



**ANALISIS KERUSAKAN *FUEL INJECTION PUMP* PADA
DIESEL GENERATOR NO. 1 DI KM. SABUK NUSANTARA
101; SEBUAH PENDEKATAN CAMPURAN**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

IDA BAGUS RAMA SUARBAWA
NIT. 582111217996 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG
TAHUN 2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KERUSAKAN *FUEL INJECTION PUMP* PADA *DIESEL* GENERATOR NO. 1 DI KM. SABUK NUSANTARA 101; SEBUAH PENDEKETAN CAMPURAN

Disusun Oleh:

IDA BAGUS RAMA SUARBAWA
NIT. 582111217996 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran

Semarang, Juni 2025

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO, M.M., M. Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001

ELY SULISTYOWATI, S.ST., M.M.
NIP. 19780801 200812 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL M.T. M.Mar.E.
NIP. 19730331 200604 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS KERUSAKAN *FUEL INJECTION PUMP* PADA *DIESEL GENERATOR* NO. 1 DI KM. SABUK NUSANTARA 101; SEBUAH PENDEKETAN CAMPURAN”

Nama : IDA BAGUS RAMA SUARBAWA

NIT : 582111217996 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan panitia penguji skripsi prodi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari , tanggal Juni 2025.

Semarang, Juni 2025

PENGUJI

Penguji I : **Dr. DWI PRASETYO, M.M., M.Mar.E.**
NIP. 19741209 199808 1 001

Penguji II : **Prof. Dr. A. AGUS TJAHJONO, M.M, M. Mar.E.**
NIP. 19710620 199903 1 001

Penguji III : **RIYADINI UTARI, M.Si.**
NIP. 19950318 202012 2 015

Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. MAFRISAL, MT, M.Mar.E
NIP. 19730205 199903 1 000

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ida Bagus Rama Suarbawa

NIT : 582111217996 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisis Kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101; Sebuah Pendekatan Campuran”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etika ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

IDA BAGUS RAMA SUARBAWA
NIT. 582111217996 T

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Moto:

1. “Kami bukan yang pertama, tapi kami selalu berusaha jadi yang terbaik”
2. “Tidak semua yang diam bodoh, beberapa hanya malas berdebat dengan kebodohan”- gusrama
3. “Hidup bukan tentang menunggu badai reda, tapi tentang belajar menari di tengah hujan”-gusrama
4. “Tak perlu keras kepala, cukup keras usaha”

PERSEMBAHAN :

1. Keluarga peneliti Bapak Ida Bagus Putu Sudiadnya, SH.,MAP. Dan Ibu Ida Ayu Heri Handayani, dan kedua saudaraku
2. Almamaterku, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Rekan-rekan saya di KM. Sabuk Nusantara 101 yang selalu mendukung dan memberikan semangat.
4. Kekasih saya, Ida Ayu Ariestha Utari Dewi Sasmita yang senantiasa mendoakan, menasehati, dan mengupayakan apapun semua yang terbaik untuk peneliti.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan berkat-Nya, peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101; Sebuah Pendekatan Campuran”.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr. Pel), serta syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Dalam usaha menyelesaikan penulisan skripsi ini, peneliti juga banyak mendapat bimbingan dan arahan dari pihak yang sangat membantu dan bermanfaat, oleh karena itu dalam kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Mafrisal, MT, M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M. Mar.E. selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi.
4. Ibu Ely Sulistyowati, S.ST., M.M. selaku Dosen Pembimbing Metode Penulisan Skripsi.
5. Dr. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E., Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M. Mar.E., dan Ibu Riyadini Utari., M.Si. selaku Dosen Penguji Skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Civitas Akademika Politeknik Ilmu

Pelayaran Semarang.

7. Seluruh kru KM. Sabuk Nusantara 101 yang selalu sabar dalam mengajar dan memberikan ilmu selama peneliti melaksanakan penelitian.
8. Kedua orang tuaku, bapak dan ibu tercinta yang selalu mendoakan dan mendukungku dalam menggapai cita-cita. Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbananmu selama ini.
9. Buat yang terkasih (Dayu Rista) yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama proses ini berlangsung.
10. Seluruh teman-teman dan sahabatku di kelas TEKNIKA VIII A. Terimakasih atas semua kebersamaan, waktu, dukungan dan doa setiap keluh kesah serta susah senang selama ini.
11. Buat seluruh sahabat ku kasta Bali, Terimakasih atas semua momen, cerita, dan dukungan selama ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada peneliti menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan dari Tuhan YME. Akhir kata, peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan pengetahuan yang baru serta bermanfaat bagi berbagai pihak.

Semarang, Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

IDA BAGUS RAMA SUARBAWA
NIT. 582111217996 T

ABSTRAKSI

Suarbawa, Ida Bagus Rama. 2025. “ Analisis Kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101; Sebuah Pendekatan Campuran”, Skripsi. Program Studi Teknik, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M. Mar.E. Pembimbing II: Ely Sulistyowati, S.ST., M.M.

Fuel injection pump (FIP) merupakan komponen esensial dalam mesin *diesel* yang berfungsi mengirimkan bahan bakar bertekanan tinggi ke *injector* untuk mendukung proses pembakaran yang efisien. Kerusakan atau malfungsi pada *FIP* dan komponen-komponennya dapat berdampak signifikan terhadap kinerja mesin diesel generator. Hal tersebut akan mempengaruhi kelancaran sistem distribusi kelistrikan di kapal.

Dalam menyusun penelitian ini, peneliti menggunakan metode campuran, dimana dalam pengumpulan data berasal dari observasi, wawancara, dokumentasi, dan penyerahan kuisioner kepada responden. Data yang diperoleh, kemudian peneliti olah menggunakan teknik analisis smartPLS dengan menerapkan triangulasi yang dapat memperkuat validitas temuan melalui perbandingan dan penggabungan data dari berbagai sumber.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perawatan FIP, kualitas bahan bakar, dan faktor operasional FIP masing-masing berpengaruh positif terhadap kinerja DG, dengan nilai koefisien jalur 0,360; 0,236; dan 0,365. Ketiganya juga berpengaruh terhadap kinerja operasional kapal dengan nilai 0,247; 0,292; dan 0,245. Semua hubungan tersebut signifikan secara statistik

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kerusakan FIP disebabkan oleh kontaminasi bahan bakar dan kerusakan plunger, yang memicu peningkatan suhu gas buang serta penurunan tekanan injeksi. Upaya yang dilakukan melalui penggantian komponen, pembersihan sistem, dan pengujian ulang yang berhasil memulihkan kinerja DG.

Kata Kunci: Diesel generator, Fuel injection pump, metode campuran, smartPLS

ABSTRACT

Suarbawa, Ida Bagus Rama. 2025. "Damage Analysis of the Fuel Injection Pump on Diesel Generator No. 1 aboard KM. Sabuk Nusantara 101: A Mixed-Methods Approach." Undergraduate Thesis. Marine Engineering Study Program, Diploma IV Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Advisor I: Prof. Dr. A. Agus Tjahjono, M.M, M.Mar.E. Advisor II: Ely Sulistyowati, S.ST., M.M.

Fuel injection pump (FIP) is an essential component in diesel engines that delivers high-pressure fuel to the injectors to support an efficient combustion process. Damage or malfunctions in the FIP and its components can have a significant impact on the performance of the diesel generator engine. This will affect the smooth running of the electrical distribution system on the ship.

In compiling this study, researchers used a mixed method, where data collection came from observation, interviews, documentation, and submission of questionnaires to respondents. The data obtained, then the researcher processed using smartPLS analysis techniques by applying triangulation which can strengthen the validity of the findings through comparing and combining data from various sources.

The results showed that FIP maintenance, fuel quality, and FIP operational factors had a positive effect on DG performance, with path coefficient values of 0.360; 0.236; and 0.365, respectively. They also have an effect on ship operational performance with values of 0.247; 0.292; and 0.245. All relationships are statistically significant.

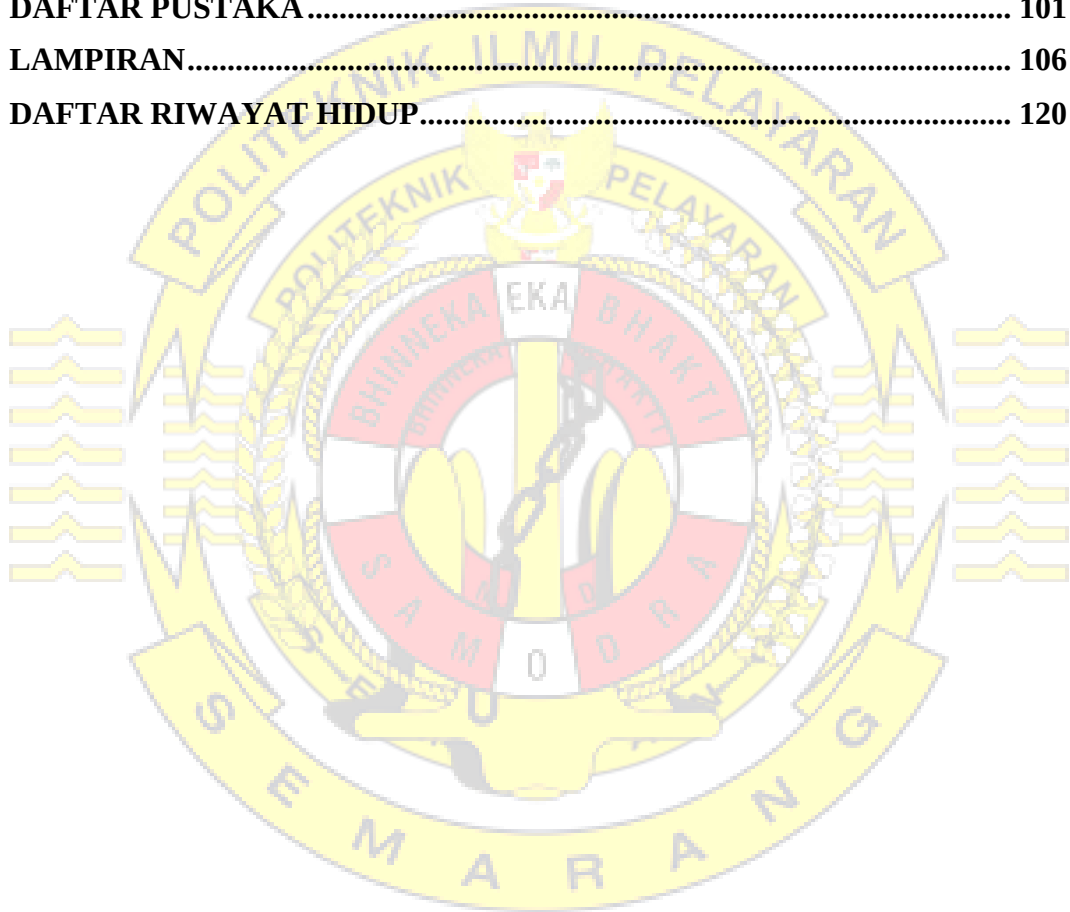
Based on the research results, it can be concluded that FIP damage is caused by fuel contamination and plunger damage, which triggers an increase in exhaust gas temperature and a decrease in injection pressure. Efforts made through component replacement, system cleaning, and retesting successfully restored the DG performance.

Keywords: Diesel generator, Fuel injection pump, Mix method, SmartPLS

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan penelitian	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Deskripsi Teori	7
B. Definisi Operasional.....	22
C. Kerangka Penelitian.....	26
D. Hipotesis	28
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	32
A. Metode Penelitian.....	32
B. Populasi dan Sampel.....	32
C. Instrumen Penelitian.....	35
D. Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat	38
E. Teknik Pengolahan Data	39
F. Teknik Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50

A. Gambaran Konteks Penelitian	50
B. Deskripsi Data	57
C. Temuan.....	76
D. Pembahasan Hasil Penelitian	86
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	97
A. Simpulan.....	97
B. Keterbatasan Penelitian	99
C. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN.....	106
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	120



