

**PENGARUH INJEKTOR TERHADAP
SUHU GAS BUANG MESIN INDUK
DI MT. SINDANG**



AKHDAN BAIHAQI MUSTOFA

NIT : 18.42.008

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2022**

**PENGARUH INJEKTOR TERHADAP
SUHU GAS BUANG MESIN INDUK
DI MT. SINDANG**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

AKHDAN BAIHAQI MUSTOFA

18.42.008

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2022**

SKRIPSI

**PENGARUH INJEKTOR TERHADAP
SUHU GAS BUANG MESIN INDUK
DI MT. SINDANG**

Disusun dan Diajukan Oleh :

AKHDAN BAIHAQI MUSTOFA

18.42.008

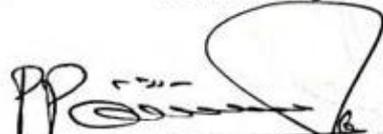
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal 9 Juni 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Drs. Paulus Pongkessu, M.T., M.Mar.E

NIP. 19560905 198103 1 003


Hasiah, S.T., M.A.P.

NIP. 19690301 200312 2 001

Mengetahui :

a.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi



Capt. Hadi Setiawan, MT., M.Mar.
NIP. 19751224 199808 1 001


Abdul Basir, M.T., M.Mar.E.
NIP. 19681231 199808 1 001

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT dan rasa syukur yang tiada henti, penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia serta hidayah-Nya akhirnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi ini.

Skripsi ini merupakan sekian dari persyaratan yang ditujukan kepada Taruna program studi Teknika didalam merampungkan pendidikan yaitu program DIV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Di dalam penyusunan proposal skripsi, penulis memahami bahwasanya masih didapati banyak kekurangan seperti pengelolaan tata bahasa, penyusunan kalimat, tata cara penulisan dan juga pembahasan dalam menyampaian materi. Yang diakibatkan keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu, dan data yang diperoleh.

Ulasan dan gagasan yang membangun akan membantu penulis untuk lebih berhati-hati dalam penyusunan dan penyempurnaan proposal skripsi ini.

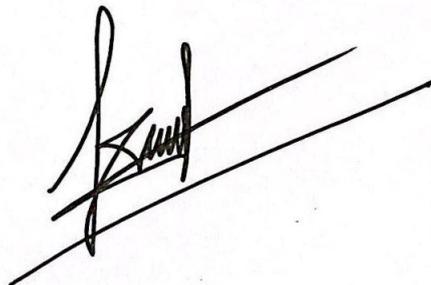
Tidak lupa dan dengan rasa hormat penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Capt. Sukirno, M.M.Tr, M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar, selaku Pembantu Direktur satu Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Abdul Basir, M.T., M.Mar.E, sebagai Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Bapak Paris Drs. Paulus Pongkessu, M.T., selaku pembing I yang selalu meluangkan waktunya dan selalu memberkan nasihat serta motivasi sehingga terselesaikan skripsi ini.
5. Ibu Hasiah, S.T., M.A.P., selaku pembimbinga II yang banyak meluangkan waktunya sehingga skripsi ini terselesaikan.

6. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan dan kasih sayangnya yang selalu diberikan kepada penulis selama mengikuti proses pendidikan di PIP Makassar.
7. Ayahanda Alif Mustofa, Ibunda Hasti Wulandari dan kedua adik saya Naufal Zaki Mustofa dan Iqbal Maulana Syafa'at serta semua keluarga yang tidak henti memberikan do'a dan dukungannya, sehingga penulis dapat merampungkan proposal skripsi ini.
8. *Master, Chief Engineer*, perwira-perwira dan seluruh ABK dari kapal MT.SINDANG / P.3010.
9. Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
10. Taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang andil dalam mengulurkan bantuan serta memberi semangat dalam penggarapan tugas akhir ini, terkhusus angkatan XXXIX.

Akhir kata penulis berkeinginan dengan dibuatnya proposal skripsi ini dapat memberi manfaat secara umum pada para pembaca dan terkhusus bagi penulis. Dan Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa selalu memberi perlindungan dan memberkati kita semua. Aamiin.

Makassar, 9 Juni 2022



Akhdan Baihaqi Mustofa
NIT. 18.42.008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Akhdan Baihaqi Mustofa
NIT : 18.42.008
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGARUH INJEKTOR TERHADAP TERHADAP SUHU GAS BUANG MESIN INDUK DI MT.SINDANG

merupakan karya tulis asli yang dibuat penulis dan Seluruh isi serta ide yang ada dalam skripsi ini. kecuali tema, yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 9 Juni 2022



Akhdan Baihaqi Mustofa

NIT. 18.42.008

ABSTRAK

Akhdan Baihaqi Mustofa, 2021, **Pengaruh Injektor Terhadap Suhu gas Buang Mesin Induk di MT. Sindang** (Dibimbing Oleh Bapak Paulus Pongkessu dan Ibu Hasiah)

Injektor merupakan bagian yang sangat penting bagi sebuah permesinan, dimana injektor memiliki fungsi untuk mengabutkan bahan bakar yang akan digunakan untuk melakukan proses pembakaran saat mesin beroperasi sehingga kondisi injektor harus diperhatikan dan mendapat perawatan yang berkala.

Dikapal MT.SINDANG yang dimiliki perusahaan PERTAMINA INTENATIONAL SHIPPING saat ini, Penulis melaksanakan penelitian dimana injektor dari MITSUBISHI SULZER 6RLB-66 yang merupakan mesin penggerak utama MT. SINDANG mengalami gangguan dimana dimana disetiap silinder mengalami tidak normalnya suhu gas buangnya, dan masinis mengidikasikan bahwa injektor mengalami kerusakan. Penulis melaksanakan penelitian selama 10 bulan 1 hari, yakni dari tanggal 15 Oktober 2020 sampai dengan 16 Agustus 2021. Data yang diperoleh berasal dari penelitian langsung pada obyek penelitian yaitu Injektor *Main Engine Mitsubishi Sulzer 6RLB-66* dan melaksanakan perawatan langsung pada obyek penelitian dengan masinis sebagai pengawas dan pembimbing saat taruna turun tangan langsung dalam perawatan atau perbaikan, serta ditambah oleh file berupa salinan manual book serta dokumentasi yang berkaitan dengan judul skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa meningkatnya suhu gas buang mesin induk karena pengaruh dari injektor akibat keausan pada bagian nozzel , tersumbatnya spray hole dan penyetelan injektor yang kurang tepat sehingga injektor tidak bekerja optimal untuk pengabutan bahan bakar.

Kata Kunci : Perawatan, Injektor, tersumbat, penyetelan, keausan.

ABSTRACT

Akhdan Baihaqi Mustofa, 2021, **The Effect of Injectors for the Exhaust Gas Temperature of the Main Engine in MT. Sindang** (Supervised by Mr. Paulus Pongkessu and Mrs. Hasiah)

The injector is a very important part of a machine, where the injector has a function to atomize the fuel that will be used to carry out the combustion process when the engine is operating so that the condition of the injector must be considered and receive regular maintenance.

On board the MT.SINDANG owned by PERTAMINA INTENATIONAL SHIPPING at this time, the author carried out a study where the injector from MITSUBISHI SULZER 6RLB-66 which is the main engine of the MT. SINDANG experienced a disturbance where each cylinder experienced an abnormal exhaust gas temperature, and the engineer indicated that the injector was damaged. The author carried out research for 10 months 1 day, from October 15, 2020 to August 16, 2021. The data obtained came from direct research on the research object, namely the Mitsubishi Sulzer 6RLB-66 Main Engine Injector and carried out direct maintenance on the research object with the machinist as supervisors and supervisors when cadets intervene directly in maintenance or repairs, and are added by a file in the form of a copy of the manual book and documentation related to the thesis title.

The results obtained from this study indicate that the increase in the exhaust gas temperature of the main engine is due to the influence of the injector due to wear on the nozzle, clogged spray hole and improper injector adjustment so that the injector does not work optimally for fuel atomization.

Keywords : Maintenance, Injector, clogged, tuning, wear.

DAFTAR TABEL

TABEL 4. 1 SHIP PARTICULAR.....	20
TABEL 4. 2 LIST OF MACHINERY.....	22
TABEL 4. 3 FUEL INJECTION VALVE SPECS	23
TABEL 4. 4 JADWAL PERAWATAN	29
TABEL 4. 5 JENIS BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-bagian Injektor Mitsubishi Sulzer 6RLB-66.....	4
Gambar 2. 2 Injektor Singel hole & Multi Hole.....	6
Gambar 2. 3 Gambar Injektor Pintle	6
Gambar 2. 4 Indirect Injection (penyemprotan tidak langsung)	8
Gambar 2. 5 Direct Injection (penyemprotan langsung)	9
Gambar 4. 1 Bagian-Bagian Injektor Pada Mitsubishi Sulzer 6RLB-66....	24
Gambar 4. 2 Nozzle Body dari Bagian Fuel Injection Valve Assy.....	25
Gambar 4. 3 Jarum nozzle yang baik tanpa luka pada ujung jarum	30
Gambar 4. 4 Jarum Injektor yang sudah tidak layak	30
Gambar 4. 5 Grinding pasta yang digunakan crew engine kapal MT.Sindang untuk me lapping permukaan Injektor dan Nozzle	31
Gambar 4. 6 permukaan dari bada injektor yang mengalami kerusakan..	32
Gambar 4. 7 Permukaan Nozzle body yang mengalami kerusakan akibat aus	33
Gambar 4. 8 Gambar permukaan Injektor yang baik setelah di lapping ...	33
Gambar 4. 9 Alat pembersih Spray hole Injektor.....	34
Gambar 4. 10 Mur pengikat antara badan Nozzle dan Nozzle Injektor	37
Gambar 4. 11 (kiri) Nozzle dan Jarum Nozzle, (kanan) Dowel pin Injector	37
Gambar 4. 12 dari kiri (spindel, dudukan spring, spring dan adjustable bolt)	38
Gambar 4. 13 Alat pengetesan Injektor di MT. Sindang	39
Gambar 4. 14 Adjustable Bolt dan sims / ring tambahan	40
Gambar 4. 15Pengabutan Injektor yang baik (kiri), Tekanan yang didapat pada pressure gauge (kanan)	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Buku Pelaut.....	46
Lampiran 1. 2 Surat Sign On	47
Lampiran 1. 3 Surat Sign off	48
Lampiran 1. 4 Crew List MT. Sindang	49
Lampiran 1. 5 Surat Masa Layar	50
Lampiran 1. 6 ship particular	51
Lampiran 1. 7 sertifikat (SIUPAL).....	52
Lampiran 1. 8 Sertifikat Surat laut.....	53
Lampiran 1. 9 Foto kapal MT. Sindang	54
Lampiran 1. 10 Foto Saat Cadet bersama benda penelitian F.I.V Mitsubishi Sulzer 6RLB-66	55
Lampiran 1. 11 Dokumentasi prala, starting Handle & fuel handle engine Side	56
Lampiran 1. 12 Foto dengan Aux. Boiler Gandeulis SunRod MT. Sindang	57
Lampiran 1. 13 Foto dengan F.I.V FW cooling Pump & tanki servis , settling F.O	58
Lampiran 1. 14 Foto Dengan Cylinder Cover Mitsubishi Sulzer 6RLB-66	59
Lampiran 1. 15 Sistem Bahan bakar di Manual Book Mistubishi Sulzer 6RLB- 66	60
Lampiran 1. 16 Sketsa Cylinder Cover & Letak F.I.V	61
Lampiran 1. 17 Foto Bersama Manual Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66	62
Lampiran 1. 18 Bukti normal suhu gas buang di Manual Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66	63
Lampiran 1. 19 Data log book suhu gas buang sesudah perawatan F.I.V perjalanan dari Tuban - Balikpapan	64
Lampiran 1. 20 Data Log Book suhu gas buang Sebelum perawatan F.I.V perjalanan dari Semarang - Tuban	65
Lampiran 1. 21 Bukti Penyebab Temp. Gas buang mesin induk tidak normal sesuai Manual Book Mitsibishi Sulzer 6RLB-66	66
Lampiran 1. 22 Data Spare Part MT. sindang Bulan Februari 2021	66
Lampiran 1. 23 Job Description Engine Crew MT. Sindang	67

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Pnelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. PENGENALAN INJEKTOR.....	3
1. Cara Kerja Injektor.....	3
2. Jenis-Jenis <i>Nozzle</i>	5
3. Metode Penyemprotan Bahan Bakar.....	7
4. Persyaratan Yang Harus Di Penuhi Sistem Injeksi.....	10
5. Tahapan Pembakaran Pada Mesin.....	11
6. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna.....	12
7. Sistem Pemasukan Bahan Bakar.....	13
B. Kondisi <i>Nozzle</i> Injektor.....	14
C. Kerangka pikir.....	15
D. Hipotesis.....	15
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN.....	16
A. Jenis Penelitian.....	16
B. Definisi Operasional Variable.....	16
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	17
D. Teknik Pengumpulan Data.....	17
E. Jenis Dan Sumber Data.....	18
F. Metode Analisi Data.....	18

G. Jadwal Penelitian	19
BAB IV	20
HASIL PENELITIAN	20
A. SEJARAH SINGKAT PERUSAHAAN DAN OBYEK PENELITIAN	20
B. DATA TEKNIS MT. SINDANG	20
C. OBYEK PENELITIAN	21
D. PENANGGUNG JAWAB PERAWATAN OBJEK PENELITIAN	26
E. GAMBARAN UMUM OPERASI	26
1. Prinsip Kerja Injektor pada Main Engine Type 6RLB-66.....	26
2. Cara Operasional Injektor saat mesin beroperasi	27
F. DESKRIPSI HASIL ANALISIS DATA	27
G. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	28
1. Pengaruh injektor tidak bekerja dengan baik terhadap suhu gas buang mesin induk.	28
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi injektor tidak bekerja dengan baik.....	29
3. Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Perawatan serta Perbaikan	42
BAB V	43
PENUTUP	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP PENULIS	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin diesel adalah mesin yang sistem pembakarannya di dalam (internal combustion engine) menjadi pilihan banyak pengguna motor bakar untuk kendaraannya karena keunggulan efisiensi bahan bakar. Sebagai efek dari semakin ketatnya peraturan terhadap pencemaran lingkungan hidup, mesin diesel menjadi salah satu pilihan dalam pemakaian sistem internal-combustion engine. Internal combustion engine ini kita temui dalam sistem mobil, kapal, alat pembangkit listrik portable, bus, traktor dan lain-lain. Salah satu keunggulan mesin diesel adalah sistem pembakarannya menggunakan Compression-ignition (pembakaran-tekan), yang tidak memerlukan busi. Pada Motor Bakar Diesel salah satu system terpenting adalah system aliran Bahan Bakar

Sistem bahan bakar adalah proses mengalirnya bahan bakar dari dalam tangki hingga masuk kedalam ruang bakar mesin diesel. Oleh karena itu perlunya pemahaman tentang jalur aliran bahan bakar tersebut dan cara kerja dari komponen yang ada Pada Sistem bahan bakar juga terdapat beberapa komponen-komponen penting yang menunjang kelancaran aliran bahan bakar.

Salah satu komponen tersebut adalah injektor. Injektor ini memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung proses pembakaran pada motor diesel. Jika hal ini mengalami kerusakan atau injektor tidak bekerja dengan baik maka akan menimbulkan dampak terhadap suhu gas buang pada mesin, oleh karena itu injektor harus dijaga agar tetap bekerja sebagaimana mestinya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan kejadian pada latar belakang di atas maka setelah dilakukan pemeriksaan ternyata meningkatnya suhu gas buang disebabkan karena injektor tidak bekerja dengan baik. Untuk itu maka rumusan dari permasalahan tersebut adalah :

Faktor apa sajakah yang mempengaruhi injector tidak bekerja dengan baik dan apa pengaruhnya terhadap suhu Gas Buang?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya keausan pada *nozzle*.
2. Untuk mengetahui terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*.
3. Untuk dapat menentukan penyetelan injektor dengan tepat.

D. Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

Sebagai bahan pengetahuan bagi para calon cadet supaya lebih mengetahui secara dini apabila mendapat gangguan atau kerusakan pada injektor saat melakukan praktek laut agar segera diatasi, sehingga tidak mengganggu proses pelayaran.

b. Manfaat Praktis

Untuk memberikan gambaran atau bahan masukan bagi Anak Buah Kapal (ABK) atau orang yang berkecimpung mengenai penanganan dan perawatan injektor, sehingga pada saat bekerja dapat dengan mudah melaksanakan atau menangani masalah jika terjadi gangguan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. PENGENALAN INJEKTOR

1. Cara Kerja Injektor

Menurut Karyanto (2000), injektor bekerja untuk mengatomisasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi serta memberi tenaga penyebaran, pembagian dan penerobosan bahan bakar. Jadi injektor berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke ruang bakar agar terjadi pembakaran yang sempurna dalam waktu singkat.

