



**KERUSAKAN *FUEL INJECTION VALVE CYLINDER* NO. 6 (ENAM)
YANG MENYEBABKAN DETONASI PADA MESIN INDUK
DI MV. KARTINI SAMUDRA**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh :

**IRFAN NAIM RAMADHAN
NIT. 551811226685 T**

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

2023

PERSETUJUAN

**KERUSAKAN FUEL INJECTION VALVE CYLINDER NO. 6 (ENAM)
YANG MENYEBABKAN DETONASI PADA MESIN INDUK
DI MV. KARTINI SAMUDRA**

Disusun Oleh :


IRFAN NAIM RAMADHAN
NIT. 551811226685 T

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

Semarang, 30 Januari 2023

Dosen Pembimbing I

Materi



Dr. Andy Wahyu Hermanto, MT
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19791212 200012 1 001

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan



Mohammad Sapta Heriyawan, S.Kom., M.Si
Penata (III/c)
NIP. 19860926 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika



H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Kerusakan *Fuel Injection Valve Cylinder* No. 6 (Enam) yang Menyebabkan Detonasi pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudra” karya :

Nama : Irfan Naim Ramadhan

NIT : 551811226685 T

Program Studi : Teknika

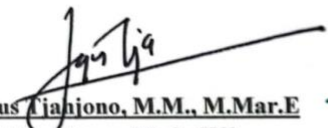
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Senin, tanggal 30 Januari 2023


Semarang, 30 Januari 2023


Penguji I

Penguji II

Penguji III


Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E
Pembina Utama Muda IV/c
NIP. 19710620 199903 1 001


Dr. Andy Wahyu Hermanto, MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19791212 200012 1 001


Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19660702 199203 2 009

Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, M.M
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19700711 199803 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irfan Naim Ramadhan

NIT : 551811226685 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Kerusakan *Fuel Injection Valve Cylinder* No. 6 (Enam) yang Menyebabkan Detonasi pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudra”.

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan 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 etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 30 Januari 2023

Yang menyatakan pernyataan,



Irfan Naim Ramadhan

NIT. 551811226685 T

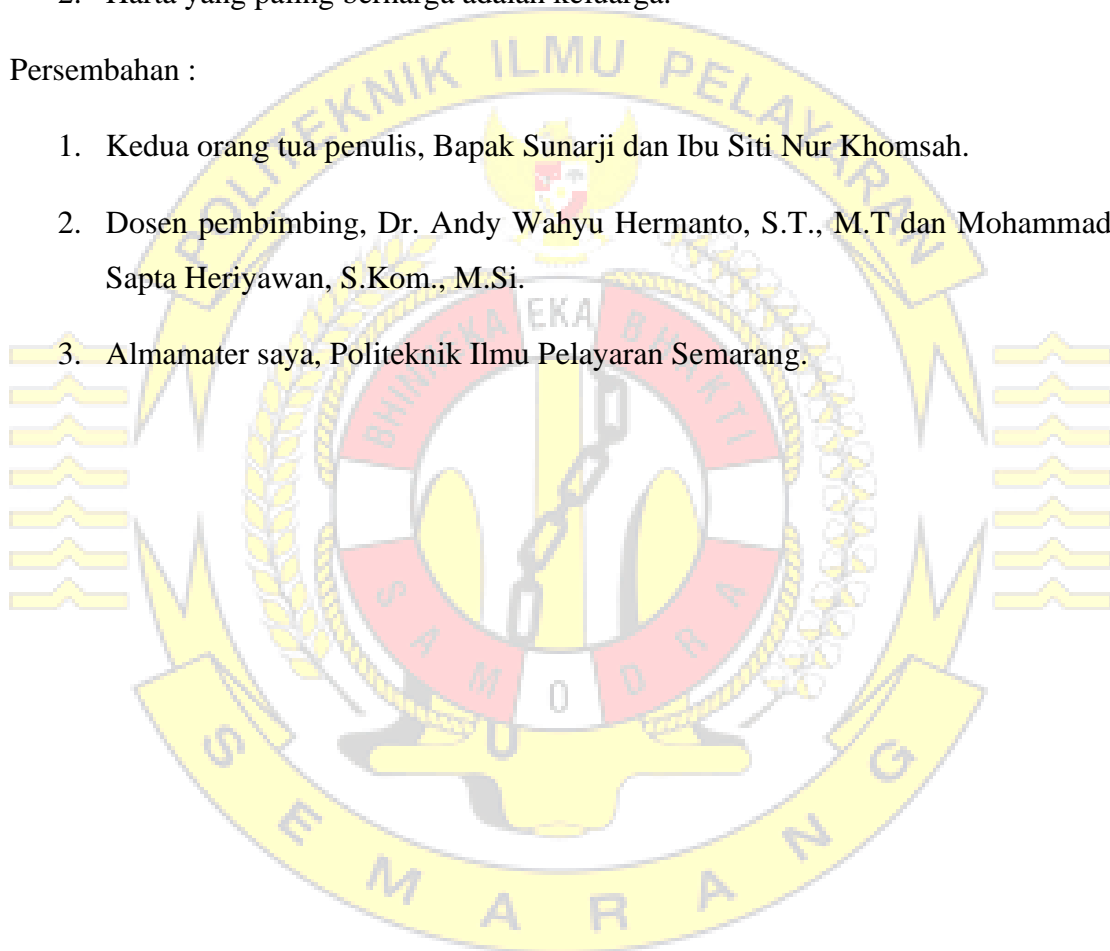
MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar.
2. Harta yang paling berharga adalah keluarga.

Persembahan :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Sunarji dan Ibu Siti Nur Khomsah.
2. Dosen pembimbing, Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T dan Mohammad Sapta Heriyawan, S.Kom., M.Si.
3. Almamater saya, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.



PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kerusakan *Fuel Injection Cylinder* No. 6 (Enam) yang Menyebabkan Detonasi pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudera”.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), serta untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Ahmad Narto, M.Mar.E., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Dr. Andy Wahyu Hermanto, MT selaku dosen pembimbing materi skripsi terima kasih atas bimbingan dan arahnya.
4. Bapak Mohammad Sapt Heriyawan, S.Kom., M.Si selaku dosen pembimbing metodologi penelitian dan penulisan terima kasih atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan.
5. Seluruh Panitia Penguji Skripsi yang terhormat.
6. Seluruh Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan

bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dan berguna dalam proses penyusunan skripsi ini.

7. Perusahaan PT. JSK dan seluruh crew kapal MV. Kartini Samudra yang telah memberikan kesempatan peneliti untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta turut membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Ayah dan Ibu yang telah memberikan perhatian serta dukungan baik doa, moral ataupun material.
9. Seluruh teman-teman Angkatan LV terutama teman-teman Prodi Teknika terima kasih atas segala dukungan, kebaikan, kekompakan, dan pengalaman yang akan selalu teringat.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh civitas akademik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya Prodi Teknika dan bagi seluruh pembaca.

Semarang, Januari 2023

Penulis



Irfan Naim Ramadhan
NIT. 551811226685 T

ABSTRAK

Ramadhan, Irfan Naim. 2023, 551811226685 T “*Kerusakan Fuel Injection valve Cylinder No. 6 (Enam) yang Menyebabkan Detonasi Pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudera*”. Skripsi. Program Diploma IV. Program Studi Teknik. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, MT., Pembimbing II: Mohammad Sapta Heriyawan, S.Kom., M.Si.

Mesin diesel merupakan mesin penggerak utama sebagai penunjang lancarnya operasional kapal, yang sangat ditentukan oleh kinerja yang optimal. Komponen utama pada mesin diesel yaitu *injector*, pada mesin diesel *injector* berfungsi sebagai penghantar bahan bakar mesin diesel dari pompa injeksi. Untuk menjaga kinerja *injector* tetap maksimal dibutuhkan perawatan yang rutin dan maksimal. Karena ketika perawatan yang dilakukan kurang sesuai hingga menyebabkan adanya tetesan bahan bakar atau kebocoran pada akhir proses penyemprotan *injector* akan mengakibatkan pengabutan yang tidak sempurna. Dalam hal ini peneliti menemukan permasalahan pada area scaveng dimana silinder nomor 6 mencapai temperatur 97 °C dan terdengar suara dentuman beberapa kali. Tujuan dari penulisan ini untuk mengetahui faktor penyebab dan upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kerusakan *fuel injection cylinder* nomor 6 yang dapat menyebabkan detonasi pada mesin induk. Metode penelitian yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini yaitu metode kualitatif dengan penggabungan metode analisis data SHELL dengan diagram Fishbone untuk mengidentifikasi rumusan masalah yang akan diteliti. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, faktor terjadinya detonasi adalah tidak terlaksananya PMS (*Plan Maintenance System*), kebocoran *nozzle fuel injection*, *rack* bahan bakar tidak optimal, suhu bahan bakar yang tidak sesuai, padatnya jadwal operasional kapal, kurangnya komunikasi antar *crew* kapal, dan kurangnya jumlah orang atau *crew* yang merawat. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi yaitu pelaksanaan PMS sesuai jadwal yang ditentukan, mengganti *nozzle fuel injection*, melakukan *overhaul* pada *rack*, menaikkan suhu *heater* pada bahan bakar, melakukan perawatan saat sandar atau ketika mesin mati, meningkatkan komunikasi antar *crew*, dan menambah jumlah *crew* saat perawatan atau *overhaul*.

Kata Kunci : *Fuel Injection, Detonasi, Mesin Induk*

ABSTRACT

Ramadhan, Irfan Naim. 2023, 551811226685 T “*Faulty Fuel Injection Cylinder No. 6 (Six) Caused Detonation of Main Engine in MV. Kartini Samudra. Essays. Diploma Program IV. Engineering Study Program. Semarang Maritime Polytechnic, Advisor I: Dr. Andy Wahyu Hermanto, MT., Supervisor II: Mohammad Sapta Heryawan, S.Kom., M.Sc.*

