

**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KERETAKAN DALAM
CYLINDER LINER MOTOR DIESEL 4 TAK DI
MV. TANTO SETIA**



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

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA PENYEBAB KERETAKAN DALAM *CYLINDER LINER* MOTOR DIESEL 4 TAK DI MV. TANTO SETIA

Disusun Oleh :

KURNIA SANDY
NIT. 51145320 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang, 11 Februari 2019

Dosen Pembimbing I
Materi

H.IRWAN, S.H., M.Pd., M.Mar.E
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19670629 199808 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan

DARYANTO, S.H., M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19580324 198403 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

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

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KERETAKAN DALAM *CYLINDER*
LINER MOTOR DIESEL 4 TAK DI MV. TANTO SETIA**

Disusun Oleh:

KURNIA SANDY
NIT. 51145320 T

Telah diujikan dan disahkan oleh Dewan Penguji
serta dinyatakan LULUS dengan nilai.....Pada tanggal2019

Penguji I



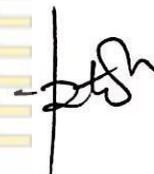
H. MUSTOLIQ, M.M., M.Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 19650320 199303 1 002

Penguji II



H. IRWAN, S.H., M.Pd., M.Mar.E.
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19670629 199808 1 001

Penguji III



IRMA SHINTA DEWI, S.S., M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19730713 199803 2 003

Dikukuhkan oleh:
DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG,

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK M.Sc., M.Mar
Pembina (IV/a)
NIP. 1967070605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kurnia Sandy

NIT : 51145320 T

Jurusan : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “**Analisa penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner* motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia**” Adalah benar hasil karya saya, bukan jiplakan / plagiat skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain, maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 11 Februari 2019

Yang menyatakan,



KURNIA SANDY
NIT. 51145320 T

MOTTO

“Suatu hal baik akan menantimu di masa depan sehingga kamu pun akan lupa merasakan rasa sakit yang selama ini kamu jalani.”

(Ali bin Abi Thalib)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu, dan dengan segenap kerendahan hati karya ini kupersembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, ibunda Budi Setyaningsih dan ayahanda Bambang Subiyono terima kasih atas kasih sayang, doa dan dukungan yang terus mengalir hingga saat ini.
2. Bapak H. Irwan, S.H, M.Pd, M.Mar.E selaku dosen pembimbing materi skripsi.
3. Bapak Daryanto, S.H., M.M. selaku dosen pembimbing penulisan skripsi
4. Seluruh *crew* MV. Tanto Setia, terima kasih atas dukungannya selama saya melakukan praktek layar.
5. Seluruh taruna taruni angkatan 51 serta seluruh senior dan junior, terima kasih atas dukungan dan kerjasama selama ini.
6. Keluarga besar Kasta Kedu, terima kasih atas kerjasama dan dukungannya selama ini.
7. GG (Green Garage) *squad* yang selama ini selalu bersama-sama selama 1 tahun lebih.
8. Seluruh pembaca budiman yang menyisahkan waktunya untuk membaca skripsi ini.
9. Pihak-pihak lain yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang turut membantu saya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala beserta Rasul-Nya Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam untuk kebesaran yang dimiliki, limpahan Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisa penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner* motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia**”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi kewajiban sebagai Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang Diploma IV Program Studi Teknika sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna. Berdasarkan hal tersebut maka dengan segala kerendahan hati, penulis bersedia menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca demi penyempurnaan.

Dengan adanya motivasi dan bimbingan dari pihak-pihak yang bersangkutan sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, maka pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik M.Sc., M.Mar selaku direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto, M.Mar.E, M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak H. Irwan, S.H, M.Pd, M.Mar.E selaku dosen pembimbing materi skripsi dengan sabar dan tanggung jawab telah memberi dukungan, bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Daryanto, S.H., M.M. selaku dosen pembimbing penulisan skripsi yang telah memberikan dukungan, bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Para dosen di PIP Semarang pada umumnya dan para dosen bidang Teknik pada khususnya yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua, ibunda Budi Setyaningsih dan ayahanda Bambang Subiyono serta seluruh keluarga besarku yang sangat aku sayangi dan aku banggakan, terima kasih atas kasih sayang yang tak terbatas serta doa dan dukungannya.
7. Kepada Taruna-Taruni angkatan LI.
8. Para jajaran staff dan direksi PT. Tanto Intim Line dan seluruh crew MV. Tanto Setia, terima kasih atas bantuan saat penulis melaksanakan praktek laut. Akhirnya pada semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan hingga terselesainya skripsi ini, sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Semarang,

2019

Penulis

KURNIA SANDY
NIT. 51145482 T

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAKSI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Pembatasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	9

	B. Kerangka Pikir	20
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Waktu Dan Tempat Penelitian	21
	B. Jenis Data	21
	C. Metode Pengumpulan Data	23
	D. Teknik Analisis Data	25
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN MASALAH	
	A. Gambaran Umum Objek Penelitian	33
	B. Analisa Data	36
	C. Pembahasan Masalah	50
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan	60
	B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

ABSTRAKSI

Kurnia Sandy, NIT. 51145320.T, 2019 “ *Analisa penyebab terjadinya keretakan cylinder liner motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia*”, Program Diploma IV, Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Irwan, SH, M.Pd, M.Mar.E dan Pembimbing II: Daryanto, S.H., M.M.