Penghambutan dari bahan bakar dalam udara yang bersuhu tinggi, menyebabkan bahan bakar menguap dan membentuk gas dan selanjutnya bahan bakar berubah menjadi gas akan terbakar. Pembakaran bahan bakar akan menimbulkan panas yang sangat tinggi, dan panas yang tinggi akan memiliki tekanan yang sangat besar.

Menurut Yeyen Herlina dkk (2019), cara kerja dari injektor ada 3 proses yaitu :

1. Sebelum Injeksi

Sebelum penginjeksian Bahan bakar bertekanan tinggi yang mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada badan nozzle menuju ke penampung minyak pada bagian bawah badan nozzle.

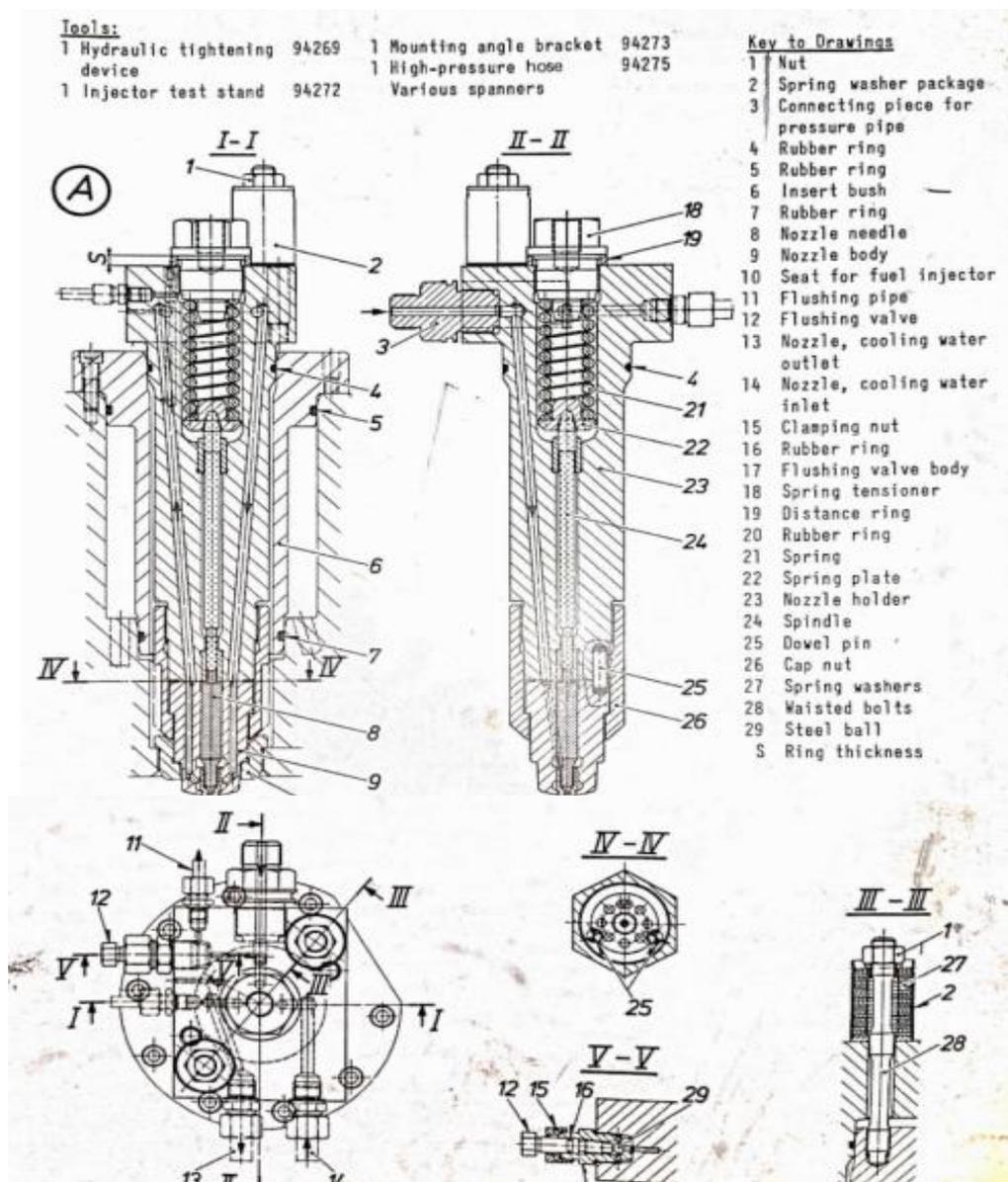
2. Penginjeksian

Penginjeksian Bahan Bakar Bila tekanan bahan bakar pada penampung minyak naik, maka tekanan ini akan menekan permukaan ujung jarum nozzle. Bila tekanannya melebihi kekuatan pegas, maka nozzle akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan *nozzle* terlepas dari kedudukan badan *nozzle*. dan menyebabkan bahan bakar melawati *nozzle hole* dan menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar.

3. Akhir Injeksi

Akhir Penginjeksian Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun, dan tekanan pegas mengembalikan nozzle ke posisi semula. Pada saat ini nozzle tertekan kuat pada dudukan badan nozzle dan menutup saluran bahan bakar. Sebagian bahan bakar tersisa di antara nozzle dan badan nozzle, melumasi semua komponen dan kembali ke pipa aliran.

Gambar 2. 1 Bagian-bagian Injektor Mitsubishi Sulzer 6RLB-66



Sumber Gambar : Manual Maintenance Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66

2. Jenis-Jenis *Nozzle*

Menurut Sukoco dan Zainal (2013), Prinsip kerja injektor adalah dimana bahan bakar ditekan oleh pompa injeksi masuk ke injektor melalui saluran tekan. Tekanan bahan bakar akan mendorong jarum pengabut keatas melawan tegangan pegas, hingga jarum terangkat membuka lubang injektor dan bahan bakar disemprotkan masuk kedalam ruang bakar. Bahan bakar yang tidak terinjeksikan ke ruang bakar akan merembes melalui celah jarum injektor dan rumah nozzle, dan akan kembali ke tangki bahan bakar melalui saluran balik atau return line.

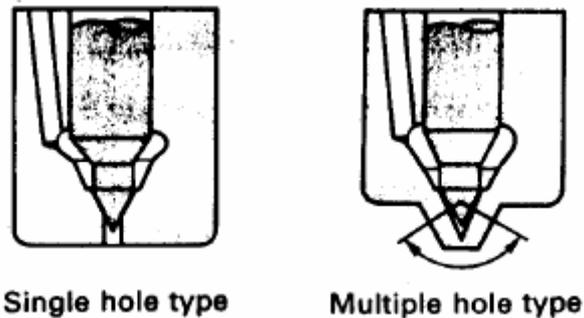
Menurut Sukoco dan Zainal (2013), injektor diesel dapat dibedakan menjadi dua macam model yaitu :

1. Model *Orifice* atau lubang

Model *Orifice* dipergunakan pada mesin diesel injeksi langsung (*Direct Injection*). Model ini sering juga sering juga disebut sebagai model tertutup, karena ujung jarum nozzle-nya tidak terlihat dari luar. Model ini dapat menghasilkan pengabutan yang halus dan dapat disesuaikan dengan bentuk ruang bakar dan jumlah lubangnya. Jadi model *orifice* ini terdapat desain *singel hole* dan *multi hole*.

Nozzle dengan tipe lubang entah *singel hole* atau *multi hole* memerlukan tekanan yang sangat tinggi dari *Fuel Injection Pump* agar bahan bakar dapat dikabutkan dengan sempurna didalam ruang bakar karena kompresi didalam ruang bakar yang tinggi maka tekanan bahan bakar yang disemprotkan harus bertekanan tinggi juga untuk menembuh tekanan kompresi diruang bakar.

Gambar 2. 2 Injektor Singel hole & Multi Hole

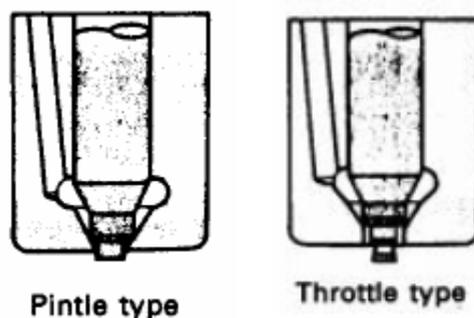


Sumber : Juliandi. (2018.). Tipe Injection Nozzle.

2. Model Pintle atau Pin

Model pintle dipergunakan untuk mesin diesel dengan sistim pengabutan tidak langsung (Indirect Injection). Model ini disebut juga dengan model terbuka, karena jarum nozzle-nya terlihat dari ujung luar injektor. Konstruksi ini bertujuan untuk membersihkan lubang jika di ujung lubang terdapat kerak karbon. Tekanan pengabutan pada model ini lebih rendah, dibandingkan model *hole* atau disebut tipe lubang . Hal ini dikarenakan pada model pintle mengandalkan pengabutan yang halus dari ruang bakar bantu.

Gambar 2. 3 Gambar Injektor Pintle



Sumber : Juliandi. (2018.). Tipe Injection Nozzle.

3. Metode Penyemprotan Bahan Bakar

Menurut Grieshabe, H (2014), cara penyemprotan bahan bakar dikenal 2 sistem utama yaitu:

A. Penyemprotan Tidak Langsung (Indirect Injection)

Dalam hal ini bahan bakar disemprotkan ke dalam sebuah pembakaran pendahuluan yang terpisah dari ruang pembakaran utama. Ruang tersebut memiliki 25-60% dari volume total ruang pembakaran. Pada sistem penyemprotan ruang pendahuluan bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang tersebut melalui sebuah pengabut berlubang tunggal (pengabut tap) dengan penyemprotan relatif rendah 100 bar. Pengabutan pada tekanan tersebut kurang baik, akan tetapi bahan bakar dapat menyala dengan cepat dengan suhu tinggi dinding ruang pendahuluan atau prechamber.

Menurut Rabiman, & Zainal Arifin (2011) metode pembakaran Indirect Injection memiliki kelebihan dan kerugian sebagai berikut :

Kelebihan Indirect Injection :

1. Proses Pembakaran dan pelepasan energi yang lambat pada ruang bakar utama menghasilkan suara mesin yang lebih rendah
2. Ruang bakar *prechamber* pada mesin diesel *Indirect Injection* menghasilkan kadar racun yang lebih rendah dari pada *diesel direct Injection* 40% persen.
3. Bentuk ruang bakar awal / *prechamber* didesain khusus sehingga meningkatkan turbulensi (aliran udara yang tidak beraturan) atau aliran kabut bahan bakar yang akan tercampur dengan sempurna karena aliran berupa putaran saat bahan bakar disemprotkan pada *prechamber*.

Kerugian Indirect Injection :

1. Suara mesin yang keras apalagi saat mesin masih dingin.
2. Memerlukan *glowing plug* agar temperature ruang bakar tetap tinggi.

3. Bila perbandingan campuran udara dan bahan bakar kurang tinggi (gemuk) dalam hal saat sudah terkompresi, maka sebagian besar panas pembakaran ke dinding ruang bakar tambahan, yang menyebabkan pembakaran terlambat sehingga menimbulkan knocking.
4. Perawatan yang lebih rumit daripada *direct injection engine*, Karena adanya ruang bakar tambahan dan *glowing plug*.

Gambar 2. 4 Indirect Injection (penyemprotan tidak langsung)



Sumber : *Indirect Injection Vs Direct Injection. (2009). Diesel Hub.*

B. Penyemprotan Langsung (*Direct Injection*)

Bahan bakar dengan tekanan tinggi (pada motor putaran rendah hingga 100 bar dan pada motor putaran menengah yang bekerja dengan bahan bakar berat hingga 150 bar) disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. tergantung dari pembuatan ruang pembakaran, maka untuk keperluan tersebut digunakan satu hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka bahan bakar mula-mula akan dikompresikan dalam silinder, pompa dan saluran penghubung antara pompa dan pengabut sehingga mencapai tekanan penyemprotan yang disyaratkan dan baru kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Setelah butiran bahan

bakar pertama dalam silinder akan terjadi proses kimia dari penyalaan dan pembakaran.

Menurut Rabiman, & Zainal Arifin (2011) metode pembakaran Indirect Injection memiliki kelebihan dan kerugian sebagai berikut :

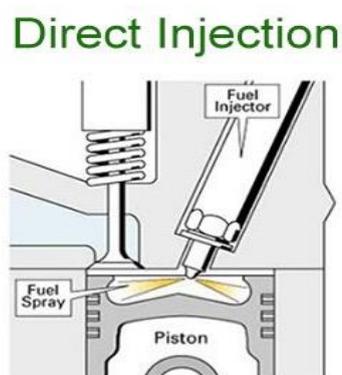
Kelebihan Direct Injection :

1. Berkurangnya bahan bakar sampai 20% dibanding dengan ruang bakar *Indirect Injection*.
2. Perawatan mesin dengan *direct injection* lebih mudah karna tidak ada ruang bakar tambahan yang harus diber sihkan dan tidak digunakannya *glowing plug* pada mesin ini, walaupun masih ada yang menggunakan *glowing plug* tapi masih sangat jarang.

Kerugian *Direct Injection* :

1. Suara pembakaran atau detonasi lebih keras terutama pada saat mesin berakselerasi.
2. Putaran mesin yang terbatas dibandingkan *indirect injection*. tergantung besar dan beban mesin serta perbandingan ruang kompresi mesin. Memerlukan tekanan injeksi yang lebih tinggi sehingga memerlukan system bahan bakar yang lebih kompleks

Gambar 2. 5 Direct Injection (penyemprotan langsung)



Sumber : *Indirect Injection Vs Direct Injection*. (2009). Diesel Hub.

4. Persyaratan Yang Harus Di Penuhi Sistem Injeksi

Menurut Ahmad Puji Nugroho dkk (2018), ada 4 persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu:

1. Penakaran bahan bakar

Penakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap silinder harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan jumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin.

2. Pengaturan waktu injeksi

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam dapur, maka penyalaan akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena pembasahan dinding silinder. Akibatnya adalah boros bahan bakar dan asap gas buang hitam dan tidak akan membangkitkan daya maksimum.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu dalam satu derajat dari perjalanan engkol, kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi harus digunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang lebih kecil, untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar.

4. Pengabutan bahan bakar

Bahan bakar menjadi semprotan mirip kabut, tetapi harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur.

5. Tahapan Pembakaran Pada Mesin

Menurut Agus Supradian (2017), Pada proses pembakaran pada mesin diesel memiliki tahapan tingkat pembakaran:

1. Tahap pertama

Tahap ini disebut juga *Ignition Delay*. Tahapan ini merupakan periode atau rentang waktu yang dibutuhkan bahan bakar ketika saat pertama kali bahan bakar diinjeksikan, hingga saat pertamakali muncul nyala pembakaran. Artinya, selama periode tersebut tidak terjadi proses pembakaran. Panjangnya periode ini biasanya dipengaruhi oleh tekanan injeksi, sudut awal injeksi, rasio kompresi, temperatur udara masuk, temperatur cairan pendingin, temperatur bahan bakar, tekanan udara masuk, kecepatan/putaran mesin diesel, rasio udara-bahan bakar, ukuran mesin, jenis ruang bakar. secara teoritis sekitar 14,0 – 14.5 kg udara diperlukan untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar. Dan Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan tinggi dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga >100 bar).

2. Tahap kedua

Pada tahap ini terjadi apa yang disebut *Rapid or Uncontrolled Combustion* yang maksudnya adalah periode awal pembakaran hingga api mulai berkembang. Bahan bakar yang terinjeksikan berbentuk droplet di selubungi oleh udara bertemperatur tinggi (900°K atau sama dengan 627°C), sehingga panas yang diterima akan menguapkan droplet-droplet bahan bakar tersebut. Bagian terluar droplet-droplet tersebut yang lebih dulu menerima panas dan menguap kemudian terbakar. Panas yang ditimbulkan oleh pembakaran tersebut naik sangat drastis dan memicu proses yang sama pada bagian lain yang belum terbakar dengan cepat dan tidak beraturan (*chain reaction*). Proses ini menyebabkan kenaikan tekanan yang sangat besar dalam ruang bakar sekitar 50 – 80 Kg/cm².

