



# PERAWATAN SISTEM BAHAN BAKAR MOTOR BANTU DIESEL UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN OPERASIONAL KAPAL

Basten Rahantalin<sup>a</sup>, Bobby Wisely Ziliwu<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, Jalan Kapitan Pattimura, Tanjung Kasuari, Sorong, Papua Barat Daya, 98411, Indonesia

\*Corresponding authors at: [bobbywisel@gmail.com](mailto:bobbywisel@gmail.com) (B.W. Ziliwu)

## INFOARTIKEL

### Riwayat artikel:

Diajukan pada 22 November 2025

Direvisi pada 16 Januari 2026

Disetujui pada 25 Februari 2026

Tersedia daring pada 28 Februari 2026

### Kata kunci:

Sistem Bahan Bakar, Motor Bantu Diesel, Perawatan Mesin.

### Keywords:

Fuel System, Diesel Auxiliary Engine, Engine Maintenance

## ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis perawatan komponen sistem bahan bakar pada motor bantu diesel di kapal KM Binama No. 7 milik PT Dwi Bina Utama yang beroperasi di Laut Arafura. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi komponen utama sistem bahan bakar, mengevaluasi pelaksanaan perawatan yang dilakukan di atas kapal, serta menilai pengaruhnya terhadap kinerja dan efisiensi operasional motor bantu diesel. Komponen yang dikaji meliputi tangki bahan bakar, *racor*, *filter*, *feed pump*, *priming pump*, pompa injeksi, dan injektor. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi langsung terhadap kondisi peralatan, studi dokumentasi *log book* mesin, serta wawancara dengan kru kapal yang terlibat dalam kegiatan perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan perawatan sistem bahan bakar dan *fuel oil purifier* yang dilakukan secara rutin dan terencana mampu meningkatkan kinerja operasional motor bantu diesel. Berdasarkan data *log book* mesin, *downtime motor* bantu menurun dari sekitar 4–5 jam per bulan menjadi  $\pm 1$  jam per bulan, sedangkan jam operasi efektif meningkat dari sekitar  $\pm 180$  jam per bulan menjadi  $\pm 210$  jam per bulan. Temuan ini menunjukkan bahwa perawatan berkala berkontribusi positif terhadap peningkatan efisiensi operasional dan keandalan motor bantu diesel selama pelayaran. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam peningkatan praktik perawatan sistem bahan bakar pada kapal sejenis.

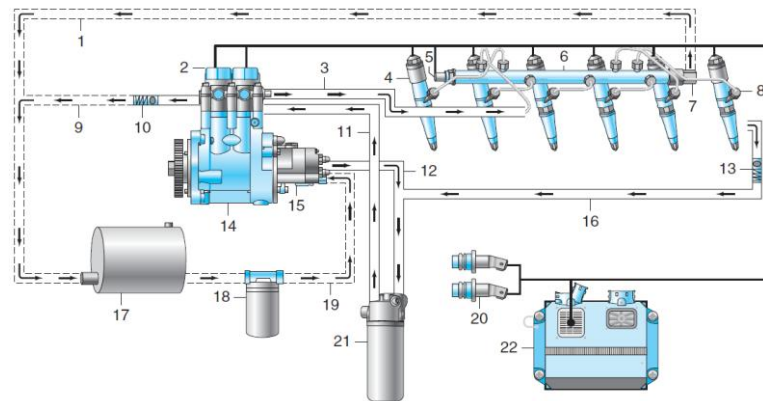
## ABSTRACT

*This study analyzes the maintenance of fuel system components on the diesel auxiliary engine of KM Binama No. 7, owned by PT Dwi Bina Utama and operating in the Arafura Sea. The objectives of this study are to identify the main fuel system components, evaluate the maintenance practices carried out on board, and assess their impact on the performance and operational efficiency of the diesel auxiliary engine. The components examined include the fuel tank, racor, fuel filter, feed pump, priming pump, injection pump, and injectors. The research methods employed consist of direct observation of equipment conditions, analysis of engine logbook records, and interviews with crew members involved in maintenance activities. The results indicate that routine and well-planned maintenance of the fuel system and fuel oil purifier improves the operational performance of the diesel auxiliary engine. Based on engine logbook data, auxiliary engine downtime decreased from approximately 4–5 hours per month to about  $\pm 1$  hour per month, while effective operating hours increased from approximately  $\pm 180$  hours per month to  $\pm 210$  hours per month. These findings demonstrate that periodic maintenance contributes positively to improving operational efficiency and reliability of the diesel auxiliary engine during voyages. This study is expected to serve as a technical reference for improving fuel system maintenance practices on similar vessel.*

## 1. PENGANTAR

Motor bantu diesel merupakan salah satu permesinan vital di atas kapal karena berfungsi menyuplai tenaga listrik dan mendukung berbagai sistem bantu selama kapal berlayar maupun berlabuh (Marsudi & Palippui, 2021). Keandalan operasi motor bantu sangat dipengaruhi oleh kualitas pasokan bahan bakar serta kinerja sistem bahan bakar yang terdiri dari rangkaian komponen mulai dari tangki, pompa, *filter* hingga injektor (Imanuell, 2022). Gangguan pada sistem bahan bakar dapat menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran, peningkatan konsumsi bahan bakar, bahkan penghentian operasi secara tiba-tiba yang berdampak pada keselamatan dan aspek ekonomi pelayaran (Budimir, 2023). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar dan proses penanganannya (*fuel oil treatment*) berperan besar dalam mencegah terbentuknya endapan, air, dan kontaminan yang dapat menyumbat jalur suplai bahan bakar (Rifaldi,