Cylinder liner adalah suatu tabung tempat piston bekerja naik turun untuk memadatkan udara serta memindahkan tenaga panas menjadi tenaga kinetik. Penelitian ini bertujuan: 1) Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner* motor diesel, 2) Untuk mengetahui besar pengaruh yang ditimbulkan akibat keretakan *cylinder liner*. Metode penelitian yang penulis gunakan adalah metode penelitian *SHEL* dan *USG* sebagai teknik analisa data kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif yang telah digunakan penulis di kapal MV. Tanto Setia pada tanggal 21 Oktober 2016 sampai dengan 22 Oktober 2017.

Keretakan motor diesel 4 tak disebabkan oleh 4 faktor, yaitu: 1) *Cold corrosion* atau korosi yang tidak umum terjadi karena menyebabkan terjadinya keausan yang sangat luar biasa pada dinding *cylinder liner* 2) Pelumasan, pendinginan dan pembakaran, 3) *Human error*, 4) Standar Operasional Prosedur (SOP).

Kesimpulan dari penelitian adalah *cold corrosion* (prioritas 1), pelumasan, pendinginan dan pembakaran (prioritas 2), *human error* (prioritas 3) Standar Operasional Kapal (SOP) di atas kapal (prioritas 4). Saran untuk menunjang kelancaran operasional kapal adalah meningkatkan kesadaran *crew* kapal akan pentingnya melaksanakan perawatan komponen *cylinder liner* secara berkala. Dan sebaiknya perusahaan melengkapi manual book yang sesuai dengan permesinan yang ada di kapal agar seluruh *crew* kapal tidak kesulitan dalam melaksanakan perawatan permesinan.

Kata Kunci : Analisa, *Cylinder liner*, Motor Diesel 4 Tak, *SHEL*, *USG*.

ABSTRACT

Kurnia Sandy, NIT. 51145320.T, 2019 “*Analysis of the causes of the cracking of the 4 stroke diesel motor cylinder liner in the MV. Tanto Setia*”. Program Diploma IV, Technical, Marchant Marine Polytechnic of Semarang, 1st Supervision: H. Irwan, SH, M.Pd, M.Mar.E and 2nd Supervision: Daryanto, S.H., M.M.

Cylinder liner is a tube where the piston works up and down to compress the air and move heat power into kinetic energy. This study aims: 1) To determine the causes of the cracking of diesel motor cylinder liners, 2) To determine the magnitude of the effect caused by cracking the cylinder liner. The research method that I use is the research method of SHEL and USG as a qualitative and quantitative data analysis technique. The results of the study using qualitative and quantitative methods that have been used by the author on the MV ship. Tanto Setia from October 21, 2016 to October 22, 2017.

The crack of a diesel engine 4 is not caused by 4 factors, namely: 1) Cold corrosion or corrosion which is not common because it causes very unusual wear on the cylinder liner wall 2) Lubrication, cooling and combustion, 3) Human error, 4) Standard Operational Procedure (SOP).

The conclusion of the study is cold corrosion (priority 1), lubrication, cooling and conversion (priority 2), human error (priority 3) Ship Operational Standard (SOP) on board (priority 4). Suggestion to support the smooth operation of the ship is to increase the awareness of the crew of the ship on the importance of carrying out maintenance of the cylinder liner component regularly. And it is better for the company to complete the manual book that is in accordance with the machinery on board so that all ship crew have no difficulty in carrying out machinery maintenance.

Keywords : Analysis, Cylinder liner, 4 stroke Diesel Motor, SHEL, USG.

DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1 Tabel USG	32
2. Tabel 4.1 Ship's Particulars MV. Tanto Setia	34
3. Tabel 4.2 Penilaian USG	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Ship Particullar*

Lampiran 2 Wawancara



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Silinder liner merupakan bagian penting pada sebuah mesin diesel yang merupakan suatu tabung tempat piston bekerja dan bergerak naik turun untuk memadatkan udara serta memindahkan tenaga panas menjadi tenaga kinetik. Untuk memperoleh tenaga *engine* sebesar mungkin disuahkan tidak terjadinya kebocoran-kebocoran pada gas-gas yang dibakar diantara piston dan silinder, juga gesekan meluncur dari piston. Bagian-bagian kerusakan yang terjadi pada silinder liner terjadi karena beban termal dan getaran yang ditimbulkan oleh kondisi pengoperasian mesin diesel. Keretakan pada silinder liner ini juga mengalami percepatan karena kualitas bahan yang digunakan tidak memenuhi persyaratan sebagai bahan silinder liner mesin diesel. Bahan silinder liner adalah besi cor kelabu dengan kadar karbon dan silikon yang rendah tetapi memiliki kadar fosfor yang tinggi, kondisi seperti ini menyebabkan ketahanan bahan silinder liner terhadap temperatur tinggi menjadi rendah atau mengalami penurunan sehingga dapat mengakibatkan silinder liner sangat mudah mengalami retak pada suhu tinggi (*hot shortness*).

Kerusakan yang terjadi pada silinder liner adalah:

1. Pada dasarnya disebabkan dari bagian mesin itu sendiri.
2. Juga sering disebabkan karena kurangnya perawatan atas mesin-mesin kapal.

3. Usia kapal-kapal yang beroperasi tidak layak laut (kapal buatan tahun 1994 dan sudah berusia 24 tahun) sesuai yang ditetapkan dalam undang-undang pelayaran.

