

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER LINER*
DIESEL GENERATOR KAPAL KM. SURYA PERSADA**



RIKO GALUH YUDA PRATAMA

NIT : 09.21.016.1.10

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER LINER*
DIESEL GENERATOR KAPAL KM. SURYA PERSADA**



RIKO GALUH YUDA PRATAMA

NIT : 09.21.016.1.10

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIKO GALUH YUDA PRATAMA

Nomor Induk Taruna : 09.21.016.1.10

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER LINER DIESEL GENERATOR* KAPAL KM. SURYA PERSADA

Dengan ini saya menegaskan bahwa isi dalam karya ilmiah terapan ini sepenuhnya merupakan hasil pemikiran saya sendiri. Saya tidak melakukan tindakan plagiarisme atau pengutipan yang bertentangan dengan etika akademik, Baik secara parsial maupun keseluruhan, setiap pendapat atau temuan pihak lain yang digunakan dalam karya ini telah dicantumkan sesuai dengan kaidah serta kode etik ilmiah yang berlaku.. Saya juga bersedia menerima segala risiko atau sanksi apabila di kemudian hari terbukti terdapat pelanggaran etika akademik atau adanya klaim dari pihak lain terkait keaslian karya ini

Surabaya, 06 Maret 2026



RIKO GALUH YUDA PRATAMA
NIT 09.21.016.1.10

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER*
LINER DIESEL GENERATOR KAPAL KM.SURYA

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesianan Kapal

Nama : Riko Galuh Yudha Pratama

NIT : 09.21.016.1.10

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / ~~Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

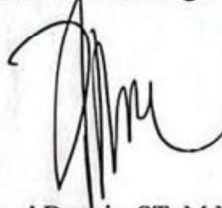
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197501271998081001

Dosen Pembimbing II



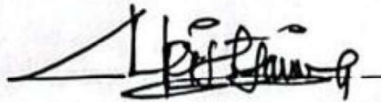
Dr. Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.Ak

Pembina (IV/a)

NIP. 198609022009122001

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesianan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.

Pembina (IV/a)

NIP. 196905312003121001

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN CYLINDER
LINER DIESEL GENERATOR KAPAL KM.SURYA

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : Riko Galuh Yudha Pratama

NIT : 09.21.016.1.10

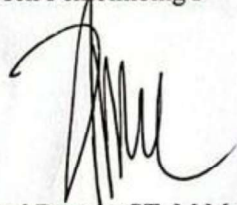
Jenis Tugas Akhir : Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan*
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 2026

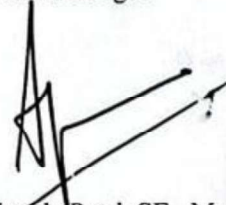
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197501271998081001

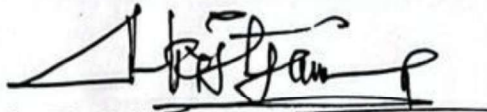
Dosen Pembimbing II



Dr. Indah Ayu Jobanda Putri, SE., M.Ak
Pembina (IV/a)
NIP. 198609022009122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 196905312003121001

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS PROPOSAL
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN CYLINDER LINER DIESEL
GENERATOR KAPAL KM. SURYA PERSADA

Disusun oleh:

RIKO GALUH YUDA PRATAMA

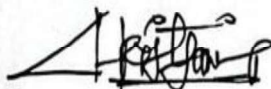
NIT 09.21.015.1.10

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

Dosen Penguji II



Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197501271998081001

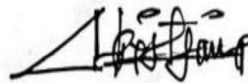
Dosen Penguji III



Dr. Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.AI
Pembina (IV/a)
NIP. 198609022009122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN CYLINDER LINER DIESEL
GENERATOR KAPAL KM. SURYA PERSADA

Disusun oleh:

RIKO GALUH YUDA PRATAMA
NIT 09.21.015.1.10

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

Dosen Penguji II



Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197501271998081001

Dosen Penguji III



Dr. Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.AI
Pembina (IV/a)
NIP. 198609022009122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

ABSTRAK

RIKO GALUH YUDA PRATAMA, 2025. Analisis Terjadinya Keretakan *Cylinder Liner Diesel Generator* Kapal Km. Surya Persada Dibimbing Bapak Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E dan Ibu Dr Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.Ak

Penulisan ini membahas keretakan cylinder liner pada Diesel Generator di kapal KM. SURYA PERSADA. Penulisan bertujuan untuk menganalisis penyebab keretakan cylinder liner serta menjelaskan mekanisme keretakan akibat perbedaan temperatur yang dipicu oleh pendinginan yang tidak sempurna. Penulisan dilaksanakan di atas kapal KM. SURYA PERSADA pada periode 30 Maret 2024 sampai 10 Juli 2025 dengan pendekatan studi kasus deskriptif melalui observasi, wawancara perwira mesin, dan studi dokumentasi. Hasil observasi menunjukkan bahwa kerusakan Diesel Generator terjadi pada 17 Agustus 2024 saat kapal berlayar dari Gresik menuju Kalimantan. Keretakan dipicu oleh sistem pendingin yang tidak bekerja optimal sehingga aliran air pendingin pada jacket cooling tidak merata, menimbulkan perbedaan temperatur besar pada dinding liner dan memicu tegangan termal berulang (*thermal stress*) hingga terbentuk retakan mikro (*hairline crack*) yang berkembang menjadi kebocoran. Dampak kebocoran ditandai dengan penurunan performa mesin, suhu gas buang tidak normal, serta ditemukannya oli bercampur air (*milky oil*). Kondisi retak dikonfirmasi melalui pemeriksaan *dye penetrant test* yang menunjukkan adanya retakan pada dinding liner. Wawancara memperkuat bahwa faktor dominan penyebab keretakan adalah kurangnya minyak lumas dan kurangnya pendingin/ pendinginan tidak optimal. Upaya pencegahan diarahkan pada pelaksanaan pembersihan dan perawatan sesuai *Plan Maintenance System (PMS)*, pengawasan kondisi minyak lumas dan sistem pendingin, serta perawatan rutin dan pemasangan liner sesuai prosedur untuk mencegah terulangnya keretakan cylinder liner.

