem pemipaan kalau suhu kurang dari 50°C.

Dengan ditemukannya permasalahan penyumbatan pada instalasi pipa bahan bakar sehingga membuat kinerja mesin induk terhambat, maka pemecahan masalah yang ditemukan sebagai Solusi diantaranya adalah:

1. **Membersihkan filter bahan bakar**

Hal ini merupakan masalah utama yang terjadi dalam kinerja instalasi pipa bahan bakar, tidak bisa dihindari bahwa bahan bakar yang masuk ke dalam instalasi adalah bahan bakar yang sudah bersih dan tanpa kotoran, sehingga sangat penting untuk membuat agenda dalam membersihkan filter bahan bakar sebelum dan sesudah mesin *purifier* dihidupkan.



Gambar 2. Filter Bahan Bakar MV.TANTO DAMAI

2. **Quality control terhadap instalasi pipa bahan bakar**

Hal yang sangat penting dilakukan adalah melakukan pengecekan secara berkala pada instalasi pipa bahan bakar karena jika tidak diperiksa maka bisa

menyebabkan kerusakan yang lebih parah lagi. *Quality control* bisa dilakukan dengan memeriksa instalasi pipa secara keseluruhan, memeriksa sambungan pipa, memeriksa kran-kran pipa, memeriksa filter, dan memeriksa tekanan pada instalasi pompa.

3. Melakukan perawatan pada *purifier*



Gambar 3. Proses Membongkar *Purifier* Kapal MV.TANTO DAMAI

Perawatan terhadap *purifier* sangat krusial dalam instalasi pipa bahan bakar karena fungsi dari *purifier* sendiri yang berpengaruh terhadap kinerja instalasi pipa. *Purifier* merupakan komponen sistem bahan bakar atau minyak lumas yang berfungsi sebagai salah satu pembersih bahan bakar atau minyak lumas yang paling efektif jika dibandingkan dengan komponen lain yang mempunyai fungsi sama yaitu filter dan tangki. Perawatan pada *purifier* dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya:

- a. Membersihkan bagian-bagian pada *purifier*,diantaranya *Disc*, *Bowl* impeller, shaft dan lainnya



Gambar 4. *Disc* dan *Bowl* Kotor



Gambar 5. *Disc dan Bowl* Setelah Dibersihkan

- b. Mengganti o-ring yang sudah rusak atau tidak layak dipakai
 - c. Mengganti LO (Lubricating Oil) pada *purifier*
4. **Mengganti Injector yang sudah tersumbat**
Injector memiliki carak erja dengan memberikan bahan bakar bertekanan tinggi dari injection pump. Fungsi utama injektor diesel adalah alat untuk mengabutkan bahan bakar hingga terpecah-pecah menjadi bagian yang halus (kabut) dalam suhu tinggi. Suhu tinggi tersebut akan memberikan dampak pada mesin sehingga perlu diadakan perawatan berkala pada injektor mesin. pergantian injector dilakukan karena terjadi masalah berupa penyumbatan yang disebabkan oleh kotoran sehingga ketika injector sudah macet dan tidak bekerja maksimal maka harus segera diganti untuk tetap mempertahankan kinerja dari mesin induk.

SIMPULAN

Masalah penyumbatan pada instalasi pipa bahan bakar diatas kapal MV.TANTO DAMAI terdapat beberapa faktor penyebab sehingga kinerja instalasi bahan bakar tidak maksimal, dan faktor tersebut berupa tersumbatnya filter karena kondisi bahan bakar yang kotor, kinerja *Purifier* yang terhambat, pengecilan saluran atau sambungan saluran instalasi pipa bahan bakar dan kinerja heater atau pemanas yang kurang maksimal. Permasalahan diatas tentu menjadi salah satu masalah utama terhambatnya kinerja mesin induk pada kapal MV. TANTO DAMAI karena instalasi bahan bakar yang tidak bekerja secara maksimal dalam mengoperasikan bahan bakar ke mesin- mesin dalam instalasi kapal. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya membersihkan filter bahan bakar, *Quality control* terhadap instalasi pipa bahan bakar, melakukan perawatan pada *purifier* dan mengganti injector yang sudah tersumbat. Dengan demikian tentu saja permasalahan yang dialami oleh kapal MV.TANTO DAMAI terkhusus pada system instalasi bahan bakar bisa diatasi karena memang kinerja mesin tentu akan mengalami penurunan sehingga dibutuhkan penggantian alata tau mesih dan tentunya pengecekan secara berkala guna tetap mempertahankan kinerja instalasi pipa bahan bakar diatas kapal MV.TANTO DAMAI..