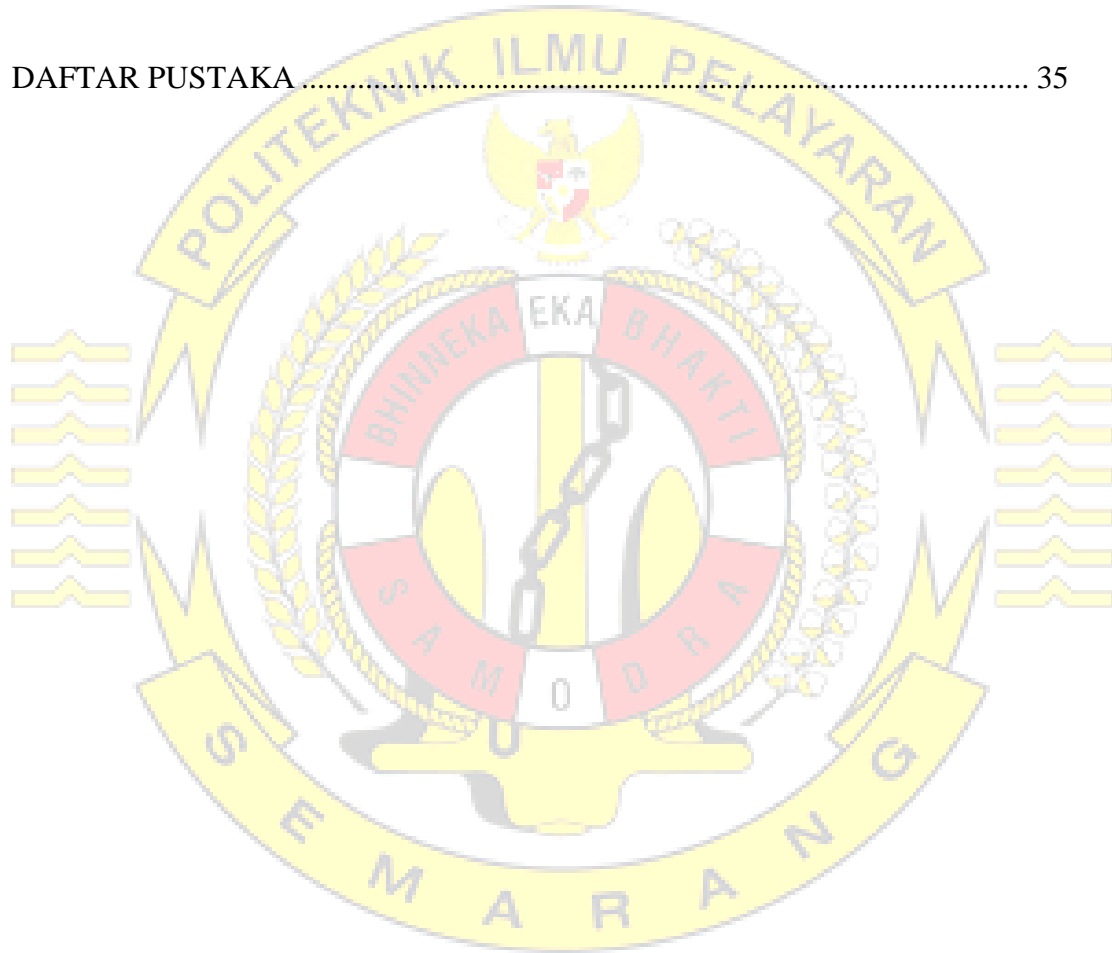
The diesel engine is the prime mover to support the smooth operation of the ship, which is largely determined by optimal performance. The main component of a diesel engine is the injector, in a diesel engine the injector functions as a conductor for diesel engine fuel from the injection pump. To maintain maximum injector performance, regular and optimal maintenance is required. Because when the treatment is not appropriate enough to cause fuel drips or leaks at the end of the injector spraying process it will result in imperfect fogging. In this case the researcher found a problem in the scavenging area where cylinder number 6 reached a temperature of 97 °C and heard a bang several times. The purpose of this paper is to determine the causal factors and efforts that can be made to overcome damage to the number 6 fuel injection cylinder which can cause detonation of the main engine. The research method used by the authors in this study is a qualitative method by combining the SHELL data analysis method with the Fishbone diagram to identify the formulation of the problem to be studied. Based on the results of the research that has been done, the factors that cause detonation are PMS (Plan Maintenance System) non-implementation, fuel injection nozzle leaks, fuel racks that are not optimal, fuel temperatures that are not suitable, tight ship operational schedules, lack of communication between ship crews, and lack of number of people or crew caring for. Efforts that can be made to overcome them are implementing PMS according to the specified schedule, replacing the fuel injection nozzle, overhauling the rack, increasing the temperature of the heater on the fuel, carrying out maintenance when docked or when the engine is off, improving communication between crew, and increasing the number of crew when maintenance or overhaul.

Keywords : *Fuel Injection, Detonation, Main Engine*

DAFTAR ISI

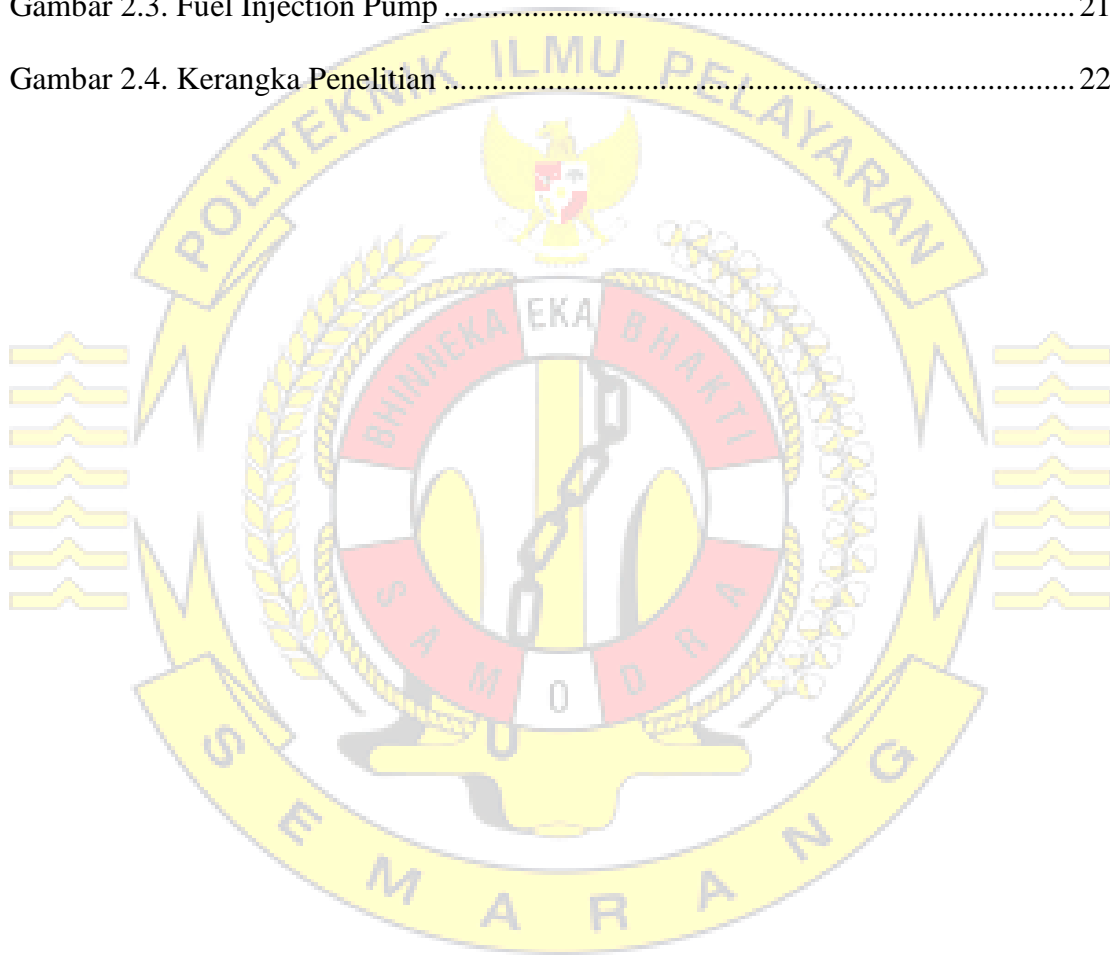
PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	5
BAB II.....	7
KAJIAN TEORI.....	7
A. Deskripsi Teori.....	7

B. Kerangka Penelitian	22
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	66
A. Simpulan	66
B. Keterbatasan Penelitian.....	67
C. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	35



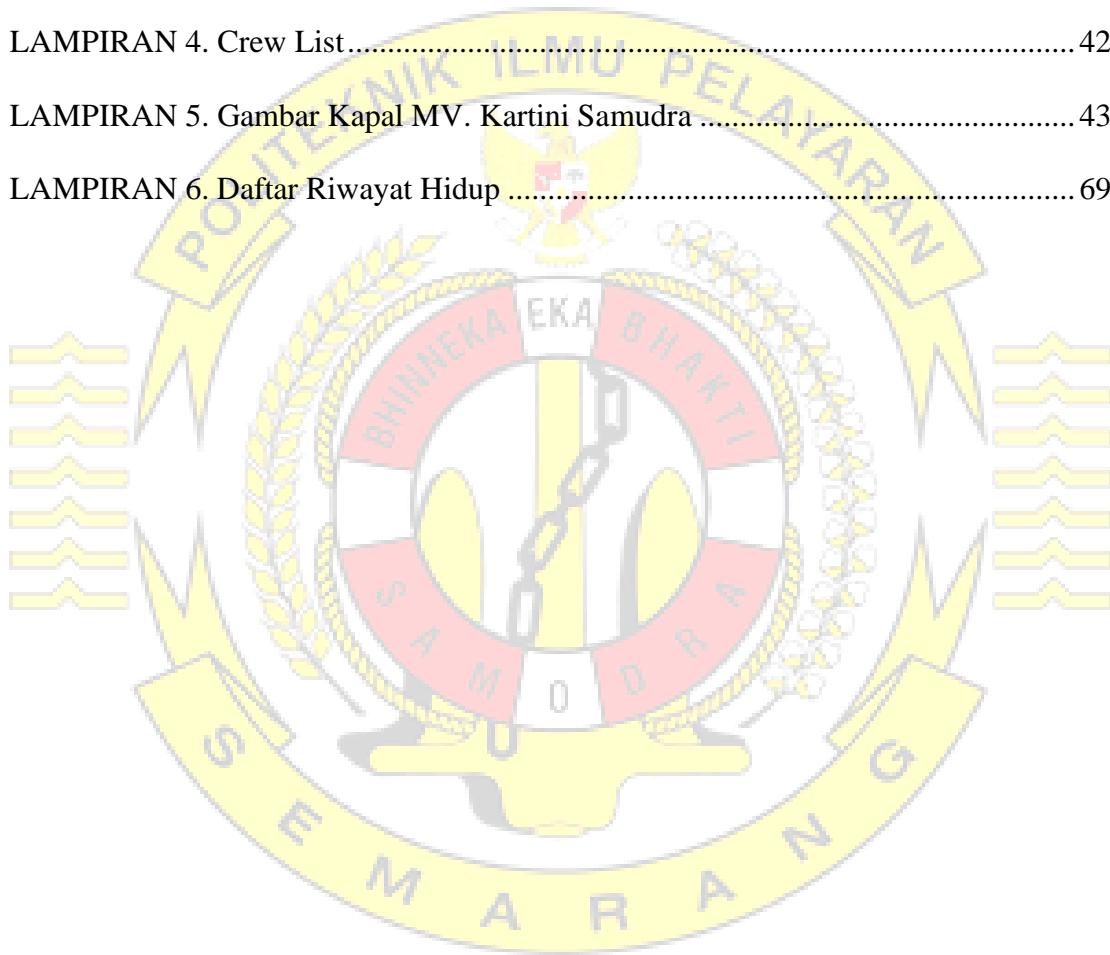
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Diesel 2 Tak	10
Gambar 2.2. Sistem Pembilasan Mesin Diesel Induk 2 Langkah	17
Gambar 2.3. Fuel Injection Pump	21
Gambar 2.4. Kerangka Penelitian	22



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Hasil Kegiatan Wawancara dengan Kepala Kamar Mesin	37
LAMPIRAN 2. Bagian-bagian dari Fuel Injection	39
LAMPIRAN 3. Ship Particular	41
LAMPIRAN 4. Crew List	42
LAMPIRAN 5. Gambar Kapal MV. Kartini Samudra	43
LAMPIRAN 6. Daftar Riwayat Hidup	69



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Mesin diesel sebagai mesin penggerak utama yang menjadi penunjang dalam lancarnya pengoperasian kapal. Lancar tidaknya operasional pada kapal ditentukan oleh kinerja dari mesin induk, untuk menunjang kinerja mesin induk agar tetap baik dan optimal maka dibutuhkan perawatan yang rutin dan terencana terhadap semua bagian dari mesin induk itu sendiri. Salah satu bagian utamanya adalah injektor yang merupakan penunjang utama dalam pengabutan bahan bakar, apabila injektor tidak dapat bekerja dengan sempurna maka akan menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna sehingga mengganggu pengoperasian mesin induk yang menyebabkan keterlambatan kapal disebabkan oleh adanya perubahan pada jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya. Jika hal tersebut terjadi terus menerus maka kepercayaan konsumen terhadap perusahaan akan berkurang bahkan konsumen tidak akan menggunakan lagi jasa angkutan laut perusahaan tersebut. Pada kapal, mesin diesel berfungsi untuk menjalankan kapal dengan adanya proses pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang berperan sebagai sumber tenaga. Dimana tenaga tersebut dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar, penyemprotan bahan bakar ke udara yang mendapatkan tekanan dengan temperatur tinggi akibat terjadinya proses kompresi.