Kata Kunci :*Diesel Generator, Cylinder Liner, Sistem Pendingin (Jacket Cooling), Sistem Pelumasan, Fishbone.*

ABSTRACT

RIKO GALUH YUDA PRATAMA, 2025. Analysis of the Occurrence of Cylinder Liner Cracks in the Diesel Generator of the KM. Surya Persada Ship, Supervised by Mr. Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E and Mrs. Dr. Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.Ak

This paper discusses cylinder liner cracks in the Diesel Generator of the KM. SURYA PERSADA ship. The paper aims to analyze the causes of cylinder liner cracks and explain the crack mechanism due to temperature differences triggered by incomplete cooling. The paper was conducted on board the KM. SURYA PERSADA ship from March 30, 2024, to July 10, 2025, using a descriptive case study approach through observation, interviews with engineering officers, and documentation studies. The observation results indicate that the Diesel Generator failure occurred on August 17, 2024, while the ship was sailing from Gresik to Kalimantan. The cracks were triggered by a cooling system that was not functioning optimally, resulting in uneven coolant flow in the cooling jacket, creating large temperature differences on the liner wall and triggering repeated thermal stress, leading to the formation of micro-cracks (hairline cracks) that developed into leaks. The impact of the leaks was characterized by decreased engine performance, abnormal exhaust gas temperatures, and the presence of oil mixed with water (milky oil). The cracking condition was confirmed through a dye penetrant test, which showed cracks in the liner wall. Interviews confirmed that the dominant factors causing the cracks were insufficient lubricating oil and insufficient/inadequate cooling. Preventive measures are directed at implementing cleaning and maintenance according to the Plan Maintenance System (PMS), monitoring the condition of the lubricating oil and cooling system, as well as routine maintenance and installation of the liner according to procedures to prevent recurrence of cylinder liner cracks.

Keywords: *Diesel Generator, Cylinder Liner, Cooling System (Jacket Cooling), Lubrication System, Fishbone.*

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada TUHAN Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah dan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini. Proposal penulisan ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya, dengan judul penulisan :

“ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER LINER DIESEL* *GENERATOR* KAPAL KM. SURYA PERSADA ”

Peneliti menyadari bahwa penulisan karya ilmiah terapan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu, pikiran, kemampuan serta pengalaman penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan dan berterimakasih apabila ada masukan dari pembimbing, penguji, maupun pembaca lainnya.

Penulisan karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari berbagai pihak, olehnya itu peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mendukung saya dalam penulisan proposal ini;
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal;
3. Bapak Muhammad Darwis, ST, M.Mar.E selaku pembimbing I, yang telah membantu serta membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
4. Ibu Dr Indah Ayu Johanda Putri, SE., M.Ak selaku pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
5. Bapak, Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis khususnya Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan proposal ini;
6. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis;
7. Teman-teman yang memberikan semangat dan membantu dalam menyelesaikan proposal ini;

Akhir kata peneliti berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi peneliti khususnya dan untuk pihak operasional kapal. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penulisan yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk karya ilmiah terapan.

Surabaya,

2026

RIKO GALUH YUDA PRATAMA
NIT 09.21.016.1.10

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS PROPOSAL.....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS PROPOSAL.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Manfaat Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKAN	7
A. <i>Review</i> Penulisan Sebelumnya	7
B. Landasan Teori	8
C. Kerangka Berpikir	16

BAB III METODE PENULISAN.....	17
A. Jenis Penulisan	17
B. Lokasi dan Waktu Penulisan.....	17
C. Sumber Data.....	18
D. Teknik Pengumpulan Data.....	19
E. Teknik Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
A. Gambaran Umum Subjek Penulisan	23
B. Hasil Penulisan	24
C. Pembahasan.....	32
BAB V PENUTUP.....	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penulisan Sebelumnya	7
---	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Diesel Generator.....	11
<i>Gambar 2. 2: Cylinder Liner</i>	12
Gambar 2. 3: Sistem Pelumasan.....	13
Gambar 2. 4: Sistem Pendingin Cylinder Liner	14
Gambar 2. 5: Kerangka Berpikir Penulis	16
Gambar 3. 1: Metode Fishbone	21
Gambar 4. 1: KM. Surya Persada.....	23
Gambar 4. 2 Pengamatan Yang dilakukan Penulis	24
Gambar 4. 3 Fishbone.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Transkrip Wawancara	49
---------------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi laut adalah sistem pengangkutan yang menggunakan jalur perairan seperti laut, samudra, selat, dan pelabuhan untuk memindahkan manusia, barang, atau hewan dari satu tempat ke tempat lain. Kapal sebagai alat transportasi utama, mulai dari kapal kargo, kapal penumpang, kapal tanker, hingga kapal *ferry*.

Transportasi laut di Indonesia sangat vital sebagai tulang punggung logistik, perdagangan domestik (antar pulau), dan internasional (ekspor-impor), menghubungkan ribuan pulau untuk pemerataan ekonomi, terutama lewat program strategis bertujuan menekan biaya logistik dan disparitas harga, didukung infrastruktur pelabuhan dan armada kapal.