Berdasarkan STCW Bab VIII, Nakhoda, Kepala Kamar Mesin (KKM) dan personil tugas jaga harus menjamin bahwa pelaksanaan tugas jaga dilakukan secara aman dan terpelihara. Dalam menjalankan tugas jaga di kamar mesin harus selalu mengecek tekanan oli dan kekentalan oli pelumas. Kelalaian saat tugas jaga menyebabkan retaknya cylinder liner nomor 4 dikarenakan tekanan oli dan kekentalan oli yang tidak sesuai standar.

Perawatan yang dilakukan oleh para masinis kapal harus secara baik dan terencana karena merupakan faktor yang sangat penting agar mesin di kapal dapat beroperasi secara maksimal.

Dengan adanya perawatan dan pemeliharaan pada mesin di kapal secara baik dan terencana, maka kapal dapat beroperasi dengan lancar sesuai jadwal.

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan retaknya *cylinder liner* adalah :

- a. Pembakaran

- 1) Angka Setana (*Cetane Number*)

Angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (*auto ignition*). Angka setana adalah ukuran kualitas pembakaran bahan bakar diesel. Hal ini sering keliru sebagai ukuran kualitas bahan bakar. *Cetane* jumlah sebenarnya ukuran keterlambatan penyalaan bahan bakar itu. Ini adalah periode

waktu antara awal injeksi dan mulai pembakaran (*ignition*) dari bahan bakar.

Lazimnya mesin diesel akan mencapai pembakaran efisien saat menggunakan bahan bakar angka *setane* sekitar 55, angka *setane* yang lebih tinggi umumnya tidak memberikan tenaga lebih, efisiensi bahan bakar lebih atau pengurangan emisi meskipun di beberapa mesin diesel berkinerja tinggi angka *cetane* yang di rekomendasikan dapat mencapai 60.

2) Ausnya *cylinder liner*

Cylinder liner yang sudah aus dan tidak segera dilakukan perawatan, maka bisa menyebabkan turunnya kinerja motor diesel.

b. Pendinginan

- 1) Kurangnya level air pendingin
- 2) Terjadinya kebocoran pada sistem pendinginan
- 3) Rusaknya *bypass valve* atau *thermostat valve*.
- 4) Pembukaan *thermostat valve* pada suhu yang terlalu tinggi.
- 5) Pembukaan *thermostat valve* pada suhu yang terlalu rendah.

c. Sistem pelumasan

- 1) Kurangnya jumlah oli pada sistem
- 2) Filter oli tersumbat oleh kotoran-kotoran yang disaring.
- 3) Menurunnya kekentalan minyak pelumas.
- 4) Kekentalan minyak lumas terlalu tinggi.
- 5) Kurangnya tekanan pelumasan.

Pengaruh retaknya *cylinder liner* terhadap mesin:

- a) Analisa air pendingin masuk kedalam ruang bakar sehingga akan memperparah keretakan *cylinder liner* ataupun bisa memecahkan piston karena tekanan yang dihasilkan gerakan piston dari TMA ke TMB karena sifat udara yang tidak dapat dimampatkan.
- b) Analisa *cylinder head* untuk terangkat ke atas.
- c) Mesin tidak dapat berjalan atau menyala.
- d) Jika memungkinkan mesin masih bisa berjalan, retaknya *cylinder liner* menyebabkan bocornya kompresi pada ruang bakar sehingga kompresinya turun dan mengurangi tenaga dari mesin itu sendiri serta mengkontaminasi minyak pelumas karena kebocoran kompresi tersebut.
- e) Terjadinya keausan pada *piston* yang parah karena luka dari *liner*.
- f) Masuknya minyak pelumas kedalam ruang bakar karena keausan *piston* dan *liner* yang menyebabkan minyak pelumas terbakar dan berkurang terus menerus.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis bermaksud untuk meneliti permasalahan dengan mengidentifikasi masalah tersebut dalam sebuah penulisan karya ilmiah dengan judul **“Analisa penyebab terjadinya keretakan dalam silinder liner motor diesel 4 tak di MV Tanto Setia”**

B. Perumusan Masalah

Kerusakan motor induk pada suatu kapal sangat luas bahkan tidak terbatas, salah satunya adalah keretakan pada *cylinder liner* motor diesel

penggerak kapal yang berakibat terhadap penurunan daya motor dan kerusakan yang lain serta kelancaran operasi kapal.

Sesuai dari pengalaman penulis selama melakukan praktek laut (prala) dan oleh penulis sesuai dengan yang telah disebutkan dalam latar belakang, maka penulis menentukan perumusan masalah berisi berbagai permasalahan mengenai retaknya *cylinder liner* dan upaya-upaya pencegahan masalah yang akan ditempuh.

Adapun perumusan masalah yang penulis ingin sampaikan pada skripsi ini menitikberatkan pada pokok permasalahan:

1. Faktor-faktor apa sajakah yang menyebabkan retaknya *cylinder liner* terhadap kinerja motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia?
2. Seberapa besar pengaruh keretakan *cylinder liner* terhadap kinerja motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia?

C. Pembatasan Masalah

Untuk mengarahkan penelitian agar dapat spesifik dan tidak terlalu luas serta untuk mencegah kekaburan masalah yang akan diteliti, maka penulis perlu memberi ruang lingkup penelitian.