DAFTAR TABEL

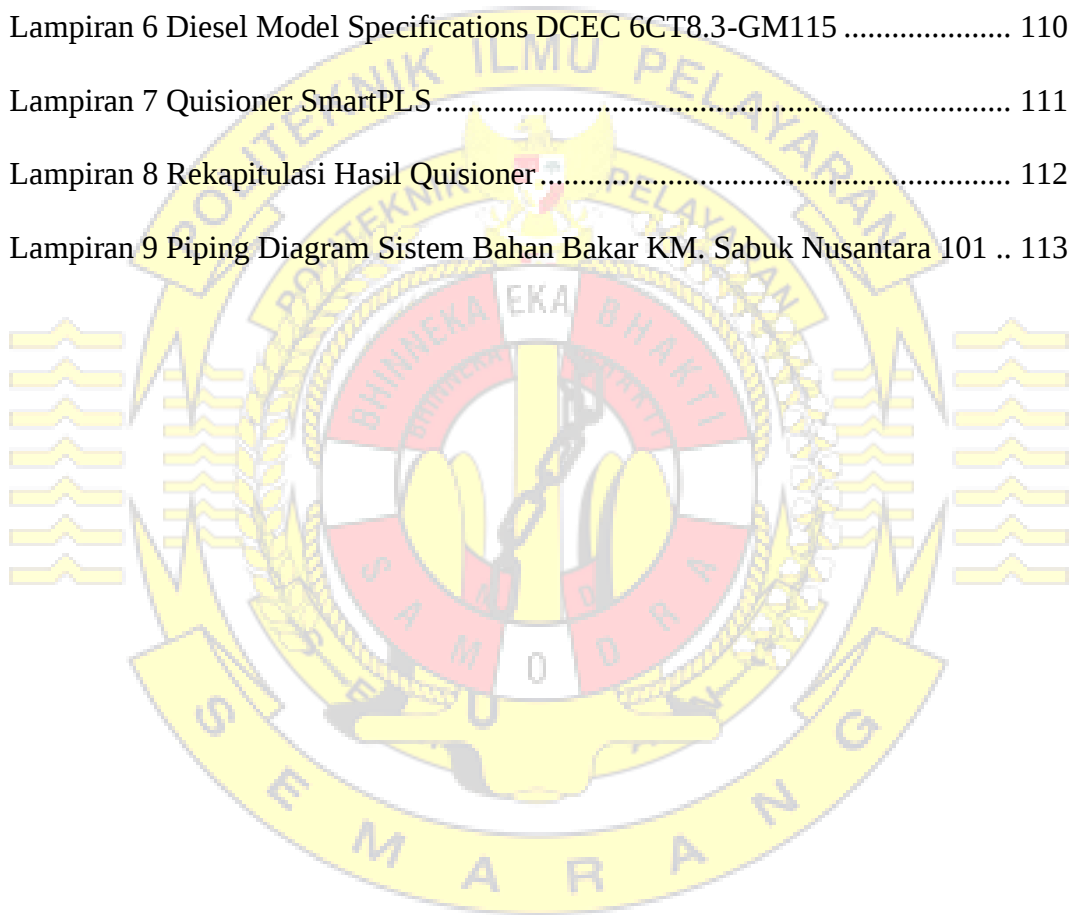
Tabel 3.1 Instrumen observasi	37
Tabel 3.2 Instrumen wawancara	38
Tabel 3.3 Instrumen kuisioner.....	40
Tabel 4.1 Penelitian terdahulu dan penelitian sekarang.....	53
Tabel 3.1 Hasil Outer Loading Uji Convergent Validity	59
Tabel 3.1 Hasil AVE Uji Convergent Validity	60
Tabel 3.1 Hasil Cross Loading Uji Discriminant Validity.....	61
Tabel 3.1 Nilai Cronbach's Alpha	63
Tabel 3.1 Hasil Uji Model Fit	64
Tabel 3.1 Hasil Uji R Square (R^2).....	66
Tabel 3.1 Hasil Path Coefficient Bootstrapping direct effect	68
Tabel 3.1 Hasil uji effect size (f^2)	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen-komponen utama <i>FIP</i>	8
Gambar 2.2	Sistem bahan bakar.....	13
Gambar 2.3	Sistem in-Line	16
Gambar 2.4	Kerangka berpikir	26
Gambar 3.1	Triangulasi Sumber	46
Gambar 3.2	Triangulasi Teknik	46
Gambar 4.1	KM. Sabuk Nusantara 101	56
Gambar 4.2	Model Latent Variable Penelitian	57
Gambar 4.3	Output model PLS SEM Algorithm	66
Gambar 4.4	Tekanan FIP yang kurang optimal, kotoran dan endapan bahan bakar, penurunan tekanan injector, kerusakan fisik pada plunger.....	80
Gambar 4.5	Pengecekan plunger FIP, pembersihan throttle body FIP, pemasangan injector, penggantian filter bahan bakar	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Teks Wawancara dengan Kepala Kamar Mesin (KKM).....	102
Lampiran 2 Teks Wawancara dengan Masinis II.....	104
Lampiran 3 Teks Wawancara dengan Masinis III	106
Lampiran 4 Ship's Particular KM. Sabuk Nusantara 101	108
Lampiran 5 Crew List KM. Sabuk Nusantara 101.....	109
Lampiran 6 Diesel Model Specifications DCEC 6CT8.3-GM115	110
Lampiran 7 Quisioner SmartPLS	111
Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Quisioner	112
Lampiran 9 Piping Diagram Sistem Bahan Bakar KM. Sabuk Nusantara 101 ..	113



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fuel injection pump (FIP) merupakan komponen esensial dalam mesin *diesel*, karena berfungsi mengirimkan bahan bakar bertekanan tinggi ke *injector* untuk mendukung proses pembakaran yang efisien. Hal ini diungkapkan juga oleh (Sudarmanta et al., 2020) *FIP* bertugas mengatur jumlah dan waktu pengiriman bahan bakar ke ruang bakar. Pengaturan yang tepat tidak hanya menjamin pembakaran yang efisien dan tenaga maksimal, tetapi juga berperan penting dalam mengurangi emisi gas buang serta menjaga konsistensi tekanan bahan bakar untuk performa mesin yang stabil. Hal tersebut didukung oleh pernyataan menurut Bacon engineering.com (2025) bahwasanya penyetelan yang tepat dapat mengurangi produksi polutan berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), dan hidrokarbon yang tidak terbakar, dimana Pengurangan ini bertujuan untuk mematuhi peraturan dalam ekosistem lingkungan.

Plunger Barrel merupakan salah satu komponen utama yang tak terpisahkan pada *FIP*. Menurut (Riyanto, April Gunawan Malau, Mudakhir, 2022) komponen ini berfungsi memompa bahan bakar dengan tekanan yang sangat tinggi agar dapat diatomisasi oleh *injector* atau *nozzle* yang selanjutnya membagi bahan bakar tersebut ke masing-masing silinder motor sesuai dengan urutan penyemprotan pada waktu yang tepat.

Plunger barrel mampu bergerak ke atas dikarenakan adanya tekanan dari *tappet roller* yang digerakkan oleh *camshaft* dan pegas (*spring*). Menurut United Tractors (2011) saat plunyer bergerak ke atas, pada saat itu lubang (port) yang berada pada silinder plunger mulai tertutup oleh plunyer, proses ini disebut sebagai awal injeksi (awal injeksi). Jika pendorong terus bergerak, maka tekanan bahan bakar bertambah sehingga nozzle akan terbuka dan menyemburkan bahan bakar menuju ruang bakar.

Bagian atau komponen dari *plunger barrel* dibuat sangat presisi diantara *celah plunger barrel* dan silinder (*plunger housing*) sehingga bahan bakar yang ditekan atau dipompa akan benar-benar maksimal dan menunjukkan tekanan paling tinggi serta ditempatkan pada level kerusakan yang kecil untuk membantu elemen pompa agar dapat bertahan pada tekanan yang tinggi. Dalam pemasangan *plunger barrel*, penyetelan *control rack* yang terpasang di ujung *governor* harus diperhatikan karena komponen ini berfungsi mengatur jumlah bahan bakar yang disalurkan melalui pipa bertekanan tinggi ke *nozzle*.

Kerusakan atau malfungsi pada *FIP* dan komponen-komponennya dapat berdampak signifikan terhadap kinerja mesin *DG* di kapal. Menurut (Bejger & Drzewieniecki, 2019), jika bagian-bagian seperti *plunger* dan *deflector* mengalami keausan atau erosi, maka hal tersebut dapat memicu terjadinya kavitasi. Kavitasi adalah fenomena terbentuknya gelembung-gelembung uap atau gas dalam aliran balik bahan bakar minyak ketika terjadi penurunan tekanan secara tiba-tiba. Gelembung ini kemudian dapat pecah, yang berpotensi menimbulkan getaran atau kerusakan pada sistem melalui

pelabuhan tumpahan, yaitu lubang tempat aliran balik bahan bakar tersebut mengalir keluar. Tidak hanya itu penelitian oleh (Binyamin & Lim, 2023) menekankan bahwa karakteristik struktural dan laju aliran pada *FIP* memiliki pengaruh langsung terhadap performa mesin *diesel* laut. Malfungsi pada *FIP* juga dapat mengubah komposisi gas buang, kebocoran bahan bakar pada pompa dapat mengakibatkan penurunan emisi CO₂, terutama saat mesin beroperasi pada beban rendah.

Menurut Pavin et al. (2023) menyatakan bahwa ketidaktepatan waktu injeksi bahan bakar dapat mempengaruhi efisiensi mesin utama serta meningkatkan emisi gas buang, yang berdampak negatif terhadap kinerja keseluruhan mesin. Lebih lanjut, studi yang dilakukan oleh (Baek et al., 2023) menunjukkan bahwa penyesuaian waktu injeksi dapat meningkatkan tekanan pembakaran maksimum dan *output* mesin, meskipun penyesuaian yang berlebihan berpotensi menimbulkan ketukan mesin. Oleh karena itu, pemeliharaan dan penyesuaian yang cermat pada *FIP* sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dan umur panjang mesin *diesel*, khususnya dalam aplikasi kelautan.

Berdasarkan temuan peneliti saat pelaksanaan praktik laut selama satu tahun di KM. Sabuk Nusantara 101 (28 Juli 2023 hingga 29 Juli 2024), peneliti sering mengalami permasalahan pada sistem permesinan di atas kapal tersebut, mulai dari kerusakan ringan hingga kerusakan berat. Adapun temuan yang diperoleh peneliti terjadi pada 1 September 2023, ketika kapal sedang berlayar dari Pelabuhan Maritaeng menuju Pelabuhan Kupang, terdengar suara kasar dari *FIP* pada *Diesel Generator (DG)* No. 1. Menyadari adanya

potensi masalah, Masinis jaga dan peneliti segera melakukan pengamatan pada mesin *DG 1* dan melaporkan kejadian tersebut kepada Masinis II. Tanpa menunda, Masinis II melakukan pemantauan serta pemeriksaan pada *DG 1* dan menduga adanya kerusakan pada *FIP*.

Permasalahan pada diesel generator juga pernah dialami oleh penelitian yang dilakukan oleh Lukas kristianto, dimana dalam penelitian tersebut berfokus pada prosedur dan perawatan-perawatan pada diesel generator di kapal. Oleh karena itu, sehubungan dengan kejadian yang dialami oleh peneliti memicu ketertarikan untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut dalam bentuk karya ilmiah atau skripsi dengan judul “Analisis kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101; Sebuah pendeketan campuran”

B. Fokus Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti akan membatasi ruang lingkup masalah hanya pada pengaruh kerusakan *FIP* terhadap kinerja *DG*, khususnya pada *DG 1* di KM. Sabuk Nusantara 101. Penelitian ini akan mendalami faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan *FIP*, menganalisis dampak kerusakan tersebut terhadap performa *DG 1*, serta mengevaluasi upaya-upaya pemeliharaan dan perbaikan yang diterapkan untuk menjaga kinerja *DG 1* tetap optimal.

C. Rumusan Masalah

Dari beberapa permasalahan yang sudah disampaikan dalam penyusun ini. Mengetahui pentingnya keberhasilan pengoperasian *DG* dalam upaya

menghasilkan energi listrik di kapal. Maka ditemukan beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penyusunan penelitian ini, antara lain:

1. Faktor apa yang menyebabkan kerusakan *fuel injection pump* pada *diesel generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101?
2. Dampak apa yang ditimbulkan akibat kerusakan *fuel injection pump* pada *diesel generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101?
3. Upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan *fuel injection pump* pada *diesel generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh variabel terikat terhadap operasional kapal?.

D. Tujuan penelitian

Dari uraian permasalahan penelitian dan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kerusakan *FIP* pada *DG 1*.
2. Untuk mengetahui dampak yang menyebabkan kerusakan *FIP* pada *DG 1*.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk menangani kerusakan *FIP* pada *DG 1*.
4. Untuk menganalisis pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh variabel terikat terhadap operasional kapal.

E. Manfaat Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini, peneliti berharap dapat memberikan beberapa manfaat yang berguna bagi beberapa pihak yang terkait antara lain:

1. Manfaat teoritis

- a. Menjadi referensi tambahan dan sumber informasi bagi studi lebih lanjut mengenai *FIP* dan dampaknya pada kinerja *DG*, serta upaya pencegahan kerusakan.
- b. Menyediakan materi pembelajaran yang valid bagi taruna dan pembaca umum, serta berkontribusi pada peningkatan pengetahuan dan sumber daya manusia melalui publikasi ilmiah.
- c. Meningkatkan kualitas pembelajaran di lingkungan kampus, serta menjadi data penelitian yang dapat diarsipkan secara digital.

2. Manfaat praktis

1. Menambah wawasan serta pengetahuan peneliti dalam memahami lebih tentang upaya *FIP* bekerja dengan baik pada *DG* di atas kapal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi untuk mengatasi masalah kinerja *FIP* yang terjadi pada *DG* di KM. Sabuk Nusantara 10, serta menjadi sumber pengetahuan yang berguna bagi pelaut, terutama mereka yang bekerja dibagian mesin.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Landasan teori dalam penelitian ini digunakan untuk mendukung pembahasan yang sedang penulis susun. Untuk mencapai tujuan penelitian secara optimal, penulis memerlukan data yang akurat. Oleh karena itu, penulis telah mengumpulkan berbagai data dari jurnal internasional, buku, *ebook*, dan sumber-sumber relevan di internet yang berkaitan dengan judul penelitian. Pada bab ini, peneliti akan menjelaskan landasan teori yang sesuai dengan judul penelitian, yakni “Analisis Kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101.”

1. *Fuel Injection Pump (FIP)*

FIP pada *Diesel Generator (DG)* kapal merupakan komponen vital dalam sistem bahan bakar mesin. *FIP* berfungsi menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi dan volume yang tepat guna mendukung proses pembakaran yang efisien. Sebagai langkah awal, bahan bakar dari bunker dipompa ke *settling tank* setelah melalui *strainer* untuk menyaring kotoran, seperti yang dijelaskan oleh (Sinarjoan & Belawan, 2023).

Lebih jauh, *FIP* memiliki peranan penting dalam mengatur tekanan dan waktu injeksi bahan bakar ke dalam silinder mesin. Dengan tekanan yang tepat, atomisasi bahan bakar dapat dilakukan dengan optimal sehingga menghasilkan pembakaran yang efisien dan lengkap. Selanjutnya, pengaturan waktu injeksi yang akurat memastikan bahan

bakar terbakar pada saat ideal dalam siklus kerja mesin, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi sekaligus mengurangi emisi.

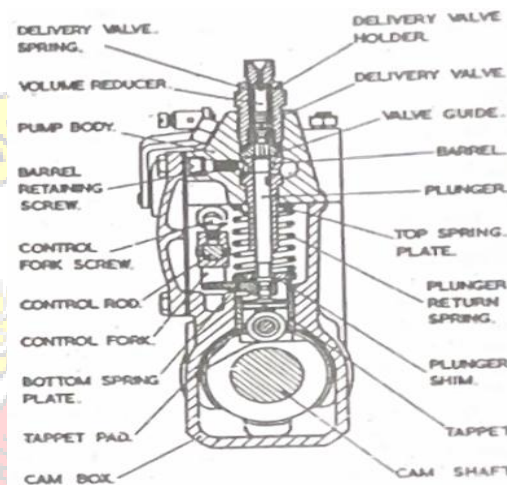
Selain itu, penggunaan bahan bakar alternatif seperti hidrogenasi minyak nabati *Heavy Fuel Oil (HFO)* dan biodiesel turut mempengaruhi kinerja *FIP*. Studi yang dilakukan oleh (Chiavola et al., 2024) menginvestigasi dampak bahan bakar alternatif tersebut terhadap operasi pompa injeksi tekanan tinggi, dengan menitikberatkan pada parameter seperti kecepatan rotasi dan tekanan pengiriman. Hal ini menunjukkan pentingnya penyesuaian pada sistem *FIP* untuk mengakomodasi perbedaan karakteristik bahan bakar.