Banyak perusahaan pelayaran yang berlomba-lomba sebagai penyedia jasa angkutan barang untuk menjadi yang terbaik, upaya yang dapat dilakukan dengan menjaga keamanan dan ketepatan dalam pelayaran. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran, yang menekankan pentingnya pemenuhan standar keselamatan kapal, setiap kapal wajib melengkapi peralatan dan perlengkapan keselamatan, pencegahan pencemaran, serta sistem pendukung yang berfungsi dengan baik, mencakup aspek pemeliharaan mesin dan kelayaan mesim.

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi laut yang memiliki peran vital dalam mendukung mobilitas manusia dan distribusi barang dari satu

pelabuhan ke pelabuhan lainnya. Perkembangan teknologi perkapalan telah mendorong terciptanya kapal-kapal dengan ukuran dan kapasitas yang semakin besar untuk memenuhi kebutuhan perdagangan global. Dalam pengoperasiannya, kapal harus memiliki sistem penggerak dan sumber daya listrik yang handal agar dapat berlayar dengan aman, efisien, dan sesuai jadwal.

Salah satu sumber tenaga yang digunakan pada kapal adalah mesin *diesel*, baik sebagai penggerak utama (*main engine*) maupun sebagai penggerak generator (*diesel generator*) yang berfungsi menghasilkan energi listrik. Listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengoperasikan berbagai peralatan vital di kapal, seperti sistem navigasi, komunikasi, penerangan, pompa-pompa, sistem pendinginan, hingga peralatan keselamatan. Keandalan *diesel generator* menjadi faktor penting yang mempengaruhi kelancaran operasional kapal, sebab gangguan pada suplai listrik dapat menyebabkan terhentinya sebagian besar sistem di atas kapal.

Diesel generator terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain blok silinder, *piston*, *connecting rod*, *cylinder head*, crankshaft, dan *cylinder liner*. Dari komponen tersebut, *cylinder liner* memiliki fungsi yang sangat penting karena menjadi tempat berlangsungnya langkah kerja *piston*, mulai dari hisap, *kompresi*, usaha, hingga buang. *Cylinder liner* harus mampu menahan tekanan tinggi, temperatur yang berubah-ubah, serta gesekan yang terjadi selama proses pembakaran berlangsung.

Namun, dalam operasional yang terus menerus, *cylinder liner* dapat mengalami kerusakan akibat beban mekanis dan termal yang berulang-ulang.

Salah satu jenis kerusakan yang sering ditemukan adalah keretakan pada *cylinder liner*. Keretakan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain tegangan termal (*thermal stress*), kavitasi, kelelahan material (*fatigue*), kesalahan pemasangan, hingga korosi akibat pendingin yang tidak sesuai. Retakan yang dibiarkan dapat berkembang menjadi kebocoran air pendingin ke dalam ruang bakar, menurunkan tekanan *kompresi*, serta menyebabkan kerusakan komponen lain seperti *piston* dan *connecting rod*.

Kerusakan *cylinder liner* yang tidak segera ditangani dapat menimbulkan downtime mesin yang cukup lama dan berpotensi mengganggu jadwal pelayaran. Selain itu, biaya perbaikan yang ditimbulkan cukup besar karena memerlukan penggantian komponen dan tenaga kerja terampil. Oleh sebab itu, diperlukan analisis mendalam mengenai penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner* pada mesin *diesel generator* agar dapat dilakukan perawatan dan pencegahan yang tepat.

Analisis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme kerusakan, faktor-faktor penyebab, serta rekomendasi perbaikan yang efektif. Dengan demikian, keandalan mesin *diesel generator* dapat terjaga, operasional kapal tetap lancar, dan risiko kerugian akibat *downtime* dapat diminimalkan.

Pada tanggal 17 Agustus 2024, saat kapal KM. SURYA PERSADA sedang berlayar dari Gresik ke Kalimantan terjadi kerusakan pada *diesel generator* No. 2. Terjadi karena perbedaan temperatur yang besar antara bagian dalam dan luar *liner* sehingga mengakibatkan keretakan pada *cylinder liner*

Pada awalnya, *diesel generator* dioperasikan pada beban normal dalam jangka waktu yang lama. Namun, sistem pendingin mesin tidak berfungsi dengan optimal sehingga aliran air pendingin yang melewati *jacket cooling* menjadi tidak merata. Akibatnya, terjadi perbedaan temperatur yang cukup signifikan antara sisi dalam *liner* yang terpapar panas hasil pembakaran dan sisi luar *liner* yang seharusnya mendapatkan pendinginan.

Perbedaan temperatur ini menimbulkan tegangan termal (*thermal stress*) yang berulang-ulang setiap siklus kerja mesin. Dalam jangka waktu tertentu, tegangan termal tersebut menyebabkan retakan mikro (*hairline crack*) pada bagian dinding *liner*. Seiring berjalannya waktu, retakan ini berkembang semakin besar hingga menimbulkan kebocoran air pendingin ke dalam ruang silinder.

Kebocoran tersebut mengakibatkan penurunan tekanan *kompresi* dan bercampurnya air pendingin dengan oli pelumas, sehingga pelumasan menjadi tidak efektif. Operator mesin mendeteksi adanya penurunan performa mesin, suhu gas buang yang tidak normal, serta ditemukan oli bercampur air (*milky oil*) pada sistem pelumasan.