Penelitian dilakukan oleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut diatas kapal MV. Tanto Setia yang berhubungan dengan kerusakan pada ruang pembakaran khususnya *cylinder liner*. Dan pembatasan masalah dalam penulisan tentang keretakan *cylinder liner* motor diesel dilihat dari sisi pembakaran, pendinginan dan pelumasan, serta dampak yang

ditimbulkan dari keretakan tersebut dan upaya-upaya pencegahan agar tidak terjadi keretakan *cylinder liner*.

D. Tujuan Penelitian

Suatu kegiatan yang baik dan terarah pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai. Begitu juga dalam penulisan skripsi ini ada beberapa tujuan penulisan yang antara lain:

1. Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner* motor diesel.
2. Untuk mengetahui besar pengaruh yang ditimbulkan akibat keretakan *cylinder liner*.

E. Manfaat penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya dapat memberikan tambahan wawasan yang berguna bagi:

1. Penulis

Dengan penelitian yang dilakukan, diharapkan penulis dapat lebih menguasai tentang pengaruh kerusakan motor diesel, khususnya pada keretakan *cylinder liner* terhadap kerja motor diesel 4 tak dan operasional kapal serta cara penanganannya.

2. Pembaca

Agar para pembaca maupun masinis-masinis dapat memahami serta memperhatikan mengenai pentingnya perawatan mesin-mesin di kapal, selain juga menambah wawasan para masinis sehingga diharapkan dalam bekerja para masinis dapat terhindar dari kerusakan maupun kerugian pada saat mengoperasikan kapal.

3. PIP Semarang

Sebagai persembahan kepada almamater PIP Semarang dan dapat menambah wawasan para taruna.

F. Sistematika Penulisan

Agar tujuan penulis dapat tercapai sesuai yang diharapkan maka penulis menyajikan uraian dengan sistematika yang terdiri dari 5 (lima) bab, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian dan definisi operasional variabel.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, data yang diperlukan, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Teknik analisa data mengenai alat dan cara analisis data yang digunakan dan pemilihan alat dan cara analisis harus konsisten dengan tujuan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum obyek penelitian, analisis hasil penelitian dan pembahasan masalah.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran.

Daftar Pustaka

Lampiran

Daftar Riwayat Hidup



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Motor diesel merupakan bagian terpenting dari sebuah kapal sebagai tenaga pendorong, dimana kelancaran pengoperasian sebuah mesin diesel sangat dipengaruhi oleh perawatan yang optimal diluar dari komponen-komponen pendukung lainnya. Dengan itu diperlukan ketelitian dan kemahiran dari para masinisnya dalam perawatan, perbaikan maupun dalam menganalisa faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan pada mesin diesel. Dan mengatasi apabila terjadi kerusakan tersebut, agar tidak terulang kembali kerusakan sehingga mesin selalu dalam kondisi yang prima atau baik dalam pelayaran.

1. Pengertian Motor Diesel

Pada motor diesel, disebut sesuai penemunya Rudolf Diesel (1859 – 1913), udara yang diperlukan untuk pembakaran dikomprimir di dalam silinder oleh torak, sedangkan bahan bakar dalam bentuk halus disemprotkan ke dalam udara panas akibat kompresi akan bercampur dengan baik pada akhir langkah kompresi. Motor diesel juga disebut motor “kompresi udara” atau motor “penyemprotan”. Bahan bakar yang digunakan adalah “minyak diesel”. (P.Van Maanen, 1983: 1.1)

2. Prinsip kerja motor diesel 4 tak

Pada mesin diesel 4 tak tersebut termasuk kedalam proses pembakaran dalam (*internal combustion engine*) biasanya jumlah silinder

dalam kelipatan dua. Proses kerja motor diesel 4 tak dibagi dalam dua kali putaran poros engkol dan empat langkah torak, yaitu langkah hisap, kompresi, usaha dan buang.

Langkah berikut berturut-turut adalah :

a. Langkah hisap

Piston bergerak dari TMA ke TMB dengan posisi katup masuk terbuka dan katup buang tertutup.

b. Langkah kompresi

Piston bergerak dari TMA ke TMB dengan semua katup dalam posisi tertutup untuk mengompresikan bahan bakar dan udara untuk menghasilkan ledakan atau daya.

c. Langkah kerja

Piston bergerak dari TMA ke TMB dengan semua katup masih dalam kondisi tertutup karena hasil dari ledakan atau daya dari hasil kompresi.

d. Langkah buang

Piston bergerak dari TMB ke TMA dengan posisi keluar terbuka dan piston mendorong masuk sisa udara pembakaran keluar dan mengulang kembali terus menerus.

3. Bagian-bagian mesin diesel

Berbagai perusahaan pembuatan mesin diesel memiliki teknologinya masing-masing dalam pembuatan mesin diesel. Tiap perusahaan juga memiliki ciri khas masing-masing mesin yang berbeda. Namun pada

dasarnya semua mesin diesel itu prinsip kerjanya sama. Bervariasi dalam penampilan luar, ukuran, jumlah dan pengaturan silinder dan detail konstruksi. Tetapi mereka mempunyai bagian utama yang sama. Bagian-bagian utama mesin diesel antara lain:

a. *Cylinder liner*



Gambar 2.1 *Cylinder Liner*

Cylinder liner adalah tempat pembakaran bahan bakar dan tempat daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder dibentuk dengan lapisan (*liner*) atau selongsong (*sleeve*), diameter dalam silinder disebut lubang (*bore*).

b. Kepala *silinder* (*cylinder head*)