Parameter injeksi, khususnya waktu dan tekanan injeksi, memiliki dampak signifikan terhadap performa mesin secara keseluruhan. Penelitian oleh (Hu et al., 2021) menekankan bahwa optimasi tata letak dan struktur sistem injeksi bahan bakar *common-rail* bertekanan tinggi mampu meningkatkan efisiensi mesin sekaligus mengurangi emisi pada mesin *diesel*. Dengan demikian, penyesuaian dan perbaikan parameter injeksi harus menjadi perhatian dalam upaya peningkatan kinerja mesin.

Di sisi lain, pemeliharaan yang tidak memadai pada *FIP* dapat menimbulkan keausan pada *plunger* dan *barrel* yang pada akhirnya menurunkan kinerja serta efisiensi mesin. Analisis oleh (Protsenko et al., 2021) mengungkapkan bahwa kegagalan pada mekanisme penggerak pompa bahan bakar bertekanan tinggi kerap terjadi akibat kendala redundan dalam mekanismenya, sehingga menekankan pentingnya pemeliharaan dan monitoring yang rutin.

Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai topik penelitian, maka Peneliti akan menjelaskan komponen-komponen utama *FIP* secara detail, sehingga pembaca dapat memahami fungsi dan kegunaan dari setiap komponen tersebut.

a. Komponen-Komponen Utama *FIP*



Gambar 2.1 Komponen-komponen utama *FIP*

Sumber: C. C. Pounder (1955)

1) *Delivery Valve Spring*

Delivery valve spring adalah pegas yang memberikan tekanan balik pada katup pengantar bahan bakar. Fungsinya adalah untuk memastikan katup kembali ke posisi tertutup setelah injeksi selesai, mencegah aliran balik bahan bakar, dan menjaga tekanan dalam sistem injeksi. Dengan demikian, komponen ini membantu menjaga kestabilan dan efisiensi proses injeksi bahan bakar.

2) *Delivery Valve Holder*

Delivery valve holder berfungsi sebagai penyangga dan penempat katup pengantar bahan bakar. Komponen ini

memastikan katup berada pada posisi yang tepat dan aman dalam sistem injeksi. Dengan menjaga posisi katup, holder ini membantu mencegah kebocoran dan memastikan aliran bahan bakar yang efisien ke injektor.

3) *Volume Reducer*

Volume reducer adalah komponen yang mengatur volume bahan bakar yang disalurkan ke injektor. Dengan mengurangi *volume* bahan bakar yang masuk, komponen ini membantu mengontrol jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar. Hal ini penting untuk memastikan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas buang.

4) *Valve Guide*

Valve guide berfungsi sebagai panduan bagi pergerakan katup dalam sistem injeksi. Komponen ini juga yang memastikan bahwa katup bergerak secara lurus dan stabil, sehingga mengurangi gesekan dan keausan. Dengan demikian, *valve guide* membantu memperpanjang umur katup dan menjaga kinerja sistem injeksi.

5) *Barrel*

Barrel adalah silinder tempat *plunger* bergerak naik turun untuk memompa bahan bakar. Komponen ini berperan penting dalam membangun tekanan tinggi yang diperlukan untuk injeksi bahan bakar ke ruang bakar. Kualitas dan presisi barrel sangat mempengaruhi efisiensi dan konsistensi injeksi bahan bakar.

6) *Plunger*

Plunger adalah piston kecil yang bergerak dalam *barrel* untuk memompa bahan bakar. Gerakan naik turun *plunger* menciptakan tekanan tinggi yang mendorong bahan bakar melalui katup pengantar ke *injector*. *Plunger* juga mengatur waktu dan jumlah bahan bakar yang diinjeksi, sehingga sangat penting untuk efisiensi pembakaran.

7) *Plunger Return Spring*

Plunger return spring adalah pegas yang mengembalikan *plunger* ke posisi awal setelah setiap siklus injeksi. Komponen ini memastikan *plunger* siap untuk siklus berikutnya, menjaga ritme dan konsistensi injeksi bahan bakar. Tanpa pegas ini, *plunger* tidak dapat kembali dengan cepat, yang dapat mengganggu kinerja mesin.

8) *Plunger Shim*

Plunger shim adalah pelat tipis yang digunakan untuk menyesuaikan tinggi *plunger* dalam *barrel*. Dengan menambahkan atau mengurangi shim, teknisi dapat mengatur waktu injeksi bahan bakar secara presisi. Penyesuaian ini penting untuk memastikan pembakaran yang optimal dan efisiensi mesin.

9) *Pump Body*

Pump body adalah struktur utama yang menampung semua komponen *FIP*. Komponen ini dirancang untuk menahan

tekanan tinggi dan memastikan semua bagian internal tetap pada posisi yang tepat. *Pump body* juga membantu dalam disipasi panas yang dihasilkan selama proses injeksi.

10) *Barrel Retaining Screw*

Barrel retaining screw adalah sekrup yang mengunci *barrel* pada tempatnya dalam *pump body*. Komponen ini memastikan *barrel* tidak bergerak atau bergeser selama operasi, menjaga presisi dan konsistensi injeksi bahan bakar. Kestabilan *barrel* penting untuk mencegah kebocoran dan menjaga efisiensi sistem.

11) *Control Fork*

Control fork adalah komponen yang menghubungkan *control rod* dengan *plunger* atau mekanisme pengatur lainnya. Fungsinya adalah untuk mentransfer gerakan dari *control rod* ke *plunger*, mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksi. Dengan demikian, *control fork* memainkan peran penting dalam pengendalian daya mesin.

12) *Control Rod*

Control rod adalah batang yang mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksi ke dalam silinder mesin. Gerakan *control rod* mengubah posisi *plunger* atau elemen pengatur lainnya, sehingga mengontrol volume bahan bakar yang disalurkan. Pengaturan ini penting untuk menyesuaikan *output* mesin dengan kebutuhan operasional.

13) *Top Spring Plate*

Top spring plate adalah pelat yang menahan bagian atas *plunger return spring*. Komponen ini memastikan pegas tetap pada posisinya dan memberikan tekanan yang konsisten untuk mengembalikan *plunger*. Stabilitas *top spring plate* penting untuk menjaga ritme injeksi bahan bakar.

14) *Bottom Spring Plate*

Bottom spring plate adalah pelat yang menahan bagian bawah *plunger return spring*. Bersama dengan *top spring plate*, komponen ini berfungsi untuk menjaga pegas tetap pada tempatnya dan memastikan tekanan yang tepat untuk pengembalian *plunger*. Kombinasi keduanya penting untuk kinerja pegas yang optimal.

15) *Tappet Pad*

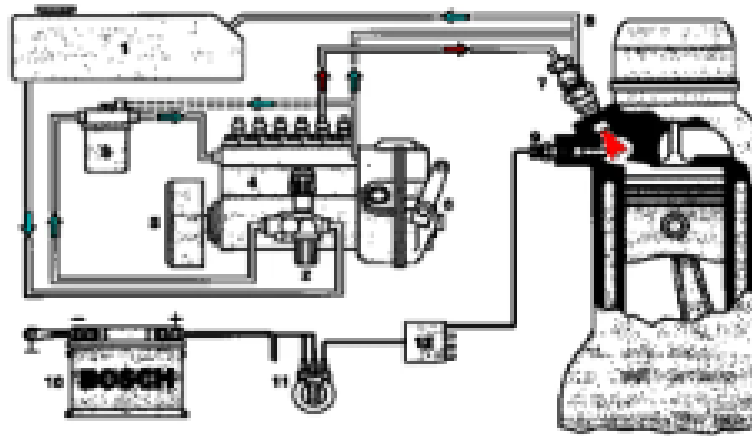
Tappet pad adalah bantalan yang ditempatkan antara *camshaft* dan *plunger*. Fungsinya adalah untuk mentransfer gerakan dari *camshaft* ke *plunger* dengan efisien, mengurangi keausan, dan menyerap getaran. Dengan demikian, *tappet pad* membantu memperpanjang umur komponen dan menjaga kinerja sistem.

16) *Cam Box*

Cam box adalah rumah atau penutup yang melindungi *camshaft* dan mekanisme terkait dari kontaminasi dan kerusakan. Komponen ini juga membantu dalam pelumasan dan

pendinginan *camshaft* selama operasi.

b. Komponen-Komponen Pendukung *FIP*



Gambar 2.2 Sistem bahan bakar

Sumber: Drs. Daryanto (2022)

1) *Governor* (Pengatur Kecepatan Mesin)

Governor berfungsi untuk mengatur kecepatan mesin diesel dengan menyesuaikan jumlah bahan bakar yang disuplai ke mesin, menjaga kestabilan putaran mesin meskipun terjadi perubahan beban. Menurut (Zhu, 2023) dalam sistem injeksi bahan bakar, *governor* berperan penting dalam mengontrol *timing* dan jumlah injeksi untuk memastikan efisiensi pembakaran dan kinerja mesin yang optimal.

2) Tanki Bahan Bakar

Tanki bahan bakar pada kapal dirancang untuk menyimpan bahan bakar dengan aman dan mencegah kontaminasi. Desain tanki harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti ventilasi, pencegahan kondensasi, dan sistem drainase untuk menghindari akumulasi air atau sedimen yang

dapat mempengaruhi kualitas bahan bakar.

3) *Priming Pump* (Pompa Pemancing)

Priming pump digunakan untuk mengisi sistem bahan bakar dengan bahan bakar sebelum mesin dihidupkan, memastikan tidak ada udara dalam sistem yang dapat menyebabkan kesulitan saat *start-up*. Pompa ini penting untuk menjaga tekanan dalam sistem bahan bakar dan memastikan suplai bahan bakar yang konsisten ke mesin.

4) *Filter Bahan Bakar*

Filter bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran dan partikel asing dari bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi. Kualitas *filter* yang baik sangat penting untuk mencegah kerusakan pada komponen sistem bahan bakar dan memastikan efisiensi pembakaran.

5) *Injector*

Injector bertugas untuk menyembrotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut halus, memungkinkan pencampuran yang efisien dengan udara dan pembakaran yang optimal. Menurut (Sariffudin et al., 2021) kinerja *injector* sangat mempengaruhi efisiensi mesin dan emisi gas buang.

Setelah mengetahui fungsi dari komponen-komponen *FIP* maka hal selanjutnya yang perlu diketahui adalah jenis-jenis *FIP* berdasarkan konstruksinya serta peran masing-masing jenis dalam mendukung kinerja sistem bahan bakar pada mesin *diesel* kapal. Menurut Soraya (2022) *FIP*

dapat dikelompokkan menjadi 4 macam, diantaranya adalah sebagai berikut.

c. Jenis-Jenis *FIP*

1) *FIP Common Rail*

Sistem ini terdiri dari sebuah pompa injeksi bertekanan tinggi yang mampu mengirimkan bahan bakar ke sebuah pipa bersama (*common rail* dan *injector* secara langsung dihubungkan dengan pipa ini dalam satu rangkain.

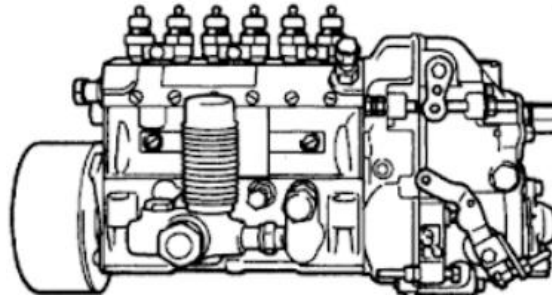
2) *FIP Unit Injection System*

Pompa injeksi ini hampir sama dengan pompa injeksi jenis kedua, hanya bedanya pompa injeksi dan injector dirancang menjadi satu unit. Sistem ini digunakan pada mesin-mesin yang berukuran besar untuk menghindari kerugian tekanan pada pipa tekanan tinggi yang panjang.

3) *FIP Distributor (Rotary Pump)*

Tipe injeksi ini hanya memiliki satu pompa, dan untuk mendistribusikan sejumlah injektor mesin dilengkapi dengan mekanisme distribusi. Melihat sistemnya ada dua macam, satu sistem di mana pompa hanya mengatur jumlah bahan bakar-nya, sedangkan yang lainnya memberi tekanan, mengatur jumlah bahan bakar dan mendistribusikannya ke injektor. Dibandingkan dengan yang sistem *in-line*, pompa ini bekerja dengan halus karena semua mekanisme komponen pompa injeksi direndam di dalam bahan bakar.

4) *FIP In-Line*



Gambar 2.3 Sistem *in-Line*

Sumber: C. C. Pounder (1955)

Pompa injeksi ini melayani setiap *injector* secara terpisah. Pompa injeksi dipasang terpisah dari *injector*, dan konstruksinya bisa *in-line* atau sebaris. Pompa ini banyak digunakan pada motor *diesel* untuk kendaraan ringan dan berat karena pemeliharaan dan penyetelan pompa ini relatif mudah dan tidak memerlukan keahlian yang tinggi.

FIP pada *DG* yang berada di atas kapal peneliti merupakan Mesin *DCEC 6CT8.3-GM115* menggunakan sistem bahan bakar dengan pompa injeksi tipe *in-line*. Pompa ini dikenal sebagai *BYC PB Pump* dan dikendalikan oleh *GAC Governor*. Pompa *in-line* memiliki satu *plunger* untuk setiap silinder, yang memungkinkan tekanan injeksi yang tinggi dan distribusi bahan bakar yang presisi ke setiap silinder. Pompa *in-line* seperti *BYC PB Pump* biasanya digunakan pada mesin diesel berkapasitas menengah hingga besar, seperti *6CT8.3-GM115* sesuai untuk mesin kapal, karena mampu memberikan performa yang andal dan efisiensi pembakaran yang tinggi.

2. Diesel Generator (DG)

Menurut (Syahputra. Dufan Willy, 2023) mesin *DG* menjadi salah satu permesinan bantu yang mempunyai peran vital dalam menghasilkan daya listrik di kapal. Gangguan atau kerusakan yang terjadi pada komponen mesin *DG* dapat mengakibatkan operasional kapal terhenti dan menyebabkan masalah padamesin utama dan atau mesin bantu kapal, membahayakan keselamatan manusia dan lingkungan. Perawatan preventif menjadi kunci dalam menjaga keandalan *DG* di kapal.

Studi oleh (Kristianto et al., 2023) menekankan pentingnya perawatan rutin pada komponen seperti *filter* bahan bakar, *filter* udara, dan sistem pendingin untuk mencegah gangguan yang dapat menyebabkan *overheating* atau kegagalan pembangkitan listrik. Perawatan yang tepat waktu dan sesuai prosedur dapat memperpanjang umur komponen dan mencegah kerusakan yang lebih serius.