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, R. H. (2019). Optimalisasi Sistem Pemipaan Di Km. Shinpo 88 Pt. Anugrah Terigas Bahari Pontianak. *Karya Tulis*.
- Aji, A. D. I. P. (2019). Optimalisasi Sistem Pemipaan Di Km. Mutiara Timur 1 Pt. Atosim Lampung Pelayaran Jakarta. *Karya Tulis*.
- Astriawati, N., Subekti, J., & Prasetyo, D. D. (2023). Perawatan Sistem Pelumasan Mesin Utama Akasaka K28fd Pada Kapal Mv. Intan 81. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 21(2), 86–93.
- Deliani, M. K., Marwiyah, M., & Saputra, R. (2025). Analisis Risiko Kebakaran Oleh Ledakan Pipa Bertekanan Tinggi Di Kapal. *Journal Of Maritime And Education (Jme)*, 7(1), 772–775.
- Hendrawan, A. (2019). Analisa Penyebab Keausan Poros Baling Baling Kapal. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 4(1), 1–8.
- Khusniawati, F., & Palippui, H. (2020). Analisis Perawatan Injector Akibat Penyumbatan Bahan Bakar Pada Main Engine Kapal. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 2(2), 43–48. <https://doi.org/10.62012/Zl.V1i2.10832>
- Mahanum, M. (2021). Tinjauan Kepustakaan. *Alacrity: Journal Of Education*, 1–12.
- Muhammad, A. K. (2017). *Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 125 Cc Menggunakan Tekanan Pompa Bahan Bakar Pneumatik*. Universitas Negeri Jakarta.
- Mulattyas, P. R. (2024). *Analisis Dampak Kebocoran Pipa Kargo Terhadap Kelancaran Proses Bongkar Muat Di Atas Kapal Mt. Kang Yun*. Politeknik Maritim Negeri Indonesia.
- Perhubungan, K. (2019). Peraturan Menteri Perhubungan Tentang Pemasangan Dan Pengaktifan Sistem Identifikasi Otomatis Bagi Kapal Yang Berlayar Di Wilayah Perairan Indonesia. *Peraturan Menteri Perhubungan*, 1–8.
- Pramono, S., & Kurniawan, R. D. (2019). *Sistim Pipa Kapal Berdaya Mesin 2655 Hp*.
- Pratama, A. A., Astriawati, N., Waluyo, P. S., & Wahyudiyana, R. (2022). Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Mesin Utama Di Kapal Mv. Nusantara Pelangi 101. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 20(1), 1–11.
- Satrio, J. E. (2019). Pentingnya Pengawasan Bunker Bahan Bakar Kapal Tni-Al Untuk Mengurangi Terjadinya Oil Spill Di Dermaga Koarmada Oleh Pt. Pertamina Trans Kontinental Cabang Surabaya. *Repository Pip Semarang*, 1–23.
- Subekti, J., Wibowo, W., Astriawati, N., & Fadholi, M. H. (2022). Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Mesin Utama Tipe Hansin Glu28ag Pada Kapal. *Dinamika Bahari*, 3(1), 60–68.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*.
- Waspodo, W. (2017). Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 8(1), 1–12.

<https://doi.org/10.29406/stek.v8i1.534>

- Wibowo, W., & Astriawati, N. (2021). Sistem Pendingin Tertutup Pada Mesin Diesel Tipe Diesel Mak 8m32 Sebagai Penggerak Utama Kapal Motor Lit Enterprise. *Jurnal Polimesin*, 19(1), 28–34.
- Wibowo, W., Astriawati, N., Kristianto, L., & Baskoro, R. (2024). Aktivitas Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel Tipe 12 Pc4–2v. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 26(1), 10–17.