3. Tahap ketiga

Pada tahap ini terjadi apa yang disebut Controlled Combustion, dimana bahan bakar segera terbakar setelah diinjeksikan. Hal ini disebabkan nyala pembakaran yang terjadi pada periode sebelumnya bergerak bersama menuju droplet-droplet bahan bakar yang baru diinjeksikan. Pembakaran dapat dikontrol dengan sejumlah bahan bakar yang diinjeksikan pada periode ini. Periode ini berakhir setelah injektor berhenti menginjeksikan bahan bakar ke ruang bakar.

4. Tahap keempat

Meskipun pada tahap ketiga telah selesai proses injeksi bahan bakar, kenyataannya masih ada bahan bakar yang belum terbakar seluruhnya. Dalam hal ini nyala pembakaran terus berkembang membakar bahan bakar yang tersisa pada ruang bakar. Periode ini disebut juga afterburning yang. Apabila kenyataannya masih ada bahan bakar yang belum terbakar sementara piston telah bergerak melakukan langkah buang atau bilas, maka sisa-sisa bahan bakar tersebut akan ikut keluar bersama gas buang sebagai unburnt fuel.

6. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna

Menurut Yulianto (2016), Unsur-unsur yang diperlukan agar terjadi pembakaran didalam silinder engine diesel cummins adalah harus ada bahan bakar, udara, panas, dan ruang bakar :

1. Bahan Bakar Untuk engine diesel ditentukan bahwa Bahan bakar diesel ini mempunyai berat jenis 0.8389 kg/ltr dan nilai kalorinya adalah 10.220 kcal/kg.

2. Udara Jumlah udara yang masuk kedalam ruang bakar harus seimbang dengan bahan bahan bakar yang dibakar guna mendapatkan daya mesin yang sesuai. Untuk itu digunakan turbocharger yang dapat menyesuaikan pemasukan udara. Perbandingan ideal untuk pembakaran yang baik antara udara dan bahan bakar berkisar 20:1.

3. Panas Pada panas tertentu bahan bakar diesel akan terbakar sendiri. Kenyataan ini jugalah yang menjadi dasar untuk pembakaran bahan bakar didalam silinder engine diesel cummins. Panas ini diperoleh dengan cara memampatkan udara didalam ruang bakar. Dengan tekanan udara kompresi sebesar kurang lebih 30 kg/cm² akan dicapai suhu minimum untuk pembakaran yaitu kurang lebih 550 derajat celcius.

4. Ruang Bakar Agar pemakaran dapat berguna maka diperlukan ruang bakar yang sesuai. Besar ruang bakar diukur dalam satuan isinya sedangkan bentuknya dibuat sedemikian rupa dengan tujuan agar bahan bakar tersebut dapat terbakar dengan sempurna. Ruang bakar dibatasi oleh cylinder head, cylinder linier, dan permukaan atas piston. Semakin besar ruang bakar semakin besar pula daya yang dapat dihasilkan oleh engine, karena bahan bakar yang dibakar lebih banyak jumlahnya.

7. Sistem Pemasukan Bahan Bakar

Menurut Karyanto (2000), sistem bahan bakar (*fuel system*) mesin diesel dibuat sedemikian presisi agar dapat menghasilkan kemampuan yang cukup pada waktu tekanan tinggi.

Jika terdapat kotoran kecil atau air masuk ke dalam bahan bakar, maka keawetan pemakaian pompa injeksi dan *nozzle* injeksi yang merupakan bagian terpenting dari mesin diesel akan sangat berkurang. Dengan demikian bahan bakar harus cukup tersaring dan penyaring bahan bakar mempunyai kemampuan yang tinggi, agar tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle* injektor.

Tentu saja bahan bakar di dalam tangkipun harus bersih. Bahan bakar di dalam tangki (*fuel tank*) disalurkan keluar oleh pompa penyalur (*feed pump*) melalui saringan-saringan pompa (*fuel filter*) yang terletak tepat di depan pompa penyalur terus ke pompa bahan bakar (*injection pump assembly*) dan water sedimenter terus ke saringan bahan bakar dan masuk ke pompa injeksi untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar

(*connecting chamber*) melalui *nozzle* injeksi. Bahan bakar disaring oleh saringan dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh *water sedimenter* sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar.

B. Kondisi *Nozzle* Injektor

Injektor merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari *nozzle* injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

Menurut Ahmad Puji Nugroho dkk (2018), pada saat kapal sedang berlayar maka akan terjadi proses pembakaran di dalam silinder secara terus menerus ini akan mengakibatkan terjadi gesekan pada bagian-bagian di dalam injector tersebut, sehingga pada suatu saat terjadi penurunan kerja dan timbul kerusakan atau keausan pada alat pengabut, Hal ini disebabkan antara lain :

- a. Lubang pengabut tersumbat
- b. Jarum pengabut tidak mau bergerak (melekat pada rumahnya).
- c. Pegas penekan jarum tidak bekerja dengan baik.
- d. Tekanan pompa injeksi turun
- e. Terjadi kebocoran pada *injector*.

Menurut Karyanto (2000), untuk menyempurnakan hasil penyaringan bahan bakar dari kotoran-kotoran yang nantinya dapat menyumbat lubang-lubang pada *nozzle* injektor, maka dalam sistem penyaringan bahan bakar pada mesin diesel digunakan dua buah saringan yaitu :

1. Saringan pertama (*water separator*) untuk menyaring bahan bakar dan kandungan air yang bercampur dalam bahan bakar
2. Saringan kedua yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari pompa penyalur yang masuk ke pompa injeksi.

C. Kerangka pikir

Sesuai dengan judul proposal penelitian yang di ambil penulis maka susunan kerangka pikir yaitu sebagai berikut :



D. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas maka dugaan sementara dari permasalahan tersebut adalah :

1. Terjadinya keausan pada jarum dan *contact surface* nozzle injektor.
2. Penyumbatan pada lubang nozzle injektor.
3. Penyetelan injektor yang kurang tepat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah menggunakan metode deskriptif yaitu data yang diperoleh melalui suatu penjelasan dan tidak berbentuk angka dan bilangan, melainkan tetap dalam bentuk kualitatif. Sehingga menghasilkan suatu penggambaran dengan tujuan memberikan gambaran yang jelas.

B. Definisi Operasional Variable

Sesuai judul penulis Pengaruh Injektor Terhadap Meningkatnya Suhu Gas Buang Mesin Induk, terdapat pengertian operasional yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya :

1. Mesin induk adalah merupakan mesin penggerak utama di atas kapal, yang mempunyai peranan penting dalam pengoprasian kapal, dimana mesin utama menghasilkan tenaga putar untuk memutar propeller sehingga kapal dapat bermanufer.
2. Sistim bahan bakar, pada motor diesel mempunyai sistem bahan bakar yaitu, tahapan bahan bakar yang berasal dari tangki akan dialirkan menuju pompa injeksi dan bahan bakar akan dialirkan ke injektor.
3. Pompa injeksi adalah pompa yang berfungsi membangkitkan tekanan bahan bakar dan mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan untuk melakukan pembakaran.
4. Injektor adalah salah satu komponen di sistem bahan bakar. Injektor berfungsi untuk mengatomisasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi. Maka dari itu, kondisi injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik,

agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

5. Pembakaran, pembakaran adalah proses dimana udara bersuhu dan bertekanan tinggi dan bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar bercampur dan menumbulkan pembakaran sehingga terjadi kenaikan suhu dan tekanan yang signifikan didalam ruang bakar.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dari penelitian adalah setiap Injektor atau Fuel Injection Valve yang ada di silinder head Main Engine Type 6RLB-66. Untuk sampel penelitian diambil dari setiap Injektor yang di lakukan perawatan dan pengecekan.

D. Teknik Pengumpulan Data

Data dan informasi yang diperlukan untuk penulisan skripsi ini dikumpulkan melalui :

1. Metode Lapangan (*field research*) yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek yang diteliti, data dan informasi dikumpulkan melalui :
 - a. Observasi yaitu mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu pada saat melaksanakan praktek laut.
 - b. Maintenance langsung yaitu taruna langsung turun tangan dalam melaksanakan perawatan benda penelitian sehingga memahami apa yang terjadi pada objek tersebut.
2. Tinjauan Pustaka (*library research*), selain penelitian di atas kapal penulis juga melakukan penelitian dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan

masalah yang akan dibahas supaya memperoleh landasan teori dalam membahas masalah yang diteliti.

E. Jenis Dan Sumber Data

Sehubungan dengan penelitian ini, maka dibutuhkan sumber data dalam menunjang pembahasan ini adalah :

1. Data primer

Merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung, yaitu dengan pengamatan dan mencatat secara langsung di tempat penelitian tepat saat melakukan praktek laut.

2. Data Sekunder

Merupakan data pelengkap untuk data primer yang didapat dari berbagai sumber misalnya kepustakaan, buku-buku bahan kuliah dan juga data-data yang bisa taruna peroleh dari perusahaan serta semua yang berhubungan dengan penelitian ini.

F. Metode Analisa Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dimana kegiatan yang dilakukan dengan memulai langkah mengamati objek yang diteliti dan mencatat data-data yang menunjang sewaktu melaksanakan praktek laut, kemudian menganalisa objek tersebut untuk dipaparkan secara rinci data yang diperoleh dengan tujuan untuk memberikan informasi mengenai perencanaan terhadap masalah yang timbul berhubungan dengan materi pembahasan skripsi ini.

G. Jadwal Penelitian

TEBEL JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	TAHUN 2020/2021											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan buku referensi		■	■									
2	Pemilihan judul		■										
3	Penyusunan proposal dan bimbngan			■	■								
4	Seminar proposal					■	■						
5	Perbaikan seminar Proposal						■	■					
Tahun 2020													
6	Pengambilan Data Penelitian											■	■
Tahun 2021													
7	Pengambilan Data Penelitian		■	■	■	■	■	■	■				
8	Seminar Hasil & Perbaikan												■
Tahun 2022													
9	Seminar Tutup & Proses Penjilidan			■	■								

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. SEJARAH SINGKAT PERUSAHAAN DAN OBYEK PENELITIAN

PT.PERTAMINA (Persero). Pertamina merupakan perusahaan milik negara terbesar di Indonesia dalam hal pendapatan dan labanya. Perusahaan ini aktif di sektor industri minyak dan gas. Perusahaan ini memproduksi banyak komoditas seperti bahan bakar, minyak tanah, LPG (Bahan bakar gas cair), LNG (Gas bumi cair), dan petrokimia. Pertamina adalah produsen minyak mentah terbesar kedua di Indonesia setelah Chevron Pacific Indonesia.

Untuk MT. Sindang sendiri ada kapal yang cukup berjasa pada zamannya. Kapal ini sendiri selesai dibuat pada bulan desember tahun 1982 di Korea Ship Building And Engineer.co. memang kapal dengan cukup berjasa jika dihitung dari sekarang tapi kapal ini masih aktif dalam operasional kegiatan bongkar muat dan pelayaran di perusahaan Pertamina.

B.DATA TEKNIS MT. SINDANG

TABEL 4. 1 SHIP PARTICULAR

SHIP PARTICULAR MT. SINDANG	
Nama	MT. SINDANG
Flag	Indonesia
Port Of Registry	Jakarta
Call Sign	Y D X Q
Official No	22156
Year Built	December 1982

Delivered	December 1982
Classification	BKI
IMO/LR No	8121161
Owners	PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
MMSI No	525-008-027
Length.O.A	179.95 M
L.B.P	171.10 M
Breadth	30.0 M
Depth Moulded	15.00 M
Draft (Summer)	9.00 M
F.W.A	210 MM
Deadweight	29.996 Ton
Trial Speed	10 Knots
Avarage Speed	8 Knots

C. OBYEK PENELITIAN

Obyek penelitian yang penulis lakukan terhadap main engine yaitu :

- a. Mesin penggerak utama
- b. Fuel Injection Valve mesin penggerak utama

Adapun penulisan spesifikasi yang penulis lakukan terhadap main engine sampai ke obyek penelitian sebagai berikut :

TABEL 4. 2 LIST OF MACHINERY

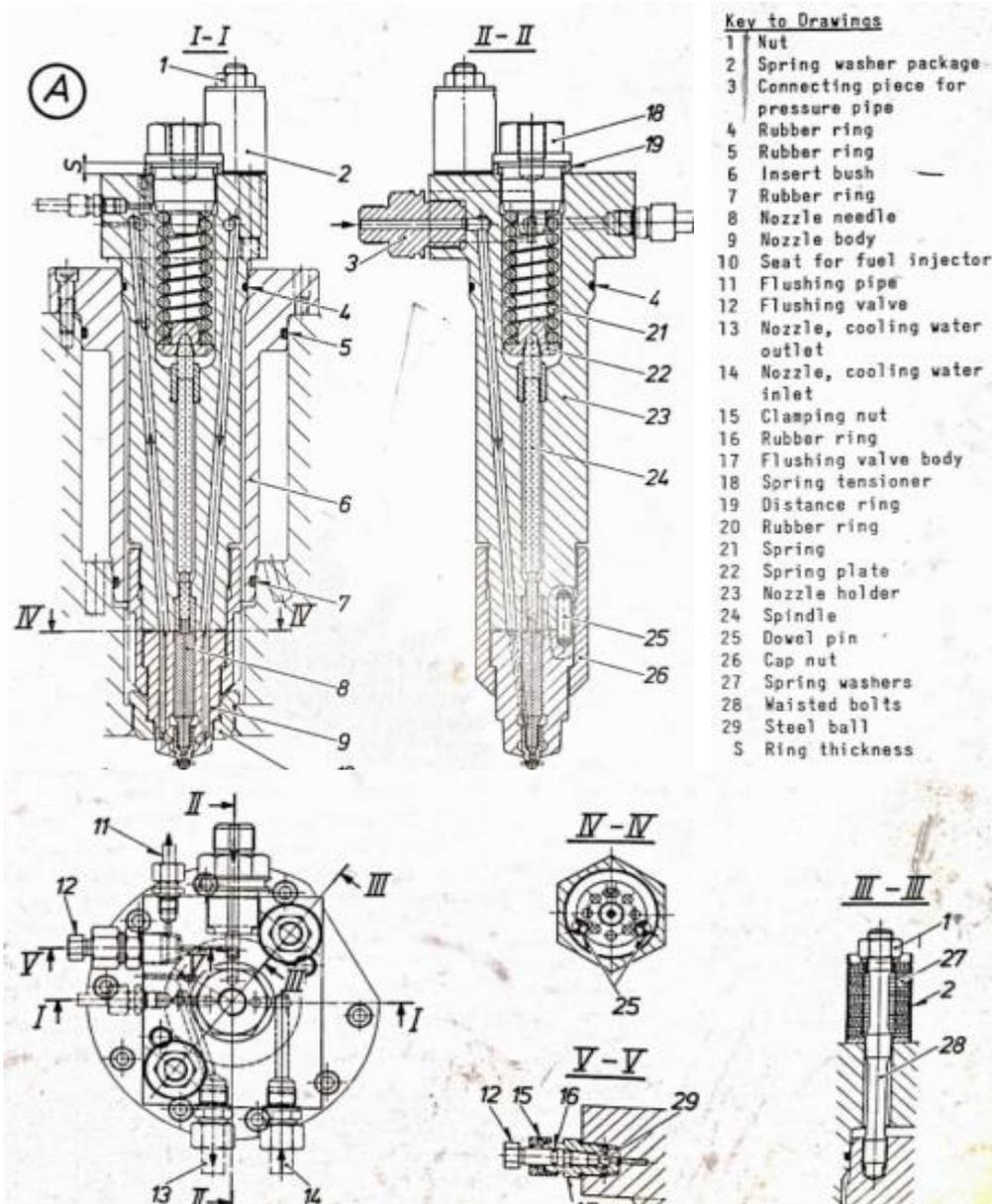
MAIN ENGINE : MITSUBISHI SULZER 6RLB-66 (1 UNIT)	
Type	6RLB-66
No. of Cylinder	6 Cylinders
Bore	660 MM
Stroke	1400 MM
Out Put	Normal 9000 PS x 80 rpm Max 11100 PS x 120 rpm
RPM	120 rpm
Accessory :	
Turbo Charger	IHI BBC VTR 564 x 1 Set
Aux. Blower Capacity :	55 Kw x 3600 Rpm x 1 Set
Turning Gear :	Planetary Gearing x 1 Set 37 Kw x 1200 Rpm
AUXILIARY ENGINE	
Maker :	Daihatsu Diesel MGF.CO., LTD (4 Stroke Engine)
Type A/E 1 & 2 :	6PSHTb-26H x 2 Set (Max Continuous Rating : 750 Ps x 720 RPM)
Alternator 1 & 2 :	Brushless AC Generator (625 Kva x 720 RPM ; AC 440 Volt), Maker : TAIYO ELECTRIC CO.,LTD
Type A/E 3 :	6DK-20 x 1 Set (Max Continuous Rating : 770 Kw x 720 RPM)
Alternator 3 :	Brushless AC Generator (900 Kva x 720 RPM ; AC 450 Volt), Maker : TAIYO ELECTRIC CO.,LTD