Gambar 2.2 *Cylinder Head*

Cylinder head bagian teratas mesin yaitu tempat dimana katup-katup bekerja. Perawatannya dengan cara menutup satu ujung dan sering berisikan katup tempat level udara dan bahan bakar diisikan dan gas buang dikeluarkan.

c. Torak (*piston*)



Gambar 2.3 *Piston*

Ujung lain dari ruang kerja silinder ditutup oleh torak yang meneruskan kepada poros daya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar. Cincin torak (*piston ring*) yang dilumasi dengan minyak mesin menghasilkan (*seal*) rapat gas antara torak dan lapisan silinder. Jarak perjalanan torak dari ujung silinder satu ke ujung yang lain disebut langkah (*stroke*).

d. Batang engkol (*connecting rod*)



Gambar 2.4 *Connecting Rod*

Connecting rod merupakan batang yang memiliki ujung bagian besar dari satu ujung yang disebut ujung kecil dari batang engkol, dipasangkan pada pena pergelangan (*wrist pin*) atau pena torak (*piston pin*) yang terletak di dalam torak. Ujung yang lain atau ujung besar mempunyai bantalan untuk pena engkol. Batang engkol mengubah dan meneruskan gerak ulak-alik (*reciprocating*) dari torak menjadi putaran kontinu pena engkol selama langkah kerja dan sebaliknya selama langkah yang lain.

4. Sistem pembakaran dan pendinginan

a. Metode penyemprotan bahan bakar

Pada sebuah motor diesel, penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar mulai dilakukan saat piston mendekati TMA untuk menghindari denotasi. Campuran yang terbentuk akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi (900-1000). Penyemprotan bahan bakar yang langsung ke ruang bakar di atas piston dinamakan injeksi langsung atau *direct injection* sedangkan yang berhubungan dengan ruang bakar utama dinamakan injeksi tidak langsung. (P. Van Maanen, 1983: 4.1)

b. Pembakaran dalam silinder

Bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder berbentuk butir-butir cairan yang halus. Oleh karena udara di dalam silinder pada saat tersebut akan menguap. Uap bahan bakar yang terjadi itu selanjutnya bercampur dengan udara yang ada di sekitarnya. Proses

penguapan berlangsung terus selama temperatur sekitarnya mencukupi. Jadi proses penguapan berlangsung secara berangsur-angsur. Demikian juga dengan proses pencampurannya dengan udara. Maka pada suatu saat dimana terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya. Proses penyalaan bahan bakar dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya. Sedangkan proses pembakaran di dalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relatif rendah dan laju pembakarannya pun bertambah cepat. Hal ini disebabkan karena pembakaran berikutnya berlangsung pada temperatur yang lebih tinggi.

Setiap butir bahan bakar mengalami proses tersebut di atas. Proses pembakaran dapat dipercepat antara lain dengan jalan memusar udara yang masuk ke dalam silinder, yaitu untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dan udara. Namun demikian, jika pusaran udara itu terlalu besar maka ada kemungkinan terjadi kesukaran menyetart mesin dalam keadaan dingin. Hal ini disebabkan karena proses pemindahan panas dari udara ke dinding silinder, yang masih keadaan dingin, menjadi lebih besar sehingga udara tersebut menjadi dingin. Sebaliknya, jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi, sehingga dengan pusaran udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu, mesin akan bekerja lebih efisien.

c. Pendinginan silinder

Bagian atas silinder merupakan bagian yang terpanas dan sebagian panas gas pembakaran itu dipindahkan secara langsung ke fluida pendinginnya. Sedangkan untuk bagian bawah silinder, perpindahan panas ke fluida pendingin terjadi secara tidak langsung jadi melalui torak dan cincin-cincin torak. Jika pendinginan tidak dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya, maka temperatur dari setiap bagian silinder akan naik. Keadaan tersebut akan mengakibatkan kerusakan dinding ruang bakar karenaterjadinya tegangan thermal atau kerusakan katup-katup, puncak torak dan kemacetan cincin torak.

Suhu yang terjadi di ruang pembakaran tersebut akan diteruskan atau diterima oleh dinding silinder tersebut. Bila tidak mendapatkan pendinginan yang baik secara terus menerus, maka bagian-bagian atau bahan-bahan yang terkena panas tadi memuai sehingga pelapis silinder tersebut akan kehilangan kekuatannya dan akan menimbulkan pemuaihan yang berlebihan.

Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, maka di sekitar atau disekeliling sebelah luar dari pelapis silinder tersebut diperlukan adanya satu ruangan pendinginan yang secara terus-menerus selama terjadinya pembakaran dialirkan air pendingin.

Adapun tujuan dari pendinginan tersebut adalah :

- 1) Pencegahan dari pengurangan besar dari kekuatan maksimal.
- 2) Tetap terselenggaranya lapisan pelumas bidang jalan silinder.

- 3) Pencegahan pembentukan zat arang dari minyak pelumasan di rongga pegas torak yang mengakibatkan kemacetan dari pegas.
- 4) Pencegahan korosi akibat suhu tinggi

Sebagai akibat dari pendinginan tersebut, maka dinding lapisan silinder sebelah luar akan lebih dingin dari bagian dalam lapisan silinder (ruang pembakaran). Selanjutnya, sebagai akibat dari perbedaan suhu tersebut akan terjadi suatu tegangan suhu atau tegangan pemuaian yang dapat terjadi lebih besar dari tegangan material sebagai akibat dari tekanan gas pembakaran di dalam silinder.