2022). Di sisi lain, optimasi sistem injeksi bahan bakar, termasuk pengaturan tekanan, waktu penyemprotan, dan kondisi *nozzle*, terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar dan menurunkan emisi apabila didukung perawatan preventif yang konsisten (Nitonye dkk, 2023). Skema sistem bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1: Skema sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar pada mesin diesel (Gambar 1) dimulai dari tangki bahan bakar (17) sebagai tempat penyimpanan utama. Dari tangki tersebut, bahan bakar dialirkan menuju *filter* bahan bakar primer (18) untuk proses penyaringan awal guna memisahkan kotoran atau partikel besar. Selanjutnya, bahan bakar mengalir melalui pipa (19) menuju pompa transfer (15) yang bertugas memompa bahan bakar ke filter sekunder (21) guna penyaringan lanjutan dengan tingkat kebersihan yang lebih tinggi. Setelah proses penyaringan selesai, bahan bakar diteruskan melalui pipa (12) ke pompa bahan bakar utama (14) untuk ditingkatkan tekanannya. Bahan bakar bertekanan tinggi tersebut disalurkan melalui pipa (11) ke *fuel rail* (6), yang berfungsi membagi aliran bahan bakar secara merata ke masing-masing injektor elektro hidrolik (4). Setiap injektor menerima bahan bakar dari *fuel rail* dan menyemprotkannya langsung ke dalam ruang bakar silinder mesin. Untuk menjaga kestabilan tekanan dalam *fuel rail*, sistem dilengkapi dengan sensor tekanan bahan bakar (5) dan katup relief (7) yang mengatur tekanan serta membuang kelebihan bahan bakar melalui saluran drain (13). Bahan bakar sisa dari injektor dan *fuel rail* dialirkan kembali melalui saluran drain (16) ke *filter* sekunder (21) atau ke tangki untuk digunakan kembali. Di sisi lain, kelebihan bahan bakar dari pompa utama juga dibuang melalui katup relief pompa (10) dan dikembalikan ke tangki melalui saluran (9). *Quill tube* (8) menjadi saluran penghubung antara *fuel rail* dan injektor guna menjamin aliran bahan bakar yang stabil. Pengendalian aliran bahan bakar ke pompa diatur oleh solenoid (2) yang dikendalikan oleh *Engine Control Module* (ECM) (22). ECM bekerja berdasarkan data yang diperoleh dari sensor kecepatan dan waktu (20) untuk menentukan waktu serta jumlah injeksi bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin. Dengan sistem ini, proses pembakaran dapat berjalan optimal dan efisien sesuai dengan beban kerja mesin.

Penelitian lain mengenai perawatan mesin diesel di kapal menegaskan bahwa keterlambatan atau kelalaian dalam pelaksanaan jadwal perawatan akan meningkatkan frekuensi kerusakan dan memperpendek umur pakai komponen kritis (Siregar, 2021). Pendekatan keandalan seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) banyak digunakan untuk menentukan prioritas perawatan pada subsistem bahan bakar yang memiliki tingkat kegagalan tinggi (Kelimutu Study Team, 2022). Selain itu, penelitian tentang purifikasi bahan bakar menunjukkan bahwa pengoperasian dan perawatan *fuel oil purifier* yang optimal mampu meningkatkan kualitas bahan bakar dan menekan risiko gangguan pada sistem bahan bakar mesin induk maupun motor bantu (Pratama, 2021). Secara keseluruhan, tren industri maritim menuntut efisiensi operasional dan pengurangan emisi melalui penerapan strategi perawatan sistem bahan bakar yang lebih terukur dan berbasis analisis keandalan. Berdasarkan latar belakang tersebut, analisis perawatan komponen sistem bahan bakar motor bantu diesel pada kapal KM Binama No. 7 menjadi penting untuk dilakukan guna mengidentifikasi kondisi perawatan aktual, potensi permasalahan yang timbul, serta merumuskan rekomendasi peningkatan keandalan sistem bahan bakar dan kinerja motor bantu secara keseluruhan.

Tangki bahan bakar pada kapal berfungsi sebagai tempat penyimpanan utama bahan bakar sebelum diproses di sistem pemurnian dan disalurkan ke mesin, sehingga sangat menentukan kontinuitas suplai dan kualitas bahan bakar menuju motor bantu diesel (Susanto & Hidayat, 2021). Gambar tangki bahan bakar KM Binama No. 7 dapat dilihat pada Gambar 2. Tangki bahan bakar umumnya dibagi menjadi tangki penyimpanan (*storage tank*) dan tangki harian (*daily tank*) yang dirancang untuk menjaga ketersediaan bahan bakar sekaligus meminimalkan risiko kontaminasi oleh air, sedimen, dan kotoran lain. Kondisi dasar tangki yang sering menjadi tempat penumpukan *sludge*, karat, dan air bebas dapat menimbulkan korosi, penyumbatan jalur bahan bakar, serta mempercepat kerusakan komponen lain di sistem, seperti *filter* dan pompa (Santoso & Yusuf, 2023). Oleh karena itu, kegiatan perawatan seperti pengurusan dasar tangki (*draining*), pembersihan berkala, dan pemantauan kandungan air maupun sedimen melalui *sounding* dan pengujian kualitas bahan bakar merupakan bagian penting dari program pemeliharaan sistem bahan bakar mesin diesel kapal (Mahendra, 2022). Meskipun prosedur perawatan sistem bahan bakar telah tercantum dalam manual pabrikan, implementasi di lapangan sering kali mengalami penyesuaian akibat keterbatasan sumber daya, kondisi operasional kapal, serta budaya kerja awak mesin. Penelitian ini memiliki keterbaruan pada analisis implementasi aktual perawatan berbasis manual pabrikan dalam kondisi operasional nyata kapal penangkap ikan, serta evaluasi dampaknya terhadap indikator keandalan berupa penurunan *downtime* dan peningkatan jam operasi efektif motor bantu diesel. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan prosedur perawatan, tetapi memberikan pembuktian empiris hubungan antara praktik perawatan dan peningkatan efisiensi operasional.