Injektor merupakan komponen yang utama dalam sistem bahan bakar. Injektor berfungsi sebagai penghantar bahan bakar mesin diesel dari pompa injeksi (*injection pump*) kedalam silinder yang di setiap akhir langkah pada proses kompresi dimana torak (piston) akan mendekati posisi TMA. Injektor dirancang untuk mengubah tekanan bahan bakar dari pompa injeksi (*injection pump*) dengan tekanan tinggi berkisar 60 sampai 200 kg/cm² untuk dapat membentuk kabut, yang mana dengan adanya tekanan tersebut akan mengakibatkan peningkatan pada suhu sehingga pembakaran yang terjadi di dalam silinder akan meningkat. Tekanan udara yang berupa kabut melalui injektor ini terjadi hanya setiap kali pada setiap prosesnya yaitu pada akhir setiap langkah kompresi sehingga setiap proses penyemprotan dengan kapasitas tertentu, kondisi pengabutan yang sempurna membuat injektor dan jarum yang berguna untuk melakukan buka tutup pada saluran injektor tersebut. Oleh karena itu, sisa bahan bakar yang tidak terkabut dialihkan lagi ke tangki bahan bakar. Guna menjaga agar injektor tetap mampu melakukan pengabutan bahan bakar dengan maksimal diperlukan perawatan yang rutin dan terjadwal sesuai prosedur *instruction manual book* agar pembakaran di dalam ruang silinder juga bekerja secara maksimal. Butuh perawatan yang sesuai pada motor induk khususnya injektor, karena ketika diakhir proses penyemprotan injektor terdapat tetesan bahan bakar atau kecoboran akan mengakibatkan pengabutan yang tidak sempurna.

Ketika kapal sedang berjalan dari Tanjung Jati menuju ke Tanjung Bara pada tanggal 4 Maret 2021, dimana saat itu ditengah perjalanan pada saat pukul

15.30 saat melakukan pengecekan kondisi mesin induk, tepat pada area *scaving* di bagian deksel silinder nomor 6 temperaturnya mencapai 97 °C dengan perbandingan suhu normalnya adalah 52 °C. Pada saat itu juga silinder nomor 6 mesin induk mengeluarkan dentuman beberapa kali, dan segera mungkin melapor ke masinis jaga, kemudian masinis jaga melapor pada Kepala Kamar Mesin dan menurunkan rpm mesin induk dari *full away* ke *slow*. Hal itu dilakukan sampai temperaturnya menurun, dan memperhatikan terus temperaturnya sampai tiba di tujuan Tanjung Bara. Sesampainya di Tanjung Bara, KKM memerintahkan untuk membongkar injektor mesin induk.

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengangkat permasalahan tersebut dan melakukan penelitian yang lebih lanjut penulis memiliki ketertarikan untuk menyusun karya ilmiah dengan judul “Kerusakan *Fuel injection Valve Cylinder* No. 6 (enam) yang Menyebabkan Detonasi pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudra”.

Penulisan skripsi ini bertujuan menambah cakupan wawasan dan menunjang kinerja dari pembaca yang terutama bersangkutan dengan lingkungan perkapalan atau pelaut, Skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat kelulusan penulis sebagai taruna PIP Semarang.

B. Fokus Penelitian

Penulis melaksanakan penelitian di kapal MV. Kartini Samudra yang merupakan kapal jenis *bulk carrier*, Kapal ini merupakan satu dari beberapa kapal yang dipegang oleh perusahaan PT. Jaya Samudra Karunia, mempertimbangkan akan merebaknya cakupan masalah yang akan dibahas oleh

penulis, supaya pembahasan lebih fokus dan mendalam penulis memerlukan batasan masalah untuk mendefinisikan masalah yang akan di bahas. Mempertimbangkan wawasan pengetahuan dan pengalaman yang di miliki serta pelaksanaan penelitian yang memerlukan waktu. Dengan ini penulis membatasi penelitian dan fokus terhadap penyebab tidak maksimalnya kinerja injektor yang berpengaruh terhadap mesin induk dan menyebabkan terganggunya kelancaran pengoperasian kapal.

C. Rumusan Masalah

Menurut pengalaman sewaktu praktek laut di kapal MV. Kartini Samudra dan berdasarkan pada latar belakang masalah yang sudah di jabarkan, bertujuan untuk mengidentifikasi masalah, oleh karena itu penulis mengutamakan untuk penentuan pokok masalah supaya mempermudah pembahasan dalam penulisan skripsi ini.

Pada instalasi injektor, upaya dalam memperbaiki dan merawat akan pencegahan terjadinya kerusakan *fuel injection cylinder* nomor enam yang menyebabkan detonasi pada mesin induk saat kapal jalan. Kinerja injektor yang kurang optimal dapat mengakibatkan terganggunya proses pengkabutan bahan bakar ke dalam silinder, sehingga akan berdampak pada proses pembakaran dalam ruang bakar yang tidak sempurna. Maka dari itu tenaga yang dikeluarkan mesin induk cenderung berkurang. Dari pokok permasalahan tersebut penulis menarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor faktor apakah yang menyebabkan timbulnya detonasi *cylinder* nomor enam pada mesin induk ?

2. Upaya apa yang dapat dilakukan guna mencegah terjadinya detonasi *cylinder* nomor enam pada mesin induk ?.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan peneliti dalam mengidentifikasi penyebab kerusakan *fuel injection* untuk menunjang kelancaran perjalanan kapal. Mengenai tujuan yang akan diambil dalam penulisan skripsi berdasarkan penelitian dan pengalaman yang di dapatkan dalam melaksanakan praktek laut yaitu :

1. Guna mengetahui penyebab dari timbulnya detonasi *cylinder* nomor 6 pada mesin induk.
2. Guna memahami upaya apa yang dapat dilakukan guna mencegah terjadinya detonasi *cylinder* nomor 6 pada mesin induk.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Penemuan penelitian ini bertujuan untuk membantu pembaca yang berada di lingkungan perkapalan dan pelayaran, baik ilmu pengetahuan dan informasi, atau individu, meliputi:

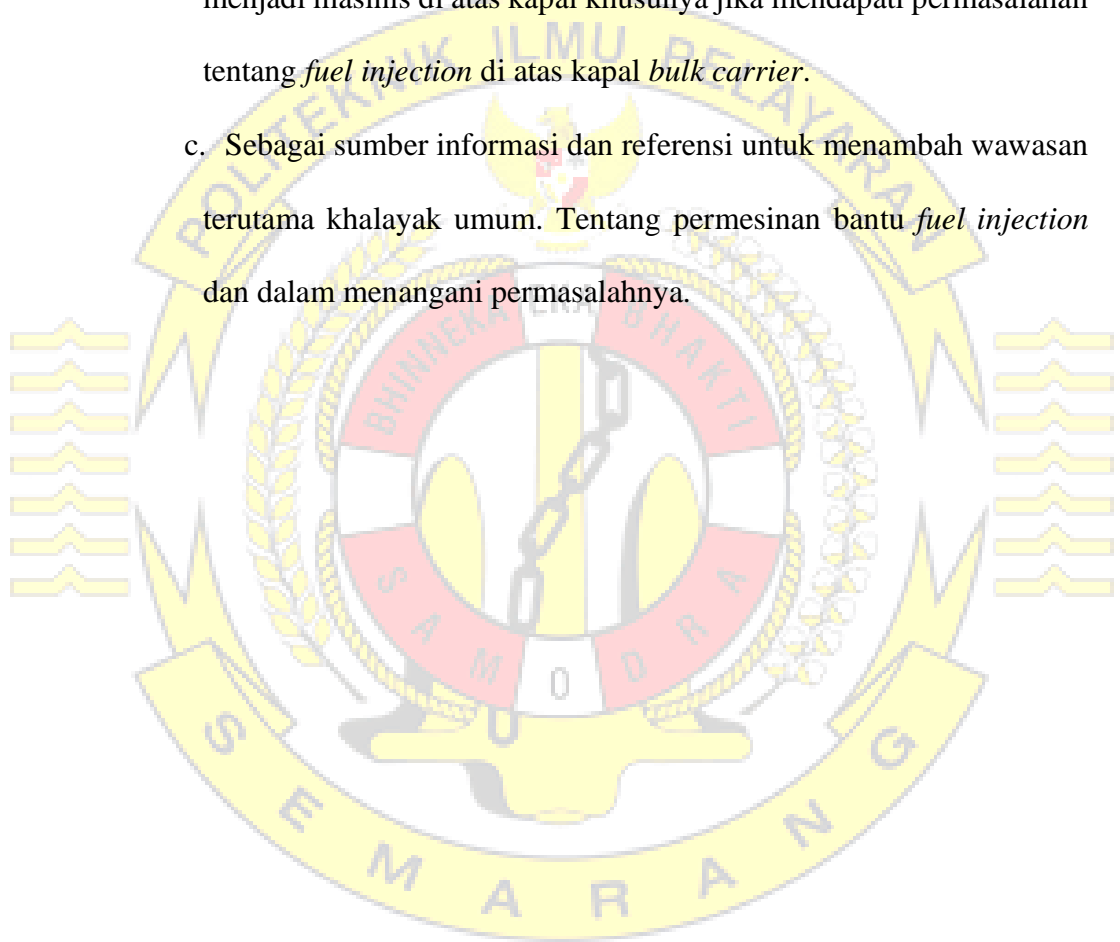
1. Manfaat Secara Teoritis

Manfaat yang di dapatkan dari hasil penelitian adalah untuk menambah pemahaman pembaca, yang tertuju bagi kalangan umum terutama para taruna dalam pengoprasian dan perawatan *fuel injection* khususnya dalam identifikasi penyebab kerusakan *fuel injection*.

2. Manfaat Secara Praktis

Manfaat penelitian ini bertujuan supaya menjadi referensi dalam penerapan perawatan *fuel injection*. Manfaat ini adalah:

- a. Sebagai referensi atau acuan dalam memecahkan masalah jika di atas kapal mendapatkan permasalahan tentang *fuel injection*, khususnya untuk Kepala Kamar Mesin dan Masinis Dua yang merupakan tanggung jawabnya.
- b. Menambah ilmu pengetahuan dan ketrampilan ketika nanti akan menjadi masinis di atas kapal khususnya jika mendapati permasalahan tentang *fuel injection* di atas kapal *bulk carrier*.
- c. Sebagai sumber informasi dan referensi untuk menambah wawasan terutama khalayak umum. Tentang permesinan bantu *fuel injection* dan dalam menangani permasalahannya.



BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Sumber teori yang digunakan sebagai landasan kajian adalah landasan teori. Sumber daya ini menawarkan struktur atau dasar untuk pengetahuan metodis dan terukur tentang latar belakang asal masalah. Untuk memastikan kinerja pesawat dalam kondisi terbaik dan mendukung kelancaran pelayaran, seseorang harus mematuhi instruksi seperti yang ditunjukkan oleh pabrikan dalam instruksi manual atau buku pegangan saat melakukan perawatan, pengoperasian, dan perbaikan. Manzini, (2009) mendefinisikan pemeliharaan sebagai aktivitas yang melibatkan perancangan, penanganan, dan pemeriksaan pekerjaan untuk memastikan bahwa mesin bekerja sebagaimana yang dimaksud saat beroperasi dan untuk mengurangi waktu henti yang disebabkan oleh pemeliharaan dan perbaikan.

1. Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kerusakan *fuel injection cylinder* yang menyebabkan detonasi pada mesin induk :

- a. Dalam penelitian yang dilakukan oleh La'lang dkk, (2021) dengan judul "Analisis Kurang Optimalnya Tekanan Injektor Pada Mesin Induk di MT. PATRA TANKER 3". Penelitian tersebut menjelaskan bahwa kurang optimalnya tekanan *injector* pada mesin induk disebabkan oleh adanya sumbatan di lubang *nozzle*, bahan bakar yang kotor karena tidak teratur dalam melakukan perawatan pada

alat pendukung sistem bahan bakar yaitu saringan dan tangka yang dapat berakibat pada pembakaran yang tidak optimal.