Sebagai tindak lanjut, dilakukan penghentian operasi mesin dan pemeriksaan awal (*troubleshooting*). Hasil inspeksi menggunakan dye penetrant test menunjukkan adanya retakan pada dinding *liner*. Untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, dilakukan *overhaul* mesin, yang meliputi pelepasan *cylinder head*, pengeluaran *piston*, serta penggantian *cylinder liner* yang rusak. Setelah *liner* baru dipasang sesuai prosedur pabrikan dan sistem pendingin diperbaiki agar distribusi air merata, mesin dirakit kembali dan diuji

hingga beroperasi normal. Berdasarkan pengalaman penulis diatas kapal KM. SURYA PERSADA, maka dari itu penulis mengambil judul penulisan **“ANALISIS TERJADINYA KERETAKAN *CYLINDER LINER DIESEL GENERATOR* KAPAL KM SURYA PERSADA”**

B. Rumusan Masalah

Kinerja mesin dapat dipengaruhi oleh pengawasan *cylinder liner* yang tidak tepat dan perawatan yang tidak teratur. *Cylinder liner* sering menyebabkan gangguan pada mesin, yang mengakibatkan mesin menjadi *overheat*. Oleh karena itu, penulis merumuskan masalah-masalah sebagai berikut :

1. Apa saja penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder liner diesel generator* KM SURYA PERSADA?
2. Bagaimana mekanisme terjadinya keretakan akibat dari perbedaan temperatur yang disebabkan pendinginan yang tidak sempurna di KM. SURYA PERSADA?

C. Batasan Masalah

Karya terapan ilmiah ini berfokus pada terjadinya keretakan *cylinder liner* pada *diesel generator* di kapal karena jangkauan masalahnya yang cukup luas. Penulis membatasi pembahasan pada elemen-elemen yang berkontribusi terhadap kerusakan dan tindakan yang dapat diambil untuk menjaganya tetap beroperasi dengan baik selama proses pelayaran.

D. Tujuan Penulisan

1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder liner* disel *generator* KM. SURYA PERSADA.
2. Untuk mengetahui bagaimana terjadinya keretakan pada *cylinder liner* akibat perbedaan temperatur yang disebabkan pendingin yang tidak sempurna di KM. SURYA PERSADA.

D. Manfaat Penulisan

1. Bagi Penulis

Menambah wawasan dan pengalaman mengenai mekanisme kerusakan pada *cylinder liner diesel generator*.

2. Bagi Operator Kapal/*Crew* Mesin

Memberikan refensi dalam mendeteksi gejala awal keretakan *cylinder liner* sehingga kerusakan dapat diatasi lebih cepat.

3. Bagi Perusahaan Pelayaran

Mengurangi *down time* mesin yang dapat menggunakan jadwal pelayaran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKAN

A. Review Penulisan Sebelumnya

Dalam mendukung dan memperkuat penulisan ini, beberapa penulisan sebelumnya yang relevan dengan topik analisis terjadinya keretakan pada *cylinder liner diesel generator*. Berikut adalah beberapa penulisan yang menjadi rujukan:

Tabel 2.1 Review Penulisan Sebelumnya

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan Penulisan
1	Wirmartas ,(2019)	Analisis Terjadinya Keretakan <i>Cylinder Liner</i> Pada <i>Diesel Generator</i> Di Kapal	Dalam penulisan ini penulis membahas tentang keretakan <i>cylinder liner</i> di karenakan kurangnya minyak lumas pada dinding <i>cylinder</i> , Pendingin <i>cylinder liner</i> tidak bekerja dengan baik.	Penulisan ini lebih menekankan pada keretakan (bukan keausan) akibat kurangnya minyak lumas dan pendingin tidak berfungsi optimal, Penulisan ini lebih spesifik membahas pendingin <i>cylinder liner</i> yang tidak bekerja baik dan hubungannya dengan keretakan <i>liner</i> , Penulisan ini fokus pada kasus nyata di kapal KM. SURYA PERSADA dengan temuan keretakan aktual pada <i>cylinder liner</i>
2	Menurut Tjahyono (2005)	Analisis Terjadinya Keretakan <i>Cylinder Liner</i> Pada <i>Diesel Generator</i> Di Kapal	Penulis menjelaskan dampak yang terjadi dengan mengecek karat pada bagian <i>Jacket</i> air dan ruang air dan bagian dari silinder <i>liner</i> pada bagian yang dipasang, Bagaimanapun silinder blok harus dipindahkan, pemasangan	Penulisan ini membahas keretakan, bukan sekadar keausan. Penulis mengecek adanya karat pada <i>jacket</i> air dan ruang air, serta memeriksa bagian silinder <i>liner</i> yang dipasang. Tindakan perbaikan dilakukan dengan pemindahan silinder blok dan pemasangan ulang sesuai tanda, Penulisan ini lebih spesifik pada pendingin <i>cylinder liner</i> yang gagal berfungsi sehingga menyebabkan keretakan. Penulis juga menguraikan prosedur pemeriksaan dan perbaikan secara detail, Penulisan ini meneliti kasus nyata di kapal KM. SURYA PERSADA, fokus pada kurangnya

			ulang dengan yang ditandai.	sesuai tanda telah	pelumasan yang menyebabkan keretakan dan langkah perbaikannya.
--	--	--	-----------------------------	--------------------	--

B. Landasan Teori

1. Analisis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) analisis adalah proses menggali suatu peristiwa (makalah, suatu tindakan, dan lain-lain) untuk mengetahui keadaan sebenarnya (masalah, sebab-sebab, dan lain-lain) (Vanya, 2023).

Proses analisis melibatkan beberapa tugas, seperti memecah sesuatu menjadi bagian-bagian, mengatur berdasarkan standar tertentu, lalu mencari hubungan dan makna yang lebih dalam mengenai hal tersebut. Analisis juga bisa dilakukan dengan memperhatikan atau memfokuskan diri pada suatu objek, seperti: benda, fakta, atau fenomena, hingga objek tersebut dapat dibagi menjadi bagian-bagian komponennya dan dipahami bagaimana bagian-bagian itu saling terkait dalam keseluruhan. Selain itu, kemampuan untuk memecah atau membongkar data atau informasi menjadi bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dipahami atau bisa juga dianggap sebagai bagian dari analisis (Sugiyono, 2013).