Gambar 2: Tangki bahan bakar KM Binama No.7

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan dukungan data kuantitatif sederhana untuk menganalisis perawatan komponen sistem bahan bakar pada motor bantu diesel di kapal KM Binama No. 7. Pendekatan deskriptif kualitatif dipilih untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual perawatan dan kesesuaiannya dengan standar teknis permesinan kapal. Objek penelitian adalah sistem bahan bakar motor bantu diesel yang meliputi tangki bahan bakar, *racor*, *filter*, *feed pump*, *priming pump*, pompa injeksi, dan injektor sedangkan subjek penelitian terdiri atas Kepala Kamar Mesin (KKM), masinis, *oiler*, dan awak mesin lain yang terlibat dalam pengoperasian serta perawatan motor bantu.

Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik komponen dan praktik perawatan yang dilakukan di atas kapal, serta wawancara terstruktur dan semi-terstruktur dengan perwira dan awak mesin mengenai prosedur, interval, dan kendala perawatan. Data sekunder diperoleh dari manual pabrikan motor bantu dan sistem bahan bakar, *log book* mesin, catatan perawatan, serta literatur dan standar terkait perawatan sistem bahan bakar mesin diesel kapal. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dengan cara mengelompokkan informasi berdasarkan tiap komponen sistem bahan bakar, membandingkan praktik perawatan aktual di kapal dengan standar yang tercantum dalam manual dan referensi teknis, kemudian menyusun matriks kesenjangan (*gap*) antara kondisi nyata dan standar. Hasil analisis selanjutnya dikaitkan dengan gejala gangguan atau penurunan kinerja motor bantu untuk mengidentifikasi kontribusi praktik perawatan terhadap keandalan sistem bahan bakar. Temuan tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi perbaikan program perawatan komponen sistem bahan bakar guna meningkatkan keandalan dan efisiensi operasi motor bantu diesel pada kapal KM Binama No. 7. Data *log book* mesin dianalisis selama periode pengamatan  $\pm 3$  bulan operasi dengan rata-rata jam kerja motor bantu 180–210 jam per bulan. Dalam pelaksanaan pengambilan data, digunakan beberapa alat bantu dan instrumen teknik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Alat Penelitian

Nama Alat
Alat Tulis
Kamera
Wearpack
Log Book Mesin
Manometer
Laptop

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini menekankan pada kesesuaian antara standar manual pabrikan dan praktik aktual di kapal, serta dampaknya terhadap performa operasional motor bantu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis praktik perawatan komponen sistem bahan bakar pada motor bantu diesel di kapal KM Binama No. 7 guna mengetahui sejauh mana kesesuaian pelaksanaannya dengan standar yang ditetapkan dalam manual pabrikan dan referensi teknis, mengidentifikasi kendala maupun kelemahan yang menyebabkan timbulnya gangguan pada suplai dan pembakaran bahan bakar, serta merumuskan rekomendasi perbaikan program perawatan yang dapat meningkatkan keandalan sistem bahan bakar dan efisiensi operasi motor bantu selama kapal beroperasi di laut.

### 3.1 Data Spesifikasi Binama 7

KM. Binama No. 7 (Gambar 3) adalah salah satu kapal penangkap udang milik Perusahaan Perikanan KM. BINAMA No.7, yang beroperasi di perairan Laut Arafura dengan menggunakan jaring hela udang. Kapal Binama No. 7 merupakan kapal penangkap ikan yang terdaftar dengan nomor registrasi A014896. Kapal ini memiliki daya angkut sebesar 13 ton dan ukuran 137 *Gross Ton* (GT) dan tonase bersih (NT) sebesar 82 NT, serta mampu menampung hingga 22 orang awak kapal. Tabel 2 menunjukkan data kapal binama 7.

Tabel 2: Data Kapal KM. Binama 7

Data Kapal	Keterangan
Nama Kapal	KM. Binama 7
Nama Pemilik	PT. Dwi Bina Utama
Nomor Registrasi Kapal	A014896
Bendera Kebangsaan	Indonesia
Kapasitas Muatan (Ton)	13
Tahun pembuatan Kapal	1977
Merek Mesin	Caterpillar
Daya Mesin (HP)	425
Bahan Bakar	Solar
Kapasitas Tangki (Liter)	90.000
Jenis Kapal	Kapal Penangkap



Gambar 3: Kapal KM Binama No.7

### 3.2 Data Motor Bantu KM Binama No.7

Motor bantu *generator set* (Gambar 4) yang digunakan pada kapal ini merupakan merk *Mitsubishi* dengan model 3304 dengan nomor seri 4B8894. Generator ini memiliki kecepatan putaran sebesar 1800 RPM, tenaga sebesar 1250 HP, dan dilengkapi dengan 4 silinder. Daya yang dihasilkan oleh generator ini setara dengan 120 PK atau sekitar 57 kW, sehingga mampu menyediakan pasokan listrik yang cukup untuk mendukung seluruh sistem kelistrikan dan peralatan operasional kapal. Tabel 3 menunjukkan data mesin bantu pada KM Binama No.7.