- b. Herlina dkk, (2019) dalam penelitiannya dengan judul “Mengamati Turunnya Kinerja *Injector* Motor Induk di Kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri”. Penelitian tersebut menjelaskan adanya pemicu gangguan dan kerusakan terhadap injektor, pengaruh proses penyemprotan bahan bakar ke injektor, serta proses pembakaran di ruang bahan bakar yaitu adanya sumbatan pada lubang *nozzle* serta adanya bahan bakar yang menetes di ujung *nozzle*. Oleh karena itu menyebabkan pembakaran terjadi tidak sempurna.
- c. Basuki, (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Terjadinya Detonasi dalam Ruang Bakar Pada Mesin Induk di MV. Sinar Solo dengan Metode Fishbone Analysis” menjelaskan bahwa faktor penyebab detonasi dikarenakan *injector* tidak berfungsi dengan normal, terlalu rendahnya tekanan pada *injector*. Detonasi pada mesin induk dapat menyebabkan retakan di batang torak dan torak itu sendiri. Solusi yang diperoleh untuk menghindari adanya detonasi yaitu dengan melakukan perawatan dan perbaikan serta melakukan checking terhadap kualitas bahan bakar.

Dari ketiga penelitian diatas dapat di tarik kesimpulan bahwa terjadinya kerusakan *fuel injection cylinder* yang menyebabkan detonasi pada mesin induk adalah tersumbatnya lubang *nozzle*, kotornya bahan bakar, tidak teraturnya perawatan alat pendukung

sistem bahan bakar, serta adanya bahan bakar yang menetes, sehingga menyebabkan tidak sempurnanya proses pembakaran. Selain itu detonasi juga disebabkan karena injektor tidak berfungsi secara normal, karena rendahnya tekanan pada injektor dan kurangnya kualitas pada bahan bakar. Sehingga terdapat kesamaan dari tiga penelitian terdahulu yang diperoleh penulis, oleh karena itu penulis mengambil judul “Kerusakan *Fuel Injector Cylinder* No.6 yang Menyebabkan Detonasi pada Mesin Induk di MV. Kartini Samudra”

2. Mesin Diesel

Mesin diesel digunakan untuk menggerakkan kapal pertama kali pada tahun 1912, yang mana semakin lama semakin mengalami perkembangan dan menjadi lebih modern. Hal tersebut dibuktikan dari adanya perubahan pada daya, yang berubah dari 10.000 HP (*Horse Power*) menjadi 70.000 HP (*Horse Power*). Handoyo, (2014) mendeskripsikan mesin diesel sebagai mesin pembakaran internal yang mampu mengkonversi energi potensial panas ke dalam energi mekanik (*Combustion Engine System*). Berdasarkan siklus kerjanya terdapat 2 macam mesin diesel, yaitu mesin diesel 4 tak dan 2 tak.

Adapun model mesin diesel yang dipakai di kapal tempat penulis melakukan prala adalah mesin diesel 2 tak dengan merek MAN B&W 6 silinder. Menurut Yulianto & Muliawan, (2016) mesin diesel 2 tak merupakan mesin yang pada setiap proses pembakarannya memiliki dua langkah torak atau satu kali putaran poros engkol.

Guna memastikan kapal dengan keadaan layak berlayar, diharuskan mesin diesel kapal sesuai dengan bangunan dan kapasitas kapal tersebut yaitu ketika perencanaan pembuatan kapal. Sehingga mesin diesel yang digunakan juga harus memenuhi standar persyaratan dari Biro Klasifikasi.

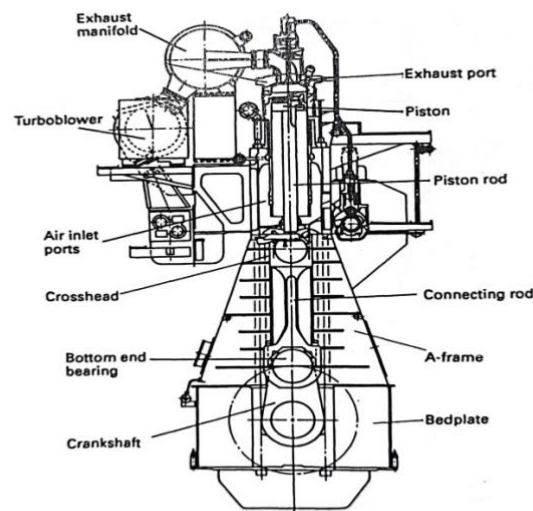


Figure 2.7 Cross-section of a two-stroke diesel engine

Sumber : *Ebook Introduction marine engineer*, Taylor, 2002

Gambar 2.1. Mesin Diesel 2 Tak

a. Prinsip Kerja Mesin Diesel 2 (dua) Tak

Prinsip kerja pada mesin diesel 2 tak yaitu dimana proses bekerjanya lebih sederhana, dapat menghasilkan tenaga yang lebih besar, yaitu pada putaran mesin yang sama (RPM), secara teoritis mesin 2 Tak dapat menghasilkan tenaga dua kali lipat tenaga mesin 4 Tak. Proses bekerjanya Mesin 2 Tak yang hanya dengan dua langkah torak atau satu putaran engkol mesin dan dapat menghasilkan satu langkah usaha (pembakaran).

b. Langkah Kerja Mesin Diesel 2 Tak

Langkah kerja pada mesin diesel 2 tak dimulai dari langkah isap gerakan pada piston dari 50° sebelum TMB 50° setelah TMB, kemudian udara pembakaran pada *scavenging air trunk* akan masuk kedalam ruang bakar dan dilanjutkan dengan langkah kompresi gerakan pada piston dari 50° setelah TMB sampai 5° setelah TMA. Saat proses ini berlangsung udara akan dimampatkan sehingga tekanan meningkat disertai dengan kenaikan pada suhu. Selanjutnya dilanjutkan dengan langkah usaha 5° sebelum TMA 15° setelah TMA, yang mana dalam langkah ini bahan bakar dikabutkan oleh injektor sehingga terjadi pembakaran dalam yang berakibat pada timbulnya tekanan puncak pembakaran.

Kinerja pada mesin diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas segitiga api, yaitu bahan bakar, panas dari hasil kompresi, dan juga udara yang dimampatkan. Tekanan kompresi pada mesin diesel 2 tak dapat dikatakan baik jika berkisar antara $90\text{-}100 \text{ KgF/cm}^2$ dan tekanan puncak pembakaran mencapai angka 120 KgF/cm^2 .

Jika suhu di dalam ruang bakar mencapai suhu *flash point* dan udara mencukupi maka bahan bakar yang telah dikabutkan dapat terbakar dengan baik. Sebaliknya, jika suhu tidak mencapai *flash point* maka bahan bakar tidak dapat terbakar dengan baik. Terjadi atau tidaknya pembakaran dalam ruang bakar dapat diketahui dari suhu gas buang.

Dalam rangka mesin terdapat sebuah lapisan silinder disertai sebuah torak yang bergerak ke atas dan ke bawah. Dimana torak dihubungkan

dengan batak gerak melewati sebuah engsel, dan batang gerak tersebut juga dihubungkan sehingga mampu berputar pada engkol dari poros engkol dengan roda gila.

Ketika torak berada di posisi bawah merupakan langkah hisap, katup masuk dan terbuka dari atmosfer dihisap udara pembakaran ke dalam silinder. Kemudian ketika posisi torak berbalik arah diposisi terendah katup masuk akan tertutup. Pada langkah ke atas, kedua katup telah menutup sehingga udara didalam silinder dikompresir (langkah kompresi).

Tekanan dan suhu udara yang telah dikompresikan akan meningkat dengan cepat. Pada saat torak hampir berada di kedudukan teratas katup bahan bakar memancarkan bahan bakar dalam bentuk yang halus ke dalam udara panas, sehingga terjadi pembakaran diantara campuran udara dan bahan bakar.

3. *Injector*

a. Pengertian *Injector*

Injector adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penyemprotan bahan bakar, *injector* dapat dikatakan bagus apabila mempunyai lubang pengabut antara 0,15 sampai 0,2 mm dan tekanan penyemprotan sekitar 60-200 kg/cm² yang kemudian pada saat *injector* bekerja akan terjadi pembakaran di dalam silinder.

Penghamburan dari bahan bakar kedalam udara dengan suhu tinggi menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas yang kemudian gas tersebut akan terbakar (Karyanto, 2001).

b. Syarat *Injector*

Ismanto, (2012:2) menjelaskan persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi, yaitu :

1) Penakaran

Banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk setiap silinder harus sesuai dengan beban mesin dan jumlah yang tepat. Dengan itu maka mesin dapat beroperasi pada kecepatan yang tetap.

2) Pengaturan Waktu

Dikatakan layak jika mengawali injeksi bahan bakar ketika dibutuhkan agar mendapatkan daya maksimal dari bahan bakar dan pembakaran terjadi secara sempurna.

3) Kecepatan Injeksi Bahan Bakar

Banyaknya bahan bakar yang harus diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu waktu dan satu derajat dari perjalanan engkol. Dan jika dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi maka harus menggunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang lebih kecil agar dapat menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.

4) Pengabutan

Pengabutan yang baik dapat memudahkan pengawalan pembakaran dan menjamin dari setiap butiran bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat tercampur.

5) Distribusi

Bahan bakar harus dapat masuk kedalam seluruh bagian ruang

bakar yang terisi oleh oksigen agar terjadi pembakaran. Jika bahan bakar tidak terdistribusi dengan baik maka sebagian dari oksigen tidak terpakai dan keluaran daya mesin menjadi rendah.

c. Fungsi dan Bagian *Injector*

(Ismanto, 2012:26) menjelaskan tentang fungsi dari *injector* sendiri adalah sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan tekanan bahan bakar mencapai tekanan maksimum secara cepat tanpa menimbulkan kebocoran.
- 2) Menekan bahan bakar dengan jumlah yang sesuai ke pengabut, yang mana jumlah tersebut harus dapat diukur secara *continue*.
- 3) Penyerahan bahan bakar harus dilaksanakan pada saat yang tepat dan pada jangka waktu yang diinginkan.

Adapun bagian-bagian dari *injector* yaitu :

- 1) *Nozzle* (Mulut Pengabut), berguna untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar.
- 2) *Nozzle Needle* (Jarum Pengabut), berguna untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut.
- 3) *Spindel Guide* (Alat Penekan Jarum), digunakan untuk menekan jarum pada lubang *injector* pada saat proses pengabutan.
- 4) *Spring* (Pegas), berguna untuk mengontrol elastisitas dari *injector* pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali pada posisi semula dan juga digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.

- 5) *Thrust Spindle* (Penahan Pegas), berguna sebagai penghubung antara spring dan spindle berfungsi untuk menahan agar spindle tetap pada posisinya.
- 6) *Non Return Valve* (Katup Penyearah), berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar ke satu arah dan mencegah bahan bakar mengalir ke arah berlawanan.
- 7) *Lock Nut* (Mur Pengaman), sebagai pengunci agar injector tidak berubah posisi.

4. Detonasi

Adakalanya dalam setiap proses pembakaran tertunda lebih panjang. Hal ini disebabkan terlalu banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan pada tahapan pembakaran tertunda, sehingga terlalu banyak bahan bakar yang terbakar pada tahapan kedua yang mengakibatkan tekanan dalam silinder meningkat drastis serta menghasilkan getaran dan suara.

Detonasi pada mesin diesel yaitu disebabkan oleh peningkatan tekanan dalam ruang bakar yang sangat cepat sehingga bahan bakar atau campuran terbakar terlalu cepat pada awal pembakaran. Untuk mencegah terjadinya detonasi pada motor diesel dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan melakukan *Top Overhaul* pada mesin induk.