Menurut Hairul Anam (2017) mengartikan analisis sebagai pembongkaran suatu produk menjadi bagian-bagian penyusunnya dan mengkaji masing-masing bagian secara mandiri dan berkaitan dengan unsur-unsur lainnya agar dapat dihami dan menangkap makna keseluruhan secara tepat.

Sementara itu, pengertian analisis berikut ini terdapat dalam Kamus Indonesia Kontemporer Salim (2012):

- a. Analisis adalah proses melihat suatu keadaan (suatu perbuatan, karangan, dan lain-lain) untuk menentukan fakta yang sebenarnya (sebab, asal usul, sebab sebenarnya, dan lain-lain).
- b. Analisis adalah proses membedah persoalan pokok ke dalam bagian-bagian komponennya dan mengkaji masing-masing bagian serta keterkaitannya untuk menentukan pemahaman yang benar terhadap persoalan secara keseluruhan.
- c. Analisis, setelah diteliti secara mendalam, yaitu penjelasan (eksposisi) sesuatu dan lain sebagainya.
- d. Analisis adalah suatu metode pemecahan masalah yang dimulai dengan hipotesis, eksperimen, dan lain-lain, dan berlanjut hingga kebenarannya ditentukan melalui beberapa cara lain (eksperimen, observasi, dll).
- e. Analisis adalah proses memecah suatu permasalahan (berdasarkan alasan) menjadi bagian-bagian komponennya dengan menggunakan pendekatan yang dapat diandalkan untuk mengidentifikasi gagasan-gagasan mendasar.

Dari berbagai definisi yang disampaikan, kesimpulan yang dapat penulis ambil, analisis adalah proses pemeriksaan komponen-komponen suatu entitas untuk mengungkap fakta atau solusi yang tepat.

2. Keretakan

Keretakan pada mesin umumnya dijelaskan melalui beberapa teori dasar dalam ilmu mekanika patahan (*fracture mechanics*). Salah satu teori

paling awal adalah teori retak lelah (*fatigue crack theory*) yang dikembangkan oleh August Wöhler pada abad ke-19. Wöhler menjelaskan bahwa komponen mesin dapat mengalami keretakan akibat beban berulang meskipun tegangan yang diterima tidak melebihi batas luluh material. Melalui percobaannya, ia memperkenalkan kurva S-N (*Stress-Number of Cycles*) yang menjelaskan hubungan antara besar tegangan dengan jumlah siklus hingga terjadinya kegagalan. Teori ini menjadi dasar pemahaman bahwa kerusakan pada mesin tidak hanya disebabkan oleh beban besar, tetapi juga oleh akumulasi kerusakan mikro secara bertahap.

Seiring perkembangan ilmu, George R. Irwin memperluas pemahaman ini melalui *Linear Elastic Fracture Mechanics* (LEFM). Irwin menjelaskan bahwa perilaku retakan dapat dianalisis menggunakan faktor intensitas tegangan (*Stress Intensity Factor*, K), yang menentukan apakah suatu retak akan berhenti atau terus menjalar. Jika nilai K mencapai atau melebihi *toughness* material (K_{IC}), maka retak akan berkembang dengan cepat dan menyebabkan kegagalan pada mesin. Selain itu, Paul C. Paris melengkapi teori Irwin dengan hukum Paris Law yang menjelaskan laju pertumbuhan retak akibat proses *fatigue*. Dengan kombinasi teori Wöhler, Irwin, dan Paris, para insinyur dapat memprediksi, menganalisis, dan mencegah keretakan pada komponen mesin secara lebih akurat.

3. *Diesel Generator*

Diesel generator adalah salah satu peralatan utama di kapal yang berfungsi menghasilkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan kapal, baik saat berlayar maupun bersandar. *Diesel generator* adalah salah satu

Sistem ini terdiri darimesin *diesel generator* sangat bergantung pada kondisi komponen komponen internalnya, termasuk *cylinder liner*



Gambar 2. 1: Diesel Generator
Sumber <https://wuxitianke.en.made-in-china.com/>

Diesel generator di atas kapal berfungsi sebagai penghasil energi listrik yang digunakan untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik di kapal, seperti penerangan, sistem navigasi, sistem komunikasi, peralatan akomodasi awak kapal, serta menggerakkan peralatan bantu seperti pompa, kompresor udara, dan sistem pendingin. Selain itu, *diesel generator* juga berperan sebagai sumber daya listrik darurat apabila terjadi kegagalan pada mesin induk, sehingga peralatan penting seperti kemudi, pompa kebakaran, dan lampu darurat tetap beroperasi. *Diesel generator* juga digunakan untuk mendukung kegiatan bongkar muat di pelabuhan ketika mesin induk dimatikan, sehingga seluruh peralatan bongkar muat tetap mendapatkan pasokan energi listrik.