Salah satu komponen kritis dalam sistem bahan bakar *DG* adalah *FIP*, yang berfungsi menyuplai bahan bakar bertekanan tinggi ke ruang bakar. Kerusakan pada *FIP* dapat menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran dan performa mesin. (Bejger & Drzewieniecki, 2019) menggunakan metode emisi akustik untuk mendiagnosis kondisi *FIP* pada mesin diesel, menemukan bahwa sinyal akustik dapat digunakan untuk mendeteksi keausan pada pasangan tribologis seperti *barrel* dan *plunger*.

Selain itu, (Shi et al., 2023) mengembangkan metode (*Improved Refined Composite Multi-scale Dispersion Entropy*) *IRCMDE* untuk

diagnosis kerusakan *injector* bahan bakar pada mesin diesel. Metode ini menggunakan distribusi energi dari titik sampel sebagai bobot dalam perhitungan *coarse-grained*, kemudian menggunakan *filter* berbasis korelasi cepat dan mesin vektor pendukung untuk seleksi fitur dan klasifikasi kerusakan. Hasil eksperimen menunjukkan akurasi diagnosis sebesar 92,12% untuk kerusakan *injector*.

Kerusakan pada *FIP* memiliki dampak signifikan terhadap kinerja *DG*. Penurunan tekanan injeksi bahan bakar dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang yang berlebihan. Untuk mencegah kerusakan tersebut, perawatan rutin seperti pembersihan *filter*, pengecekan tekanan injeksi, dan penggantian komponen yang aus harus dilakukan secara berkala. Penggunaan metode diagnostik seperti emisi akustik dan analisis entropi dapat membantu dalam deteksi dini kerusakan, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum terjadi kegagalan sistem.

3. Pengkabutan Bahan Bakar

Pengkabutan bahan bakar merupakan proses penting dalam mesin *diesel* kapal, di mana bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar dalam bentuk partikel-partikel kecil untuk memastikan pembakaran yang efisien. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tekanan injeksi, desain nosel, dan kondisi ruang bakar. Menurut (Wang et al., 2022), dengan peningkatan tekanan pembukaan katup jarum, atomisasi *spray* dapat ditingkatkan selama proses injeksi, sehingga mengurangi pembentukan jelaga dan mencegah terjadinya injeksi sekunder serta

aliran balik gas ke nosel.

Desain nosel *injector* juga memainkan peran penting dalam proses pengkabutan. (Grochowalska et al., 2022) mengembangkan model baru untuk menggambarkan bentuk semprotan bahan bakar pada tahap awal injeksi, dengan mempertimbangkan geometri nosel *injector*. Model ini menunjukkan bahwa parameter seperti panjang dan diameter nosel mempengaruhi penetrasi ujung semprotan (*Spray Tip Penetration - STP*) dan sudut kerucut semprotan (*Spray Cone Angle - SCA*), yang pada gilirannya mempengaruhi efisiensi pembakaran.

Sudut semprotan injektor juga mempengaruhi karakteristik pembakaran dan emisi pada mesin *diesel*. Penelitian oleh (Pham et al., 2022) menggunakan simulasi tiga dimensi untuk mempelajari efek sudut semprotan *injector* pada mesin diesel *dual-fuel*. Hasilnya menunjukkan bahwa sudut semprotan yang lebih kecil (145°) dapat mengurangi emisi NO_x , sementara sudut yang lebih besar (150°) dapat mengurangi emisi jelaga dan CO_2 , tanpa mengorbankan kinerja mesin.

Kondisi termodinamika dalam ruang bakar, seperti tekanan dan suhu, juga mempengaruhi proses pengkabutan. (Xia et al., 2019) melakukan studi eksperimental tentang karakteristik semprotan dan atomisasi bahan bakar di bawah kondisi subkritis, transkritis, dan superkritis pada mesin diesel. Penelitian ini menemukan bahwa peningkatan tekanan dan suhu lingkungan dapat meningkatkan atomisasi bahan bakar, menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan emisi yang lebih rendah.

Simulasi numerik juga digunakan untuk menganalisis proses pengkabutan dan pembakaran. (Ashkezari et al., 2020) simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* untuk mempelajari pengaruh model pemecahan semprotan yang berbeda pada emisi dan kinerja mesin *diesel* yang menggunakan campuran *biodiesel*. Hasilnya menunjukkan bahwa model pemecahan semprotan yang lebih akurat dapat memprediksi distribusi ukuran *droplet* dan pola pembakaran, yang penting untuk mengoptimalkan desain *injector* dan strategi injeksi bahan bakar.

Kerusakan pada *FIP* dapat mempengaruhi proses pengkabutan dan kinerja *DG*. *FIP* yang rusak dapat menyebabkan tekanan injeksi yang tidak stabil, menghasilkan pengkabutan yang buruk dan pembakaran yang tidak sempurna. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar, emisi yang lebih tinggi, dan kerusakan pada komponen mesin lainnya.

Untuk mendukung landasan teori dalam penyusunan penelitian ini, maka Peneliti juga menambahkan beberapa penelitian yang membahas terkait *FIP*. Menurut (Knežević et al., 2022) menegaskan bahwa optimalisasi keandalan serta perencanaan pemeliharaan terstruktur pada *FIP* tidak hanya memperpanjang umur komponen tersebut, tetapi juga secara langsung menurunkan frekuensi gangguan operasional dan biaya perbaikan, sehingga menjamin kesinambungan pasokan tenaga kapal. Temuan ini kemudian diperkuat oleh Chau T. Vo et al. (2024) yang menunjukkan bagaimana peningkatan tekanan injeksi dengan mempertimbangkan kondisi suhu rendah

ruang bakar berkontribusi pada peningkatan efisiensi kalor dan penurunan emisi gas sisa, sehingga mendasari strategi pemeliharaan adaptif yang responsif terhadap fluktuasi tekanan.

Selanjutnya, (Ramachander et al., 2022) melangkah lebih jauh dengan memperluas wawasan dengan menguji tekanan injeksi tinggi pada bahan bakar *terner*, yang tidak hanya meningkatkan kinerja dan pola pembakaran, tetapi juga menurunkan emisi, sehingga membuka peluang integrasi bahan bakar alternatif dalam strategi pemeliharaan pompa bertekanan tinggi. Terakhir, studi (Mondal & Mandal, 2024) menegaskan pentingnya integrasi parameter injeksi dengan karakteristik bahan bakar inovatif. Dengan memadukan *insight* tambahan dari keempat penelitian ini mulai dari perencanaan pemeliharaan serta optimalisasi tekanan, diharapkan dapat membantu dalam penyusunan penelitian.

B. Definisi Operasional

1. Perawatan dan Perbaikan *FIP*

Perawatan mencakup kegiatan berkala seperti pembersihan saringan, pelumasan kontrol *rack*, dan pemeriksaan komponen *plunger* untuk mencegah endapan dan keausan yang mengganggu aliran bahan bakar. Perbaikan meliputi tindakan korektif, mulai dari pembongkaran *head* dan *delivery valve* hingga *overhaul* penuh untuk mengembalikan spesifikasi tekanan dan kalibrasi aliran bahan bakar sesuai manual pabrik. Perawatan dan perbaikan *FIP* pada *DG* kapal merupakan aspek krusial dalam menjaga efisiensi dan keandalan sistem pembakaran. *FIP*

berfungsi untuk mengatur jumlah dan waktu injeksi bahan bakar ke dalam ruang bakar, sehingga kinerjanya sangat mempengaruhi performa mesin secara keseluruhan.

Kegagalan pada *FIP* dapat menyebabkan penurunan daya, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang yang tidak terkendali. Perawatan preventif yang meliputi inspeksi rutin, penggantian komponen aus, dan kalibrasi sistem sangat disarankan untuk mencegah kerusakan pada *FIP*. Dengan demikian, perawatan yang tepat tidak hanya memperpanjang umur *FIP* tetapi juga memastikan kinerja optimal *DG* kapal.

2. Kualitas Bahan Bakar

Kualitas adalah derajat karakteristik yang melekat pada suatu produk atau layanan yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang telah ditetapkan. Dalam kerangka teknik kapal, kualitas berarti kesesuaian parameter bahan bakar terhadap spesifikasi mesin diesel dan standar regulasi. Bahan bakar adalah material kimia organik (minyak residu atau distilat) yang menyimpan energi melalui ikatan karbon-hidrogen dan melepaskannya melalui proses pembakaran untuk menghasilkan tenaga mekanik atau listrik.

Kualitas bahan bakar memainkan peran vital dalam kinerja mesin diesel kapal. Bahan bakar dengan kualitas rendah dapat mengandung kontaminan yang menyebabkan keausan pada komponen mesin, termasuk *FIP*. Menurut penelitian oleh (LABECKAS et al., 2019) penggunaan bahan bakar dengan kualitas rendah dapat menyebabkan keausan pada

pompa bahan bakar bertekanan tinggi. Studi ini menekankan pentingnya desain pompa yang dapat mengatasi tantangan dari bahan bakar berkualitas rendah untuk menjaga kinerja mesin.

3. Faktor Operasional *FIP*

Faktor adalah unsur atau variabel yang memengaruhi atau menentukan sifat dan perilaku suatu sistem operasi dalam hal ini adalah faktor yang memengaruhi kinerja *FIP*. Operasional merujuk pada seluruh kegiatan rutin dan kondisi kerja mesin selama beroperasi, termasuk parameter yang harus dipantau dan dikendalikan untuk menjaga performa optimal. Faktor operasional seperti tekanan injeksi, waktu injeksi, dan kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kinerja *FIP*. Variasi dalam faktor-faktor ini dapat menyebabkan ketidaksesuaian dalam proses pembakaran, yang berdampak pada efisiensi mesin dan emisi gas buang. Pemantauan dan penyesuaian faktor operasional secara *real-time* sangat penting untuk menjaga kinerja optimal *FIP*. Implementasi sistem kontrol yang canggih dapat membantu dalam mendeteksi dan mengatasi masalah sebelum terjadi kerusakan serius.

4. Kinerja *DG*

Kinerja secara umum adalah hasil kerja dalam kaitannya dengan kuantitas dan kualitas yang dicapai sesuai tanggung jawab dan beban tugas. Dalam konteks mesin, kinerja mencakup efisiensi, daya keluaran, stabilitas beban, dan keandalan. *DG* adalah perangkat yang terdiri dari mesin diesel (*internal combustion engine*) dan *alternator*, dihubungkan

pada satu poros, untuk mengonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik dan selanjutnya menjadi energi listrik.

Kinerja *DG* di kapal sangat bergantung pada kondisi mesin diesel dan sistem injeksinya. Efisiensi pembakaran, konsumsi bahan bakar, dan stabilitas output listrik merupakan indikator utama kinerja *DG*. Studi oleh (Ivan & Hanafie, 2025) analisis terhadap efektivitas dan efisiensi waktu perawatan *DG* menunjukkan bahwa perawatan yang tepat waktu dan terjadwal dapat meningkatkan kinerja dan mengurangi downtime. Perawatan rutin yang mencakup inspeksi sistem injeksi, penggantian *filter*, dan kalibrasi komponen sangat penting untuk memastikan *DG* beroperasi dengan efisiensi maksimal dan keandalan tinggi.

5. Kinerja Operasional Kapal

Operasional merujuk pada rangkaian kegiatan rutin dan prosedur yang dilakukan untuk menjalankan sistem atau organisasi sesuai tujuan dalam konteks kapal meliputi navigasi, manuver, *cargo handling*, pemeliharaan, dan kepatuhan regulasi. Kapal adalah unit angkut laut yang didesain untuk mengangkut barang atau penumpang, dilengkapi sistem propulsi, *ballast*, dan peralatan keselamatan sesuai *SOLAS* dan *MARPOL*.

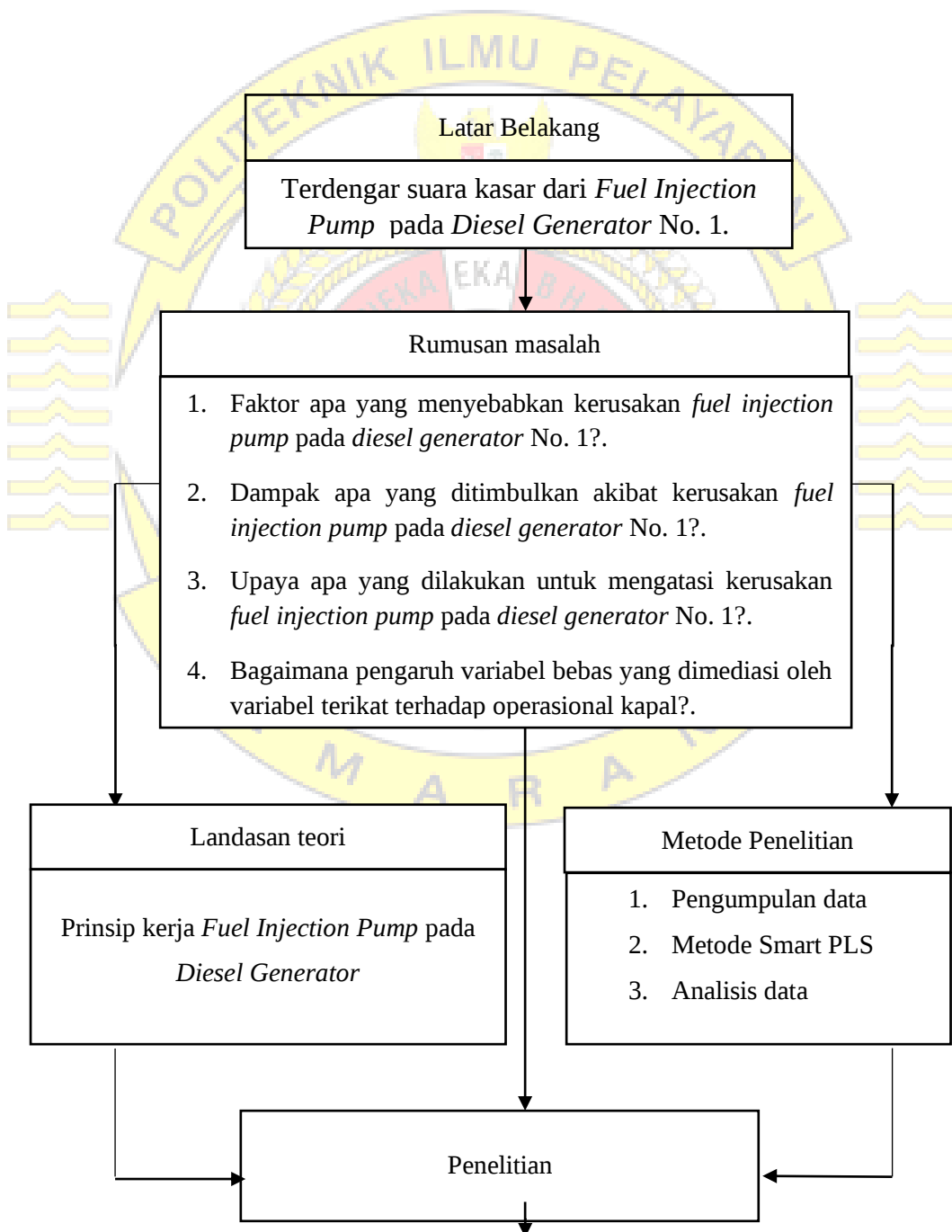
Kinerja operasional kapal mencakup efisiensi bahan bakar, kecepatan pelayaran, dan keandalan sistem propulsi. Semua aspek ini sangat dipengaruhi oleh kondisi mesin utama dan sistem injeksinya. Penelitian oleh (Dujmović et al., 2024) menunjukkan bahwa konfigurasi operasional kapal dapat mempengaruhi interval perawatan dan strategi

pemeliharaan komponen mesin, termasuk *FIP*. Studi ini menekankan pentingnya penyesuaian strategi perawatan berdasarkan kondisi operasional untuk menjaga keandalan sistem. Dengan demikian, integrasi antara strategi operasional dan perawatan mesin sangat penting untuk memastikan kinerja optimal kapal secara keseluruhan.

C. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian adalah struktur yang digunakan untuk merancang penelitian yang mencakup tujuan penelitian, tinjauan literatur, hipotesis, variabel penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data. Kerangka ini bertujuan untuk memberikan panduan yang sistematis dan terstruktur bagi peneliti dalam melaksanakan penelitian.

Peneliti menyusun kerangka berpikir dalam bentuk diagram yang menggambarkan konsep, teori, dan temuan penelitian terdahulu sebagai landasan pengembangan hipotesis. Kerangka berpikir tersebut memfokuskan proses pengumpulan data, dan memudahkan pemangku kepentingan memahami mekanisme penelitian secara menyeluruh. Selain itu, kerangka ini membantu peneliti mengidentifikasi variabel utama serta merumuskan permasalahan yang akan dianalisis, sehingga keseluruhan proses penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah. Berikut kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini.



Kinerja *Fuel Injection Pump* dapat bekerja dengan normal dan optimal.

Gambar 2.4 Kerangka berpikir

Sumber: Dokumentasi Peneliti (2025)

Penelitian ini dilatarbelakangi dari terdeteksinya suara kasar pada *FIP* Diesel Generator No. 1, yang kemudian dijadikan pijakan untuk merumuskan fokus kajian tentang penyebab kerusakan *FIP*, dampak kerusakan tersebut terhadap kinerja *DG* dan operasional kapal, upaya perbaikan atau penanganan kerusakan, serta pengaruh variabel bebas terhadap kinerja kapal yang dimediasi variabel terikat. Landasan teori difokuskan pada prinsip kerja *FIP* pada *DG*, sehingga setiap analisis didasarkan pada pemahaman tekanan bahan bakar dalam sistem injeksi. Metode penelitian meliputi pengumpulan data kondisi operasional dan kerusakan *FIP*, penerapan *Smart PLS* untuk memodelkan hubungan antar variabel, dan analisis data untuk menguji hipotesis model. Dari keseluruhan proses penelitian diharapkan diperoleh gambaran komprehensif mengenai faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan *FIP*, efektivitas tindakan perbaikan yang diterapkan, serta bagaimana perbaikan tersebut berdampak pada kinerja *FIP* yang normal dan optimal dalam mendukung operasional kapal.

D. Hipotesis

Hipotesis merupakan asumsi yang belum teruji dari analisis peneliti dan akan dibuktikan dalam penelitian. Uji hipotesis harus didasarkan pada teori dan landasan yang kuat, serta jawabannya. Berikut ni adalah hipotesis penelitian:

a. X_1 (Perawatan *FIP*) dan Y_1 (Kinerja *DG*)

a. H_0

X_1 tidak berpengaruh terhadap Y_1

(Perawatan *FIP* tidak berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

b. H_1

X_1 berpengaruh terhadap Y_1

(Perawatan *FIP* berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

b. X_2 (Bahan bakar) dan Y_1 (Kinerja *DG*)

a. H_0

X_2 tidak berpengaruh terhadap Y_1

(Bahan bakar tidak berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

b. H_1

X_2 berpengaruh terhadap Y_1

(Bahan bakar berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

c. X_3 (Operasional *FIP*) dan Y_1 (Kinerja *DG*)

a. H_0

X_3 tidak berpengaruh terhadap Y_1

(Operasional *FIP* tidak berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

b. H_1

X_3 berpengaruh terhadap Y_1

(Operasional *FIP* berpengaruh terhadap Kinerja *DG*).

d. Y_1 (Kinerja *DG*) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. H_0

Y_1 tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja *DG* tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

b. H_1

Y_1 berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja *DG* berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

e. X_1 (Perawatan *FIP*) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. H_0

X_1 tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Perawatan *FIP* tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

b. H_1

X_1 berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Perawatan *FIP* berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

f. X_2 (Bahan Bakar) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. H_0

X_2 tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Bahan Bakar tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

b. H_1

X_2 berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Bahan Bakar berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

g. X_3 (Operasional *FIP*) dan Y_2 (Operasional Kapal)

a. H_0

X_3 tidak berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Operasional *FIP* tidak berpengaruh terhadap Operasional Kapal).

b. H_1

X_3 berpengaruh terhadap Y_2

(Kinerja Operasional *FIP* berpengaruh terhadap Operasional Kapal).



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, Peneliti dapat menyimpulkan terkait Analisis kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101; Sebuah pendekatan campuran. Dalam bagian kesimpulan ini, penelitian yang dilakukan mengarah pada pendekatan campuran, data yang digunakan berupa hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisis smartPLS. Peneliti lebih dominan menggunakan metode kuantitatif yang didukung oleh penemuan di pangan untuk menguatkan pernyataan yang dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

1. Kerusakan *FIP* pada *DG* No. 1 di KM. Sabuk Nusantara 101 disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu akumulasi kontaminan dalam sistem bahan bakar dan kerusakan fisik pada *plunger FIP*. Kontaminan berupa air, sedimen, dan partikel halus ditemukan mengendap di tangki bahan bakar dan lolos ke dalam sistem injeksi. Selain itu, hasil pemeriksaan visual saat *overhaul* menunjukkan adanya goresan mikro pada *plunger*, yang mengindikasikan gesekan dengan partikel keras.
2. Dampak dari kerusakan *FIP* terhadap performa *DG* yang pertama, terjadinya kenaikan suhu gas buang yang signifikan akibat gangguan proses atomisasi bahan bakar, dari rata-rata 230 °C menjadi sekitar 285–290 °C pada beban normal. Kedua, tekanan injeksi bahan bakar menurun

drastis dari standar 190–200 bar menjadi hanya 155–165 bar.

3. Upaya perbaikan dilakukan secara menyeluruh melalui inspeksi dan drainase tangki bahan bakar secara rutin, serta penggantian *filter* sesuai jam kerja mesin. Komponen *plunger* yang rusak diganti dan dilumasi dengan pelumas khusus untuk mengurangi gesekan. *Injector* yang bermasalah juga diuji dan diganti untuk mengembalikan pengakabutan bahan bakar yang optimal. Setelah intervensi ini, tekanan *FIP* kembali stabil di 190–200 bar dan suhu gas buang turun di bawah 250 °C, menandakan pemulihan kinerja.
4. Pengaruh variabel bebas (perawatan dan perbaikan *FIP*, kualitas bahan bakar dan faktor operasional *FIP*) yang dimediasi oleh variabel terikat (kinerja *DG*, kinerja operasional kapal) adalah sebagai berikut.
 - a. Perawatan dan perbaikan *FIP* berpengaruh positif terhadap kinerja *DG* dengan nilai *path coefficient* 0,360 ($t = 3,287$; $p = 0,001$).
 - b. Kualitas bahan bakar berpengaruh positif terhadap kinerja *DG* dengan nilai *path coefficient* 0,236 ($t = 2,576$; $p = 0,010$).
 - c. Faktor operasional *FIP* berpengaruh positif terhadap kinerja *DG* dengan nilai *path coefficient* 0,365 ($t = 3,354$; $p = 0,001$).
 - d. Kinerja *DG* berpengaruh positif terhadap kinerja operasional kapal dengan nilai *path coefficient* 0,246 ($t = 2,176$; $p = 0,030$).
 - e. Perawatan dan perbaikan *FIP* berpengaruh positif terhadap kinerja operasional kapal dengan nilai *path coefficient* 0,247 ($t = 3,072$; $p = 0,002$).

- f. Kualitas bahan bakar berpengaruh positif terhadap kinerja operasional kapal dengan nilai *path coefficient* 0,292 ($t = 4,212$; $p < 0,001$).
- g. Faktor operasional *FIP* berpengaruh positif terhadap kinerja operasional kapal dengan nilai *path coefficient* 0,245 ($t = 2,293$; $p = 0,022$).

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kendala yang memengaruhi dan mengurangi hasil penelitian ini secara optimal. Batasan-batasan ini dapat digunakan sebagai referensi, panduan, atau sumber informasi bagi penelitian masa depan. Berikut ini adalah beberapa keterbatasan dalam penelitian.

1. Keterbatasan waktu selama praktek laut dalam penelitian, sehingga peneliti kurang menggali informasi terhadap penelitian.
2. Karena keterbatasan pengalaman peneliti dalam membuat dan menyusun laporan penelitian dapat berdampak pada kualitas hasil penelitian, maka sangat penting bagi peneliti untuk terus meningkatkan kemampuan agar dapat menghasilkan hasil terbaik di masa mendatang.
3. Proses yang panjang ini disebabkan oleh ketidakmampuan peneliti untuk menemukan responden yang sepenuhnya memahami pokok bahasan penelitian.

C. Saran

Berdasarkan temuan masalah yang telah terjadi dan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti saat praktek laut KM. Sabuk Nusantara 101, maka Peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut.

1. Melakukan Pengecekan Tanki Bahan Bakar dan Penggantian *Filter*

Penanganan awal dimulai dengan pengecekan tangki harian untuk memastikan kualitas bahan bakar sebelum masuk ke sistem injeksi. *Filter* pada *FIP* perlu diganti secara berkala apabila mencapai batas penggunaan agar kinerjanya tetap optimal. Setelah penggantian, dilakukan uji efisiensi penyaringan untuk memastikan bahwa *filter* baru mampu menahan endapan-endapan kotoran sebelum memasuki *FIP*.

2. Melakukan Penggantian Plunger *Fuel Injection Pump* dan *Injector*

Langkah paling kritis adalah penggantian komponen *plunger* dan pembersihan *throttle body*. Pembersihan *throttle body* dilakukan dengan teliti supaya aliran bahan bakar kembali optimal. Setiap penggantian *injector* baru dilakukam pengujian ulang untuk memastikan pembentukan kabut bahan bakar sesuai spesifikasi pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amora, J. T. (2021). Convergent validity assessment in PLS-SEM: A loadings-driven approach. *Data Analysis Perspectives Journal*, 2(1), 1–6.
- Anggita, E. D., Hoyyi, A., & Rusgiyono, A. (2019). ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELLING PENDEKATAN PARTIAL LEAST SQUARE DAN PENGELOMPOKAN DENGAN FINITE MIXTURE PLS (FIMIX-PLS) (Studi Kasus: Kemiskinan Rumah Tangga di Indonesia 2017) Esta. *Jurnal Gaussian* <Http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Gaussian> ANALISIS, 8, 35–45.
- Ashkezari, A. Z., Divsalar, K., Malmir, R., & Abbaspour, I. (2020). Emission and performance analysis of DI diesel engines fueled by biodiesel blends via CFD simulation of spray combustion and different spray breakup models: a numerical study. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 139(4), 2527–2539. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08922-1>
- Bacon engineering.com. (2025). *What Is Combustion Tuning and Why It Matters*.
- Badi'ah, A., Febriyanti, E., Pandie, F. R., & Guampe, F. A. (2022). *Metodologi Penelitian: Kuantitatif dan Kualitatif*. Pustaka Cendekia (A. Munandar, Ed.). CV. MEDIA SAINS INDONESIA.
- Baek, H. M., Jung, G. S., Vuong, Q. D., Lee, J. U., & Lee, J. W. (2023). Effect of Performance by Excessive Advanced Fuel Injection Timing on Marine Diesel Engine. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/app13169263>
- Bejger, A., & Drzewieniecki, J. B. (2019). The use of acoustic emission to diagnosis of fuel injection pumps of marine diesel engines. *Energies*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/en12244661>
- Binyamin, B., & Lim, O. (2023). Numerical Analysis of the Structural and Flow Rate Characteristics of the Fuel Injection Pump in a Marine Diesel Engine. *Sustainability (Switzerland)*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/su15118948>
- C. C. Pounder. (1955). Diesel Engine Principles and Practice. In *Philosophical Library*.
- Chandraa, M., Sukmaningsih, D. W., & Sriwardiningsih, E. (2024). The Impact of Live Streaming On Purchase Intention In Social Commerce In Indonesia. *Procedia Computer Science*, 234(2023), 987–995. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.088>
- Chau T. Vo, Tai T. Mai, Au H. Ho, & Long D. Tran. (2024). *Effects of injection pressures on diesel combustion characteristics at low temperature combustion conditions in a constant volume combustion chamber*.