Di dalam silinder, bahan memuai akibat dari panas pembakaran sedangkan di luar dari lapisan silinder terjadi pendinginan karena adanya air pendingin. Selanjutnya, material dari lapisan silinder akan terjadi tegangan-tegangan sebagai berikut :

- 1) Di dalam silinder akan terjadi tegangan tekanan
- 2) Di luar silinder akan terjadi tegangan tarik

Apabila perbedaan temperatur pendingin terlalu dingin, maka tegangan-tegangan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya keretakan pada lapisan silinder. Namun, hal ini tersebut sudah dipikirkan oleh si pembuat dengan cara membuat atau memperhitungkan tebal dari pelapis silinder dan struktur logam.

Dengan kondisi dan pemasangan dari pelapis silinder yang benar, diharapkan dengan adanya tegangan-tegangan tersebut dapat

diatasi. Akan tetapi, apabila dalam pemeliharaan, perawatan mesin tersebut terjadi suhu yang tidak sesuai dengan yang telah ditentukan oleh si pembuat. Maka kemungkinan terjadinya keretakan pada lapisan silinder mungkin saja terjadi, mengingat pendinginan dari air pendingin mesin tersebut temperatur kontrolnya berubah-ubah.

5. Sistem pelumasan

Sistem mesin induk terdiri dari banyak sekali bagian-bagian yang bergerak satu sama lainnya dan menyebabkan banyak sekali terjadi peristiwa gesekan. Jika hal ini dibiarkan sebagaimana mestinya maka dalam waktu beberapa menit saja mesin akan menjadi panas. Sesuai dengan sifat fisik logam motor tersebut akan segera pecah atau meledak. Hal ini sangat membahayakan bagi crew yang ada di dekatnya dan dapat mengakibatkan kebakaran hebat serta dapat mengakibatkan kapal dapat tenggelam.

Untuk menghindari hal tersebut di atas, maka gesekan yang terjadi haruslah dikurangi sebesar mungkin. Caranya dengan memberikan pelumasan, yaitu memberikan suatu lapisan minyak atau film antar kedua permukaan yang bergesek. Dengan demikian tidak akan terjadi gesekan yang langsung antara logam dengan logam.

a. Tujuan pelumasan

Di beberapa tempat pada motor di antara bagian-bagian yang bergerak satu terhadap yang lain diberikan bahan pelumas. (P.Van Maanen, Motor Diesel Kapal Jilid 1).

Tujuan dari pelumasan adalah:

- 1) Pembatasan gesekan dan keausan gesekan.
- 2) Penyaluran panas gesekan.
- 3) Perlindungan permukaan bahan korosi.
- 4) Pembilasan bahan pengotor.
- 5) Peredaman suara.
- 6) Berfungsi sebagai penutup rapat.
- 7) Perawatan permukaan.

b. Jenis pelumasan

Sistem pelumasan pada motor diesel atau mesin induk sangat diperlukan terutama pada bagian-bagian yang memerlukan pelumasan, yaitu pada bantalan roda gigi, dinding silinder, dan lain-lain. Minyak pelumas harus dapat didistribusikan pada bagian tersebut. Adapun ada dua sistem pelumasan yaitu :

1) Sistem racik

Sistem ini merupakan sistem yang sederhana dan dipakai untuk motor yang berukuran kecil. Pada batang penggerak dilengkapi alat yang berbentuk pendek, sehingga pada waktu bergerak bagian tersebut mencebur ke dalam carter yang diberi minyak pelumas dan melemparkan minyak pelumas pada bagian-bagian yang memerlukan pelumasan. Bagian yang banyak memerlukan pelumasan, yaitu bagian bantalan utama dari poros engkol diperlukan pompa yang mengantarkan minyak pelumas melalui saluran-saluran.

2) Sistem tekan

Fungsi dari suatu sistem pelumasan ialah menyediakan jumlah bahan pelumas yang cukup dingin dan bersih untuk mengadakan pelumasan yang positif dan cukup dalam semua bagian-bagian yang bergerak dari suatu mesin. Minyak pelumas dialirkan pada bagian yang memerlukan pelumasan dengan cepat dengan suatu tekanan dari pompa minyak pelumas. Pompa minyak pelumas yang banyak dipergunakan dengan memakai pompa sistem roda gigi. Pompa ini bekerja dengan suatu tekanan, minyak pelumas mengalir melalui saluran dan pipa ke bagian-bagian seperti bantalan, roda gigi, rig piston. Sedangkan untuk melumasi dinding silinder tetap menggunakan sistem racik. Cara ini sebenarnya merupakan gabungan dari sistem racik dibantu dengan sistem pompa.

c. Sistem pelumasan silinder

Pada motor silang bidang jalan silinder dilumasi dengan sebuah minyak pelumas yang disesuaikan dengan kondisi setempat dan memiliki antara lain viskositas lebih tinggi daripada minyak lumas penata geraknya. Pelumasan silinder merupakan jenis pelumasan dengan minyak pelumas yang hanya dapat digunakan sekali, karena minyak tersebut akan terbakar sehingga tidak seperti halnya pada pelumasan penata gerak dengan sirkulasi terus-menerus. (P.Van Maanen, 1983: 9.9)

B. Kerangka Pikir

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, tentang analisa penyebab keretakan *cylinder liner* pada motor diesel 4 tak di kapal MV. Tanto Setia dengan menggunakan metode SHEL dan USG. Sebagai bagian akhir dari skripsi ini, penulis memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam skripsi ini, yaitu:

A. Kesimpulan

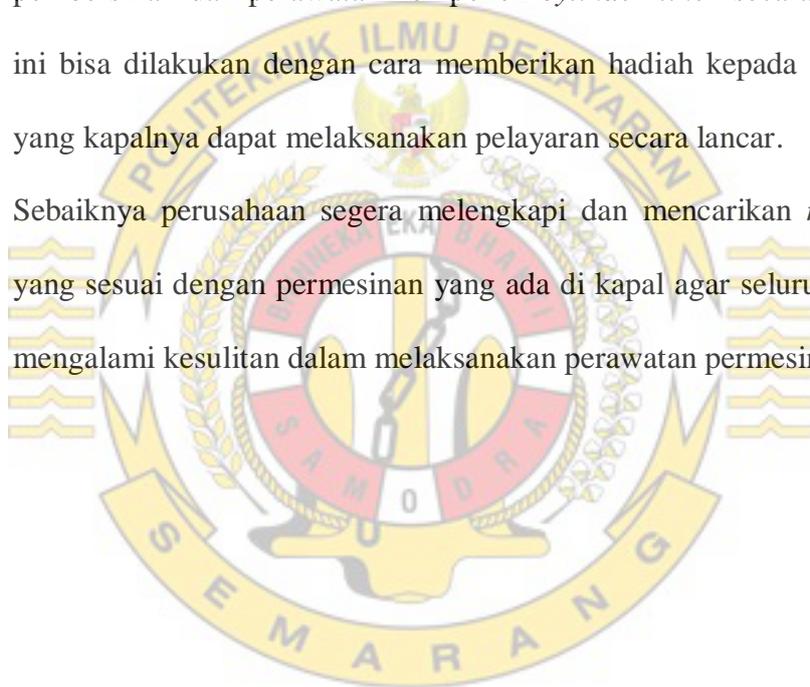
Adapun kesimpulan yang diambil peneliti dari hasil analisa dan pembahasan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan analisa dan keterangan dari masinis, ada beberapa faktor yang menjadi penyebab keretakan *cylinder liner* pada motor diesel 4 tak yaitu, *cetane number* bahan bakar, *knocking* pada saat pembakaran, *oversize cylinder liner* yang berlebihan, menurunnya kekentalan minyak lumas, kurangnya tekanan minyak lumas, kurangnya jumlah minyak lumas, kurangnya level air pendingin, terjadinya kebocoran pada sistem pendinginan. Tetapi yang menjadi faktor utama penyebab keretakan *cylinder liner* di kapal taruna melaksanakan praktek laut adalah kurangnya tekanan minyak lumas.
2. Dampak yang disebabkan apabila terjadinya keretakan *cylinder liner* pada motor diesel 4 tak adalah pembakaran mesin tidak sempurna, merusak *viscosity* minyak lumas dan menyebabkan korosi pada permukaan yang bersinggungan.

B. Saran

Sebagai masukan dalam kajian ini, maka peneliti akan memberikan saran-saran untuk berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam menunjang kelancaran operasional pelayaran kapal. Adapun saran-saran yang dimaksud antara lain adalah :

1. Meningkatkan kesadaran para *crew* akan pentingnya melaksanakan pembersihan dan perawatan komponen *cylinder liner* secara berkala, hal ini bisa dilakukan dengan cara memberikan hadiah kepada seluruh *crew* yang kapalnya dapat melaksanakan pelayaran secara lancar.
2. Sebaiknya perusahaan segera melengkapi dan mencarikan *manual book* yang sesuai dengan permesinan yang ada di kapal agar seluruh *crew* tidak mengalami kesulitan dalam melaksanakan perawatan permesinan.



DAFTAR PUSTAKA

- Berman, Ega Taqwali, 2013, *Teknik Pendingin*, Konsorsium Sertifikasi Guru, Jakarta.
- Endrodi, 2005, *Motor Diesel Penggerak Utama*, PIP Semarang, Semarang.
- Fattoni, A, 2005, *Metodelogi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, Rineka Cipta, Yogyakarta.
- Karyanto,E, 1995, *Teknik Perbaikan, Penyetelan, Pemeliharaan, Troubleshooting Motor Diesel*, Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta.
- Maanen Van P, 1983, *Motor Diesel Kapal jilid 1*, PT. Triasko Madra, Jakarta.
- Moleong, Lexy J, 2009, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Patton, 2009, *Metode Evaluasi Kualitatif*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Sugiyono, 2009, *Metode Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Sumanto, 2008, *Dasar-Dasar Mesin Pendingin*, PT. Andi, Yogyakarta.
- Tim Penyusun Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, 2018, *Buku Pedoman Panduan Skripsi*, Semarang.

[\(https://yannawari.wordpress.com/2013/05/16/metode-usg-urgency-seriousness-growth-usg-adalah-salah/comment-page-1/\)](https://yannawari.wordpress.com/2013/05/16/metode-usg-urgency-seriousness-growth-usg-adalah-salah/comment-page-1/)

TRANSKRIP WAWANCARA

A. Daftar responden

1. Responden 1 : *Chief Engineer*
2. Responden 2 : *Second Engineer*

B. Hasil wawancara

Wawancara kepada *crew* kapal MV. Tanto Setia, penulis lakukan pada saat melaksanakan praktek laut pada tanggal 21 Oktober 2016 sampai dengan tanggal 22 Oktober 2017. Berikut adalah daftar wawancara beserta respondennya:

1. Responden 1

Nama : Ahmad Yani (B)

Jabatan : Chief Engineer

Nama : Kurnia Sandy (A)

Jabatan : Cadet

Tanggal wawancara : 24 Januari 2017

A : “Selamat siang bas, mohon ijin bagaimana menurut Bas mengenai sistem kerja dari motor diesel 4 tak di MV. Tanto Setia ?”