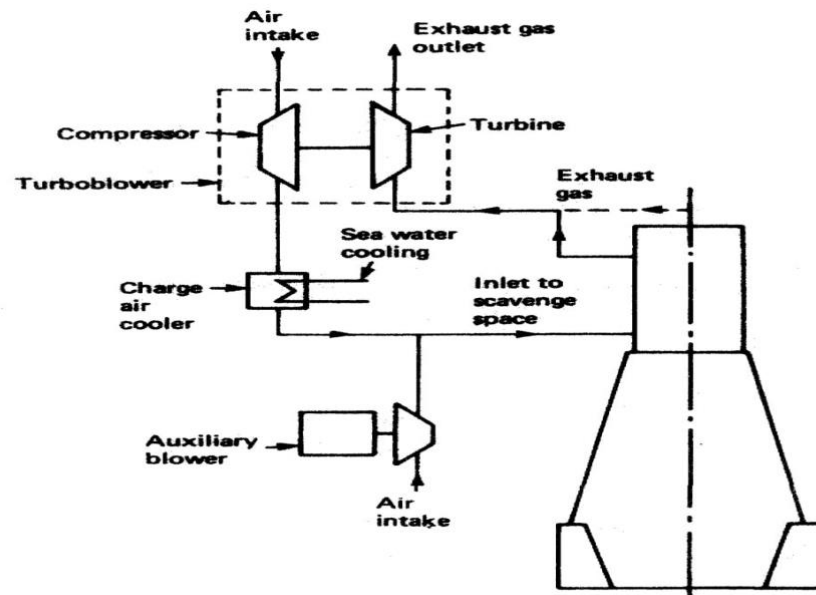
5. Udara bilas atau *scavenging air chamber*

Proses pengisian atau pertukaran gas termasuk memasukkan gas baru dan melepasnya gas buang. Ini dicapai dengan piston atau *blower* dalam mesin dengan siklus kerja dua langkah dan empat langkah (Verlag,

2009: 71). Proses *scavenging* sangat penting dari pengoperasian mesin diesel dua langkah putaran rendah, efisiensinya mempengaruhi kinerja dari tenaga mesin diesel tersebut (Sencic et al., 2022).

Sistem pembilasan mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah dengan putaran rendah, mengutip dari pendapat (Taylor, 2002:17) proses pengisian udara baru yang efisien adalah suatu proses yang cukup penting dalam proses pembilasan guna memastikan terpenuhinya kiriman udara baru pada mesin diesel penggerak utama, untuk melakukan proses pembakaran yang sempurna, dalam suatu proses pembilasan atau sering juga disebut dengan *scavenging* terjadi pertukaran udara atau *gas exchange* yang mana sisa udara dari gas buang hasil dari proses pembakaran akan digantikan dengan udara baru untuk melakukan proses pembakaran selanjutnya. Pada putaran mesin yang berbeda, perubahan proporsi tiap subtahapan proses pembilasan dengan lebar lubang pembilasan yang berbeda pada dasarnya sama, dibawah kondisi beban yang berbeda, perubahan proporsi setiap fase proses pembilasan dengan lebar lubang pembilasan yang berbeda pada dasarnya sama (Liu et al., 2019).

Mesin Diesel dengan daya besar putaran rendah yang memiliki siklus kerja dua langkah pada dasarnya memiliki efisiensi volumetrik yang lebih besar bila dibandingkan dengan mesin diesel putaran tinggi yang memiliki siklus kerja empat langkah, oleh karena itu mesin diesel yang dengan kapasitas besar rata-rata menggunakan siklus kerja dua langkah. Proses yang sangat penting dalam pengoperasi mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah adalah proses pembilasan.



Sumber: *Ebook Introduction marine engineer*, Taylor, 2002

Gambar 2.2. Sistem Pembilasan Mesin Diesel Induk 2 Langkah

Konstruksi untuk ruang udara pembilas pada mesin diesel dimana pelat kontrol dipasang di dekat saluran masuk udara pembilas untuk menghubungkan ruang udara pembilas tersebut untuk setiap silinder, yang mana saluran pembuangan tersebut menghadap ke batang pembuangan untuk membuat kecepatan aliran udara pembilas masuk, yang mengalir ke saluran udara pembilas tersebut seragam dalam arah melingkar dari *cylinder liner*. (Yuan et al., 2022).

Sistem udara bilas di kapal didapatkan dari kompresor *turbocharger* menyedot udara dari kamar mesin, melalui filter udara dan udara terkompresi didinginkan oleh pendingin udara bilas, pendingin udara bilas dilengkapi dengan penangkap kabut air kondensat yang mencegah air yang dibawa oleh udara bilas (Zhu et al., 2020).

Pada umumnya pembilasan yang sering digunakan dalam mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah modern antara lain (Taylor, 2002:19):

a. *Cross scavenging* (pembilasan melintang)

Dalam metode ini *piston* terlebih dahulu membuka *exhaust port* dengan melipatkan tekanan, pada saat *piston* berada di Titik Mati Bawah (TMB) maka *piston* membuka lubang bilas dan memulai memasukan udara bertekanan yang diarahkan ke atas sehingga mendorong keluar gas buang melalui lubang buang, setelah melampaui TMB torak terlebih dahulu menutupi lubang bilas dan segera setelah itu menutup lubang buang. Saat lubang buang tertutup setelah lubang bilas akan menimbulkan sebagian dari udara pengisian hilang dari silinder, ini merupakan kerugian dari skema pembilasan melintang tersebut.

Katup searah yang terpasang pada lubang bilas pada beberapa mesin diesel besar berkecepatan rendah meningkatkan skema pembilasan melintang dengan menaikkan lubang bilas ke ketinggian yang sama dengan lubang pembuangan atau bahkan lebih tinggi. Untuk mencegah gas buang masuk kembali ke penerima udara bilas, katup membuka lubang udara bilas secara serempak sebelum lubang udara bilas. Ketika tekanan di dalam silinder turun dibawah tekanan di penerima udara, tekanan penerima udara membuka katup satu arah, memungkinkan udara bilas masuk ke sistem. Pembilasan berlanjut hingga *piston* menutup lubang udara bilas dan pembuangan.

b. Pembilasan memutar (*round scavenging*)

Pembilasan memutar ini sangat mirip dengan pembilasan melintang

dalam urutan pembukaan lubang, tetapi arah aliran udara berbeda. Keuntungannya adalah keseluruhan penerima udara bilas dan penerima gas buang terletak pada sisi yang sama dari silinder sehingga lebih mudah dicapai. Skema ini sesuai untuk mesin kerja ganda dimana disempurnakan dengan memasang katup buang putar. Selama pelepasan gas buang maka katup terbuka tetapi katup ini akan tertutup jika torak menutupi lubang bilas pada langkah balik.

Dengan pengaturan ini, pengisian udara dapat dilepaskan pada awal langkah kompresi saat lubang buang ditutup oleh *piston* dan terbuka. Jika *piston* menutupi saluran keluar udara bilas pada langkah balik, lubang pembuangan akan ditutup oleh *piston* katup putar dan katup ini akan tetap tertutup hingga proses pembilasan berikutnya.

c. Pembilasan memanjang (*uniflow scavenging*)

Hampir semua mesin diesel putaran rendah dengan siklus dua langkah menggunakan sistem pembilasan memanjang, pada proses siklus dua langkah ini pembilasan terjadi dengan bantuan *turbocharger* yang digerakan oleh turbin yang energinya diambil dari gas buang (*exhaust gas*). Penggunaan *turbocharger* dimaksudkan untuk meningkatkan volume udara yang masuk dalam silinder akibat dari dikompresinya udara oleh *turbocharger*, suhu atau *temperature* udara akan sedikit naik dan akan menurunkan masa jenis udara itu sendiri, akibatnya efisiensi volumetriknya hanya meningkat sedikit.

Kepadatan udara dapat dinaikkan sekali lagi dengan menambahkan sistem pendinginan di belakang *turbocharger*, yang akan meningkatkan efisiensi volumetrik meningkat lagi. Karena aliran udara pembilasan

lurus, efisiensi pembilasan juga akan mendorong gas sisa pembakaran yang belum keluar melalui katup buang di kepala silinder langsung ke atas silinder. Potensi turbolensi udara akan berkurang dengan aliran udara pembilas lurus, begitu juga dengan pencampuran udara pembilas dengan sisa gas pembakaran.

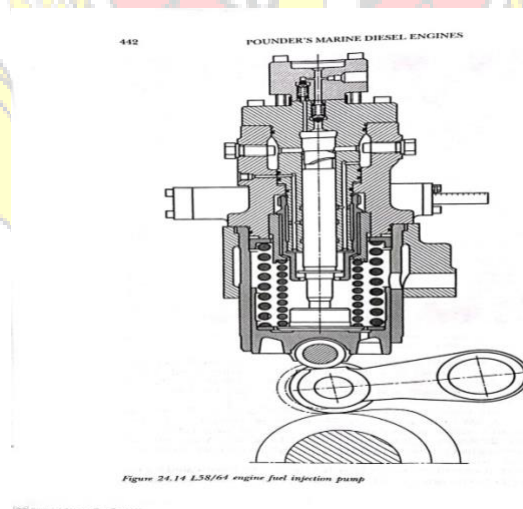
d. Pembilasan membalik (*loop scavenging*)

Pembilasan membalik adalah pembilasan dimana jalannya udara bilas membalik ke arah masuknya udara bilas untuk mendorong gas buang. Lubang-lubang bilas dibawah dan lubang buang di atasnya. Gas buang dari seluruh silinder dialirkan ke sebuah saluran gas buang bersama yang lebar. Denyut tekanan didalam aliran gas akan diratakan sehingga gas dengan tekanan yang hampir rata akan mengalir ke dalam turbin yang dihubungkan pada aliran tersebut. Energi yang tersedia dalam gas oleh pusaran dirubah kedalam panas sehingga untuk sebagian besar akan hilang dalam perubahan usaha di dalam turbin.

Pada mesin diesel putaran rendah dengan siklus kerja dua langkah, terdapat dua sistem *turbocharging* dibagi menjadi dua kategori, sistem denyut (*pulse*) dan sistem tekanan rata (*constant pressure*) (Chell, 2019: 107), dan menurut (Woodyard, 2004) metode *turbocharging* tidak hanya ada dua metode pemasukan udara bilas melainkan ada empat metode yaitu: metode denyut (*pulse*), metode tekanan rata (*constant pressure*), metode converter pulsa, metode multi pulsa.

6. *Fuel Injection Pump*

Pompa tekanan tinggi/volume rendah atau lebih dikenal dengan nama *Fuel Injection Pump* (FIP). Pompa ini ada dalam sistem injeksi bahan bakar berfungsi untuk memompa bahan bakar dalam tekanan tinggi untuk suplai ke injektor. sebagian mesin dengan injeksi bahan bakar tidak memiliki pompa bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar menyedot bahan bakar langsung dari tangki atau FIP memompa bahan bakar dari tangki menuju injektor. Mesin penyalaan kompresi melakukan pembakaran bahan bakar dengan cara menyembrotkan bahan-bakar ke ruang bakar. Untuk menghasilkan tekanan yang sangat tinggi tersebut jenis pompa yang cocok adalah pompa plunger (*reciprocating plunger pump*), gerakan plunger maju-mundur atau bolak-balik dilakukan oleh poros cam (*camshaft*) atau plat cam (*cam plate*) yang diputar oleh mekanisme mesin itu sendiri pada drive shaft pompa.