- Cheung, G. W., Cooper-Thomas, H. D., Lau, R. S., & Wang, L. C. (2024). Reporting reliability, convergent and discriminant validity with structural equation modeling: A review and best-practice recommendations. In *Asia Pacific Journal of Management* (Vol. 41, Issue 2). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10490-023-09871-y>
- Chiavola, O., Palmieri, F., & Verdoliva, F. (2024). Characteristics of High-Pressure Injection Pump Operated with Renewable Fuel for Diesel Engines. *Energies*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/en17071656>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4th ed.
- Dash, G., & Paul, J. (2021). CB-SEM vs PLS-SEM methods for research in social sciences and technology forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 173(June), 121092. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121092>
- Drs. Daryanto. (2022). *Teknik Motor Diesel*.
- Dujmović, J., Glujić, D., Kralj, P., & Pelić, V. (2024). Impact of Operational Configuration Onboard a Drillship on Main Generator Engine Subcomponents Interval and Maintenance Strategies. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/jmse12030388>
- Grochowalska, J., Jaworski, P., Kapusta, Ł. J., & Kowalski, J. (2022). A new model of fuel spray shape at early stage of injection in a marine diesel engine. *International Journal of Numerical Methods for Heat and Fluid Flow*, 32(7), 2345–2359. <https://doi.org/10.1108/HFF-05-2021-0349>
- Hair, J., & Alamer, A. (2022). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Evaluation of Formative Measurement Models*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7_5
- Harahap, M. (2020). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif*.
- Harfizar, H., Wicaksono, M., Hakim, M. B., Wijaya, F. H., Saleh, T., & Sana, E. (2024). *View of Analyzing the Influence of Artificial Intelligence on Digital Innovation A SmartPLS Approach*.
- Hossan, D., Dato' Mansor, Z., & Jaharuddin, N. S. (2023). Research Population and Sampling in Quantitative Study. *International Journal of Business and Technopreneurship (IJBT)*, 13(3), 209–222. <https://doi.org/10.58915/ijbt.v13i3.263>

- Hu, Y., Yang, J., & Hu, N. (2021). Experimental study and optimization in the layouts and the structure of the high-pressure common-rail fuel injection system for a marine diesel engine. *International Journal of Engine Research*, 22(6), 1850–1871. <https://doi.org/10.1177/1468087420921610>
- Irwan, & Adam, K. (2020). Metode Partial Least Square (Pls) Dan Terapannya. *Teknosains*, 9(1), 53–68.
- Ivan, M., & Hanafie, A. (2025). Analysis of Effectiveness and Efficiency of Daihatsu De-18 Diesel Generator Maintenance Implementation Time on The Ship MV CSSC Gladstone. *Majority Science Journal*, 3(1), 41–46.
- Kamis, A. (2021). The SmartPLS Analyzes Approach in Validity and Reliability of Graduate Marketability Instrument. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(3), 829–841. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i3.791>
- Knežević, V., Stazić, L., Orović, J., & Pavin, Z. (2022). Optimisation of Reliability and Maintenance Plan of the High-Pressure Fuel Pump System on Marine Engine. *Polish Maritime Research*, 29(4), 97–104. <https://doi.org/10.2478/pomr-2022-0047>
- Kristianto, L., Wibowo, W., Astriawati, N., & Kristiawan, N. (2023). Perawatan Mesin Diesel Generator Pada Kapal KN . SAR SADEWA 231. *JOURNAL OF APPLIED MECHANICAL ENGINEERING AND RENEWABLE ENERGY (JAMERE)*, 3(2), 45–50.
- LABECKAS, G., SLAVINSKAS, S., MICKEVIČIUS, T., & KREIVAITIS, R. (2019). Tribological study of high-pressure fuel pump operating with ethanol-diesel fuel blends. *Combustion Engines*, 177(2), 132–135. <https://doi.org/10.19206/ce-2019-223>
- Mondal, P. K., & Mandal, B. K. (2024). Effect of fuel injection pressure on the performances of a CI engine using water-emulsified diesel (WED) as a fuel. *Energy, Sustainability and Society*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00442-7>
- Moscato, J. (2023). Evaluating Organizational Performance Using SmartPLS: A Management Perspective. *APTISI Transactions on Management (ATM)*, 7(3), 273–281. <https://doi.org/10.33050/atm.v7i3.2144>
- Pavin, Z., Knežević, V., Orović, J., & Valčić, M. (2023). Impact of Late and Early Fuel Injection on Main Engine Efficiency and Exhaust Gas Emissions. *TransNav*, 17(1), 177–181. <https://doi.org/10.12716/1001.17.01.19>
- Pham, V. C., Le, V. V., Yeo, S., Choi, J. H., & Lee, W. J. (2022). Effects of the Injector Spray Angle on Combustion and Emissions of a 4-Stroke Natural

- Gas-Diesel DF Marine Engine. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/app122311886>
- Protsenko, V., Babiy, M., Nastasenکو, V., & Protasov, R. (2021). Marine diesel high pressure fuel pump driving failure analysis. *Strojnicky Casopis*, 71(2), 213–220. <https://doi.org/10.2478/scjme-2021-0031>
- Ramachander, J., Gugulothu, S. K., Sastry, G. R., & Bhskەر, B. (2022). An experimental assessment on the influence of high fuel injection pressure with ternary fuel (diesel–mahua methyl ester–pentanol) on performance, combustion, and emission characteristics of common rail direct injection diesel engine. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1), 119–132. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13909-3>
- Riyanto, April Gunawan Malau, Mudakhir, Y. M. F. (2022). Analisis Kerusakan Plunger Barrel Terhadap Kinerja Fuel Oil Injection Pump Pada Generator Kapal Mt. Vijayanti. *Dianasti Research*, 4, 176–185. <Http://Repository.Stipjakarta.Ac.Id/Bitstr>, 4, 176–185.
- Rofiqoh, I., & Zulhawati, Z. (2020). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatis Dan Campuran. *Pustaka Pelajar*, 1, 10–27.
- Santoso, N. P. L., Sunarjo, R. A., & Fadli, I. S. (2023). Analyzing the Factors Influencing the Success of Business Incubation Programs: A SmartPLS Approach. *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, 5(1), 60–71. <https://doi.org/10.34306/ajri.v5i1.985>
- Sariffudin, Widada, H., & A. Hase, M. F. (2021). Analisis Menurunnya Kinerja Injektor terhadap Proses Pembakaran Motor Diesel di Kapal. *Journal Marine Inside*, 3(December), 31–42. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v3i2.32>
- Shi, Q., Hu, Y., & Yan, G. (2023). Fault Diagnosis of ME Marine Diesel Engine Fuel Injector with Novel IRCMDE Method. *Polish Maritime Research*, 30(3), 96–110. <https://doi.org/10.2478/pomr-2023-0043>
- Sinarjoan, S., & Belawan, A. M. (2023). Analisa Kerusakan Fuel Oil Circulation Pump Pada Mesin Induk Di Kapal. *Jurnal Penelitian Samudra*, 1, 70–72.
- Soraya, H. (2022). *Teknologi Motor Diesel*.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Menentukan Populasi dan Sampel : Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif Menentukan Populasi dan Sampel : Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4). <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i4.2657>
- Sudarmanta, B., Mahanggi, A. A. K., Yuvenda, D., & Soebagyo, H. (2020). Optimization of injection pressure and injection timing on fuel sprays, engine performances and emissions on a developed DI 20c biodiesel engine

- prototype. *International Journal of Heat and Technology*, 38(4), 827–838.
<https://doi.org/10.18280/ijht.380408>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (Edisi ke-2)* (2nd ed.). alfabeta.
- Syahputra. Dufan Willy, Wahyuningsih. S. (2023). Analisis Gangguan dan Perawatan pada Mesin Diesel generator di KM. Egon. *Journal of Business Technology and Economics*, 1(1), 1–7.
- Tunru, A. A., Ilahi, R., & Hikmah, N. (2023). Analisis Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pendidikan Jasmani Di SDN 027 Samarinda Ulu Kota Samarinda. *Jurnal Pendidikan IPS*, 4(2), 53–60.
- United Tractors. (2011). *Basic Diesel Engine*.
- Wang, G., Yu, W., Yu, Z., & Li, X. (2022). Study on Characteristics Optimization of Combustion and Fuel Injection of Marine Diesel Engine. *Atmosphere*, 13(8), 1–24. <https://doi.org/10.3390/atmos13081301>
- Xia, J., Huang, Z., Xu, L., Ju, D., & Lu, X. (2019). Experimental study on spray and atomization characteristics under subcritical, transcritical and supercritical conditions of marine diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 195(May), 958–971.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.05.080>
- Zhu, H. (2023). Significant impacts of injection parameters on marine diesel engines. *Applied and Computational Engineering*, 11(1), 149–159.
<https://doi.org/10.54254/2755-2721/11/20230224>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Teks Wawancara dengan Kepala Kamar Mesin (KKM)

Nama : Hermawan Ari Wibowo

Jabatan : Kepala Kamar Mesin

Kapal : KM. Sabuk Nusantara 101

Peneliti : Selamat pagi Chief, terima kasih atas waktunya. Saya ingin mengajukan beberapa pertanyaan terkait penelitian saya Chief.

KKM : Baik det, Silahkan.

Peneliti : Baik Chief. Terimakasih, Pertanyaan pertama. Dari sudut pandang manajemen teknis kapal, faktor apa saja yang menurut Anda paling dominan menyebabkan kerusakan FIP pada DG No. 1?

KKM : Dua faktor paling dominan adalah akumulasi kontaminan di sistem bahan bakar termasuk air dan partikel halus yang lolos filter dan sering kami temukan lumpur dan air di dasar tangki ketika sedang pengecekan serta kerusakan fisik pada plunger FIP seperti goresan akibat abrasi partikel keras. Kontaminan memicu aus mikro pada plunger, sedangkan goresan itu sendiri mengganggu sealing dan menurunkan tekanan injeksi.

Peneliti : Pertanyaan kedua. Bagaimana dampak kerusakan FIP pada performa DG secara umum dan pada efisiensi operasional kapal?

KKM : Dampaknya terasa pada penurunan tekanan pompa, dari normal 190–200 bar turun ke kisaran 160 bar, sehingga mesin tersendat dan suara operasi menjadi kasar. Selain itu, suhu gas buang naik hingga mendekati 285–290 °C pada beban normal, yang menurunkan efisiensi termal dan meningkatkan konsumsi bahan bakar berimbas pada durasi pelayaran dan biaya operasional kapal.

Peneliti : Strategi kebijakan apa yang sudah Anda terapkan untuk mencegah dan mengatasi kerusakan FIP?

KKM : Kami menerapkan prosedur drainase harian tangki bahan bakar dan back-flush filter secara berkala, plus penggantian filter sesuai running hours. Setiap ada gejala peningkatan sedimen, filter utama kami ganti untuk mencegah kontaminan masuk ke FIP. Selain itu, overhaul FIP kami jadwalkan setiap 500 jam operasional sebagai preventive maintenance.

Peneliti : Pertanyaan terakhir. Menurut Chief, bagaimana interaksi antara perawatan, kualitas bahan bakar, dan faktor operasional FIP yang dimediasi kinerja DG memengaruhi kinerja operasional kapal?

KKM : perawatan intensif mulai dari inspeksi visual, pembersihan plunger, hingga penggantian komponen aus menjaga kestabilan tekanan injeksi pada 190–200 bar. Bila ini didukung bahan bakar bersih, fluktuasi RPM dapat diminimalkan, suhu gas buang terjaga di bawah 250 °C, akhirnya DG jarang demam dan suplai listrik stabil. Kondisi demikian langsung memfasilitasi kelancaran bongkar muat, mengurangi risiko blackout, dan memastikan ETA/ETD tepat waktu.

Peneliti : Terima kasih atas penjelasannya Chief. Informasi ini sangat membantu dalam penelitian Saya.

KKM : Sama-sama det.

Cadet

KKM

(Ida Bagus Rama Suarbawa)

(Hermawan Ari Wibowo)

Lampiran 2 Teks Wawancara dengan Masinis II

Nama : Andung Fido Fendi Ria

Jabatan : Masinis II

Kapal : KM. Sabuk Nusantara 101

Peneliti : Selamat siang Bass. Bagaimana kabarnya? Semoga selalu dalam keadaan sehat. Mohon izin saya ingin menanyakan terkait detail penyebab kerusakan FIP pada DG di kapal.

Masinis II : Siang det, alhamdulillah sehat. Oke silahkan tanyakan saja senang bisa membantu.

Peneliti : Baik terimakasih Bas. Pertanyaan pertama, Berdasarkan pengalaman sehari-hari sebagai penanggung jawab DG No. 1, faktor operasional mana yang sering Anda identifikasi sebagai penyebab kerusakan FIP?

Masinis II : Yang paling sering kami lihat adalah kualitas bahan bakar yang bervariasi terutama adanya air dan sedimen. Saat filter utama jenuh, partikel itu terhisap dan menggores plunger, mempercepat keausan kemudian saat kami buka FIP, terlihat beberapa goresan kecil. Hal itu menandakan partikel keras sempat lewat dan mengikis plunger.. Fluktuasi beban operasi juga bisa memicu kavitasi, tapi kontaminasi lebih dominan.

Peneliti : Kemudian pertanyaan yang kedua. Apa saja gejala dan dampak teknis yang Anda amati di lapangan ketika FIP mulai bermasalah?

Masinis II : Gejalanya mulai dari turunnya tekanan pompa kadang hanya 160 bar padahal ideal di atas 190 bar lalu suara mesin jadi lebih kasar, RPM tidak stabil, dan suhu gas buang melonjak hingga hampir 290 °C pada beban 70–75 %. Begitu kontaminan menumpuk dan menyumbat *injector*, suhu gas buang langsung melonjak, kami sempat lihat 290 °C padahal beban hanya 70 %. Hal ini bikin konsumsi bahan bakar naik dan seringkali harus menurunkan beban DG.

Peneliti : Langkah-langkah pemeliharaan atau perbaikan apa yang rutin Anda lakukan untuk menangani kerusakan FIP?

Masinis II : Setiap selesai shift, kami buka fuel drain cock untuk mengeluarkan air dan lumpur dari tangki harian. *Plunger* yang mengalami kerusakan kemudian diganti dengan komponen baru; sebelum pemasangan, *plunger* baru dilumasi dengan pelumas khusus guna mengoptimalkan kinerja serta mengurangi gesekan selama proses operasional.

Peneliti : Pertanyaan terakhir. Bagaimana perubahan kondisi FIP setelah tindakan perbaikan memengaruhi kinerja DG dan kelancaran operasional kapal?

Masinis II : Setelah perbaikan, tekanan injeksi kembali stabil di 190–200 bar, suara mesin halus, dan suhu gas buang turun di bawah 250 °C. DG kembali bisa bekerja pada beban desain, listrik kapal lancar, dan gangguan operasional sangat minim.

Peneliti : Terima kasih atas waktu luang nya Bas. Informasi ini akan sangat membantu penyusunan penelitian saya.

Masinis II : Sama-sama det.

Cadet

Masinis II

(Ida Bagus Rama Suarbawa)

(Andung Fido Fendi Ria)

Lampiran 3 Teks Wawancara dengan Masinis III

Nama : Werpianus Pale

Jabatan : Masinis III

Kapal : KM. Sabuk Nusantara 101

Peneliti : Selamat pagi Bas, terimakasih atas waktu yang sudah diluangkan, izin untuk mengajukan beberapa pertanyaan terkait kerusakan FIP pada DG untuk membantu penelitian saya Bas.

Masinis III : Pagi det, baik silahkan ajukan pertanyaanya.