AUXILIARY BOILER	
Maker	GANDEULIS SUNROD
Type	SUNROD CPH-200
Steam Pressure	Design pressure : 18 Bar Working Pressure : 16 Bar
Evaporation	20 Ton / Hour
FO Consumption Max	1.568 Kg/h
Heating Surface	238,5 m ²
Water Volume	10,92 m ²

TABEL 4. 3 FUEL INJECTION VALVE SPECS

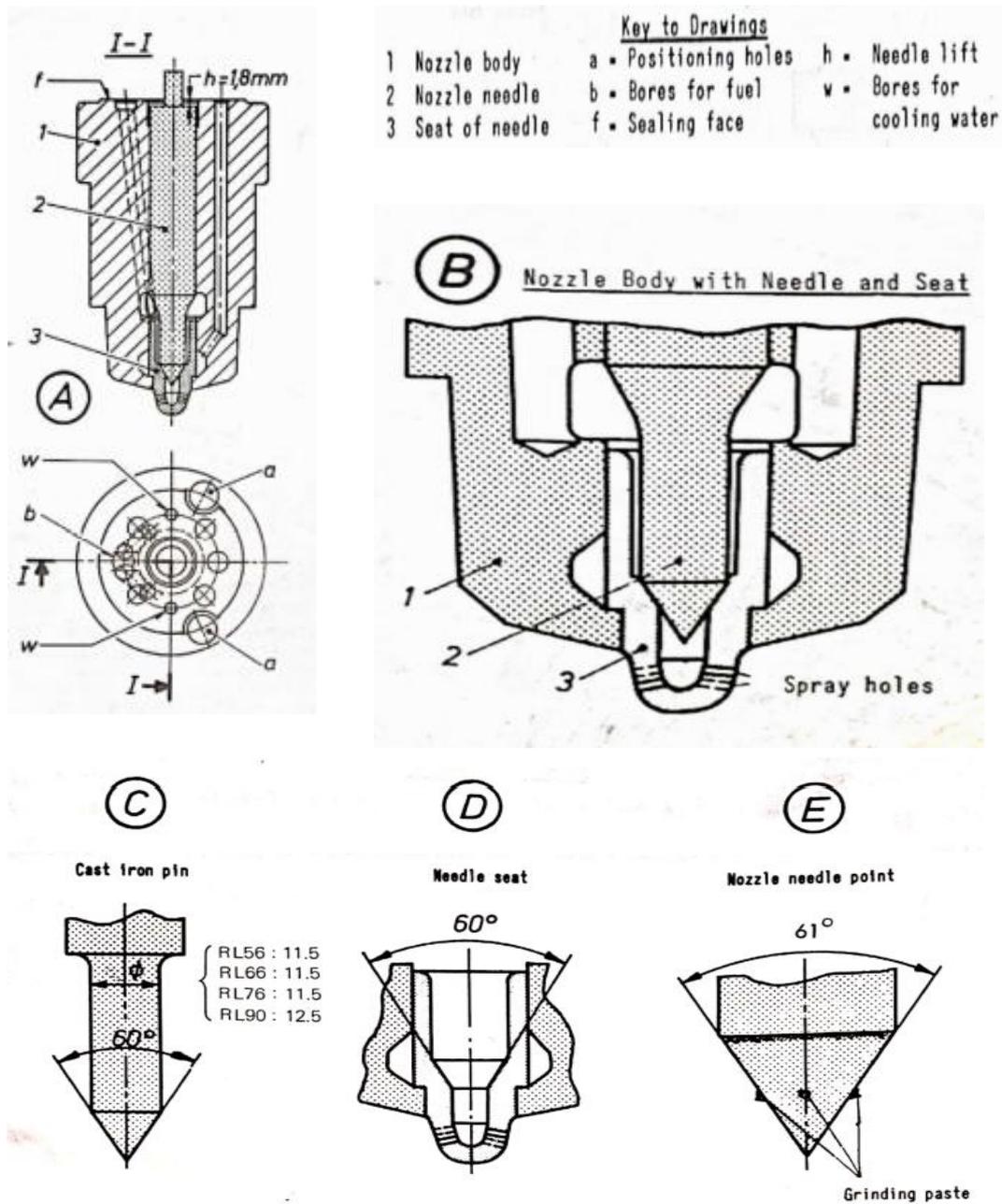
No	INJECTOR OF MAIN ENGINE 6RLB-66	Keterangan
	Part No.	R 27200
1	Valve opening pressure :	310-320 kg/cm ²
3	Nozzle Neddle Lift :	1,8-2.0 mm
4	Atomiser :	
	- Number of Hole :	14
	- Diameter of hole :	0,025 mm
5	Diameter of Nozzle Neddle :	11.5 mm
6	Mass :	40.1 Kg
7	Type Nozzle :	Multy Hole

Gambar 4. 1 Bagian-Bagian Injektor Pada Mitsubishi Sulzer 6RLB-66



Sumber : Manual Book di MT. Sindang

Gambar 4. 2 Nozzle Body dari Bagian Fuel Injection Valve Assy



Sumber : Manual Book di MT. Sindang

Data ini diambil pada saat penulis mengadakan penelitian di kapal MT. SINDANG.

D. PENANGGUNG JAWAB PERAWATAN OBJEK PENELITIAN

Menurut pembagian pekerjaan pada setiap kru diatas kapal atau *Job Description* menunjukkan bahwa masinis 1 memiliki tanggung jawab untuk melaksanakan perawatan pada Main engine dan seluruh aksesoris atau penunjang kinerja *Main engine* termasuk *Pneumatic Control System*. jadi secara langsung Injektor atau *Fuel Injection valve* menjadi salah satu tanggung jawab masinis 1 / *2nd Engineer* dibantu dengan cadet.

Dijelaskan pada lembaran pekerjaan atau *Job Description*, masinis 1 atau *2nd engineer* memiliki tanggung jawab pekerjaann, perawatan dan perbaikan permesinan sebagai berikut :

1. Sebagai pengawas dan kepala kerja di kamar mesin
2. Tanggung jawab langsung dengan *Main Engine* meliputi Aksesoris yang ada pada *Main Engine* dan *Pneumatic System control*
3. Tanggung jawab pesawat bantu yaitu MFO, MDO dan L.O *Purifier*
4. Tanggung jawab pesawat bantu *Oily Water Separator (O.W.S)*
5. Tanggung jawab pada kinerja *Inert Gas System (I.G.S)*
6. Tanggung Jawab pada *Incinerator*.

E. GAMBARAN UMUM OPERASI

1. Prinsip Kerja Injektor pada Main Engine Type 6RLB-66

Injektor atau yang bisa disebut Fuel Injection Valve merupakan bagian penting dari sebuah mesin terutama mesin diesel, karena injektor berguna untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar saat langkah tenaga. Bahan bakar yang tadinya berbentuk cairan akan dialir kan ke Fuel pump lalu bahan bakar bakar ditekan menuju

injector di tiap-tiap silinder mesin diesel, dalam tekanan tertentu bahan bakar yang ada di nozzle akan mengangkat jarum nozzle dan bahan bakar akan keluar melalui lubang nozzle yang memiliki diameter yang sangat kecil, karna tekanan yang besar dan karena melewati lubang nozzle yang kecil bahan bakar pun akan secara otomatis akan mengalami pengabutan sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan baik untuk menghasilkan langkah tenaga pada mesin diesel.

2. Cara Operasional Injektor saat mesin beroperasi

Injektor pada mesin utama dipasang pada tengah-tengah cylinder cover Main Engine, Injektor dan Fuel Injection Pump dihubungkan oleh pipa bahan bakar bertekanan tinggi. Bahan bakar yang sudah tersalurkan dari Fuel Injection Pump ke Injektor akan masuk kedalam badan Nozzle pada Injektor, bahan bakar tersebut akan mengangkat jarum Nozzle dengan tekanan dari F.I.P dengan tekanan sebesar 310-320 Bar, jarum Nozzle yang ditekan oleh spring pada badan injektor akan terangkat 1,8 mm dan tidak boleh lebih dari 2,0 mm dari posisi awal pada dudukan. Jarum nozzle secara otomatis terangkat karena dorongan dari bahan bakar bertekanan tinggi, sehingga bahan bakar akan dipaksa mengalir melewati spray holes. Spray hole yang berdiameter sangat kecil akan membuat bahan bakar terkabutkan didalam ruang bakar sehingga bahan bakar akan terbakar karena panas dari udara yang terkompresi oleh piston.

F. DESKRIPSI HASIL ANALISIS DATA

Berdasarkan kejadian atau permasalahan yang pernah dialami selama melakukan penelitian, yaitu pada saat Main Engine beroperasi, injektor pada mesin induk tidak bekerja dengan baik dan suhu gas buang pada mesin induk tidak normal di setiap silinder Main Engine, dimana menurut manual book temperatur exhaust yang normal adalah kurang lebih 360°C disetiap silinder mesin induk merek MITSUBISHI

SULZER 6RLB-66. Berdasarkan kejadian tersebut maka masinis di atas kapal menganalisa dan memperhatikan bahwa penyebab utama tidak bekerjanya injektor dengan baik disebabkan karena terjadinya keausan pada nozzle injektor, penyumbatan pada nozzle injektor serta peyetelan injektor yang kurang tepat. Untuk itu perlu dilakukan penanganan terhadap masalah tersebut agar tidak menimbulkan kerusakan atau permasalahan lain yang dapat mengganggu kinerja atau pengoprasionalan mesin induk.

G. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil analisa dari permasalahan di atas, maka penanganan-penanganan yang dapat dilakukan terhadap :

1. Pengaruh injektor tidak bekerja dengan baik terhadap suhu gas buang mesin induk.

Injektor yang tidak bekerja dengan baik atau tidak bekerja secara maksimal akan berpengaruh terhadap suhu gas buang pada mesin induk yaitu :

- a. Tidak normalnya suhu gas buang mesin induk

Tidak normalnya suhu gas buang pada mesin induk dapat menimbulkan pengaruh yang pengaruh pada mesin seperti turunnya performa atau kerusakan pada komponen mesin induk termasuk injektornya sendiri, kerusakan pada exhaust manifold serta bagian lain yang berhubungan dengan gas buang dan ruang pembakaran pada mesin induk. Jika hal tersebut dibiarkan maka proses pengoperasian mesin induk di kapal akan terganggu.

Berdasarkan kejadian yang dialami di kapal bahwa tidak meratanya suhu gas buang ini disebabkan karena injektor tidak bekerja dengan baik, sehingga proses pengabutan atau penyemprotan bahan bakar di dalam silinder tidak sempurna,

akibatnya suhu gas buang mesin induk akan meningkat atau turun dengan tidak normal.

Untuk itu jika terjadi kenaikan atau penurunan suhu gas buang pada mesin induk di kapal, agar segera melakukan penanganan-penanganan yang tepat sehingga terhindar dari kejadian-kejadian seperti yang penulis alami di atas.

Untuk itu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari meningkatnya suhu gas buang pada mesin induk adalah dengan melakukan perawatan dan perbaikan pada injektor agar tetap bekerja dengan baik, serta mengacu pada buku pedoman perawatan mesin di kapal.

TABEL 4. 4 JADWAL PERAWATAN

COMPONENT	Working Hour	Maitenance to be carried
Fuel Injector	Priming	*when ship stoped so long
	3000	Spray testing & pressure testing
	When Necessary	Cleaning & reactifying nozzle F.I.V
	When Necessary	Lapping the contact surface F.I.V

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi injektor tidak bekerja dengan baik

Injektor yang tidak bekerja dengan baik atau tidak bekerja secara maksimal disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

a. Terjadinya keausan pada nozzle injektor

Keausan *nozzle* dalam hal ini, ausnya katup jarum dan dudukan *nozzle* yang disebabkan oleh kotoran yang ikut bersama bahan bakar yang diinjeksikan dengan kecepatan tinggi atau kotoran yang ada saat proses pembakaran didalam ruang bakar karena partikel karbon yang menumpuk, yang akibatnya akan menggores permukaan badan katup jarum dan dudukan *nozzle* sehingga menyebabkan keausan.

Jika hal tersebut dibiarkan maka dapat menimbulkan kebocoran atau menetesnya bahan bakar pada injektor sewaktu bahan bakar disemprotkan atau diinjeksikan ke dalam silinder. Dan pada akhirnya pembakaran di dalam silinder tidak sempurna, karena terjadi

pembakaran susulan yang diakibatkan oleh adanya bahan bakar yang menetes setelah penyemprotan yang berakhir pada ujung *nozzle* dan tetesan bahan bakar tersebut terbakar sehingga terjadi kebakaran sebanyak dua kali karena bahan bakar yang menetes tersebut, dan bila hal tersebut berlangsung berulang kali maka suhu gas buang akan meningkat karena bahan bakar tertampung didalam ruang bakar. Untuk itu hal-hal yang harus dilakukan adalah upaya penanganan dan perawatan (penyaringan) terhadap bahan bakar, agar kotoran-kotoran yang bercampur dengan bahan bakar bisa tersaring. sehingga dapat mengurangi terjadinya keausan pada jarum *nozzle*.

Berikut adalah perbedaan gambar jarum injektor yang baik dan yang bocor karena ada *scratch* / luka pada ujung jarum yang menempel pada dudukan jarum *nozzle*.

Gambar 4. 3 Jarum *nozzle* yang baik tanpa luka pada ujung jarum



Gambar 4. 4 Jarum Injektor yang sudah tidak layak



Sumber : MT. Sindang

karena ujung jarum sudah garis luka yang membuat bahan bakar bocor ke ruang bakar dan menetes ke dalam ruang bakar.

Bila mana tidak memungkinkan untuk dilakukan perawatan atau penyekiran terhadap *nozzle* tersebut, maka harus dilakukan penggantian terhadap komponen tersebut.

Selain karena keausan yang terjadi pada jarum nozzle, kebocoran bahan bakar pada injektor saat beroperasi dapat disebabkan juga dari permukaan Body Injector dan Body nozzle tidak rapat yang menyebabkan bahan bakar bertekanan tinggi merembes ke lubang spool port atau pada lubang air tawar pendingin injektor.

Kejadian ini terjadi dikarenakan saat melakukan lapping pada permukaan nozzle atau badan injektor yang saling menempel, lapping yang tidak rata atau pemilihan compound grinding pasta yang tidak cocok. Kegiatan melapping permukaan badan injektor dan badan nozzle harus dilakukan dengan memperhatikan cara melapping dan pemilihan grinding pasta yang tepat, dan lapping dilakukan dengan sangat hati hati.

Gambar 4. 5 Grinding pasta yang digunakan crew engine kapal MT.Sindang untuk me-lapping permukaan Injektor dan Nozzle



Sumber : MT. Sindang

Proses lapping hanya dilakukan saat mengganti nozzle baru karena nozzle lama sudah terlampau rusak / sudah tidak bisa diperbaiki dan saat melakukan perawatan insidentil jika ditemukan keanehan pada injektor saat beroperasi seperti keluar minyak dari spill valve yang ada di injeksi, yang mengindikasikan bahwa injektor sedang tidak dalam keadaan baik.

Gambar 4. 6 permukaan dari bada injektor yang mengalami kerusakan



Sumber : MT. Sindang

Dari gambar diatas menunjukkan *Dowel Pin* yang patah dapat membuat nozzle yang seharusnya diam atau posisinya tetap saat bekerja. Tetapi dikarena pin pengunci tersebut patah sehingga nozzle berubah posisi saat beroperasi karena getaran mesin dan tekanan dari ruang bakar, sehingga pergerakan nozzle tersebut membuat keausan pada permukaan nozzle yang menempel pada badan injektor serta membuat posisi lubang-lubang pada injektor bergeser sehingga dapat tercampur dengan air pendingin injektor.