Gambar 4: Motor bantu KM Binama No.7

Tabel 3: Data Spesifikasi Motor Bantu

Data	Keterangan
Merek Generator	Mitsubishi
RPM	1800
Jumlah Generator Set	1
No. Seri	4B8894
Daya (HP)	1250
Jumlah Silinder	4
Model	3304

### 3.3 Perawatan Komponen Sistem Bahan Bakar

Perawatan komponen sistem bahan bakar pada kapal KM. Binama No.7 dilakukan secara berkala guna memastikan pasokan bahan bakar tetap bersih, stabil, dan efisien selama operasi mesin. Setiap komponen seperti tangki bahan bakar, pompa pengumpan, *filter*, hingga injektor memiliki jadwal perawatan tertentu yang harus dilakukan oleh awak kapal atau teknisi yang bertugas. Tabel 4 menunjukkan spesifikasi peralatan sistem bahan bakar dan Tabel 5 merangkum jenis-jenis perawatan, interval waktu pelaksanaannya, serta pihak yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan tersebut.

Tabel 4: Spesifikasi Peralatan Sistem Bahan Bakar

Komponen	Merek/Tipe	Spesifikasi Teknis
Racor	<i>Racor</i> 500FG	10 mikron, 227 L/jam
Filter Sekunder	<i>Spin-On</i>	5 mikron
Pompa Transfer	<i>Gear pump</i>	80 L/min
Pompa Injeksi	<i>In-Line mechanical</i>	Tekanan $\pm$ 250 bar

Tabel 5: Perawatan Komponen Sistem Bahan Bakar

Jenis Perawatan	Interval Waktu	Prosedur Perawatan
Pembersihan Tangki Bahan Bakar	Setahun sekali (saat <i>docking</i> )	Tangki dikosongkan, dibersihkan dan ditutup kembali dengan rapat
Pembersihan Pompa Transfer	Setiap jadwal jaga	Dibersihkan dengan majun, diperiksa kondisinya, dan diganti apabila ditemukan kerusakan
Pemeriksaan Racor	Setiap 10 hari	Dicuci terlebih dahulu menggunakan solar, kemudian apabila elemen <i>racor</i> ( <i>water separator</i> ) tampak keruh, kotor, atau penuh endapan, elemen tersebut diganti dengan yang baru agar kinerja sistem bahan bakar tetap terjaga
Pembersihan <i>Filter</i> Bahan Bakar	Setiap 10 hari	Dicuci menggunakan solar, kemudian apabila <i>filter</i> bahan bakar terlihat kotor akan diganti dengan <i>filter</i> baru dan selalu diperiksa agar tidak menyebabkan penyumbatan pada <i>injector</i>
Perawatan <i>Priming Pump</i>	-	Selama ini perawatan belum pernah dilakukan, sehingga apabila perawatan tetap diabaikan dapat menyebabkan kebocoran, <i>overheating</i> , hingga kerusakan pada sistem pompa utama
Pembersihan Injektor	-	Perawatan dilakukan secara berkala dengan membersihkan bagian luar injektor menggunakan majun atau kain bersih

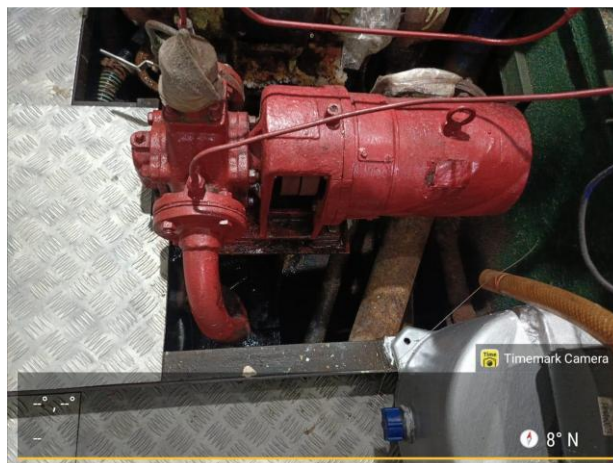
Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 6, terlihat adanya perubahan yang jelas pada kondisi operasi motor bantu diesel sebelum dan sesudah pelaksanaan *maintenance* sistem bahan bakar dan *fuel oil purifier*. Waktu henti mesin (*downtime*) mengalami penurunan yang signifikan setelah perawatan dilakukan, yang menunjukkan berkurangnya frekuensi gangguan selama operasi. Penurunan *downtime* ini mengindikasikan bahwa keandalan sistem bahan bakar meningkat seiring dengan perbaikan kualitas suplai bahan bakar ke mesin. Selain itu, Tabel 6 juga menunjukkan peningkatan jam operasi efektif motor bantu setelah *maintenance* dilaksanakan. Peningkatan jam operasi ini mencerminkan kemampuan mesin untuk beroperasi lebih stabil dan berkesinambungan sesuai dengan jadwal kerja yang direncanakan. Secara keseluruhan, data pada tabel tersebut menegaskan bahwa pelaksanaan *maintenance* yang terencana memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan efisiensi operasional motor bantu diesel KM Binama No. 7.