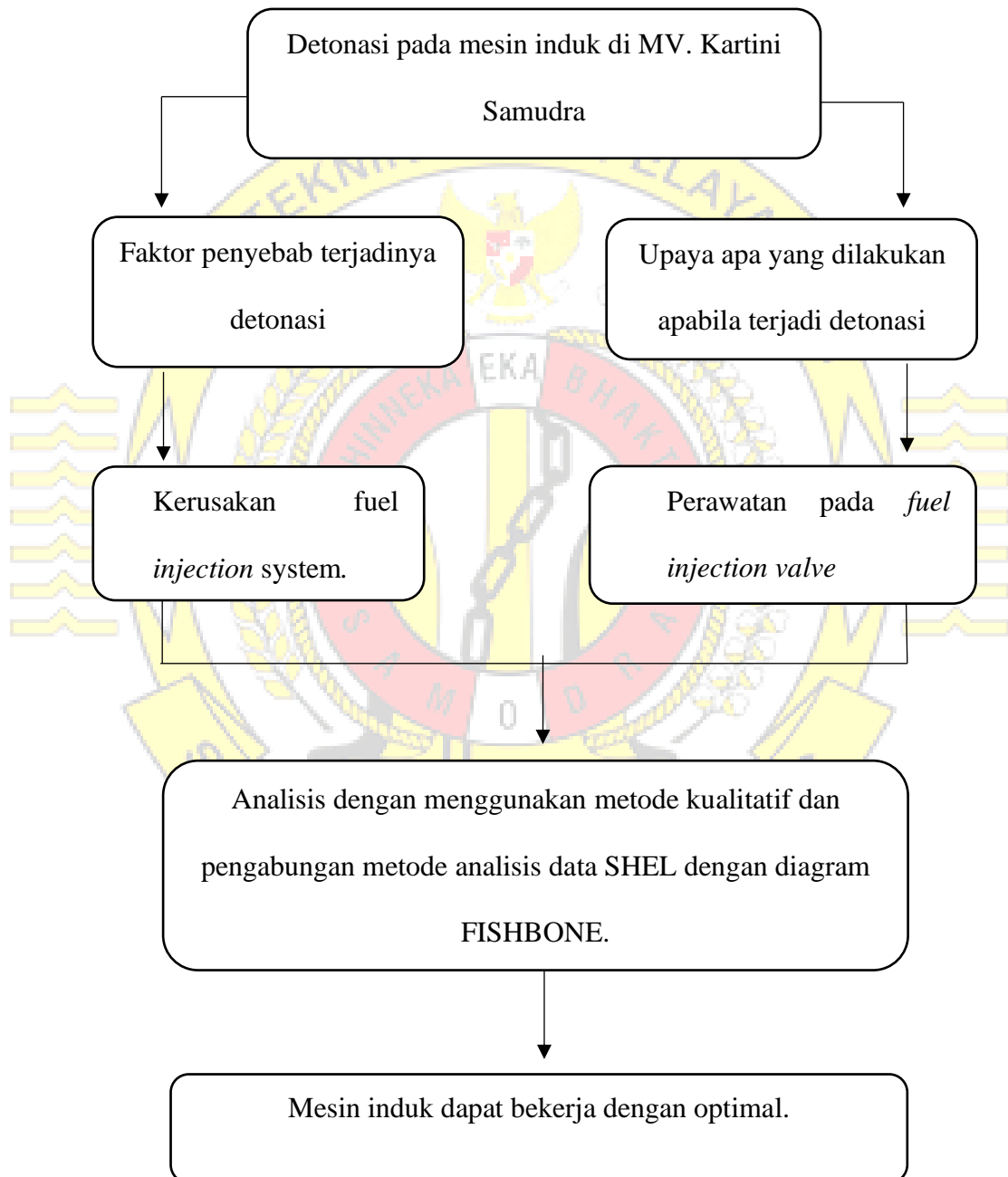


Sumber : *Pounder's Marine Diesel Engines*, 2004

Gambar 2.3. *Fuel Injection Pump*

B. Kerangka Penelitian

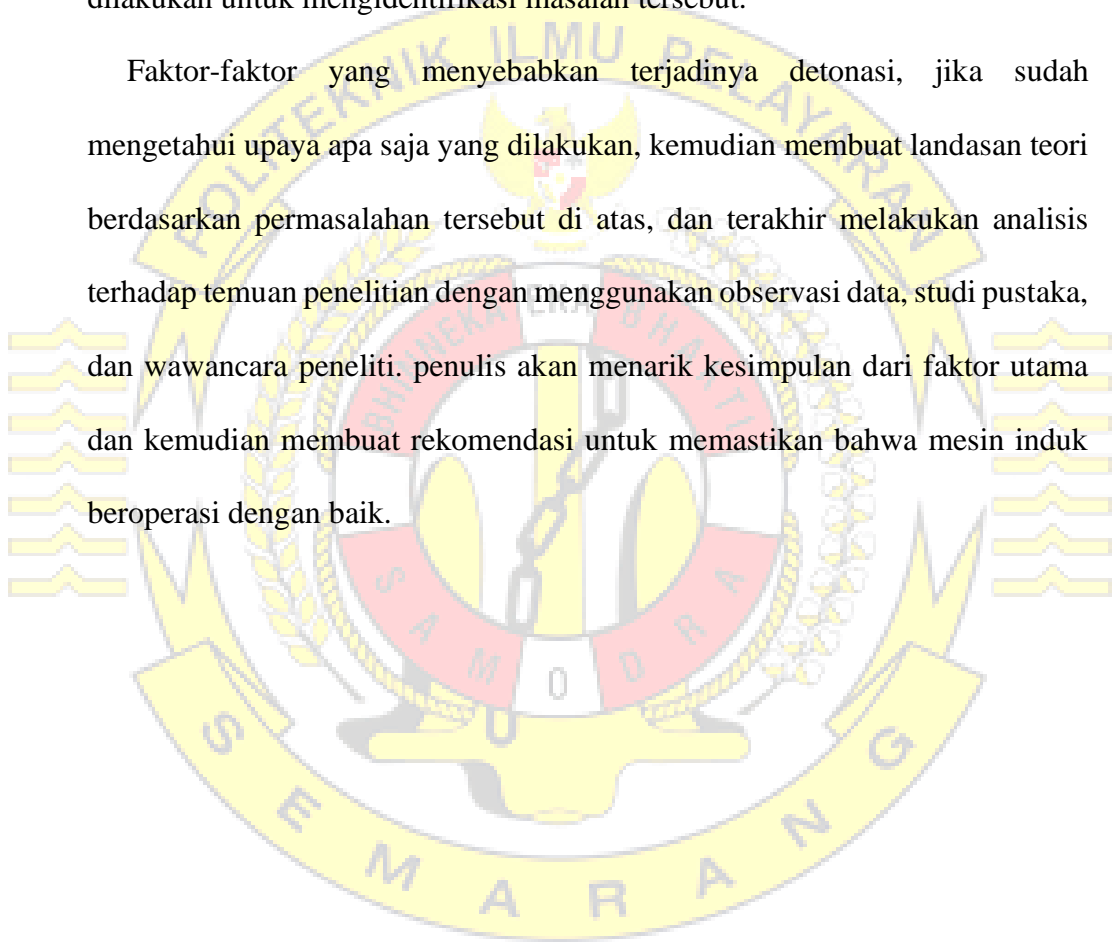
Untuk memudahkan pembaca dalam memahami penulisan tesis ini, penulis menyusun kerangka pemikiran yang merupakan jawaban atas pokok permasalahan penelitian dari paparan kronologis berdasarkan teori dan konsep.



Gambar 2.4. Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut di atas, maka dapat dipahami dari topik yang akan dibahas yaitu penyebab terjadinya detonasi pada mesin induk. Berdasarkan topik tersebut, penulis ingin mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan masalah tersebut dan dari faktor-faktor tersebut akan menghasilkan dampak yang akan terjadi. Kemudian akan ada upaya yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah tersebut.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya detonasi, jika sudah mengetahui upaya apa saja yang dilakukan, kemudian membuat landasan teori berdasarkan permasalahan tersebut di atas, dan terakhir melakukan analisis terhadap temuan penelitian dengan menggunakan observasi data, studi pustaka, dan wawancara peneliti. penulis akan menarik kesimpulan dari faktor utama dan kemudian membuat rekomendasi untuk memastikan bahwa mesin induk beroperasi dengan baik.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penyusunan data penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti dengan diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi menggunakan metode penelitian Fishbone dan SHELL yang telah diuraikan dalam pembahasan bab-bab sebelumnya maka dari itu penulis dapat menarik kesimpulan yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam skripsi ini sebagai akhir yaitu :

1. Faktor apakah yang menyebabkan timbulnya detonasi *cylinder* nomer 6 pada mesin induk di MV. Kartini Samudra yaitu :
 - a. Tidak terlaksananya PMS (*Plan Maintenance System*).
 - b. Kebocoran pada *nozzle fuel injection*.
 - c. *Rack* bahan bakar tidak optimal.
 - d. Suhu bahan bakar yang tidak sesuai.
 - e. Kurangnya komunikasi antar *crew* kapal.
 - f. Kurangnya jumlah orang atau *crew* yang merawat.
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk menaggulangi detonasi *cylinder* nomer 6 pada mesin induk adalah:
 - a. Diaksanakannya PMS sesuai jadwal yang telah dibuat.
 - b. Mengganti *nozzle fuel injection*.
 - c. Melakukan *overhaul* pada *rack*.

- d. Menaikkan suhu *heater* pada bahan bakar.
- e. Melakukan perawatan saat sandar atau ketika mesin mati.
- f. Meningkatkan komunikasi antar *crew*.
- g. Menambah jumlah *crew* saat perawatan atau *overhaul*.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan pengalaman peneliti pada waktu melakukan penelitian diatas kapal masih terdapat kekurangan dalam penelitian skripsi ini karena adanya keterbatasan penelitian yang dihadapi peneliti. Berikut keterbatasan dan kekurangan dalam melakukan penelitian:

1. Waktu yang dimiliki oleh peneliti terbatas pada saat melakukan penelitian, karena terjadi banyak masalah, dan itu bukan pada mesin induk saja melainkan mesin mesin yang lain yang ada di kamar mesin. Jadi peneliti tidak bisa fokus pada satu permasalahan yaitu pada *fuel injection* mesin induk.
2. Kurangnya pengalaman dan wawasan dari peneliti juga menjadi salah satu yang menjadi terbatasnya penelitian diatas kapal. Dan kurangnya fasilitas sarana dan prasarana dari peneliti.

C. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang di bahas, peneliti menyampaikan saran guna mencegah terjadinya masalah detonasi pada cylinder nomer 6 mesin induk, sehingga peneliti dapat memberikan beberapa saran supaya penelitian bisa menjadi lebih sempurna, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk perbaikan dan perawatan yang dilakukan pada *fuel injection*

harus dilakukan sesuai PMS yang sudah ditetapkan oleh *maker*. Sehingga tidak terjadi keterlambatan dalam perbaikan dan perawatan yang menyebabkan permasalahan pada *fuel injection* tersebut timbul.

2. Terkait kegiatan perawatan dan perbaikan yang terlambat, sebaiknya masinis selalu mengecek kondisi *fuel injection*. Dengan membuat jadwal pengecekan dari jauh hari agar meminimalisir keterlambatan perawatan dan perbaikan tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, R. (2017). *Analisis terjadinya detonasi dalam ruang bakar pada mesin induk di MV. Sinar Solo dengan metode fishbone analysis*. Politeknik Ilmu Pelayaran.
- Chell, N.E, (2019). *Operation and Maintenance of Machinery in Motorship*, Institute of Marine Engineers.
- Handoyo, J. J. (2014). *Mesin penggerak utama turbin uap*. CV. Budi Utama.
- Herlina, Y., Pratama, G. D., & Waspodo, F. (2019). Mengamati turunnya kinerja injector motor induk di kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 1(1), 1–9.
- Ismanto. (2012). Analisis variasi tekanan pada injektor terhadap performance (torsi dan daya) pada motor diesel. *Jurnal Teknik*, 2(1).
- Karyanto, E. (2001). *Panduan reparasi mesin diesel*. Pedoman Ilmu Jaya.
- La'lang, A., Jafar, M., & Hasiah. (2021). Analisis kurang optimalnya tekanan injektor pada mesin induk di MT. PATRA TANKER 3. *Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar*, 5(1), 161–171.
- Liu, S., Cui, Y., Fu, Y., Li, B., Lv, B., & Qian, Y. (2019). Modeling of lubricated translational joints in rigid-partially flexible multibody systems and its application in two-stroke marine diesel engines. *Tribology International*, 165(June 2021), 107244. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107244>.
- Manzini, R. (2009). *Maintenance for industrial system*. Springer.
- Nazir, M. (2013). *Metode penelitian*. Ghalia Indonesia.
- Ruslan, R. (2008). *Metodologi penelitian public relations*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Senčić, T., Mrzljak, V., Medica-Viola, V., & Wolf, I. (2022). CFD Analysis of a Large Marine Engine Scavenging Process. *Processes*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/pr10010141>.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, R&D*. PT. Alfabeta. Bandung.
- Taylor, D.A, 2002, *Introduction to Marine Engineering*, Second Edition, British Library Cataloguing in Publication Data.
- Verlag, S, 2009, *Compendium Marine Engineering*, First Edition, DVV Media

Group: Hamburg, Germany.