Gambar 4. 7 Permukaan Nozzle body yang mengalami kerusakan akibat aus



Sumber : MT. Sindang

Gambar 4. 8 Gambar permukaan Injektor yang baik setelah di lapping



Sumber : MT. Sindang

b. Penyumbatan pada lubang nozzle injektor

Tersumbatnya lubang *nozzle* pada injektor juga disebabkan oleh adanya kotoran-kotoran yang bercampur dengan bahan bakar yang tidak tertahan oleh saringan (*filter*), serta kerak-kerak yang terbentuk dari sisa-sisa pembakaran didalam ruang bakar, sehingga menimbulkan penyumbatan pada lubang *nozzle* injektor. Akibatnya proses penyemprotan atau pengabutan bahan bakar di dalam silinder tidak bekerja dengan sempurna. Sehingga akan menimbulkan pengaruh terhadap suhu gas buang mesin induk yakni suhu gas buang dari mesin induk akan meningkat.

upaya yang dilakukan untuk mencegah penyumbatan pada lubang *nozzle* injektor adalah bahan bakar yang diinjeksikan harus bersih dari kotoran serta melakukan pembersihan terhadap kerak-kerak yang menempel pada *nozzle* injektor, untuk membersihkan spray holes injektor ada alat berupa kawat kawat yang memiliki berbagai ukuran untuk menyesuaikan diameter dari *spray hole* pada injektor.

Gambar 4. 9 Alat pembersih Spray hole Injektor



Sumber : MT. Sindang

Serta jenis bahan bakar harus sesuai dengan spesifikasi mesin utama yang sudah tercantum di manual book. Bahan bakar yang memiliki kekentalan yang tinggi harus dipanaskan dengan suhu tertentu agar aliran bahan bakar yang masuk kedalam sistem sampai ruang bakar lebih bersih dan lancar karena tidak ada gumpalan bahan bakar.

**JENIS BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN DI
MT. SINDANG**

TABEL 4. 5 JENIS BAHAN BAKAR YANG DIGUNAKAN

PROPERTIES	(Marine Diesel Oil)	(Marine Fuel Oil)
<u>Density</u> at 15°C (Kg/dm ³)	0.85.. – 0.92..	Up to 0.995
<u>Viscosity</u> At 40°C (cst)	4 – 7	...
At 50°C (cst)	...	Up to 600
Note : High Viscosity fuels must be heated to reduce the viscosity to recommended value		

Dalam proses pembersihan bahan bakar maka diperlukan penyaringan-penyaringan bahan bakar yang dimulai dari tangki-tangki, *purifier*, dan saringan-saringan yang dilewati bahan bakar tersebut secara berkala harus selalu dibersihkan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang ditetapkan.

c. Penyetelan injektor yang kurang tepat

Penyetelan yang kurang tepat pada injektor kadang terjadi, karena pada pengetesan injektor, *adjusting screw* diikat terlalu kencang atau terlalu longgar sehingga katup jarum tidak bisa terangkat dan pegas tidak dapat lagi menekan katup jarum, maka bahan bakar tidak bisa disemprotkan atau tidak dapat diinjeksikan dalam waktu yang tepat. Akibatnya injektor tidak dapat bekerja dengan normal atau tidak dapat bekerja dengan baik, sehingga proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder tidak sempurna. Dan apabila kejadian tersebut dibiarkan maka akan menimbulkan

dampak terhadap suhu gas buang mesin induk, yakni suhu gas buang pada mesin induk akan menjadi tidak normal.

Untuk itu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kejadian tersebut adalah diperlukannya ketelitian dan keterampilan dalam melakukan penyetelan injektor yang tepat, serta dalam melakukan penyetelan injektor hendaknya selalu memperhatikan atau berpedoman pada *Instruction Manual Book* yang ada di atas kapal.

Dalam pengecekan Injektor harus dilakukan secara berkala dan saat dalam proses pengetesan tekanan yang dicapai tidak sampai dengan tekanan yang di sarankan oleh manual book dan di temukan kekurangan seperti injektor masih menetes, maka harus dilakukan lagi over haul pada injektor dan melakukan pengetesan kembali saat injektor sudah disatukan dan dimaintenance.

Tahapan Overhaul Injektor untuk maintenance, pengetesan tekanan, dan penyetelan Injektor :

1. Dalam hal ini F.I.V sudah di lepas dari silinder head dan sudah posisi didalam bengkel untuk di overhaul. Jadi yang pertama penulis melepas *adjustable bolt* pada Injektor dengan cara memasukan injektor ke tempat pengunci untuk di lock posisinya agar mempermudah pelepasan baut tersebut. Gunakan kunci khusus untuk membuka baut tersebut atau spesial tools kunci ukuran 50 mm.
2. Setelah *adjustable bolt* dilepas, mur pengikat yang mengikat nozzle dengan badan injektor harus dilepas dengan menggunakan kunci ring khusus untuk membuka baut tersebut.

Gambar 4. 10 Mur pengikat antara badan Nozzle dan Nozzle Injektor



Sumber : MT. Sindang

3. Selanjutnya setelah bagian diatas sudah terlepas ambil nozzle yang sudah terlepas dari bodi injektor. Taruh Nozzle dan dowel pin ditempat yang aman jangan sampai jatuh, jika *contact surface* dari nozzle masih aman dan belum ada suatu goresan dan jarum nozzle masih bisa cabut dengan ringan makan nozzle masih bisa digunakan kembali. Dan jika ada kerusakan maka harus dilakukan maintenance dan penggantian dengan spare part yang sudah siap.

Gambar 4. 11 (kiri) Nozzle dan Jarum Nozzle, (kanan) Dowel pin Injector



Sumber : MT. Sindang

4. Setelah itu lepas Adjustable bolt dan pengunci yang menahan injektor di tempat pengunci. tarik injektor dari tempat pengunci, lalu keluarkan part bagian dalam injektor seperti spring, dudukan spring dan spindel.

Gambar 4. 12 dari kiri (spindel, dudukan spring, spring dan adjustable bolt)



Sumber : MT. Sindang

5. Selanjutnya, badan injektor dan lainnya dicek secara menyeluruh mulai dari *contact surface* dari badan injektor dan Badan Nozzle, jika ditemukan permukaan yang tidak rata haru dilakukan maintenance berupa lapping dan jika sudah telalu dalam goresan atau cekungan yang ada di permukaan tersebut maka harus dilakukan penggantian part dengan spare part baru. Setelah itu kita membersihkan badan injektor dari kerak yang masih menempel akibat zat karbon pembakaran, dengan cara pembersihan bisa menggunakan solar atau dengan mennguna mesin brush / gerinda brush. Setelah dilakukan pembersihan kita mengecek lubang saluran yang ada di injektor dengan cara menyemprotkan udara dengan air gun pada saluran yang ada mulai dari saluran utama bahan bakar, saluran pendingin injektor dan spill port / return line pada injekto. Jika dibadan injektor terjadi penyumbatan lakukan flushing menggunakan solar lalu coba keluarkan kotoran yang menyumpal.
6. Jika semisal kerusakan telah diatasi dan telah dilapping maka Injektor harus dibersihkan ulang dengan menggunakan solar untuk membersihkan serpihan sisa-sisa dari lapping yang menempel pada saluran maupun permukaan injektor yang di lapping.

7. Setelah semua bagian sudah dipastikan bersih dan aman untuk disatukan kembali. Maka dilakukan prosedur pemasangan. Pertama pasang nozzle bodi ke ujung badan injektor pastikan dowel pin dan posisi lubang saluran sudah tepat dan ikat dengan mur pengikat tetapi jangan diikat kencang, lalu berdirikan badan injektor dan masukan bagian yang di keluarkan tadi termasuk pasang adjustable bolt dengan catatan jangan dikencangi terlebih dahulu, lalu masukan injektor ketempat pengunci dan kencangkan, setelah dalam posisi horizontal kencangkan mur pengikat dengan kunci khusus pastikan sudah terikat kencang.
8. Lalu pindah kan injektor dari tempat pengunci ke tempat pengetesan injektor untuk dites apa kah injektor sudah bekerja dengan baik atau belum. Aspek yang dilihat adalah :
 - a. injektor gagal mengabutkan
 - b. Tekanan injektor belum sesuai rekomendasi manual book
 - c. Injektor masih menetes
 - d. Bahan bahan bakar masih menetes melalui saluran lain selain spill port seperti saluran pendingin F.I.V.
 - e. Apakah masih ada lubang injektor yang sumbatJika masih ada aspek tersebut dalam pengetesan maka kemungkinan hasil lapping kurang bagus atau penyetulan kurang tepat.

Gambar 4. 13 Alat pengetesan Injektor di MT. Sindang



Sumber : MT. Sindang

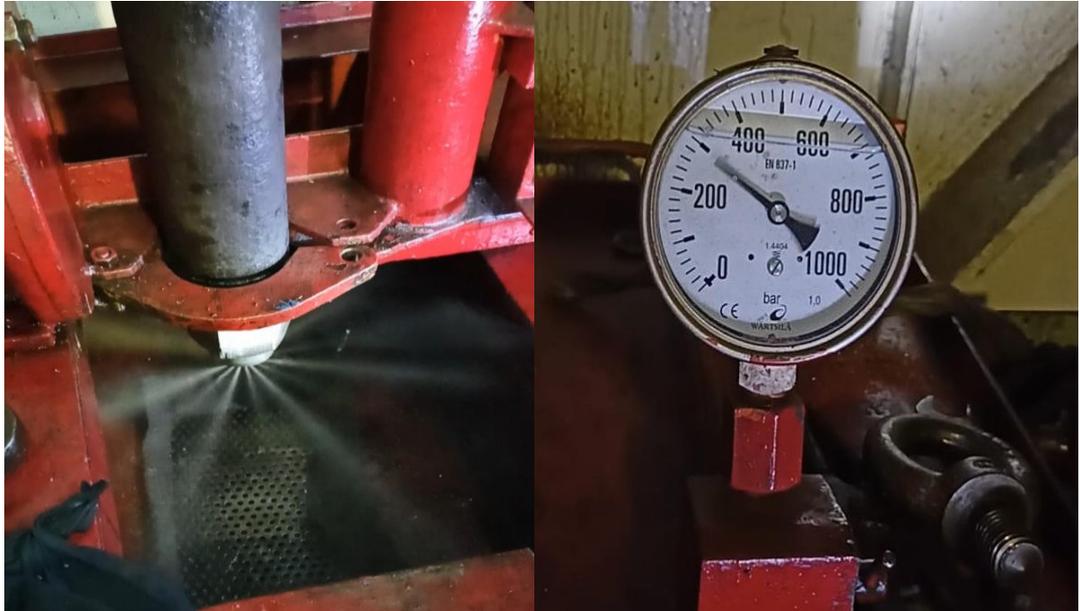
9. Penyetelan tekanan injektor dapat diatur pada adjustable bolt dimana masinis dapat menambah ketebalan spacer atau ring atau bantalan tambahan yang mengatur ketinggian adjustable bolt yang menekan spring injektor sehingga tekanan dapat di atur sedemikian rupa sesuai manual book. Di manual book sendiri tekanan yang di rekomendasikan adalah 310-320 bar untuk F.I.V Mitsubishi Sulzer 6RLB-66

Gambar 4. 14 Adjustable Bolt dan sims / ring tambahan



Sumber : MT. Sindang

Gambar 4. 15 Pengabutan Injektor yang baik (kiri), Tekanan yang didapat pada pressure gauge (300-320 bar) (kanan)



Sumber : MT. Sindang

Gambar 4. 16 Contoh pengabutan yang tidak sempurna dari injector (menetes)



Sumber : Berrima Diesel Australia 2021

3. Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Perawatan serta Perbaikan

Data hasil perbandingan ini didapat dari Log Book MT. Sindang yang sedang melaksanaka perjalanan dari Semarang – Tuban dan Tuban – Balikpapan. Dari hasil yang didapat tidak dilihat perubahan yang signifikan dari suhu gas buang mesin induk, dikarenakan berhubung semua injektor terdapat masalah dan hanya beberapa silinder yang dapat di rawat atau di perbaiki saat berlabuh setelah perjalanan tersebut. Data saya tampilkan dalam bentuk Tabel sesuai jam jaga.

<i>Sampel dari Cylinder no. 3 (Sebelum perawatan / perbaikan)</i>					
12 - 4	320 ⁰ C	4 - 8	310 ⁰ C	8 - 12	295 ⁰ C

<i>Sampel dari Cylinder no. 3 (Sesudah perawatan / perbaikan)</i>					
12 - 4	330 ⁰ C	4 - 8	350 ⁰ C	8 - 12	350 ⁰ C

Dari Sampel yang kami ambil dari silinder No.3, setelah di overhaul ternyata spray hole injektor mengalami penyumbatan sehingga bahan bakar hanya mengabut dari beberapa lubang spray sehingga temperatur gas buang turun karena supply bahan bahan bakar yang disemprotkan tidak maksimal bahan bakar yang tidak tersemprotkan keluar melalui spill line atau yang di sebut dengan *Flushing valve* yang selanjutnya ke *Flushing Pipe* dan bahan bakar kembali ke tangki bahan bakar kembali.

Peneliti mengambil sampel dari silinder no. 3 karena setelah kapal berlabuh di perairan Tuban, injektor yang diperbaiki dan dilakukang pengetesan adalah silinder nomor 3 sehingga data yang diambil dari Log Book menyesuaikan dari Injektor yang diperbaiki. Karena dalam satu perjalan tidak dapat melaksanakan perbaikan ke seluruh injektor, data temperatur gas buang yang mengalami gangguan dan setelah perbaikan atau perawatan dapat di lihat di lampiran.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penjelasan yang telah di kemukakan di atas, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan :

1. Injektor yang tidak bekerja dengan baik dapat berpengaruh terhadap suhu gas buang pada mesin induk yang mempengaruhi kinerja operasional / kondisi mesin induk dan mengindikasikan terjadi kerusakan pada F.I.V .
2. Dimana injektor yang tidak bekerja dengan optimal yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti terjadinya keausan pada *nozzle* injektor, penyumbatan pada *spray hole nozzle* injektor, serta penyetelan injektor yang kurang tepat.

B. Saran

1. Untuk menghindari meningkatnya suhu gas buang dari mesin induk, maka injektor harus dijaga agar tetap bekerja dengan baik dan jika saat kapal sedang kedaan berlabuh atau belum beroperasi lakukan pengecekan dan perawatan injector yang berkala.
2. Agar injektor dari mesin induk tetap bekerja dengan baik maka harus dilakukan penanganan (pembersihan) terhadap penyumbatan pada *nozzle* injektor, dan melakukan penggantian atau penyekiran terhadap *nozzle* injektor yang aus.
3. Untuk menjaga agar injektor tetap bekerja dengan baik maka harus dilakukan penyetelan injektor yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. (2017). *Pengaruh Sistem Injeksi Bertingkat Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Diamond Type Di 800 Menggunakan bahan bakar Minyak Jelantah*.
<http://repository.its.ac.id/2481/7/2114105059-Undergraduate-Theses.pdf>
- Grieshabe, H., & Raatz, T. (2014). Basic principles of the diesel engine. In *Diesel Engine Management* (pp.16–33). ISBN: 978-3-658-03980-6
https://doi.org/10.1007/978-3-658-03981-3_3
- Herlina, Y., Dika Pratama, G., Wasposito, F., Suaka, A., & Cirebon, B. (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. ISSN:2684-9135
<https://jurnal.akmicirebon.ac.id/index.php/akmi/article/download/7/7>
- Karyanto. E, 2000, *Panduan Reparasi Mesin Diesel*, penerbit Pedoman Ilmu jaya, Jakarta. ISBN:979-659-095-6
<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=314804>
- Nugraha, A. P., Darjono, & Wahyuni, O. (2018). *Pengaruh Pengabutan Bahan Bakar Terhadap Kualitas Pembakaran Pada Mesin Induk Di MT.BAUHINIA.9(1)*.<https://ejurnal.pip-semarang.ac.id/index.php/jdb/article/download/88/54>
- Simatupang, D. (2019). *Optimalisasi Alat Pengabut Bahan Bakar pada Generator untuk Kelancaran Pengoperasian MV. EGS. CREST*. 12(1),64–72.
<http://ejournal.stipjakarta.ac.id/index.php/meteor/article/view/75/38>

Sukoco, & Arifin, Z. (2013). *Teknologi Motor Diesel* (Riduwan (ed.); 3rd ed.).ISBN:978-602-8361-05-7.