4. *Cylinder Liner*

Cylinder liner adalah komponen berbentuk silinder yang di pasang di dalam blok silinder, berfungsi sebagai tempat gerak *piston* naik turun selama proses pembakaran



Gambar 2. 2: *Cylinder Liner*

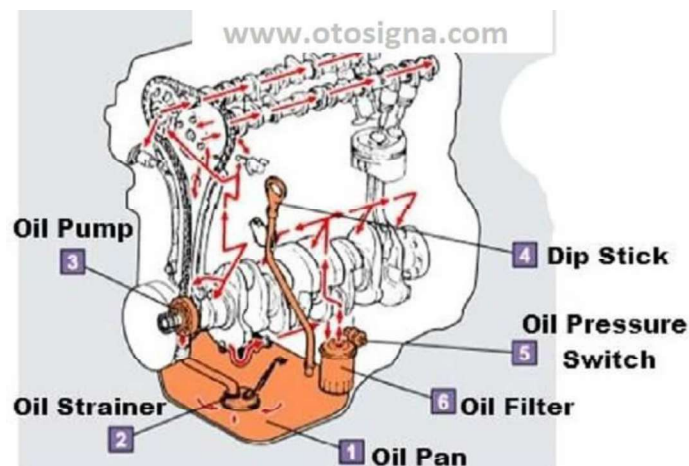
Sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/mild-steel-cylinder-liner>

Cylinder liner di atas kapal adalah komponen berbentuk silinder yang dipasang di dalam blok silinder mesin *diesel*, berfungsi sebagai tempat Bergeraknya *piston* naik dan turun selama proses langkah hisap, *kompresi*, pembakaran, dan langkah buang. *Cylinder liner* berperan penting sebagai permukaan gesek bagi *piston*, menahan tekanan dan temperatur tinggi hasil pembakaran, serta membantu menghantarkan panas dari ruang bakar menuju sistem pendingin agar suhu mesin tetap stabil. Keberadaan *cylinder liner* sangat penting karena melindungi blok silinder dari keausan langsung, sehingga jika terjadi kerusakan pada permukaannya, cukup mengganti *cylinder liner* tanpa perlu mengganti seluruh blok silinder.

5. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan pada mesin *diesel* berfungsi mengurangi gesekan

antara *piston* dan *cylinder liner*, sekaligus mencegah keausan. Kekurangan minyak lumas akan meningkatkan gesekan, suhu, dan berpotensi menyebabkan kerusakan seperti *scoring*, *seizure*, bahkan keretakan pada *liner*.



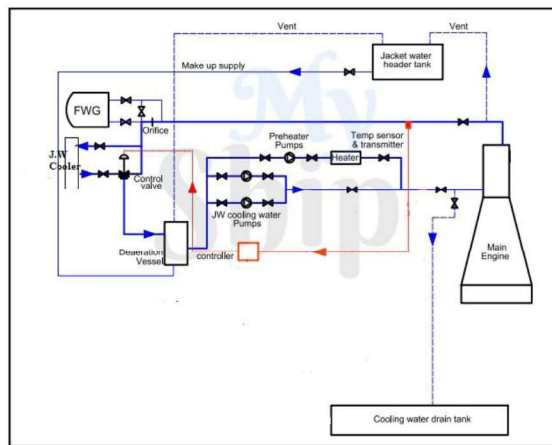
Gambar 2. 3: Sistem Pelumasan

Sumber: <https://sl.bing.net/blmwjewOouq>

Sistem pelumasan pada *diesel generator* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyalurkan minyak pelumas ke seluruh bagian mesin yang bergerak, seperti *piston*, *cylinder liner*, poros engkol, dan bantalan, agar gesekan antar komponen berkurang dan umur pakai mesin menjadi lebih panjang. Minyak pelumas disirkulasikan menggunakan pompa pelumas dari bak penampung (*sump*), kemudian dialirkan melalui *filter* untuk menyaring kotoran sebelum didistribusikan ke seluruh komponen mesin. Selain mengurangi gesekan, sistem pelumasan juga berfungsi sebagai pendingin tambahan untuk menyerap panas yang timbul akibat gesekan, membersihkan permukaan logam dari kotoran dan sisa pembakaran, mencegah karat atau korosi, serta membantu meredam kebisingan dan getaran pada mesin.

6. Sistem Pendingin *Cylinder Liner*

Pendingin pada *cylinder liner* menggunakan air tawar atau air laut (melalui *jacket cooling water*). Pendingin ini menjaga suhu operasi mesin tetap optimal. Jika sistem pendingin tidak bekerja dengan baik, suhu akan meningkat menyebabkan ekspansi termal berlebih, tegangan termal (*thermal stress*), dan risiko keretakan meningkat.



Gambar 2. 4: Sistem Pendingin Cylinder Liner

Sumber : <https://www.marinesite.info/2021/06/jacket-water-cooling-system-of-main.html>