B : “Selamat siang det, sistem kerja dari motor diesel 4 tak merupakan jenis mesin *thermal* menggunakan proses pembakaran internal (*internal combustion engine*) untuk mengubah energi yang tersimpan dalam ikatan kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang berdaya guna. Yang pertama yaitu bahan bakar akan bereaksi secara kimia atau pembakaran dan melepaskan

energi dalam bentuk panas. Kemudian panas menyebabkan gas yang terperangkap dalam silinder memuai dan pemuaiannya gas dibatasi oleh silinder menyebabkan piston bergerak memperluas ruang silinder. Gerakan bolak-balik piston ini kemudian diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol (*crank shaft*). Untuk mengkonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik berdaya guna semua pembakaran internal mesin harus melalui empat kegiatan yaitu isap, kompresi, usaha dan buang.”

A : “Bagaimana peristiwa tersebut dihitung cara membedakan berbagai jenis mesin?”

B : “Semua mesin diesel termasuk dalam salah satu dari dua kategori, mesin siklus dua langkah atau 2 tak dan mesin siklus empat langkah atau 4 tak. Siklus mengacu pada setiap operasi atau rangkaian kejadian yang berulang. Dalam kasus mesin 4 tak, mesin memerlukan empat langkah piston (isap, kompresi, usaha dan buang) untuk menyelesaikan satu siklus penuh. Oleh karena itu, diperlukan dua putaran dari poros engkol atau 720° dari rotasi poros engkol ($360^\circ \times 2$) untuk menyelesaikan satu siklus.”

2. Responden 2

Nama : Sekman Sipayung (B)

Jabatan : *Second Engineer*

Nama : Kurnia Sandy (A)

Jabatan : Cadet

Tanggal wawancara : 25 Januari 2017

A : “Selamat siang Bas. Mohon ijin bertanya kemarin saat motor diesel 4 tak bermasalah terjadi keretakan pada *cylinder liner*, itu kenapa bas?”

B : “Kemarin saat motor diesel 4 tak bermasalah itu karena terjadi keretakan pada *cylinder liner*. Hal itu disebabkan karena bagian mesin yang terlalu tua, kurangnya perawatan dan pelumasan, pembakaran dan pendinginan yang tidak sempurna. Selain itu karena *cylinder liner* yang sudah aus dan tidak segera dilakukan perawatan maka bisa menyebabkan turunnya kinerja motor diesel 4 tak. Pembakaran yang tidak sempurna juga menyebabkan retaknya *cylinder liner* karena mesin diesel lazimnya akan mencapai pembakaran efisien saat menggunakan bahan bakar dengan angka *cetane* sekitar 55. Pendinginan yang tidak sempurna karena kurangnya level air pendingin, terjadinya kebocoran sistem pendinginan dan rusaknya *bypass valve* atau *thermostat valve*. Selain itu sistem pelumasan juga berpengaruh terhadap keretakan *cylinder liner* karena kurangnya jumlah oli pada sistem, filter oli tersumbat oleh kotoran-kotoran dan menurunnya kekentalan minyak lumas. Keretakan *cylinder liner* juga berpengaruh terhadap mesin yaitu, air pendingin masuk ke dalam ruang bakar sehingga akan berpengaruh terhadap keretakan *cylinder liner* maupun bisa memecakan *piston* karena tekanan

yang dihasilkan gerakan piston dari TMA ke TMB karena sifat udara yang tidak bisa dimampatkan. Mesin tidak dapat menyala. Jika memungkinkan mesin masih bisa berjalan, retaknya *cylinder liner* menyebabkan bocornya kompresi pada ruang bakar sehingga kompresinya turun dan mengurangi tenaga dari mesin itu sendiri. Terjadinya keausan pada piston yang parah karena luka dari liner.”

A : “Terima kasih Bas, semoga kedepannya semakin sukses dan semoga informasi yang telah diberikan bisa menambah wawasan dan berguna bagi penelitian saya. Selamat siang.”

B : “Terimakasih kembali det, semoga sukses, jangan malu bertanya jika masih ragu di kemudian hari. Semoga dalam penyusunan tugas akhir diberikan kemudahan dan semoga sukses untuk kita semua dan kita bertemu kembali. Selamat siang.”

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Kurnia Sandy
Tempat/tgl lahir : Temanggung, 15 Februari 1996
NIT : 51145320 T
Alamat Asal : Desa Jombor Rt/Rw 03/01 Jumo, Temanggung, Jawa Tengah

Agama : Islam
Pekerjaan : Taruna PIP Semarang
Status : Belum Kawin
Hobi : Futsal.

Orang Tua

Nama Ayah : Bambang Subiyono
Pekerjaan : POLRI
Nama Ibu : Budi Setyaningsih
Pekerjaan : PNS

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 1 Ngadirejo Lulus Tahun 2008
2. SMP Negeri 1 Parakan Lulus Tahun 2011
3. SMA Negeri 1 Parakan Lulus Tahun 2014
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang 2014 – Sekarang

Pengalaman Prala (Praktek Laut)

Kapal : MV. Tanto Setia
Perusahaan : PT. Tanto Intim Line