<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=991776>

Rabiman, & Zainal Arifin. (2011). *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel: Vol. 23 cm* (1st ed., pp. 1–268). GRAHA ILMU. ISBN : 978-979-756-

779-8 <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=191278>

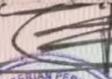
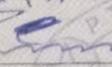
Yulianto, P. (2016). Pengaruh Variasi Putaran Mesin terhadap Daya pada Engine Cummins KTTA 38 C. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5 (1), 23. P- ISSN: 2303-1832 E- ISN: 2503-023X

<https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.102>

LAMPIRAN

17

PENYIARAN
MUSTERING

Nomor surat	Nama kapal, jenis, tonase kotor (GT) Keabupaten mesin induk, pemilik kapal	Jabatan	Daerah Pelayaran	Bendera	Jazab	Tanggal dan Tempat	Tanda tangan Pemjabat	Tempat dan Tanggal silt turun	Alas ur silt turun	Tanda tangan Pemjabat	Tanda tangan Pemjabat
2.	MT. SINDANG GT. 22.156 2.980 MK PT. PERANAMA	Engine Cadet	T.C.O	INDONESIA	RST	TG. 1901 15 OCT 2020	 N. G. ANPI. ST. MM <small>KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA</small>	16.08.2021	Tour Of Duty 	 W. J. RANDOLF <small>KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA</small>	 PAULUS Satriawan ST <small>KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA KANTOR KEMENTERIAN PERALATAN DAN PERAWATAN KAPAL JALAN SUDAMARA</small>

18

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 1. 1 Buku Pelaut



PERINTAH MUTASI

No. : PM- 0114 /R20300/2020-56

KEPADA NAMA : AKHDAN RAIHAQI MUSTOFA
N.I.T : 20200114

DENGAN INI DIPERINTAHKAN BAHWA MULAI TANGGAL SERAH TERIMA JABATAN DI ATAS KAPAL, SAUDARA DITETAPKAN / DIMUTASIKAN

SEBAGAI : ENGINE CADET
DI KAPAL : MT. SINDANG

DALAM RANGKA PROLA SELAMA 12 BULAN
UNTUK MENGISI LOWONGAN TERBUKA / MENGGANTIKAN :

MAHAP MELAPOR KE PERKAPALAN/MARINE SETEMPAT DAN NAKHODA YBS. PADA KESEMPATAN PERTAMA.

DATA AWAK KAPAL YANG MUTASI NAIK, SBB:
UANG SAKU : Rp 2,000,000.00
TERMASUK DI DALAMNYA
IURAN BPJS : Rp 90,700.00
DIBAYAR DI : ATAS KAPAL
IJAZAH : -

JAKARTA, 05 Oktober 2020
Crewing Manager

RONI WILAJALU

PATATAN UNTUK AWAK KAPAL :
1. Pahami tugas tugas sesuai "DAFTAR PERAN KEADUAN DARURAT"
2. Pahami tugas, tanggung jawab dan wewenang sesuai dengan PMK 3.1.3

TEMBUSAN :
1 MASTER MT. SINDANG
2 MARINE REGION

Lampiran 1. 2 Surat Sign On

SURAT PERINTAH TURUN KAPAL

No. : 220 / F303D7 / VIII / 2021 – S8

Berdasarkan Surat Praktek Kerja Laut No. 0114/R20360/2020 – S8 Tanggal : 05 Oktober 2020
Maka dengan ini diperintahkan kepada :

Nama : **Akhdan Baihaqi Mustofa**
No. Pokok / Gol. : **20200114**
Jabatan : **Engine Cadet**

Terhitung mulai tanggal 16 Agustus 2021 saudara diturunkan dari kapal MT. Sindang / P. 3010 selanjutnya saudara harap melapor ke Manager Crewing Shipping Perkapalan Jakarta Melalui Ka . Marine setempat.

Keterangan :

1. Sign On tanggal : 15 Oktober 2020 Sign Off tanggal 16 Agustus 2021
2. Ijazah / Dokumen pribadi, sudah dikembalikan kepada yang bersangkutan.
3. Telah menyerahkan Inventaris dengan baik kepada penggantinya.
4. Telah melaksanakan serah terima jabatan dengan penggantinya.
5. Telah melaksanakan familiarisasi ISM Code dengan penggantinya.

Di Kapal : MT. Sindang / P.3010

Tanggal : 16 Agustus 2021

Nakhoda,



Cant. Willibrordus James Randolf

NP. 12390356

Lampiran 1. 3 Surat Sign off

CREW LIST PERIODE AGUSTUS 2021

NO	N A M A	NO.PEK.	JABATAN	NAIK KAPAL	KETERANGAN
1	Capt. Willibrordus James Randolf	12390356	Master	23.06.2021	
2	Ramadhan Al Hamza	754245	Chief Officer	07.06.2021	
3	Walzyono	10020650	Second Officer	27.12.2020	
4	Hendra Permana	12390390	Third Officer	23.06.2021	
5	Wilopo Panjaitan	10030335	Chief Engineer	26.04.2021	
6	Samma	10020971	Second Engineer	25.02.2021	
7	Agus Nursodik	10020979	Third Engineer	22.02.2021	
8	Diantoni Patalle	10030291	Fourth Engineer	30.03.2021	
9	Ryan Ady Kurnawan	10030309	Electrician	30.03.2021	
10	Corret Lebabarus	10030405	Boatswain	26.04.2021	
11	Darsono	10030102	Pumpman A	30.03.2021	
12	Andi Tanrawali	10030428	Pumpman B	26.04.2021	
13	Budi Susanto	10030439	Able Seaman A	26.04.2021	
14	Dody Syarifuddin	10020366	Able Seaman B	23.11.2020	
15	Daniel Oktoryanto	10020779	Able Seaman C	28.01.2021	
16	Rizal Kalsoem	10030017	Ordinary Seaman A	22.02.2021	
17	Hendri Yandi	10030138	Ordinary Seaman B	30.03.2021	
18	Agus Noviyanto	10030139	Ordinary Seaman C	30.03.2021	
19	Herman	10020503	Foreman	27.12.2020	
20	Desi Ananta Randan	10030338	Fitter	26.04.2021	
21	Zakarias Pietersz	10030227	Oiler A	30.03.2021	
22	Bambang Dwiyanto	10020849	Oiler B	28.01.2021	
23	Sahat Marolop Girsang	10030183	Oiler C	30.03.2021	
24	Dedi Miharja	10030320	Cook	30.03.2021	
25	Suryo Adhi Nugroho	12390269	Second Cook	23.06.2021	
26	Muhammad Amir	10030210	Messboy	30.03.2021	
27	Deni Agung Nugraha	20200164	Cadet Deck	27.12.2020	
28	Akhlan Basbaqi Mustofa	20200114	Cadet Engine	27.10.2020	
29	R. Daffa Elang Vulvian Haq	20200124	Cadet ETO	27.10.2020	

MT Sindang, 01 Agustus 2021
Mengetahui,
Master

Lampiran 1. 4 Crew List MT. Sindang



**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA TANJUNG PRIOK**

Jln. Pademarang No. 4 Tanjung Priok,
Jakarta 14310

Telepon : (62-21) 43800054
Fax : (62-21) 43035405

Email : sb_tanjungpriok@dephub.go.id
Website : www.dephub.go.id

SURAT KETERANGAN MASA BERLAYAR

No. AL.506/0641/VIII/Syb.Tpk-21

1. Kepala Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Priok dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : AKHDAN BAIHAQI MUSTOFA
Tempat / Tanggal Lahir : BLITAR, 10-02-2000
Alamat Sekarang : KOTA MAKASSAR
Nomor Buku Pelaut : F - 337795
Nomor Buku Saku (Cadet) : -
Sertifikat Keahlian / Keterampilan : PIP MAKASSAR

Setelah diadakan penelitian pada Buku Pelaut dan/atau Buku Saku, yang bersangkutan mempunyai masa berlayar seperti dibawah ini:

NO	NAMA KAPAL	DAERAH PELAY	JABATAN	TANGGAL		MASA BERLAYAR		
				NAIK	TURUN	TGN	BLN	HARI
1	MT. SINDANG GT.22.156 / 0990 PK	NCV	ENGINE CADET	15 Oct 2020	16 Aug 2021	0	10	1
JUMLAH MASA BERLAYAR SELURUHNYA				0 TAHUN 10 BULAN 1 HARI		0	10	1

2. Surat Keterangan Masa Berlayar ini diberikan untuk keperluan : **UJIAN PASCA PRALA**
3. Data pada Surat Keterangan Masa Berlayar ini diambil berdasarkan Buku Pelaut Nomor : F - 337795 dan / atau Buku Saku nomor - atau surat keterangan dari perusahaan / Instansi (khusus Kapal penangkapan ikan, kapal layar motor / KLM, kapal tradisional dan kapal negara) nomor :
4. Demikian Surat Keterangan Masa Berlayar ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

NO BILLING 820 210 819 273 385

DIKELUARKAN DI : **TANJUNG PRIOK**
PADA TANGGAL : **20-08-2021**

A.n KEPALA KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA
TG.PRIOK
KEPALA BIDANG KESELAMATAN BERLAYAR
KEPALA SEKSI KEPELAUTAN

Catatan :

Tidak Bertaku apabila yang bersangkutan ditemukan melakukan pemalsuan pada dokumen pengambilan data.

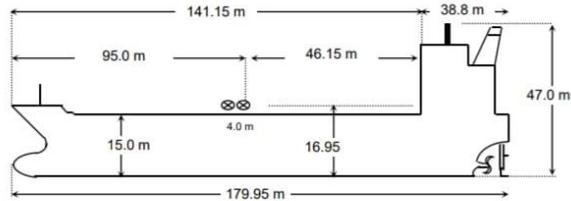


Lampiran 1. 5 Surat Masa Layar

SHIP'S PARTICULARS

NAME	MT.SINDANG	KEEL LAID	September 1982	SATELLITE COMMUNICATION	
CALL SIGN	YDXQ	LAUNCHED	Desember 1982	INM-B	INM-C
FLAG	INDONESIA	DELIVERED	Desember 1982	E-MAIL	sindang@perlamina.com
PORT OF REGISTRY	JAKARTA	SHIPYARD	Korea ship building and engineer co.,	PHONE	
OFFICIAL NUMBER	22156 N0.681/Ba			Mobile No	
IMO/LLOYDS NUMBER	8121161			TELEX	
CLASS SOCIETY	BKI			MMSI	525008027
CLASS NOTATION	-			EX. NAMES	NA
P & I CLUB				CS / FLAG	INDONESIA
OWNERS					
PT.PERTAMINA JHLN.YOS SUDARSO NO.32/34 TG.PRIOK JAKARTA UTARA, PHONE: +62-021-43934475					

PRINCIPAL DIMENSIONS	
LOA	179.95 M
LBP	171.10 M
BREADTH (Extreme)	30.0 M
DEPTH (molded)	15.0 M
HEIGHT (maximum)	47.0 M
BRIDGE FRONT - BOW	141.15 M
BRIDGE FRONT - STERN	38.8 M
BRIDGE FRONT - M'FOLD	46.15 M



TONNAGE	REGD	SUEZ
NET	11.447 RT	
GROSS	22.156 RT	
GROSS Reduced (R'n:13495)		

TANK CAPACITIES (cbm)					
CARGO TANKS (98 % (SG = 0.720))			BLST TKS (100 %)		
COT 1 P/S	4866.00	SLOP P	736.50	F.P.Tk.	908.90
COT 3 P/S	5924.00	SLOP S	736.50	Deep TKC	
COT 5 P/S	4112.00			2 WBT P/S	6,019.00
COT 1 C	4312.00			4 WBT P/S	6,044.00
COT 2 C	4893.00	F.W Tanks 100%			
COT 3 C	4893.00	FW Tank (P)	238.40	APT.C	404.40
COT 4 C	4893.00	FW Tank (S)	238.40		
COT 5 C	4893.00	COOLING TKC	12.90		
TOTAL	40259.00	TOTAL	489.70	TOTAL	13376.30
OTHER DETAILS					
H. Level Alarm	95%	Level gauge			
Overfill Alarm	98%				

LOAD LINE INFORMATION	FREEBOARD	DRAFT	DWT
TROPICAL	5.796	9.204	30,345.50
SUMMER	5.882	9.118	29,996.10
WINTER	6.172	8.828	28,635.00
LIGHTSHIP	10.917	4.083	8,100.00
NORMAL BALLAST COND	10.800	4.200	8,605.80
SEG. BALLAST COND	-	-	-
DWT WITH SBT ONLY		NA	
FWA		210 MM	
TPC @ Summer draft		45.23	

MACHINERY / PROPELLER / RUDDER	
MAIN ENGINE	Mitsubishi-sutser 6 RLB 66/10.100PS
M.C.R.	120
N.C.R.	90
MAX CRITICAL RANGE	78
AUX. BOILER (2 sets)	Sun rod sc 200
GENERATOR (3 sets)	PS 26 H 625 kva
EMER D.G. (1)	N 2G AF 23.9 kw
PROPELLER	PITCH 38.65 MM
RUDDER	
STEERING GEAR	LO 4-24
FW GENERATOR CAP	24 MT/DAY

BUNKER TANKS	
DO (S)	74,517.00
DO (P)	80,378.00
SERV TK	8.38
SETT TK	8.38
TOTAL	154,911.76
FO (S)	308.41
FO (P)	274.93
SERV TK	28.14
SERTT TH	28.14
TOTAL	639.62

WINCHES / WINDLASS / ROPES / EMERGENCY TOWING			
	FWD	AFT	PARTICULARS
WINCHES	2	2	BHC 67 Tons
MRG WIRES	NA	NA	NA
Winch BHC			67Tons / 74Tons
WINDLASS	2	NA	25 T x 9 m/min
FIRE WIRE	1	1	24 mm x 6 Strend
ANCHOR	2	NA	20 PASS x 400 mm L x 2
EMG. TOWING			

CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM				
MAIN PUMPS	NO.	CAPACITY	HEAD	RPM
CARGO OIL P/P's	3	1000 m3/Hrs		1550
STRIPPING PUMP	1	100 m3/Hrs	hx125	125/Head
CARGO EDUCTOR	NA	NA	NA	NA
BALLAST P/P's	1	200 m3/Hrs		
BALLAST EDTR	1	100m3/Hrs	hx125	125/Head

LIFE BOATS	
	42 Person
	7.50 x 2.50 x 1,055 m
	Type SNW-22H
LIFE RAFTS	
	25 Person
PROV. CRANE (2nos)	
	1.5mLx1.5mBx2mH
	2xSWL 5.5T

MANIFOLD ARRANGEMENT (400 mm / Steel)	
Distance of cargo manifold to cargo manifold	2800 MM
Distance of cargo manifold to vpr. return manifold	NA
Distance of manifolds to ship's rail	4450 MM
Distance of spill tray grating to centre of manifold	1500 MM
Distance of main deck to centre of manifold	1850 MM
Distance of main deck to top of rail	1850 MM
Distance of top of rail to centre of manifold	4450 MM
Distance of manifold to ship side	4000 MM
Distance of manifold from keel	16950 MM

CARGO HOSE CRANES	

IG / VAPOR EMISSION / VENTING	
IG BLOWER CAPACITY (3 nos)	2000 m3
P/V VALVE PR/ VAC. SETTING	NA
P/V BREAKER PR./VAC. SETTING	NA

Min Bow Drft:	
Blst Drft:	
MARPOL Trim:	m
Propeller Immer.:	m

FIRE FIGHTING SYSTEM	
E/RM	CO2 X DRY POWDER
PUMP ROOM	FOAM X DRY CHEMICAL
CARGO/DK AREA	FOAM X WATER

Lampiran 1. 6 ship particular



Pengalihan SIUPAL PT. PERTAMINA
(PERSERO) dikembalikan SIUPAL. Ash
dikembalikan.

DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
SURAT IZIN USAHA PERUSAHAAN ANGKUTAN LAUT (SIUPAL)
 (Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 1999 tentang Angkutan di Perairan)
 NOMOR : BXXV-1/AL.58

Berdasarkan surat permohonan Saudara No. 344/E30000/2001-SO tanggal 12 Nopember 2001
 diberikan Surat Izin Usaha Perusahaan Angkutan Laut (SIUPAL) kepada

Nama Perusahaan	PT. Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas
Alamat Kantor Perusahaan	Bumi Negara (Pertamina) Perkapalan Jl. Yos Sudarso No. 32-34, Kebon Bawang, Tanjung Priok, Jakarta
Nama Direktur Utama / Penanggung jawab	Drs. IBRAHIM HASYIM, MM (Direktur Utama)
Alamat Direktur Utama / Penanggung jawab	Jl. Puri Indah Blok L 5/12, Kembangan Jakarta Barat
Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP)	1.001.664.0-051

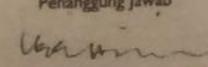
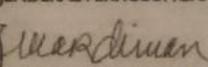
Kewajiban Pemegang SIUPAL :

1. Mematuhi seluruh peraturan perundang-undangan yang berlaku dibidang angkutan laut, kepelabuhanan, keselamatan maritim dan lingkungan hidup.
2. Bertanggungjawab atas kebenaran laporan kegiatan operasional yang disampaikan kepada Direktur Jenderal Perhubungan Laut.
3. Melaporkan secara tertulis kepada Direktur Jenderal Perhubungan Laut setiap terjadi perubahan maksud dan tujuan perusahaan, susunan Direksi/Komisaris, domisili perusahaan, NPWP perusahaan dan pengurangan serta penambahan kapal.
4. Setiap kapal yang dimiliki harus dilengkapi dengan spesifikasi kapal yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan SIUPAL ini.
5. Mengumumkan jadwal baik untuk pelayaran tetap dan teratur atau liner maupun pelayaran yang tidak tetap dan tidak teratur atau tramper melalui media massa ataupun organisasi yang mempertemukan kepentingan pengguna dan penyedia jasa angkutan laut.
6. Menyampaikan laporan tahunan kegiatan perusahaan kepada Direktur Jenderal Perhubungan Laut.
7. Menyediakan fasilitas akomodasi untuk taruna/calon perwira yang akan melaksanakan praktek belayar (Proyek Laut), bagi kapal yang berukuran GT. 750 keatas.
8. Menyediakan ruangan untuk angkutan pos.

SIUPAL ini dapat dicabut langsung tanpa melalui proses peringatan dalam hal melakukan kegiatan yang membahayakan keamanan negara, mengoperasikan kapal tidak laik laut yang mengakibatkan korban jiwa dan harta benda, memperoleh izin operasi secara tidak sah dan perusahaan menyatakan membubarkan diri berdasarkan keputusan dari instansi yang berwenang.

Surat Izin Usaha ini berlaku untuk seluruh wilayah Negara Republik Indonesia terhitung sejak tanggal dikeluarkan, selama perusahaan yang bersangkutan menjalankan kegiatan usahanya.

Dikeluarkan di : JAKARTA
 Pada tanggal : 2 Januari 2002

Penanggung jawab  Drs. IBRAHIM HASYIM, MM Direktur Utama	 DEPARTEMEN PERHUBUNGAN LAUT DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT  Idris SUKARDIMAN, M.Si NIP. 120088690
---	--

Lampiran 1. 7 sertifikat (SIUPAL)



REPUBLIK INDONESIA

SURAT LAUT

CERTIFICATE OF NATIONALITY
 Diterbitkan berdasarkan ketentuan Pasal 58 Permenhub Nomor PM 39 Tahun 2017
 sebagaimana telah diubah berdasarkan
 Surat Edaran Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor : SE.1/DJPL/2020 Tahun 2020
 Issued under the provision of Article 58 Minister of Transportation Regulation Number 39 Year 2017 and has been
 amended based on a circular letter from the Director General of Sea Transportation Number SE.1/DJPL/2020 Year 2020

Nomor (Number) : AL.520/ 52 / 10/DK/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini (The undersigned) **DIREKTUR PERKAPALAN DAN KEPELAUTAN** / DIRECTOR OF MARINE SAFETY AND SEAFARERS

Menyatakan bahwa (declares that) **KAPAL TANGKI MUATAN MINYAK** / OIL TANKER

NAMA KAPAL NAME OF SHIP	TANDA PANGGLAN CALL SIGN	TEMPAT PENDAFTARAN PORT OF REGISTRY	TANDA PENDAFTARAN REGISTRATION MARK
SINDANG PERTAMINA 3010	YDXQ	JAKARTA	1996 Ba No. 851/L
UKURAN (P X L X D (METER)) DIMENSION (L x B x D (Meters))	TONASE KOTOR GROSS TONNAGE (GT)	TONASE BERSIH NET TONNAGE (NT)	
172.47 X 30.00 X 15.00	22156	11477	
PENGERAK UTAMA MAIN PROPULSION	MERK DAN DAYA ENGINE MAKER AND POWER	BAHAN UTAMA KAPAL SHIPS MATERIAL	NOMOR IMO IMO NUMBER
MESIN / ENGINE	SULZER 11100 HP	BAJA / STEEL	8121161
TANGGAL PEMBANGUNAN DATE OF BUILD			
KONTRAK * CONTRACT	PELETAKAN LUNAS KEEL LAID	SERAH TERIMA * DELIVERY	PERUBAHAN * CONVERSION
---	1982	---	---

Milik (Owned by) **PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING** berkedudukan (at) **JAKARTA SELATAN** memenuhi syarat sebagai kapal Indonesia, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, oleh sebab itu berhak berlayar mengibarkan bendera Indonesia sebagai bendera kebangsaan kapal.
 Has complied as an Indonesian vessel in accordance with the provisions of applicable regulation, and therefore is entitled to fly the Indonesian flag.

Kepada seluruh pejabat yang berwenang dan pejabat-pejabat Republik Indonesia maupun mereka yang bersangkutan berkewajiban supaya memperhatikan nahkoda kapal dan muatannya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan Republik Indonesia dan Perjanjian-perjanjian dengan negara-negara lain.
 To all authorities and officials of the Republic of Indonesia and all others to whom this may concern are therefore requested to give appropriate treatment to the master with his vessel and cargoes in accordance with the provisions stipulated in the laws of the Republic of Indonesia and the treaties concluded with other sovereign countries.

Tanda Selar (Solar Mark) :
 GT. 22156 No. 851/Ba

PUP. NO. 820210614955604
 Didaftarkan dalam register Surat Laut di : **JAKARTA**
 Recorded in the register of certificate of Nationality

No. Urut : 3402
 Serial Number
 No. Halaman : 204
 Page No
 Buku Register : XXXII
 Reg Book

* Jika Ada (If Available)

Diterbitkan di : **JAKARTA**
 Issued at
 Pada Tanggal : 11/06/2021
 Date

an. MENTERI PERHUBUNGAN
 or. MINISTER OF TRANSPORTATION
DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
 DIRECTOR GENERAL OF SEA TRANSPORTATION
DIREKTUR PERKAPALAN DAN KEPELAUTAN
 DIRECTOR OF MARINE SAFETY AND SEAFARERS
 U D
 Pr. KEPALA SUB DIREKTORAT PENGUKURAN, PENDAFTARAN DAN
 KEBANGSAAN KAPAL
 DEPUTY DIRECTOR FOR MEASUREMENT, REGISTRATION AND NATIONALITY

Danl. SIDROTUL MONTAHA, M.Si., M.Mar
 Rarbina Tk. I (IV/b)
 NIP. 19870712 199808 1 001

Lampiran 1. 8 Sertifikat Surat laut



Lampiran 1. 9 Foto kapal MT. Sindang



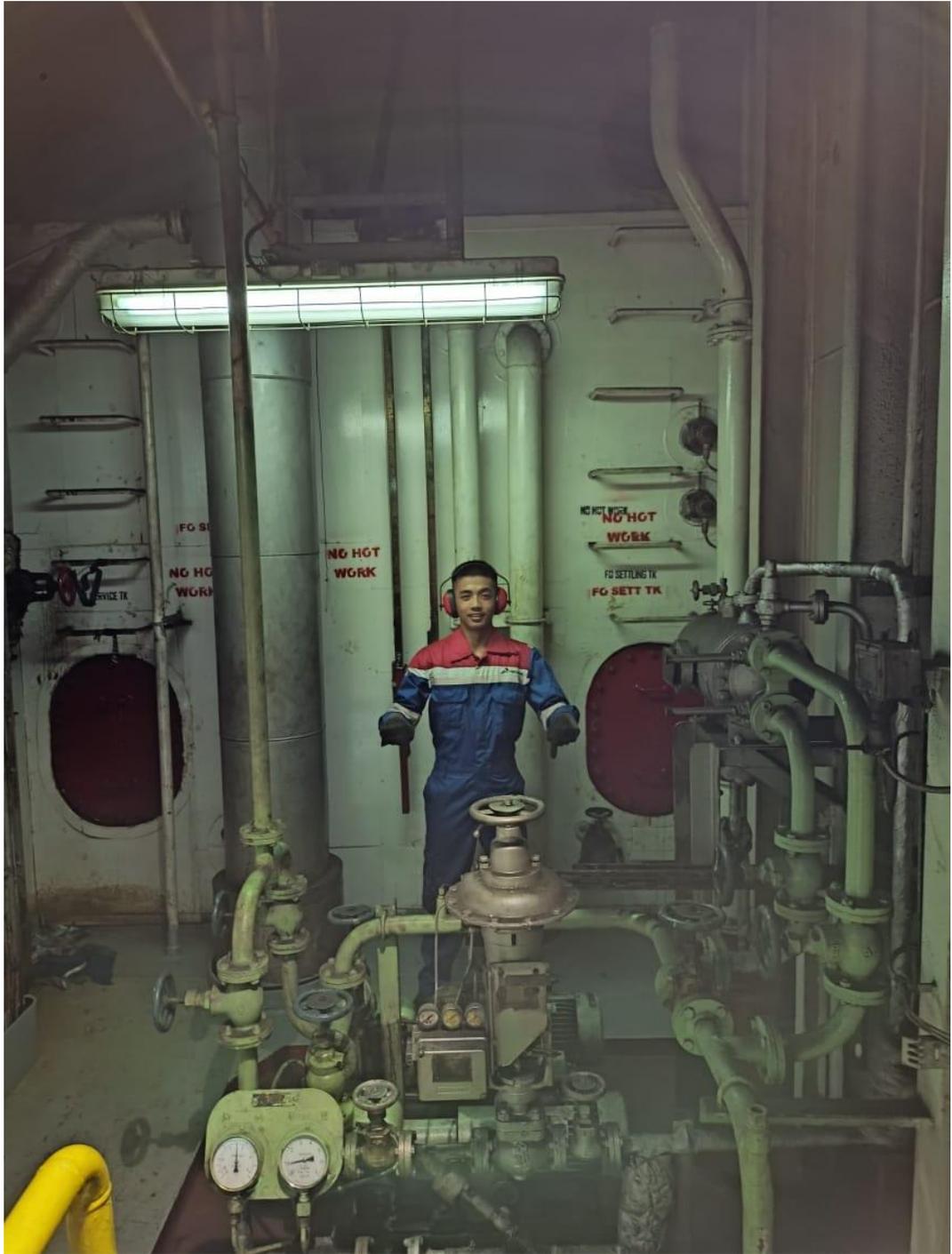
Lampiran 1. 10 Foto Saat Cadet bersama benda penelitian F.I.V Mitsubishi Sulzer 6RLB-66



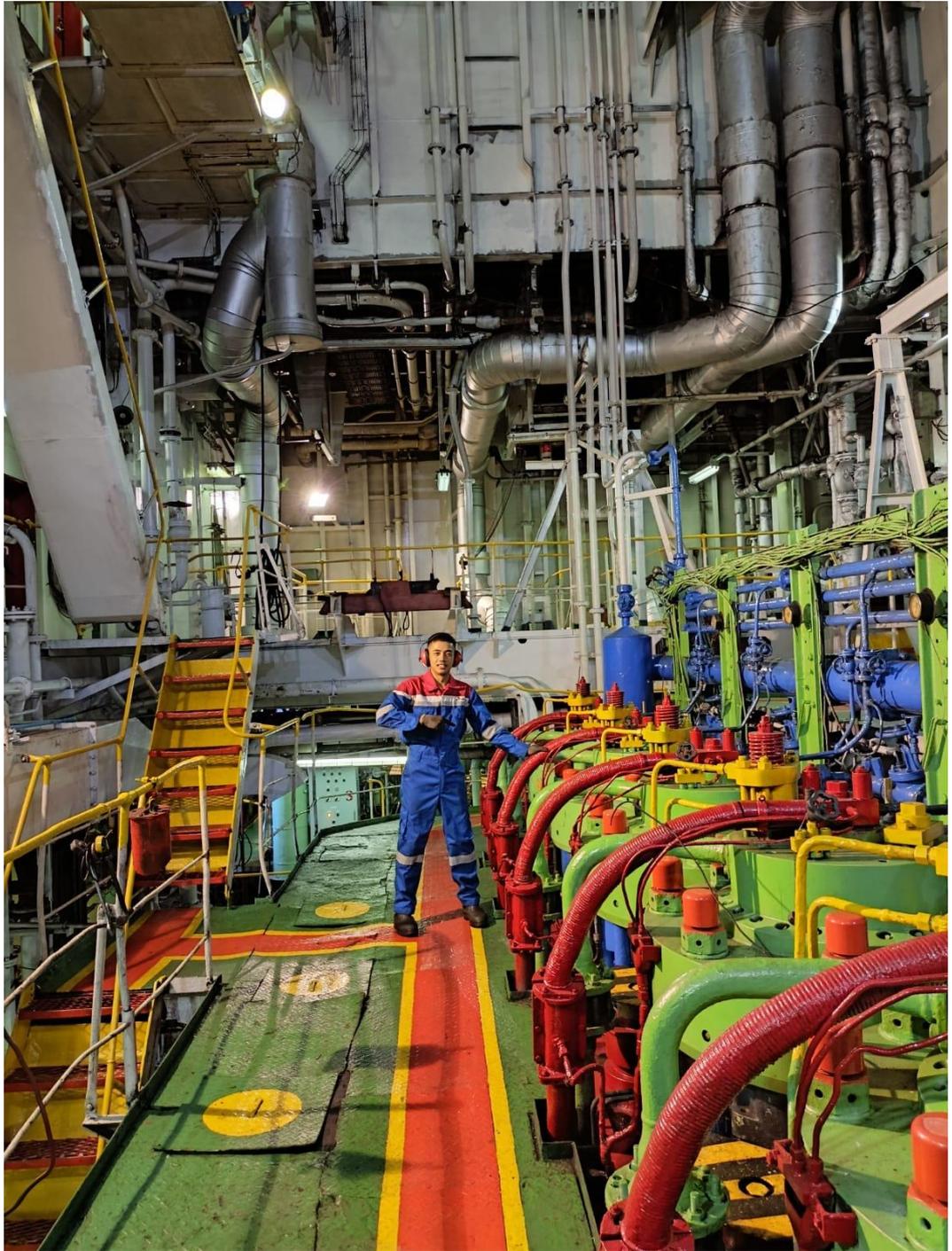
Lampiran 1. 11 Dokumentasi prala, starting Handle & fuel handle engine Side