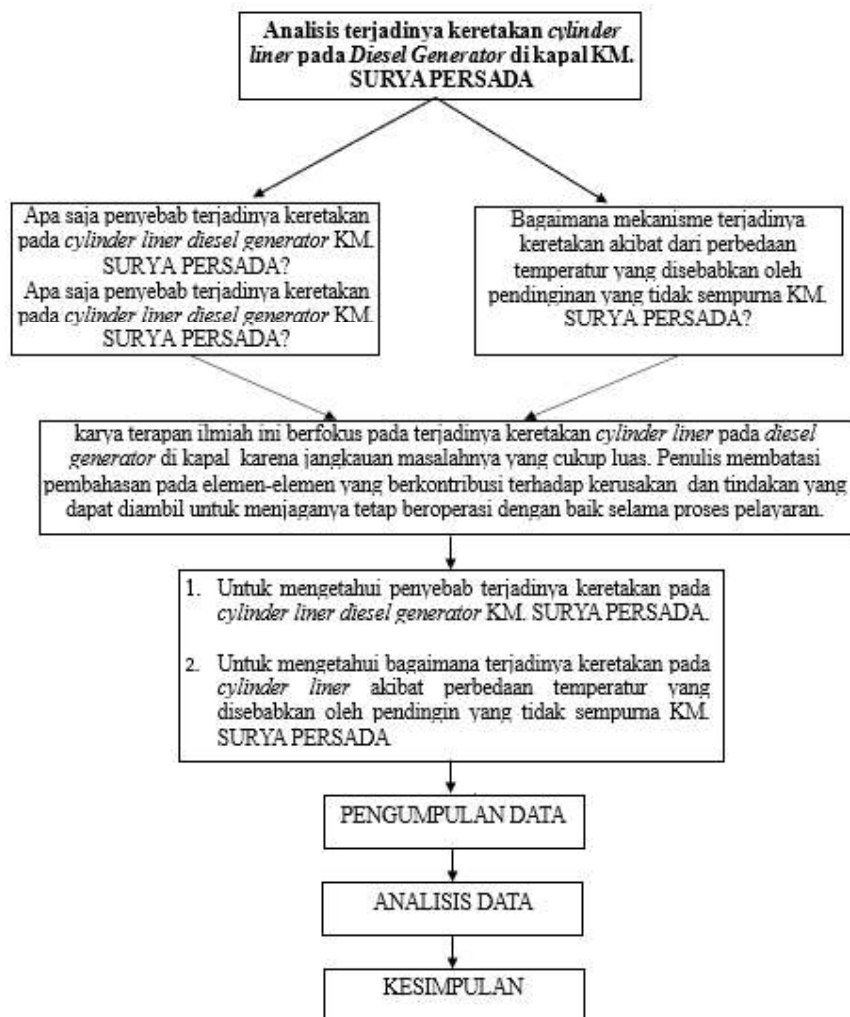
Sistem pendingin *cylinder liner* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga suhu operasi pada dinding silinder agar tetap berada pada batas yang aman sehingga mencegah terjadinya *overheat* dan kerusakan komponen mesin. Pendinginan pada *cylinder liner* biasanya menggunakan air tawar yang dialirkan melalui ruang *jacket water* di sekitar dinding silinder. Air pendingin dipompa dari tangki melalui pompa pendingin, kemudian melewati silinder *liner* untuk menyerap panas dari proses pembakaran, dan selanjutnya dialirkan menuju *heat exchanger* untuk didinginkan kembali sebelum bersirkulasi ulang.

Fungsi utama sistem pendingin pada *cylinder liner* adalah untuk:

- a. Mengendalikan suhu mesin, agar tidak terjadi ekspansi termal berlebih yang dapat menyebabkan *deformasi* atau keretakan pada *liner*.
- b. Menjaga kestabilan proses pembakaran, karena suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan knocking atau pembakaran dini.
- c. Memperpanjang umur pakai komponen, karena suhu yang terkendali akan mencegah kerusakan akibat panas berlebihan.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka Pikir ini dikembangkan untuk memfasilitasi diskusi mendalam. Untuk menyikapi atau menyelesaikan permasalahan pokok yang mengemuka, penulis memberikan penjelasan bergambar kerangka konseptual yang digunakan sebagai berikut.



Gambar 2. 5: Kerangka Berpikir Penulis

BAB III

METODE PENULISAN

A. Jenis Penulisan

Seperti biasanya, motif dibalik pengamatan atau penulisan adalah kemauan belajar dan meningkatkan ilmu atau wawasan, adalah sebuah dorongan mendasar bagi manusia. Penulisan adalah proses melakukan sejumlah tindakan secara terencana dan metodis dengan tujuan menemukan jawaban atas pernyataan atau solusi tertentu terhadap suatu permasalahan.

Penulisan ini merupakan penulisan studi kasus deskriptif dengan pendekatan analisis kegagalan (*failure analysis*). Penulisan dilakukan pada mesin *diesel generator* di kapal dengan cara melakukan inspeksi visual, pengukuran komponen, pemeriksaan sistem pelumasan dan pendinginan, serta menganalisis *cylinder liner* yang mengalami keretakan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui penyebab utama keretakan dan memberikan rekomendasi perbaikan serta pencegahan kerusakan di masa mendatang.

B. Lokasi dan Waktu Penulisan

Pada saat yang sama, penulisan dilakukan mengenai penurunan efisiensi keretakan *cylinder liner* pada mesin *diesel generator* selama latihan laut di kapal KM . SURYA PERSADA yang terletak di PT. Samudra Gemilang Bahari Jalan Panjang No. 26, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Lamanya proses penulisan disebut dengan waktu setahun melakukan penulisan pada Praktek

mengu laut (PRALA) atau praktek lapangan pada semester V dan VI untuk menyusun skripsi ini. Diperpanjang hingga 31 Maret 2025 penulis menggunakan waktu ini untuk memantau dan menyelidiki berbagai masalah di kapal KM. SURYA PERSADA khususnya pada keretakan *cylinder liner*.

C. Sumber Data

Penulis memakai sumber dari data subjek penulisan berupa sistem *Diesel Generator* keretakan pada *cylinder liner* untuk menulis skripsi ini yang diberi judul Analisis Terjadinya Keretakan *Cylinder Liner* Pada Mesin *Diesel Generator* di Kapal KM. SURYA PERSADA Kategori data berikut digunakan untuk menulis skripsi ini:

1. Data Primer

Data primer merupakan informasi yang dikumpulkan melalui contoh penulisan dengan cara survei serta observasi dengan narasumber yang dilakukan penulis. Observasi menyediakan data primer. Data primer yaitu sebuah ide yang ditampung diperoleh dari sumbernya secara kontan bersama menggunakan metode dan prosedur pengumpulan data. Hal ini dapat berupa pengukuran yang dilakukan dengan instrumen pengukuran yang dibuat khusus dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan pada sistem *turbocharger* pada mesin *diesel generator*, atau dapat juga berupa observasi (Basri & Syaputra, 2024).