Tabel 6: Data Operasi Motor Banrtu Berdasarkan *Log Book* Mesin

Parameter Operasi	Sebelum <i>Maintenance</i>	Sesudah <i>Maintenance</i>
<i>Downtime</i> mesin (jam/bulan)	4-5	± 1
Jam operasi efektif (jam/bulan)	± 180	± 210

### 3.3.1 Pompa Transfer

Sistem bahan bakar (Gambar 5) pada mesin kapal ini memanfaatkan pompa transfer untuk memindahkan bahan bakar dari tangki induk menuju tangki harian dengan tekanan kerja yang mencukupi. Pompa tersebut berperan menjaga aliran tetap kontinu, membantu mengeluarkan udara yang terperangkap pada saluran bahan bakar agar tidak mengganggu pembakaran, serta menjaga kestabilan suplai sebelum bahan bakar diteruskan ke tahapan berikutnya sehingga pasokan ke mesin tetap terjaga. Kapasitas pompa menunjukkan rentang nilai antara 25 hingga 880 L/min yang bergantung pada ukuran sistem, karakteristik bahan bakar, serta spesifikasi pompa. Sistem berskala kecil hingga menengah umumnya menggunakan pompa dengan kapasitas sekitar 80 L/min, sementara sistem berskala besar memerlukan kapasitas aliran hingga ratusan liter per menit.



Gambar 5: Pompa transfer

### 3.3.2 Tangki Harian

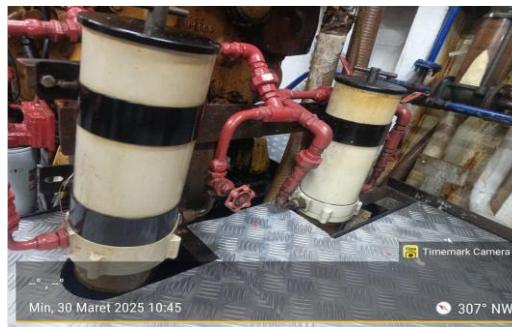
Tangki harian yang ditunjukkan pada Gambar 6 memiliki kapasitas tampung sekitar 70 liter dan digunakan untuk menyuplai bahan bakar secara langsung ke mesin selama operasi harian. Tangki tersebut ditempatkan di ruang mesin, tepatnya di atas *ballast* kapal, sehingga memudahkan proses akses, pemantauan, dan perawatan. Pemantauan *volume* bahan bakar dilakukan melalui selang transparan yang terpasang pada sisi dinding tangki. Secara konstruksi, tangki ini terbuat dari material baja yang memiliki kekuatan mekanis tinggi serta mampu menahan pengaruh tekanan dan suhu panas di lingkungan ruang mesin.



Gambar 6: Tangki harian

### 3.3.3 Racor (Fuel/Water Separator)

*Racor* (Gambar 7) merupakan sistem *filter* bahan bakar yang dilengkapi pemisah air (*fuel/water separator*) dan berperan penting dalam menjaga kualitas bahan bakar sebelum masuk ke mesin. *Racor* umumnya dipasang di antara tangki harian dan pompa bahan bakar, serta dirancang untuk menyaring partikel kasar sekaligus mengendapkan air yang tercampur dalam bahan bakar, khususnya solar. Air yang masuk ke sistem bahan bakar dapat menyebabkan korosi, memicu pertumbuhan mikroorganisme, dan menimbulkan kerusakan serius pada injektor maupun pompa. *Racor* dilengkapi mangkuk bening di bagian bawah yang memungkinkan operator mengamati endapan air atau kotoran dan membuangnya dengan mudah melalui *drain valve*. Dalam sistem mesin diesel modern, keberadaan *racor* sangat krusial karena toleransi kerja injektor sangat kecil dan tidak mentoleransi adanya kontaminan dalam bahan bakar. *Racor* yang digunakan pada KM Binama No. 7 merupakan tipe *racor* 500FG dengan elemen *filter* 10 mikron dan kapasitas aliran maksimum  $\pm 227$  L/jam, dilengkapi mangkuk transparan serta *drain valve* untuk pembuangan air dan sedimen. Spesifikasi ini memungkinkan pemisahan partikel kasar dan air bebas sebelum bahan bakar masuk ke *filter* sekunder dan pompa injeksi. *Filter* sekunder yang digunakan adalah tipe *spin-on* berbahan elemen kertas mikro dengan tingkat penyaringan 5 mikron dan tekanan kerja maksimum 6 bar. *Filter* ini dirancang untuk melindungi pompa injeksi dan *injector* dari partikel halus yang dapat menyebabkan keausan dini.



Gambar 7: Racor (water separator)

### 3.3.4 Filter Minyak

*Filter* minyak (Gambar 8) adalah komponen yang berfungsi menyaring bahan bakar dari kotoran halus seperti debu, karat, dan endapan lain yang dapat terbawa dari tangki atau jalur distribusi bahan bakar. Letaknya umumnya setelah *racor* dan sebelum bahan bakar mencapai pompa injeksi atau injektor. *Filter* ini sangat krusial karena injektor bekerja pada tekanan tinggi dengan toleransi celah yang sangat kecil, sehingga keberadaan partikel asing dapat menyebabkan keausan cepat atau penyumbatan. Elemen penyaring pada *filter* dapat berbahan dasar kertas, logam halus, atau serat mikro. Jika *filter* tersumbat, aliran bahan bakar akan terganggu dan mesin dapat mengalami gangguan seperti sulit hidup, tenaga berkurang, atau mati mendadak. Oleh karena itu, *filter* minyak harus diganti secara berkala sesuai panduan pemeliharaan mesin, dan pada beberapa sistem modern telah dilengkapi indikator tekanan diferensial untuk menunjukkan kapan *filter* perlu diganti.