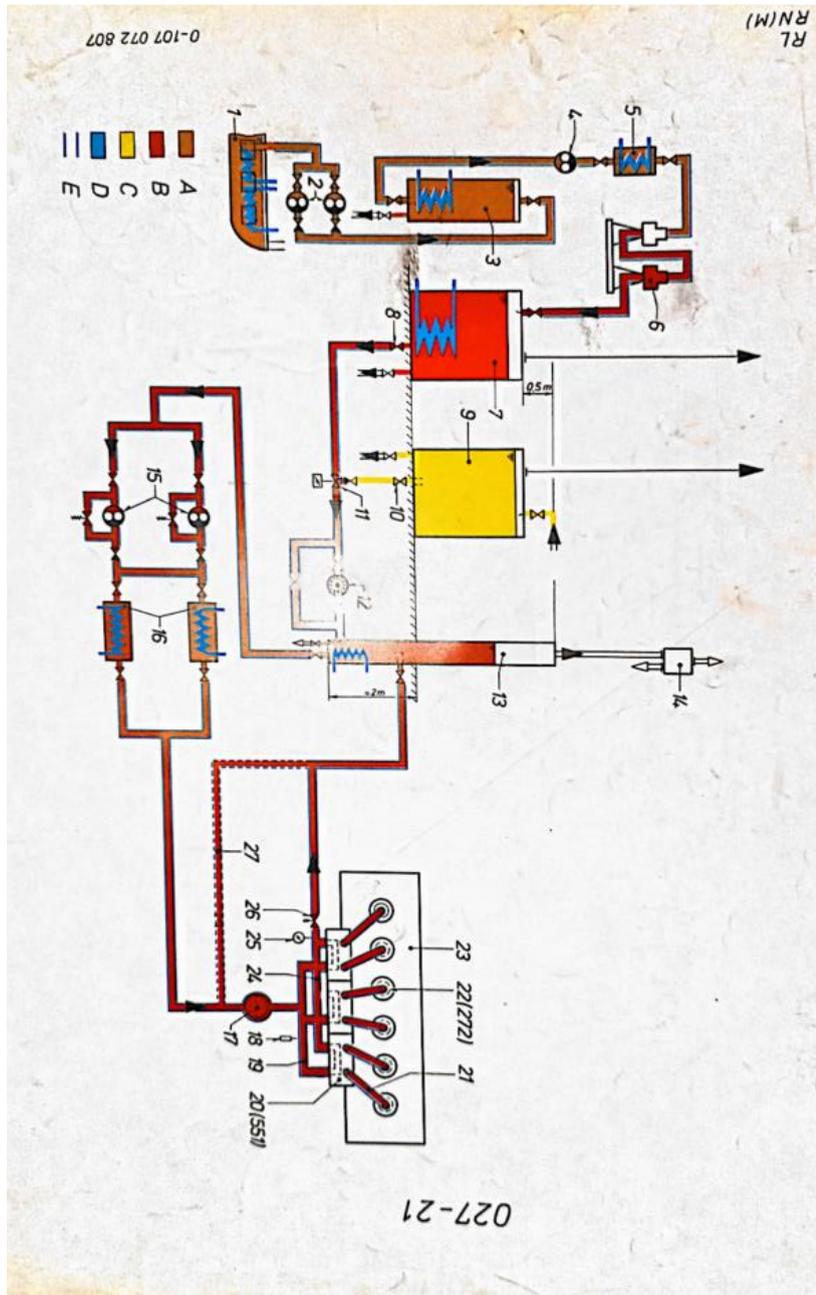
Lampiran 1. 12 Foto dengan Aux. Boiler Gandeulis SunRod MT. Sindang



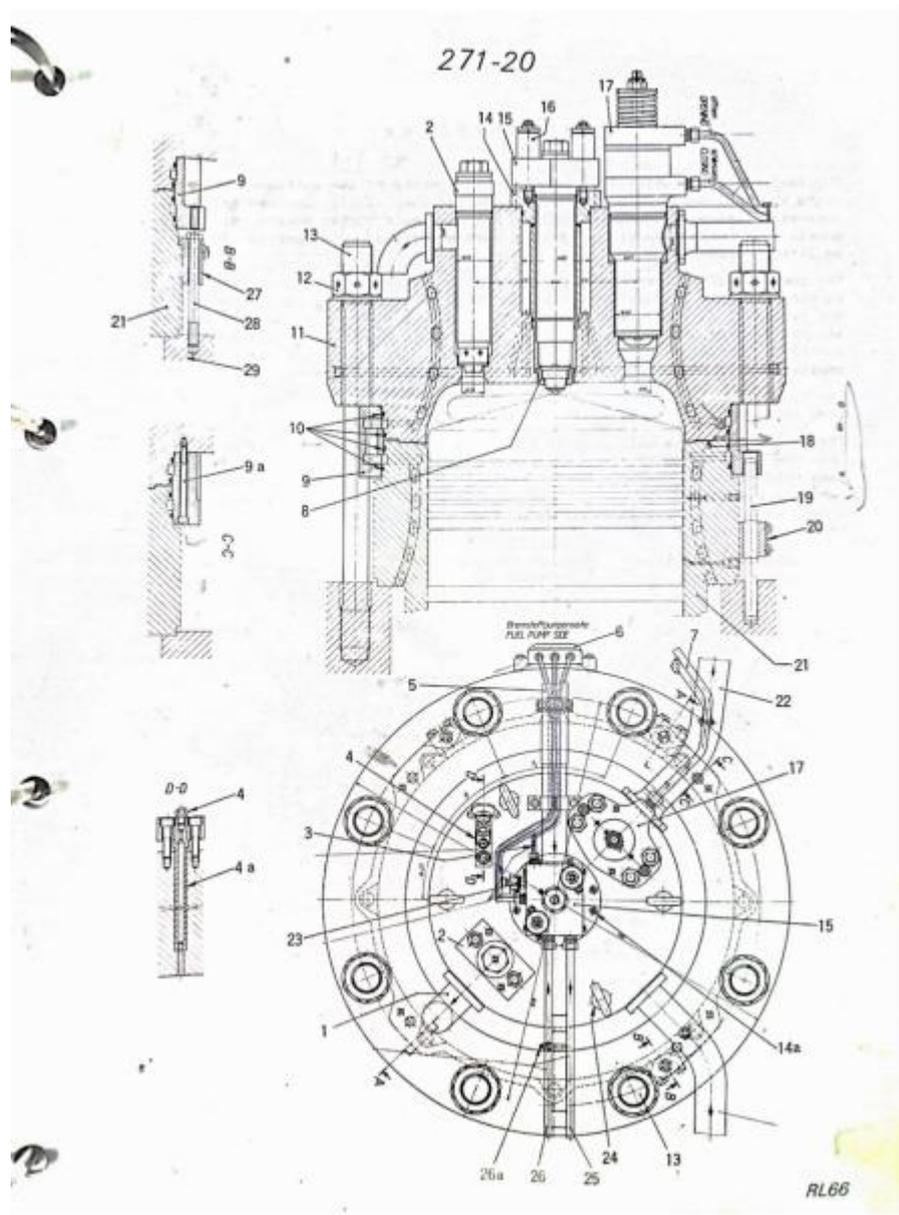
Lampiran 1. 13 Foto dengan F.I.V FW cooling Pump & tanki servis , settling F.O



Lampiran 1. 14 Foto Dengan Cylinder Cover Mitsubishi Sulzer 6RLB-66



Lampiran 1. 15 Sistem Bahan bakar di Manual Book Mistubishi Sulzer 6RLB-66



Lampiran 1. 16 Sketsa Cylinder Cover & Letak F.I.V



Lampiran 1. 17 Foto Bersama Manual Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66

Exhaust gas system

Description	Unit	Normal service value Pos / Low - High	Alarm		Delay Sec	Slow down		
			Pos / Low	High		Pos / Low	High	
Exhaust gas temp before turbocharger Normal exhaust gas temperatures depend on the actual engine load and ambient condition	°C	360/ 350 - 500	363/ TC dependent		6 - 8	363/ TC dependent		
Exhaust gas temp Normal exhaust gas temperatures depend on the actual engine load and ambient condition When operating below 200 C average temp deviation alarm is cut off	°C	360/ 350 - 430	363/ 30/ -50	--- 450 +50	6 - 8	363/ 31	--- -60	470 +60
Exhaust gas temperature in receiver	°C	363/ 100 - 500						
Exhaust gas pres in receiver (bar abs) Normal exhaust gas pres depends on the actual engine load and ambient condition	bar	324/ 3 40						
Exhaust gas temp after each turbocharger: k) The service values apply under the following conditions Ambient temperature in engine room 25 C Scavenge air temp in receiver 35°C	°C	322/ 250 - 330k)	333/	--- 350	6 - 8			

Lampiran 1. 18 Bukti normal suhu gas buang di Manual Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66

BUKU HARIAN MOTOR

CHIEF ENGINEER'S LOG BOOK

DARI M/T
OF M/T SINDANGS. P 3010.....

Tanda-tangan Masinis Engineer's sign		Jam Hours	
Kec. Putaran perjam Speed per Hours by log		37 - 9.25 M/H	
PPM R P M		80	
Pengatur B B Fuel Regulations		48	
Tekanan B B Fuel Oil Pressure		54	
Suhu B B Fuel Oil Temperature		46	
Kamar Mesin Engine Room		46	
Air Laut Sea Water		32	
Rata-rata Common		32	
Suhu Temperature		280	
Suhu Masuk Inlet Temp		290	
Suhu Temp.		270	
Silinder No. Cly No.		310	
Suhu Temp.		360	
Silinder No. Cly No.		375	
Suhu Masuk Inlet Temp.		370	
Suhu Temp.		385	
Silinder No. Cly No.		370	
Masuk Inlet		-	
Keluar Outlet		-	
Masuk Inlet		62	
Keluar Outlet		53	
Masuk Inlet		46	
Keluar Outlet		44	
Masuk Inlet		43	
Keluar Outlet		44	
Depan Fors		44	
Belakang Ait		42	
Pendingin mantel Jacket cooling		39	
Pendingin Piston Piston cooling		45	
Pend. Pengabut B B Fuel Valve Cooling		42	
M.L. utk. Bearing L.O utk. Bearing		42/16	
Udara dilas Scavenging air		0,45	
PPM R P M		6400	
Tekanan M L L.O. Pressure		6000	
Masuk Turbo Turbo In		42/16	
Kel. Turbo Turbo Out		42/16	
Masuk Turbo Turbo In		42/16	

Dipindai dengan Ca

Lampiran 1. 20 Data Log Book suhu gas buang Sebelum perawatan F.I.V perjalanan dari Semarang - Tuban

- Exhaust temperature of individual cylinders rising
 1. Injection nozzle not injecting in the correct manner.
 2. Scavenging valves dirty or defect.
 3. Exhaust and/or scavenging ports dirty.
 4. Fire in the area in front of scavenging ports or on the lower side of the piston.
- Exhaust temperature of a cylinder dropping
 1. Exhaust thermometer of affected cylinder defect.
 2. Affected cylinder not receiving sufficient fuel (e.g. leaky fuel pump valve, valve seating faces, supporting faces of plunger bushes, injection pipe or fuel injector valves).

Lampiran 1. 21 Bukti Penyebab Temp. Gas buang mesin induk tidak normal sesuai Manual Book Mitsubishi Sulzer 6RLB-66

NO	NAME OF PART	SUPPLY PER SHIP	LOKASI	ENGINE STORE	SPARE DIATAS KAPAL	MATERIAL EX CHARGE	KETERANGAN
SPARE : MAIN ENGINE TYPE : 6RLB - 66 RPM / POWER : 124 RPM / 11.100 PS CAPACITY : - MAKER : MITSUBISHI SULZER JAPAN							
				BOX NO.	NO. 1	PERIODE : FEBRUARI 2021	
A	Cylinder Cover Complete	W	MSL (SATUAN)	F	G	H	I
1	Elastic Stud For Cylinder Cover With Nut and Washer	6	1	set	A1700000	R2710	1
2A	Liner Cylinder DN Cover HOUSING FIV	48	4	set	A15007801	R27105	8
2B	O-Ring For Liner	6	2	pc		R2710	24
2C	O-Ring For Liner	6	6	pc		R27111	24
3	Fuel Injection Valve Compl (without nozzle)	6	6	set	A05018000	R27200	1
4	O-Ring For Fuel Injection Valve	6	6	pc	A35018012	R27237	3
5	Nozzle Complete For Fuel Injection Valve With Sink In Needle Seat And Needle	6	5	set	A35018011	R27240	0
6	Spring For Fuel Injection Valve	6	2	pc	A35018010	R27220	5
7	Starting Air Valve Complete	6	1	set	A34003700	R27400	0
8	Valve Spindle For Starting Air Valve	6	12	pc		R27408	2
8A	Compression Spring	6	12	pc		R27418	2
9	Piston Ring	6	1	pc		R27425	4
10	Piston Ring H-7	6	1	pc		R27426	0
11	Copper Packing dia. 188 x 102 x 11 for Starting Air Valve	6	2	pc	A34003730		
12	Spring For Starting Air Valve	6	1	pc	A34003701		
13	Pallet Valve Complete	6	1	set	A37001900	R27700	0
14	Copper Packing Dia. 77 x 102 x 11 for Pallet Valve	6	1	pc	A37001812		
15	Spring For Pallet Valve	6	2	pc	A37001901		
16	Indicator Valve Complete	6	6	set	A370022	R27720	6
17	Adjusting Shim Of Fuel Injection Pressure For Fuel Injection valve	6	3	pc	A37001912	R27140	8
18	Seat For Fuel Nozzle	6	3	pc			
19	Adjusting Shim of Fuel Injection Pressure	6	3	pc			

Lampiran 1. 22 Data Spare Part MT. sindang Bulan Februari 2021

MT. SINDANG.



SUBJECT : **JOB DESCRIPTION.**

P. 1-2.

CHIEF ENGINEER POLICY IN THE MATTER OF MACHINERIES ASSIGNMENT, RESPONSIBILITY AND MAINTENANCE ENGINEER IN CHARGE.

01. SECOND ENGINEER, AS THE SUPERVISORY IN ENGINE ROOM,

- MAIN ENGINE AND EQUIPMENT, INCLUDE PNEUMATIC SYSTEM.
- MFO, MDO AND LUB OIL PURIFIER.
- OILY WATER SEPARATOR.
- FRESH WATER GENERATOR.
- INNERT GAS AND PNEUMATIC SYSTEM.
- INCENERATOR.

02. THIRD ENGINEER,

- AUXILIARY ENGINE NO. 1, 2, 3.
- MAIN AIR COMPRESSOR NO. 1, 2 AND AIR COOLED COMPRESSOR.
- EMERGENCY: GENERATOR, COMPRESSOR.
- EMERGENCY FIRE PUMP, DIESEL ENGINE.
- LIFE BOAT ENGINE AND ACCESSORIES PORT & STB-SIDE.
- QUICK CLOSING VALVE AND SYSTEM.

03. FOURTH ENGINEER.

- ALL OF PUMP IN ENGINE ROOM AND PUMP ROOM.
- EMERGENCY FIRE PUMP. PUMP SIDE
- BOILER AND ECONOMIZER.
- COOLING WATER SYSTEM TREATMENT.
- INCHARGE MFO, MDO AND LO BUNKER INCLUDE CONSUMPTION AND ROB REPORT.
- INCHARGE OF CHEMICAL & GAS CONSUMPTION REPORT.
- ENGINE LOG & ABSTRACT LOG.

04. ELECTRICIAN ENGINEER.

- ALL OF ELECTRICAL EQUIPMENT & LIGHTING IN E.R, DECK BRIDGE AND ACCOMODATION.
- INNERT GAS ELECTRIC SYSTEM.
- AIR CONDITION ACCOMODATION PLANT.
- PROVISION REFRIGERATOR SYSTEM.
- ECR UNIT AIR CONDITIONER.
- GALEY UNIT AND ELECTRIC EQUIPMENT.
- ALL OF BLOWER & FAN IN E.R, DECK & ACCOMODATION.
- FIRE .../



Lampiran 1. 23 Job Description Engine Crew MT. Sindang

RIWAYAT HIDUP PENULIS



AKHDAN BAIHAQI MUSTOFA. Lahir di Blitar, 10 Februari 2000 Anak pertama dari tiga bersaudara, putra dari Bapak Ali Mustofa dan Ibu Hasti Wulandari, tinggal di Desa Tepas, Kec.Kesamben Kab.Blitar Provinsi Jawa Timur. Mengawali pendidikannya di TK Dharma Wanita 01 Desa Tepas pada tahun 2005 – 2006. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SDN 01 Tepas pada tahun 2007 – 2012. Dan dilanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 1 Kesamben yang menjadi salah satu sekolah favorit didaerah tempat tinggal penulis, dan menempuh pembelajaran pada tahun 2012 – 2015 dan meneruskan pendidikan di SMAN 1 Talun, pada masa ini penulis menambah pengalaman dalam berorganisasi di bidang kepramukaan dan memiliki motivasi untuk lulus dan menjadi seorang abdi negara atau dapat besekolah di sekolah kedinasan. Selama proses pendidikan di SMA penulis menyiapkan semua persiapan untuk tes yang akan dihadapi nanti setelah lulus, proses pendidikan di SMAN 1 Talun berlangsung pada tahun 2015 dan Lulus pada tahun 2018. Dan selanjutnya penulis mendaftarkan diri di SIPENCATAR dan mendaftar ke STTD bekasi tapi dengan jalan yang telah di berikan oleh Tuhan YME, dan rezeki yang dipercayakan kepada penulis, pada saat pengumuman akhir tes Sipencatar penulis diterima dan lulus di PIP Makassar kampus tercinta saat ini dan menempuh pendidikan dengan baik. Dan pada tahun ketiga di PIP Makassar penulis dapat melaksanakan praktek laut diperusahaan PT. PERTAMINA (persero). Penulis sangat bersyukur dengan apa yang didapat dari ilmu dan pengalaman yang ada di PIP Makassar ini. Dan kelak ingin menjadi teladan dan contoh yang baik.