Peneliti : Terima kasih Bas. Pertama, dalam praktik operasional, bagaimana prosedur pengecekan dan pembersihan FIP yang Anda jalankan?

Masinis III : Kami mulai dengan pengecekan tekanan injeksi harian menggunakan pressure gauge. Kemudian, saat overhaul mingguan, plunger dan barrel dilepas, direndam solar, disikat, dan disemprot udara bertekanan. Seluruh komponen diperiksa visual untuk mendeteksi goresan atau deformasi.

Peneliti : Pertanyaan kedua. Hambatan teknis apa saja yang sering Anda temui saat melakukan pembersihan atau penggantian komponen FIP?

Masinis III : Hambatannya biasanya akses ruang sempit di head FIP; bautnya juga sering macet karena kerak. Selain itu, partikel sedimen yang sangat halus sulit dibersihkan sepenuhnya tanpa peralatan canggih dan kami masih bergantung pada manual brushing. Saat pompa sudah bermasalah, tekanan hanya di kisaran 160 bar, padahal idealnya di atas 190 bar. Mesin jadi tersendat dan suara kasar makin terdengar.

Peneliti : Pertanyaan terakhir. Upaya inovasi apa yang pernah Anda terapkan untuk memperbaiki efektivitas perawatan FIP?

Masinis III : Saya pernah mencoba pre-filter tambahan dengan mesh lebih halus sebelum fuel filter utama, dan menambahkan jadwal back-flush setiap 100 jam. Ini cukup efektif menurunkan beban

kontaminan ke FIP. Ke depannya saya rekomendasikan penggunaan filter ultrasonik untuk pembersihan lebih menyeluruh.

Peneliti : Terimakasih Bas atas informasi yang sudah diberikan, tentunya hal ini sangat membantu penelitian saya.

Masinis III : Oke, det. Sama-sama



Lampiran 4 *Ship's Particular* KM. Sabuk Nusantara 101

Lampiran		: Surat Izin Usaha Perusahaan Angkutan Laut	
Nomor		: B XXV-351/AL.58	
Tanggal		: 29 Juli 2003	
Nomor Spesifikasi Kapal		: AL.005/2000/14661/23	
		03 Januari 2023	

SPESIFIKASI KAPAL YANG DIOPERASIKAN OLEH PERUSAHAAN ANGKUTAN LAUT
PT. LUAS LINE

1. Nama Kapal	: SABUK NUSANTARA 101		
2. Nama Pendaftaran	: 2017 Ka No. 7876/L		
3. Grosse Akte Nomor	: 7876		
4. Dikeluarkan Oleh	: TANJUNG PERAK		
5. Tanda Selar	: GT. 1258 No. 3156/Ka		
6. Pemilik Kapal	: DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT, KEMENTERIAN PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA		
7. Nama Panggilan (Call Sign)	: YBWA2		
8. Nama Galangan / Tahun Pembuatan	: Surabaya / 2015		
9. Bendera	: ID	Konstruksi	: BAJA
10. Dikelaskan Pada	: -	Kode Kelas	: -
	Daerah Pelayaran	: Lokal	
11. Type Kapal	: Cargo Passenger		
12. Ukuran Pokok	:		
a. Panjang kapal seluruhnya (LOA)	: 62.8 meter		
b. Panjang antara garis tegak (LBP)	: 58.18 meter		
c. Lebar Kapal	: 12 meter		
d. Dalam (h)	: 4 meter		
e. Draft Kapal	:		
1. Sarat musim panas (Summer Draft)	: 2.69 meter		
2. Sarat musim dingin (Winter Draft)	: 0 meter		
3. Draft pada air tawar	: 2.75 meter		
4. Sarat Tropik (Tropical Draft)	: - meter		
f. Isi Kotor (GT)	: 1258	NT	: 434
g. Bobot Mati	: 434 ton	Kapasitas Muat	: 50
h. Kapasitas	:		
1. Penumpang	: 0 orang		
2. Mobil/Truck	: 0 unit		
3. Kontainer	: 0 teus		
4. Grain Space	: 0 ton		
5. Bale Space	: 0		
13. Jumlah Awak Kapal (Crew)	: 20 orang		
14. Jumlah Palka	: -		
15. Crane Kapal (Derrick)	:		
a. Jumlah	: 1 unit		
b. Kapasitas Angkat	: 5 ton		
16. Mesin Induk	:	Mesin Bantu	:
a. Merk	: 2 BUAH DIESEL YANMAR, 6EY17W, 2 X 1138 HP, 1450 RPM	a. Merk	: 3 BUAH DONGFENG CUMMINS, 6CTA8.3 - GM155, 3 X 211 HP
b. Tahun	: 2016	b. Tahun	: 2016
c. Nomor	: 0672 0673	c. Nomor	: 0
17. Kecepatan / Speed	:		
a. Maksimum	: 12 knot		
b. Normal	: 11 knot		
c. Ekonomis	: 10 knot		
18. Bahan Bakar	:		
a. Jenis Bahan Bakar yang digunakan	: HSD		
b. Kebutuhan Bahan Bakar per hari (dalam	: 7.5 ton		

Jakarta, 03 Januari 2023

Kapal Milik DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT, KEMENTERIAN PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA Dioperasikan oleh PT. LUAS LINE
Spesifikasi Kapal Ini Bertaku s.d. Tanggal 03 Januari 2024

AN. DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
DIREKTUR LALU LINTAS DAN ANGKUTAN LAUT
U.b
KASUBDIT PENGEMBANGAN USAHA DAN ANGKUTAN LAUT




Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 5 Crew List KM. Sabuk Nusantara 101

CREW LIST									
Nama Kapal : KM SABUK NUSANTARA 101 Jenis : Kapal Perumpong									
NO.	NAMA AWAK KAPAL	JABATAN	NOMOR PKL	BUKU PELAUT		SERTIFIKAT KEMAHJUAN		Lewoleba Baranusa	B S T
				NOMOR	BERLAKU SD	TINGKATAN	N O M O R		
01	Budi Yeni Soesanto	Nakhoda	PK.3053608K5OP MRE-20	F.104945	18/12/2024	ANT III	6201011990011121		
02	Suburhati Lase	Mualim I	PK.3050719K5OP MRE-21	F.243240	31/07/2028	ANT III	6201037472010623		
03	Arief Perdana Putra	Mualim II	PK.3051706K5OP MRE-18	F.243221	31/03/2025	ANT III	6202114329010518		
04	Rizal Nur Wahidin	Mualim III	113LL-8BYVIL-22	G.127004	09/05/2025	ANT III	6211535833010520		
05	Hermawan Ari Wibowo	KKM	PK.3053403K5OP MRE-19	H.038392	04/08/2025	ATT III	6200152022010318		
06	Andung Fido Fendi Ria	Masinis I	PK.3052008K5OP MRE-19	F.308371	17/01/2025	ATT III	6201176363010518		
07	Wempianus Pale	Masinis II	PK.3054104K5OP MRE-21	G.006335	09/09/2023	ATT IV	62011558317010522		
08	Taspirul Priyanto	Masinis IV	184LL-HRD-8BYVIL-21	E.076421	24/11/2025	ATT III	6211553261010522		
09	Man Katihio	Serang	PK.3053608K5OP MRE-18	F.268035	27/08/2024	Able	6200504566010522		
10	Mardi Viky Asfani Toy	Juru Mudi I	PK.3051706K5OP MRE-18	F.245187	01/07/2024	Raling Deck	6201339812014319		
11	Muh. Ogi Al Jabbar	Juru Mudi II	AL.5241013K5OP MCF-23	F.065289	11/12/2024	Raling Deck	6211722128010422		
12	Muhammad Asran	Juru Mudi III	PK.059LL-HRD-8BYVIL-22	G.025302	09/06/2024	Raling Deck	6212115031300523		
13	Romanus Chandra Triputra	Mandor	PK.3053403K5OP MRE-18	H.051384	06/03/2026	ATT V	6212115030013621		
14	M. Alfredo Galuh Iwanedy	Juru Minyak I	PK.4655802K5OP MRE-21	F.180308	23/11/2023	Raling Engine	6211535051850210		
15	Irwani Jayadi Putra	Juru minyak II	068-HRD-LL-8BYVIL-22	F.118340	26/03/2025	Raling Engine	621183007386521		
16	Muhammad Vickial Sidiq	Kelasi I	PK.524109K5OP MCF-22	H.072831	09/09/2025	BST	6211809081010518		
17	Yakobus Invan Stenlin Masang	Kelasi II	184LL-HRD-8BYVIL-22	H.072591	18/08/2025	BST	6211817742010619		
18	Anton Wirayuda	Kelasi III	AL.5241613K5OP MCF-23	G.031155	22/10/2023	Raling Deck	6212239492018922		
19	Subahan Sarif	Wiper	050-HRD-LL-8BYVIL-22	G.025408	09/05/2024	BST	6211942753010519		
20	Muhammad Novianto	Pelayan	AL.5241109K5OP MCF-23	H.056909	04/11/2025	BST	6212256312010322		
21	Ida Bagus Rama Suarba	Kadet Mezin		I.008421	01/03/2026	BST	6212251190010322		

Bekasring, 24 Agustus 2023



BUDI YENI SOESANTO

Jumlah Crew Termasuk Nakhoda Dan Cadet 20 Orang

Menggetahi Syahbandar Bekasring



3.4 Specifications

3.4.1 Diesel Model Specifications

TABLE 2. DIESEL MODEL SPECIFICATIONS DCEC 6CT8.3-GM115

GENERATOR SET CONTROL: Integrated Microprocessor-Based Engine and Generator Control	
GENERATOR: Single-Bearing, 4-Pole Rotating Field, 1800 RPM	
Power (@1.0 power factor)	10,000 Watts ¹
Frequency	60 Hz
Voltage	120/240 Volts
Number of Phases	1
Current	41.7 Amps
Line Circuit Breaker	2-pole, 45 Amp
FUEL CONSUMPTION:	
No Load	1.2 l/h (0.33 gph)
Half Load	2.0 l/h (0.54 gph)
Full Load	3.0 l/h (0.78 gph)
ENGINE: 6-Cylinder In-Line, Water-Cooled, Indirect-Injection (IDI), 4-Stroke Cycle Diesel	
Bore	83 mm (3.27 in)
Stroke	92.4 mm (3.64 in)
Displacement	8 300 cm ³ (8.3 L)
Compression Ratio	23.0:1
Fuel Injection Timing (BTDC)	14.25°
Firing Order	1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4
Fuel Nozzle Injection Pressure	19 MPa – 20 MPa
Cylinder Compression Test	2.55 MPa (370 psi) minimum
Valve Lash: Intake and Exhaust (cold)	0.18 to 0.22 mm (0.0071 to 0.0087 in)
Oil Capacity	5.6 liters (5.9 qt)
Cooling System Capacity	6.2 liters (6.6 qt)
DC SYSTEM:	
Nominal Battery Voltage	12 Volts
Minimum Battery Capacity CCA (Cold Cranking Amps)	475 Amps down to –17 °C (0 °F) 650 Amps down to –29 °C (–20 °F)
Battery Recharging	Installer must provide

Lampiran 7 Jadwal PMS penggantian filter

5.1 List of Periodic Inspections

Daily and periodic inspection are important to keep the engine in its best condition. The following is a summary of inspection and servicing items by inspection interval. Periodic inspection intervals vary depending on the uses, loads, fuels and lube oils used and handling conditions, and are hard to establish definitively. The following should be treated only as a general standard. Schedule your own periodic inspection plan according to the operational conditions of your engine and inspect every item. Neglecting periodic inspection leads to engine troubles and shortens the life of the engine.

○:Check ⊗:Replace ●:Consult local dealer

Item	Content	Daily	Interval term			
			Every 50hrs	Every 250hrs (1 yr.)	Every 500hrs (2 yrs.)	Every 1,000hrs (4 yrs.)
Fuel oil	Check & supply of oil to the tank	○				
	Drain the fuel tank		○			
	Drain the fuel filter		○			
	Replace the fuel filter element			⊗		
Engine Lube oil	Check the quantity of lube oil	○				
	Replace the lube oil		1st time⊗	2nd time & after⊗		
	Replace the lube oil filter element		1st time⊗	2nd time & after⊗		
	Clean the engine oil cooler					●
Marine gear Lube oil	Check the quantity of lube oil	○				
	Replace the lube oil		1st time⊗	2nd time ⊗		3rd time & after⊗
	Wash the lube oil filter		1st time○	2nd time○		3rd time & after○
	Clean the oil cooler					●
Fresh cooling water system	Check & supply of cooling water tank	○				
	Replace the fresh cooling water			⊗		
	Clean & check the cooling water passage					●
Seawater cooling water system	Check the seawater outlet and discharge	○				
	Check & replace the impeller of seawater pump					●
	Clean & check the seawater passage					●
Piping	Check & replace fuel oil pipe, cooling water pipe	○				●
	Replace mixing elbow.	○				●
Electrical equipment	Check the alarm lamps & devices	○				
	Check & supply electrolyte in battery		○			
Belt	Adjusting the V-belt tension			○		
Remote control handle	Check the remote control operation & grease	○				
	Adjusting the remote control cable			○		
Intake and exhaust system	Wash turbocharger blower			○		
	Adjust the intake and exhaust valve clearance				●	
	Lapping the intake and exhaust valve					●
Fuel injection	Check & adjust the fuel injection pressure & atomizing condition				●	
	Check & adjust the fuel injection timing					●

Lampiran 8 Quisioner SmartPLS

13.13
WhatsApp

Formulir Kerusakan Fuel Injection Pump

Dalam rangka penyelesaian Skripsi Saya, Ida Bagus Rama Suarbawa bermaksud melakukan penelitian ilmiah untuk penyusunan skripsi dengan judul "Analisis kerusakan *Fuel Injection Pump* pada *Diesel Generator No. 1* di KM. Sabuk Nusantara 101: sebuah pendekatan campuran". Sehubungan dengan hal ini Saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/I untuk meluangkan waktunya sejenak untuk mengisi beberapa pertanyaan pada kuesioner ini. Atas perhatian dan kerja samanya, saya ucapkan terimakasih.

faisalbayu00015@gmail.com [Ganti akun](#)

Tidak dibagikan

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

NAMA *

Jawaban Anda

Minta akses pengeditan

docs.google.com

Formulir tanpa judul

Pertanyaan Jawaban 53 Setelan

PETUNJUK PENGISIAN

1 = Sangat tidak setuju
2 = Tidak setuju
3 = Netral
4 = Setuju
5 = Sangat setuju

B I U

1. Melakukan pembersihan plunger dengan metode perendaman solar, penyikatan, penyemprotan udara bertekanan, dan pembersihan manual.