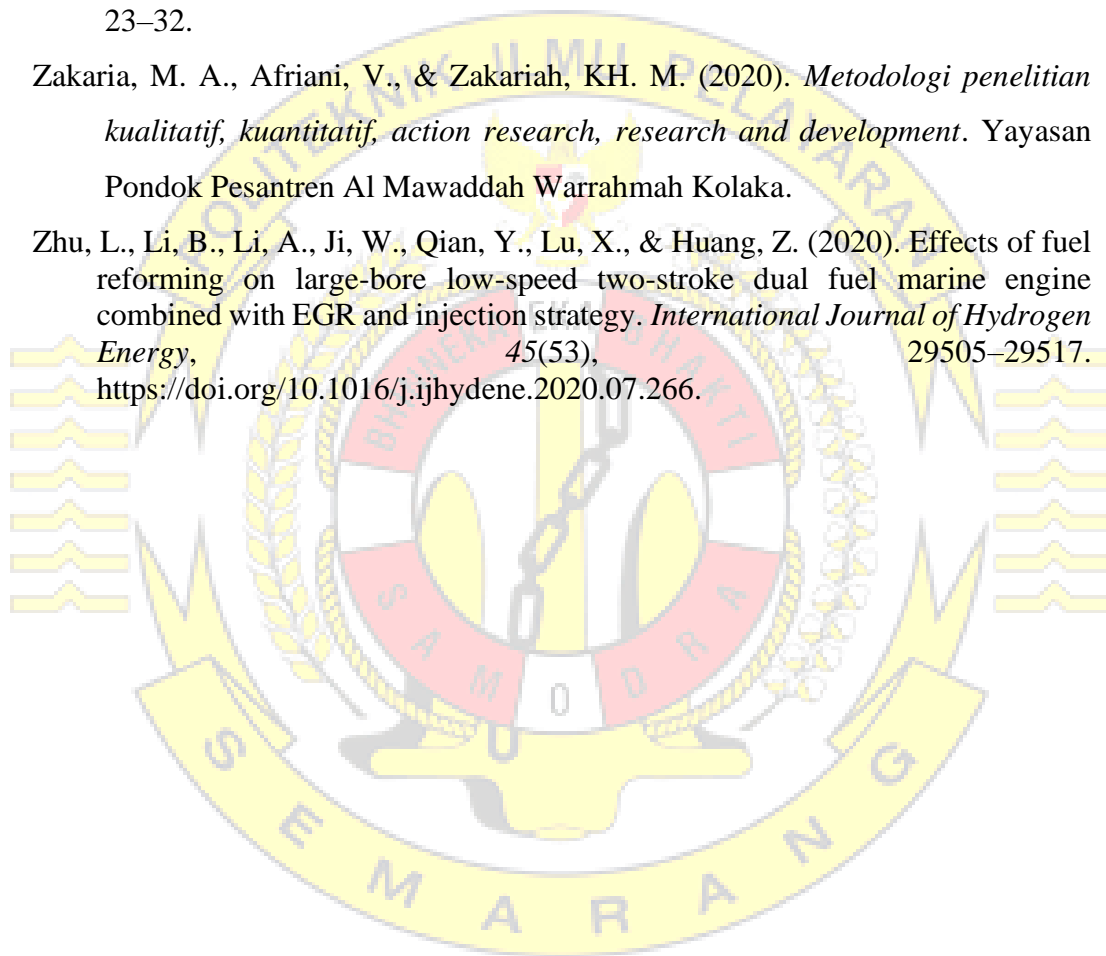
Woodyard, D, 2004, Pounder's Marine Diesel Engines, Eight Edition, British Library Cataloguing in Publication Data.

Yuan, C., Li, S., Qin, Z., Lu, J., & Peng, S. (2022). A multi-process coupling study of scavenging pressure effect on gas exchange of a linear engine. *Applied Thermal Engineering*, 217(August), 119254. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119254>.

Yulianto, P., & Muliawan, A. (2016). Pengaruh variasi putaran mesin terhadap daya pada engine cummins KTTA 38 C. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1), 23–32.

Zakaria, M. A., Afriani, V., & Zakariah, KH. M. (2020). *Metodologi penelitian kualitatif, kuantitatif, action research, research and development*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.

Zhu, L., Li, B., Li, A., Ji, W., Qian, Y., Lu, X., & Huang, Z. (2020). Effects of fuel reforming on large-bore low-speed two-stroke dual fuel marine engine combined with EGR and injection strategy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(53), 29505–29517. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.266>.



LAMPIRAN 1. Hasil Kegiatan Wawancara dengan Kepala Kamar Mesin

Cuplikan catatan hasil wawancara peneliti dengan Kepala Kamar Mesin di MV. Kartini Samudra yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara
 Penulis / *Engine Cadet* : Irfan Naim Ramadhan
 KKM : Budhi Prasetya
 Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 21 Juni 2021

Cadet : "Selamat sore, Bas".

KKM : "Sore, Det. Ada apa ?"

Cadet : "Ijin bertanya, Bas, mengenai dentuman di Main Engine yang terjadi kemarin itu karena apa ya Bas ?".

KKM : "Oh ya Det, pertanyaan bagus, itu namanya Detonasi det".

Cadet : "Faktor apa yang menyebabkan terjadinya Detonasi kemarin dikapal ini Bas?"

KKM : "Jadi gini Det, terjadinya Detonasi kemarin penyebabnya karena ada beberapa faktor yaitu pelaksanaan kegiatan perawatan tidak sesuai dengan PMS, kerusakan pada *Fuel Injection*, suhu bahan bakar yang tidak sesuai, padatnya jadwal operasional kapal juga mempengaruhi det, karena dengan padatnya jadwal operasional perawatan dan perbaikan jadi kurang maksimal, kesadaran dan tanggung jawab masinis juga sangat penting.

Cadet : "Lalu bagaimana upaya untuk mencegah hal tersebut terjadi lagi Bas ?"

KKM : "Tentunya dengan melakukan perawatan dengan tepat dan sesuai prosedur".

Cadet : "Apa upaya yang tepat Bas ?"

KKM : "Ya, terdapat beberapa cara perawatan injektor yaitu

menjalankan PMS secara procedural (setiap 3 bulan), penggantian dengan suku cadang yang sesuai dengan kebutuhan”.

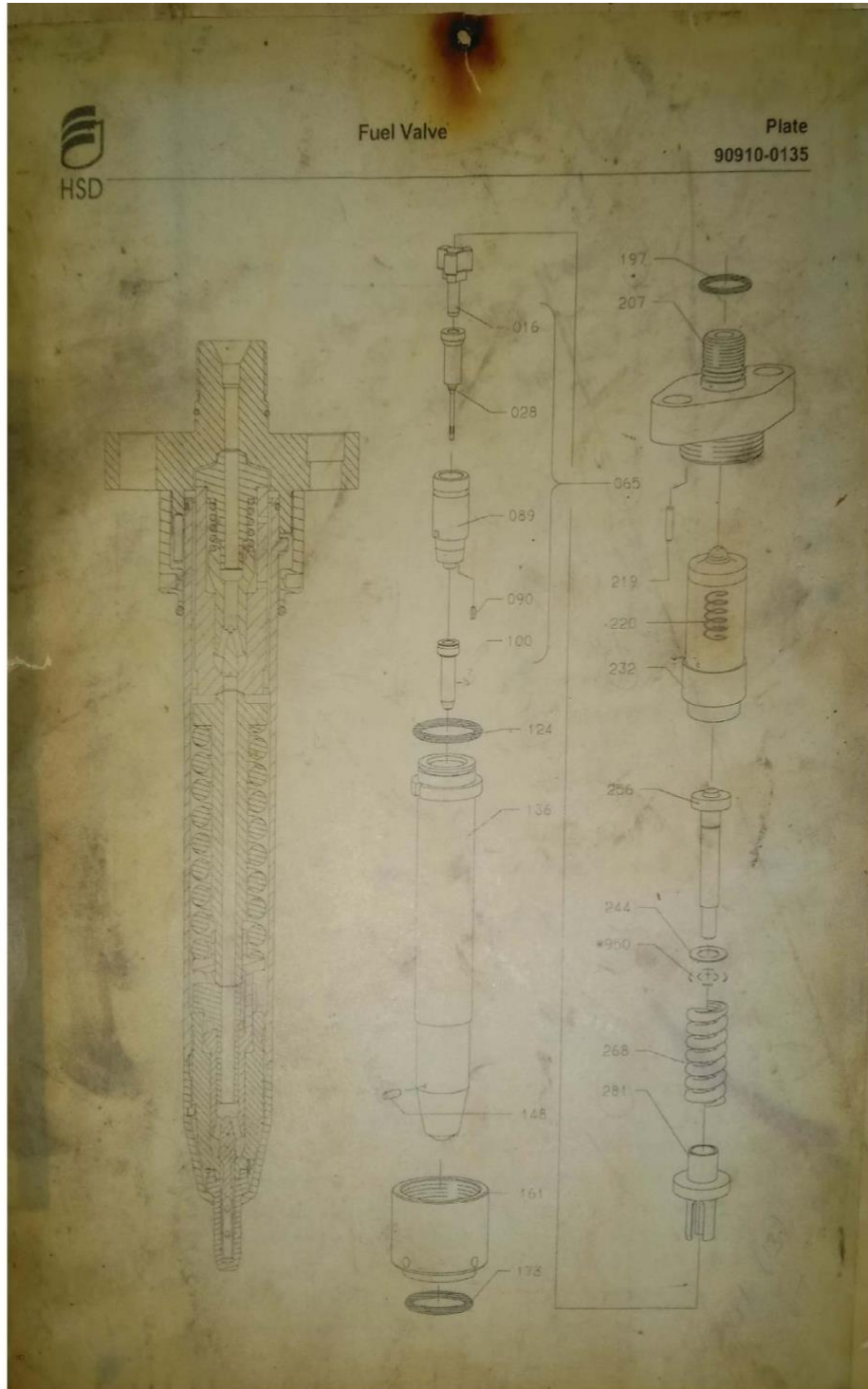
Cadet : ”Siap Bas, lalu apa saja upaya yang di lakukan untuk mengatasi kerusakan pada injektor ?”.

KKM : ”Upaya yang dilakukan yaitu meningkatkan kedisiplinan pada crew kapal dan memahami prosedur perawatannya, selalu peka terhadap apa yang bermasalah, melakukan penggantian dengan spare part yang baru dan sesuai sebelum umur melebihi batas pemakaian / running hours, meningkatkan perawatan saat kapal sandar atau mesin mati, meningkatkan komunikasi antar crew kamar mesin, menambah jumlah crew yang bekerja saat melakukan perawatan atau overhaul. Jika itu semua dikerjakan dengan rutin maka kerusakan injektor dapat di minimalisir Det”.

Cadet : ”Siap Bas. Terimakasih informasinya, ini saya jadikan untuk bahan materi skripsi saya Bas”.


KKM : ”Sama-sama Det, jangan sungkan-sungkan bertanya”.