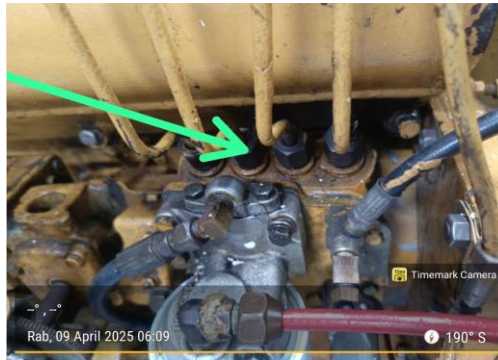


Gambar 8: Filter minyak

### 3.3.5 Pompa Injeksi Tekanan Tinggi (High Pressure Fuel Pump)

Pompa injeksi tekanan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 9 merupakan komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel yang berfungsi meningkatkan tekanan bahan bakar sebelum disalurkan ke injektor secara terkontrol sesuai kebutuhan mesin. Pada sistem injeksi

diesel bertekanan tinggi, seperti teknologi *common rail*, tekanan injeksi umumnya berada pada kisaran 2000–2500 bar, sehingga proses pengabutan bahan bakar menjadi lebih optimal dan pembakaran dapat berlangsung lebih efisien. Kinerja pompa injeksi ini berpengaruh terhadap keluaran daya mesin, efisiensi konsumsi bahan bakar, serta karakteristik emisi, sehingga diperlukan pemeriksaan dan perawatan secara berkala untuk menjaga keandalan sistem injeksi.



Gambar 9: Pompa injeksi tekanan tinggi

### 3.3.6 Priming Pump

*Priming pump* pada Gambar 10 merupakan pompa bantu yang berfungsi mengisi fluida ke dalam sistem sebelum pompa utama beroperasi guna menghilangkan udara pada saluran. Pompa ini memastikan aliran awal dan kestabilan tekanan sehingga sistem terisi penuh. Pada mesin diesel, *priming pump* dioperasikan sebelum mesin dihidupkan agar jalur bahan bakar bebas udara dan proses pembakaran dapat berlangsung dengan lancar.



Gambar 10: Pompa injeksi tekanan tinggi

### 3.3.7 Injector

*Injector* pada gambar 11 berfungsi menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut halus agar mudah bercampur dengan udara dan terbakar secara efisien. Komponen ini mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan sesuai kebutuhan mesin, menentukan waktu penyemprotan yang tepat, serta menyebarkan bahan bakar secara merata di dalam ruang bakar. Selain itu, *injector* bekerja pada tekanan tinggi yang dihasilkan oleh pompa injeksi untuk memastikan bahan bakar teratomisasi dengan baik sehingga proses pembakaran berlangsung optimal dan emisi gas buang dapat diminimalkan.