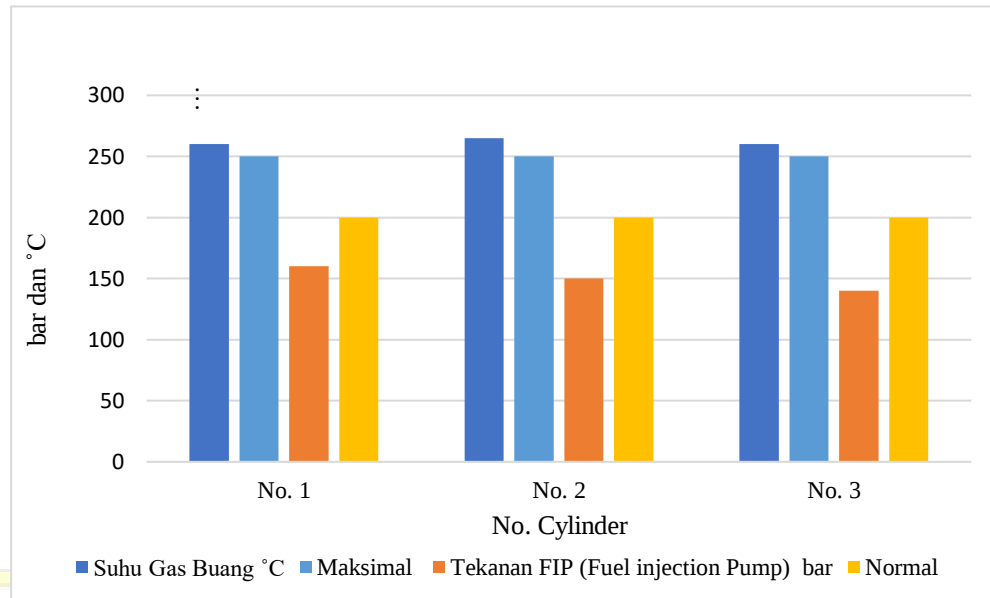
Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Quisioner

NO.	NAMA	KELANT	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4
1	LEGAN ALI MUSTARIT	T7A	582111228062	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	MUHAMMADAURICK	T7A	582111228068	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	NUGROHO AJI SAPUJI	T7A	582111228044	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5
4	LEONARDO ACRUX	T7A	582111228039	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	Nadhif Fadhiansyah	T7A	582111228043	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	3	3	5	4	4	3	4	4
6	EDGAR WIRA CELES	T7A	582111228060	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	5	3	5
7	KEVIN EGGY PASTRA	T7A	582111228037	4	5	3	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3	5	4	3	5	5
8	Bagas Prasetyo	T7A	582111228058	5	4	5	5	5	4	3	5	3	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4
9	RICO SEPTIAN PRIAN	T7A	582111228048	5	5	5	5	5	1	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	1	1	5
10	Ksatria Mukti Darmawa	T7A	582111228028	4	5	5	4	4	2	4	5	4	5	4	3	4	5	4	5	5	4	4
11	SATRIA ADHI PRAKTI	T7A	582111228049	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
12	ROMZI NAUFAL MUSIT	T7A	582111228048	4	5	5	5	4	3	4	5	4	3	3	5	3	4	5	3	4	5	4
13	Dylan Adityo Nugroho	T7A	582111228036	4	4	5	4	4	4	3	5	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4	4
14	MIKHAEL HUTAGULU	T7A	582111228064	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	3	4	3	3	4
15	ARDIAN YUSUF	T7B	582111238270	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5
16	ZULFAN ALIF FIRDAU	T7B	582111238091	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4
17	KAILEE KURNIANTO	T7B	582111238274	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	M. RIGEL SADDAM AL	T7A	582111228063	3	5	4	5	3	3	5	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	5
19	DHIVA SUKMA ARDH	T7B	582111238271	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	5	3	4	3	2	4	5
20	KRISNA MAHA PERDI	T7B	582111238099	5	4	4	4	5	4	4	4	5	3	3	5	5	3	4	5	4	4	5
21	MUHAMAD FARKHAN	T7A	582111228070	4	3	4	5	5	3	4	3	5	4	3	5	5	4	4	3	4	4	5
22	ANDIKA FRENDI ARI	T7B	581911237310	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3
23	ADI LAKSONO	T7B	582111238268	4	5	4	5	3	4	3	4	5	4	5	3	4	4	4	5	3	4	3
24	BAYU AJI PAMUNGKA	T7A	582111228035	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3
25	shellynova hukawa	T7B	582111238089	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
26	AHMAD ALFITHO ANCT	T7B	582111238269	5	4	4	3	3	4	5	5	4	5	4	3	4	5	3	4	4	5	3
27	MUHAMMAD NAUFAL	T7A	582111228071	4	5	4	3	5	5	4	3	3	4	4	5	3	5	4	4	5	4	5
28	WENDY PUTRA TEGA	T7B	582111238104	4	4	5	4	3	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	3	5	4	5
29	GANAN MURAI GUSTI	T7B	582111238098	5	3	4	3	5	4	3	4	5	3	5	4	5	3	4	3	4	4	5
30	AGUNG RIYADI PRAT	T7B	582111238277	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
31	BADLI IDO SIBARAN	T7A	582111228060	3	4	5	5	4	5	5	4	3	4	2	1	3	4	3	4	5	4	5
32	ARDHA RAMADHANI	T7A	582111228034	4	4	3	5	4	5	4	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4
33	FIRMANSYAH UMAR	T7B	582111217991	3	3	4	3	4	4	5	4	4	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3
34	MUHAMMAD YAFI AN	T7A	582111228074	5	4	4	5	3	3	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	3
35	MUHAMMAD AKBAR	T7A	582111228041	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	5
36	Muhammad Aulia Fahri	T7A	582111228067	4	5	4	4	3	5	4	5	4	4	3	3	5	4	5	4	4	4	5
37	FAIZAL PUTRA PRAD	T7B	582111238097	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
38	EDGAR DWI BADRIK	T7B	582111238095	5	5	2	3	4	2	4	4	4	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3
39	MUHAMMAD TAUFIQ	T7B	582111238101	3	4	4	4	3	2	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4
40	MUHAMMAD AHNIS B	T7B	582111238275	4	5	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
41	DENI HUSEIN WICAK	T7B	582111238279	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	5	5	4	4	5	3
42	FATTAH ARRASYID	T7B	582111238079	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
43	BRYAN ARYA PUTRA	T7B	582111218021	5	5	5	5	5	4	3	3	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4
44	EKA CANDRA WIJAY	T7B	582111238096	4	3	3	2	3	4	5	4	3	3	4	2	2	2	3	4	4	3	5
45	NABIL NURRUSADI	T7B	582111238266	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
46	AGUNG DWI NUGROH	T7A	582111228055	4	4	3	5	3	2	4	4	3	4	1	4	2	5	3	3	4	3	4
47	FAUZAN FADHLUR R	T7A	582111228061	4	5	3	4	3	2	4	3	3	5	2	3	5	2	3	4	3	5	3
48	Prima Yaswidi	T7A	582111228045	3	4	4	2	3	3	2	2	3	3	3	1	4	2	5	2	3	4	2
49	sunya putra ardiansyah	T7A	582111228050	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
50	RIZKI SATRIA	T7A	582111228047	5	3	4	5	5	4	5	3	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	3
51	DZAKI FATIH MAULAN	T7B	582111218015	4	5	4	5	4	1	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4
52	HARYUDHANTO GIGI	T7B	582111238273	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4
53	MOHAMMAD DEDE YI	T7B	582111238085	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	4	3	5

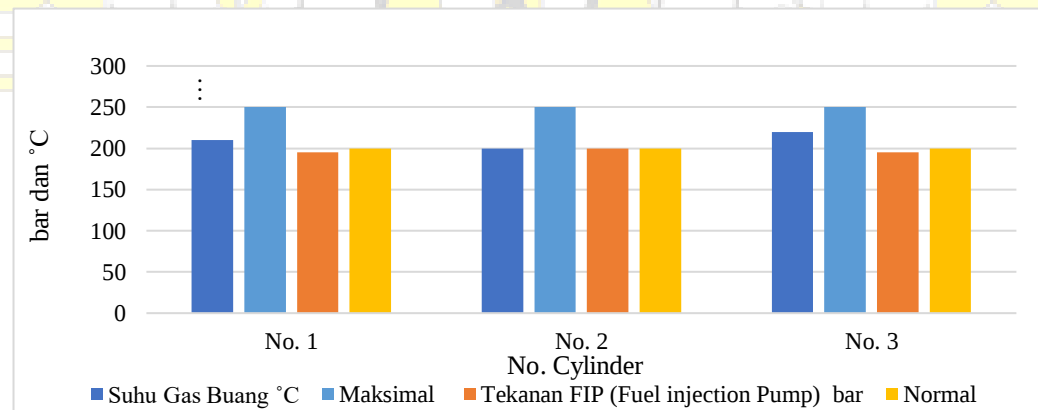
JUMLAH 222 226 218 223 214 201 215 218 213 209 201 194 213 213 212 213 210 217 229 218
RATA-RATA 4.19 4.26 4.11 4.21 4.04 3.79 4.06 4.11 4.02 3.94 3.79 3.66 4.02 4.02 4 4.02 3.96 4.09 4.32 4.11

Lampiran 9 Kondisi paramter diesel generator

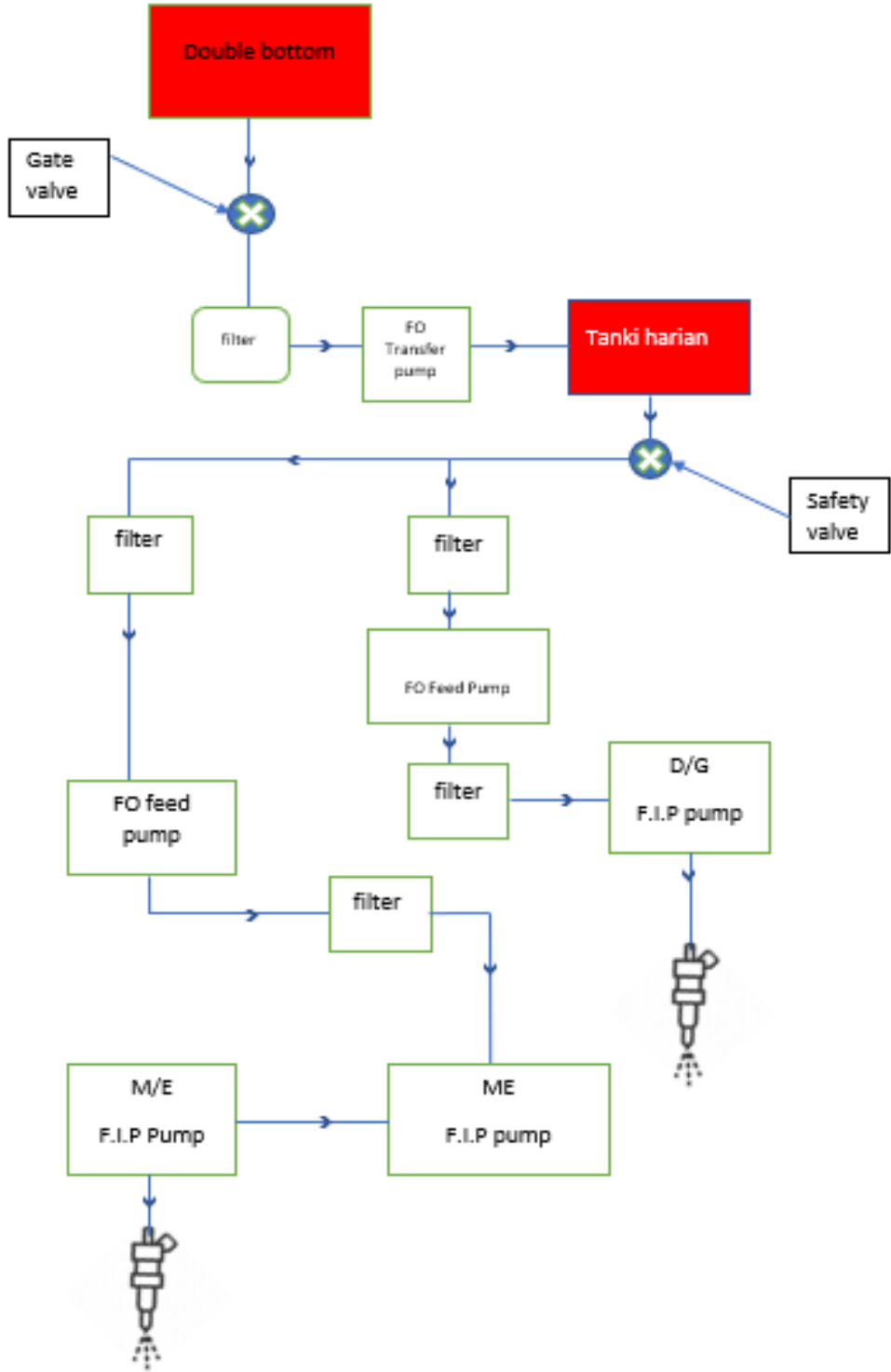
Bedasarkan temuan :



Kondisi setelah dilakukan perbaikan :



Lampiran 10 *Piping Diagram* Sistem Bahan Bakar di KM. Sabuk Nusantara 101



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Ida Bagus Rama Suarbawa
2. Tempat/ Tanggal lahir : Gianyar, 14 November 2002
3. NIT : 582111217996 T
4. Agama : Hindu
5. Alamat asal : JL. Br. Kengetan, Singakerta, Ubud, Bali.
6. Jenis Kelamin : Laki-laki
7. Golongan darah : B
8. Riwayat Pendidikan
 - a. SD Negeri 2 Kerobokan Kelod : 2009-2015
 - b. SMP Negeri 2 Kuta : 2015-2018
 - c. SMA Negeri 1 Kuta : 2018-2021
 - d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang : 2021-sekarang
9. Nama Orang Tua :
 - a. Ayah : Ida Bagus Putu Sudiadnya,SH.,MAP.
 - b. Ibu : Ida Ayu Heri Handayani
10. Pengalaman Praktik Laut (PRALA)
 - Nama Kapal : KM. Sabuk Nusantara 101
 - Perusahaan : PT. Luas Line
 - Pemilik : PT. Luas line
 - Jenis Kapal : Passenger Ship
 - Alamat : Jl. Simo Jawar (Simojawar)
Petemon, Sawahan, Kota Surabaya, Jawa Timur
60252, Indonesia