LAMPIRAN 2. Bagian-bagian dari *Fuel Injection*



Item No.	Item Description	Item No.	Item Description
016	Thrust disc		
028	Cut-off shaft		
065	Spindle guide, complete		
089	Spindle guide		
090	Spring pin		
100	Nozzle		
124	O-ring		
136	Holder		
148	Guide pin		
161	Union nut		
173	O-ring		
197	O-ring		
207	Valve head		
219	Guide pin		
220	Spring		
232	Non-return valve		
244	Disc		
256	Thrust spindle		
268	Spring		
281	Thrust foot		
950	Additional disc*		
	* Optional extras		

LAMPIRAN 3. Ship Particular

SHIP'S PARTICULAR				
NAME	MV. KARTINI SAMUDRA	IMO Nr : 92 81 449		
CALL SIGN	PKST	Class Nr : 0473624		
FLAG	INDONESIA	MMSI : 525 015 839		
PORT OF REG.	JAKARTA			
OFFICIAL No	3384 / PST			
OWNER	PT. BERKAT SAMUDRA GEMILANG LINES			
OPERATOR	PT. JAYA SAMUDRA KARUNIA			
	AIA CENTRAL BUILDING 33RD FLOOR			
	JL. JENDRAL SUDIRMAN KAV.48A RT.005 / RW.004			
	KEL.KARET SEMANGGI-KEC.SETIA BUDI, JAK-SEL			
	JAKARTA 12930 - INDONESIA			
CLASS	KR (KOREAN REGISTER)			
	1A (E), BULK CARRIER STRENGTHEN FOR HEAVY CARGOES,			
	HOLDS Nr 2, 4, & Nr 6 MAY BE EMPTY			
	ESP, SH, SHCM, + AMS, + ACCU, UWILD, HCS, GRAB26			
MACHINERY	B&W 6S60MC HSD ENGINE Co Ltd.			
MAIN ENGINE OUTPUT	14900 PS x 94,0 rpm			
PROPELLER	FIXED PITCH - RIGHT HAND w/4 FIXED BLADES			
YEAR BUILD	KEEL LAID 17/05/2004 DELIVERED 21/09/2004			
GROSS TONNAGE (Intern)	40.167,0 RT			
NET TONNAGE (Intern)	26.187,0 RT			
DEADWEIGHT (Summer DW)	73.592,2 MT			
SUMMER DRAFT / FREEBOARD	14,120 M / 5.326 M			
DISPLACEMENT (Summer)	86.476,0 MT			
LIGHT SHIP	12.883,8 MT			
L.O.A	224,90 M	737,89 Ft		
L.B.P	217,00 M	711,97 Ft		
BREADTH (Moulded)	32,26 M	105,84 Ft		
DEPTH	19,40 M	63,65 Ft		
HIGH OF RADAR MAST ABOVE KEEL	51,50 M	168,97 Ft		
HIGH M.DECK - KEEL	23,6 M	77,43 Ft		
SUEZ CANAL GROSS / NET (TONNAGE)	41784,42 / 38060,88 RT			
PANAMA CANAL PC/UMS NET (TONNAGE)	320806 RT	Ship ID Nr : 300 4636		
CARGO HOLDS CAPACITY GRAIN / BALES	90.595,0 CM / 87.638,4 CM			
BALLAST CAPACITY (BLST Hold No. 4)	19.888,2 CM + 13.211,2 CM			
F.W.A (On Summer Draft)	0,324 mm			
TPC (On Summer Draft)	66,80 MT			
SEA SPEED	91 RPM	BALLAST 16,1 Kn LOAD 15 Kn		
MANOUEVERING SPEED	66 RPM	BALLAST 12,3 Kn LOAD 11,1 Kn		
LOAD LINE	DWT	DISP	DRAFT	FREEBOARD
SUMMER	73.592,2	86.476,0	14,120	5,326 M
WINTER	71.630,4	84.514,2	13,826	5,620 M
FRESH	73.602,0	86.485,8	14,444	5,002 M
TROPICAL	75.583,0	88.446,8	14,414	5,032 M
TROPICAL FRESH	75.524,7	88.408,5	14,738	4,708 M
EMAIL : krs1@amosconnect.com	MOBL. Nr : +773 159 812	FAX Nr : +783 203 516		
MINI-M : TEL Nr : +765 072 979	Nr : +352 500 299	FAX Nr : +352 500 298		
INM-B : TEL Nr : +352 500 297	SSAS : SATAMATICS(SAT101)	MMSI : 525 015 839		
INM-C : 452 501 977	Note : The information is correct without guarantee			

LAMPIRAN 4. Crew List

CREW LIST

		<input checked="" type="checkbox"/> Arrival <input type="checkbox"/> Departure		Page No. 1/1			
1. Name of Ship MV. KARTINI SAMUDRA		2. Port of Arrival TANJUNG JATI - INDONESIA		3. Date of Arrival 15th AUGUST 2021			
4. Nationality of Ship INDONESIA		5. Port from Departure LUBUK TUTUNG - INDONESIA		6. Nature and No. of Identity document			
				Date and Place of Embarkation			
7. No.	8. Sure Name, Given Name, Middle Name	9. Rank or Rating	10. Nationality	11. Date and Place of Birth	(Seaman's Book) Expiry	(Passport) Expiry	Date and Place of Embarkation
1	NUR UDIN KHASAN	MASTER	INDONESIAN	29-Jul-1974 Tegal - Indonesia	F 013859 15-May-2022	C 7575531 22-Jan-2026	09-Mar-2021 TANJUNG JATI
2	SUKOCO	CH. OFF	INDONESIAN	11-Nov-1981 Magetan - Indonesia	E 139841 17-Dec-2021	B 9229093 12-Jan-2023	19-Jun-2021 TANJUNG JATI
3	RICY FATMADINATA WARDIMAN	2ND OFF	INDONESIAN	20-Aug-1990 Bandung- Indonesia	F 056148 10-Aug-2022	C 7569541 11-Jan-2026	28-Jan-2021 TANJUNG JATI
4	AMRAN ARIFIN	3RD OFF	INDONESIAN	22-Jul-1994 Wall - Indonesia	F 198099 06-Dec-2021	C 5976919 12-Feb-2025	25-Mar-2021 TANJUNG JATI
5	BUDHI PRASETYO	CH. ENG	INDONESIAN	16-Mar-1983 Purworejo - Indonesia	E 149860 11-Apr-2022	C 0097838 04-May-2023	28-Nov-2020 TANJUNG JATI
6	SAIFULLAH	2ND ENG	INDONESIAN	09-Apr-1982 Barro - Indonesia	F 199367 18-Dec-2021	C 7575637 21-Jan-2026	29-Apr-2021 TANJUNG JATI
7	LA AJIMA	3RD ENG	INDONESIAN	9-Mar-1972 Usuku Tomia - Indonesia	E 119104 18-Oct-2023	C 4457234 22-Aug-2024	22-Jun-2021 TANJUNG JATI
8	DIDIK	4TH ENG	INDONESIAN	15-Mar-1989 Blora - Indonesia	E 105090 11-Aug-2023	B 66598844 29-Mar-2022	09-Mar-2021 TANJUNG JATI
9	DIKDIK TARMEDI	ELECT.	INDONESIAN	06-Jul-1985 Sumedang - Indonesia	F 184256 25-Jun-2022	B 9878316 14-Mar-2023	09-Mar-2021 TANJUNG JATI
10	RIYAMAN	BOSUN	INDONESIAN	22-Nov-1968 Gresik - Indonesia	F 090685 25-Jan-2023	B 9226727 12-Feb-2023	19-Jun-2021 TANJUNG JATI
11	ASEP	AB. A	INDONESIAN	12-Jul-1976 Jakarta - Indonesia	F 207275 11-Jan-2022	C 4972659 08-Oct-2024	02-Nov-2020 TANJUNG JATI
12	JUKO LAKSONO	AB. B	INDONESIAN	04-Aug-1987 Treggalek - Indonesia	E 143706 07-Jan-2022	C 3374026 26-Apr-2024	25-Mar-2021 TANJUNG JATI
13	HARIS	AB. C	INDONESIAN	27-Aug-1975 Bangkalan - Indonesia	F 229469 15-Mar-2022	B 8298925 18-Oct-2022	19-Jun-2021 TANJUNG JATI
14	MOHAMAD HELMI	OS	INDONESIAN	26-Mar-1988 Surabaya - Indonesia	F 090021 19-Dec-2022	C 7542804 04-Jun-2026	17-Feb-2021 TANJUNG JATI
15	ADAM HARAHAP	OILER NO.1	INDONESIAN	06-Jan-1972 Padang Garugur - Indonesia	E 126394 07-Oct-2021	C 1972344 26-Oct-2023	02-Nov-2020 TANJUNG JATI
16	GUNAWAN	OILER. A	INDONESIAN	27-Aug-1986 Gunung Kidul - Indonesia	F 024113 10-May-2022	C 7022635 11-Sep-2025	01-Jun-2021 TANJUNG JATI
17	HERY ANGGA PAMUJI	OILER. B	INDONESIAN	28-Aug-1986 Banyuwangi - Indonesia	F 248470 27-Jun-2022	C 4971885 01-Oct-2024	01-Jun-2021 TANJUNG JATI
18	BAMBANG SUKOCO	OILER. C	INDONESIAN	08-Feb-1981 Pati - Indonesia	F 260737 26-Jul-2022	C 7022343 26-Aug-2025	28-Jan-2021 TANJUNG JATI
19	M. KARYOTO	WIPER	INDONESIAN	22-Mar-1981 Tegal - Indonesia	E 139965 20-Dec-2021	C 3704158 27-Jun-2024	29-Apr-2021 TANJUNG JATI
20	SUHERI	CH. COOK	INDONESIAN	28-May-1987 Tegal - Indonesia	F 148734 25-Mar-2022	C 2988442 05-Apr-2024	19-Jun-2021 TANJUNG JATI
21	LUTFIYANTO	M/BOY	INDONESIAN	04-Jun-1986 Bangkalan - Indonesia	F 054692 30-Aug-2022	C 5793812 03-Dec-2024	29-Apr-2021 TANJUNG JATI
22	ALEXANDRO CHELVIN AMOL	D/CADET A	INDONESIAN	18-Jan-2001 Soroako - Indonesia	F 295517 20-Oct-2022	C 0210285 30-Apr-2023	19-Aug-2020 TANJUNG JATI
23	MUHAMMAD MIFTAKHUL SOLIKH	D/CADET B	INDONESIAN	24-Jul-1999 Pemalang - Indonesia	G 011893 07-Jul-2023	C 6460034 27-Feb-2025	08-Sep-2020 TANJUNG JATI
24	SYARIPUDDIN	D/CADET C	INDONESIAN	12-Nov-1999 Penja - Indonesia	F 032460 25-Jul-2022	C 7029248 13-Aug-2025	20-Oct-2020 TANJUNG JATI
25	IRFAN NAIM RAMADHAN	E/CADET A	INDONESIAN	06-Jul-2000 Pati - Indonesia	G 011852 06-Jul-2023	C 6460026 27-Feb-2025	17-Feb-2021 TANJUNG JATI
26	IDHAM NUR ARDIANSYAH	E/CADET B	INDONESIAN	08-Aug-2000 Jember - Indonesia	F 293925 14-Oct-2022	C 4680395 04-Sep-2024	19-Aug-2020 TANJUNG JATI

TOTAL NUMBER OF CREW 26 INCLUDING MASTER



LAMPIRAN 5. Gambar Kapal MV. Kartini Samudra



LAMPIRAN 6. Daftar Riwayat Hidup

Nama : Irfan Naim Ramadhan
NIT : 551811226685 T
Tempat/Tanggal lahir : Pati, 06 Januari 2000
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Desa Tambakromo Rt 05 / Rw 2, Kecamatan
Tambakromo, Kabupaten Pati

Nama Orang Tua :

Nama Ayah : Sunarji
Nama Ibu : Siti Nur Khomsah
Alamat : Desa Tambakromo Rt 05 / Rw 2, Kecamatan
Tambakromo, Kabupaten Pati

Riwayat Pendidikan :

1. SD N 1 TAMBAKROMO : Lulus tahun 2012
2. SMP N 1 PATI : Lulus tahun 2015
3. SMA N 2 PATI : Lulus tahun 2018
4. PIP SEMARANG : Masuk

Pengalaman Praktek Laut :

1. Perusahaan Pelayaran : PT. JSK (Jaya Samudra Karunia)
2. Nama Kapal : MV. Kartini Samudra
3. Masa Layar : 05 Oktober 2020 – 08 November 2021