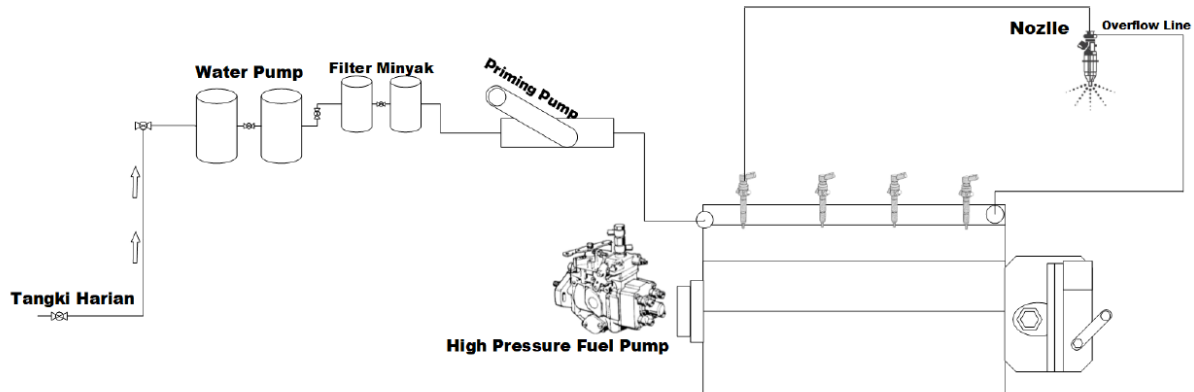
Gambar 11: Injector

### 3.4 Skema Sistem Bahan Bakar

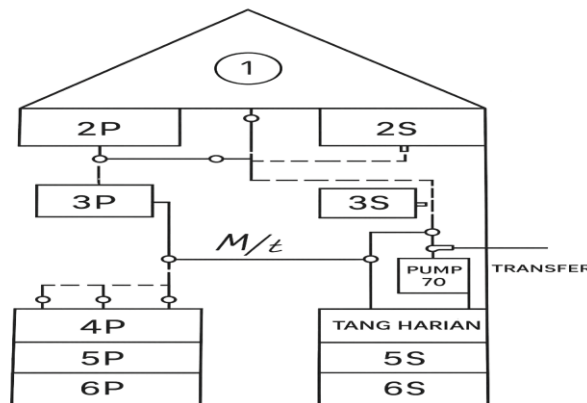
Skema sistem tangki dan saluran bahan bakar pada KM Binama No. 7 terdiri atas sejumlah tangki dan jaringan pipa yang berfungsi untuk menyimpan, menyaring, dan menyalurkan bahan bakar (*fuel oil/FO*) ke mesin utama. Tangki utama (1) berbentuk segitiga dan berperan sebagai sumber utama bahan bakar yang mendistribusikan aliran ke dua tangki awal, yaitu tangki 2p (*port*/kiri) dan 2s (*starboard*/kanan). Bahan bakar dari tangki 2p dan 2s selanjutnya dialirkan ke tangki 3p dan 3s yang berfungsi sebagai tangki *buffer*

sebelum memasuki sistem penyaringan melalui *filter*, kemudian dipompa menggunakan pompa FO menuju tangki harian sebagai suplai ke mesin melalui jalur transfer FO.

Selain itu, sistem ini dilengkapi enam tangki penyimpanan tambahan yang dibagi menjadi dua sisi, yaitu tangki 4p, 5p, dan 6p di sisi port serta tangki 5s dan 6s di sisi *starboard* yang seluruhnya terhubung ke tangki harian melalui sistem pipa pusat dan katup pengatur aliran. Konfigurasi ini memberikan fleksibilitas dalam manajemen bahan bakar, meliputi transfer antar-tangki, penyeimbangan muatan kapal, dan pengisian tangki harian sesuai kebutuhan operasi mesin. Katup-katup pada jalur pipa memungkinkan pengaturan aliran yang efisien dan aman, sehingga menjamin kontinuitas pasokan bahan bakar ke mesin selama operasi kapal. Skema dapat dilihat pada gambar 12 dan gambar 13 menunjukkan tangki bahan bakar (*fuel oil*).



Gambar 12: Skema Sistem Bahan Bakar



Gambar 13: Tangki bahan bakar

Total kapasitas seluruh tangki bahan bakar pada KM Binama No. 7 adalah 109,7 ton, namun sebelum keberangkatan kapal hanya diisi sekitar 90 ton. Dalam sistem ini terdapat beberapa peralatan pendukung distribusi bahan bakar, salah satunya *filter* yang dipasang setelah tangki 3s dan berfungsi menyaring bahan bakar minyak (*fuel oil/FO*) sebelum masuk ke pompa untuk mencegah kotoran masuk ke sistem. Selanjutnya, pompa FO berperan memindahkan bahan bakar dari tangki menuju tangki harian atau ke sistem transfer FO, sedangkan jalur transfer FO mengalirkan bahan bakar ke mesin utama atau ke titik lain sesuai kebutuhan operasi kapal.

Skema sistem bahan bakar (Gambar 12) menunjukkan rangkaian penyaringan bahan bakar sebelum memasuki pompa injektor mesin. Pada sistem bahan bakar mesin diesel kapal, beberapa komponen utama bekerja untuk menjamin suplai bahan bakar yang lancar, bersih, dan sesuai tekanan yang dipersyaratkan sehingga kinerja mesin tetap optimal dan efisien. *Generator set* di KM Binama No. 7 menggunakan sistem injeksi konvensional (mekanis), yaitu sistem penyemprotan bahan bakar pada mesin diesel yang mengandalkan pompa injeksi tipe *in-line* atau *rotary*/distributor untuk mengatur jumlah dan waktu penyemprotan ke dalam ruang bakar.

Dalam sistem ini, bahan bakar dari tangki dipompa menuju pompa injeksi, kemudian disalurkan langsung ke masing-masing injektor sesuai urutan pengapian mesin. Tekanan dan waktu penyemprotan dikendalikan sepenuhnya oleh mekanisme kerja pompa tanpa bantuan sistem elektronik. Meskipun tingkat presisinya lebih rendah dibandingkan sistem *common rail*, sistem injeksi mekanis memiliki keunggulan berupa konstruksi yang lebih sederhana, perawatan yang lebih mudah, serta ketahanan yang lebih baik terhadap kualitas bahan bakar yang rendah. Tabel 7 menunjukkan kapasitas tangki pada kapal KM Binama No7.

Tabel 7. Kapasitas Tangki (FO)

Nama Tangki	Kapasitas (Ton)
Tangki 1	13,5
Tangki 2s	16,3
Tangki 2p	16,3
Tangki 3s	4,5
Tangki 2p	4,5
Tangki 4s	7,5
Tangki 4p	7,5

Tangki 5s	9,6
Tangki 5p	9,6
Tangki 6s	3,2
Tangki 6p	3,2

### 3.4 Penanganan Gangguan dan Troubleshooting

Penanganan gangguan dan *troubleshooting* pada sistem bahan bakar motor bantu diesel serta *fuel oil purifier* dilakukan dengan mengidentifikasi gejala awal, menelusuri kemungkinan penyebab, lalu menerapkan langkah koreksi yang sistematis. Untuk gangguan suplai bahan bakar ke motor bantu, gejala yang sering muncul adalah mesin sulit *start*, putaran tidak stabil, daya turun, atau timbul asap berlebih, sehingga langkah awal yang perlu dilakukan adalah memeriksa ketersediaan bahan bakar di tangki, memastikan tidak ada udara di jalur bahan bakar dengan melakukan *bleeding*, memeriksa kebersihan dan kemungkinan sumbatan pada *racor* dan *filter*, serta mengecek adanya kebocoran pada pipa, sambungan, *feed pump*, dan *priming pump*. Jika setelah pemeriksaan dasar mesin masih bermasalah, maka perlu dilakukan pengecekan pompa injeksi dan injektor, termasuk menguji pola semprotan, tekanan injeksi, dan waktu penyemprotan, karena kerusakan atau penyetyelan yang tidak tepat pada komponen ini dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan gangguan performa mesin.

Pada *fuel oil purifier*, *troubleshooting* umumnya difokuskan pada gangguan seperti *purifier* tidak mau mencapai putaran normal, sering trip, tidak mau blow, *overflow sludge*, atau kualitas pemurnian yang menurun. Penanganan dimulai dengan memeriksa kondisi suplai dan parameter operasi (tekanan dan suhu masuk *fuel*, tekanan air sealing, serta tekanan udara kontrol bila ada), kemudian mengecek kebersihan *strainer*, *bowl*, *disc stack*, dan saluran *sludge* karena sumbatan *sludge* dan endapan sering menjadi penyebab utama kegagalan proses pemisahan. Apabila masih terjadi masalah, langkah berikutnya adalah memeriksa *sliding bowl* dan mekanisme *discharge*, *seal ring* utama, *pilot valve*, serta sistem kontrol (*solenoid valve*, sensor kecepatan) untuk memastikan semua bekerja dan tidak macet; komponen yang aus, retak, atau bocor harus segera diganti. Dengan menerapkan prosedur penanganan gangguan ini secara terstruktur dan didukung pencatatan yang baik, awak mesin dapat mengurangi waktu henti (*downtime*), mencegah kerusakan lanjutan pada injektor atau pompa bahan bakar, serta menjaga kinerja dan keandalan motor bantu diesel di atas kapal.

## 4. KESIMPULAN

Perawatan sistem bahan bakar motor bantu diesel yang dilaksanakan secara terjadwal dan konsisten terbukti berkontribusi terhadap peningkatan keandalan operasional mesin. Pelaksanaan pembersihan *racor* dan *filter* secara berkala, pemeriksaan pompa *transfer* saat jadwal jaga, serta perawatan tangki bahan bakar dan *fuel oil purifier* sesuai *interval* yang ditentukan mampu menjaga kualitas suplai bahan bakar dan kestabilan proses pembakaran. Evaluasi berdasarkan data operasional menunjukkan adanya penurunan waktu henti mesin serta peningkatan jam operasi efektif setelah program perawatan diterapkan secara lebih terstruktur. Hal ini mengindikasikan bahwa praktik perawatan yang sesuai dengan manual pabrikan dan kondisi operasional kapal berperan penting dalam meminimalkan gangguan sistem bahan bakar dan meningkatkan efisiensi kerja motor bantu diesel. Dengan demikian, implementasi program perawatan berbasis *interval* yang terukur serta pencatatan *log book* yang konsisten menjadi faktor kunci dalam menjaga kontinuitas operasi dan memperpanjang umur pakai komponen sistem bahan bakar pada kapal. Penelitian ini dapat dijadikan referensi teknis dalam pengembangan strategi perawatan sistem bahan bakar pada kapal sejenis untuk mendukung keandalan dan efisiensi pelayaran.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak manajemen dan kru kapal KM Binama 7 atas kerja sama dan kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budimir, D. (2023). Reliability methods in maintenance and failure analysis of marine engines and high-pressure fuel pumps. *Journal of Marine Engineering and Technology*, 22(1), 15–28.
- Imanuell, R. (2022). Analisa perawatan berbasis keandalan pada sistem bahan bakar kapal niaga. *Jurnal Teknik Maritim*, 10(1), 25–34.
- Kelimutu Study Team. (2022). Reliability-centered maintenance implementation on marine fuel oil systems. *International Journal of Maritime Engineering*, 164(2), 89–101.
- Mahendra, K. (2022). Implementasi prosedur draining dan cleaning tangki bahan bakar di kapal niaga. *Jurnal Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 3(2), 45–52.
- Marsudi, S., & Palippui, M. (2021). Analisis sistem bahan bakar terhadap kinerja mesin diesel kapal penangkap ikan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 12–20.
- Nitonye, S., Apkaria, T., & Lamba, J. (2023). Optimization of fuel injection parameters to improve efficiency and reduce emissions in marine diesel engines. *Ocean Engineering and Technology*, 18(3), 101–112.
- Pratama, A. (2021). Pengaruh proses purifikasi bahan bakar terhadap kinerja mesin diesel kapal. *Jurnal Pelayaran dan Bisnis Maritim*, 5(2), 41–49.
- Rifaldi, A. (2022). Menjaga kualitas bahan bakar dalam proses purifikasi dengan fuel oil purifier pada kapal niaga. *Jurnal Maritim dan Logistik*, 6(1), 23–31.
- Santoso, Y., & Yusuf, H. (2023). Evaluasi perawatan tangki bahan bakar pada kapal penumpang rute domestik. *Jurnal Sistem Pemeliharaan Kapal*, 4(2), 50–58.
- Siregar, H. (2021). Analisis keterlambatan perawatan mesin diesel terhadap frekuensi kerusakan di kapal curah. *Jurnal Teknik Perkapalan Indonesia*, 8(2), 29–38.