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang diperoleh dari beberapa buku, catatan dan majalah berbentuk catatan perhitungan yang dikeluarkan

oleh dunia usaha dan laporan- laporan lainnya yang saling berkaitan. Data sekunder merupakan informasi terkumpul melalui sumber tidak resmi, seperti arsip dan dokumen resmi. Membaca buku dan media massa lainnya, termasuk majalah, internet, surat kabar, dan makalah tentang perawatan mesin yang berkaitan dengan sistem *turbocharger* pada mesin *generator diesel* di kapal, adalah beberapa cara untuk mengumpulkan informasi. Informasi yang dikumpulkan secara tidak langsung, seperti melalui laporan tertulis dan catatan mengenai sistem *turbocharger* mesin *generator diesel*, disebut sebagai data sekunder (Fitria, 2022).

D. Teknik Pengumpulan Data

Anggota awak kapal yang melakukan praktik perburuhan maritim berperan sebagai informan penulisan untuk penulisan ini (PRALA). Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dan wawancara dipakai untuk memperoleh data primer secara langsung (Sugiyono,2019)

1. Teknik Wawancara

Wawancara merupakan cara untuk pengumpulan informasi yang melibatkan wawancara terhadap orang-orang yang mengetahui permasalahan yang akan diangkat oleh penulis. Bersama memakai informasi data yang didapat langsung dari akarnya penulis akan mengatasi permasalahan yang muncul. Untuk melakukan hal ini, penulis perlu berbicara langsung dengan masinis 2 yang bekerja pada mesin *generator diesel*. Karena kesulitan-kesulitan yang timbul di kapal pada dasarnya tidak

dibahas secara rinci dalam buku panduan, informasi yang dikumpulkan dalam hal ini lebih obyektif dan praktis. Masinis 2 akan menawarkan solusi berdasarkan pengalaman berlayarnya yang sebenarnya.

2. Teknik Observasi

Proses pengumpulan informasi melalui observasi langsung maupun tidak langsung terhadap pengalaman penulis selama berada di kapal disebut observasi. Observasi ini dilaksanakan guna menampung informasi data primer dan sekunder.

3. Teknik Dokumentasi

Catatan peristiwa kejadian juga diartikan dengan dokumen. Dokumen adalah sebuah karya tertulis, dokumentasi, atau kreasi yang diciptakan oleh seseorang.

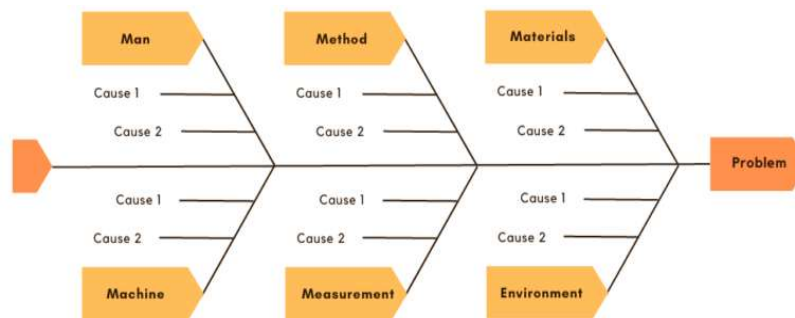
E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang diangkat dalam penyusunan ini berdasarkan data, fakta serta informasi yang pernah dilakukan selama melaksanakan praktek laut. Penyajian untuk penulisan penulisan ini menggunakan deskriptif kualitatif dengan metode *fishbone*. Pramujaya A.V, (2019), fishbone diagram merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan cek poin yang meliputi empat jenis bahan atau peralatan, tenaga kerja dan metode.

Menggunakan metode ini penulis dapat menyimpulkan suatu masalah dengan mendapatkan hasil penyebab dan upaya yang harus dilaksanakan, dari

penyebab yang paling rendah sampai dengan penyebab yang paling berat. Penanggulangan yang sama untuk menentukan hasil yang baik.

Purba, (2018: 1-6) Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat *fishbone* diagram ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah yang disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan. Diagram *fishbone* merupakan alat penemuan sebab-akibat yang membantu mencari tahu berbagai alasan terjadinya kegagalan atau kerusakan dalam suatu proses (Ishikawa,1984). Dapat dikatakan pula, analisis *fishbone* adalah metode untuk membantu memecahkan suatu masalah di setiap lapisan hingga potensi akar penyebab yang berkontribusi pada efeknya. Diagram ini diperkenalkan oleh professor teknik dari jepang, bernama Kaoru Ishikawa.



Gambar 3. 1: Metode Fishbone

1. Teknik Analisis Menggunakan Metode *Fishbone*

a. Mengidentifikasi masalah

Mencari tahu permasalahan yang terjadi di atas kapal dengan sebenar-benarnya dengan mendokumentasikan permasalahan dan

mencatat kejadian tersebut hingga siapa saja yang berkaitan dengan permasalahan tersebut untuk dimasukkan dalam permasalahan utama pada kotak diagram.

b. Pengumpulan faktor penyebab utama

Mengumpulkan faktor yang mungkin dapat menjadi penyebab utama permasalahan yang terjadi, seperti cara perawatan, material, sumber daya manusia dan lainnya faktor tersebut dapat menjadi tulang utama *fishbone* diagram.

c. Mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah

Mencari kemungkinan penyebab dari pangkal masalah dan digambarkan sebagai tulang kecil dari tulang utama, hal tersebut dapat ditemukan dengan cara observasi.

d. Menganalisis diagram yang dibuat

Melaksanakan analisis terhadap diagram yang telah dibuat dengan semua kemungkinan penyebab dari permasalahan yang terjadi melalui investigasi atau *survey*. Hal tersebut dapat membuka penyebab yang berpotensi dan didapatkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan.